



מדע וטכנולוגיה

מחקר לבחינה והמלצה על תשתיות לאומיות עתידיות במחקר, פיתוח וניסויים

ד"ר דפנה גץ
ורד גלעד
סימה ציפרפל

סביבה
ואנרגיה

תכנון
ארוך טווח

תעשייה
וחדשנות

תשתיות
פיזיות

בריאות

הון
אנושי

השכלה
גבוהה

חברה

חינוך

כלכלה

אודות מוסד שמואל נאמן

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

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

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

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



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

טלפון: 04-8292329, פקס: 04-8231889

כתובת דוא"ל: info@neaman.org.il

כתובת אתר האינטרנט: www.neaman.org.il

מוגש למשרד המדע והטכנולוגיה המועצה
הלאומית למחקר ופיתוח

מחקר לבחינה והמלצה על תשתיות לאומיות עתידיות במחקר, פיתוח וניסויים

חוקרים:
ד"ר דפנה גץ
ורד גלעד
סימה ציפרפל

אוקטובר, 2019

הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל
קרית הטכניון, חיפה 32000 טל. 04-8292329 פקס. 04-8231889 info@neaman.org.il

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 עניינים

2	תוכן עניינים
4	1. תקציר מנהלים
7	2. מבוא
8	3. חשיבות תשתיות לאומיות ומטרתן
8	4. הגדרת תשתית לאומית למחקר, פיתוח וניסויים
9	5. מערך המחקר
10	6. המצב בישראל
11	7. סקירת מפות דרכים במדינות נבחרות
11	8. תחומים בהם נדרשות תשתיות למחקר פיתוח וניסויים בישראל
53	9. רשימת התשתיות למחקר, פיתוח וניסויים, שעלו במסגרת הראיונות שקיימנו
92	10. סיכום והמלצות להמשך
94	11. נספחים
	11.1 נספח א- סקירת תשתיות מחקר חדשות ועתידיות עפ"י תחומים, במפות הדרכים של מדינות נבחרות
94	
134	11.2 נספח ב - סקירת מפות דרכים במדינות שונות וב-ESFRI
	11.3 נספח ג- סיכום הראיונות שנערכו עד כה במסגרת המחקר לבחינת תשתיות לאומיות עתידיות במחקר, פיתוח וניסויים
203	
234	11.4 נספח ד- קול קורא

רשימת טבלאות

- טבלה 1: רשימת הצרכים בתשתיות מחקר, פיתוח וניסויים שעלו בריאיונות 13
- טבלה 2: צרכים עתידיים בהקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל. בחינה האם תשתיות דומות קיימות או מתוכננות במדינות נבחרות 17

1. תקציר מנהלים

הוועדה הלאומית לתשתיות מחקר במשרד המדע והטכנולוגיה יצאה בינואר 2017 במכרז פומבי לביצוע מחקר לבחינה והמלצה על תשתיות לאומיות עתידיות במחקר, פיתוח וניסויים. מוסד נאמן זכה במכרז לביצוע המחקר.

מטרת המחקר לבחון עבור הוועדה הלאומית לתשתיות מחקר מהם הצרכים בתשתיות למחקר, פיתוח וניסויים בישראל, תוך התמקדות בעיקר בתשתיות שתורמות לקשרי אקדמיה-תעשייה. הוועדה תבחן את הדו"ח, תקבע סדרי עדיפויות ותמליץ למליאת המולמו"פ על מפת דרכים המתייחסת לצרכים לטווח בינוני וארוך בהקמת תשתיות מחקר בישראל ובשיתופי פעולה בינלאומיים בנושא תשתיות מחקר.

את ביצוע המחקר ליוותה ועדת היגוי שהחברים בה: פרופ' נאוה בן צבי, גורי זילכה וצביה בראון.

בעבודה הנוכחית נקבעה ההגדרה הבאה לתשתית מחקר לאומית למחקר, פיתוח וניסויים:

מתקנים, משאבים ושירותים בהם משתמשת קהילת החוקרים (מהאקדמיה, ממכונים מחקר, מבתי חולים ומהתעשייה) והמשתפים פעולה ביניהם, על מנת לבצע מחקר, פיתוח וניסויים ולקדם חדשנות בתחומם. בתשתית יהיה ציוד מדעי/מחקרי גדול (או מספר פריטי ציוד), מאגרי ידע (כגון אוספים, ארכיונים ונתונים מדעיים), תשתיות אינטרנט (e-infrastructures) (כגון בסיסי נתונים, מערכות מחשוב, מחוללי סימולציות ורשתות תקשורת) וכל תשתית ייחודית אחרת החשובה להשגת מציונות במחקר, פיתוח וניסויים.

דרכי הפעולה לביצוע המחקר כללו סקר ספרות של תשתיות עתידיות שמופיעות במפות הדרכים של מדינות נבחרות. המידע מוצג בנספח לדוח זה בשתי סקירות נפרדות, אחת לפי מדינות והשנייה לפי תחומים. המדינות שבהן נסקרו מפות הדרכים הן: אוסטרליה, קנדה, צרפת, גרמניה, הולנד, נורבגיה, שווייץ, בריטניה, שבדיה, פינלנד וארה"ב. בנוסף, נסקרה מפת הדרכים של ESFRI וכן תכנית העבודה לתשתיות מחקר אירופאיות של Horizon 2020.

נערכו 43 ראיונות עם מומחים, מנהלי מו"פ בתעשייה (10), מנהלי מכוני מחקר (4), ראשי מאגדי מגנ"ט (9), חוקרים במוסדות להשכלה גבוהה וסגנים למחקר באוניברסיטאות (13) ובעלי עניין נוספים (7) (סיכומי הראיונות מצורפים בנספח לעבודה). המראיינים התבקשו לסקור צרכים בתשתיות מחקר שקיימים בתחומם.

נבנתה רשימה של צרכים בתשתיות לאומיות שעלו בראיונות. הצרכים שעלו הינם בתחומים שונים ונמצאים בשלבים שונים, משלב התחלתי של גיבוש רעיון ועד לתשתיות שכבר נמצאות בתהליכי הקמה. סה"כ עלה צורך ב-40 תשתיות למחקר, פיתוח וניסויים: בתחום פיסיקה והנדסה הועלה צורך ב-20 תשתיות כולל שדרוג של שלושה מכוני מחקר יישומיים, בתחום חקלאות ומזון הועלה צורך ב-7 תשתיות, בתחום רפואה ומדעי החיים הועלה צורך ב-7 תשתיות, בתחום e-infrastructures הועלה צורך ב-6 תשתיות.

עבור כל אחת מהתשתיות בחנו מה המצאי הקיים של התשתיות בתחום הן בישראל והן בעולם.

עבור כל אחת מהתשתיות נבנתה תבנית שכוללת את כל המידע שנאסף לגביה (כולל משתמשים פוטנציאליים, צעדים ליישום, לוח זמנים והערכת עלויות).

סיכום ומסקנות עיקריות שעלו מביצוע העבודה וההמלצות להמשך פעולה:

1. התשתיות שהועלו כנדרשות בתחומי הפיסיקה וההנדסה עוסקות בשני נושאים עיקריים: האחד, פיתוח טכנולוגיות שיאפשרו יותר מעבר של רעיונות אקדמיים לפיתוח מוצרים בתעשייה. תשתיות מסוג זה הן: המכון הישראלי לננו טכנולוגיה שמיועד לפיתוח טכנולוגיות ייצור לננו חלקיקים שפותחו באקדמיה, תשתית לחברות הזנק לבניית אב טיפוס לפיתוח טכנולוגיות ומוצרים ומרכז לאומי לפיתוח ובדיקות צ'יפים. הערוץ השני הינו של תשתיות שנדרשות לצורך שיפור טכנולוגיות בתעשייה כגון: הרכבה של חלקים- תהליכי אוטומציה בתעשייה, קידום טכנולוגיות ושיטות ייצור מתקדם בתעשייה, מרכז לחומרים מתקדמים ושיפור טכנולוגיית הדפסת תלת מימד.

בנוסף, הועלה צורך בתשתית פיזית של שדה ניסויים לרכבים אוטונומיים בישראל. נושא זה נמצא בבחינה של משרד התחבורה.

כל התשתיות שהוזכרו נדרשות לחברות בתעשייה או תשתיות שנדרשות הן לאקדמיה והן לתעשייה. ככולן קימות תשתיות דומות בחו"ל שניתן ללמוד מהן אך קיים ערך מוסף רב וצורך בהקמת התשתית בארץ ולא בשימוש בתשתיות הקיימות בחו"ל.

המלצה להמשך פעולה: לגבי כל אחת מהתשתיות הנדרשות בתחום ממולץ לגבש צוות מומחים. למומחים ישלח כל המידע שנאסף לגבי תשתית המחקר. המומחים יתבקשו לבחון את מידת התאמתה של התשתית המוצעת להגדרה של "תשתית מחקר לאומית" ואת רמת הצורך בתשתית זו לאור התשתיות הקיימות בארץ ובעולם. במפגש של המומחים ידון: מהי התועלת הצפויה מהקמת התשתית לקידום התחום המדעי, קיום מסה קריטית של חוקרים שהתשתית נדרשת להם ופעילות מחקר בתחום, ותועלות רחבות יותר של הקמת התשתית למדינה ולחברה.

מומלץ לבחור תשתית אחת ולקיים פיילוט לגביה.

2. תשתיות נוספות בתחום הפיסיקה והחלל נמצאות כבר בתהליכי אישור, תקצוב והקמה. המרכז הישראלי לפוטוניקה בשלבי הקמה, למרכז הקוואנטום אושר תקציב גדול ע"י משרד ראש הממשלה, המרכז ללוויינות זעירה הוצג בפני פורום תל"ם ובקשה להצטרפות בתשתית ESO נכללה במפת הדרכים של ות"ת.

המלצה להמשך פעולה: אנו ממליצים שלא להמשיך לעסוק כרגע בתשתיות הנדרשות בתחום זה היות שהן נמצאות בשלבי הקמה ובטיפולם של גופים שונים.

3. נושא מכוני המחקר נבחן בהרחבה במסגרת עבודה זו. נבחנו ארבעה מכוני מחקר. שלושת מכוני המחקר של מכון הפלסטיקה והגומי, מכון הקרמיקה והסיליקטים ומכון המתכות נותנים שרות לתעשייה ונדרש בהם שדרוג נרחב על מנת לענות לדרישות התעשייה.

מכון וולקני העלה צורך בחמש תשתיות חדשות שיקדמו באופן משמעותי את המו"פ שנעשה בארץ בתחום החקלאות והמזון.

המלצה להמשך פעולה: נושא מכוני המחקר היישומיים מקבל התייחסות בימים אלה מרשות החדשנות שמקדמת הצעה לאיחוד שלושת מכוני המחקר הפלסטיקה והגומי, מכון המתכות ומכון הקרמיקה והסיליקטים. לכן, כדאי להמתין עם המשך העיסוק בשדרוג תשתיות אלה.

בנוסף, יש להרחיב ולבחון צורך בשדרוג והקמת תשתיות במכוני מחקר יישומיים נוספים.

4. התשתיות המרכזיות הנדרשות בתחום הרפואה ומדעי החיים הן ברובן מאגרי מידע שנמצאים בשלבי הקמה מתקדמים: בריאות דיגיטלית- ריכוז נתונים מהרפואה הקהילתית, מאגר גנומי קליני פסיפס, מידג"ם לדגימות ביולוגיות.

בנוסף הועלו רעיונות ראשוניים לתשתיות כגון שילוב חברות עסקיות בחקר בבתי חולים ותשתית מחקר לאומית לפיתוח תרופות.

צורך נוסף שעלה הינו לתשתית לאומית שתרכז את כל המחקר שנעשה בארץ בחקר מחלת הסרטן. תשתית שתגשר בין המחקר האקדמי למחקר הקליני בבתי החולים בנושא.

המלצה להמשך פעולה: אנו ממליצים שלא להמשיך לעסוק כרגע בתשתיות של מאגרי המידע השונים, היות שהן נמצאות כבר בשלבי הקמה ובטיפולם של גופים שונים.

לגבי הרעיונות שנמצאים בשלב ראשוני של גיבוש הרעיון לתשתית ניתן לגבש צוות מומחים שיבנה תוכנית נרחבת ומפורטת יותר לגבי הקמת כל אחת מהתשתיות האלה.

5. תשתיות נדרשות בתחום e-infrastructures הן בעיקר עוסקות ביצירת תשתית ברמה לאומית למגוון נושאים שמטופלים כיום ברמה של החברות או של המוסדות האקדמיים. מחשבי על Big data, תשתית ענן לאומית שתיתן פתרון לנושאי אבטחת מידע, תלות בגורם שלישי ועלויות שימוש גבוהות, שקיימים בשימוש בשירותי ענן של חברות בינלאומיות. תשתית שדה בדיקות (Test bed) לפיתוח רשת סלולארית G5, Internet of Things, IOT ומרכז סייבר לאומי.

המלצה להמשך פעולה: את נושא תשתיות ה-e-infrastructures יש להעמיק ולהמשיך לחקור באמצעות ראיונות עם מומחים מהמגזרים השונים, באשר לנחיצות הקמת כל אחת מהתשתיות האלה ברמה הלאומית. לדעת המומחים שריאיינו הדעות חלוקות בנושא האם תשתיות אלה נחוצות ברמה הלאומית מעבר להקמת תשתיות בנושא שנעשית על ידי ארגונים רבים במגזרים השונים.

במידה ויוחלט שיש צורך בהקמת תשתיות אלה ברמה הלאומית יש לגבש צוות מומחים לגבי כל אחת מהתשתיות שהועלו, שידון בהיבטים השונים הקשורים להקמת התשתית.

המחקר והפיתוח בישראל עומדים בבסיס החדשנות שלה ותורמים לבניית כלכלה מבוססת טכנולוגיה שתומכת בגידול ופריון ומאפשרים למדינת ישראל להוביל בתחומי מדע ולתרום לחברה. גישה לתשתיות מחקר, לציוד ולמערכות ושירותים ברמה הגבוהה ביותר הן תנאי הכרחי לכך.

לפי ה-European Commission (2016) 'תשתיות מחקר הן מתקנים, משאבים ושירותים שבשימוש של הקהילה המדעית לביצוע מחקר וקידום חדשנות בתחומם. הם כוללים: ציוד מדעי גדול (או מספר פריטי ציוד), מאגרי ידע כגון אוספים, ארכיונים ונתונים מדעיים, e-infrastructures כגון בסיסי נתונים ומערכות מחשוב ורשתות תקשורת וכלים אחרים שהכרחיים להשגת מציאות במחקר וחדשנות'.

מפות דרכים הן שיטה מבוססת ליצירת סדרי עדיפויות בתשתיות מחקר בקנה מידה לאומי ובינלאומי. מפת הדרכים של הפורום האסטרטגי האירופי לתשתיות מחקר ESFRI – The European Commission and the Strategy Forum מזהה תשתיות מחקר שיש בהן תועלת לכל אירופה. בנוסף, הרבה מדינות פיתחו מפות דרכים לאומיות לתשתיות מחקר. מפות הדרכים מציגות סדרי עדיפות של תשתיות המחקר הלאומיות והבינלאומיות, יצורות תאום בין סדרי עדיפויות בתשתיות מחקר לסדרי עדיפויות במחקר, בפיתוח טכנולוגי ובחדשנות, מקדמות תמיכה פוליטית במחקר, עוזרות להגדיר תקציבים לאומיים ואזוריים ומקדמות תמיכה במימון של הסקטור הציבורי והסקטור הפרטי. רוב מפות הדרכים עוסקות בהקמת תשתיות מחקר חדשות ורק מעטות גם בשדרוג של תשתיות מחקר קיימות. תהליך בניית מפת דרכים הינו תהליך מתמשך שכן על מפת הדרכים להתעדכן כל 3-4 שנים.

בתהליך היצירה של מפת דרכים מעורבים בעלי עניין שונים: הקהילה המדעית, רשויות ממשלתיות, תעשייה ובעלי עניין נוספים, שכן בקביעת סדרי העדיפויות נלקחים בחשבון מלבד טיעונים ושיקולים מדעיים גם טיעונים נוספים כגון: מטרות פוליטיות, אתגרים חברתיים, מטרות לאומיות, חדשנות ותחרותיות כלכלית. רוב מפות הדרכים מאורגנות לפי תחומים מדעיים.

איסוף של מידע הנוגע לצרכים לטווח בינוני וארוך בהקמת תשתיות מחקר לאומיות בישראל ולגבי הצורך בשיתופי פעולה בינלאומיים בנושא תשתיות מחקר הינו הכרחי על מנת לאפשר קביעת מדיניות אשר תבטיח את יכולתה של מדינת ישראל להתקדם בתחומים טכנולוגיים שונים ובפרט אלו אותם היא מעוניינת לתעדף. עבודה מסוג זה הינה בעלת חשיבות מיוחדת במדינות קטנות, כמו ישראל, בהן הסיכוי להימצאות כל מרכיבי התשתית הנדרשים לצורך יצירת מובילות בכל תחום מדעי, הינו נמוך.

עבודה זו תספק לוועדה הלאומית לתשתיות מחקר, תמונה מקיפה של הצרכים העתידיים בנושא תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים. על בסיס עבודה זו תוכל הוועדה להמליץ למליאת המולמו"פ על מפת דרכים המתייחסת לצרכים לטווח בינוני וארוך בהקמת תשתיות מחקר בישראל ובשיתופי פעולה בינלאומיים בנושא תשתיות מחקר.

את המחקר מלווה ועדת היגוי שחברים בה: נאוה בן צבי, גורי זילכה וצביה בראון.

3. חשיבות תשתיות לאומיות ומטרתן

החשיבות של תשתיות מחקר עלתה בעשורים האחרונים במידה ניכרת. רק באמצעות תשתיות מחקר ייחודיות ניתן לבצע ניסויים חלוציים ולבצע מחקר בשיטות עבודה יעילות. יתרה מכך, תשתיות המחקר מהוות לעיתים קרובות מוקד למחקר רב-תחומי והן כלי מפתח להבאה יחד של מגוון רחב של בעלי עניין, כולל תעשייה, לחפש פתרונות להרבה מהבעיות שבהן נתקלת החברה כיום (Technopolis, 2011)¹.

המחקר הנוכחי יעסוק בתשתיות מחקר לאומיות. המאפיין המרכזי שלהן הינו הפוטנציאל שיש בהן ברמה הלאומית והבינלאומית לשמש חוקרים רבים העוסקים במו"פ אזרחי ממוסדות רבים, ובכלל זאת תשתיות שנמצאות בחו"ל, ושיש למדע הישראלי עניין להשתמש בהן לרבות: אוניברסיטאות מחקר, מכללות אקדמיות, מכללות מקצועיות, מכוני מחקר ממשלתיים, בתי חולים, מכוני מחקר פרטיים, תעשייה (לרבות יישומים אזרחיים של התעשייה הביטחונית).

לתשתיות המחקר חשיבות רבה ביצירה וחיזוק של קשרי אקדמיה-תעשייה ולביצוע מחקר יישומי של רעיון שנוצר באקדמיה וקידומו לקראת אפשרות של יישום בתעשייה.

4. הגדרת תשתית לאומית למחקר, פיתוח וניסויים

בעבודה הנוכחית נקבעה ההגדרה הבאה לתשתית מחקר לאומית למחקר, פיתוח וניסויים: מתקנים, משאבים ושירותים בהם משתמשת קהילת החוקרים (מהאקדמיה, ממכוני מחקר, מבתי חולים ומהתעשייה) והמשתפים פעולה ביניהם, על מנת לבצע מחקר, פיתוח וניסויים ולקדם חדשנות בתחומם. בתשתית יהיה ציוד מדעי/מחקרי גדול (או מספר פריטי ציוד), מאגרי ידע (כגון אוספים, ארכיונים ונתונים מדעיים), תשתיות אינטרנט (e-infrastructures) (כגון בסיסי נתונים, מערכות מחשוב, מחוללי סימולציות ורשתות תקשורת) וכל תשתית ייחודית אחרת החשובה להשגת מצוינות במחקר, פיתוח וניסויים.

התחומים המדעיים בהם יבחן הצורך בתשתיות מחקר הם:

מדעי הטבע והסביבה (כולל מתמטיקה, מחשבים, כימיה, פיסיקה, ביולוגיה ומדעי כדור הארץ); **הנדסה** (כולל הנדסה מכנית, הנדסה כימית, הנדסת חומרים, הנדסה רפואית, הנדסת סביבה, ביוטכנולוגיה, ננוטכנולוגיה). **רפואה** (כולל רפואה בסיסית, רפואה קלינית, רפואה בריוטית ותחומים אחרים); **חקלאות; מדעי החברה** (כולל פסיכולוגיה, כלכלה וניהול, חינוך, סוציולוגיה, משפטים, מדעי המדינה, גאוגרפיה, תקשורת); **מדעי הרוח** (הסטוריה, ארכיאולוגיה, בלשנות וספרות, יהדות, אומנות); **סייבר; חלל; תחבורה.**

¹ Zuijdam, F., DeutenIngeborg, J., Vermeulen, M. (2011). The role and added value of large-scale research facilities. Technopolis group.

קריטריונים לתשתית לאומית למחקר, פיתוח וניסויים

- רמה מובילה במחקר העולמי.
- חדשנות וייחודיות (אין תשתית אחרת כמותה בישראל, או אין נגישות ישראלית לתשתית כמותה).
- פתיחות לכלל אנשי המו"פ בישראל.
- פרויקטים גדולים המחייבים שיתופי פעולה הן בתוך האקדמיה והן בתעשייה.

עלות תשתית גבוהה שמוסד יחיד יתקשה לעמוד בה, הכוללת: ערך הון (Capital Value) של התשתית (סך הנכסים או שווי ההשקעה למימושם), עלויות התכנון, ההכנה והיישום (Design, Preparation and Implementation Costs) ואת עלות התפעול השנתית הממוצעת (The average annual operation costs) שכוללת כוח אדם, שכר ותחזוקה. מהם מקורות המימון לתשתית בעיקר ברמת התפעול השוטף שלה.

5. מערך המחקר

מטרת המחקר

מטרת המחקר הייתה לבחון עבור הוועדה הלאומית לתשתיות מחקר מהם הצרכים בישראל בתשתיות למחקר, פיתוח וניסויים, תוך התמקדות בעיקר בתשתיות שתורמות לקשרי אקדמיה-תעשייה. הוועדה תבחן את הדו"ח, תקבע סדרי עדיפויות ותמליץ למליאת המולמו"פ על מפת דרכים המתייחסת לצרכים לטווח בינוני וארוך בהקמת תשתיות מחקר בישראל ובשיתופי פעולה בינלאומיים בנושא תשתיות מחקר.

דרכי פעולה לביצוע המחקר

1. סקר ספרות של תשתיות עתידיות שמופיעות במפות הדרכים של מדינות נבחרות. המידע מוצג בנספח לדוח זה בשתי סקירות נפרדות, אחת לפי מדינות והשנייה לפי תחומים. המדינות שבהן נסקרו מפות הדרכים הן: אוסטרליה, קנדה, צרפת, גרמניה, הולנד, נורבגיה, שוויץ, בריטניה, שבדיה, פינלנד וארה"ב. בנוסף, נסקרה מפת הדרכים של ESFRI וכן תכנית העבודה לתשתיות מחקר אירופאיות של Horizon 2020.
2. נערכו ראיונות עם מומחים, מנהלי מו"פ, סגנים למחקר באוניברסיטאות ואנשי ממשל (סיכומי הראיונות מצורפים בנספח לעבודה). בראיונות ביקשנו מהמראיינים לתאר צרכים בתשתיות מחקר שקיימים בתחומם.
3. במסגרת המחקר אמור היה להתפרסם קול קורא שיאפשר לכל מי שמעוניין להגיש הצעות לתשתיות עתידיות במחקר, פיתוח וניסויים. הקול קורא הועבר ע"י מוסד נאמן לאישור משרד המדע והטכנולוגיה אך לא עבר שם את האישורים הנדרשים ולכן לא פורסם. נוסח הקול קורא מופיע בנספח ד.
4. עבור כל תשתית נבנתה תבנית שמתארת את הפרטים לגביה כגון: מיקום, הערכת עלויות, משתמשים פוטנציאליים, הערכת לוחות זמנים להקמת התשתית ועוד.
5. עבור כל אחת מהתשתיות שהעלו המראיינים, בחנו במפות הדרכים של מדינות נבחרות, האם קיימות תשתיות דומות או האם עלה צורך בתשתיות דומות. בנוסף, בוצע חיפוש במקורות מידע גלויים לגבי תשתיות דומות שאינן מופיעות במפות הדרכים של המדינות. השוואה זו אפשרה לבחון האם הצרכים בתשתיות שעלו בראיונות, דומים או שונים מאלה בהן מתמקדות מדינות אחרות ובמידה וקיימות תשתיות דומות במדינות אחרות, האם יש ערך מוסף להקמה של התשתיות האלה בישראל.

הוועדה לתשתיות מחקר (ות"ם) של המולמו"פ, באמצעות משרד המדע והטכנולוגיה הכירה בחשיבותן של תשתיות המחקר להשגת היעדים במחקר ופיתוח של ישראל. הוועדה הזמינה ב-2008 וב-2012 ממוסד שמואל נאמן למחקרי מדיניות לאומית, עבודות למיפוי תשתיות המחקר הגדולות בישראל. שני הדוחות שמסכמים את המיפויים שנעשו, מכילים פירוט נרחב של תשתיות המחקר הקיימות בישראל בתחומים מדעיים וטכנולוגיים (ביולוגיה ומדעי הרפואה, חומרים, מדעים מדויקים, איכות הסביבה, אנרגיה, מדעי הרוח ומדעי החברה) במוסדות אקדמיים, מכוני מחקר, חברות תעשייתיות, בתי חולים ומוסדות וארגונים ממשלתיים. בנוסף, ערך מוסד שמואל נאמן מיפוי של תשתיות מחקר בינלאומיות שהמדינה מממנת את השימוש בהן לחוקרים מישראל (גץ ואחרים, 2010², 2013³). מטרת שתי העבודות הייתה לבנות את בסיס הידע שיאפשר ליצור מפת דרכים לפיתוח תשתיות המחקר הלאומיות בישראל ולגבש מדיניות שתגדיר תקציבים ועדיפויות במסגרת מדיניות לאומית לתשתיות מחקר גדולות בישראל.

ב-2012, החליטה ות"ת על הקמת וועדה מייעצת לות"ת בנושא תשתיות מחקר מרכזיות לאקדמיה, שתפקידה לסייע לות"ת לגבש ראייה מערכתית בנושא באמצעות בניית מפת דרכים. הוועדה התבססה על העבודה שנעשתה במולמו"פ בנושא זה. הוועדה פרסמה את מפת הדרכים לתשתיות מחקר מרכזיות לאקדמיה ב-2014 (הורן ואחרים, 2014)⁴. לצורך בניית מפת הדרכים מינתה הוועדה שש תתי ועדה תחומיות, בהן כיהנו 27 חוקרים שמייצגים מנעד רחב של תחומי מחקר וצרכים בתשתיות מחקר. כל תת ועדה המליצה לוועדה המייעצת לגבי תשתיות מחקר מרכזיות לאקדמיה בתחום בו פעלה. בדיון שהתקיים לכל תת ועדה, הוצגו ההצעות המרכזיות בהן דנה הוועדה, נערך דיון לגבי כל תשתית והתקבלו החלטות לגבי ההצעות שיועלו למפת הדרכים. מפת הדרכים של 2013 כללה המלצה על 12 תשתיות מחקר בחמישה תחומים: מדעים פיסיקליים והנדסה, מדעי החיים ורפואה, אנרגיה, מדעי החברה והרוח ומחשוב ותקשורת.

מפת הדרכים הזו קבלה את אישורה של ות"ת ושלושה מהפרויקטים שהופיעו בה, עברו לשלב יישום: השתתפות ישראל בפרויקט האירופי ESSurvey, הקמת יחידה להנגשת מחשוב בענן (CUS) ומרכז לעכברים מהונדסים גנטית.

ב-2016, הגישה הוועדה המייעצת לוות"ת דו"ח שסיכם את פעילות הוועדה בשנים 2014-2016 ומהווה מפת דרכים מעודכנת של תשתיות מחקר מרכזיות לאקדמיה. מפת דרכים זו כללה שני תחומים נוספים סביבה ומדעי הרוח, שלא הופיעו במפת הדרכים ב-2013. הערכת העלות הכוללת לחמש שנים עבור 17 תשתיות המחקר המופיעות במפת הדרכים עומדת על \$143 M (הורן ואחרים, 2016)⁵.

² גץ, ד., גלעד, ו., זלמנוביץ, ב., כץ שחם, א. (2010). מיפוי תשתיות מחקר בישראל- מיפוי תשתיות מחקר קיימות בישראל ותשתיות מחקר בינלאומיות הפתוחות לחוקרים מישראל. מוסד שמואל נאמן, טכניון חיפה.

³ גץ, ד., גלעד, ו., זלמנוביץ, ב., כץ שחם, א. (2013). מיפוי תשתיות מחקר בישראל- עדכון מיפוי תשתיות מחקר קיימות בישראל ותשתיות מחקר בינלאומיות הפתוחות לחוקרים מישראל. מוסד שמואל נאמן, טכניון חיפה.

⁴ הורן, ד. (2014). מפת הדרכים לתשתיות מחקר מרכזיות לאקדמיה. הוועדה לתכנון ותקצוב המועצה להשכלה גבוהה. ירושלים.

⁵ הורן, ד. (2016). מפת הדרכים לתשתיות מחקר מרכזיות לאקדמיה. הוועדה לתכנון ותקצוב המועצה להשכלה גבוהה. ירושלים.

7. סקירת מפות דרכים במדינות נבחרות

נערך סקר ספרות של תשתיות עתידיות שמופיעות במפות הדרכים של מדינות נבחרות. המידע מוצג בנספחים א ו-ב בדוח זה בשתי סקירות נפרדות, אחת לפי מדינות והשנייה לפי תחומים. המדינות שבהן נסקרו מפות הדרכים הן: אוסטרליה, קנדה, צרפת, גרמניה, הולנד, נורבגיה, שוויץ, בריטניה, שבדיה, פינלנד וארה"ב. בנוסף, נסקרה מפת הדרכים של ESFRI וכן תכנית העבודה לתשתיות מחקר אירופאיות של Horizon 2020.

8. תחומים בהם נדרשות תשתיות למחקר פיתוח וניסויים בישראל

בעבודה הנוכחית בחרנו להתמקד בעיקר בתשתיות התורמות לקשרי אקמיה-תעשייה. לכן רוב הראיונות שערכנו היו עם מנהלי מו"פ בתעשייה, מנהלי מכוני מחקר וראשי מאגדי מגנ"ט, בהם משתתפים הן התעשייה והן האקדמיה.

תחומי התשתיות בעבודה זו נגזרו מהתחומים בהם העלו המראוינים צרכים בתשתיות למחקר, פיתוח וניסויים, שנדרשות בתעשייה ובאקדמיה. הקריטריון להעלות הצרכים בישראל היה תשתיות שבהן יש לישראל צורך וערך מוסף ובחינה היכן יש צרכים בתשתיות שלא קיימות בישראל.

בנוסף, התמקדנו בצרכים בתשתיות מחקר שהעלו מנהלי מכוני מחקר שמבצעים מו"פ בעיקר לתעשייה ומכאן מודעים לצרכים בתשתיות שיש למגזר זה.

הכר הנרחב יותר של מידע לגבי צרכים בתשתיות, היה אמור להיווצר במענה לקול קורא שהיה אמור להתפרסם. הקול קורא הועבר ע"י מוסד נאמן לאישור משרד המדע והטכנולוגיה אך לא עבר שם את האישורים הנדרשים ולכן לא פורסם.

תחומי התשתיות שעלו בעבודה זו היו:

פיסיקה והנדסה: ננוטכנולוגיה, תהליכי אוטומציה בתעשייה, ייצור ציפים, ייצור מתקדם, בניית אב טיפוס לפיתוח טכנולוגיות, רכבים אוטונומיים, קוואנטום, פוטוניקה, חלל, לייזרים, חומרים מתקדמים, מכוני מחקר יישומיים, הדפסת תלת מימד.

חקלאות- הקמת תשתיות מכון וולקני.

רפואה ומדעי החיים- מאגר גנומי, מאגר מידע רפואי, מאגר דגימות ביולוגיות, עכברים מהונדסים גנטית, מרכז חקר לסרטן, פיתוח תרופות.

e-infrastructures - מחשבי על, תשתית ענן, תשתית שדה בדיקות, IOT, מרכז סייבר.

הטבלה הבאה מסכמת לפי תחומים את הצרכים העתידיים בתשתיות מחקר שעלו בראיונות שנערכו בעבודה הנוכחית. עבור כל אחת מהתשתיות בחנו במפות הדרכים של מדינות נבחרות, האם קיימות תשתיות דומות או האם עלה צורך בתשתיות דומות. בנוסף, בוצע חיפוש במקורות מידע גלויים לגבי תשתיות דומות שאינן מופיעות במפות הדרכים של המדינות.

השוואה זו מאפשרת לבחון האם הצרכים בתשתיות שעולים בישראל דומים או שונים מאלה בהן מתמקדות מדינות אחרות. בנוסף, ניתן לבחון האם קיים מענה בתשתיות הקיימות במדינות אחרות לצרכים שהעלו חוקרים מישראל או יש ערך מוסף המצדיק הקמה של תשתיות אלה בישראל.

טבלה 1: רשימת הצרכים בתשתיות מחקר, פיתוח וניסויים שעלו בריאיונות
***תשתיות שמסומנות בכוכבית נמצאות בתהליכי הקמה**

תחום ראשי	תחום משני	שם התשתית	מיקום	תקציב
פיסיקה והנדסה	ננוטכנולוגיה	המכון הישראלי ליישום ננוטכנולוגיה	בסמוך למוסד אקדמי	100-150 מיליון ₪ עלויות בינוי, שכר עבודה וחומרים: בינוי ונדל"ן - כ-50 מיליון ₪. כוח אדם - 10 מיליון ₪.
פיסיקה והנדסה	תהליכי אוטומציה בתעשייה	תשתית לפיתוח אוטומציה בתהליכי הרכבה של חלקים	לא התקבלו נתונים לגבי מיקום התשתית	5-8 מיליון דולר
פיסיקה והנדסה	ייצור ציפים	מרכז לאומי לפיתוח ובדיקות ציפים	לא התקבלו נתונים לגבי מיקום התשתית	לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב
פיסיקה והנדסה	בניית אב טיפוס	מכון לחברות הזנק לבניית אב טיפוס לפיתוח טכנולוגיות ומוצרים	לא התקבלו נתונים לגבי מיקום התשתית	לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב
פיסיקה והנדסה	ייצור מתקדם	תשתית לאומית לייצור מתקדם	לא התקבלו נתונים לגבי מיקום התשתית	35 מיליון ש"ח לארבע שנים. 620,000 ₪ או בגובה ההוצאות בפועל של נתן השירותים, הנמוך מביניהם.
פיסיקה והנדסה	רכבים אוטונומיים	שדה ניסויים לרכבים אוטונומיים	קרוב לפלמחים שדה ניסויים אזרחי	לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב
פיסיקה והנדסה	רכבים אוטונומיים	תשתית סימולציה לצרכי ולידציה של רכבים אוטונומיים	לא התקבלו נתונים לגבי מיקום התשתית	לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב
פיסיקה והנדסה	בינה מלאכותית	בינה מלאכותית (AI) - תשתית לפיתוח שיטת AI המבוססת על 'מודל עולם'	לא התקבלו נתונים לגבי מיקום התשתית	8-10 מיליון דולר
פיסיקה והנדסה	קוואנטום	*מרכז קוואנטום	טכניון	עלות הקמת המרכז: 700-800 מיליון ₪

	תחום ראשי	תחום משני	שם התשתית	מיקום	תקציב
10	פיסיקה והנדסה	פוטוניקה	*המרכז הישראלי לפוטוניקה מתקדמת	בממ"ג שורק	עלויות הקמה: 175 מיליון ש"ח ב-5 שנים. תפעול: כ-15 מיליון ש"ח בשנה (כולל עלויות כוח אדם)
11	פיסיקה והנדסה	חלל- לוינות זעירה	המרכז ללוינות זעירה	בטכניון	עלות הקמת המרכז מוערכת בכ- 50-60 מיליון ₪
12	פיסיקה והנדסה	חלל	חברות בתשתית אירופאית ESO (European Southern Observatory)	במינכן גרמניה וב-3 אתרים בצ'ילה	דמי חברות חד פעמיים: 20 מיליון יורו (ניתנים לחלוקה על פני 5 שנים). תשלום שנתי: 2 מיליון יורו. סה"כ עלות: 33 מיליון דולר.
13	פיסיקה והנדסה	לייזרים	מרכז לייזרים לאומי	לא התקבלו נתונים לגבי מיקום התשתית	25 מיליון דולר
14	פיסיקה והנדסה	ננוטכנולוגיה	X-Ray tomography	טכניון	לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב
15	פיסיקה והנדסה	ננוטכנולוגיה	Atom Probe Tomography	טכניון	3 מיליון דולר
16	פיסיקה והנדסה	חומרים מתקדמים	מרכז לחומרים מתקדמים	לא התקבלו נתונים לגבי מיקום התשתית	לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב
17	פיסיקה והנדסה	הדפסת תלת מימד	הדפסת תלת מימד	התעשייה האווירית	עלות מכונות: בין מאות אלפי דולרים למיליון דולר.
18	פיסיקה והנדסה	מכוני מחקר יישומיים	שדרוג המכון לקרמיקה וסיליקטים	המכון לקרמיקה וסיליקטים	כ-2 מיליון ₪
19	פיסיקה והנדסה	מכוני מחקר יישומיים	שדרוג מרכז הפלסטיקה והגומי	מכון הפלסטיקה והגומי	כ-11 מיליון ₪
20	פיסיקה והנדסה	מכוני מחקר יישומיים	שדרוג מכון המתכות הישראלי	מכון המתכות הישראלי	לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב
21	חקלאות	מכון וולקני	חקלאות מדייקת	מכון וולקני	כ-20 מיליון דולר
22	חקלאות	מכון וולקני	טיפוח צמחים באמצעות טכנולוגיות עילית	מכון וולקני	41 מיליון ₪
23	חקלאות	מכון וולקני	ננוטכנולוגיה בחקלאות-מיקרוסקופים אלקטרוניים, אנליזת פני שטח ובדיקות מקובלות בתחום הננו	מכון וולקני	16 מיליון ₪
24	חקלאות	מכון וולקני	הפחתת אובדן מזון-חדרי קירור חכמים	מכון וולקני	15 מיליון ₪
25	חקלאות	מכון וולקני	ביו-אינפורמטיקה בחקלאות	מכון וולקני	1 מיליון ₪

תחום ראשי	תחום משני	שם התשתית	מיקום	תקציב
חקלאות	מכון וולקני	תשתית למחקר ופיתוח התקני חישה ממוזערים (ביו סנסורים) לחקלאות ומזון	מכון וולקני	22 מיליון ₪
חקלאות	מכון וולקני	הפחתת אובדן מזון – ליפידומיקה וטוקסיקולוגיה	מכון וולקני	3 מיליון ₪
רפואה ומדעי החיים	בריאות	*בריאות דיגיטלית כמנוע צמיחה	לא התקבלו נתונים לגבי מיקום התשתית	אושר תקציב של 898 מיליון ₪ (התכנית כוללת את מאגר פסיפס)
רפואה ומדעי החיים	גנומיקה	*מאגר גנומי קליני (פסיפס)	לא התקבלו נתונים לגבי מיקום התשתית	239 מיליון ₪
רפואה ומדעי החיים	ביולוגיה	*מידג"ם- מאגר ישראלי של דגימות ביולוגיות למחקר	לא התקבלו נתונים לגבי מיקום התשתית	לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב
רפואה ומדעי החיים	מדעי החיים	*יחידה ליצור עכברים מהונדסים גנטית	לא התקבלו נתונים לגבי מיקום התשתית	9.4 מיליון דולר
רפואה ומדעי החיים	רפואה	שילוב של מחקר אינטגרלי בעולם הקליני	בתי חולים	לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב
רפואה ומדעי החיים	פרמקולוגיה	חברת שירות כתשתית מחקר לפיתוח תרופות	לא התקבלו נתונים לגבי מיקום התשתית	לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב
רפואה ומדעי החיים	רפואה	מרכז לאומי לחקר הסרטן	לא התקבלו נתונים לגבי מיקום התשתית	לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב
e-infrastructures	e-infrastructures	מחשבי על Big Data	לא התקבלו נתונים לגבי מיקום התשתית	כ- 20-30 מיליון דולר, לא כולל עלויות תחזוקה
e-infrastructures	e-infrastructures	תשתית ענן (Cloud) לאומית	לא התקבלו נתונים לגבי מיקום התשתית	לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב
e-infrastructures	רשת סלולארית	תשתית שדה בדיקות (Test bed) לפיתוח רשת סלולארית G5	לא התקבלו נתונים לגבי מיקום התשתית	הערכת עלות למרכזים + רשתות: כ- 30-35 מיליון דולר. שדה בדיקות ישראלי שיהיה מקושר לשדות בדיקה באירופה.
e-infrastructures	מחשוב	הצטרפות לפרויקט MONRO (Measuring Mobile Broadband Horizon 2020, Europe Networks in	לא התקבלו נתונים לגבי מיקום התשתית	שלוש אפשרויות להצטרפות: 1. משתמש regular: 2500 יורו ל-6 חודשים. 2. משתמש gold: 15 אלף יורו לשנה.

תקציב	מיקום	שם התשתית	תחום משני	תחום ראשי	
לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב	לא התקבלו נתונים לגבי מיקום התשתית	Internet of Tings-IOT	IOT	e-infrastructures	39
למרכז הוקצו 2 וחצי מיליארד לחמש שנים.	לא התקבלו נתונים לגבי מיקום התשתית	מרכז סייבר	סייבר	e-infrastructures	40

טבלה 2: צרכים עתידיים בהקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל. בחינה האם תשתיות דומות קיימות או מתוכננות במדינות נבחרות

פיסיקה והנדסה

צרכים עתידיים של הקמת תשתיות חדשות במדינות נבחרות	תשתיות דומות קיימות במדינות נבחרות	האם קיימות תשתיות דומות בארץ?	הערכת תקציב/עלויות	אקדמיה-תעשייה	צרכים עתידיים של הקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל
<p>ננו אלקטרוניקה וננוטכנולוגיה:</p> <p>1. NFFA - ננו טכנולוגיה, בית יציקה (Horizon).</p> <p>2. Nanofabrication - הנדסה של מכשירי ננו, יצור ואפיון (בריטניה, 2012).</p> <p>3. NanoLab NL - תשתית יצור ברמת הננו (10-9 metres). התשתית מציעה לאקדמיה ולתעשייה גישה נרחבת ליצור, טכנולוגיה ומומחיות לעיצוב ויצור של חומרים, רכיבים, התקנים ומערכות ברמה של מיליונית המילימטר (הולנד, 2016).</p> <p>4. ASCENT - רשת אירופאית של ננו אלקטרוניקה (Horizon, 2020).</p>	<p>1. המכון הדני לננוטכנולוגיה- Danish Technological Institute. המכון ממוקם ב- Taastrup, דנמרק. הומלץ כמודל להקמת התשתית בישראל. https://www.teknologisk.dk/kurs/er</p> <p>2. RENATECH - Network of nanotechnology centers רשת של תשתיות וצידוד כבד העוסקות במיקרו וננוטכנולוגיה (צרפת, 2012, 2016). https://www.renatech.org/</p> <p>3. NanoLabNL - המתקן הלאומי ההולנדי למחקר ננוטכנולוגיה (הולנד, 2013, 2016). http://www.nanolabnl.nl/</p> <p>4. Myfab - תשתית בעלת שלוש מעבדות נקיות לננוטכנולוגיה (שבדיה, 2015). http://www.myfab.se/</p> <p>5. LCN - London Center for Nanotechnology - מרכז לננוטכנולוגיה (בריטניה, 2012). https://www.london-nano.com</p>	<p>מרכזי ננוטכנולוגיה פועלים בחמישה מוסדות אקדמיים בארץ (טכניון, אוניברסיטת בר אילן, אוניברסיטת תל אביב, האוניברסיטה העברית ובמכון ויצמן). אין במרכזים את התשתיות הנדרשות לביצוע גימלון (scaleup) מפיתוח הרעיון האקדמי לקבלת חלקיקי ננו בהיקפים מסחריים עבור התעשייה, על מנת שניתן יהיה לפתח מוצרים.</p>	<p>תחילת פעילות תכנון ראשוני: 100-150 מיליון ₪, כולל עלויות בניוי, שכר עבודה וחומרים.</p> <p>בינוי ונדל"ן: כ-50 מיליון ₪.</p> <p>כוח אדם: 10 מיליון ₪.</p>	<p>מיקום התשתית: מוצע להקים את התשתית בסמוך למוסד אקדמי.</p> <p>משתמשים פוטנציאליים בתשתית: מוסדות אקדמיים וחברות העוסקות בפיתוח מוצרים מבוססי טכנולוגיית ננו חלקיקים</p>	<p>1. המכון הישראלי ליישום ננוטכנולוגיה</p> <p>פיתוח טכנולוגיות לייצור ננו חלקיקים, במטרה לצמצם את הפער בין הננו חלקיקים שפותחו באקדמיה וטכנולוגיית הייצור המעבדתית שלהם, למעבר ליישום הננו-חלקיקים בתעשייה.</p>
	<p>1. מכון Fraunhofer IPA (Fraunhofer Institute for Production Engineering and Automation), המכון ממוקם ב- Stuttgart, גרמניה - מערכות</p>	<p>אין בארץ תשתית לתהליך אוטומציה, למחקר ושיפור של טכנולוגית תהליך ההרכבה של חלקים, גם מבחינת החומרה וגם</p>	<p>5-8 מיליון דולר</p>	<p>משתמשים פוטנציאליים בתשתית: חברות בתעשייה</p>	<p>2. תשתית לפיתוח אוטומציה בתהליכי הרכבה של חלקים: תשתית מו"פ לתהליכי אוטומציה בתעשייה "חצי כבדה" כגון:</p>

	<p>הרכבה תעשייתית עם מערכות רובוט לפיתוח פתרונות חצי-אוטומטים או אוטומטיים מלאים. https://www.ipa.fraunhofer.de/en.html</p> <p>2. מכון Fraunhofer IFAM (Fraunhofer Institute for Manufacturing Technology and Advanced Materials), המכון ממוקם ב-Bremen, גרמניה – מכון לייצור טכנולוגיה וחומרים מתקדמים. פיתוח וייצור תהליכי הרכבה ועיבוד של מבנים העשויים מפלסטיק סיבי מחוזק. https://www.ifam.fraunhofer.de/en.html</p> <p>3. מכון Fraunhofer IUW (Fraunhofer Institute for Machine Tools and Forming Technology), המכון פועל בשלושה אתרים, Chemnitz, Dresden ו-Zittau, גרמניה - המכון כולל שירותים בהרכבה אוטומטית ויצור של חלקים: הנדסת הרכבה ורובוטיקה- Assembly engineering and robotics https://www.iwu.fraunhofer.de/en/about-Fraunhofer-IWU.html</p> <p>וכן קבוצת מחקר העוסקת בפיתוח הרכבה אוטומטית של חלקי מטוס: Automated assembly of aircraft wings https://www.iwu.fraunhofer.de/en/research/range-of-services/Competence-from-A-</p>	<p>מבחינת התכנה. תהליכי ההרכבה נעשים כיום באופן ידני.</p>		<p>העוסקות בהרכבה של חלקי מבנה.</p>	<p>הרכבת חלקי מבנה של מטוסים, מל"טים וכדומה.</p>
--	--	---	--	-------------------------------------	--

	<p>to-Z/assembly-engineering-and-robotics.html</p> <p>4. מכון DLR German Aerospace Center (Aerospace Center), המכון ממוקם ב-Stade, גרמניה. המרכז כולל את מרכז ZLP (Center for Lightweight-Production-Technology) העוסק גם בתהליכי הרכבה ואיחוד של חלקים בתחומי האוויוניקה והחלל.</p> <p>https://www.dlr.de/zlp/en/desktopdefault.aspx/tabid-7824</p>				
	<p>1. Micronova - Center for Micro- and Nanotechnology - מתקן מחקר המציע מתקנים למיקרו וננו. ייצור לפיתוח של מוליכים למחצה (semiconductor). (פינלנד 2009, 2014).</p> <p>http://www.micronova.fi</p> <p>2. IMEC - חברה העוסקת בטכנולוגיות שבבים ומבצעת מחקר וייצור בתחום הננו-אלקטרוניקה (בלגיה). https://www.imec-int.com/en/home</p>	<p>אין כיום בארץ מפעל שמייצר ציפים בטכנולוגיות חדשות ומתקדמות.</p>	<p>לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב</p>		<p>3. מרכז לאומי לפיתוח ובדיקות ציפים <u>רעיון בשלב ראשוני</u> יש צורך בתשתית לאומית שתשלב בין האקדמיה לתעשייה ותפתור בעיות בסיסיות בתהליך ייצור הציפים.</p>
	<p>המודל של אוניברסיטת MIT - (MIT Media Lab), ארה"ב. מעבדה שיוצרת אבי טיפוס ראשוניים לרעיונות ייחודיים. https://www.media.mit.edu</p>	<p>אין בארץ תשתית כזו. כיום, החברות הישראליות מוגבלות מאוד בפיתוח אב הטיפוס והגעה לתשתית ראשונית היות שהן צריכות לעבור את התהליך של מציאת חוקר מתאים מהאקדמיה בנושא, חברות חיצוניות שיבנו עבורן אב טיפוס וגיוס כספים למטרה זו.</p>	<p>לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב</p>		<p>4. מכון לחברות הזנק לבניית אב טיפוס לפיתוח טכנולוגיות ומוצרים <u>רעיון בשלב ראשוני</u> תשתית שתספק לחברות את כל הכלים הנדרשים ואת התמיכה האקדמית והמקצועית לבניית אב טיפוס במהירות המרבית.</p>

<p>Innovative production technologies למחקר ויצירה של הזדמנויות יצור חדשות (למשל, יצור תוספים וביוטכנולוגיה תעשייתית) (בריטניה, 2012).</p>	<p>1. תשתית לאומית לייצור מתקדם + מרכז לחומרים מתקדמים באוסטרליה: ANFF - Australian National Fabrication Facility - תשתית לאומית המקשרת בין 19 מתקנים ומרכזים באוניברסיטאות באוסטרליה. בתשתית מעל 500 כלים וצוותים טכניים מומחים. לתשתית יכולות של ייצור מתקדם בחומרים מתקדמים, מוצרים מבוססי ביו וכימותרפיה (bio and chemo-based products), מיקרואלקטרוניקה, פוטוניקה ואופטו-אלקטרוניקה. בנוסף, לתשתית יכולות של עיבוד חומרים קשיחים כגון מתכות, חומרים מרוכבים (composite materials) וקרמיקה ושל חומרים רכים כגון פולימרים וחצאי תרכובות של פולימרים-ביולוגיים (polymer-biological moieties). (אוסטרליה 2008, http://www.anff.org.au/ (2016).</p> <p>2. James Watt Nanofabrication Center – ייצור ברמת המיקרו והננו (בריטניה 2012). http://www.jwnc.gla.ac.uk/index.html</p> <p>3. מכון Fraunhofer IPT (Fraunhofer Institute for Computer Graphics Research), המכון ממוקם ב-Aachen, גרמניה - פתרונות למערכות ייצור: טכנולוגיית התהליך, מכונות הייצור, איכות הייצור והמטרולוגיה, ניהול הטכנולוגיה. במכון זה ניתנים שירותים של אוטומציה בסביבות</p>	<p>לא קיימת תשתית כזו בארץ.</p>	<p>משרד הכלכלה ישלם לזוכה במכרז, תשלום תפעול קבוע (רבעוני) אשר נועד לממן חלק מעלויות ההקמה וההפעלה של נותן השירותים. התשלום הקבוע לא נועד לכסות את כלל הוצאות נותן השירותים בתקופת ההקמה וההפעלה וכי המשרד לא מתחייב לכסות את כל הוצאות נותן השירותים בתקופת ההקמה וההפעלה. התשלום הרבעוני הקבוע יעמוד על שש מאות ועשרים אלף (620,000 ₪) כולל מע"מ פחות אחוז ההנחה שניתן בהצעת המחיר, או בגובה הוצאות בפועל של נותן השירותים באותו הרבעון, הנמוך מבניהם. לצורך מתן השירותים יוקצה</p>	<p>במכרז של משרד הכלכלה צוין שעל נותן השירותים להקים ולתפעל מכון לייצור מתקדם אשר ישמש כגוף ידע מקצועי וכתובת בת סמכא עבור התעשייה, המחבר בין הגורמים השונים הפעילים בתחום: תעשיינים, חוקרים, יזמים ועוד. המכון יכוון את התעשייה למנף הזדמנויות ליצור מתקדם כאמצעי להתייעלות וגידול בפריון.</p>	<p>5. תשתית לאומית לייצור מתקדם תשתית תעשייתית עם יכולות של ייצור מתקדם למחקר, פיתוח ויישום ראשוני שתספק שירותים. משרד הכלכלה והתעשייה פרסם מכרז להקמת והפעלת המכון לייצור מתקדם בצפון (יולי 2018). מטרת המכון לפעול להעלאת הפריון והתחרותיות בתעשייה מוטת הייצור באמצעות קידום טכנולוגיות ושיטות ייצור מתקדם בתעשייה זו, בדגש על תעשייה מסורתית המאופיינת ברמת חדשנות נמוכה-בינונית. המכון יסייע למפעלים להטמיע טכנולוגיות ושיטות ייצור מתקדם. מכרז מספר 20/18</p>
---	--	---------------------------------	---	---	---

<p>ייצור מורכבות. https://www.ipt.fraunhofer.de/en/Profile.html</p>		<p>סכום של 35 מלש"ח לארבע שנות פעילות. (מתוך אתר משרד הכלכלה והתעשייה https://www.gov.il/he/Departments/news/advanced-manufacturing-institute)</p>		
<p>1. HORBINA MIRA- Vehicle testing facilities – המתקנים מספקים שטחים גדולים (750 דונם, 95 ק"מ של מסלולים) המיועדים לנסיעה של רכבים אוטונומיים. (בריטניה) https://www.horiba-mira.com/our-services/vehicle-proving-ground 2. Transportation Research Center (TRC) – תשתית בעלת מגוון רחב של משטחי כביש. התשתית מספקת שירות מסביב לשעון ובעלת שטח ניסוי של כ- 4500 דונם הכולל מסלולי כביש, שבילים מיוערים, 12 ק"מ של מסלול בדיקה אובלי, ו- 50 דונם לרכבי שטח (ארה"ב). http://www.trcpg.com/ 3. Michigan (MITRP) – Technical Resource Park מתקן בגודל של 332 דונם הכולל שטח לניסויים לרכבים אוטונומיים. http://www.mitrp.com</p>	<p>פתרון זמני קיים לעריכת ניסויים: קטעי כביש בנתיבי איילון, שעדיין לא פתוחים לתנועה ציבורית.</p>	<p>לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב</p>	<p>משתמשים פוטנציאליים בתשתית חברות רכב בארץ ובחו"ל (למשל GENERAL MOTORS), חברות העוסקות ברכיבים לרכבים אוטונומיים (למשל חברת MOBILEYE). ב.ג. נגב, חברות מחו"ל.</p>	<p>6. שדה ניסויים לרכבים אוטונומיים ניסויים ברכבים אוטונומיים וסייבר ברכבים. משרד התחבורה בשיתוף עם משרד הביטחון וצה"ל, מעוניינים להכשיר קרוב לפלמחים, שדה ניסויים אזרחי. מפא"ת הביעו נכונות לרעיון. בנוסף, הוגשה הצעה למשרד ראש הממשלה על ידי אוניברסיטת בן גוריון בשיתוף החברות: פולסווגן, וולוו, ב.ג. נגב, עריית באר שבע ועוד, להקמת אתר לניסויים בנגב.</p>

	<p>1. IRT system – מכון מחקר צרפתי המספק בנייה של פלטפורמה וכלי סימולציה לתכנון ולוולידציה של רכבים אוטונומיים. המכון מתאם או מפתח את רכיבי הרכב האוטונומי וסביבתו על מנת לדמות את ההתנהגות של הרכב במקרה של כשל אחד הרכיבים ולדמות את ההשפעה התפעולית של הפרעות חיצוניות (היעדר סימנים ברורים של פני שטח, גשם, בוהק וכו') (צרפת). https://www.irt-systemx.fr/en/project/sva</p> <p>2. DAIMLER – תאגיד גרמני לייצור כלי רכב. לתאגיד סימולטור נהיגה עם מסך של 360° המאפשר לבדוק מערכות ורכיבים למודלים חדשים של רכבי מרצדס-תשתית ייעודית לרכבי החברה (גרמניה). http://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/The-new-driving-simulator-Fast-response-and-a-photorealistic-environment.xhtml?oid=9362177</p> <p>3. Ansible motion – החברה מתכנתת, בונה ותומכת בסימולטור נהיגה מסוג DIL (Driver-in-the-Loop). הסימולטור מיועד לבוני רכבים וספקים ברחבי העולם. המערכות יוצרות חיבורים בין נהגים אנושיים לבין מודלים פיסיקליים של כלי רכב מתוחכמים וסביבות נהיגה (בריטניה). https://www.ansiblemotion.com/driving-simulator-solutions</p>	<p>תשתיות מקומיות מוגבלות לצרכי החברות בלבד: GENERAL MOTORS ו-MOBILEYE.</p> <p>Cognata Ltd – חברה ישראלית הבונה סימולטורים למכוניות אוטונומיות מבוססי ענן בשיתוף עם Microsoft ו-NVIDIA. המטרה היא ליצור באופן אוטומטי סימולטור-עיר הכולל מבנים, כבישים, סימני נתיב, תמרורים, עצים ושיחים http://www.cognata.com/m</p>	<p>לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב</p>	<p>משתמשים פוטנציאליים בתשתית חברות העוסקות בפיתוח רכיבים אוטונומיים.</p>	<p>7. תשתית סימולציה לצרכי ולידציה של רכבים אוטונומיים תשתית לבנייה של כלי סימולציה פיזיקלי (מכונת מצבים), כולל בסיסי נתונים להנגשת הדרך עבור חברות העוסקות בתחבורה חכמה. הסימולטור הפיזיקלי ידמה התנהגות של הרכב בסביבה מסוימת ובנוסף יהיה ניתן להכניס לסימולטור סביבות נוספות, ולבדוק בעזרתו כל רכיב ברכב האוטונומי.</p>
--	---	--	--	---	--

	<p>Millbrook – מציעים שני אתרים המשמשים כשדה ניסוי של סביבות עירוניות מבוקרות למחצה ו-90 ק"מ של כבישים. התשתית תהיה פעילה באופן מלא ב-2019 (בריטניה).</p>	<p>אורקם טכנולוגיות בע"מ בישראל מפתחת ומייצרת התקן מבוסס ראייה ממוחשבת, המסייע לכבדיי ראייה, עיוורים ובעלי מוגבלויות נוספות. תשתית זו אינה אקטיבית ואינה מאפשרת למשתמש בחיישנים לצעוד באופן עצמאי בחוץ, כך שהחיישנים ישדרו לו מה נמצא בסביבתו.</p>	<p>8-10 מיליון דולר</p>	<p>משתמשים פוטנציאליים בתשתית חברות הזנק העוסקות בפיתוח יישומים שונים הנשענים על בינה מלאכותית שבסיסה רשתות עצביות מורכבות ושיהיו מעוניינות לאמץ את התשתית של WM, לדוגמא: Applitools, Cybereason, Dynamic Yield, Twiggle, Workey, Orcam, Prospera.</p>	<p>8. בינה מלאכותית- תשתית לפיתוח שיטת AI המבוססת על 'מודל עולם' תשתית מעבדתית של פיתוח חיישנים תלת מימדיים ויכולת שימוש ב-AI לבעלי מוגבלויות, המיועדים לפרש את הסביבה, שמטרתה ייצוג ייחודי של המציאות הפיזית של סביבת המשתמש. המודל מסוגל לזהות אובייקטים בסביבת המשתמש תוך התבססות על עקרונות של חשיבה זיהוי אנושיים. המערכת מקבלת אינפורמציה מהחיישן, מעבדת את המידע שהתקבל מהחיישן ומספקת הבנה על איך העולם שמסביב לחיישן נראה.</p>
<p>ממשלת בריטניה משקיעה £37m בפיתוח טכנולוגיות קוואנטום, UCL תקבל £12m מיזה למימון מחקר ותכניות הכשרה בתחום מתפתח מהר זה.002 https://www.london-nano.com/news-and-events/news/ucl-awarded-12mpounds</p>	<p>מרכזי קוואנטום נמצרים במקומות הבאים: 1. אוניברסיטת וירצבורג (Würzburg), גרמניה. https://www.uni-wuerzburg.de/en/research/priority-areas/quantum-phenomena/in-new-materials 2. אוניברסיטת אאכן (Aachen), גרמניה. http://www.quantuminfo.physik.rwth-</p>	<p>במוסדות להשכלה גבוהה ישנה פעילות בתחום אך אין תשתית.</p>	<p>עלות הקמת המרכז: 700-800 מיליון ש"ח</p>	<p>תעשייה ואקדמיה</p>	<p>9. מרכז קוואנטום <u>משרד ראש הממשלה יקצה 300 מיליון ש"ח, שרובו יוקדש לבניית מחשב קוונטי בטכניון.</u> בפיתוח יכולת המחשוב הקוונטי בישראל שותפות גם חברות בינלאומיות מובילות, בהן אינטל, IBM ומיקרוסופט, שמנהלות ביניהן מרוץ מתוקשר על הצגת יכולת בתחום זה. החברות נמצאות בשת"פ עם מחלקות המחקר בטכניון ובמוסדות מחקר נוספים, ובתעשייה מעריכים כי הן תשקענה</p>

<p>רעיונות חדשניים המיועדים לתקצוב של Horizon 2020 בתחום טכנולוגיות הקוואנטום.</p>	<p>aachen.de/cms/~dqvn/Quantuminfo/?lidx=1</p> <p>3. אוניברסיטת קליפורניה (UCSD), סן דייגו, ארה"ב. /http://quantum.ucsd.edu</p> <p>4. אוניברסיטת קורנל (Cornell), ניו יורק, ארה"ב. http://physics.cornell.edu/quantum-mechanics-i</p>				<p>סכומי כסף ומשאבי כוח אדם ניכרים, ואף יעמידו מתקנים ואמצעי פיתוח לרשות המדענים, כדי לקדם את המחקר בתחום המחשוב הקוונטי.</p>
<ul style="list-style-type: none"> קיימים מרכזי פוטוניקה רבים בעולם. להלן יובאו מספר דוגמאות: <ol style="list-style-type: none"> The Boston University - Photonics Center (BUPC) - המרכז עורך מחקרים בתחומי הביו-פוטוניקה, הדמיה, ננו-פוטוניקה, אופטיקה קוואנטית ולא ליניארית, חומרים והתקנים פוטוניים (בוסטון, ארה"ב). /http://www.bu.edu/photonics IPB - מרכז לפוטוניקה באוניברסיטת בלגרד. במרכז עוסקים במחקר בתחומים: הולוגרפיה, אופטיקה קוואנטית, ביו-פוטוניקה, חומרים פוטוניים, חומרים פונקציונליים, מטא-חומרים אופטיים, סוליטונים (solitons) מרחביים וזמניים ועוד (בלגרד, סרביה). http://photonics.ipb.ac.rs/clanak.php?r=br-2/HOME.html SPRC-The Stanford - Photonics Research Center - המחקר במרכז כולל נושאים של לייזרים, אופטיקה, מיקרוסקופיה, אינפורמציה וקריפטוגרפיה קוואנטית, מדעי המוח, תאים סולריים, אופטלמולוגיה (ophthalmology) וטלקומוניקציה 	<p>התשתית בתהליכי הקמה</p>	<p>הערכת עלויות הקמה: 175 מיליון ש"ח ב-5 שנים</p> <p>תפעול: כ-15 מיליון ש"ח בשנה (כולל עלויות כוח אדם)</p>	<p>המרכז יהיה נגיש לכלל הצרכנים הפוטנציאליים בישראל באקדמיה ובתעשייה.</p> <p>המרכז יספק לחברות שירות מו"פ וייצור בכמויות קטנות לפי צרכיהן, וידאג יחד עם החברות לפתרון לייצור בכמויות גדולות.</p> <p>כן יספק המרכז ייעוץ והכוונה לקהיליית הפוטוניקה בארץ במידת הנדרש.</p>	<p>10. המרכז הישראלי לפוטוניקה מתקדמת</p> <p>תשתית בהקמה תשתית לאומית שאושרה על ידי תל"ם, ומוקמת בממ"ג שורק בשיתוף עם אוניברסיטת בן גוריון. מיועדת לתת שירות לאקדמיה ולתעשייה עם הפנים למדע היישומי. צפי להפעלת התשתית: אשכול הגידולים: סוף שנת 2018 אשכול הסיבים: סוף שנת 2019</p>	

	<p>(אוניברסיטת סטנפורד, קליפורניה, ארה"ב). /https://photonics.stanford.edu Photonics Research 4 Center (PRC) – אוניברסיטת UQO, קוויבק. המרכז עוסק במחקר מדעי בתחומי טכנולוגית היצור, מכשור, כיוול וריבוב של חיישני סיבים אופטיים ביו-כימיים ועוד (קוויבק, קנדה). http://w3.uqo.ca/photonique/En/index.php Photonics Research 5 Center-University of Washington – מתקן מחקר העוסק בתחומי יצור, אפיון חומרים, התקנים אופטו-אלקטרוניים, אלקטרוניקה אורגנית, התקנים אופטו-אלקטרוניים ועוד (ארה"ב). http://depts.washington.edu/chem/facilserv/photonics/index.html Fitzpatrick Institute for 6 – Photonics-Duke University המרכז עוסק בחקר בתחומי ביו-פוטוניקה, ננו-פוטוניקה, מערכות משולבות ננו ומיקרו, אופטיקה קוואנטית ואינפורמציה פוטונית, חומרים פוטוניים, ספקטרוסקופיה ועוד (קרוליינה הצפונית, ארה"ב). /https://fitzpatrick.duke.edu</p>				
		<p>קיימים מכונים לחקר החלל. לא קיימת תשתית חזקה מספיק שתמנף את התחום, כך שנוצר פער בין</p>	<p>עלות הקמת המרכז מוערכת בכ- 50-60 מיליון ₪</p>	<p>משתמשים פוטנציאליים בתשתית חוקרים מכל המוסדות האקדמיים</p>	<p>11. המרכז ללוויינות זעירה הוצג בפני פורום תל"ם המרכז ללוויינות זעירה (מל"ז) יפעיל פעילות מחקרית ופורצת דרך בנושאי חלל בכלל ובמו"פ לוווינים בפרט, ויעסוק בפיתוח</p>

		תעשיית חלל ומיזמי חלל ובין האקדמיה.		(למשל הטכניון, אוניברסיטת תל אביב, אוניברסיטת בר אילן), וכן חברות העוסקות בתחום הלוויינות הזעירה (חברות לדוגמא: רפאל, תעשייה אווירית, רמון צ'יפ, NSL, Space Effective Sky and Space Global).	מוצרים חדשניים ליישומים מסחריים.
<p>אסטרונומיה, טלסקופים</p> <p>1. CTA-טלסקופ צ'רניקוב (Cherenkov) בריטניה, שבדיה, גרמניה, צרפת, פינלנד, שוויץ- בוחנת את השתתפותה בפרויקט, ESFRI.</p> <p>2. Astronomy – infrastructure – Square Kilometer Array (SKA) רדיו-אסטרונומיה בקנה מידה גלובלי (ESFRI):בריטניה, שבדיה, הולנד, שוויץ</p>	<p>1. LSST (Large Synoptic Survey Telescope), צ'ילה. /https://www.lsst.org</p> <p>2. LCOGT (Las Cumbres Observatory). /https://lco.global</p>	בקשה להצטרף לתשתית בחו"ל	דמי חברות חד פעמיים: 20 מיליון יורו (ניתנים לחלוקה על פני 5 שנים), תשלום שנתי: 2 מיליון יורו. סך הכל עלות: 33 מיליון דולר.		<p>12. חלל: הועלה צורך של הצטרפות לתשתית בחו"ל- חברות בתשתית ESO (European Southern Observatory) נכללת גם במפת הדרכים של ות"ת. ESO כולל את ALMA ואת פרויקט E-ELT (ESFRI). מצפה ESO הוא מצפה אירופי דרומי לאסטרונומיה תצפיתית מהקרקע. מטה המצפה ממוקם במינכן גרמניה. המצפה ממוקם בצ'ילה בשלושה אתרים: La Silla, Paranal and Chajnantor /http://www.eso.org/public</p>

<p>– בוחנת את השתתפותה בפרויקט</p> <p>European .3 Extremely Large Telescope (E-ESFRI) ELT) בריטניה, הולנד, גרמניה, צרפת).</p> <p>KM3NeT – 4 טלסקופ ניטרינו בים התיכון, צרפת, (הולנד).</p> <p>EST - 5 טלסקופ שמש (ESFRI)</p> <p>ATHENA - 6 פרויקט של סוכנות החלל האירופית: בחינת גזים חמים וחורים שחורים באמצעות טלסקופ מתקדם לאסטרופיזיקה של אנרגיות גבוהות לצפייה בקרני רנטגן (הולנד)</p> <p>Euclid (ESA's .7 (European Space Agency)) Cosmology Mission – הדור הבא של לוויין חלל (ESFRI: פינלנד).</p>					
<p>צורך בתשתית לייזר אלקטרוניים, פיזיקת חלקיקים:</p> <p>The Electron .1 Beam Test Facility לייזר</p>	<p>מרכזי לייזרים לאומיים קיימים:</p> <p>ELI -Extreme Light .1 Infrastructure תשתיות מחקר לניסויים על אינטראקציות קיצוניות של אור-חומר בעוצמות הגבוהות ביותר, פרקי הזמן הקצרים ביותר</p>	<p>מעבדה מרכזית למחקר בלייזרים רבי עוצמה ובמקורות קרינה חדשים בתחום ה-X. קיימת מעבדה במכון וייצמן ובאוניברסיטת תל אביב</p>	<p>עלות צפויה: 25 מיליון \$.</p>		<p>13. מרכז לייזרים לאומי (נכלל במפת הדרכים של ות"ת 2016) Cryogenic lasers</p>

<p>אלקטרוני חופשי מפולסים (בריטניה). 2. לייזר אלקטרוני חופשיים של קרני רנטגן (שווייץ). 3. The Muon Ionization Cooling Experiment (MICE) – שת"פ בינלאומי של פיזיקאים מתחום המאיצים, והחלקיקים מאירופה, ארה"ב ויפן (בריטניה). 4. פיזיקת חלקיקים (בריטניה). 5. LASERLAB – מחקר לייזרים (Horizon). 6. HFML-FELIX שילוב של לייזר אור אינפרה-אדום ברגישות גבוהה מאוד ושדות מגנטיים גבוהים (הולנד).</p>	<p>וטווח ספקטרוני רחב (ESFRI) 2008, 2010, 2016; גרמניה 2013; צרפת 2008; שווייץ (2015) http://www.eli-laser.eu/ 2. XFEL – European X Ray Free-Electron Laser Facility GmbH. מתקן לייזר אלקטרוני חופשיים (ESFRI) 2008, 2010, 2016; גרמניה 2013, 2015; צרפת 2008, 2012, 2016; פינלנד 2014; שבדיה (2015). https://www.xfel.eu/index_eng.html 3. FLASH II - Free-Electron Lasers in Hamburg לייזרים X-ray המיוצר באמצעות שימוש באלקטרוני חופשיים המביאים לתובנות במבנים ברמת הננו (גרמניה 2013). https://flash.desy.de/ 4. LULI- Laboratory for the Use of Intense lasers מעבדת לייזרים בעוצמה גבוהה (צרפת 2008, 2012, 2016). https://portail.polytechnique.edu/luli/fr 5. PETAL - PETAwatt Aquitaine Laser - מעבדה לאנרגיה גבוהה ועוצמת לייזר גבוהה (צרפת 2008, 2016). http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid99515/petawatt-aquitaine-laser-petal.html</p>	<p>ובאוניברסיטת אריאל בהיקף מוגבל. Tel-Aviv Intense Lasers and Ultrafast Science group (TAILUS) – מעבדת המחקר ללייזרים בעוצמה גבוהה, אוניברסיטת תל אביב. http://tailus.tau.ac.il מתקן FEL, אוניברסיטת אריאל - מתקן לייזר אלקטרוני חופשיים, "מאיץ אלקטרוני", משמש כמקור קרינה אלקטרומגנטית (אור נראה או לא נראה) מתחום המיקרוגל ועד קרני X. מטרתו של המתקן היא לייצר קרינה אלקטרומגנטית בתחום הגלים המילימטרים והאינפרא אדום. יצירת אור זה נעשית על-ידי האצת אלקטרוני למהירויות גבוהות מאוד, הקרובות למהירות האור. http://www.ariel.ac.il/alresearches/fellfull</p>			
--	---	--	--	--	--

	<p>ESRF European Synchrotron Radiation Facility - מתקן קרינה הסינכרוטרוני - המקור המוביל בעולם של צילומי רנטגן סינכרוטרוניים המפעילים 43 מסלולי אלומה (beamlines) הכולל מכשור חדשני להדמיה ולמידה של מבנה החומר בקנה מידה אטומי ונומטרי בכל תחומי המחקר. (ESFRI, 2008,2010,2016). http://www.esrf.eu</p>	<p>כיום חוקרים המבקשים להשתמש במכשיר זה עושים זאת במתקן מאיץ החלקיקים synchrotron ב-Grenoble - (European Synchrotron Radiation Facility - ESRF).</p>	<p>לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב</p>		<p>X-Ray tomography.14 עלה הצורך לרכוש מכשיר זה לשימושים של החוקרים בארץ.</p>
	<p>קיים במקומות רבים בעולם: Northwestern University Center for Atom-Probe Tomography http://nucapt.northwestern.edu/Seidman_Group</p>	<p>בישראל אין מכשיר כזה, בעולם ישנם 3-4 מכשירים כאלו.</p>	<p>עלות למכשיר: 3 מיליון דולר.</p>		<p>Atom Probe .15 Tomography טכניקת ניתוח חומרים ברמה האטומית. חברות רבות בתעשייה יהיו מעוניינות להשתמש במכשיר.</p>
<p>תכנולוגיות חומרים חדשים Swiss Laboratory for the Advanced Studies on the Dynamic Behavior of Materials - (DynaMatLab) מעבדה ללימודים מתקדמים על ההתנהגות הדינמית של חומרים (שווייץ, 2015).</p>	<p>1. ILL - תשתית ESRF ב-Grenoble. מתקן מחקר אירופאי בתחום המבנה והדינמיקה של החומר (צופת 2008, 2012). /https://www.ill.eu 2. (NcNeutron) Norwegian Centre for Neutron Research - מרכז מחקר לחקר נייטרונים, ממוקם בכור המחקר JEEP II, הוא המתקן היחיד לפיזור נייטרונים במדינות הנורדיות. זהו מרכז בינתחומי להעברת ידע ואינטגרציה של רשתות מקומיות ובינלאומיות בתחום מחקר החומרים ושימוש בקרני אור נייטרונים. התשתית כוללת כלים להדמיה ולפיזור נייטרונים המרכז זקוק לשדרוג והרחבה של המתקן והכלים המיועדים לחקר על חומרים חדשים הרלבנטיים לנושאי אנרגיה, סביבה,</p>	<p>לא קיימת בארץ תשתית כזאת</p>	<p>לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב</p>		<p>16. מרכז לחומרים מתקדמים רעיון בשלב ראשוני כולל חומרים לאנרגיות מתקדמות. למשל, חומרים בעלי הולכה טרמית משופרת, חומרים שיוודעים לאגור אנרגיה.</p>

	<p>בריאות וננוטכנולוגיה. המרכז עובר שדרוג ומתוכנן להסתיים ב-2020 (נורבגיה 2016). /https://ncneutron.no 3. Northrop Grumman, ארה"ב. חברה בעלת מעבדה לאפיון חומרים ותרכובות מתקדמות. http://www.northropgrumman.com/Pages/default.aspx</p>				
	<p>1. מכון Fraunhofer IGD (Fraunhofer Institute for Manufacturing Engineering and Automation), המכון ממוקם ב-Darmstadt, גרמניה – המכון מפתח טכנולוגיה למודל 'דיונון' (Cuttlefish), מדפסת מבוססת גרפיקה (voxel-volume pixel) וקבצי מדיה על מדפסות תלת ממד רב תכליתיות, וממזערת את דרישות צריכת הזיכרון למודלים גדולים ומורכבים. https://www.igd.fraunhofer.de/en/competences/technologies/3d-printing</p> <p>2. DCU (Dublin City University) - 3D PRINTING FACILITIES – מתקן להדפסת תלת ממד הממוקם באוניברסיטת דבלין, אירלנד. המתקן מכיל מספר מדפסות תלת ממד למגוון חומרים ומגוון טכנולוגיות הדפסה. בנוסף, במתקן מדפסות בעלות יכולת לרזולוציה נמוכה של מיקרון. https://www.dcu.ie/research/infrastucture/3D-printing.shtml</p> <p>3. FLANDERS MAKE – מרכז מחקר לתעשיית הייצור, ממוקם ב-Lommel, בלגיה. המרכז נמצא</p>	<p>קיימת תשתית בתחום גם במכון המתכות בטכניון ובמרכז הפלסטיקה והגומי. בשתי התשתיות האלה הועלה הצורך בשדרוג (מפורט בהמשך).</p>	<p>בתעשייה האווירית: עלות המכונות השונות: בין מאות אלפי דולרים למיליון דולר. מכון הפלסטיקה: 1 מיליון ש.</p>	<p>משתמשים פוטנציאליים: בתעשייה האווירית התשתית פתוחה למשתמשים חיצוניים מהתעשייה ומהאקדמיה, אך הפעלת המערכות תיעשה על ידי הטכנאים של התשתית.</p> <p>במכונים ינתן שירות למפעלי תעשייה שונים.</p>	<p>17. הדפסת תלת ממד – 3D Printing</p> <p>רשות החדשנות מובילה מהלך לאיחוד של שלושת מכוני המחקר (מכון המתכות, מכון הפלסטיקה והגומי ומכון הקרמיקה) למכון אחד שאחד המוקדים שלו יהיה הדפסת תלת מימד</p> <p>תשתית תלת מימד נמצאת בשלבי הקמה בתעשייה האווירית. הם מעוניינים שתהפוך למוקד ידע לאומי בנושא. לתשתית נדרשות מכונות בעלות גבוהה וידע רב.</p>

	<p>בשלב הבניה ומתוכנן לתת שירות וגישה לחוקרים ב- 2018. המרכז יספק מערכות יצור תלת ממד מבוסס שכבות למתכות SLM (Selective laser melting).</p> <p>https://www.flandersmake.be/ en/projects/nextgen</p> <p>4. AMAERO Additive Manufacturing – החברה ממוקמת בויקטוריה, אוסטרליה, ופועלת בשיתוף פעולה עם אוניברסיטת MONASH ליצור תלת ממד של מתכות למטרות מחקר ותעשייה.</p> <p>/http://www.amaero.com.au</p> <p>5. Additive - Mohawk College Manufacturing Innovation Center – מרכז ליצור חדשני בהמילטון, קנדה. המרכז תומך בחדשנות בתעשייה וכולל מעבדות מחקר, צוותים ו- test bed לתעשייה לפיתוח של מוצרים ותהליכים חדשים. המרכז מתמחה בטכנולוגית יצור תלת ממד של מתכות DMLS (Metal 3D printing).</p> <p>https://www.mohawkcollege.ca/ about- mohawk/ideaworks/additive- manufacturing-innovation- centre</p> <p>6. Center for Additive Manufacturing- University of Nottingham – המרכז עוסק במחקר ושיתוף פעולה עם התעשייה ליצור תלת ממד של חומרים שונים (בריטניה). https://www.nottinghama. m.ac.uk/research/groups/cfam</p>				
--	---	--	--	--	--

מכוני מחקר יישומיים- נדרש שדרוג בשלושת מכוני במחקר (המכון לקרמיקה וסיליקטים, מכון הפלסטיקה והגומי ומכון המתכות)

צרכים עתידיים של הקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל	אקדמיה-תעשייה	הערכת תקציב/ עלויות	תשתיות דומות קיימות במדינות נבחרות
<p>18. המכון לקרמיקה וסיליקטים שדרוג למכון חסר מכשור וציוד, בעיקר בתחום הציפויים הקרמיים (PVD, CVD). המכון לקרמיקה מבקש לשדרג את התשתית במכשור וציוד בתחום של ציפויים קרמיים, נושא שיש לו דרישה מצד חברות בתעשייה. בנוסף, המכון מבקש להפוך למרכז הפרויקטים של מכון המחקר הגרמני Fraunhofer לביצוע עבודות ייצור ועריכת מחקרים בנושאים משותפים.</p>	<p>משתמשים פוטנציאליים בתשתית חברות בתעשייה העוסקות בפיתוח מוצרים המבוססים על חומרים קרמיים.</p>	<p>הערכת עלויות תנור-מכבש ליציקות לחץ כ- 350,000 ש"ח. מכונה ליציקת סרט: כ- 400,000 ש"ח. מכונת הדפסת שכבות אוטומטית: כ- 250,000 ש"ח. מכונת הדפסה תלת ממדית של חומרים קרמיים: כ- 1,000,000 ש"ח.</p>	<p>1. מכון Fraunhofer IKTS (The Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems), המכון פועל בשלושה אתרים, שניים ב-Dresden ואתר נוסף ב-Hermsdorf, גרמניה. המכון מבצע מחקר יישומי של ביצועים גבוהים בקרמיקה. https://www.ikts.fraunhofer.de/en.html</p>
<p>19. מרכז הפלסטיקה והגומי שדרוג במרכז נדרש שדרוג משמעותי בתחומים: טכנולוגיות בדפוס הדיגיטלי טכנולוגית הדפסת roll to roll תחום החומרים המרוכבים הדפסת תלת ממד / additive manufacturing - חומרים פולימרים חומרים פולימריים פונקציונליים פולימרים ביישומי ביו-רפואה.</p>	<p>משתמשים פוטנציאליים בתשתית: טכנולוגיות בדפוס הדיגיטלי: HP-Indigo, לנדא דיגיטל פרימטינג, הייקון, Xerox, קודאק, דיגיטל פרינטינג ועוד. טכנולוגית הדפסת roll to roll: טיגו, DSolar3, אלביט מערכות, יוטיליט, תדביק ועוד. תחום החומרים המרוכבים: תעשייה אווירית, תע"ש מפעלי נשק, פלסן, Tenova, אורלייט, רבדיון, כנפית ועוד. הדפסת תלת ממד: לרג'קס, Tridom, Massivit, ננו-דיימנשן, סטרטאסיס ועוד.</p>	<p>הערכת עלויות: טכנולוגיות בדפוס הדיגיטלי: 2.5 מיליון ₪. טכנולוגיות הדפסת roll to roll: 2 מיליון ₪. תחום החומרים המרוכבים: 1.5 מיליון ₪. הדפסת תלת מימד: 1 מיליון ₪. חומרים פולימרים פונקציונליים: 2 מיליון ₪. פולימרים ביישומי ביו-רפואה 2 מיליון ₪.</p>	<p>1. מכון המחקר התעשייתי הלאומי של נורבגיה SINTEF. במכון עובדים עם כל סוגי הפולימרים: פולימרים תרמופלסטיים, מרוכבים, חומרים אלסטיים, חומרי גל. https://www.sintef.no/en</p> <p>2. מכון Fraunhofer LBF (Fraunhofer Institute for Structural Durability and System Reliability), המכון ממוקם ב-Darmstadt, גרמניה. במכון חטיבה לפלסטיקה העוסקת בסנינתזה של פולימרים, פיתוח פורמולציה ועמידות, עיבוד פולימרים ועיצוב רכיבים. https://www.lbf.fraunhofer.de/en.html</p>

תשתיות דומות קיימות במדינות נבחרות	הערכת תקציב/ עלויות	אקדמיה-תעשייה	צרכים עתידיים של הקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל
		<p>חומרים פולימריים פונקציונליים: פלרם, פוליגל פלזית, פולג, כפרית, כתר, סטנלי, חניתה ציפויים ועוד. פולימרים ביישומי ביו-רפואה: אלכס-מדיקל, תב-מדיקל, מדינול, ביו-טים מדיקל, אורבי-מד, MERK ועוד.</p>	
<p>SIVA S.r.l. – חברה המתמחה בחיתוך והטבעה של יריעות מתכת ובבניה של טבעים (Filottrano, איטליה). http://www.sivasrl.net/en/home.html</p>	<p>לא נמסר מידע זה</p>	<p>משתמשים פוטנציאליים בתשתית מפעלי תעשייה שונים מהתחום המסורתי ומתחום התעשייה המתקדמת</p>	<p>20. מכון המתכות הישראלי שדרוג תשתית לאומית לפיתוח תהליכי הדפסת תלת מימד (3D Printing) - במכון למתכות ישנה תשתית של כוח אדם ומספר מכונות להדפסת תלת מימד, אך נדרשת השקעה בקניית מכונות מתקדמות המיועדות להדפסה של חומרים הנדסיים. מרכז תמיכה מתקדם לסימולציות והדמיות בתעשייה המסורתית- כיום, התעשייה נאלצת לפנות לנותני שירותים בחו"ל, למשל, תכנון טבעים (תבניות-dies) נעשה באיטליה. עלותן של התוכנות השונות גבוהה מאוד אך משקלן בתהליך הייצור גדל וחשוב להגביר את היעילות של תהליך הפיתוח והייצור. מרכז לחומרים מתקדמים - חומרים לאנרגיות מתקדמות (למשל, חומרים בעלי הולכה תרמית משופרת), חומרים היברידיים לייעול תהליכים ומוצרים, למשל, תבניות קרמיקה ומתכת.</p>

מכון וולקני- צרכים בהקמת תשתיות בתחום חקלאות ומזון

צרכים עתידיים של הקמת תשתיות חדשות במדינות נבחרות	תשתיות דומות קיימות במדינות נבחרות	האם קיימות תשתיות דומות בארץ?	הערכת תקציב/ עלויות	אקדמיה-תעשייה	צרכים עתידיים של הקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל
		פיתוח ויישום שיטות מתקדמות עבור הארץ והעולם באמצעות מחקר בסיסי ויישומי שמטרתו ייעול במתן התשומות, שמירה על איכות הסביבה ושמירה על חקלאות בת קיימא.	עלות הקמת הפרויקט: כ-\$ M9.6, העלות כוללת: ציוד: כ-\$ M8 (ציוד לחישה: \$ M4, ציוד שדה למיפוי יבולים: M\$1.5, ציוד שדה ליישום משתנה במקום: M\$0.4, תשתית בסיסית מיחשובית למערכות מידע גיאוגרפיות: M\$0.25, ציוד כללי בסיסי: M\$0.7, מערכות איסוף נתונים: M\$1.4. עלויות תפעול: כ- M1 \$.	מוסדות מחקר וחברות מסחריות בתחום החקלאות.	21. חקלאות מדייקת
<ul style="list-style-type: none"> EMPHASIS - תשתית מבוזרת לפנומיקה של צמחים (Plant Phenomics) בקנה מידה גדול, וסימולציה להבטחת מזון באקלים משתנה. שנת ההפעלה הצפויה: 2020 (ESFRI) NaPPI - פנוטיפ של הצמח לאומית. התשתית בשלב ההכנה עד 2015, ובשלב הבניה בין השנים 2016-2017. שלב 	<p>1. Precision Agriculture Center, אוניברסיטת מינסוטה, ארה"ב. http://www.precisionag.umn.edu</p> <p>2. The Center -NIBIO for Precision Agriculture, Kapp, נורבגיה. /https://precisionag.no</p>	תשתית מבוססת על טכנולוגיות שקיימות במכון וולקני.	הערכת עלויות מערך לעריכה גנומית: 6 מיליון ₪. מערך גנומי: 5 מיליון ₪. מערך ביואינפורמטי: 3 מיליון ₪. מערך לזיהוי פנוטיפים: 5 מיליון ₪. מערך תאי גדול מבוקרים: 5 מיליון ₪. מערך חממות מבוקרות אקלים	משתמשים פוטנציאליים בתשתית מוסדות מחקר בתחום החקלאות. חברות מסחריות תחת הסכם	22. טיפוח צמחים באמצעות טכנולוגיות עילית <u>מוצע שהתשתית תוקם במנהל המחקר החקלאי (מכון וולקני)</u> התשתית לטיפוח צמחים מבוססת טכנולוגיות עילית במכון וולקני תכיל חמש מערכות ציוד: 1. מערך לעריכה גנומית: ציוד לטרנספורמציה של צמחים, מערכות ירי של חומר גנטי לתוך תאים,

<p>התפעול מתוכנן ל- 2018 (פינלנד).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Infrastructure for laboratory animals and model organism - תשתית עתידית. יש צורך במעבדת מחקר בעלי חיים ומידול אורגניזמים, גם בצמחים וגם בבעלי חיים (שבדיה). • NIEBA - אשכול העוסק בניתוח מערכות אקולוגיות וביולוגיות מגוונות (צמחים ובעלי חיים בסביבתם הטבעית) (הולנד). • NPEC - אשכול העוסק במחקר צמחים בסביבתם. החוקרים יכולים לבחון גידולים בחממות ובשדות פתוחים בהתבסס על המודלים התיאורטיים הקיימים (הולנד). 			<p>ומתאימות לגידול צמחים טרנסגניים: 17 מיליון ש"ח. סה"כ: 41 מיליון ש"ח</p>		<p>מכשיר פקס למיון תאים וחממות מבוקרות טמפרטורה. 2. מערך ביואנפורמטי- מערך מחשבים שיאפשר ניתוח נתונים בנפח גבוה. 3. מערך גנומי- מערכות רובוטיות לעבודה בנפח גבוה, מכונות לריצוף ד.נ.א., מכשירים לזיהוי שונות בנפח גבוה. 4. מערך לזיהוי פנוטיפ- מערכת חממות מבוקרות שתאפשר תיעוד של מאפייני צימוח ויבול באמצעות מכשור אוטומטי. 5. תאי גידול מבוקרים המאפשרים גידול צמחים בתנאים סביבה שונים.</p>
		<p>תשתית מבוססת על טכנולוגיות שקיימות במכון וולקני.</p>	<p>הערכת עלויות Cryo-TEM : 7,500,000 ש"ח TEM : 5,000,000 ש"ח XPS : 1,750,000 ש"ח XRD : 1,750,000 ש"ח סה"כ: 16 מיליון ש"ח</p>	<p>משתמשים פוטנציאליים בתשתית חוקרי המנהל המפתחים או משתמשים בננוטכנולוגיות לשיפור התוצרת החקלאית ומיישמים טכנולוגיות אלו על התוצרת. בנוסף, נוכל לספק שירות למשתמשים חיצוניים אשר עוסקים בפיתוח</p>	<p>23. ננוטכנולוגיה בחקלאות- מיקרוסקופים אלקטרוניים, אנליזת פני שטח ובדיקות מקובלות בתחום הננו מוצע שהתשתית תוקם במנהל המחקר החקלאי. התשתית לננוטכנולוגיה בחקלאות תכלול מגוון מכשירים אשר ישמשו את החוקרים. המכשירים יתנו מענה לבדיקות איכותיות וכמותיות של הננוטכנולוגיות שיפותחו באמצעות בדיקות ויזואליות (מיקרוסקופ אלקטרוניים חודר (TEM), מיקרוסקופ אלקטרוני קריוגני (Cryo-TEM), בדיקות פני שטח (XPS), בדיקות מבנה</p>

				מוצרים בגודל ננומטרי.	ואפיון (XRD, Texture analyzer) תוך דיוק רב (מאזניים אנליטיים מדויקות מאוד). המיקרוסקופים ישמשו אמצעים ויזואליים מתקדמים למעקב אחר השינויים והשפעתם על צמחים או תוצרת חקלאית.
		תשתית מבוססת על טכנולוגיות שקיימות במכון וולקני.	הערכת עלויות הערכת עלות 12 חדרי קירור מבוקרים: ₪ 15,000,000		24. הפחתת אובדן מזון-חדרי קירור חכמים <u>מוצע שהתשתית תוקם במנהל המחקר החקלאי.</u> התשתית לחדרי קירור חכמים מבוססת על חדרי קירור שיצוידו באמצעי בקרה מתקדמים ודינמיים המבוססים על המצב הפיזיולוגי של התוצרת.
		תשתית מבוססת על טכנולוגיות שקיימות במכון וולקני.	הערכת עלויות מערכת HPC: ₪ 2,500,000 אחסון- TERA 500: ₪ 1,500,000 תוכנות ייעודיות לעיבוד: 1,000,000 ₪	משתמשים פוטנציאליים בתשתית מוסדות מחקר בתחום החקלאות.	25. ביו-אינפורמטיקה בחקלאות <u>מוצע שהתשתית תוקם במנהל המחקר החקלאי</u> התשתית מתבססת על מערכת HPC (High Performance Computing) הכוללת חמישה שרתים. בכל שרת שני מעבדים CPU 2.2GHz עם 20 ליבות כל מעבד. בכל שרת 512GB זיכרון RAM. נפח האחסון הינו כ-80TB. עשרות תוכנות חיצוניות ייעודיות הוטמעו והותאמו לצורך ניתוח רצפים גנטיים שהינם תוצאת טכנולוגיית הריצוף רחב היקף.

		<p>תשתית מבוססת על טכנולוגיות שקיימות במכון וולקני.</p>	<p>חדר נקי בגודל 200 מ"ר: 10 מיליון ₪. צידוד פבריקציה: 6 מיליון ₪. צידוד אפיון: 6 מיליון ₪. סה"כ עלות משוערת: 22 מיליון ₪</p>	<p>מדיניות גישה למשתמשים במהותו יהווה מרכז שבו יבוצעו מחקרים פורצי דרך במדע יישומי ע"י חוקרים החברים בו כמו גם ע"י כלל חוקרי ומנהל המחקר. כמו כן, יפעל המכון כספק שירות לחוקרים מאוניברסיטאות ומכוני מחקר אחרים וכן לבעלי עניין כגון: חברות מסחריות, סטרטאפים וכיו"ב.</p>	<p>26. תשתית למחקר ופיתוח התקני חישה ממוזערים (ביו סנסורים) לחקלאות ומזון <u>מוצע שהתשתית תוקם במנהל המחקר החקלאי</u> התשתית המוצעת כוללת מרכז פיזי אשר יכיל את כל האלמנטים הדרושים למחקר, פיתוח ובדיקה של התקני ביו-סנסורים ויסלול את הדרך לטכנולוגיות חדשות ולפתרון בעיות בוערות בתחומי החקלאות והמזון. המרכז יתחלק לשתי זרועות עיקריות: פבריקציית מיקרו/ננו אלקטרוניקה ואפיון.</p>
<p>אבטחת מזון ומים (ESFRI,) בריטניה, Horizon): • Farm- and Landscape-scale Platforms - מתקן מחקר של חווה חלוצית המספק את היכולת לבחון, בקנה מידה של משק, את התפוקה והשפעות הסביבה על חקלאות בעלי חיים. יש להקים מתקנים נוספים באזורים אחרים וליצור מחקר משותף ביניהן (בריטניה). • SEACRIFOG - תמיכה בשיתוף פעולה אירופאי-אפריקאי במחקר לאבטחת מזון ולתצפיות גזי חממה (Horizon). • METROFOOD - תשתית מחקר לקידום מטרולוגיה במזון ותזונה (ESFRI).</p>			<p>מכשיר LC-MS- QTOF ותשתית היקפית: 3 מיליון ₪</p>	<p>התשתית תהיה פתוחה למשתמשים פנימיים וחיצוניים</p>	<p>27. הפחתת אובדן מזון – ליפידומיקה וטוקסיקולוגיה <u>מוצע שהתשתית תוקם במנהל המחקר החקלאי</u> תשתית להבטחת איכות ובריאות תוצרת חקלאית, ותכלול מכשיר LC-MS- QTOF ותשתית היקפית.</p>

רפואה ומדעי החיים

צרכים עתידיים של הקמת תשתיות חדשות במדינות נבחרות	תשתיות דומות קיימות במדינות נבחרות	האם קיימות תשתיות דומות בארץ?	הערכת תקציב/ עלויות	אקדמיה- תעשייה	צרכים עתידיים של הקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל
<p>מרכזי משאבים למדעי החיים והרפואה (אוספים, בסיסי נתונים, אינטגרציה בין בנקים ביולוגיים):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Swiss Center for Musculoskeletal Biobanking Clinical and Imaging and Movement Analysis (שווייץ) (2015). • Health (HELSEREGISTRE) (Registries for Research (נורבגיה 2016) • National coordination of biobanks, databases and registers (שבדיה 2015). • ELIXIR-NL – אשכול לבניית תשתית מידע דיגיטלית למדעי החיים (הולנד 2016). 	<p>1. Healthcare Denmark – אסטרטגיה לאומית חדשה לבריאות דיגיטלית הושקה במטרה לקדם את הפיתוח בר-קיימא של מערכת הבריאות הדנית (דנמרק). https://www.healthcaredenmark.dk/news/new-danish-strategy-for-digital-health-2018-%E2%80%93-2022.aspx</p> <p>2. Swedish e-Health strategies and national e-Services – דיגיטיזציה בשירותים החברתיים ובשירותי הבריאות, אסטרטגיה עד שנת 2025 (שבדיה). https://www.ehalsomyndigheten.se/globalassets/dokument/vision/vision-for-ehealth-2025.pdf</p> <p>3. Personalised Health and Care 2020 (המועצה הלאומית למדע, בריטניה) – אסטרטגיה המתארת כיצד מערכת הבריאות והטיפול תשתמש בנתונים ובטכנולוגיה על מנת להשתמש בתוצרים לנתינת טיפול ושירותים טובים יותר.</p>	<p>תשתית בהקמה</p>	<p>אושר לתכנית תקציב של 898 מיליון שקל (כולל מאגר פסיפס).</p>	<p>משתמשים פוטנציאליים בתשתית במגזר ציבורי, תעשייה, אקדמיה.</p>	<p>28. בריאות דיגיטלית כמנוע צמיחה תשתית בהקמה</p> <p>המשרד לשוויון חברתי- ישראל דיגיטלית. מרכז ארצי לאיגוד המערכות הקהילתיות הרפואיות. מאמץ בין משרדי- בריאות, ות"ת, כלכלה. מרכז ארצי שיאסוף את כל הנתונים המגיעים מהרפואה בקהילה. המרכז יכלול מאגר מידע (באמצעות מחשבי על), חוקרים ומתמחים, שגם יזמו פעולות ומחקר.</p>

צרכים עתידיים של הקמת תשתיות חדשות במדינות נבחרות	תשתיות דומות קיימות במדינות נבחרות	האם קיימות תשתיות דומות בארץ?	הערכת תקציב/ עלויות	אקדמיה- תעשייה	צרכים עתידיים של הקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל
	<p>https://digital.nhs.uk/about-nhs-digital/our-work/transforming-health-and-care-through-technology</p> <p>Scotland's Digital .4 – Health & Care Strategy תכנית עבודה ועקרונות אסטרטגיים לדיגיטיזציה של שירותי בריאות ורווחה (סקוטלנד).</p> <p>https://www.digihealthcare.scot/wp-content/uploads/2018/04/25-April-2018-SCOTLANDS-DIGITAL-HEALTH-AND-CARE-STRATEGY-published.pdf</p> <p>Medicines Information .5 - Finland Network דיגיטיזציה של מערכת הבריאות הפינית ואינטגרציה עם מערכת הטיפול החברתי כבסיס למערכת אקולוגית (פינלנד).</p> <p>https://www.export.gov/article?id=Finland-eHealth-Health-IT</p> <p>Australia's National .6 – Digital Health Strategy אסטרטגיה לבריאות דיגיטלית לאומית (אוסטרליה).</p> <p>https://conversation.digitalhealth.gov.au</p>				

צרכים עתידיים של הקמת תשתיות חדשות במדינות נבחרות	תשתיות דומות קיימות במדינות נבחרות	האם קיימות תשתיות דומות בארץ? דומות בארץ?	הערכת תקציב/ עלויות	אקדמיה- תעשייה	צרכים עתידיים של הקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל
	<p>Digital Switzerland .7 Strategy – דוח המכיל את המטרות והיעדים לדיגיטיזציה במערכת הבריאות (שוויץ) https://www.bakom.admin.ch/bakom/en/homepage/digital-switzerland-and-internet/strategie-digitale-schweiz/strategy.html</p>				
<p>גנומיקה ופרוטאומיקה: National Center for disease characterization • מרכז לגנומיקה של חולדות (בריטניה) MSMED • - פרוטאומיקה, מחקר בקנה מידה גדול של חלבונים, בעיקר המבנים והתפקוד שלהם באמצעות פיתוח של ספקטרומטריה מסה (Horizon) Regenerative Medicine • הנדסת רקמות, טכניקות תחליף ושיקום של רקמות אנושיות (בריטניה 2012).</p>	<p>Clinical Genomic Database -NHGRI-NIH מאגר נתונים של גורמים גנטיים ידועים, תוך התמקדות בנתונים גנטיים משמעותיים מבחינה רפואית עם התערבויות זמינות (ארה"ב). https://research.nhgri.nih.gov/CGD</p>	<p>תשתית בהקמה</p>	<p>263 מיליון ש"ח לחמש שנים לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש להרחבה של מאגר פסיפס, ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב לכך</p>	<p>המיזם ישרת חוקרים מהאקדמיה, מארגוני הבריאות ומהתעשייה. משתמשים פוטנציאליים בתשתית: כל חברות ה-medical device וחברות הביו-רפואה.</p>	<p>29. מאגר גנומי קליני (פסיפס) תשתית בשלב הקמה סופי המאגר יקבץ מידע על מחלות שונות בהרכבי אוכלוסייה מיוחדים. חשוב שתהיה תשתית כזו בישראל על מנת שתהיה מותאמת למאפיינים הישראליים ותקדם את המחקר הישראלי. פרויקט של 260 מיליון שקל לחמש שנים (המימון נעשה על ידי הגורמים הבאים: משרד הבריאות, הרשות לחדשנות, משרד הביטחון ופרויקט ישראל דיגיטלית). הרחבה של מאגר פסיפס למאגרי מידע של נתונים בנושאים נוספים בנושא הרפואי/קליני/כלי imaging,</p>

צרכים עתידיים של הקמת תשתיות חדשות במדינות נבחרות	תשתיות דומות קיימות במדינות נבחרות	האם קיימות תשתיות דומות בארץ? דומות בארץ?	הערכת תקציב/ עלויות	אקדמיה- תעשייה	צרכים עתידיים של הקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל
					<p>כגון FMRI, EEG, קולונוסקופיה, רנטגן וכו' שיאפשר איסוף מידע לצורך עריכת מחקרים. מאגר המשלב נושאים שונים קיים בארה"ב (National - NIH Institutes of Health).</p>
<p>מחקרים קליניים (מחלות כרוניות, מחלות הקשורות לזקנה, רפואה מותאמת אישית):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Swiss Center for Pediatric Pharmacology (SwissPedPha) - מודלים ממוחשבים וסימולציה, על מנת להשיג תוצאות אופטימליות של עיצוב וניתוח של מחקרים קליניים ושל תינוקות, ילדים ומתבגרים לכל מרכזי המחקר השווייצריים (שווייץ). • MCCA - אשכול העוסק בהדמיה של מחלות סרטן וזקנה (הולנד) • PedCRIN - רשת למחקר קליני ברפואת ילדים (גרמניה) • METABOHUB - תשתית לאומית למטבולומיקה (metabolomics) ו-fluxomics (צרפת). • Food health and the gut - מחלות הקשורות באינטראקציה בין המזון והמעיים. טכנולוגיות ביו-מדעיות מודרניות שיאפשרו הבנה מלאה יותר של תהליך העיכול ותפקיד הרכב המזון, 	<p>1. BBMRI.fi, Biobank Infrastructure - תשתית מחקר בנק ביולוגי ומשאבים ביו-מולקולריים, תשתית ESFRI (2016, פינלנד 2014, שוויץ 2015, שבדיה 2015, צרפת 2016, הולנד 2016). http://www.bbmri.eu</p> <p>2. HGCC - שמירת תאים מחולי סרטן המוח מסוג GBM (גליובלסטומה רב צורנית) (Glioblastoma multiforme) (שבדיה). http://www.hgcc.se</p> <p>3. Danish National Biobank - (דנמרק). http://www.biobankdenmark.dk</p> <p>4. Biobank Norway - (נורבגיה). https://www.ntnu.edu/web/biobanknorway/biobanknorway</p>	<p>תשתית בהקמה</p>	<p>לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב</p>		<p>30. מידג"ם - מאגר ישראלי של דגימות ביולוגיות למחקר תשתית תל"ם ביובנק (biobank) שמטרתו להבטיח גישה זמינה למידע ודגימות, עבור חוקרים מבתי חולים, מהאקדמיה ומהתעשייה. תשתית לאומית לקידום המחקר והתעשייה הביורפואיים בישראל. מתחילת שנת 2014 נאספות עבור מידג"ם דגימות ביולוגיות בארבעה מוקדי איסוף בבתי חולים הדסה, רמב"ם, מרת"א ושיבא. הדגימות נתרמות, נאספות ונשמרות במוקדי האיסוף במטרה לאפשר לחוקרים גישה לדגימות אנושיות המלוות במידע רפואי קליני ופתולוגי. http://www.midgam.org.il/</p>

צרכים עתידיים של הקמת תשתיות חדשות במדינות נבחרות	תשתיות דומות קיימות במדינות נבחרות	האם קיימות תשתיות דומות בארץ?	הערכת תקציב/ עלויות	אקדמיה- תעשייה	צרכים עתידיים של הקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל
<p>מיקרוביוטיקה של המעיים, פתוגנים וגורמים נוספים המעורבים בתפקוד המעיים (בריטניה).</p> <ul style="list-style-type: none"> • National Consortium for Sequencing and Personalized Medicine (NCS-PM) רפואה מותאמת אישית וריצוף גנטי (נורבגיה). 					
<p>מיפוי אורגניזמים:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UNLOCK - אשכול העוסק במיפוי מיקרו אורגניזם והמערכות האקולוגיות שלהם (הולנד). • uNMR-NL - אשכול העוסק בחקירה של חומרים מורכבים, ביו-מולקולות ואורגניזמים חיים בדיוק רב יותר באמצעות מכשיר ספקטרוסקופיה. MMR-Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy (הולנד). • (NOR-OPENSREEN) the Norwegian EU-OPENSREEN Node - תשתית ESFRI פלטפורמות הקרנה לביולוגיה כימיקלית Open screen platforms for chemical biology (פינלנד, נורבגיה, הולנד). 					
ביו-רפואה:					

צרכים עתידיים של הקמת תשתיות חדשות במדינות נבחרות	תשתיות דומות קיימות במדינות נבחרות	האם קיימות תשתיות דומות בארץ? דומות בארץ?	הערכת תקציב/ עלויות	אקדמיה- תעשייה	צרכים עתידיים של הקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל
<ul style="list-style-type: none"> • A National Framework for Biomedical Informatics Infrastructure – תשתית נגישה משותפת להעברת ידע מגנוטיפ (big-data פשוט) לפנוטיפ (big-data מורכב ומסיבי). (בריטניה). • BioMedIT “Information and computational service infrastructure network to support biomedical research in Switzerland” – מחקר ביו-רפואי, ביו-אינפורמטיקה קלינית, ביולוגיה חישובית ותשתית שירות חישובית (SIB Swiss Institute of Bioinformatics, לוזאן, שוויץ). 					
<p>מכשור וטכנולוגיה (ננו, רובוטיקה, הדמיה ומיקרוסקופייה):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nano-enabled Healthcare Technology Facility (בריטניה). • National Facility for Medical Robotics (בריטניה). • NL-Biomed AM אשכול העוסק בצפייה ישירה בביו-מולקולות בפעולה באמצעות מיקרוסקופ מתקדם (הולנד). 					
<p>IPAD-MD – תשתיות מחקר עבור פנוטיפ, אחסון והפצה של מודלים למחלות עכברים (Horizon).</p>	<p>1. INFRAFRONTIER – תשתית מחקר ESFRI לאחסון, הפצה ופנוטיפ של עכברים</p>	<p>תשתית בהקמה</p>	<p>עלות הקמה: 4.4 מיליון דולר,</p>	<p>אקדמיה</p>	<p>31. יחידה ליצור עכברים מהונדסים גנטית</p>

צרכים עתידיים של הקמת תשתיות חדשות במדינות נבחרות	תשתיות דומות קיימות במדינות נבחרות	האם קיימות תשתיות דומות בארץ?	הערכת תקציב/ עלויות	אקדמיה- תעשייה	צרכים עתידיים של הקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל
	<p>מהונדסים גנטית (ESFRI) 2016, פינלנד 2014, גרמניה 2015).</p> <p>2. /https://www.infrafrontier.eu – ELPHEDIA/PHENOMIN תשתית לאומית לפנוגנומיקה (phenogenomics) של עכברים (צרפת, 2016).</p> <p>http://www.phenomin.fr/en-us</p>		<p>הוצאות שנתיות: 1 מיליון דולר, סה"כ עלות: 9.4 מיליון דולר.</p>		<p>(נכללה במפת הדרכים של ות"ת) עלה לדיון בתל"ם ולא אושר היות שרק האקדמיה הביעה עניין. מהנדסים את העכברים במקום אחד, ואז מעבירים אותם לאוניברסיטאות השונות, שם מגדלים אותם. הוקצבו כ- 12 מיליון ₪.</p>
	<p>מכון מחקר RIC שיקאגו (Research Institute for Chromatography), ארה"ב. פיתוח וקידום של ידע ספקטרומטרי וכרומטוגרפי ו- know-how מההתחלה. המכון מציע שירותים אנליטיים ופתרונות Turn-Key לתעשייה ולמעבדות פרטיות וממשלתיות, פיתוח של שיטות חדשות בשיתוף פעולה עם הלקוחות.</p> <p>/http://www.richrom.com</p>	<p>קיים בדרום שם נחנך בית חולים שיקומי "עלה נגב - נחלת ערן" (https://aleh.org.il/ho) שמשותף פעולה עם אוניברסיטת בן גוריון על מנת לשלב את המחקר האקדמי בנושא השיקום הקליני בבית החולים, למשל, במחקר על פרוטזות</p>	<p>לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב</p>	<p>המטרה לחבר את העולם הקליני האקדמי לעולם התעשייה הקלינית</p>	<p>32. שילוב של מחקר אינטגרלי בעולם הקליני רעיון בשלב ראשוני</p> <p>להקים תשתית עסקית שתשתף פעולה עם המוסדות הקליניים, כלומר, מתחם פיזי של חברות עסקיות שנמצא במוסד קליני, ומטרתו לחבר את העולם הקליני האקדמי לעולם התעשייה הקלינית ובכך להעניק יתרון לחברות בארץ מול חברות אחרות.</p>
	<p>EATRIS ERIC - European Advanced Translational Research Infrastructure in Medicine - תשתית מחקר המתמקדת בתמיכה בלקוחות העוסקים באבחון ופיתוח תרופות ע"י התאמת צרכיהם לשירותים הייחודיים הניתנים על ידי מרכזי מחקר אקדמיים (ESFRI) 2008,</p>	<p>יש תשתית קטנה במכון ויצמן שאינה מספקת שירותים מחוץ למכון ויצמן.</p>	<p>לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב</p>	<p>משתמשים פוטנציאליים בתשתית: חברות הזנק, חוקרים מהאקדמיה.</p>	<p>33. חברת שירות כתשתית מחקר לפיתוח תרופות רעיון בשלב ראשוני</p>

צרכים עתידיים של הקמת תשתיות חדשות במדינות נבחרות	תשתיות דומות קיימות במדינות נבחרות	האם קיימות תשתיות דומות בארץ?	הערכת תקציב/ עלויות	אקדמיה- תעשייה	צרכים עתידיים של הקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל
	2010, 2016 פינלנד 2009, http://www.eatris.eu/ (2014). התשתית מיועדת בעיקר למחקר ואינה מתאימה לתעשייה.				
<p>• Norwegian (CELLMASS) Mass Cytometry Infrastructure for Single Cell Analysis in Immunology and Cancer Biology - התשתית תפעל בתחומים של חקר הסרטן ואימונולוגיה.</p>	<p>מרכז לסרטן ע"ש מ' ד' אנדרסון באוניברסיטת טקסס, יוסטון https://www.mdanderson.org/</p>	<p>מרכז משולב לחקר הסרטן, טכניון ובית חולים רמב"ם.</p> <p>מרכז שיבא לחקר הסרטן – במרכז מחקרים הכוללים פיתוח של תרופות חדשות, שיטות אבחון וטיפול מותאם לחולה, וחקר מסלולים מולקולאריים ותאיים לשיפור האבחון והטיפול במחלות ממאירות.</p> <p>https://www.sheba.co.il/%D7%9E%D7%A8%D7%9B%D7%96%D7%A9%D7%99%D7%91%D7%90%D7%9C%D7%97%D7%A7%D7%A8%D7%91%D7%A1%D7%A8%D7%98%D7%9F</p> <p>המכון לחקר הסרטן (C.A.I.R), אוניברסיטת בר אילן – סרטן ואיידס.</p>	<p>לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב</p>	<p>משתמשים פוטנציאליים בתשתית: חוקרים מהאקדמיה ומבתי חולים.</p>	<p>34. מרכז לאומי לחקר הסרטן <u>רעיון בשלב ראשוני</u> באקדמיה נערכים מחקרים מסוג זה אך הם לא משולבים עם ניסויים קליניים. לכן, יש לרכז את המחקר בתחום הסרטן תחת ארגון גג שיאחד ויגשר בין המחקר האקדמי ובין המחקר הקליני שמבצעים רופאים בבתי החולים, על מנת לקדם את המחקר הקליני.</p>

צרכים עתידיים של הקמת תשתיות חדשות במדינות נבחרות	תשתיות דומות קיימות במדינות נבחרות	האם קיימות תשתיות דומות בארץ?	הערכת תקציב/ עלויות	אקדמיה- תעשייה	צרכים עתידיים של הקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל
		https://www1.biu.ac.il/index.php?id=561&pt=1&pid=556&level=4&cPath=10,556,561 המעבדה לחקר יישומי של הסרטן, איכילוב נושאי המחקר: השפעת הסביבה התאית על התפתחות גידולים סרטניים, הדמיה גנטית מולקולארית של גרורות, השפעת ההדבקה בוירוס HPV על התפתחות סרטן, הערכת איכות החיים בחולי סרטן לאחר ניתוחי ראש צוואר. https://www.tasmc.org.il/Surgery/Otolaryngology/Pages/applied-cancer-research.aspx			

e-infrastructures

צרכים עתידיים של הקמת תשתיות חדשות במדינות נבחרות	תשתיות דומות קיימות במדינות נבחרות	האם קיימות תשתיות דומות בארץ?	הערכת תקציב/ עלויות	אקדמיה- תעשייה	צרכים עתידיים של הקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל
GCS Gauss Centre for Supercomputing • תקשורת מחשבים ורשתות	תשתיות לאומיות קימות + Big data במדינות נבחרות: תשתית ענן (Cloud)	יש מערכות כאלה לבן גוריון, מכון ויצמן וקמ"ג, אך אין תשתית לאומית שתענה על	הערכת עלות למחשב: כ-	משתמשים פוטנציאליים בתשתית	35. Big Data מחשבי על תשתית משולבת ברמה מקומית ולאומית: צבירים של

צרכים עתידיים של הקמת תשתיות חדשות במדינות נבחרות	תשתיות דומות קיימות במדינות נבחרות	האם קיימות תשתיות דומות בארץ?	הערכת תקציב/ עלויות	אקדמיה- תעשייה	צרכים עתידיים של הקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל
<p>מחשבים בעלות ביצועים גבוהים. פיתוח של סביבת מחשבי-על עם מערכת ארכיטקטורות משלימה עבור מדעי המחשב וההנדסה (גרמניה). לתשתית שני שלבי בניה: הראשון מתוכנן עד 2015, והשני עד 2020. תפעול התשתית מתוכנן לשנת 2020</p> <ul style="list-style-type: none"> • E-INFRA 2014 - a national e-infrastructure for science תשתית אינטרנטית לאומית למדעי המחשב, המציעה שירותים מבוססי HPC (High Performance Computing) ומערכות לאחסון נתונים עבור נתונים מדעיים (נורבגיה). • Swiss High-Performance Computing and Networking Initiative (HPCN/HPCN-20) המטרה לפתח ולתפעל מעבדת משתמשים תחרותית למדע מבוסס סימולציה (שווייץ). 	<p>1 GRID'5000 - שדה בדיקות מגוון למחקר ניסויי בכל תחומי מדעי המחשב, המתמקד במחשוב מקבילי ומבוזר הכולל מחשבי על HPC - High Performance Computing utingrComp, ענן ובסיסי נתונים big data (צרפת 2016). www.grid5000.fr</p> <p>2 CC-IN2P3 - מחשוב ועיבוד נתונים, אחסון נתונים גדולים מאוד, מסדי נתונים, רשתות, ניהול מערכת, תמיכת משתמשים, מערכות ניהול IT, וכן מומחיות חדשנית ברשת מחשוב ענן (צרפת, 2008, 2016). https://cc.in2p3.fr/</p> <p>3 FRANCE GRILLES - שירותי מחשוב ענן ואחסון big data (צרפת, 2008, 2012, 2016). http://www.france-grilles.fr/presentation-en/fq-infrastructure/</p> <p>4 SURF, the National e-Infrastructure for Research - התשתית כוללת מערך משולב של רשתות מתקדמות, מחשוב עתיר ביצועים, אחסון נתונים, הדמיה, big data ושירותי ענן (הולנד 2013). https://www.surf.nl/en</p> <p>תשתיות Big data קימות במדינות נבחרות:</p> <p>5 PRACE Partnership for Advanced Computing</p>	<p>הצרכים בתחום הן של האקדמיה והן של התעשייה. כיום את בעייתיות נושא נפח החישוב, פותרים באמצעות מחשוב ענן, אך אין פתרון לבעיית המהירות. יש צורך במעבדות גדולות עם מחשבי על חזקים ומתקדמים שירחיבו ויוסיפו על התשתיות הקיימות, על מנת לאפשר אחסון מידע ועיבוד נתונים, גם למחקר וגם לתחום היישומי.</p>	<p>20-30 מיליון דולר, לא כולל עלויות תחזוקה</p>	<p>חוקרים מהאקדמיה וחברות תעשייתיות.</p>	<p>מחשבים מבוססי GPU ו-CPU רבים, עם מערכות תקשורת גדולות ומהירות ויכולת אחסון גדולה. מדובר בהשקעות ענק בקנייה של מחשבים חדשים ליצירת תשתית פיזית של מערכות מחשוב מקבילי (clusters). יש צורך עתידי גדול מאוד יחד עם הכניסה לעולם הקוואנטום ומדעי הרוח הדיגיטליים, הדורשים גם יכולות אחסון גבוהות וגם מערכות מחשוב גדולות.</p>

צרכים עתידיים של הקמת תשתיות חדשות במדינות נבחרות	תשתיות דומות קיימות במדינות נבחרות	האם קיימות תשתיות דומות בארץ?	הערכת תקציב/ עלויות	אקדמיה- תעשייה	צרכים עתידיים של הקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל
	<p>Facility in Europe שותפות אירופאית למחשוב על המספקת גישה למשאבי מחשוב ומשאבי נתונים ושירותים עבור יישומים מדעיים והנדסיים בקנה מידה גדול (ESFRI 2008, 2010, 2016; שבדיה 2015). http://www.prace-ri.eu/</p> <p>6. RDS - National Research Data Storage Infrastructure שירות לנתוני מחקר המאפשר לחוקרים לאחסן, למצוא, לגשת ולשתף במידע ביתר קלות (אוסטרליה 2016) https://www.rds.edu.au/</p> <p>7. CSC IT Centre for Science - תשתית אינטרנטית של מחשבי על המיועדת למחקר, ניהול מידע, המציעה יעוץ מומחים, תוכנות מדעיות ובסיסי נתונים (פינלנד 2009, 2014). http://www.csc.fi</p> <p>8. HLRE 3 - A High-Performance Computer for Earth System Research תשתית למחשבי על ואחסון נתונים (גרמניה 2013, 2015). https://www.dkrz.de/systems/hpc</p> <p>9. ARCHER4 - תשתית למחשוב על. (בריטניה, 2013). http://www.archer.ac.uk</p>				
<ul style="list-style-type: none"> The Swiss edu-ID and the Swiss Academic 	<p>תשתית ענן לאומית קיימת במדינות נבחרות:</p>	<p>כיום, רוב החברות הישראליות משתמשות בשירותי ענן של</p>	<p>לא התקבלו נתונים לגבי</p>	<p>משתמשים פוטנציאליים</p>	<p>36. תשתית ענן (Cloud) לאומית</p>

צרכים עתידיים של הקמת תשתיות חדשות במדינות נבחרות	תשתיות דומות קיימות במדינות נבחרות	האם קיימות תשתיות דומות בארץ?	הערכת תקציב/ עלויות	אקדמיה- תעשייה	צרכים עתידיים של הקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל
<p>Cloud based on the Academic Network SWITCHlan – שירותי מידע ותקשורת למחקר והשכלה (שווייץ).</p> <ul style="list-style-type: none"> • FGCI – תשתית לאומית עתידית בנושא Cloud, מחשוב ענן לתחומים המדעיים (פינלנד). • Initiative for Data Science in Switzerland (IDSS) – הרחבת הידע באמצעות ניתוח של נתונים בנפח גבוה, ממוסכים ברעש והטרוגניים. התשתית מאפשרת להבין, למדל ולנבא מערכות מורכבות כגון רשתות חברתיות, שווקים כלכליים, מערכות מזון עולמיות, סביבה ותכנון עירוני (שווייץ). • NeIC – The Nordic e-infrastructure Collaboration (שבדיה). 	<p>1. -NeCTAR- National eResearch Collaboration Tools and Resources תשתית מחשוב ענן המספקת תוכנות ושירותים המאפשרים לקהילת המחקר לאחסן, לגשת ולהריץ נתונים מרחוק במהירות ובאופן עצמאי (אוסטרליה 2016). https://nectar.org.au/cloudpage/</p> <p>2. FGCI, Finnish Grid and -Cloud Infrastructure תשתית רשת וענן. אשכולות מחשוב הממוקמים במקומות שונים ברחבי פינלנד והמשולבים לרשת אחת (פינלנד 2014). https://research.csc.fi/fgci</p> <p>3. SWITCHlan - The Swiss edu-ID and the Swiss Academic Cloud based on -the Academic Network תשתית אינטרנטית, רשת ענן (שווייץ 2015). http://www.switch.ch/network/infrastructure/</p> <p>4. שימוש בשירותי ענן של אמזון מייקרוסופט - AZURE (https://aws.amazon.com/) או (https://azure.microsoft.com/)</p>	<p>אמזון או מייקרוסופט. הפתרון בעייתי בשל נושאים של אבטחת מידע ותלות בגורם שלישי ועלויות שימוש גבוהות.</p>	<p>התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב</p>	<p>בתשתית: תעשייה, חברות הזנק.</p>	<p>תשתית לאומית של ענן תקל מאוד על החברות העסקיות, תוזיל את עלויות המחקר ותדחוף את המחקר קדימה.</p>
<p>1. India 5G Test Bed בהודו – יעד הקמה שנת 2020. בארה"ב מוקמים שני שדות בדיקה, האחד בניו יורק והשני ב- Salt Lake City.</p>	<p>1. 5G Test Network G בפינלנד http://5gtnf.fi</p> <p>2. 5G Test Bed G באנגליה. בתשתית זו קיים שת"פ בין</p>	<p>לא קיימת תשתית בארץ</p>	<p>הערכת עלות למרכזים + רשתות: כ- 30-35</p>	<p>משתמשים פוטנציאליים בתשתית חברות תקשורת,</p>	<p>37. תשתית שדה בדיקות (Test bed) לפיתוח רשת סולארית 5G שוק מערכות 5G (5th generation), הוא שוק ענק</p>

צרכים עתידיים של הקמת תשתיות חדשות במדינות נבחרות	תשתיות דומות קיימות במדינות נבחרות	האם קיימות תשתיות דומות בארץ?	הערכת תקציב/ עלויות	אקדמיה- תעשייה	צרכים עתידיים של הקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל
<p>ההקמה מתוכננת להסתיים בשנת 2023.</p> <p>https://www.nsf.gov/awardsearch/showAward?AWD_ID=1827940</p> <p>2. Millbrook – מרכז שיכלול תכנית ייחודית של שדה ניסוי עבור טכנולוגיית 5G. המרכז בונה מרכז סיבים ו 23 מרכזים קטנים, שיאפשרו למפתחי (CAV Connected and Autonomous Vehicles) גישה לתשתית.</p> <p>בריטניה</p> <p>http://www.millbrook.co.uk/cav/#3a5b94ca-694b-448b-9a18-1ba362507ced</p>	<p>המגזר הפרטי והציבורי.</p> <p>/https://5q.co.uk</p> <p>3. בהודו (בהקמה): משרד התקשורת תומך בפריסת שדה בדיקות יחד עם חברת IIT Chennai, ההערכה שלשדה הבדיקות יהיה תפקיד ראשי באתחול יכולות בתחום שירותי בריאות, IOT, ערים חכמות ו- Machine Learning.</p> <p>4. בארה"ב- מוקמים שני שדות בדיקה, האחד בניו יורק והשני ב- Salt Lake City.</p>		<p>מיליון דולר. שדה בדיקות ישראלי שיהיה מקושר לשדות בדיקה באירופה.</p>	<p>חברות בעלות עניין בפיתוח אלגוריתמים חכמים XZX ויישומים ומענה ל- Use cases לשוקי ה- Verticals השונים.</p>	<p>המחייב היערכות לאומית להקמת שדה בדיקות נגיש במדינת ישראל שילווה את החברות הרבות שמבקשות להיכנס לשוק זה מתהליך הפיתוח ועד הגעה למוצר בר תחרות בשוק העולמי.</p>
	<p>MONROE project</p> <p>MONROE's objective is to design and operate the first European transnational open platform for independent, large-scale monitoring and assessment of performance of MBB networks in heterogeneous environments.</p> <p>https://www.monroe-project.eu</p>	<p>לא קיימת תשתית כזו בארץ.</p>	<p>שלוש אפשרויות להצטרפות: 1. משתמש regular: גישה מוגבלת לנתונים, 100 שעות לחודש. 2500 יורו ל-6 חודשים. 2. משתמש gold: גישה לפלטפורמה ובסיס הנתונים.</p>	<p>משתמשים פוטנציאליים</p> <p>כל חברה שמפתחת אפליקציות mobile, וידאו ותקשורת wireless.</p>	<p>38. הצטרפות לפרויקט (Measuring MONRO Mobile Broadband Networks in Europe), במסגרת Horizon 2020.</p> <p>תשתית של כוח מחשוב נייד שמותקנת באוטובוסים, רכבות, מכוניות ובמקומות סטטיים במדינות שונות באירופה. המערכת הינה בעלת כוח מחשוב חזק (מעבדים, Wi-Fi, תקשורת סלולרית על יותר ממודם אחד), ומאפשרת לחברות להריץ ניסויים לאפליקציות שהן מפתח</p>

צרכים עתידיים של הקמת תשתיות חדשות במדינות נבחרות	תשתיות דומות קיימות במדינות נבחרות	האם קיימות תשתיות דומות בארץ?	הערכת תקציב/ עלויות	אקדמיה- תעשייה	צרכים עתידיים של הקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל
			דמי מנוי שנתיים: 15 אלף יורו. 3. משתמש PARTNERs: פלטפורמה עם הרחבות HW / SW שותפות בתהליכי קבלת החלטות. 15 אלף יורו לשנה.		
	Future Internet of Things- FIT התשתית מספקת שדה ניסויים בקנה מידה גדול באמצעות שדות בדיקה המאפשרים ניסויים מתפתחים לאורך זמן וסימולציה רבת משתמשים (צרכת 2016). https://fit-equipex.fr/	קיימות מעבדות מו"פ של חברות	לא התקבלו נתונים לגבי התקציב הנדרש ולכן אין עדיין אפשרות לגבש הערכת תקציב	משתמשים פוטנציאליים כל המגזרים	39. Internet of Things- IOT <u>רעיון בשלב ראשוני</u> רשת אינטרנטית הכוללת תוכנה וסנסורים חכמים לאיסוף מידע, הקלטה, מערכות פיקוד, צילום, עיבוד, אנליטיקה ועוד. המערכת מאפשרת להפעיל כל מכשיר באמצעות הסנסורים. הצורך: מעבדה בעלת מערכת למחקר ופיתוח
	1. NCC (National Cyber Security Center) . קולורדו ספרינגס, ארה"ב. https://cyber-center.org 2. The International Cyber Center (ICC) at George	מרכז סייבר בבאר שבע http://in.bgu.ac.il/en/cyber/Pages/Research-Center.aspx מרכז לאבטחת סייבר וקריפטוגרפיה יישומית בב	2 וחצי מיליארד לחמש שנים ניתנו למטה הסייבר.	מערב ממשלה, תעשייה, אקדמיה	40. מרכז סייבר לפני כ-8 שנים הוקמה ועדת סייבר. מערב ממשלה, תעשייה, אקדמיה. אין פעילות תעשייה מלבד צ'ק פוינט.

צרכים עתידיים של הקמת תשתיות חדשות במדינות נבחרות	תשתיות דומות קיימות במדינות נבחרות	האם קיימות תשתיות דומות בארץ?	הערכת תקציב/ עלויות	אקדמיה- תעשייה	צרכים עתידיים של הקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל
	<p>Mason University, וירג'יניה, ארה"ב. http://www.internationalcybercenter.org 3. Center for Cyber and Information Security (NTNU CCIS), נורבגיה. https://www.ntnu.edu/ccis</p>	<p>אילן (The BIU Center for Research in Applied Cryptography and Cyber Security). https://cyber.biu.ac.il מרכז למחקר סייבר אוניברסיטת תל אביב (ICRC-Blavantic) Interdisciplinary Cyber Research Center). https://icrc.tau.ac.il/</p>			

9. רשימת התשתיות למחקר, פיתוח וניסויים, שעלו במסגרת הראיונות שקיימנו

להלן מוצגות רשימת התשתיות, שהצורך בהן עלה במחקר, ולאחריה מוצגת תבנית מפורטת עבור כל אחת מהתשתיות.

I. פיסיקה והנדסה

1. המכון הישראלי ליישום ננוטכנולוגיה
2. תשתית לפיתוח אוטומציה בתהליכי הרכבה של חלקים Automated assembly of structural parts
3. מרכז לאומי לפיתוח ובדיקות של ציפים (semiconductor) - רעיון בשלב ראשוני
4. מכון לחברות הזנק לבניית אב טיפוס לפיתוח של טכנולוגיות ומוצרים - רעיון בשלב ראשוני
5. תשתית לאומית לייצור מתקדם - רעיון בשלב ראשוני
6. שדה ניסויים לרכבים אוטונומיים
7. תשתית סימולציה לצרכי ולידציה של רכבים אוטונומיים
8. בינה מלאכותית AI - תשתית לפיתוח שיטת AI המבוססת על מודל עולם world model
9. מרכז הקוואנטום
10. המרכז הישראלי לפוטוניקה מתקדמת
11. המרכז ללוויינות זעירה (מל"ז)
12. חברות בתשתית הבינלאומית ESO - European Southern Observatory
13. מרכז לייזרים לאומי
14. X-Ray tomography - רעיון בשלב ראשוני
15. מכשיר Atom probe tomography - רעיון בשלב ראשוני
16. מרכז לחומרים מתקדמים - רעיון בשלב ראשוני
17. הדפסת תלת ממד (3D Printing)

מכוני המחקר היישומיים

18. המכון לקרמיקה וסיליקטים (ICSI) - שדרוג התשתית
19. זמרכז הפלסטיקה והגומי לישראל (1986) בע"מ - שדרוג התשתית
20. מכון המתכות הישראלי-שדרוג התשתית

II. חקלאות ומזון

21. תשתית לחקלאות מדייקת
22. טיפוח צמחים באמצעות טכנולוגיות עילית
23. ננוטכנולוגיה בחקלאות - מיקרוסקופים אלקטרוניים, אנליזת פני שטח, ובדיקות מקובלות בתחום הננו.
24. הפחתת אובדן מזון - חדרי קירור חכמים
25. ביו-אינפורמטיקה בחקלאות
26. תשתית למחקר ופיתוח התקני חישה ממוזערים (ביו סנסורים) לחקלאות ומזון
27. הפחתת אובדן מזון – ליפידומיקה וטוקסיקולוגיה

III. רפואה ומדעי החיים

28. בריאות דיגיטלית כמנוע צמיחה
29. מאגר גנומי-קליני (פסיפס)

- 30. יחידה לייצור עכברים מהונדסים גנטית - נכלל בדו"ח הועדה המייעצת לות"ת בנושא תשתיות מחקר מרכזיות לאקדמיה.
- 31. מאגר מידע רפואי (הרחבה של מאגר פסיפס) - רעיון בשלב ראשוני
- 32. שילוב של מחקר אינטגרלי בעולם הקליני - רעיון בשלב ראשוני
- 33. חברת שירות כתשתית מחקר לפיתוח תרופות - רעיון בשלב ראשוני
- 34. מרכז לאומי לחקר הסרטן - רעיון בשלב ראשוני

.IV מחשבים, E-infrastructure, תקשורת, סייבר

- 35. תשתית Big data
- 36. תשתית שדה בדיקות (test bed) לפיתוח רשת סלולארית G5
- 37. תשתית ענן (Cloud) לאומית - רעיון בשלב ראשוני
- 38. תשתית של כוח מחשוב נייד, הצטרפות לפרויקט MONRO - הצטרפות לתשתיות מו"פ קיימת
- 39. IOT- Internet of things - רעיון בשלב ראשוני
- 40. מרכז סייבר - רעיון בשלב ראשוני

1. המכון הישראלי ליישום ננוטכנולוגיה

אוניברסיטת בר אילן, אוניברסיטת תל אביב, האוניברסיטה העברית ומכון ויצמן). המרכזים לא מתעניינים ואין ברשותם את התשתיות הנדרשות לביצוע ג'מלון (scaleup) מפיתוח הרעיון האקדמי לקבלת חלקיקי ננו בהיקפים מסחריים עבור התעשייה, על מנת שניתן יהיה לפתח מוצרים. הג'מלון בתהליך יצור הננו חלקיקים הוא מלטיד'סציפלינר ומאתגר ולכן מהווה חסם טכנולוגי. הקמת מכון לננוטכנולוגיה תאפשר לצמצם את הפער של מעבר הטכנולוגיה מהאקדמיה לתעשייה. על מנת להקים את המכון נדרשת השקעה ממשלתית, כאשר בהמשך מימון המכון ימשיך להתקיים באופן עצמאי ממתן שירותים למשתמשים.

צעדים ליישום

נושא הקמת המכון הוצג בפני הרשות לחדשנות.

מדיניות גישה למשתמשים

הפעילות בתשתית תהיה פתוחה למשתמשים חיצוניים

משתמשים פוטנציאליים בתשתית

מוסדות אקדמיים וחברות העוסקות בפיתוח מוצרים מבוססי טכנולוגיית ננו חלקיקים.

דרישות ציוד וכוח אדם

כוח אדם: 15 חוקרים ומהנדסים (3 חוקרים, 3 מהנדסים, 9 מסטרנטים ודוקטורנטים).

הפרטים לגבי תשתית המחקר התקבלו מזאב סביון, המנהל הטכני של מאגד Super-SHPS - Hydrophobic Plastic Surfaces.

תיאור

המכון הישראלי לננוטכנולוגיה יפעל בנושא פיתוח טכנולוגיות לייצור ננו חלקיקים בכמויות בקנה מידע של מתקן חלוץ, במטרה לצמצם את הפער בין הננו חלקיקים שפותחו באקדמיה וטכנולוגית הייצור המעבדתית שלהם, למעבר ליישום הננו-חלקיקים בתעשייה. המכון יעבוד, מצד אחד, עם חוקרי מרכזי הננו במוסדות אקדמיים, ומצד שני, עם התעשייה. בנוסף, המכון יפתח שיטות טכנולוגיות לייצור ננו חלקיקים, החל מטכנולוגיות ריאקטורים (משאבות, סירקולציה, אולטרה סוני), ועד שילוב תחום ה-Big data בייצור. באופן זה, יאפשר המכון לבנות במדינת ישראל תשתית טכנולוגית לייצור ננו-חלקיקים שונים בהיקף מסחרי, על מנת לבנות הובלה טכנולוגית של המדינה בתחום נוסף – תחום ייצור ננו חלקיקים.

בשלב הראשון, המכון יתכנן ריאקטורים בהתאם לסוגים השונים של ננו חלקיקים לצרכי התעשייה לפיתוח מוצרים. בשלב השני, המכון יפעיל את הריאקטורים ויספק לתעשייה כמויות של ננו חלקיקים בכמויות המאפשרות פיתוח מוצרים המבוססים על הננו-חלקיקים. בכך יתאפשר פיתוחם של יישומים – מוצרים, המשלבים את הננו-חלקיקים בחומר גלם במוצר. בנוסף, המכון יציע למכירה את הריאקטור עצמו או את התכנון והתמיכה להקמת ריאקטור בתעשייה, על מנת לעודד את ההקמה ופיתוח של תעשיית ייצור של ננו חלקיקים.

שטח המכון צריך להתאים למכונות בגודל 2X3X2 מטר. מספר המכונות כמספר הטכנולוגיות לייצור וריאקטורים בתכולה של מקסימום 250 ליטר.

רקע

מרכזי ננוטכנולוגיה פועלים כיום בחמישה מוסדות אקדמיים (טכניון,

מיקום התשתית

מוצע להקים את המכון בצמוד למוסד אקדמי

הערכת עלויות

תחילת פעילות תכנון ראשוני: -100 150 מיליון ש"ח, כולל עלויות בינוי, שכר עבודה וחומרים. בינוי ונדל"ן: כ- 50 מיליון ש"ח.

כוח אדם: 10 מיליון ש"ח

2. תשתית לפיתוח אוטומציה בתהליכי הרכבה של חלקים - Automated assembly of structural parts

אוטומטיים ואוטומטיים למחצה ויפתח פתרונות תכנה לבקרה על תהליכי הרכבה וניתוח נתוני החיישנים הנדרשים.

צעדים ליישום

- מיפוי מכוני המחקר באירופה ובארה"ב שבהם קיימת תשתית דומה.
- גיבוש תכנית פעולה להקמת התשתית.
- קבלת החלטות לגבי: מיקום התשתית, מפעיל התשתית, גודל שטח העבודה, תשתית פיזית וציוד הנדרשים בתשתית, הכשרת כוח אדם.

מדיניות גישה למשתמשים

השימוש בתשתית יהיה פתוח למשתמשים חיצוניים.

משתמשים פוטנציאליים

בתשתית

חברות בתעשייה העוסקות בהרכבה של חלקי מבנה.

הפרטים לגבי תשתית המחקר התקבלו מליאור זילברמן יו"ר מאגד AATiD - הדפסה תלת ממדית של מבנים תעופתיים ואושרו על ידו.

תיאור התשתית

תשתית מו"פ לתהליכי אוטומציה בתעשייה "חצי כבדה", כגון הרכבת חלקי מבנה של מטוסים, מל"טים וכדומה. התשתית תכלול מערכות הרכבה תעשייתיות אוטומטיות.

רקע

אין בארץ תשתית לתהליך אוטומציה, למחקר ושיפור של טכנולוגית תהליך ההרכבה של חלקים, גם מבחינת החומרה וגם מבחינת התכנה. תהליכי ההרכבה נעשים כיום באופן ידני. יתרונות האוטומציה בתהליך הרכבה של מבנים כוללים: הגדלת הפריון, הוזלת עלויות ההרכבה תוך יצור חלקים באיכות גבוהה יותר. יתרונות אלו מגבירים את היכולת התחרותית מול היצרנים בחו"ל. בנוסף, האוטומציה מובילה לשיפור סביבת העבודה של העובד מבחינה ארגונומית.

פעילויות עבודה בתהליך אוטומציה כוללות: טכנולוגית חיבור והרכבה (למשל תיקון מיקום וצורה, פיקוח על הרכבה במצבי עומס ומתח); טכנולוגית עיבוד שבבי (למשל טחינה, קדיחה וחיישני בקרה לתהליכי עיבוד שבבי); אוטומציה (אינטגרציה של טכנולוגית מדידה, שיפור הדיוק של הרובוט, תכנות לא מקוון, פיתוח תכנה).

דוגמא למכון מחקר בחו"ל העוסק בתהליכי אוטומציה מסוג זה: Fraunhofer Germany.

מכון זה יעסוק בפיתוח של תהליכי הרכבה חדשניים. בנוסף, המכון מתכנן קווי הרכבה

הערכת לוח זמנים: תקופת הקמה של 3 שנים

הערכת עלויות: 5 מיליון דולר - 8 מיליון דולר

3. מרכז לאומי לפיתוח ובדיקות של צ'יפים (semiconductor) - רעיון בשלב ראשוני

פיתוח של צ'יפ עד לשלב של מוצר סופי דורש השקעה של מיליוני דולרים בנוסף לזמן הרב שלוקח תהליך היצור. לכן, חברות בארץ מעדיפות להשקיע בפיתוח אפליקציות ולא בפיתוח מוצרים. אין כיום בארץ מפעל המייצר צ'יפים בטכנולוגיות חדשות מתקדמות. תשתית לאומית שתשלב בין האקדמיה והתעשייה ותפתור בעיות בסיסיות בתהליך ייצור הצ'יפים. למשל, **תשתית לבדיקות** שתקל על חברות הסטארט-אפ ותחסוך להם מיליוני דולרים הנדרשים לעבודה בטכנולוגיות מתקדמות. דוגמא לטכנולוגיה VLSI מתקדמת: טכנולוגיה ליצור צ'יפים מתקדמים הנמצאת בערך ב-16 ננומטר שאף מתקדמת לכיוון ה-7 ננומטר ופחות. דוגמא נוספת, מערכת בדיקה (פלדיום) שמאפשרת לבדוק את כל הצ'יפ על גבי הרצה של איזשהו שרת, שעלות החומרה יכולה להגיע למיליון דולר וגם עלות ההרצה עצמה היא גבוהה, ולכן הנגישות של מערכת כזו לסטרטאפ היא בעייתית. ישנם דברים משותפים, גנריים לכל חברה שרוצה לפתח צ'יפ, שיטת system on chip, כלומר, שיתוף ידע יצור של הצ'יפים בין כל החברות. תשתית כזו יכולה לקום בתעשייה, כך שהאקדמיה תהיה שותפה ומעורבת בפעילות התשתית. התשתית תשתמש כמרכז ידע לאומי שיכלול את כל הכלים הנדרשים ליצור ובדיקות של צ'יפים וכן כוח אדם מומחה שיספק שירותים לחברות. תשתית כזו תיתן תנופה גדולה מאוד לתעשייה בתחום.

משתמשים פוטנציאליים בתשתית: תעשייה, אקדמיה, חברות הזנק.

העלה את הצורך בתשתית: ענר שוהם, מנהל מאגד ISG (Israeli Smart Grid)

4. מכון לחברות הזנק לבניית אב טיפוס לפיתוח של טכנולוגיות ומוצרים - רעיון בשלב ראשוני

בית עבודה/בית יצור שיפעל על פי המודל של אוניברסיטת MIT בבוסטון (MIT Media Lab), <https://www.media.mit.edu>. הרעיון הוא לתת לחברות סטרטאפ את האפשרות לבנות אב טיפוס למוצר/רעיון. המודל הוא של מרצים וסטודנטים לתארים מתקדמים, שעובדים על בניית אב טיפוס לסטרטאפ שלהם ונותנים שירות גם לחברות המבקשות לבנות מוצר כלשהו. כיום, החברות הישראליות מוגבלות מאוד בפיתוח אב הטיפוס והגעה לתשתית ראשונית היות שהן צריכות לעבור את התהליך של מציאת חוקר מתאים מהאקדמיה בנושא, חברות חיצוניות שיבנו עבורן אב טיפוס וגיוס כספים למטרה זו. תשתית כזו תספק לחברות במקום אחד, את כל הכלים הנדרשים ואת התמיכה האקדמית והמקצועית לבניית אב הטיפוס במהירות המרבית.

משתמשים פוטנציאליים בתשתית: תעשייה, חברות הזנק.

העלה את הצורך בתשתית: ד"ר זיו פרמן, מנהל מאגד BSMT (Brain Stimulation & Monitoring Toolbox Consortium).

5. תשתית לאומית לייצור מתקדם - רעיון בשלב ראשוני

תשתית תעשייתית עם יכולות של יצור מתקדם למחקר, פיתוח ויישום ראשוני שתספק שירותים.

משרד הכלכלה פרסם מכרז להקמת והפעלת מכון לייצור מתקדם. מטרת המכון לפעול להעלאת הפרייון והתחרותיות בתעשייה מוטת הייצור באמצעות קידום טכנולוגיות ושיטות ייצור מתקדם בתעשייה זו, בדגש על תעשייה מסורתית המאופיינת ברמת חדשנות נמוכה-בינונית. משתמשים פוטנציאליים בתשתית: תעשייה העוסקת בייצור מתקדם.

העלה את הצורך בתשתית: ד"ר אביגדור זוננשיין, עמית מחקר בכיר, מוסד שמואל נאמן.

6. שדה ניסויים לרכבים אוטונומיים

מיקום התשתית

נבדקת האפשרות להקמת תשתית לשדה ניסויים ליד בסיס פלמחים.

תיאור התשתית

מרכז ניסויים הכולל תשתיות בתחום התחבורה החכמה והרכב האוטונומי. שדה הניסויים לרכבים אוטונומיים ידמה דרך בינעירונית, עיר קטנה, כולל רחובות, מתאר סביבתי ואירועים, המדמים נסיעה בסביבה אמיתית. לשדה הניסוי שני תפקידים: 1. בדיקת חידושים ברכבים אוטונומיים. 2. בדיקת רכבים אוטונומיים למטרות רגולציה.

רקע

בשנים האחרונות חלה מהפכה בתחום התחבורה המתבטאת במעבר לתחבורה חכמה. חברות רכב וחברות טכנולוגיה ברחבי העולם עובדות על פיתוח של רכבים חכמים אוטונומיים. גם בארץ חברות הזנק רבות עוסקות בפיתוח מערכות וחיישנים לרכבים אוטונומיים. על מנת לפתח רכב אוטונומי נדרש לערוך סדרה של ניסויים, אך בגלל מורכבות הניסוי, לא ניתן לערוך אותם בכבישים רגילים בהם נוסעים רכבים רגילים. על מנת לערוך את הניסוי, יש צורך בהקמת שדה ניסויים. את רוב הניסויים בארץ יש לקיים במתקנים סגורים, היות והניסויים נמצאים עדיין בשלב התחלתי. במקום קיים מסלול, שלאחר שדרוג והתאמה, יוכל לשמש למטרה זו. האתר יכלול תשתית, אמצעים וציוד לביצוע ניסויים. כיום, הניסויים מתבצעים בכבישים שעדיין לא נפתחו לנסיעה ציבורית ולכן הם ניתנים לסגירה זמנית למטרות ניסוי בתנאים ובמועדים מסוימים.

צעדים ליישום

- חברת נתיבי אילון מונתה ע"י משרד התחבורה לצורך הקמת מרכז ניסויים קבוע בבסיס פלמחים. הנושא נמצא בבחינה של משרד התחבורה, משרד הביטחון, צה"ל וחברת נתיבי אילון.
- עריכת ניסויים ברכבים אוטונומיים בישראל דורשת ממשרד התחבורה תיקון בפקודת התעבורה, על מנת להעניק סמכויות מתאימות למפקח על התעבורה לעריכת ניסויים בדרכים ציבוריות.

מדיניות גישה למשתמשים

התשתית תהיה פתוחה לכל המשתמשים מהתעשייה המבקשים לערוך ניסויים לרכבים אוטונומיים.

משתמשים פוטנציאליים בתשתית

חברות רכב בארץ ובחו"ל (למשל GENERAL MOTORS), חברות העוסקות ברכיבים לרכבים אוטונומיים (למשל חברת MOBILEYE).

הפרטים לגבי תשתית המחקר המוצעת התקבלו: מזאב שדמי, ראש תחום מחקר ופיתוח טכנולוגי בלשכת המדען הראשי של משרד התחבורה; מיוסי מרגלית, סמנכ"ל טכנולוגיות נתיבי אילון ואלדד שחם, מנהל מרכז הניסויים, נתיבי אילון.

מפרופ' דני ויס, ראש התוכנית למערכות אוטונומיות, הנדסת אווירונאוטיקה וחלל, הטכניון.

7. תשתית סימולציה לצרכי ולידציה של רכבים אוטונומיים

תיאור התשתית

התשתית תהיה מבוססת על בסיס נתונים עבור יישומי סימולציה של רכבים לנסיעה באזורים עירוניים. הסימולטור ישמש כמכונת מצבים לבדיקת רכיבים לתחבורה אוטונומית, וידמה את ההתנהגות של הרכב בסביבה מסוימת עבור חברות העוסקות בתחבורה חכמה.

רקע

אין תשתית כזו כיום בארץ. ישנן תשתיות מקומיות מוגבלות לחברות מסוימות המיועדות לצרכיהן בלבד (למשל GENERAL MOTORS ו-MOBILEYE). קיימת תשתית מסוג זה בגרמניה. כלי הסימולציה יאפשר לקצר את זמן הפיתוח של הרכיבים לתחבורה חכמה ויעניק יתרון עסקי לחברה המפתחת.

לתעשיות הביטחוניות יש את האפשרות לפתח תשתית כזו מבחינת תקציב, הון אנושי ותשתית מו"פ.

מדיניות גישה למשתמשים

התשתית תהיה פתוחה לכל החוקרים באקדמיה ובתעשייה המבקשים להשתמש בה.

משתמשים פוטנציאליים בתשתית

חברות העוסקות בפיתוח רכיבים אוטונומיים.

הפרטים לגבי תשתית המחקר המוצעת התקבלו מיוסי מרגלית, סמנכ"ל טכנולוגיות נתיבי איילון ואלדד שחם, מנהל מרכז הניסויים, נתיבי איילון.

8. תשתיות AI בינה מלאכותית - תשתית לפיתוח שיטת AI המבוססת על מודל עולם world model

אוסף התכונות והיחסים מצביע עליו. על פי עקרון הלימוד הגנרי, אם אוסף התכונות והיחסים מצביע על שתי אפשרויות או יותר, נוצר אובייקט בודד שהוא אוסף התכונות והיחסים שמהווה רכיב משותף של כל האפשרויות. 3. מודל WM מדבר על קשרים ברשת המייצגים שני ממדים X ו-Y, כאשר X הוא חלק מ Y ו-X הוא גם סוג של Y. למשל, מודל שיגיד על אובייקט ספציפי מוכר "זה שולחן האוכל שלי". אותו עקרון יכול לעבוד על תמונות דו-ממדיות, ואותו עקרון יכול לעבוד על הבנה סמנטית של שפה.

בארץ פועלים מרכזי מחקר שיש בהם תשתית מתאימה לביצוע מחקר ב-WM ובחיישני 3D Imaging: לאוניברסיטת אריאל יש יכולת בפיתוח חיישנים ושימוש בסיבים אופטיים; בטכניון ובאוניברסיטת בר-אילן ישנם מרכזי ידע וריכוז של חוקרים במדעי המחשב ו-Deep Learning; במכון לב בירושלים יש מומחיות בתחום הבינה מלאכותית.

צעדים ליישום

ניסוח תכנית מ"פ מפורטת והגדרת תכנית המחקר.

מדיניות גישה למשתמשים

תוצאות המחקר של WM והנסורים תהיה פתוחה למשתמשים חיצוניים על פי הסכמים לשימוש ב-IP שיפותח במרכזי המחקר ובין החברות.

משתמשים פוטנציאליים בתשתית

חברות הזנק העוסקות בפיתוח יישומים שונים המשענים על בינה מלאכותית שבסיסה רשתות עצביות מורכבות ושיהיו מעוניינות לאמץ את התשתית של WM, לדוגמא: [Applifools](#), [Cybereason](#), [Dynamic Yield](#), [Twiggle](#), [Workey](#), [Orcam](#), [Prospera](#).

הפרטים לגבי תשתית המחקר המוצעת התקבלו מאלי סופר, מנהל מאגד HERON העוסק בפיתוח הדור הבא של הרשתות הסלולאריות.

תשתית לפיתוח שיטת AI המבוססת על מודל עולם world model

תיאור התשתית

תשתית מחקרית ויישומית המשלבת מצד אחד, פיתוח דור חדש של חיישני תלת ממד (3D imaging) זעירים המסוגלים לתפקד גם בתנאי חוץ (outdoor) לטווחים של מספר מטרים, ומצד שני, ייזום מחקר חדשני סביב ענף חדש ומבטיח בינה מלאכותית AI תחת הכותרת "מודל עולם" (WM- World Model), כלומר, ייצוג ייחודי של המציאות הפיזית של סביבת המשתמש. המודל מסוגל לזהות אובייקטים בסביבת המשתמש תוך התבססות על עקרונות של חשיבה וזיהוי אנושיים. בתשתית יתבצעו סימולציות ושימוש באלגוריתמים להפקה של תיאורים מתוך תמונות (Low vision level processing) ושימוש ב-WM לייצוג הסביבה הפיזית הרלוונטית למשתמש. דוגמאות ליישומים של הטכנולוגיה: רובוטים, באופן כללי בכל סוגי הרכב וגם ברכבים אוטונומיים ובמערכות התראה ביטחוניות.

יישומים המשלבים יחידה של WM עם חיישני תלת ממד (3D imaging) שסורקים את סביבת המשתמש ומזינים את יחידת ה-WM במאות אלפי Voxels (יחידות מידע תלת ממדיות) בשנייה. כלומר, היחידה תפרש את הסביבה ותזהה אובייקטים הממוקמים בסביבה המיידית של המשתמש גם בתנאי חוץ (outdoor). יישום כזה יכול לראשונה להיות מערכת המעניקה חופש תנועה למנובל¹ ראייה ועיוורים בתנאי חוץ.

פעילות המחקר לפיתוח מודל עולם ונסורים 3D Imaging יכולה להתבצע במקביל במספר מוקדי ידע במוסדות מחקר אקדמאיים המתואמים ביניהם.

רקע

ה-WM מבוסס על מספר עקרונות: 1. תהליך לימוד שאינו מבוסס על התאמת מקדמים (כמקובל היום), אלא על שינוי מבני של הרשת (רשת המכסה את התחום הפיסי). 2. על פי העיקרון הגנרי האוניברסלי, זיהוי אובייקט מתבצע אם

תשתית לפיתוח שיטת AI המבוססת על מודל עולם world model

לוח זמנים

סבירות לפיתוח הטכנולוגיה והגעה לאב טיפוס באחד היישומים תוך שנתיים

הערכת עלויות

תקציב של 8-10 מיליון דולר

פיסיקה והנדסה

9. מרכז הקוואנטום

<p>צעדים ליישום</p> <p>המשך תקצוב על ידי תל"ם.</p>	<p>תיאור</p> <p>המרכז ירכז את תחום הקוואנטום ויכלול חמישה נושאים: מחשוב קוואנטי, תקשורת (אינפורמציה) קוואנטית, סימולטורים קוואנטיים, סנסורים קוואנטיים וחומרים קוואנטיים (quantum materials). המחשוב הקוואנטי פותר בעיות שאין למחשוב הקלאסי יכולת לפתור אותן: זיכרון, מהירות, חישוביות ואופטימיזציה של תהליכים. יישומים לדוגמא: סימולציה של התנהגות תאי דלק של רקטות, תכנון תאי שריפה של מטוסים ומנועים רקטיים. חומרים קוואנטיים מתנהגים כמו מוליכי-על בתנאים מסוימים, והינם בעלי פוטנציאל לשנות את התעשייה באופן משמעותי.</p>	<p>מיקום התשתית</p> <p>תשתית מבוזרת בין המוסדות להשכלה גבוהה</p>
<p>מדיניות גישה למשתמשים</p> <p>הפעילות במרכז פתוחה לכלל החוקרים באקדמיה וכן המרכז מספק שירות לתעשייה.</p>		<p>גוף מוביל</p> <p>תל"ם</p>
<p>משתמשים פוטנציאליים בתשתית</p> <p>תעשייה ואקדמיה.</p>		<p>לוח זמנים</p> <p>המרכז יעלה לדיון בתל"מ בחודש אפריל</p>
<p>הפרטים לגבי תשתית המחקר התקבלו מפרופ' מוטי שגב, הפקולטה לפיזיקה, הטכניון.</p>		<p>הערכת עלויות</p> <p>עלות הקמת המרכז: 700-800 מיליון ₪</p>
	<p>רקע</p> <p>ישראל בתחילת הדרך בנושא הקוואנטום ויש להשקיע במרכז אשר יקדם את נושא המו"פ. לתחום הקוואנטום יש פוטנציאל להשפעה גדולה על הכלכלה והתעשייה. במוסדות להשכלה גבוהה כבר ישנה פעילות בתחום (אוניברסיטת תל אביב, האוניברסיטה העברית, מכון ויצמן, בר אילן, הטכניון). בנוסף, המרכז יתרום, בין היתר, לקליטה של חוקרים בתחום ושדרוג היכולות הקיימות בתחום הננו.</p>	

10. המרכז הישראלי לפוטוניקה מתקדמת

<p>צעדים ליישום</p> <p>בחודש יוני 2018 יחל תהליך הכנסת הציוד למרכז הפוטוניקה. בסוף שנת 2018, אשכול הגידולים/ ההתקנים יוכל לספק שירותי מו"פ ללקוחות. אשכול הסיבים מספק כבר כעת שירותי מו"פ בנושאי רכיבי סיב וסריגי בראג ליישומים שונים, ומיועד להתחיל לספק שירותים לפיתוח סיבים מיוחדים לקראת סוף 2019.</p>	<p>תיאור</p> <p>תחום הפוטוניקה הוא תחום מדעי וטכנולוגי ששורשיו באלקטרואופטיקה ובאופטיקה. התחום מכסה את כל היישומים הטכנולוגיים של האור לכל התחום הספקטרו שלו ונוגע בכל מעגלי החיים (תאורה, תקשורת על כלל ערוצי, IOT, ועוד).</p> <p>המרכז הישראלי לפוטוניקה מתקדמת מיועד לספק שירותי מו"פ לאקדמיה ולתעשייה. המרכז יעשה, בין היתר, שימוש בידע באקדמיה לסגירת פערי הידע לתעשייה, וכן יסייע למעבר של התעשייה לשלב הייצור.</p>	<p>מיקום התשתית</p> <p>המרכז ימוקם בסמיכות לממ"ג שורק</p> <p>תשתית תל"מ</p> <p>ממ"ג שורק ואוניברסיטת בן גוריון בנגב זכו במכרז להקמת המרכז הישראלי לפוטוניקה מתקדמת.</p> <p>מנהל המרכז: ד"ר רפי לביא</p>
<p>מדיניות גישה למשתמשים</p> <p>למרכז סיווג בלמ"ס והוא נגיש לכלל הצרכנים הפוטנציאליים בישראל באקדמיה ובתעשייה.</p> <p>המרכז יספק לחברות שירותי מו"פ וייצור בכמויות קטנות לפי צרכיהן, וידאג יחד עם החברות לפתרון לייצור בכמויות גדולות.</p> <p>כן יספק המרכז ייעוץ והכוונה לקהיליית הפוטוניקה בארץ במידת הנדרש.</p> <p>הפרטים לגבי התשתית התקבלו מד"ר רפי לביא ואושרו על ידו.</p>	<p>רקע</p> <p>המכרז להקמת מרכז תשתיות מו"פ לפוטוניקה מתקדמת פורסם על ידי הפורום לתשתיות לאומיות למחקר ולפיתוח (פורום תל"מ) באמצעות המנהל למחקר ופיתוח אמצעי לחימה ותשתיות טכנולוגיות (מפא"ת) במשרד הביטחון. ההתנעה של הקמת המרכז כתשתית לאומית החלה באוקטובר 2014 על ידי ממ"ג שורק בשיתוף עם אוניברסיטת בן גוריון, וזאת לאחר זכייתם במכרז בנושא.</p> <p>התשתית מיועדת לספק שירותי מו"פ לאקדמיה ולתעשייה.</p>	<p>לוח זמנים</p> <ul style="list-style-type: none"> התשתית נמצאה בשלב ההקמה. מועד סיום: אמצע 2018 הפעלה: אשכול הגידולים: סוף שנת 2018 אשכול הסיבים: סוף שנת 2019
	<p>הרציונל להקמת התשתית: 1. קיימת תשתית נרחבת בארץ בתעשייה ובאקדמיה בנושא פוטוניקה: 350 חברות, היקף פעילות של 5 מיליארד דולר לשנה. בנוסף, יש כוח אדם מיומן המתמחה בתחום הפוטוניקה, גם באקדמיה וגם בתעשייה. 2. אותר כי חסרה תשתית פיזית בתחום הפוטוניקה בארץ במספר נושאים כדי לקדם את העשייה לחזית העולמית.</p>	<p>הערכת עלויות</p> <ul style="list-style-type: none"> הקמה: 175 מיליון ש"ח ב- 5 שנים תפעול: כ- 15 מיליון ש"ח בשנה (כולל עלויות כוח אדם)
		<p>כתובת</p> <p>המרכז למחקר גרעיני (ממ"ג) שורק, יבנה 81800, info@soreq.gov.il</p> <p>אתר אינטרנט</p> <p>https://www.icap.org.il/</p>

1.1 המרכז ללוויינות זעירה (מל"ז)

הערכת עלויות

עלות הקמת המרכז מוערכת בכ- 50-60 מיליון ₪

תיאור

המרכז ללוויינות זעירה (מל"ז) יפעיל פעילות מחקרית ופורצת דרך בנושאי חלל בכלל ובמל"ז לווויינים בפרט, ויעסוק בפיתוח מוצרים חדשניים ליישומים מסחריים. המרכז יכלול את מעבדות המחקר הבאות: חדרים נקיים להרכבה ושילובים, תשתית בדיקות אקוסטיות ומרעדים, בדיקות תאימות אלקטרו-מגנטית, מעבדת תנורים וואקום תרמי, ותשתיות שונות אחרות. כמו כן, בפעילות המרכז ישולבו חוקרים מכל המוסדות האקדמיים, תעשיית החלל ומיזמי חלל אחרים, תוך שיתוף פעולה עם התעשייה וצרכיה. בנוסף, המרכז יפעל להכשרה אקדמית של מהנדסי חלל, ריכוז תכניות בין תחומיות ויקדם שיתופי פעולה בינלאומיים.

רקע

תחום הלוויינים הזעירים הולך ותופס נתח משמעותי מתעשיית החלל בארץ ובעולם. בעולם הוקמו מרכזי חלל על מנת להתניע פרויקטים בתחום הלוויינות. כיום בארץ אין תשתית חזקה מספיק שתמנף את התחום, כך שנוצר פער בין תעשיית חלל ומיזמי חלל ובין האקדמיה. על מנת לסגור את הפער, נדרשת תשתית אנושית מחקרית חזקה. במכון לחקר החלל בטכניון נערך מיפוי של התשתיות הקיימות בארץ בתחום החלל, על מנת לאתר תשתיות נדרשות לפיתוח לווויינים זעירים. בנוסף, נערך מיפוי של צרכי המשתמשים בתעשייה ובאקדמיה. מיפוי זה הועבר לסוכנות החלל במשרד המדע והטכנולוגיה לדיון עם אנשים מובילים בקהיליית החלל (סוכנות החלל במשרד המדע והטכנולוגיה, משרד הביטחון, טכניון, אקדמיה, תעשייה, מיזמי חלל אחרים). מתוך המיפוי עלה כי חסרות מעבדות מחקר ומעבדות פיתוח בהיקף לאומי, שיוכלו לתת שירות לכל הגופים האקדמיים ולתעשייה בארץ בנושאים השונים בתחום (חישה

מרחוק, חבטיקה, כימיה, תקשורת קוואנטית ועוד). המרכז יוקם עפ"י מתווה שיוגדר מראש, המבטיח שיתוף פעולה עם התעשייה ויאפשר לחוקרים כר פעולה נרחב לבצוע מחקרים פורצי דרך בתחום מדע החלל; יעמיק את שיתוף הפעולה עם אוניברסיטאות מובילות בעולם; יעלה משמעותית את האטרקטיביות לסטודנטים ומדענים להשתלב בפעילויות מחקר ופיתוח; ישדרג פעילויות חברות החלל הישראליות ושת"פ בין לבין הטכניון; ויהווה אבן שואבת למיזמי חלל.

צעדים ליישום

המרכז ללוויינות זעירה יעלה לדיון במסגרת תל"מ על ידי סוכנות החלל הישראלית.

מדיניות גישה למשתמשים

הפעילות במרכז תהיה פתוחה למשתמשים חיצוניים.

משתמשים פוטנציאליים בתשתית

חוקרים מכל המוסדות האקדמיים (למשל הטכניון, אוניברסיטת תל אביב, אוניברסיטת בר אילן), וכן חברות העוסקות בתחום הלוויינות הזעירה (חברות לדוגמא: רפאל, תעשייה אווירית, רמון צ'יפ, NSL, Space Effective, Sky and Space, Global).

הפרטים לגבי תשתית המחקר התקבלו מפרופ' פיני גורפיל, ראש המכון לחקר החלל (ASRI Asher Space Research Institute), בטכניון ואושרו על ידו.

12. חברות בתשתית הבינלאומית ESO - European Southern Observatory - צורך בתשתית מחקר שעלה במחקר הנוכחי ונכלל בדו"ח

הועדה המייעצת לות"ת בנושא תשתיות מחקר מרכזיות לאקדמיה⁶

צורך בטלסקופים עם קוטר מראה מאוד גדול שיכול לאסוף יותר אור ולראות אובייקטים יותר חיוורים. צורך להצטרף לאיגוד הטלסקופים האירופי-European Southern Observatory- ESO - ארגון אסטרונומי בינלאומי הגדול באירופה, מפעיל את הטלסקופים המתקדמים ביותר, בתחומי אינפא-אדום, אופטיקה ורדיו. ESO כולל את ALMA, טלסקופ רדיו ענק ואת הפרויקט: E-ELT (נכלל במפת הדרכים ESFRI). חברות ישראל ב- ESO תאפשר לאסטרונומים ישראלים להגיש בקשות לזמני תצפית.

עלויות: הצטרפות ל- ESO (European Southern Observatory) - דמי חברות חד פעמיים: 20 מיליון יורו (ניתנים לחלוקה על פני 5 שנים), תשלום שנתי: 2 מיליון יורו. סך הכל עלות: 33 מיליון דולר.

מרואינים שהעלו במחקר הנוכחי את הצורך בתשתית: פרופ' ראם סרי, סגן נשיא למו"פ ויו"ר הרשות למו"פ, האוניברסיטה העברית בירושלים.

13. מרכז לייזרים לאומי - צורך בתשתית מחקר שעלה במחקר הנוכחי ונכלל בדו"ח הועדה המייעצת לות"ת בנושא תשתיות מחקר מרכזיות לאקדמיה

הקמת מרכז ארצי בנוסף למרכז המוקם כעת במכון וייצמן ובכפוף להצלחתו. לדיון בעוד 2 - 3 שנים. מערכת לייזר מתקדמת וסביבת ניסוי מבוקרת. מומלץ להקים מעבדה מרכזית למחקר בלייזרים רבי עוצמה ובמקורות קרינה חדשים בתחום ה-X. ישנה מעבדה כיום במקום וייצמן, אך בעלת מקום מוגבל.

עלות צפויה: 25 מיליון \$.

מרואינים שהעלו במחקר הנוכחי את הצורך בתשתית: פרופ' דוד הורן, הפקולטה לפיזיקה, אוניברסיטת תל אביב, יו"ר הועדה המייעצת לות"ת בנושא תשתיות מחקר באקדמיה; פרופ' מוטי שגב, פרופ' מחקר בטכניון פקולטה לפיזיקה, חבר באקדמיה הלאומית למדעים.

14. מכשיר Atom probe tomography - רעיון בשלב ראשוני

טכניקת ניתוח חומרים ברמה האטומית. בישראל אין מכשיר כזה, בעולם ישנם 3-4 מכשירים כאלו. חברות רבות בתעשייה יהיו מעוניינות להשתמש במכשיר.

עלות למכשיר: 3 מיליון דולר.

משתמשים פוטנציאליים בתשתית: אקדמיה ותעשייה.

העלה את הצורך בתשתית: פרופ' ויין קפלן, המשנה לנשיא למחקר בטכניון.

15. X-Ray tomography - רעיון בשלב ראשוני

היום עושים את ההדמיה במתקן מאיץ החלקיקים synchrotron ב- Grenoble (European Synchrotron Radiation Facility - ESRF). העלה את הצורך בתשתית: פרופ' ויין קפלן, המשנה לנשיא למחקר בטכניון.

⁶ ות"ת באפריל 2016 <http://horn.tau.ac.il/publications/2016roadmap.pdf>

16. מרכז לחומרים מתקדמים - רעיון בשלב ראשוני

במסגרת החומרים המתקדמים מדובר גם על חומרים לאנרגיות מתקדמות. למשל, חומרים בעלי הולכה תרמית משופרת, חומרים שיודעים לאגור אנרגיה. דוגמא, המערכת של חברת חשמל המייצרת חשמל ופולטת חום רב שנפלט לים – במקום שהחום יפלט לים, יכולת לאגור את החום הנפלט ממערכת החשמל לשימוש לצרכים אחרים בתחום האנרגיה. שימוש נוסף הוא פעילות בנושא חומרים היברידיים שלא קשורים להדפסת תלת ממד על מנת לייעל תהליכים ומוצרים, למשל, תבניות קרמיקה ומתכת.

משתמשים פוטנציאליים בתשתית: תעשיות ליצור.

העלה את הצורך בתשתית: חיים רוזנסון, מנהל המכות למתכון, הטכניון.

17. הדפסת תלת ממד (3D Printing)

מיקום התשתית

במכוני המחקר או בתעשייה האווירית

הערכת עלויות

בתעשייה האווירית: עלות המכונות השונות: בין מאות אלפי דולרים למיליון דולר.

מכון הפלסטיקה: 1 מיליון ש"ח.

תיאור

תעשייה אווירית: התשתית מיועדת לעסוק בתחום החומרים והייצור המתקדם לשימושים במחקר ובתעשייה. התשתית מורכבת משני אלמנטים: 1. מכונות להדפסת תלת ממד. 2. צבירת ידע לגבי תהליכי הייצור במדפסת תלת ממד על מנת ליצור פעולות הדירות (repeatability) במדפסות. ידע זה נלמד כתוצאה מהבשלת תהליכי הייצור המתקדם הנבעת מעשרות פרמטרים שונים המוזנים למדפסת תלת ממד והנוגעים לחוזק החומר ולתכונותיו.

מכוני המחקר: במכון למתכות התשתית להדפסת תלת מימד מיועדת לעסוק בתחום החומרים והייצור המתקדם לשימושים באקדמיה ובתעשייה, כך שתהווה מרכז מו"פ לתהליכי הדפסה של חומרים הנדסיים (additive manufacturing): מתכות, פולימרים, קרמיקה, חומרים מורכבים וחומרים היברידיים (למשל, הדפסות משולבות קרמיקה ומתכת, פולימרים על מצע מתכתי, חומרים ליישומים ביו-רפואיים כגון שתלים דנטליים ועוד). במכון לפלסטיקה מעוניינים להקים תשתית להדפסת תלת ממד בחומרים פולימרים.

רקע

נושא הדפסת התלת ממד לחומרים וייצור המתקדם הוא נושא מתפתח ובעל שימושים רבים בתעשייה, למשל

קיימת כוונה לאגד את שלושת מכוני המחקר (מכון המתכות, מכון הפלסטיקה והגומי ומכון הקרמיקה) למכון אחד.

צעדים ליישום

תעשייה האווירית: רכישת מכונות מתקדמות להדפסת תלת ממד. מכוני המחקר: קיימת כוונה לאגד את שלושת מכוני המחקר למכון אחד.

מדיניות גישה למשתמשים

התשתית בתעשייה האווירית תהיה פתוחה למשתמשים חיצוניים בהגבלות מסוימות:

- מורכבות המכשור דורשת את נוכחותם של טכנאי התשתית על מנת להפעיל את המערכות (קיימת אפשרות לנוכחות הלקוח במקום).
 - גישה מוגבלת למתקן בזמנים בהם מתקיים ניסוי של התעשייה האווירית.
- במכון למתכות ובמכון הפלסטיקה, התשתית תיתן שירות למשתמשים חיצוניים מהאקדמיה ומהתעשייה תמורת תשלום.

משתמשים פוטנציאליים בתשתית

בתעשייה האווירית התשתית פתוחה למשתמשים חיצוניים מהתעשייה ומהאקדמיה, אך הפעלת המערכות תיעשה על ידי הטכנאים של התשתית. במכונים ינתן שירות למפעלי תעשייה שונים.

הפרטים לגבי תשתית המחקר התקבלו: מהלל קיין, מנהל ארגון המו"פ בתעשייה האווירית. ד"ר נילי מנדלבלט, ISERD, מנהלת תחום ננוטכנולוגיה, חומרים וייצור מתקדם, תחבורה וחלל. ד"ר אביגדור זוננשין, עמית מחקר בכיר, מוסד שמואל נאמן. אניה אלדן, זירת הזנק רשות החדשנות, משרד הכלכלה. ד"ר אביב זאבי, מנהל זירת תשתית טכנולוגית, הרשות לחדשנות. חיים הזנגסון, מנהל מכון המתכות הישראלי בטכניון וצוות מכון המתכות. פרופ' עמוס אופיר, מנהל המרכז לפלסטיקה וגומי.

ייצור חלקים בתעשיית התעופה והחלל, ויצירת ערוצים חדשים בנושאים של מוליכות חום תרמית ותכונות מכניות של החומר. חברות רבות בתעשייה צריכות שירות של הדפסת תלת ממד בתחום של חומרים וייצור מתקדם (למשל, חומרים קרמיים וחומרי פלסטיקה), ואין בארץ תשתית ברמה הלאומית שמוכונת לנושא. בתעשייה האווירית יש תשתית של כוח אדם ומכונות להדפסת תלת ממד הממוקדת בפן המחקרי והתיאורטי והפיכתה למוקד ידע לאומי תאפשר לה לעסוק גם בפן התעשייתי.

במכון המתכות ובמכון הפלסטיקה נקנו שלוש מדפסות תלת ממד במימון הרשות לחדשנות.

מכוני המחקר היישומיים בישראל

מכוני המחקר התעשייתיים הם בעלי זיקה לתעשייה לשם פיתוח של טכנולוגיות ומוצרים רלוונטיים לתעשייה והם בעלי יכולת לספק שירותים לתעשייה. למכוני המחקר תשתית של מבנה וציוד לביצוע מחקר ופיתוח מדעי או טכנולוגי וכן ציוד לביצוע בדיקות עבור התעשייה. מכוני המחקר מעסיקים עובדי מחקר ופיתוח בעלי השכלה וניסיון בתחום המדעי או הטכנולוגי.

הרשות לחדשנות מקיימת מסלול שמסייע ותומך במכוני מחקר המבצעים מחקרים יישומיים המיועדים לקידום הייצור המתקדם בישראל וסיוע בפיתוח התעשייה. הסיוע מתבצע בשני תתי מסלולים: תת מסלול של תמיכה כספית בפרויקטים של מחקר ופיתוח בשיתוף חברה תעשייתית ותת מסלול לסיוע לרכישת ציוד מחקר. המסלול מיועד למכוני מחקר שעוסקים במחקר ופיתוח יישומי ומתן שירותי ייעוץ ובדיקה לתאגידים תעשייתיים ישראלים.

למכונים ניתן מענק כספי שמשמש למימון מסלול המו"פ ו/או המסלול לרכישת ציוד. ההטבה ניתנת לתקופה של שנה, עם אפשרות להגיש בקשה לתמיכה עבור שנה נוספת. המסלול מציע למכוני המחקר ודרכם לתעשייה, השתתפות של המדינה בסיכונים הכרוכים בתהליכי מחקר ופיתוח, אך לא ברווחים עתידיים מתוצאות המחקר. בנוסף, מכון המחקר המוטב פטור מתשלום החזר תמלוגים.

הקריטריונים שהגדירה הרשות לחדשנות שעל מכון מחקר יישומי לעמוד בהם על מנת שיוכל להיכלל במסלול מכוני המחקר הם:

- ישות משפטית עצמאית, ללא כוונת רווח, הפועלת כדין בישראל. המכון אינו בבעלות ממשלתית מלאה ועיקר פעילותו היא מחקר ופיתוח ומתן שירותי ייעוץ ובדיקה לתאגידים תעשייתיים ישראלים, או שהינו גוף, ללא כוונת רווח, שאינו מוסד להשכלה גבוהה, כהגדרת מונח זה בחוק החדשנות, ואינו בבעלות ממשלתית מלאה, אשר לפחות שליש מפעילותו היא מחקר ופיתוח ומתן שירותי ייעוץ ובדיקה לתאגידים תעשייתיים ישראלים שנעדרים, באופן מלא או חלקי, יכולת ביצוע עצמאית של מחקר ופיתוח מהסוג האמור.
- בעל מערכת ניהול חשבונות עצמאית המפרסם מאזן מבוקר בכל שנה.
- מעסיק עובדי מחקר ופיתוח, שהינם בעלי יכולת מדעית וטכנולוגית מוכחת הן בהשכלתם והן בעיסוקם היומיומי, בהיקף כולל של 12 משרות מלאות לפחות.
- מחזיק בבלעדיות, בבעלות או בהשכרה, מבנה וציוד המתאימים לביצוע מחקר ופיתוח ובדיקות לתעשייה.
- (א) לפחות שליש מהכנסותיו בשנה הקלנדרית שקדמה להגשת הבקשה הן ממתן שירותים לתאגידים תעשייתיים. (ב) עם זאת, בשנת פעילותו הראשונה, מכון מחקר מתחיל יידרש להציג הכנסות בשיעור של 5% ממתן שירותים לתאגידים תעשייתיים, בשנת פעילותו השנייה הכנסות בשיעור של 10% ממתן שירותים לתאגידים תעשייתיים ובשנת פעילותו השלישית הכנסות בשיעור של 20% ממתן שירותים לתאגידים תעשייתיים.

- בעל זיקה מובהקת לתעשייה, לשם פיתוח טכנולוגיות ומוצרים רלוונטיים לתעשייה ולצורך מתן שירותים ייחודיים לתעשייה שנעדרת, באופן מלא או חלקי, יכולת ביצוע עצמאית של מחקר ופיתוח.
- בנוסף נבחנת הישימות של תכנית המו"פ של המכון ביחס לתעשייה בישראל. על המכון להראות שקיימת התחייבות של תאגיד תעשייתי או מספר תאגידיים תעשייתיים למימון 10 אחוזים מעלות תכנית המו"פ ושקיים פוטנציאל לפתח במכון המחקר ידע טכנולוגי שיש ביכולתו לסייע בעתיד לתאגידיים תעשייתיים בישראל.

בסקירה זו נציג ארבעה מכוני מחקר תעשייתיים שקיבלו תמיכה מהרשות לחדשנות במסלול מכוני מחקר:

1. מכון המתכות הישראלי, הטכניון⁷. מכון המתכות הישראלי הינו מכון ללא כוונת רווח שהוקם בשנת 1963, ופועל לקידום החדשנות הטכנולוגית והמדעית ולפיתוח וההטמעה של טכנולוגיות חדשות בנושאים של חומרים מתקדמים ותהליכי ייצור חדשניים. המכון עובד בשיתוף פעולה מלא עם הקהילה האקדמית של הטכניון ומשמש גשר בין הקהילה האקדמית לתעשייה בישראל. בנוסף, חוקרי המכון משתתפים במחקרים בין-לאומיים ומקיימים קשר עם מכוני מחקר מובילים בעולם. בפעילותו, המכון שם דגש על ההיבטים היישומיים של המחקר, כך שהידע והקשרים הטכנולוגיים המתפתחים במסגרת פעילות זו עומדים לרשות התעשייה הישראלית. המכון מוסמך על פי ISO 17020 ו-ISO 17025 (לבדיקות מעבדה), ונותן מענה מקצועי לתעשייה בתחום הבדיקות והפיקוח. המכון כולל חמש מעבדות מקצועיות: 1. המעבדה להדפסת תלת-מימד של מתכות - מרכז מו"פ לתהליכי הדפסה של חומרים הנדסיים (Additive manufacturing). במעבדה עוסקים בתהליכי הדפסה מבוססי powder melting. 2. המעבדה להנדסת רכב ומכונות - המעבדה מוסמכת מטעם משרד התחבורה, הרשות הלאומית להסמכת מעבדות והרשות לנהיגה ספורטיבית ונותנת שירותים בתחום הרכב לכלל תעשיית הרכב בישראל. 3. המעבדה למטורגיה וטכנולוגיית אבקות - המעבדה מתמחה בחקרי כשל בתחומים שונים וכן במתן ייעוץ בתחומי טכנולוגיות ייצור ופיתוח מוצרים מתכתיים. המעבדה פועלת יחד עם התעשייה בנושאים של פיתוח תהליכים, פתרון בעיות וניתוחי כשל ופועלת ונותנת שירותים בנושאים מגוונים המוכוונים בעיקר ליישום פתרונות טכנולוגיים של פיתוחים חדשים. 4. המעבדה למניעת קורוזיה, טיפולי שטח וטכנולוגיות לייזר - המעבדה פועלת בתחומים של מניעת קורוזיה וטיפול שטח בחומרים, בפרט במתכות וחומרים מורכבים. במעבדה ישנו ציוד מטורגי ואמצעים לאפיון קורוזיה וניתוח כשל. 5. המעבדה לטכנולוגיות יציקה - המעבדה פועלת בתחום של יציקות מתכת, בדגש על סגסוגות של מתכות קלות המבוססות ברובן על מגנזיום ואלומיניום.

2. מכון לקרמיקה וסיליקטים (ICSI), הטכניון⁸. המכון הוא ארגון מחקר עצמאי ללא כוונת רווח שנוסד בשנת 1963. המכון נוצר ופותח במאמץ משותף של ממשלת ישראל, ממשלת ארה"ב (באמצעות USOM), האו"ם ותעשיית הקרמיקה והזכוכית. המכון עוסק במחקר טכנולוגי בנושאים של הנדסת קרמיקה וזכוכית, תוך התמקדות בחומרים קרמיים מתקדמים, קרמיקה שקופה, זכוכית וזכוכית-קרמיקה למכשירי לייזר, אפודי מגן, ציפויים לתרסיסי קרמיקה תרמיים, חומרים לתעשיית

⁷ המידע על המכון מובא מאתר המכון: [/https://iim.technion.ac.il/he](https://iim.technion.ac.il/he)

⁸ המידע על המכון מובא מאתר המכון: <http://www.isracer.org/>

הבנייה, מפעילים פיזיו-קרמיים (piezoceramic), תרכובות polymer/ceramic nano-filler, שתלים רפואיים ועוד. המחקר במכון ממומן על ידי חברות תעשייתיות וארגונים ממשלתיים (משרד הכלכלה, משרד הביטחון ומשרד המדע והטכנולוגיה). המכון מציע שירותים לאפיון מוצרים וחומרים, סינתזה לאבקות, ייצור של חלקי קרמיקה מותאמים אישית. בנוסף, המכון מקיים קשרים עם מוסדות מחקר אקדמיים בארץ ובחול."

3. מרכז הפלסטיקה והגומי לישראל (1986) בע"מ (IPRC). מרכז הפלסטיקה והגומי הוא מכון מחקר עצמאי העוסק במחקר ופיתוח יישומי. המרכז פועל בשני סניפים: בית הספר הגבוה שנקר ברמת גן, ובטכניון בחיפה. למרכז הסמכה של ISO 9000 והוא מעסיק צוות מחקר הכולל מדענים וחוקרים. המרכז מספק שירותי מחקר ופיתוח, ייעוץ טכני והנדסי וכן שירותי מעבדה עבור חברות תעשייתיות המייצרות מוצרי צריכה, המתמקדות בפולימרים, גומי ופלסטיקה, כגון מכשור רפואי והתקנים רפואיים, מכשור אלקטרוני ואלקטרו-אופטי, תעשייה מתחום התעופה, הדפוס הדיגיטלי, וכן תעשיית הכימיה, המזון והתרופות. בנוסף, המרכז עוסק בפיתוח של נוסחאות פולימריות, תרכובות מיוחדות, תהליכי ייצור, שיטות אפיון ותוצרים סופיים. שירותי המעבדה של המרכז כוללים נושאים של אפיון חומרים פולימרים סינתטיים, חקר כשלים, אבטחת איכות ואישורי תאימות תקינים למגע עם מזון ותרופות.

4. מכון מחקר מיגל בע"מ⁹. מכון מחקר עצמאי למחקר יישומי שהוקם בשנת 1979. המכון מתמחה בתחומי הביוטכנולוגיה, מדעי הסביבה והחקלאות. המטרה של מיגל היא לשמר ולהרחיב את הפעילויות החדשניות של המחקר המדעי ולקדם את המחקר היישומי לטובת מפעלים פרטיים וציבוריים. המכון כולל צוות של חוקרים העובדים ב-30 מעבדות. מיגל הוא מכון אינטרדיסציפלינרי המשלב מומחיות מהתחומים מדעי הצמחים, כימיה, כימיה חישובית, ביוכימיה ומיקרוביולוגיה, ומקדם את החדשנות החקלאית, מומחיות ייחודית בפלטפורמות צמחיות לייצור מולקולות תרפויטיות, הנדסה מטבולית, תמציות כימיות, וטכנולוגיות חיסונים. למיגל תכנית ייחודית של מחקר-יזמים (Research-Entrepreneurs program), המאפשרת לחוקרים לבצע פרויקטים בעלי פוטנציאל למסחר ובעלי סיכון גבוה. למיגל שלוש קבוצות מחקר עיקריות: 1. קבוצת ביוטכנולוגיה ובריאות עם מיקוד בטכנולוגיה חקלאית, תחום הביו-רפואה, ביו-כימיה והתמחויות תזונה. 2. מדעי האקולוגיה והסביבה הכוללים את מדעי הצמח, טיפול במים, מדעי בעלי החיים והגיוון הביולוגי, הידרו-גיאולוגיה וכימיה פיזיקלית. 3. חקלאות כולל חקלאות מים מתוקים, מיקרוביולוגיה גנטית וביוטכנולוגיה. המכון ממוקם בקריית שמונה.

כל הראיונות שהתבצעו עם מנהלי המכונים הצביעו על צורך בשדרוג של המכונים על מנת שיוכלו לתת מענה לצרכי התעשייה בישראל.

שלושת התבניות הבאות מסכמות את השדרוג הנדרש במכוני המחקר על מנת להתאימם לצרכי התעשייה עפ"י ראיונות שנערכו עם מנהלי מכוני המחקר.

⁹ המידע על המכון מובא מאתר המכון: <http://www.migal.org.il>

18. המכון לקרמיקה וסיליקטים (ICSI) - שדרוג התשתית

<p>מדיניות גישה למשתמשים</p> <p>התשתית תהיה פתוחה למשתמשים חיצוניים מהאקדמיה ומהתעשייה.</p>	<p>תיאור השדרוג הנדרש בתשתית</p> <p>למכון חסר מכשור וציוד, בעיקר בתחום הציפויים הקרמיים (PVD, CVD).</p>	<p>מיקום התשתית: הטכניון</p> <p>מנהל המכון: צבי כהן</p>
<p>משתמשים פוטנציאליים בתשתית</p> <p>חברות בתעשייה העוסקות בפיתוח מוצרים המבוססים על חומרים קרמיים.</p>	<p>עיקרי הציוד הנדרש: תנור-מכבש ליציקות לחץ, מכונת ליציקת סרט, מכונת הדפסת שכבות אוטומטית, מכונת הדפסה תלת ממדית של חומרים קרמיים.</p>	<p>הערכת עלויות</p> <p>תנור-מכבש ליציקות לחץ כ- 350,000 ש"ח.</p> <p>מכונה ליציקת סרט: כ- 400,000 ש"ח.</p> <p>מכונת הדפסת שכבות אוטומטית: כ- 250,000 ש"ח.</p> <p>מכונת הדפסה תלת ממדית של חומרים קרמיים: כ- 1,000,000 ש"ח.</p>
<p>הפרטים לגבי תשתית המחקר המוצעת התקבלו מצבי כהן, מנהל המכון.</p>	<p>המכון לקרמיקה מבקש לשדרג את התשתית במכשור וציוד בתחום של ציפויים קרמיים, נושא שיש לו דרישה מצד חברות בתעשייה. בנוסף, המכון מבקש להפוך למרכז הפרויקטים של מכון המחקר הגרמני Fraunhofer לביצוע עבודות ייצור ועריכת מחקרים בנושאים משותפים: קרמיקה שקופה, בעיקר נושא של הדבקות (ספיל, Low Temperature) LTCC; (YAG Cofired Ceramic) לרכיבים אלקטרוניים וגששים למגוון יישומים כגון מליחות וחומציות.</p>	<p>כתובת: הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל, חיפה, 3200003</p>
	<p>רקע</p> <p>המכון הוא ארגון מחקר ללא כוונת רווח שנוסד בשנת 1963. המכון נוצר ופותח במאמץ משותף של ממשלת ישראל, ממשלת ארה"ב (באמצעות USOM), האו"ם ותעשיית הקרמיקה והזכוכית. המכון עוסק בעולם הקרמיקה: קרמיקה מתקדמת (למשל קרמיקה לאפודי מגן, מוצרי אלקטרוניקה ומוצרים הנדרשים לעמידות גבוהה בתנאי שחיקה ועומס גבוהים); קרמיקה מסורתית (זכוכית, בטון, חרסית). ייצור חלקים מותאמים אישית, ביצוע פעולות עיבוד שונות, איתור וטיפול בבעיות, אפיון חומרים ומרכיבים, ייעוץ טכנולוגי כללי, ביקורות ספרות ועוד.</p>	<p>אתר אינטרנט</p> <p>http://www.isracer.org</p>

19. מרכז הפלסטיקה והגומי לישראל (1986) בע"מ - שדרוג התשתית

מקצועי באפיון חומרים פולימרים סינתטיים ומוצרים, חקר כשלים, אבטחת איכות ואישורי תאימות תקינים למגע עם מזון ותרופות. למרכז בסיס יכולות רחב של ידע מקצועי המשולב עם תשתית של מעבדות משוכללות שבהן ציוד אנליטי חדשני ומתקדם, מכונות עיבוד מעבדתיות לייצור עד רמה חצי-חרושתית בטכנולוגיות עיבוד פולימרים שונות, וכן אמצעים לסימולציות תהליכים וביצועים של חומרים ומוצרים.

מרכז הפלסטיקה והגומי פועל בשני אתרים:

בשנקר המכון עוסק בעיקר בפולימרים תרמופלסטיים ומרכבים; ובטכניון בעיקר בפולימרים תרמוסטטים ובגומי, אך גם בפלסטיקה.

מדיניות גישה למשתמשים

התשתית תיתן שירות למשתמשים חיצוניים מהאקדמיה ומהתעשייה תמורת תשלום.

ציוד נדרש לצורך שדרוג התשתית:

פירוט כללי של מערכות ציוד תהליכי אנליטי:

טכנולוגיות בדפוס הדיגיטלי: מכונות 'פיילוט-מעבדתי' לתהליכי הדפסה דיגיטאלית, מכשור ריאומטרי ייעודי לאפיון דיו-פולימרים להדפסה דיגיטאלית.

טכנולוגיות הדפסת roll to roll: מכונת R2R ורסטילית בקנה מידה מעבדתי (משולבת יכולות הטבעה, הדפסה דיגיטלית של חומרי-דיו פונקציונליים, ויכולת למינציה).

הדפסת תלת ממד: מערכת אקסטרוזיה מעבדתית לייצור 'סטרנדים' להדפסת תלת-ממד בפרופילים שונים, סוגים שונים של מערכות FDM בסקאלת פיילוט.

תיאור התשתית

במרכז נדרש שדרוג משמעותי בתחומים:

טכנולוגיות בדפוס הדיגיטלי: המרכז מעוניין לפעול בתחום זה, לשם כך יש צורך בתשתית של מכונות ושל מבנה פיזי למכונות. עלות המבנה היא בסדר גודל של מיליוני שקלים.

טכנולוגיות הדפסת roll to roll: מיועדת גם להדפסה דיגיטלית וגם להדפסה של מסכים ושל פנלים סולריים לתחום האנרגיה הסולארית.

תחום החומרים המרכיבים (advanced composite technology): בשנקר קיימת כעת תשתית שנותנת מענה חלקי לתחום האלמנטים התעופתיים (כנפי מזל"טים וכד'), וכן לשימושים אזרחיים בתחום הספורט (בעיקר בספורט הימי).

הדפסת תלת ממד - additive manufacturing - חומרים פולימרים: תחום רחב מאוד שמרכז הפלסטיקה עוסק בו באופן מוגבל, אך מעוניין להקים תשתיות ולהתמחות בו במנעד רחב של פעילות מ"פ.

חומרים פולימריים פונקציונליים: לתחומים היותר קלאסיים והוותיקים של תעשיית הפלסטיקה והפולימרים. טכנולוגיות העיבוד של החומרים הפולימריים צריכים להיות זמינים לעבודה באותו מקום פיזי, למשל תחומים של thermoforming, ניפוח מכלים, ואקסטרוזיה של לוחות ויריעות בטכניקות השונות. טכנולוגיות אלה קיימות בשנקר, אך חלק מהציוד ישן ונדרש לחדש אותו.

פולימרים ביישומי ביו-רפואה: התשתיות שיש למכון בתחום זה הן מינימליות ויש להרחיבן על מנת לתת מענה לצרכי התעשייה.

מיקום התשתית: מכללת שנקר והטכניון

מנהל המרכז: פרופ' עמוס אופיר

הערכת עלויות:

טכנולוגיות בדפוס הדיגיטלי: 2.5 מיליון ₪

טכנולוגיות הדפסת roll to roll: 2 מיליון ₪

תחום החומרים המרכיבים: 1.5 מיליון ₪
הדפסת תלת ממד: 1 מיליון ₪

חומרים פולימריים פונקציונליים: 2 מיליון ₪

פולימרים ביישומי ביו-רפואה: 2 מיליון ₪

כתובת:

שנקר, אנה פרנק 12, רמת גן

הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל, חיפה, 3200003

אתר האינטרנט של המרכז לפלסטיקה וגומי:

<http://www.isplrc.co.il/>

(*) הבעיה האקוטית ביותר של המרכז היא מחסור במבנה. המבנה של המרכז בטכניון קטן וישן מאוד, גם בשמקרה אין מבנה פיזי שניתן להכניס אליו ציוד נוסף. למרכז ציוד תהליכי הדורש נפח פיזי רב. נדרשים לכך חללים גדולים הכוללים מערכות תמיכה של ציוד היקפי (מערכות מים, חימום, חשמל, אוויר, ריקון וכד') הנדרשים לתחזוקת הציוד. בישראל לא קיימים כמעט בכלל קווי יצור בקנה מידה מעבדתי שיכולים לדמות תהליכים תעשייתיים במבנים ובתשתיות ענקיות.

רקע

מרכז הפלסטיקה והגומי לישראל בע"מ (IPRC) הוא מכון מחקר עצמאי בלתי תלוי העוסק במחקר ופיתוח יישומי והמתמחה במתן שירותים בתחום הפולימרים הגומי והפלסטיקה לתעשיות שונות. המרכז פועל

תחת הסמכה של ISO 9001, ומעניק שירותי מו"פ, שירותי מעבדה וייעוץ טכני/הנדסי לתעשיות מוצרי הצריכה, חומרים והתקנים רפואיים, המכשור הרפואי, המכשור האלקטרוני, האלקטרו-אופטיקה, התעופה, הדפוס הדיגיטלי, הכימיה, המזון והתרופות.

המרכז הוקם בתחילת שנות ה-90 ביזמה של "איגוד יצרני הפלסטיקה והגומי בישראל", והוא התבסס אז על איחוד של שלושה גופים: המכון הישראלי לפלסטיקה, האיגוד למחקר הגומי, והמרכז ללימודי הפלסטיקה והגומי. במסגרת הפעילות המדעית והטכנולוגית של המרכז נעשות עבודות פיתוח של נוסחאות פולימרות, תרכובות מיוחדות, תהליכי ייצור, שיטות אפיון ותוצרים סופיים. בתחום השירותים הטכניים והמעבדתיים, ניתן מענה וסיוע

לתחום החומרים המרוכבים: מכונות מעבדתיות ל- RTM (Reactive-Transfer-Molding).

חומרים פולימריים פונקציונליים: מערכת ציפוי/למינציה רציפה בקנה מידה מעבדתי, מכשור ריאומטרי מסוגים שונים לאפיון התכים פולימריים ומדידות של תמיסות פולימרות, מערכות אפיון פני שטח מסוג XPS.

פולימרים ביישומי ביו-רפואה: מערכות מיקרוסקופיה אלקטרונית ב- high-resolution SEM ו- (TEM), מערכות אפיון XRD, מערכות אפיון ב-פלאואורוסנציה.

משתמשים פוטנציאליים בתשתית:

טכנולוגיות בדפוס הדיגיטלי: HP-Indigo, לנדא דיגיטל פרימטינג, הייקון, Xerox, קודאק, דיגיטל פרינטינג ועוד.

טכנולוגית הדפסת roll to roll: טיגו, 3DSolar, אלביט מערכות, יוסילייט, תדביק ועוד.

תחום החומרים המרוכבים: תעשייה אווירית, תע"ש מפעלי נשק, פלסן, Tenova, אורלייט, רבדיון, כנפית ועוד.

הדפסת תלת ממד: לרג'קס, Tridom, Massivit, ננו-דימנשן, סטרטאסיס ועוד.

חומרים פולימריים פונקציונליים: פלרם, פוליגל פלזית, פולג, כפרית, כתר, סטנלי, חניתה ציפויים ועוד.

פולימרים ביישומי ביו-רפואה: אלכס-מדיקל, תב-מדיקל, מדינול, ביו-טים מדיקל, אורבי-מד, MERK ועוד.

הפרטים לגבי תשתית המחקר המוצעת התקבלו מפרופ' עמוס אופיר, מנהל המרכז לפלסטיקה וגומי.

20. מכון המתכות הישראלי - שדרוג התשתית

מיקום התשתית: הטכניון, חיפה

הערכת עלויות:

פיתוח תהליכי הדפסת תלת ממד:
הקמת מרכז תמיכה מתקדם
לסימולציות והדמיות בתעשייה
המסורתית:

למרכז לחומרים מתקדמים:

אתר האינטרנט של מכון המתכות
http://iim.trdf.co.il/about_he

תיאור

תשתית לאומית לפיתוח תהליכי הדפסת תלת מימד (3D Printing) -

התשתית להדפסת תלת מימד מיועדת לעסוק בתחום החומרים והייצור המתקדם לשימושים רבים במחקר באקדמיה ובתעשייה. התשתית תהווה מרכז מו"פ לתהליכי הדפסה של חומרים הנדסיים (additive manufacturing): מתכות, פולימרים, קרמיקה, חומרים מורכבים וחומרים היברידיים (למשל, הדפסות משולבות קרמיקה ומתכת, פולימרים על מצע מתכתי, חומרים ליישומים ביו-רפואיים כגון שתלים דנטליים ועוד). חברות רבות בתעשייה צריכות שירות של הדפסת תלת מימד בתחום של חומרים וייצור מתקדם (למשל, חומרים קרמיים וחומרי פלסטיקה), אך אין בארץ תשתית ברמה לאומית שמוכונת לנושא. במכון למתכות ישנה תשתית של כוח אדם ומספר מכונות להדפסת תלת מימד, אך נדרשת השקעה בקניית מכונות מתקדמות המיועדות להדפסה של חומרים הנדסיים.

מרכז תמיכה מתקדם לסימולציות והדמיות בתעשייה המסורתית - המרכז

יספק תמיכה של סימולציות והדמיות באמצעות תוכנות לסימולציה והדמיה בנושאים השונים (תכנון טבעים, תכנון יציקות, סימולציות תרמודינמיות, סימולציות מאמצים, תכנון תבניות, תכן תהליכי ייצור, סימולציות לפיתוח סגסוגות והרכבים חדשים ועוד). המרכז יספק שירות ותמיכה לתעשייה תוך התאמה לתחומים השונים: תהליכים בקרמיקה, מתכות, מזון, טקסטיל ורפואה. דוגמאות: תוכנות לאופטימיזציה של המוצר מבחינת חוזק, ויצור שתלים דנטליים. בנוסף, המרכז יעסוק בנושאי Big Data - IoT: מומחים במרכז יאגרו נתונים ממפעלים המיועדים לניתוח נושאי תפוקה ויעילות של תהליכי ייצור. על מנת שהמכון יהיה פעיל בתחומים מסוימים בתעשייה המסורתית, יש צורך ברכישה של

תוכנות מתאימות. אלו תחומים שכיום, התעשייה נאלצת לפנות לנותני שירותים בחו"ל (למשל, תכנון טבעיים נעשה באיטליה). עלותן של התוכנות השונות גבוהה מאוד אך משקלן בתהליך הייצור הולך וגדל וחשוב להגברת היעילות של תהליך הפיתוח והייצור.

מרכז לחומרים מתקדמים - חומרים
לאנרגיות מתקדמות (למשל, חומרים בעלי הולכה תרמית משופרת), חומרים היברידיים לייעול תהליכים ומוצרים, למשל, תבניות קרמיקה ומתכת.

רקע

מכון המתכות הישראלי הוא מכון מחקר של הטכניון. המכון הוקם בשנת 1963 על מנת לחבר את הקהילה האקדמית והתעשייה הישראלית המסורתית. הסמכות המכון: ISO 17020 (פעילות הפיקוח), ISO 17025 (בדיקות מעבדה).

המכון כולל ארבע מעבדות מקצועיות: המעבדה לטכנולוגיות יציקה, מעבדה למטלורגיה וטכנולוגיות אבקות, המעבדה למניעת קורוזיה, טיפול פני השטח וטכנולוגיה לייצר והמעבדה להנדסת רכב ומכונות.

מדיניות גישה למשתמשים

תשתית המכון תיתן שירות למשתמשים חיצוניים תמורת תשלום.

משתמשים פוטנציאליים בתשתית

מפעלי תעשייה שונים מהתחום המסורתי ומתחום התעשייה המתקדמת

הפרטים לגבי תשתית המחקר התקבלו מחיים רוזנסון, מנהל מכון המתכות הישראלי בטכניון וצוות מכון המתכות.

2.1. תשתית לחקלאות מדייקת

עיקר היישומים מצויים היום בתחום גידולי השדה וכוללים למשל מערכות לאיסוף נתונים בצמוד למערכות ניווט ומדידה, ניווט אוטונומי של טרקטורים בשדה פתוח מערכות ליישום מדייק של דשנים וחומרי הדברה וזיהוי של ומעקב אחר בעלי חיים. למרות ההתקדמות במערכות לאיסוף נתונים וליישום משתנה במרחב חסרים מודלים אשר יקשרו בין שתי החוליות הללו. פיתוח של טכנולוגיות חדשות ורלוונטיות, מחייב מחקרים בעלי אופק יישומי, הדורשים תשתית מולטידיספלינארית ומשטחי בדיקה הסמוכים למקורות ידע, מחקר ויישום משלימים. רק כך יוכל המו"פ להאיץ את מכלול הרעיונות והיצרניות השופעים במערכות האקדמיה והתעשייה כאחד.

צעדים ליישום

התאמה של התשתית הטכנולוגית והבאתה למצב של state of the art.

מדיניות גישה למשתמשים

ציוד זה מיועד לשימוש קבוצות מחקר במוסדות מחקר ברחבי הארץ המעוניינות להצטרף ולהשתמש, וכן לחברות מסחריות הפעילות בתחום.

משתמשים פוטנציאליים בתשתית

מוסדות מחקר וחברות מסחריות בתחום החקלאות.

הפרטים לגבי תשתית המחקר המוצעת התקבלו מפרופ' איתמר גלזר, סגן ראש המנהל למחקר ופיתוח, מרכז וולקני.

תיאור התשתית

היעד המרכזי של מרכז תשתית מחקרי יישומי לחקלאות מדייקת הוא פיתוח ויישום שיטות מתקדמות עבור הארץ והעולם באמצעות מחקר בסיסי ויישומי שמטרתו ייעול במתן התשומות, שמירה על איכות הסביבה ושמירה על חקלאות בת קיימא. תפקידיה של התשתית: לפתח שיטות ומכשור ייעודי ליישום טכנולוגיות של חקלאות מדייקת לאקדמיה ולתעשייה; לאפשר לאקדמיה ולתעשייה לבנות ולהדגים פתרונות ולהציגם בארץ ובעולם; ללמוד את היבטיה הכלכליים באמצעות משק מודל בגודל מסחרי. במנהל המחקר החקלאי ובצמוד למכון להנדסה חקלאית קיים שטח חקלאי בן כ- 400 דונם אשר יכול לשמש אתר וזכר נרחב לניסויים ביישומי חקלאות מדייקת. מרכז זה יאפשר לאקדמיה והתעשייה לפתח ולבדוק בעצמם מכלול יישומים רלוונטי "בתנאי אמת" שבהם מופעלות טכנולוגיות משלימות ומאפשרות בדיקות שימושיות כלכליות. מרכז שכזה יאיץ את תהליכי הפיתוח, יחבר את תעשיות ההיי-טק הישראליות לטכנולוגיות קצה בתהליכי ייצור המזון ויאפשר לחברות עסקיות למנף פיתוחים לשווקי יעד נבחרים. המרכז יהוו נדבך הכרחי לניצול יתרון של התעשיות עתירות הידע בישראל עם חקלאות ויצור מזון בגישות המובילות בעולם. תוצריו יאומצו ע"י חברות ישראליות הפועלות בשווקי העולם.

רקע

חקלאות מדייקת הנה חקלאות מודרנית המבוססת על פיתוחים טכנולוגיים של חישה, התמצאות בשטח ופעילות אגרוטכנית שמבוססת על תנאי תת-החלקה המסופלת. המייחד את החקלאות המדייקת הוא התחשבותה בתנאים המייחדים את תתי-החלקות בשונה מהמקובל היום בו כל השדה מקבל טיפול אגרוטכני אחיד

מיקום התשתית

מוצע שהתשתית תוקם במנהל המחקר החקלאי

הערכת עלויות

עלות הקמת הפרויקט: כ-9.6M\$,
 העלות כוללת:
 ציוד: כ-8M\$ (ציוד לחישה: 4M\$,
 ציוד שדה למיפוי יבולים: 1.5M\$,
 ציוד שדה ליישום משתנה במקום:
 0.4M\$, תשתית בסיסית
 מיחשובית למערכות מידע
 גיאוגרפיות: 0.25M\$, ציוד כללי
 בסיסי: 0.7M\$, מערכות איסוף
 נתונים: 1.4M\$.
 עלויות תפעול: כ-1M\$.

22. טיפוח צמחים באמצעות טכנולוגיות עילית

<p>מדיניות גישה למשתמשים התשתית תהיה פתוחה למשתמשים חיצוניים.</p>	<p>תיאור התשתית התשתית לטיפוח צמחים מבוססת טכנולוגיות עילית במכון וולקני תכיל 5 מערכות ציוד:</p>	<p>מיקום התשתית מוצע שהתשתית תוקם במנהל המחקר החקלאי</p>
<p>משתמשים בתשתית מוסדות מחקר בתחום החקלאות. חברות מסחריות תחת הסכם</p>	<p>מערך לעריכה גנומית: ציוד לטרנספורמציה של צמחים, מערכות ירי של חומר גנטי לתוך תאים, מכשיר פקס למיון תאים וחממות מבוקרות טמפרטורה.</p>	<p>הערכת עלויות מערך לעריכה גנומית: 6 מיליון ₪. מערך גנומי: 5 מיליון ₪.</p>
<p>הפרטים לגבי תשתית המחקר המוצעת התקבלו מפרופ' איתמר גלזר, סגן ראש המנהל למחקר ופיתוח, מרכז וולקני.</p>	<p>מערך ביואנפורמטי: מערך מחשבים שיאפשר ניתוח נתונים בנפח גבוה.</p>	<p>מערך ביואינפורמטי: 3 מיליון ₪. מערך לזיהוי פנוטיפים: 5 מיליון ₪.</p>
<p>מערך גנומי: מערכות רובוטיות לעבודה בנפח גבוה, מכשירים לזיהוי שונות בנפח גבוה.</p>	<p>מערך לזיהוי פנוטיפ: מערכת חממות מבוקרות שתאפשר תיעוד של מאפייני צימוח ויבול באמצעות מכשור אוטומטי.</p>	<p>מערך תאי גדול מבוקרים: 5 מיליון ₪. מערך חממות מבוקרות אקלים ומתאימות לגידול צמחים טרנסגניים: 17 מיליון ₪.</p>
<p>רקע שינויי האקלים התכופים, הירידה באיכות המים וזמינות הקרקעות, והגידול באוכלוסיית העולם, מעלים את הצורך להתאים ולשפר את הייצור החקלאי תחת תנאי עקה ההולכים ומתגברים. כלים גנומיים מתקדמים, המשולבים עם מערכות ניתוח ממוחשב, מערכות מדייקות לקביעת פנוטיפ וכלים מודרניים של עריכה גנומית, מאפשרות האצה משמעותית של תהליכי הטיפוח ליצירת מוצרים חקלאיים נדרשים.</p>	<p>תאי גידול מבוקרים המאפשרים גידול צמחים בתנאים סביבה שונים.</p>	<p>סה"כ: 41 מיליון ש"ח</p>
<p>ריכוז מערך ציוד מעין זה במרכז אחד יאפשר פיתוח מהיר של זנים חדשים בעלי עמידות לעקות וערך תזונתי משופר תוך ניצול יעיל יותר של כוח האדם והידע הקיים במנהל המחקר החקלאי ובישראל בכלל.</p>	<p>מערך לזיהוי פנוטיפ: מערכות רובוטיות לעבודה בנפח גבוה, מכשירים לזיהוי שונות בנפח גבוה.</p>	
<p>זנים אלו ישמרו על יתרונו של החקלאי הישראלי ויאפשרו את המשך קיומה של חקלאות ישראלית פורצת דרך.</p>	<p>מערך לזיהוי פנוטיפ: מערכת חממות מבוקרות שתאפשר תיעוד של מאפייני צימוח ויבול באמצעות מכשור אוטומטי.</p>	
<p>מערך לזיהוי פנוטיפ: מערכת חממות מבוקרות שתאפשר תיעוד של מאפייני צימוח ויבול באמצעות מכשור אוטומטי.</p>	<p>תאי גידול מבוקרים המאפשרים גידול צמחים בתנאים סביבה שונים.</p>	
<p>מערך לזיהוי פנוטיפ: מערכת חממות מבוקרות שתאפשר תיעוד של מאפייני צימוח ויבול באמצעות מכשור אוטומטי.</p>	<p>תאי גידול מבוקרים המאפשרים גידול צמחים בתנאים סביבה שונים.</p>	

23. ננוטכנולוגיה בחקלאות - מיקרוסקופים אלקטרוניים, אנליזת פני שטח, ובדיקות מקובלות בתחום הננו.

בעלי ערך תזונתי מוגבר, ואת האיתור וההסרה של מלח ומזהמים מים וקרקע. מחסור בצידוד ייעודי מהווה צואר בקבוק לקידום המחקרים הנערכים במכון וולקני.

צעדים ליישום

- רכישת המכשור ואספקתו
- הכנת מקום עם ריהוט מתאים לצידוד ותשתיות חשמל וגזים.
- הכשרת מפעילים למכשיר.

מדיניות גישה למשתמשים

התשתית תהיה פתוחה למשתמשים פנימיים וחיצוניים בתיאום מראש מול המרכז.

משתמשים פוטנציאליים בתשתית

המשתמשים הפוטנציאליים בתשתית יהיו חוקרי המנהל המפתחים או משתמשים בננוטכנולוגיות לשיפור התוצרת החקלאית ומיישמים טכנולוגיות אלו על התוצרת.

בנוסף, נוכל לספק שירות למשתמשים חיצוניים אשר עוסקים בפיתוח מוצרים בגודל ננומטרי.

הפרטים לגבי תשתית המחקר המוצעת התקבלו מפרופ' איתמר גלזר, סגן ראש המנהל למחקר ופיתוח, מרכז וולקני.

תיאור התשתית

התשתית לננוטכנולוגיה בחקלאות במכון וולקני תכיל מגוון מכשירים אשר ישמשו את החוקרים. המכשירים יתנו מענה לבדיקות איכותיות וכמותיות של הננוטכנולוגיות שיפותחו באמצעות בדיקות ויזואליות (מיקרוסקופ אלקטרוני חודר (TEM), מיקרוסקופ אלקטרוני קריוגני (Cryo-TEM), בדיקות פני שטח (XPS), בדיקות מבנה ואפיון (XRD, Texture analyzer) תוך דיוק רב (מאזניים אנליטיים מדויקות מאוד).

המיקרוסקופים ישמשו אמצעים ויזואליים מתקדמים למעקב אחר השינויים והשפעתם על צמחים או תוצרת חקלאית. ניתן לראות רקמות של צמחים, עצים, פירות, ירקות ובע"ח ולראות דוגמאות של קרקע ומים (Cryo-TEM). השימוש ב-XPS יאפשר לבחון את פני השטח של אריזות/ תוצרת לאחר ציפוי XRD יאפשר ללמוד על המבנה הקריסטלי/ אמורפי של חומרי הננו שיפותחו. Texture analyzer יאפשר לעקוב אחר התכונות הפיזיקליות והמכניות של החומרים אותם נפתח וההשפעה על התוצרת החקלאית. מאזניים אנליטיים מדויקים מאוד בעלי חשיבות רבה במדע הננו-חומרים, היות ומדובר בכמויות מאוד קטנות של חומרים.

רקע

במהלך העשור האחרון חלה התקדמות רבה בפיתוח ויישום ננוטכנולוגיה בתחומי התעשייה והרפואה. עם זאת רק לאחרונה הוקם במכון וולקני מרכז לננוטכנולוגיה בחקלאות הכולל כ-20 חברים פעילים. הננוטכנולוגיה מאפשרת לשפר ולייעל את הייצור החקלאי ומבטיחה את הגברת היעילות של גידול בעלי חיים וצמחים,

מיקום התשתית

מוצע שהתשתית תוקם במנהל המחקר החקלאי

הערכת עלויות

Cryo-TEM : 7,500,000 ש"ח
 TEM : 5,000,000 ש"ח
 XPS : 1,750,000 ש"ח
 XRD : 1,750,000 ש"ח
 סה"כ: 16 מיליון ש"ח

חקלאות ומזון

2.4. הפחתת אובדן מזון - חדרי קירור חכמים

<p>מדיניות גישה למשתמשים</p> <p>התשתית תהיה פתוחה למשתמשים מתוך המנהל וחיצוניים.</p>	<p>תיאור התשתית</p> <p>התשתית לחדרי קירור חכמים מבוססת על חדרי קירור שיצוידו באמצעי בקרה מתקדמים ודינמיים המבוססים על המצב הפיזיולוגי של התוצרת.</p>	<p>מיקום התשתית</p> <p>מוצע שהתשתית תוקם במנהל המחקר החקלאי</p>
<p>הפרטים לגבי תשתית המחקר המוצעת התקבלו מפרופ' איתמר גלזר, סגן ראש המנהל למחקר ופיתוח, מרכז וולקני.</p>	<p>רקע</p> <p>אחסון בקירור של תוצרת חקלאית מבוססת כיום על תנאים קבועים על סמך ניסיון מצטבר. חדרי קירור חכמים מתייחסים למצב האמיתי של התוצרת שנמצאת בתוכם ומתאימים את התנאים על פי מצבה. חדרי קירור אלו יצוידו בחיישנים שיאפשרו לקבוע את מצב הפרי על סמך שינויים באיכותו במהלך האחסון: לדוגמה טמפרטורת האחסון תופחת לסף שגורם להתפתחות של נזקי צינה ועל ידי מעקב רציף תתקן את הטמפרטורה למצב של הימנעות מנזקי צינה. כנ"ל בקרת הלחות תתבסס על הלחות האמתית על גבי הפרי והתיקון יהיה על ידי תוספת או הפחתת הלחות. חיישנים נוספים יתבססו על רמת האתילן בחדר שתווסת על ידי החדרת אוויר נקי או הפעלת מכשור לנטרול האתילן.</p> <p>חדרי קירור חכמים עשויים להאריך את משך האחסון הפוטנציאלי של כל סוגי הירקות והפירות בשיעור ניכר ולמנוע פחתים ניכרים הנגרמים כתוצאה משימוש בתנאים סטנדרטיים ללא התייחסות למצב הפרי. חדרי הקירור החכמים עשויים למצב את מכון וולקני כמוביל התחום בעולם ולאפשר הפחתת איבוד מזון בהיקפים גדולים מאד ברמה הגלובלית.</p>	<p>הערכת עלויות</p> <p>הערכת עלות 12 חדרי קירור מבוקרים: ₪ 15,000,000</p>

2.5. ביו-אינפורמטיקה בחקלאות

<p>צעדים ליישום</p> <p>רכישת הציוד לגברת הכוח החישובי על מנת לייעל את ביצוע עיבוד המידע, גיבוש צוות מיומן הבקיא במכלול הכלים הנדרשים לפיתוח חדשנות בחקלאות וכן פיתוח גישות להנגשת המידע.</p>	<p>תיאור התשתית</p> <p>התשתית מתבססת על מערכת HPC (High Performance Computing) הכוללת חמישה שרתים. בכל שרת שני מעבדים CPU 2.2GHz עם 20 ליבות כל מעבד. בכל שרת 512GB זיכרון RAM. נפח האחסון הינו כ-80TB.</p>	<p>מיקום התשתית</p> <p>מוצע שהתשתית תוקם במנהל המחקר החקלאי</p>
<p>מדיניות גישה למשתמשים</p> <p>תהיה גישה למערכות לחוקרי מנהל המחקר החקלאי וכן לחוקרים במוסדות מחקר ואו</p>	<p>עשרות תוכנות חיצוניות ייעודיות הוטמעו והותאמו לצורך ניתוח רצפים גנטיים שהנם תוצאת טכנולוגיית הריצוף רחב היקף.</p>	<p>הערכת עלויות</p> <p>מערכת HPC: 2,500,000 ₪ אחסון- TERA 500: 1,500,000 ₪ תוכנות ייעודיות לעיבוד: 1,000,000 ₪</p>
<p>משתמשים פוטנציאליים בתשתית</p> <p>מוסדות מחקר בתחום החקלאות.</p>	<p>רקע</p> <p>ביו-אינפורמטיקה עוסקת בקשר בין מערכות ביולוגיות לבין מדעי המחשב, מתמטיקה וסטטיסטיקה ומאפשרת לנתח, לארגן ולמיין כמות גדולה של נתונים ממחקרים שונים בתחומי מדעי החיים באמצעות תוכנות מחשב ייעודיות. שימוש בביו-אינפורמטיקה מאפשר התמודדות עם האתגר של מהפכת המידע הביולוגי, ניתוח של השונות הגנטית בין הזנים והגידולים השונים לצורך השבחת צמחים.</p> <p>כיום, טכנולוגיות high-throughput מספקות לחוקר מידע כולל לגבי רצפי גנום, טרנסקריפטום או פרוטאום. עיבוד מידע זה דורש כוח חישובי רב עוצמה וגישות אנליטיות חדשות. למשל, היקפי המידע מאפשרים לזהות לא רק את הגן המרכזי המשפיע על תכונה מסוימת אלא גם על האינטראקציות בינו ובין גנים אחרים בגנום. לפיכך, חזקה שתכניות טיפוח עתידיות יתבססו על הבנת פעילות הגנום ככלל ולא על גן יחיד. הביו-אינפורמטיקה מתעתדת לתת לחוקר אפשרות לעבד את המידע שברשותו ולנתח את הקשרים במערכת על מנת ליצור תמונה שלמה ככל האפשר של המערכת הביולוגית. לדוגמא, ניתוח השונות הגנטית בין זנים הנבדלים בערכם החקלאי, פיתוח תכניות טיפוח מרובות סמנים, הבנת יחסי הגומלין בין מינים שונים והשפעתם על מניעת מחלות (למשל, הבנה כיצד מבנה קהילת השורש מספק הגנה לצמח מהתפשטות פתוגניים).</p>	

26. תשתית למחקר ופיתוח התקני חישה ממוזערים (ביוסנסורים) לחקלאות ומזון

<ul style="list-style-type: none"> • מכשיר XPS (X-ray photoelectron spectroscopy). • Filmetrics: מכשיר אופטי למדידת עוביין של שכבות דקות ברזולוציה ננומטרית. • ספקטרופוטומטר UV/VIS. • דיפרקציית קרני X: Single Crystal X-ray diffractometer. • Optical profiler: מכשיר מדידה המבצע אפיון פני שטח לבדיקת חפוס ברזולוציה ננומטרית. • מכשיר למדידת פוטנציאל zeta. • אליפסומטר. 	<p>תיאור התשתית</p> <p>התשתית תהווה מרכז לננופבריקציה ואפיון של ביוסנסורים. התשתית המוצעת כוללת מרכז פיזי אשר יכיל את כל האלמנטים הדרושים למחקר, פיתוח ובדיקה של התקני ביוסנסורים ויסלול את הדרך לטכנולוגיות חדשות ולפתרון בעיות בוערות בתחומי החקלאות והמזון. המרכז יתחלק לשתי זרועות עיקריות:</p> <p>1. <u>פבריקציית מיקרו/ננו אלקטרוניקה</u>: תשתית מבנית זו מיועדת לייצור התקנים ממוזערים בסביבה סטרילית ("חדר נקי") וכוללת, מכשור לצרכי פבריקציה:</p>	<p>מיקום התשתית</p> <p>מוצע שהתשתית תוקם במנהל המחקר החקלאי</p>
<p>רקע</p> <p>החקלאות המודרנית ניצבת כיום בפני אתגרים משמעותיים. קצב ריבוי האוכלוסייה, שינויי האקלים והדרישה ההולכת וגוברת למזון בריא ומזין יותר מציבים רף גבוה לקצב הייצור והתפוקה. מנגד, שיעורי הפחת במזון עדיין גבוהים, קצב ההדבקה של גידולים חקלאיים בפתוגנים קיימים וחדשים נמצא בתחרות מתמדת עם שיטות הדברה ידיוניות וההשפעות הבריאותיות של מזון מתועש הולכות ומתבהרות. בעיה גלובלית זו צפויה להחריף עד כדי משבר בעשורים הקרובים. בכדי להתמודד עם שינויים אלו יש לפתח "סט כלים" חדש בדמות התקנים דיאגנוסטיים ממוזערים וחכמים החיוניים כמעט בכל חוליה לאורך שרשרת החקלאות-מזון. מהפכת המיקרו וננו-אלקטרוניקה מתורגמת כיום לאפליקציות ביולוגיות. קיים פוטנציאל עצום לפלטפורמות ביו-אלקטרוניות בעיקר באפליקציות דיאגנוסטיות. מיצוי פוטנציאל זה תלוי במידה רבה בשילובם המוצלח של אלמנטים ביולוגיים עם התקנים ננו-אלקטרוניים.</p> <p>צעדים ליישום</p> <p>רכישה, התקנה, הרצה ושימוש</p> <p>מדיניות גישה למשתמשים</p> <p>במהותו יהווה מרכז שבו יבוצעו מחקרים פורצי דרך במדע יישומי ע"י חוקרים החברים בו כמו גם ע"י כלל חוקרי ומנהל המחקר. כמו כן, יפעל</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mask Aligner: מערכת לפוטו-ליתוגרפיה. • Laser writing system: מערכת לפבריקציה של מסכות ליתוגרפיה ברזולוציה תת-מיקרונית. • מערכת שיקוע מתכות בשיטת Physical vapor (PVD deposition): מערכת המשלבת שיטות שונות לשיקוע פיסיקלי של מתכות בעזרת פלסמה (sputtering) או בעזרת קרן אלקטרונים (e-beam deposition). • מערכת שיקוע מתכות תרמית. • מערכת שיקוע שכבות דקות אטומית (ALD) • מערכות פלסמה: מערכת RIE (reactive ion etching) וכן DRIE (Deep RIE). • מנדפים כימיים (מפרכי עבודה המחולקים למנדפי ממסים/בסיסים ומנדפי חומצה). • מערכות לציפוי Photoresist (spinners) • מקי פלסמת חמצן. • עיבוד סופי הכולל: מסור לייזר, מערכת לפלנריזציה של שכבות דקות (CMP) וכן Wire bonder. <p>2. <u>אפיון</u>: זרוע תשתיתית זו תכיל מכשור וציוד מדידה הנועד לאפיון ההתקנים.</p>	<p>הערכת עלויות</p> <p>חדר נקי בגודל 200 מ"ר: 10 מיליון ₪.</p> <p>ציוד פבריקציה: 6 מיליון ₪</p> <p>ציוד אפיון: 6 מיליון ₪.</p> <p>סה"כ עלות משוערת: 22 מיליון ₪</p>

- מיקרוסקופ יוני/אלקטרוכימי סורק (SICM based SECM).
 - סורק micro-Raman: בעל לפחות ארבעה סוגי לייזר וקונפיגורציה קונפוקלית. מיקרוסקופ אלקטרוני סורק ברזולוציה גבוהה בעל יכולת "כתיבה" (e-beam lithography).
 - קורא פלטות משולב.
 - מיקרוסקופ כוח אטומי: בעל מצבי מדידה שונים.
- המכון כספק שירות לחוקרים מאוניברסיטאות ומכוני מחקר אחרים וכן לבעלי עניין כגון: חברות מסחריות, סטרטאפים וכיו"ב.
- הפרטים לגבי תשתית המחקר המוצעת התקבלו מפרופ' איתמר גלזר, סגן ראש המנהל למחקר ופיתוח, מרכז וולקני.

חקלאות ומזון

27. הפחתת אובדן מזון - ליפידומיקה וטוקסיקולוגיה

<p>צעדים ליישום</p> <p>רכישת המכשיר, הקמת תשתיות היקפיות, הרצה והפעלה</p>	<p>תיאור התשתית</p> <p>תשתית ליפידומיקה – טוקסיקולוגיה היא תשתית להבטחת איכות ובריאות תוצרת חקלאית, ותכלול מכשיר LC-MS-QTOF ותשתית היקפית.</p>	<p>מיקום התשתית</p> <p>מוצע שהתשתית תוקם במנהל המחקר החקלאי</p>
<p>מדיניות גישה למשתמשים</p> <p>התשתית תהיה פתוחה למשתמשים פנימיים וחיצוניים.</p>	<p>רקע</p> <p>ליפידומיקה היא דיסציפלינה העוסקת בחקר מבנה חומצות שומן המרכיבות את הממברנות בתאים. טוקסיקולוגיה היא דיסציפלינה העוסקת בחקר חומרים שעשויים לגרום לנזקים בריאותיים. שתי דיסציפלינות אלו זקוקות למכשור מתקדם לצורך זיהוי מדויק וכימות של המולקולות הרלבנטיות. על סמך מחקר ליפידומי ניתן לקבוע, למשל, האם וכיצד השתנה הרכב הממברנות בתגובה לטיפולים והאם השינוי הוא חיובי או שלילי. באמצעות מחקר טוקסיקולוגי ניתן לקבוע האם יש ברקמה חומרים מסוכנים ידועים או לזהות גורמי סיכון חדשים, לדוגמה, מהם תוצרי הפירוק של טיפול חיטוי ומהי רמתם ברקמה. לחומרים מוכרים יש עפ"ר ערכים טוקסיקולוגיים ידועים ועל פיהם ניתן להמליץ האם הטיפול בטוח או לא. חומרים בלתי ידועים ניתן להפיק או לסנתז ולבחון האם הם יכולים לגרום לנזק.</p>	<p>הערכת עלויות</p> <p>מכשיר LC-MS-QTOF ותשתית היקפית: 3 מיליון ₪</p>
<p>הפרטים לגבי תשתית המחקר המוצעת התקבלו מפרופ' איתמר גלזר, סגן ראש המנהל למחקר ופיתוח, מרכז וולקני.</p>	<p>לשתי דיסציפלינות אלו יש חוקרים במכון וולקני הנאלצים להשתמש בתשתיות מיושנות או כאלו שנותנות מענה חלקי מאד לשאלות המחקר. רכש ציוד זה עשוי לשפר את איכות מזון הן מהפן הבריאותי והן מהפן של שמירה על איכות התוצרת החקלאית.</p>	

28. בריאות דיגיטלית כמנוע צמיחה - תשתית בהקמה

למשרד האוצר, למשרד הבריאות, למשרד המדע והטכנולוגיה, מל"ג ות"ת ומערך הסייבר הלאומי, בהובלת משרד ראש הממשלה, משרד הבריאות והמטה לפיתוח תעשיית הבריאות הדיגיטלית. הפעילות תקדם את הטיפול הרפואי ושירותי הבריאות הניתנים למטופל הכוללים רפואה מותאמת אישית, רפואה מונעת, רפואה מרחוק, מערכות תומכות החלטה, מכשור רפואי, ופתרונות להעצמת המטופל. בנוסף, התכנית תתמוך במחקר ופיתוח בתחום הבריאות הדיגיטלית ובמימון פיילוטים של מוצרים, שירות וטיפול רפואי של חברות בארגוני בריאות בישראל.

צעדים ליישום

- פיתוח של תשתיות טכנולוגיות לקיומה של סביבה מבוססת מידע ותקשורת.
- התאמת התשתיות הארגוניות והתהליכיות במערכת הבריאות לפעילות בעידן הדיגיטלי.
- פיתוח וחיזוק מנגנונים לקידום שיטתי של חדשנות ושיתופיות במערכת הבריאות.
- הובלת מדיניות לצמצום הפערים הדיגיטליים בקרב ארגוני הבריאות.

מדיניות גישה למשתמשים

התשתית פתוחה למשתמשים במגזר הציבורי, התעשייה והאקדמיה.

משתמשים פוטנציאליים בתשתית

במגזר ציבורי, תעשייה, אקדמיה.

הנתונים לגבי התשתית התקבלו מאילן פלד, ד"ר אביב זאבי, ד"ר אמירם פורת, זירת תשתיות טכנולוגיות רשות החדשנות, משרד הכלכלה.

תיאור

מרכז ארצי לאיגוד המערכות הקהילתיות הרפואיות. המרכז יאסוף את כל הנתונים המגיעים מהרפואה בקהילה למאגר מידע ויכלול חוקרים ומתמחים. התכנית תספק שירותי בריאות איכותיים ומתקדמים לכלל אוכלוסיית ישראל ותסייע במיצוי התועלות הכלכליות והחברתיות הטמונות בפתרונות חדשניים בתחום הבריאות הדיגיטלית ובמינוף היתרונות היחסיים של ישראל בחדשנות הטכנולוגית, ברפואה ובמחקר באמצעות שיפור תשתית המידע הדיגיטלי הרפואי, תוך רתימת כלל השותפים הפוטנציאליים, לרבות המגזר הפרטי, האקדמיה, בתי החולים הממשלתיים, קופות החולים ועוד; חיזוק תעשיית הבריאות (השקעה בחברות הזנק, ושיתופי פעולה בין חברות הזנק לגורמים רפואיים); ובקמת מאגרי מידע נוספים (בנק דגימות דם ודגימות רקמה, מאגר מידע גנטי).

התכנית מבוססת על קידום מהלכים במספר מסלולים מקבילים: 1. הצבת המטופל במרכז והכוונת המערכת לצרכי המטופל, באמצעות כלים המגבירים את מעורבות המטופל בניהול בריאותו; 2. קידום פיתוח והתאמה של כלים לטיפול מותאם אישית; 3. העברת המיקוד מהטיפול בחולי לרפואה מונעת; 4. הגברת האפקטיביות התפעולית והניהולית במערכת הבריאות; 5. שיפור וייעול התקשורת בין משרד הבריאות לבין הגורמים המקבלים ממנו שירותים.

רקע

המרכז הוא חלק ממיזם לאומי "ישראל דיגיטלית" המשותפת למשרד ראש הממשלה, למשרד הכלכלה והתעשייה, למשרד לשוויון חברתי- ישראל דיגיטלית,

לוח זמנים

תכנית בריאות דיגיטלית כמנוע צמיחה אושרה על ידי הממשלה במרץ 2018. משרד הכלכלה והתעשייה והרשות לחדשנות יובילו את תכנית המו"פ.

הערכת עלויות: אושר לתכנית תקציב של 898 מיליון שקל (המידע התקבל מדוח התכנית הלאומית לבריאות דיגיטלית כמנוע צמיחה, המשרד לשוויון חברתי. התכנית כוללת את מאגר "פסיפס"

https://www.gov.il/BlobFolder/pmopolicy/des3709_2018/he/digital290418.pdf

אתר אינטרנט:

<https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/DigitalHealthStrateqyApril2017.pdf>

29. מאגר גנומי-קליני (פסיפס) - תשתית בהקמה

הערכת עלויות:

תקציב מייזם בריאות דיגיטלית עומד על כ-239 מיליון ש"ח. (המידע התקבל מדוח התכנית הלאומית לבריאות דיגיטלית כמנוע צמיחה, המשרד לשוויון חברתי.

https://www.gov.il/BlobFolder/pmopolicy/des3709_2018/he/digital290418.pdf.

אתר אינטרנט:

<https://www.gov.il/he/Departments/digital israel>

תיאור

מאגר גנומי-קליני הינו תשתית מידע לאומית למחקרי בריאות בתחום הגנטיקה והמידע הרפואי, עבור פיתוח פתרונות של רפואה מותאמת אישית, הגישה מאפשרת להתאים לכל חולה את הטיפול האפקטיבי ביותר עבורו, קיבוץ מידע על מחלות שונות בהרכבי אוכלוסייה מיוחדים, באמצעות ניתוח מעמיק של נתוני עתק (Big Data), למניעה ולטיפול במחלות, והקמת בנק דגימות לצרכי טיפול ומחקר.

המייזם יהינו חלק מהתכנית הלאומית "בריאות דיגיטלית" ופעל בשלושה מישורים עיקריים: המדעי, הרפואי והתעשייתי, ויכלול מידע גנומי קליני, קהילת חוקרים ותשתית מידע וכלים למחקר.

במסגרת המייזם תוקם תשתית מחקר ראשונה מסוגה, אשר תתבסס על קהילת מתנדבים שותפים, שיסייעו יחד לפתח טיפולים רפואיים חדשים המותאמים למגוון הקהילות המרכיבות את החברה הישראלית ולממש את חזון הרפואה המותאמת אישית. בהיבט הלאומי מיומש המייזם יוכל להוות מנוף לצמיחה במשק, לאפשר לפתח יזמות חדשות וכפועל יוצא גם ליצור מקומות עבודה חדשים. בהיבט הבינלאומי צפויה עלייה בשיתופי פעולה, הנובעת מהמגוון הגנטי של האוכלוסייה (קיבוץ גלויות), איכות והיסטוריית המידע הקליני ומאיכות ורמת המחקר הרפואי והחישובי בארץ.

רקע

מייזם פסיפס ימקם את ישראל בשורה אחת עם המדינות המובילות את מהפיכת הרפואה המותאמת אישית.

שמירת דגימות ביולוגיות של המטופל תאפשר לחקור את השונות של תוצאות הטיפולים לפי מאפיינים ביולוגיים שונים, ועל ידי כך לאבחן ולטפל במטופלים בצורה מדויקת יותר. אחת הסיבות לחסמים שבהם נתקלת הרפואה המותאמת אישית הינה

היעדר מנגנונים רגולטורים, לוגיסטיים ופסיים שיאפשרו שיתוף מידע בין כלל הגורמים.

מדיניות גישה למשתמשים

התשתית תהיה פתוחה לכל החוקרים באקדמיה ובתעשייה המבקשים להשתמש בה.

משתמשים פוטנציאליים בתשתית

המייזם ישרת חוקרים מהאקדמיה, מארגוני הבריאות ומהתעשייה.

הנתונים לגבי התשתית התקבלו:

מאילן פלד, ד"ר אביב זאבי, ד"ר אמירם פורת, זירת תשתיות טכנולוגיות רשות החדשנות, משרד הכלכלה.

מד"ר אורה דר, יועצת של הרשות לחדשנות במשרד הכלכלה, הערוץ לתשתיות.

רפואה ומדעי החיים

30. יחידה לייצור עכברים מהונדסים גנטית - צורך בתשתית מחקר שעלה במחקר הנוכחי ונכלל בדו"ח הועדה המייעצת לות"ת בנושא תשתיות מחקר מרכזיות לאקדמיה

לתשתית שלוש יחידות: מעבדה לייצור עכברים מהונדסים גנטית בעלת יכולת הקפאה והפשרה של זנים. בית חיות סגור שיספק רקמות למחקרים גנומיים וינפק עכברים על פי הזמנה. קליניקה לעכברים שתאפשר עריכת ניסויים תוך שימוש במכשור דימות מתקדם. הרעיון: מהנדסים את העכברים במקום אחד, ואז מעבירים אותם לאוניברסיטאות השונות, שם מגדלים אותם במקום. התשתית נכללה במפת הדרכים של 2013.

עלות הקמה: 4.4 מיליון דולר, הוצאות שנתיות: 1 מיליון דולר, סה"כ עלות: 9.4 מיליון דולר.

מרואיינים במחקר הנוכחי שהעלו את הצורך בתשתית: פרופ' ראם סרי, סגן נשיא למו"פ ויו"ר הרשות למו"פ, האוניברסיטה העברית בירושלים.

31. מאגר מידע רפואי (הרחבה של מאגר פסיפס) - רעיון בשלב ראשוני

מאגר פסיפס מתמקד במאגר מידע בנושא הגנומי והרחבה שלו למאגרי מידע של נתונים בנושאים נוספים בנושא הרפואי/קליני/כלי imaging, כגון EEG, FMRI, קולונסקופיה, רנטגן וכו', שיאפשר איסוף מידע לצורך עריכת מחקרים. מאגר המשלב נושאים שונים קיים בארה"ב (National Institutes of Health). פסיפס הינה תשתית של מידע גנומי ובעתיד ייתן מענה לנתונים גנטיים. נכון יהיה שפסיפס יקדמו מאגרי מידע גם בנושאים הרפואיים הנוספים.

משתמשים פוטנציאליים בתשתית: כל חברות ה- medical device וחברות הביו-רפואה.

העלה את הצורך בתשתית: ד"ר זיו פרמן, מנהל מאגד (Brain Stimulation & Monitoring) BSMT (Toolbox Consortium).

32. שילוב של מחקר אינטגרלי בעולם הקליני - רעיון בשלב ראשוני

הרעיון הוא להקים תשתית עסקית שתשתף פעולה עם המוסדות הקליניים, כלומר, מתחם פיזי של חברות עסקיות הנמצא במוסד קליני, ומטרתו לחבר את העולם הקליני האקדמי לעולם התעשייה הקלינית ובכך להעניק יתרון לחברות בארץ מול חברות אחרות. דוגמא לכך קיימת בדרום שם נחנך בית חולים שיקומי "עלה נגב - נחלת ערן" (<https://aleh.org.il/home>) שמשתף פעולה עם אוניברסיטת בן גוריון על מנת לשלב את המחקר האקדמי בנושא השיקום הקליני בבית החולים, למשל, במחקר על פרוטוזות לבניית פרוטוזות לבית החולים. אפשר באותה דרך להקים תשתית חברות. בארה"ב קיימת אינטגרציה כזו, למשל בשיקאגו, (Research Institute for Chromatography) RIC, (<http://www.richrom.com>) העוסק בהעברת ידע בתחומים הרפואיים השונים ובמדעי החיים. גם בפלורידה התחילו לבנות תשתית דומה.

משתמשים פוטנציאליים בתשתית: חברות הזנק.

העלה את הצורך בתשתית: ד"ר זיו פרמן, מנהל מאגד (Brain Stimulation & Monitoring) BSMT
(Toolbox Consortium).

רפואה ומדעי החיים

33. חברת שירות כתשתית מחקר לפיתוח תרופות - רעיון בשלב ראשוני

יש תשתית קטנה במכון ויצמן שאינה מספקת שירותים מחוץ למכון וייצמן אך היא תשתית שמיועדת בעיקר למחקר ואינה מתאימה לתעשייה.

משתמשים פוטנציאליים בתשתית: חברות הזנק, חוקרים מהאקדמיה.

העלתה את הצורך בתשתית: ד"ר אורה דר, יועצת של הרשות לחדשנות במשרד הכלכלה, הערוץ לתשתיות.

34. מרכז לאומי לחקר הסרטן - רעיון בשלב ראשוני

מחקרים וניסויים במרכזים השונים העוסקים בחקר הסרטן אינם ברמה שמשווה למחקרים וניסויים שעושים במקומות אחרים בעולם, למשל במרכז לסרטן ע"ש מ' ד' אנדרסון באוניברסיטת טקסס, יוסטון (<https://www.mdanderson.org>). המרכזים בארץ אינם מאורגנים ואינם חדשניים מספיק על מנת לערוך מחקרים פורצי דרך. באקדמיה נערכים מחקרים מסוג זה אך הם לא משולבים עם ניסויים קליניים. לכן, יש לרכז את המחקר בתחום הסרטן תחת ארגון גג שיאחד ויגשר בין המחקר האקדמי ובין המחקר הקליני שמבצעים רופאים בבתי החולים, על מנת לקדם את המחקר הקליני. להקמת תשתית כזו בארץ יש ערך מוסף, היות ויש בארץ יש חוקרים איכותיים בתחום הסרטן. אמנם חוקרים אלו יכולים גם לעבוד בשיתוף פעולה עם תשתיות בחו"ל אך הם צריכים את ההכוונה מארגון גג והתרומה שלהם תהיה לאין שיעור עותר גדולה במידה וזה יעשה בארץ.

משתמשים פוטנציאליים בתשתית: חוקרים מהאקדמיה ומבתי חולים.

העלה את הצורך בתשתית: ד"ר יהושע קליסקי, מנהל מאגד ALTIA.

3.5. תשתית Big data

מחשבי על חזקים ומתקדמים שירחיבו ויוסיפו על התשתיות הקיימות, על מנת לאפשר אחסון מידע ועיבוד נתונים, גם למחקר וגם לתחום היישומי. תשתיות אלו חשובות לכל תחומי המחקר (בינה מלאכותית, data science, מדעי הטבע, ביו-אינפורמטיקה, רפואה, מדעי הסביבה, סייבר ועוד. קיימות תשתיות אינטרנט מתאימות ויקרות מאוד באירופה (גרמניה, ספרד). חוקר המבקש להריץ בהן סימולציות מגיש בקשה ואם הבקשה מאושרת הוא מקבל הדרכה איך לעבוד עם מחשבי העל על מנת להריץ את הנתונים שלו. ישראל מיוצגת בנושא זה על ידי מחב"א. פתרון זה הוא מוגבל ואינו מתאים לכל החוקרים ואינו מתאים לתעשייה.

צעדים ליישום

סקר בקרב האקדמיה והתעשייה לגבי הצרכים בתשתית זו.

מדיניות גישה למשתמשים

התשתית תהיה פתוחה למשתמשים חיצוניים מהאקדמיה ומהתעשייה.

משתמשים פוטנציאליים בתשתית

חוקרים מהאקדמיה וחברות תעשייתיות.

הפרטים לגבי תשתית המחקר התקבלו:

מפרופ' אלוף במיל איציק בן ישראל, אוניברסיטת תל אביב. לשעבר ראש מפא"ת, לשעבר ראש תכנית החלל הישראלית, לשעבר ראש תכנית הסייבר.

מפרופ' אריה צבן, נשיא אוניברסיטת בר אילן.

מפרופ' דן בלומברג, סגן הנשיאה ודיקן למחקר ופיתוח, אוניברסיטת בן גוריון.

מקדם את נושא רכישת מחשב על באוניברסיטת ת"א: **ד"ר גיורא ירון**, יו"ר הוועד המנהל באוניברסיטת תל אביב.

תיאור

התהליך המחקרי נעשה יותר ויותר תלוי בניתוח מתקדם של כמות גדולה של נתונים בזמן קצר, וביכולת של ניתוח מקוון באמצעות ביצועי מחשב גבוהים. תשתית Big Data מאחסנת אוסף של מידע (קבצי מידע, ערכות נתונים, בסיסי נתונים) או זרמי נתונים, באמצעות מחשבי על (HPC - High Performance Computing), מחשבים בעלי נפח גדול מאוד ויכולות של מהירות גבוהה מאוד בעלי יכולות עיבוד, ניתוח, כריית נתונים ולימוד מכונה עבור נתוני Big Data. תשתית Big Data תפיק מידע מניסויים, מדידות ותצפיות, ניתוח נתונים, מידול, סימולציה ושילוב של כל אלה. התשתית מבוצרת ופועלת בתחומים שונים, ולכן נדרשת לעמוד במספר תנאים חשובים: קיבולת לניתוח ושימור מידע ממקורות שונים; יעילות ומהירות הגישה לנתונים; יש צורך במטא נתונים ובשיטות המתאימות ביותר לחלץ ולפרש את המידע; נדרשת בהירות לגבי האופן שבו הנתונים נוצרו. התשתית היא תשתית משולבת ברמה המקומית והלאומית: צברים (clusters) של מחשבים מבוססי GPU ('יחידת עיבוד גרפי') ו-CPU ('יחידת עיבוד מרכזית) עם מערכות תקשורת גדולות ומהירות ויכולת אחסון גדולה.

רקע

נושא ה-Big Data, נמצא בחשיבות עולמית, ומדינות אירופה, ארה"ב ואוסטרליה משקיעות בתשתיות של מחשבי על. ישנן מעבדות מקומיות בארץ במוסדות להשכלה גבוהה, אך אין תשתית לאומית שתענה על הצרכים בתחום הן של האקדמיה והן של התעשייה. כיום את בעייתיות נושא נפח החישוב, פותרים באמצעות מחשוב ענן, אך אין פתרון לבעיית המהירות. יש צורך במעבדות גדולות עם

מיקום התשתית
תשתית מבוצרת, תשתית אינטרנט

הערכת עלויות
הערכת עלות למחשב: כ-20-30 מיליון דולר, לא כולל עלויות תחזוקה

3.6. תשתית שדה בדיקות (test bed) לפיתוח רשת סלולארית 5G

דוגמאות למערכות בדיקה במדינות אחרות:

5G Test Network בפילנד

(<https://www.facebook.com/5GTNF/>):

מטרתה לבחון את המאפיינים והביצועים של 5G בסביבה מבוקרת ואמתית. המערכת כוללת מתשתית של רשת הליבה וניהול הרשת ועד האפליקציות ומתן השירותים מאפשרים יכולות בדיקה מקצה לקצה (end to end). החל בבדיקת התקני אבי טיפוס עד לבדיקת פתרונות מלאים. ה-Test Bed מקושר עם תשתיות בדיקה לאומיות ובינלאומיות ומשתרע על מספר אתרים בפילנד. במדינת ישראל, על פי מודל זה, תשתיות רשת הליבה וניהול הרשת יוקמו במרכזי מחקר אקדמאיים. צוות מומחים ייעודי ייתן שרות לחברות או יזמים העוסקים בפיתוח מוצרי 5G ובחינת ביצועים ב-Test Bed.

5G Test Bed באנגליה

(<https://5g.co.uk/>): בתשתית זו קיים שת"פ בין המגזר הפרטי והציבורי. עלות השקעה מתוכננת 47 מיליון סטרלינג.

India 5G Testbed בהודו (בהקמה): משרד התקשורת תומך בפריסת שדה בדיקות יחד עם חברת IIT Chennai, ההערכה שלשדה הבדיקות יהיה תפקיד ראשי באתחול יכולות בתחום שירותי בריאות, IOT, ערים חכמות ו-Machine Learning.

בארה"ב מוקמים שני שדות בדיקה, האחד בניו יורק והשני ב-Salt Lake City, התקני הבדיקה פרוסים על מרחב שתי הערים. גם

תיאור התשתית

רשת 5G (5th generation), הנקראת גם רשת סלולארית דור 5 של מערכות אלחוטיות, היא הדור הבא של סטנדרט התקשורת הסלולארית המרחיב את הסטנדרט הנוכחי של דור 4 (4G). שוק מערכות 5G הינו שוק ענק המחייב היערכות לאומית להקמת שדה בדיקות נגיש במדינת ישראל שילווה את החברות הרבות המבקשות להיכנס לשוק זה מתהליך הפיתוח ועד הגעה למוצר בר תחרות בשוק העולמי.

מטרת שדה הבדיקות היא הדגמה ואימות של יכולות end to end (קצה לקצה) והקניית ערך גבוה ליישומים בשווקים וורטיקליים (Vertical markets¹⁰).

תבנית שדה הבדיקות המוצעת (Test Bed 5G) תוקם בתבנית דומה לפריסת שדה הבדיקות בפילנד בשת"פ בין מרכזי מחקר אקדמאיים ובין התעשיות. לשם כך, נדרשת התקנת רשת ליבה ומערכות ניהול רשת באחת או בשתי אוניברסיטאות וכן מתן גישה מאובטחת לחברות לבדיקת הציוד באחד מתרחשי השימוש של היישומים המוגדרים (Use cases) המכוונים לשוק ה-Verticals. על כן, נדרשת פריסה של מערכת Ecosystem באותם אתרים מקומיים בהם ניתן השירות. ציוד הבדיקה הנדרש ייקבע בהתאם לייעוד שדה הבדיקות והגדרת use cases. מפעילי שדה הבדיקות יהוו צוות ייעודי למתן שירות מומחה לחברות. לפי מחקרי השוק, ערך השירותים והציוד יגיע ל-12 טריליון דולר בשנת 2035.

הערכת עלויות

הערכת עלות למרכזים + רשתות: כ-30-35 מיליון דולר. שדה בדיקות ישראלי שיהיה מקושר לשדות בדיקה באירופה.

¹⁰ Vertical markets - שוק המתמקד בצרכים של תעשייה מסוימת וקבוצת החברות בשוק זה משרתות האחת את השנייה.

רקע

מערכת 5G היא מערכת עתירת תכנה, אלגוריתמים חכמים ושיטות תקשורת שונות, בעלת מגוון יישומים רחב. מערכת

דינמית וגמישה הניחנת ביכולת SON (Self-Organized Network). זו טכנולוגית אוטומציה שנועדה להפוך את התכנון, התצורה, הניהול והאופטימיזציה של רשתות לפשוטות ומהירות יותר. תשתית למערכת 5G תתמקד בנושאים מוגדרים כגון: תקשורת ברכבים אוטונומיים, הפעלת רובוטים, Internet of Things, Smart factory (נתונים מסנסורים המשולבים במערך יצור, בדיקות וכדומה), ותקשורת רחבת סרט בקצבי מידע של 300Gbps לרשת אזורית.

הדרישות של ועדת התקנים 3GPP לרשתות סלולאריות מרחיקות לכת בכל פרמטר (קצבי מידע, פתיחה של תדרים ורזולוציות גבוהות בקבצי וידאו), הדורשים פיתוח של טכנולוגיות חדשות על מנת להתמודד עם האתגרים של שוק הדור החמישי ב-20 השנים הבאות. השאיפה בהקמת שדה בדיקות במדינות שונות בעולם היא הדחף להשתתפות במרוץ להשתלב בשוק המתפתח של אתרי בדיקות למערכת 5G שמוערך להגיע ל-1000 אתרים ברחבי העולם עד שנת 2022.

כאן רשת הליבה וניהול הרשת ממוקמים במרכזי מחקר אקדמיים.

צעדים ליישום

- יש להקים צוות תכנון רב תחומי שינסח את הצרכים ויגדיר את הדרישות של שדה הבדיקות ויכולת קישוריות לכל חברה בצורה מאובטחת ואת הקישוריות לאתרי בדיקה בחו"ל.
- בשדה הבדיקות נדרשת הדגמה ומדידת הביצועים לפי מדדי KPI (Key Performance Indicators) המוגדרים לאותו סוג שירות לפי תקן 5Gppp.
- נדרשת פריסה והרצה של תכניות אימות ייעודיות לאותו use case והעברת היזון חוזר על טיב ביצועי ה-use case. תוצאות הבדיקה עשויות לתרום לגופי תקינה.

מדיניות גישה למשתמשים

התשתית תהיה פתוחה למשתמשים חיצוניים מהאקדמיה ומהתעשייה.

משתמשים פוטנציאליים בתשתית

חברות תקשורת, חברות בעלות עניין בפיתוח אלגוריתמים חכמים ויישומים ומענה ל- Use cases לשוקי ה-Verticals השונים.

הפרטים לגבי תשתית המחקר התקבלו מאלי סופר, מנהל מאגד HERON העוסק בפיתוח הדור הבא של הרשתות הסלולאריות.

מחשבים, E-infrastructure, תקשורת, סייבר

37. תשתית ענן (Cloud) לאומית - רעיון בשלב ראשוני

כיום, רוב החברות הישראליות משתמשות בשירותי ענן של אמזון או מייקרוסופט. הפתרון בעייתי בגלל נושאים של אבטחת מידע ותלות בגורם שלישי, עלויות השימוש בענן הן גבוהות מאוד. תשתית לאומית של ענן תקל מאוד על החברות העסקיות, תוזיל את עלויות המחקר ותדחוף את המחקר קדימה. משתמשים פוטנציאליים בתשתית: תעשייה, חברות הזנק.

העלה את הצורך בתשתית: ד"ר זיו פרמן, מנהל מאגד BSMT (Brain Stimulation & Monitoring) Toolbox Consortium).

38. תשתית של כוח מחשוב נייד, הצטרפות לפרויקט MONRO - הצטרפות לתשתיות מו"פ קיימת

פרויקט אירופאי של הורייזן 2020: MONROE (Measuring Mobile Broadband Networks in Europe) (<https://www.monroe-project.eu>). תשתית של כוח מחשוב נייד (Mobile broadband networks test bed). מערכת המחשוב מותקנת באוטובוסים, רכבות, מכוניות וגם במקומות סטטיים במדינות שונות באירופה (נורבגיה, איטליה ועוד), בעלת כוח מחשוב חזק (מעבדים, Wi-Fi, תקשורת סולרית על יותר ממודם אחד), ומאפשרת לחברות להריץ ניסויים לאפליקציות אותן הן מפתחות. חברה שמפתחת אפליקציה כלשהי יכולה לבדוק אותה בזמן אמת בתשתית כזו (לא רק בנושאי תחבורה), למשל, בדיקה איך האפליקציה מתנהגת בתנאים אמיתיים, מידת ואופן השימוש באפליקציה על ידי אנשים שנוסעים ברכבת. תשתית כזו מחליפה את הצורך של עריכת ניסוי באמצעות מהנדס שמפתח את האפליקציה ועורך בעצמו את הניסוי ברכבת. הפרויקט עומד להסתיים ביוני 2018, והוא עדיין לא נמצא בשלב שבו הוא יוכל להמשיך להתקיים ממתן שירות לחברות תמורת תשלום. והפרויקט זקוק לתמיכה של מדינות בפעילות של התשתית. תמיכה של ישראל בהשתתפות של חברות ואקדמיה בתשתית תאפשר גישה לחברות ואקדמיה הזקוקות לשירות זה. משתמשים פוטנציאליים: כל חברה שמפתחת אפליקציות mobile, וידאו ותקשורת wireless.

39. IOT- Internet of things - רעיון בשלב ראשוני

רשת אינטרנטית הכוללת תוכנה וסנסורים חכמים לאיסוף מידע, הקלטה, מערכות פיקוד, צילום, עיבוד, אנליטיקה ועוד. המערכת מאפשרת להפעיל כל מכשיר באמצעות הסנסורים. הצורך: מעבדה בעלת מערכת למחקר ופיתוח.

העלה את הצורך בתשתית: ד"ר אביגדור זוננשיין, עמית מחקר בכיר, מוסד שמואל נאמן.

40. מרכז סייבר - רעיון בשלב ראשוני

לפני כ-8 שנים הוקמה ועדת סייבר. לאוניברסיטאות השונות יש מרכז מקומי למחקר בסייבר, הוקם מרכז סייבר בבאר שבע. מערב ממשלה, תעשייה, אקדמיה. אין פעילות תעשייה מלבד צ'ק פוינט. 2 וחצי מיליארד לחמש שנים ניתנו למטה הסייבר.

מרואיינים שהעלו את הצורך בתשתית: פרופ' אלוף במיל איציק בן ישראל, הפקולטה למדעי החברה, אוניברסיטת תל אביב. הפקולטה לניהול; אילן פלד, ד"ר אביב זאבי, ד"ר אמירם פורת, אניה אלדן זירת תשתית טכנולוגית ברשות לחדשנות.

להלן יוצג סיכום ומסקנות עיקריות שעלו מביצוע העבודה וההמלצות להמשך פעולה לגבי כל אחת מהמסקנות.

1. התשתיות שהועלו כנדרשות בתחומי הפיסיקה וההנדסה עוסקות בשני נושאים עיקריים: האחד, פיתוח טכנולוגיות שיאפשרו יותר מעבר של רעיונות אקדמיים לפיתוח מוצרים בתעשייה. תשתיות מסוג זה הן: המכון הישראלי לננו טכנולוגיה שמיועד לפיתוח טכנולוגיות ייצור לננו חלקיקים שפותחו באקדמיה, תשתית לחברות הזנק לבניית אב טיפוס לפיתוח טכנולוגיות ומוצרים ומרכז לאומי לפיתוח ובדיקות צ'יפים.

הערוץ השני הינו של תשתיות שנדרשות לצורך שיפור טכנולוגיות בתעשייה כגון: הרכבה של חלקים- תהליכי אוטומציה בתעשייה, קידום טכנולוגיות ושיטות ייצור מתקדם בתעשייה, מרכז לחומרים מתקדמים ושיפור טכנולוגיית הדפסת תלת מימד.

בנוסף, הועלה צורך בתשתית פיזית של שדה ניסויים לרכבים אוטונומיים בישראל. נושא זה נמצא בבחינה של משרד התחבורה.

כל התשתיות שהוזכרו נדרשות לחברות בתעשייה או תשתיות שנדרשות הן לאקדמיה והן לתעשייה.

בכולן קיימות תשתיות דומות בחו"ל שניתן ללמוד מהן אך קיים ערך מוסף רב וצורך בהקמת התשתית בארץ ולא בשימוש בתשתיות הקיימות בחו"ל.

המלצה להמשך פעולה:

לגבי כל אחת מהתשתיות הנדרשות בתחום ממולץ לגבש צוות מומחים. למומחים ישלח כל המידע שנאסף לגבי תשתית המחקר. המומחים יתבקשו לבחון את מידת התאמתה של התשתית המוצעת להגדרה של "תשתית מחקר לאומית" ואת רמת הצורך בתשתית זו לאור התשתיות הקיימות בארץ ובעולם.

במפגש של המומחים ידון: מהי התועלת הצפויה מהקמת התשתית לקידום התחום המדעי, קיום מסה קריטית של חוקרים שהתשתית נדרשת להם ופעילות מחקר בתחום, ותועלות רחבות יותר של הקמת התשתית למדינה ולחברה.

מומלץ לבחור תשתית אחת ולקיים פיילוט לגביה.

2. תשתיות נוספות בתחום הפיסיקה והחלל נמצאות כבר בתהליכי אישור, תקצוב והקמה. המרכז הישראלי לפוטוניקה בשלבי הקמה, למרכז הקוואנטום אושר תקציב גדול ע"י משרד ראש הממשלה, המרכז לליווינות זעירה הוצג בפני פורום תל"ם ובקשה להצטרפות בתשתית ESO נכללה במפת הדרכים של ות"ת.

המלצה להמשך פעולה:

אנו ממליצים שלא להמשיך לעסוק כרגע בתשתיות הנדרשות בתחום זה היות שהן נמצאות בשלבי הקמה ובטיפול של גופים שונים.

3. נושא מכוני המחקר נבחן בהרחבה במסגרת עבודה זו. נבחנו ארבעה מכוני מחקר. שלושת מכוני המחקר של מכון הפלסטיקה והגומי, מכון הקרמיקה והסיליקטים ומכון המתכות נותנים שרות לתעשייה ונדרש בהם שדרוג נרחב על מנת לענות לדרישות התעשייה.

מכון וולקני העלה צורך בחמש תשתיות חדשות שיקדמו באופן משמעותי את המו"פ שנעשה בארץ בתחום החקלאות והמזון.

המלצה להמשך פעולה:

נושא מכוני המחקר היישומיים מקבל התייחסות בימים אלה מרשות החדשנות שמקדמת הצעה לאיחוד שלושת מכוני המחקר הפלסטיקה והגומי, מכון המתכות ומכון הקרמיקה והסיליקטים. לכן, כדאי להמתין עם המשך העיסוק בשדרוג תשתיות אלה.

בנוסף, יש להרחיב ולכלול מכוני מחקר יישומיים נוספים.

4. התשתיות המרכזיות הנדרשות בתחום הרפואה ומדעי החיים הן ברובן מאגרי מידע שנמצאים בשלבי הקמה מתקדמים: בריאות דיגיטלית- ריכוז נתונים מהרפואה הקהילתית, מאגר גנומי קליני פסיפס, מידג"ם לדגימות ביולוגיות.

בנוסף הועלו רעיונות ראשוניים לתשתיות כגון שילוב חברות עסקיות בחקר בבתי חולים ותשתית מחקר לאומית לפיתוח תרופות.

צורך נוסף שעלה הינו לתשתית לאומית שתרכז את כל המחקר שנעשה בארץ בחקר מחלת הסרטן. תשתית שתגשר בין המחקר האקדמי למחקר הקליני בבתי החולים בנושא.

המלצה להמשך פעולה:

אנו ממליצים שלא להמשיך לעסוק כרגע בתשתיות של מאגרי המידע השונים, היות שהן נמצאות כבר בשלבי הקמה ובטיפולם של גופים שונים.

לגבי הרעיונות שנמצאים בשלב ראשוני של גיבוש הרעיון לתשתית ניתן לגבש צוות מומחים שיבנה תוכנית נרחבת ומפורטת יותר לגבי הקמת כל אחת מהתשתיות האלה.

5. תשתיות נדרשות בתחום **e-infrastructures** הן בעיקר עוסקות ביצירת תשתית ברמה לאומית למגוון נושאים שמטופלים כיום ברמה של החברות או של המוסדות האקדמיים. מחשבי על Big data, תשתית ענן לאומית שתיתן פתרון לנושאי אבטחת מידע, תלות בגורם שלישי ועלויות שימוש גבוהות, שקיימים בשימוש בשירותי ענן של חברות בינלאומיות. תשתית שדה בדיקות (Test bed) לפיתוח רשת סולארית 5G, Internet of Things-IOT ומרכז סייבר לאומי.

המלצה להמשך פעולה:

את נושא תשתיות ה-e-infrastructures יש להעמיק ולהמשיך לחקור באמצעות ראיונות עם מומחים מהמגזרים השונים, באשר לנחיצות הקמת כל אחת מהתשתיות האלה ברמה הלאומית. לדעת המומחים שריאיינו הדעות חלוקות בנושא האם תשתיות אלה נחוצות ברמה הלאומית מעבר להקמת תשתיות בנושא שנעשית על ידי ארגונים רבים במגזרים השונים.

במידה ויוחלט שיש צורך בהקמת תשתיות אלה ברמה הלאומית יש לגבש צוות מומחים לגבי כל אחת מהתשתיות שהועלו, שידון בהיבטים השונים הקשורים להקמת התשתית.

11.1 נספח א- סקירת תשתיות מחקר חדשות ועתידיות עפ"י תחומים, במפות הדרכים של מדינות נבחרות

הפרק שלהלן מציג תשתיות מחקר חדשות ועתידיות על פי תחומים עיקריים אותם כל מדינה איתרה על סמך ניתוח הנוף המחקרי ועל פי צרכיה האסטרטגיים.

המדינות שבהן נסקרו מפות הדרכים: אוסטרליה, קנדה, צרפת, גרמניה, הולנד, נורבגיה, שווייץ, בריטניה, שבדיה, פינלנד וארה"ב. בנוסף, נסקרה מפת הדרכים של ESFRI, של ות"ת וכן תכנית העבודה לתשתיות מחקר אירופאיות של Horizon 2020.

התחומים שנסקרו הם: סביבה, חקלאות ומזון, פיזיקה וחלל, מדעי הרוח והחברה, מתמטיקה, סייבר, מחשבים, תשתיות אינטרנט (e-infrastructure), חומרים, ייצור מתקדם, ננוטכנולוגיה, רפואה ומדעי החיים.

פיזיקה וחלל

אסטרונומיה ופיזיקה של חלקיקי חלל: האבולוציה של פרויקטים של אסטרונומיה ופיזיקה של חלקיקי חלל הולכת לקראת אינטרנציונליזציה בבניה ותפעול של תשתיות מחקר (ESFRI), פרדיגמה של התבוננות ופרשנות של תופעות ארעיות המונעות על ידי טלסקופים שונים וגלאים תת קרקעיים (ESFRI). המגמות העתידיות מצביעות על חקר האסטרונומיה באמצעות פלטפורמות משולבות באסטרונומיה אופטית ורדיו אסטרונומיה עם אפשרות של גישה לתשתיות מחקר אינטרנטיות (אוסטרליה). אוסטרליה זיהתה שקיימת אצלה חוליה חלשה בפורטפוליו של התשתית האסטרונומית הלאומית, בה יש חוסר גישה לטלסקופים האופטיים והאינפרה-אדום הגדולים ביותר.

פיזיקה גרעינית ופיזיקת חלקיקים: הגילוי של חלקיקי היגנס מעודדת תכניות שונות למדוד את המאפיינים שלהם בדיוק רב יותר (ESFRI). העדיפות הראשונה של אירופה בנושא פיזיקת חלקיקים היא ניצול הפוטנציאל המלא של מאיץ LHC (Large Hadron Collider) ושדרוג הבהירות (high-luminosity) של המאיץ ושל הגלאים במטרה להגדיל את תפוקת הנתונים פי עשר עד 2030 (ESFRI). המחקר בפיזיקה גרעינית מתייחס לבעיות פתוחות רבות הקשורות למבנה הנוקליאון, וכן לחומר גרעיני חם מאוד הנתן תובנה לגבי פלסמה של quark-gluon (ESFRI).

פיזיקה אנליטית: ישנה השקעה גדולה ביכולות פיזור נויטרונים, מקורות אור חדשים ושדרוגים משמעותיים למתקנים קיימים, כולל נתונים מוגברים ותשתיות אינטרנט. מתקנים אלו יספקו יכולת חדשה להדמיה ולהבנה של ההתנהגות של חומרים ומולקולות בקנה מידה אטומי (ESFRI). לנויטרונים תפקיד חשוב וייחודי בתחום החומרים המתקדמים והשימוש בהם מספק מידע שלא ניתן לקבל בטכניקות אחרות. סגירה של מקור נויטרוני יכולה להשפיע בצורה חמורה על תחומים אסטרטגיים אחרים כגון, רדיו-איזוטופים, מתקני הקרנה ל-doped silicon, muon, פוזיטרונים עבור מדע החומרים ופיסיקת החלקיקים, ניתוח ההפעלה, תכונות קוונטיות בסיסיות של הנויטרונים והקוסמולוגיה (ESFRI). השלב הבא של פיתוח של מתקנים לפיזור נויטרונים בכור המחקר הגרעיני OPAL יהיה שיפור יכולות קרני אור נויטרוניות (אוסטרליה), דבר שיאפשר פיתוח של כלים לציוד לדגימות בסביבות קיצוניות.

גלי כבידה: אוסטרליה היא בעלת מיקום גיאוגרפי טוב לבניה של גלאי של גלי כבידה מהדור השלישי, שיכול למקסם את הרזולוציה של המערך העולמי כולו (אוסטרליה). המעורבות של אוסטרליה מתאפשרת באמצעות מאגדים בינלאומיים.

דיוק המדידה: הדיוק חשוב בתחומי מחקר רבים. זה כולל מדידה ישירה של אפקט התארכות הזמן של איינשטיין (Einstein's time dilation effect), וגם את תדירות ההתייחסות לשעונים אטומיים, אסטרונומיה אופטית ואסטרונומית רדיו וכן ליישומי רדאר (אוסטרליה). טכנולוגיות קוואנטום חדשות יספקו טכניקות צפייה חדשות, וטכנולוגיות חדשות כגון הפיתוח של אופטיקת קוואנטום המשתמשים בה לגילוי גלי כבידה. צרכים עתידיים כוללים שיפור ביכולות של גלאים עתידיים מבוססי קוואנטום, ביו וננוטכנולוגיה (אוסטרליה).

תשתיות לדוגמא:

לייזר אלקטרוני, פיזיקת חלקיקים (בריטניה, שווייץ, ESFRI, גרמניה, נורבגיה, פינלנד):

- The Electron Beam Test Facility (EBTF) – **לייזר אלקטרוני חופשי מפולסים** (pulse free electron lasers), המתקן מאפשר את המחקר של פולסים קצרים מאוד ואינטנסיביים של אור. בזמן כתיבת מפת הדרכים, בריטניה לא היתה חברה בשום מתקן מחקר בינלאומי ואין לה מתקן משלה. השקעה במאיץ למחקר ופיתוח יאפשר לבריטניה למלא תפקיד משמעותי במתקן FEL של ESFRI (בריטניה).

- ATHOS beamline at the Swiss X-ray Free Electron Laser SwissFEL – **לייזר אלקטרוני חופשיים של קרני רנטגן**. דור חדש של מקורות אור המציעים יכולות ניסוי חדשניות בתחומי המדע השונים באמצעות קרני רנטגן ממוקדים ומאוד ממוקדים בעלי פולסים קצרים של 10 femtoseconds ואורכי גל עד ל- 1.0 ננומטר. רזולוציה זו חיונית על מנת לחקור תהליכים דינמיים מהירים במבנים אטומיים ומולקולריים, שכן תהליכים אלה מוגדרים על ידי רטט ברמת ה- femtosecond של האטום בקשר הכימי. תשתית מחקר של כלים (שווייץ).

- The Muon Ionisation Cooling Experiment (MICE) – שיתוף פעולה בינלאומי של פיזיקאים מתחום **המאיצים והחלקיקים** מאירופה, ארה"ב ויפן. יש צורך בהמשך השקעה בשלבים נוספים של הניסוי על מנת לפתח טכנולוגיות מפתח של מאיץ חלקיקים מיואון (muon colliders) ושל "מפעל" הניטרינו על מנת לענות על שאלות בסיסיות לגבי מאפייני החומר (בריטניה).

- Particle astrophysics and neutrino experiments – **פיזיקת חלקיקים**, גלאי גלי כבידה מבוססי קרקע, גלאי חומר אפל וקרני קוסמית גבוהה. מעורבות בפיתוח של הדור הבא של גלאים תניב יכולת השתתפות של בריטניה במחקר העולמי. עדיין לא תשתית. תחום שבריטניה מבקשת להשקיע בו. מעורבות של בריטניה בדור הבא של הגלאים יעזרו לה להשתתף במציאת תשובות לשאלות בתחום. לבריטניה תרומה משמעותית בתחום פיזיקת הניטרינו. ישנם מספר מחקרים בינלאומיים מתקדמים בניסויי הניטרינו של הדור הבא, שיאפשרו לפיזיקאים לקבל הבנה טובה יותר של הניטרינו ולשפוך אור על הבנתם את הפיזיקה מעבר למודל הסטנדרטי. מגוון של מתקנים ייעודיים נדרשים ללמידה של חלקיקים ופיזיקה גרעינית (בריטניה).

- CTA – **טלסקופ צ'רניקוב (Cherenkov)**. טלסקופ CTA מתוכנן להיות המתקן הקרקעי המתקדם ביותר בעל קרני גמא אסטרונומיים באנרגיה גבוהה מאוד. המתקן יחולק בין שני אתרים, חצי הכדור הדרומי והצפוני, וירחיב את המחקר של המקור האסטרופיזיקלי לקרני גמא באנרגיה גבוהה ויחקור את התהליכים הקוסמיים הלא-תרמיים. CTA יספק את המבט השלם והמפורט הראשון של היקום בחלק זה

של ספקטרום הקרינה, ויתרום להבנה טובה יותר של התהליכים הקוסמולוגיים והאסטרופיזיקליים, כמו המקור של הקרניים הקוסמיות ותפקידם ביקום, הטבע והמגוון של האצת חלקיקים מסביב לחורים שחורים והרכב האולטימטיבי של חומר מעבר למודל הסטנדרטי. תפעול המתקן מתוכנן לשנת 2023 (ESFRI: בריטניה, שבדיה, גרמניה, צרפת, פינלנד, שווייץ – בוחרת את השתתפותה בפרויקט).

- Center for biomedical research in space – תשתית מחקר חדשה עתידית שתאפשר גישה קלה למחקרים בכבידה נמוכה עבור חוקרים ותעשייה. תשתית מחקר של מידע ושירותים. שירותי הליבה של התשתית יכללו סוגים שונים של מחקר מיקרו-כבידה מבוסס קרקע כגון Random Positioning Machine (RPM). בעתיד יתווספו מחקרי מיקרו-כבידה חדשים כגון ריחוף מגנטי (magnetic levitation), drop tower. בנוסף, השירותים יכללו שימוש במעבדות ביולוגיות ותשתיות אינטרנט (e-infrastructure) יעודיות (שווייץ).

מאיצים (Horizon, בריטניה, שבדיה, שווייץ, ESFRI, גרמניה, ארה"ב, צרפת, פינלנד):

- HL-LHC - בהירות גבוהה של מאיץ חלקיקים הדרון גדול (High-Luminosity Large Hadron Collider). מאיץ חלקיקים ב-CERN הגדול בעולם. הניסויים במאיץ זה הפיקו את התגליות הפורצות דרך של חלקיק היגס-בוסון. המאיץ מסתמך על מספר טכנולוגיות חדשניות, כולל שילוב של מגנטי מוליכים הנמצאים בחזית הטכנולוגיה, מוליכי על מאוד מדויקים RF עבור סיבוב של קרני אור, וכן קישורים מוליכי חשמל בעלי הספק גבוה עם אפס פיזור אנרגיה. השקעה בתכנית השדרוג של LHC הינה חיונית להמשך המחקר והבנת הטבע הבסיסי של העולם. נדרשת השקעה בשדרוג ובתשתיות מחשוב שמטרתו להתמודד עם שיעורי הנתונים הגדלים תמידית. שנת ההפעלה הצפויה: 2026 (ESFRI, בריטניה, שבדיה).

- Compact Muon Solenoid (CMS) Detector Phase I Upgrade - אחד ממספר גלאים המשולבים במאיץ LHC, במרכז לחקר פיזיקת חלקיקים CERN. הגלאי נועד לאפיין את התגובה השונה לתפוקות המופקות באנרגיה גבוהה מאוד של התנגשויות של פרוטון עם פרוטון, המתרחשים באזורי האינטראקציה שבה שני קרני אור מחזוריות מתנגשות (ארה"ב).

- A Toroidal LHC Apparatus (ATLAS) Detector Phase I Upgrade – אחד משבעת גלאי החלקיקים (ממוקם במאיץ LHC, במרכז לחקר פיזיקת חלקיקים CERN). הגלאי הופך את ההתנגשויות לחלקיקים חדשים שעפים מנקודת ההתנגשות לכל הכיוונים. ישנן שש תת מערכות גילוי שונות המסודרות בשכבות מסביב לנקודת ההתנגשות והמקליטות את הנתונים, המומנטום והאנרגיה של החלקיקים ומאפשרות לזהות אותם באופן אינדיבידואלי (ארה"ב). AIDA-2020 - גלאי מאיצים. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה (Horizon).

- ARIES - מחקר מאיצים. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה (Horizon).
- EuPRAXIA - מאיצי חלקיקים. הצעה עבור Horizon 2020 למחקר על "מחקר פלזמת מאיץ עם מצוינות ביישומים". התשתית נמצאת בשלב היישום (Horizon).

- EuroCirCol - מחקר מאיץ חלקיקים של אנרגיה מעגלית גבולית. התשתית נמצאת בשלב התכנון (Horizon).

- Quaco - מאיץ חלקיקים. התשתית נמצאת בשלב החדשנות (Horizon).
- Cremlin - קישור בין מדדים של רוסיה ואירופה עבור תשתיות מחקר בקנה מידה גדול (Horizon).

- ENSAR2 - מתקן לפיזיקה גרעינית. המדע הגרעיני האירופאי ומחקר יישומי. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה (Horizon).
 - IDEAL - מתקן לפיזיקה גרעינית. פיתוח של **gAnilspiral2**. התשתית נמצאת בשלב היישום (Horizon).
 - CLONETS - שירותי שיעון (**clock services**) ברשתות של סיבים אופטיים (Horizon).
 - FILL2030 - מתקן נויטרונים. התשתית נמצאת בשלב היישום (Horizon).
 - Neutrino Physics Program at Fermilab (Chicago, USA) – מאיץ חלקיקים, פיזיקת חלקיקים. פרויקט של ארה"ב. המעבדה מבוססת על שיתוף פעולה בין קבוצות מחקר בעולם (שוויץ – בוחנת את השתתפותה בפרויקט).
 - FAIR – מתקן מחקר לאנטיפרוטון ויונים, מאיץ חלקיקים. התשתית מוכוונת להיות אחת ממתקני המחקר הפיזיקלי הגרעיני והחלקיקי הגדול ביותר. המתקן בבנייה ומקושר למתקן המחקר בגרמניה. המתקן מבוסס על שני סופר מוליכים של סינכרוטרוניים בעל היקף של 1,100 מטרים, אחד על השני באותה המנהרה. שני הסינכרוטרונים יספקו קרני אור שונים ויונים כבדים. הרכב של טבעות אחסון שונות, מטרות ייצור וספקטרומטרים מפרידים יספקו קרני אנטיפרוטון וקרניים רדיואקטיביות משניות. קרניים אלה מיועדות לתכניות מחקר בפיזיקה גרעינית ולתחומים מדעיים נוספים כגון מדעי החומרים וביולוגיה. התשתית מתוכננת להיות פעילה בשנת 2018 (שבדיה, גרמניה, צרפת).
 - JYFL-ACCLAB – מעבדת מאיץ בתחום הפיזיקה הגרעינית. תשתית קיימת של המחלקה לפיזיקה באוניברסיטת Jyväskylä בפינלנד, המיועדת לשדרוג. תוכנית המחקר של המעבדה כוללת פרויקטים שנבחרו על בסיס תהליך בינלאומי פתוח. בין השירותים הניתנים בתשתית, קרני אור יוניות של איזוטופים יציבים עד לקסנון (xenon) שמאיצים אותם לאנרגיות גבוהות, וכן כלי מחקר מודרניים, שרובם תוכננו ונבנו בתשתית עצמה. שדרוג התשתית מתוכנן להימשך עד שנת 2019 (פינלנד).
- אסטרונומיה (Horizon, בריטניה, שבדיה, שווייץ, ESFRI, גרמניה, ארה"ב, צרפת, פינלנד, הולנד):
- GERST - טלסקופ סולרי. התשתית נמצאת בשלב התכנון (Horizon).
 - RadioNet - רדיו אסטרונומיה מתקדם. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה (Horizon).
 - OPTICON - רשת משולבת לאופטיקת אינפרה אדום. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה (Horizon).
 - AHEAD - פעילויות משולבות לאסטרופיזיקה באנרגיה גבוהה. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה (Horizon).
 - EPN2020-RI - מחקר פלנטרי. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה (Horizon).
 - ORISON - מחקר אסטרונומי המבוסס על בלונים סטרטוספריים (stratospheric balloons). התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה (Horizon).
 - Astronomy infrastructure – Square Kilometre Array (SKA) – מתקן רדיו-אסטרונומיה בקנה מידה גלובלי. התשתית תכלול רשת בין-יבשתית של אלפי טלסקופי רדיו ואנטנות. האסטרונומים מקווים להשתמש בטלסקופ כדי ליצור "סרט" של המעבר מהתקופה האפלה הקוסמית (התקופה שבין 300 ל-150 מיליון שנה לאחר המפץ הגדול, כאשר היקום מכיל מעט קרינה), לתקופה של היקום כפי שאנו מכירים אותו היום. התשתית תשמש גם לחקר גלי כבידה באמצעות פולסרים, כמו גם שדות מגנטיים

ומקורותיהם, חומר אפל, מודיעין חוצני (SETI) ותופעות רבות אחרות (ESFRI: בריטניה, שבדיה, הולנד, שווייץ – בוחנת את השתתפותה בפרויקט).

- IRAM - מכון בינלאומי (צרפת-גרמניה-ספרד) **לרדיו אסטרונומיה** באורך גל מילימטר. המכון אחראי על פיתוח ותפעול ומציע לקהילה המדעית שני מצפים בטווחי אורך גל של מילימטר ותת המילימטר (0.8-3.5 מילימטר). הכלים במכון מאפשרים תצפיות מגוונות. תחומי המחקר כוללים מחקרים במערכות סולריות (אטמוספירה פלנטרית ושביטים), כוכבים וקדם כוכבים, ותהליכי אבולוציה של הכוכבים, מאפיינים כימיים ופיזיקליים, גלקסיות קרובות ועוד. מצפי הכוכבים של המכון הם: 1. אנטנה באורך 3-מטרים הממוקמת ב-Pico Veleta בסיירה נבדה, ספרד. 2. מד התאבכות המורכב משבע אנטנות באורך 15 מטר, הממוקמות ב-Plateau de Bure (האלפים הצרפתיים). המכון זקוק לשרוג עד שנת 2019 בבנייה של 12 אנטנות. עלויות תפעול: 11 מיליון יורו לשנה (צרפת).

- European Extremely Large Telescope (E-ELT) – **הטלסקופ הגדול ביותר בעולם** (בעל קוטר של 40 מטרים בקירוב) שמפותח על ידי המצפה הדרומי האירופי. רמת הרגישות גדולה במאות מונים מהטלסקופ הגדול ביותר הנוכחי, ותאפשר לראשונה תצפית ישירה על כוכבי הלכת במערכות שמש אחרות. המטרות המדעיות כוללות הדמיה ישירה של כוכבי לכת מחוץ למערכת השמש וחקר מקור החיים; חקר כל מרכיבי היקום: כוכבים, גלקסיות ואשכולות של גלקסיות; חקר האובייקטים הראשונים בעולם: גלקסיות, חורים שחורים. (ESFRI: בריטניה, הולנד, גרמניה, צרפת).

- ET – **טלסקופ המתוכנן לגלות גלי כבידה מהחלל**. הצורך: הטלסקופ עדיין לא קיים והמתקן מבקש לבנות אותו. הטלסקופ יהיה בעל 6 מדי התאבכות, כל אחד באורך של 10 ק"מ, כלומר, בעל רגישות גבוה יותר מכל מה שקיים היום. העיצוב של הטלסקופ כבר נעשה. התכנון הראשוני של ה-ET כבר הושלם. תוכנית הדרישות נמצאת בהכנה. בשלב 1 תהיה את הבחירה של המיקום האופטימלי (בחירה סופית צפויה סביב 2020), לוח הזמנים והמימון, ולאחר מכן הטלסקופ ייבנה בשלב 2. (הולנד).

- KM3NeT – **טלסקופ ניטרינו בים התיכון**. חקר הניטרינו על מנת ללמוד יותר על "ghost particles", ומידע על אירועים הקורים בחלקים הרחוקים של היקום. על מנת ללמוד על ניטרינים מהחלל החיצון יש צורך בגלאי עצום. התנגשות של ניטרינים באמצעי האיתור מייצרת הבזק קטן של אור צ'רנקוב (Cherenkov). אור זה צריך להימדד על ידי רשת תלת ממדית של חיישנים. מי הים התיכון הם אמצעי האיתור האידיאליים. המיקום של חלק מהטלסקופ יהיה 100 קילומטרים מהחוף של סיציליה, איטליה, והחלק האחר ימוקם 40 קילומטרים מהחוף של טולון, צרפת. הצורך: ישנה תחילת בנייה. המשך בנייה. החוקרים יוכלו לגלות באמצעות הטלסקופ היכן נמצאים מאיצי החלקיקים בחלל ולגלות איך הם מפיקים קרינה קוסמית (ESFRI, צרפת, הולנד).

- Large Synoptic Survey Telescope - LSST. התשתית בשלב הבנייה. הטלסקופ יבצע את **ההדמיה העמוקה והרחבה ביותר של היקום**. הטלסקופ נמצא בבניה החל משנת 2014 ב-Cerro Pachón, צ'ילה. לטלסקופ עיצוב קומפקטי ייחודי הכולל שלוש מראות (8.4 מטר, 5 מטר ו-3.4 מטר) המובילות לשיעור גבוה מאוד ($319 \text{ m}^2 \text{ deg}^2$): כל תמונה פנורמית תכסה אזור בגודל של 40 פעמים מגודל הירח. המהירות שלו המשולבת עם העומק והגודל של שדה הראיה תספק לטלסקופ יכולות תצפית יחודיות. בתקופה של עשר שנים, הטלסקופ ימפה את כל השמים הנראים בתדירות של פעמיים

בשבוע, תוך אספקה של סרט מדויק של העולם הדינמי. התחלת תכנית התצפית ותפעול התשתית צפויה בשנת 2022 (ארה"ב, צרפת).

- EST - **טלסקופ שמש** ללימוד תהליכים בסיסיים בשמש השולטים באטמוספירה הסולארית ובפעילותה ובתנאים הפיזיים בהליוספירה. אחת המטרות של הטלסקופ היא לטפל בשאלה הנוגעת להופעת שדות מגנטיים על פני השמש והעברת אנרגיה מגנטית וקינטית משכבות תת-קרקעיות לאטמוספירת השמש. זוהי שאלת המפתח להבנת האופן שבו השדה המגנטי שולט באטמוספירה הסולארית ובפעילותה. כמו שהשמש היא הכוכב היחיד שבו ניתן התכונות של פוטוספירה וכרומוספירה, כך תצפיות אלה יהיו רלוונטיות מאוד לאסטרופיזיקה. להבנה של האינטראקציה בין פלזמה ושדות מגנטיים ישנם יישומים טכנולוגיים רבים, למשל, היתוך כורים גרעיניים. שנת ההפעלה הצפויה: 2026 (ESFRI).
- Advanced Daniel K. Inouye Solar Telescope (DKIST) – **טלסקופ סולרי**. נקרא בעבר Advanced Technology Solar Telescope (ATST). טלסקופ שעדיין נמצא בשלב התכנון ומיועד להיות הטלסקופ הסולרי הגדול בעולם. הטלסקופ יספק תצפיות חסרות תקדים של תהליכי פלזמה סולריים ושדות מגנטיים, ויאפשר הבנה עמוקה יותר של השמש. המתקן יבנה במצפה High Altitude Observatory הנמצא במאווי, הוואי. הטלסקופ מתוכנן להיות באורך 4 מטרים בעל אופטיקה מסתגלת ושדה ראייה של 3 arc minutes (יחידת מידה למדידת זווית השווה ל-1/60 של מעלה אחת) ורזולוציה זוויתית של פחות מ-0.03 arc seconds (ארה"ב).
- ESO (European Southern Observatory) – **ארגון אסטרונומי בינלאומי הגדול באירופה**. המפעיל את **הטלסקופים המתקדמים ביותר בתחומי אינפא-אדום, אופטיקה ורדיו**. בשנים הבאות יבנה טלסקופ ומצפים אסטרונומיים בצ'ילה על מנת לקדם את המחקר בחלק השמים הנמצא בחצי הכדור הדרומי (מראות של 39 מטרים) וישראל בשנת 2023. ישראל מבקשת להיות חברה בתשתית זו ועל פי מפת הדרכים 2016 של ות"ת עלות דמי חברות לשנתיים נאמדים בסך 2 מיליון יורו (שבדיה, ות"ת).
- CDCC-Common Data Center for Astronomy, Astroparticle and Cosmology – התשתית טטפח את הפיתוח של פעילויות מרכז הנתונים בהקשר של מתקנים מבוססי חלל ומבנים מבוססי קרקע באסטרופיזיקה ייעודית בכללותה ותציע שירותים לפיתוח פעילויות מידע הקשור ל**אסטרופיזיקה וחלל**, כולל אסטרו-חלקיקים וקוסמולוגיה. התשתית מבוססת על 20 שנות פעילות, החל בהקמת מרכז הנתונים המדעי INTEGRAL בז'נבה, הממונה על חלק ניכר מפעילות הקרקע של מצפה הכוכבים של סוכנות החלל האירופית. תשתית מחקר טכנית (שווייץ).
- The future of dark matter detection with liquid xenon - XENONnT and DARWIN – בנייה ותפעול של **גלאי לזיהוי ישיר של חומר אפל** בתחום פיזיקה ניסויית של אסטרו-חלקיקים. תשתית המחקר המוצעת תענה על נושא האופי של החומר האפל בגלקסיית שביל החלב באמצעות ערוצי אינטראקציה שונים ותפתח הזדמנויות מחקר חדשות. לדוגמה, חלופות של חומר אפל כמו axion של השמש (חלקיק יסוד משוער בעל מסה ואנרגיה נמוכות), חלקיקי גלקסיה כמו axion, ניטרונים סטריליים בעלי מסה בתחום של 100keV ועוד. תשתית מחקר של כלים (שווייץ).
- ATHENA - פרויקט של סוכנות החלל האירופית: **בחינת גזים חמים וחורים שחורים** באמצעות טלסקופ מתקדם לאסטרופיזיקה של אנרגיות גבוהות לצפייה בקרני רנטגן. בהשוואה לטלסקופים של קרני רנטגן הנוכחיים (ATHENA (Chandra and XMM-Newton) יהיה כעשר עד מאה פעמים רגיש יותר, ולכן חלק מהחלל שנצפה בכל פעם, יהיה גם הרבה יותר גדול. יכולת זו תאפשר לפענח לראשונה מבנים גזיים

בראשיתיים ולהבין את היווצרותם של חורים שחורים מסיביים רחוק אחורה בזמן. העבודה על בניית הטלסקופ החלה אך הטלסקופ עצמו עדיין לא קיים (הולנד).

- - - Euclid Cosmology Mission – הדור הבא של **לוויין חלל** של ESA (European Space Agency). פרויקט הקוסמולוגיה החשוב ביותר בעשור הבא. המטרה היא לפתור את בעיית האנרגיה האפלה: מדוע התפשטות היקום מואצת והאם זה נגרם בגלל שהאנרגיה האפלה ממלאה את החלל או בגלל סטייה בחוקי כוח המשיכה של תיאורית היחסות. התשתית תחקור גם את הפיזור של אנרגיה אפלה בחלל ותתרום למחקר זה (ESFRI: פינלנד).

רעיונות חדשניים המיועדים לתקצוב של Horizon 2020 בתחום טכנולוגיות קוואנטום:

- AQuS - תפתח **פלטפורמות לסימולציות דינמיות**, ותשתמש בהן כדי לענות על שאלות מפתח שלא נחקרו לגבי כוחם של סימולטורים קוונטיים, כמו גם כדי לחקור שאלות חשובות בפיסיקה בסיסית ויישומית.
- NanOQTech - תפתח **מתקני קוואנטום היברידיים ברמת הננו**, הנצמדים בצורה חזקה לאור. טכנולוגית קוואנטום אופטית חדשה זו יכולה להמיר תקשורת קוואנטום, עיבוד ושליחת מידע.
- nuClock - מציעה לפתח **סוג חדש של שעון, המבוסס על שינוי גרעיני ייחודי ב-Thorium-229**.
- RYSQ - המטרה היא ליישם **סימולטורים קוונטיים של Rydberg** עם יישומים פוטנציאליים במערכות קצירת אור (light harvesting) מלאכותיות.
- Supertwin - המטרה היא לפתח טכנולוגיה עבור **מיקרוסקופ אופטי מתקדם עבור הדמיה קוואנטית** ברזולוציה גבוהה.
- QCUMbER - המטרה היא לשפר באופן דרמטי את היכולות של ערוצי הקוואנטום עבור מצב אות בודד, המאפשרים **מדידה מדויקת של זמן-תדירות** מעבר לגבולות הקלאסיים הקיימים היום.
- QUCHIP - יישום של **סימולציית קוואנטום על מעבדים פוטונים**, לביצוע משימות עם מערכות קוואנטום מבוקרות המסוגלות להגיע ליכולות שהן מעבר לגבולות הרגילים של המחשבים הדיגיטליים.
- QUIC - הבנה כמותית של יחסי הגומלין העדינים של **התופעות הקוונטיות במבודדים ובמוליכים** והנחת היסודות לתכנון החומרים הקוונטיים.
- QuProCS - פיתוח גישה חדשה לחקירה של **מערכות קוונטיות מורכבות עבור סימולציות קוונטיות, המבוססת על כימות ואופטימיזציה של מידע**.

מתמטיקה, סייבר, מחשבים, תשתיות אינטרנט (e-infrastructure)

כל תשתיות המחקר בקנה מידה גדול תלויות במשאבים של טכנולוגיות מידע ותקשורת (ICT) (ESFRI). תשתיות האינטרנט פועלות בתחומים של רשת לימוד ומחקר, מחשוב ומידע, מחשוב ענן וזרימת נתונים (ESFRI) וחשובות לקידום תחומי המחקר השונים. המחקר בדיסציפלינות השונות דורש מערכת אקולוגית של משאבי מחשב (e-infrastructure) המאפשרים שיתוף פעולה מחשבי מבוצר, ניתוח וסימולציה בקנה מידה גדול, וגישה מהירה לנתונים ומתקנים, יחד עם יכולות מתקדמות, שיטות וכלים הנדרשים לניצול הפוטנציאל ליצירת ידע. נדרשת השקעה בכל הפרמטרים של תשתיות אינטרנט: מחשבים, תוכנה, נתונים, יכולות, אבטחה ואימות, רשתות (בריטניה). מגמה בולטת היא התלות הגוברת במידע דיגיטלי, והמורכבות והגיוון של המידע. צמיחה זו בנפח המידע ובמורכבות המידע יצרת דרישה לתשתית ולצוות מיומן לתמוך בה (אוסטרליה).

HPC (High Performance Computing) – סביבת ה-HPC הקיימת עונה על הצרכים של big data (עיבוד, ניתוח, כריית מידע, machine learning), בנוסף לתפקיד המסורתי של מידול וסימולציה מחשב. יש צורך להעצים את יכולות ה-HPC (אוסטרליה). בשנת 2011 פורסם דוח של הקבוצה המייעצת לתחום (בריטניה). על פי דוח זה, המודל הנוכחי שבו כל מוסד מחקר משקיע במחשוב בעל ביצועים גבוהים (HPC) אצלו בלבד, אינו מודל אופטימלי מבחינת יעילות. יש צורך בשיתוף פעולה ברמה של אוניברסיטאות מקומיות ואזוריות על מנת להבטיח שהשקעות עתידיות "יחברו" למניעים אסטרטגיים אזוריים וארציים (בריטניה). יש צורך בשיתוף של משאבי חומרה, היות והיקף הדרישה בחומרה הוא מעבר ליכולת המימון של ארגונים בודדים (בריטניה).

תשתיות מחקר דיגיטליות: תשתיות מחקר דיגיטליות מבוססות על מחשוב מתקדם, רשתות, אחסון מידע, תוכנות מחקר וניהול מידע. יכולות אלו נדרשות בכל הדיסציפלינות המדעיות (קנדה). בקנדה זיהו פער בין הדרישה לבין הזמינות של מחשוב, רוחב פס ויכולות אחסון. קיים צורך דחוף למימון וקואורדינציה רחבה יותר על מנת לממש את הפוטנציאל הקיים בתחום (קנדה). יש צורך אינטגרציה גדולה יותר בין קהילות לאומיות מדעיות באינטרנט לבין תשתיות אינטרנט (שבדיה).

תשתיות סייבר: צורך בתשתית למחקר ממוחשב עתיר נתונים (קנדה). קנדה החליטה להשקיע בנתוני מחקר של פרויקטים על מנת לתכנן את הדרכים האופטימליות לארגון ושימוש במשאבי נתונים למחקר, וכן בשדרוג ומודרניזציה של יכולות אחסון של מידע ממוחשב המנוהלות של פלטפורמת מחשוב ומחקר.

דוגמאות לתשתיות:

תשתית מידע, ענן (Horizon, שווייץ, פינלנד, שבדיה)

- EOSCpilot - **ענן מידע** אירופאי פתוח למחקר בתכניות הרצה. התשתית נמצאת בשלב ההרצה (Horizon).
- SoBigData - **תשתית מידע**. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה (Horizon).
- The Swiss edu-ID and the Swiss Academic Cloud based on the Academic Network
- SWITCHlan - התשתית היא שיתוף פעולה של מספר אוניברסיטאות שוויצריות שמטרתן **לספק מידע עדכני ושירותי תקשורת** (e-infrastructure). התשתית תספק קשר אינטרנטי יציב, החלפת מידע ונתונים מהיר ומאובטח (100 ג'יגהבייט לשניה) וקשר מעולה לרשתות בינלאומיות. תשתית המספקת **שירותי מידע ותקשורת למחקר והשכלה** (שווייץ).
- FGCI – תשתית לאומית עתידית בנושא **Grid and Cloud**, מחשוב ענן לתחומים המדעיים. השירותים שיסופקו על ידי התשתית הם: התשתית תספק באופו סימולטני יכולות מחשוב מבוצרות לכל הסקטורים המדעיים ועבור שיתוף פעולה עם התעשייה באמצעות רשתות ומחשוב ענן העדכניות ביותר. התשתית מבקשת לשלב משאבים מחלקים שונים של פינלנד לפלטפורמה אחת למשימות הדורשות יכולות מחשוב גבוהות. בניית התשתית החלה בשנת 2014 ומתוכננת להימשך עד לשנת 2019 (פינלנד).
- Initiative for Data Science in Switzerland (IDSS) – הרחבת הידע באמצעות ניתוח של נתונים בנפח גבוה, ממוסכים ברעש והטרוגניים. התשתית מאפשרת **להבין, למדל ולנבא מערכות מורכבות** כגון רשתות חברתיות, שווקים כלכליים, מערכות מזון עולמיות, סביבה ותכנון עירוני. המרכז ישרת מטרה כפולה, תמיכה בפרויקטי מחקר בנושאים ורטיקליים, והתייחסות לנושאי מחקר בתחומים של מדעי הנתונים וטכנולוגיות מאפשרות. המרכז יפתח רשת תמיכה במדע הנתונים תוך עבודה בשיתוף פעולה

הדוק עם קבוצות מחקר וטיפוח שיתוף פעולה בין משתמשים לבין מדעני נתונים; יציע שירותי מדע נתונים לקהילת המחקר בשווייץ, ובמיוחד סדרה של שירותי נתונים end-to-end המגובה על ידי שירותי ענן אקדמיים ומסחריים; יצירת קהילה של משתמשים לשיתוף כלים, שיטות וידע בתחום (שווייץ).

- **The Nordic e-infrastructure Collaboration – NeIC** – התשתית היא יוזמה משותפת בין המדינות הנורדיות כדי להקל על פיתוח פתרונות של תשתית אלקטרונית, e-infrastructure, עבור קהילות מחקר נורדיות. שיתוף הפעולה החל כבר ב-2003 כפיילוט של Nordic Data Grid (NDGF), שהוביל לחדשנות ולפריסה מוצלחת של השירות הראשון והיחיד של Tier-1 במסגרת שיתוף הפעולה של WLCG. בשנים מאוחרות יותר הורחב היקף שיתוף הפעולה בהדרגה והקיף טווח רחב יותר של תחומים מדעיים. פעילות הליבה של התשתית היא להמשיך את הפעילות והתמקדות בפתרונות של תשתיות אלקטרוניים חדשים עבור קהילות מחקר נורדיות אחרות, שעבורן פתרונות תשתית אלקטרוניים קולקטיביים הם המפתח להצלחה. עד כה השיקה החברה פעילות בשני תחומים חדשים, מדעי הביו-רפואה ושירותים גנריים ב-e-infrastructure (שבדיה).

HPC (שווייץ, נורבגיה, פינלנד, גרמניה)

- **GCS Gauss Centre for Supercomputing** – תקשורת מחשבים ורשתות מחשבים בעלות ביצועים גבוהים. המטרה העיקרית של התשתית היא הפיתוח של סביבת מחשבי-על עם מערכת ארכיטקטורות משלימה עבור מדעי המחשב וההנדסה. התשתית תספק גישה למשאבי המערכת של שלושת מרכזי מחשוב ותהיה זמינה באופן חופשי לכל פעילויות המחקר המדעי והתעשייתי. איכות הפרויקטים ומשמעותם ארוכת הטווח של החברה והמדע נבחנים על ידי ועדה של מומחים מדעיים עצמאיים ומוכשרים. התשתית פעילה משנת 2017 (גרמניה).
- **PRACE** – תשתית אירופאית בנושא משאבי מחשב חזקים (**HPC computing**). תשתית ESFRI. השירותים המסופקים על ידי התשתית הם משאבי Tier-0 ו-Tier-1 בפרוייקטי מחקר מדעיים ממוחשבים בפינלנד. לתשתית שני שלבי בניה: הראשון מתוכנן עד 2015, והשני עד 2020. תפעול התשתית מתוכנן לשנת 2020 (פינלנד).
- **E-INFRA 2014- a national e-infrastructure for science** - תשתית אינטרנטית לאומית למדעי המחשב, המציעה שירותים מבוססי **HPC (High Performance Computing)** ומערכות לאסון נתונים עבור נתונים מדעיים. מחזור החיים של מערכות אלו הוא כ-4-5 שנים. המטרה של הפרויקט היא להחליף מערכות מיושנות במערכות חדשות לשיפור הקיבלות והביצועים (נורבגיה).
- **Swiss High-Performance Computing and Networking Initiative (HPCN/HPCN-20)** – המטרה היא לפתח ולתפעל מעבדת משתמשים תחרותית למדע מבוסס סימולציה, ולאפשר למדענים להסביר נתונים ניסויים של מערכות מורכבות עם שיטות מתמטיות מתקדמות. משאבי המעבדה נגישים גם ברמה העולמית. התוכנית לשדרוג התשתית היא להמשיך את הפיתוח של גישת תוכנה ותכנון החומרה על מנת ליצור צמתים חישוביים חדשים, מתוכננים בשנת 2016. בנוסף, שמירת מעבדת המשתמש ברמה הנוכחית עד סוף העשור נדרש דור חדש של המערכת פיתוח ופריסה החל משנת 2018. תשתית מחקר טכנית (שווייץ).

מתמטיקה (צרפת)

GERM – תשתית למחקרים במתמטיקה. תשתית המחקר תעזור חשמו מצוינות באמצעות משימות שונות: תיאום של שיתוף פעולה והחלפת מידע של מרכזים בינלאומיים; תקדם את תחום המתמטיקה והאינטרקציה שלה במדינות מתפתחות; תתאם את שיתופי הפעולה בין הקהילה המתמטית, יזמים וחברה; תציע גישה לספריה ויזואלית מתמטית ותבנה פלטפורה של הרצאות הניתנות על ידי מתמטיקאים מרחבי העולם; תחזק את התיאום ואת שיתופי הפעולה בין מוסדות. התשתית נמצאת בהקמה. עלויות תפעול: 2.2 מיליון יורו. (צרפת).

RNRVA – פלטפורמת רשת ארצית למציאות וירטואלית. התשתית מבקשת לספק חומרה, תוכנה ויכולות. המטרה של התשתית היא לקדם ולהניע את הצעדים הבאים בתחום: הפריסה הראשונה הגדולה בתחומי מדעים נוספים מלבד מחשבים למשל בתעשיות שונות. משימתה היא לספק חומרה, תוכנה ויכולות לסקטור האקדמי אבל גם לעולם העסקים. התשתית תקרב בין מעבדות המחקר והתעשחה על מנת להפיק השפעה תעשייתית ומדעית חשובה. התשתית נמצאת בהקמה. עלויות תפעול: 7 מיליון יורו. (צרפת).

רעיונות חדשניים המיועדים לתקצוב של Horizon 2020 בתחום הרובוטיקה:

- Complinnova - פיתוח רובוט רב שימושי המצויד במערך אולטרא-סוני (ultrasonic Phased Array PA -), ותרמוגרפית אינפרא-אדום (Infrared Thermography) על מנת לאתר, להעריך ולתקן נזקים על מרכיבי מתכתיים או מרוכבים במטוסים.
- DREAM - דור חדש של רובוטים אוטונומיים המשלבים תהליכי שינה מדמי חלומות, ארכיטקטורה קוגניטיבית לגילוי, אופטימיזציה ואיחוד של ידע.
- FLORA ROBOTICA - לימוד צמיחה של צמחים באמצעות הדרכה פרוגרסיבית וסימביוטית של מערכת רובוטית, וכיצד מערכת אקולוגית זו של צמח-רובוט-אנוש יכולה להסתגל לסביבה האנושית.
- GOAL-Robots - מציעים ליצור רובוט אוטונומי לומד מבוסס מטרה היכול לתפקד כרובוט שירות ולטפל בצרכים חברתיים חשובים.
- PHOENIX - יחקרו קו חדש של טכנולוגיה שתאפשר חקר של סביבות שהנגישות אליהן אינן קלה, מסוכנת וחדשנית. מטרתו העיקרית של הפרויקט הן: פיתוח מסגרת אבולוציונית משותפת, תכנון טכנולוגיית סוכן רב-תכליתית ופיתוח ממשק אנושי ייעודי.
- socSMCs - יישום של התנהגות אנושית ברובוטים באמצעות מידול של אינטראקציות חברתיות, תוך שימוש בדפוסים מבוססי מוטוריקה וחישה.
- subCULTron - השגה של אוטונומיה ארוכת טווח בלימוד, ויסות עצמי, קיימות של חברה רובוטית תת מימית באזור יישום בעל השפעה גבוהה: ונציה, איטליה.

חומרים, ייצור מתקדם, ננוטכנולוגיה

מגמות עתידיות: תכניות מחקר במחשוב קוונטי, חומרים מתקדמים ופוטוניקה הנשענים על תשתית ליצור טכנולוגי מתקדם (אוסטרליה). היישומים למחקר הם מגוונים וכוללים חישה מתקדמת, תקשורת, תפיסה ואחסון של אנרגיה, טיפול במים, טיפולים רפואיים מתקדמים ואבחון ומניעה של מחלות (אוסטרליה). כיוונים עתידיים של מחקר הייצור יהיה מונע על ידי התכנסות של דיסיפלינות. ביו-הנדסה להיתוך של הנדסה עם מדעי החיים דורש את הפיתוח של טכניקות ייצור חדשות. למשל, מיקרופלואידיקה (microfluidic), מתקני

מעבדה-על-שבב (lab-on-a-chip) ויכולת לגדל רקמה חיה, כולל תאים, תקרישים וסיבים לתוף מבנה אחת באמצעות שימוש במדפסות תלת ממד (אוסטרליה). האינטגרציה של טכנולוגיות אלחוטיות עם מתקנים הניתנים להשתלה ומערכות אוטונומיות נתמכות באמצעות טכנולוגיות חישה חכמות. בנוסף, גם מתקנים פוטונים של הדור הבא לתקשורת מתקדמת דורשים אינטגרציה של רכיבים אופטיים ושבבי סיליקון (אוסטרליה).

ייצור של חומרים והתקנים ברמת המקרו והננו: נדרשת השקעה בציוד מדויק ומתקדם, השקה של הננו והביוטכנולוגיה עם ננו אלקטרוניקה וננו פוטוניקה על מנת לקשר בין רמת המיקרו לרמת הננו (אוסטרליה).

סוגים חדשים של התקנים מיוצרים: תרגום המחקר לתוצרים בעלי השפעה גבוהה דורש את היכולת לייצר התקנים וחומרים מתקדמים, ולקדם אותם משלב המעבדה לאבי טיפוס מלאים. זה דורש ייצור בקנה מידה גדול ומתקני מבחן בסביבות שונות על מנת לענות על הצרכים היישומיים של ננו אלקטרוניקה, ננו פוטוניקה וביו הנדסה (אוסטרליה).

יכולת של ביו הנדסה ושל ביו ייצור: יישומים של ביו הנדסה דורשים פיתוח של ביו חומרים המשולבים כיחידה אחת עם יכולות של ייצור המותאם אישית וכן עם יישומים קליניים (אוסטרליה).

האפיון (Characterisation) כולל טכנולוגיות במחקרי מפתח, למשל, מיקרוסקופיה ומיקרו-אנליזה מתקדמות, רפואה, הנדסה וחדשנות תעשייתית. הוא מספק מגוון רחב של כלים לחקירה של המבנה, הכימיה והפונקציונליות של מערכות טבעיות ומלאכותיות על מנת לקדם מחקר תיאורטי ולפתור בעיות ביישומים בתעשייה (אוסטרליה). במשך חמש השנים הבאות התחומים הצפויים הקשורים לאפיון יכללו: מיקרוסקופיה בקנה מידה אטומי, מיקרוסקופ אלקטרוני קריוגני, הדמיה רב אופנית, רגישות גבוהה של כלים מיקרו אנליטיים, הדמיה רפואית טרום קלינית ברזולוציה גבוהה, סינכרוטרון מתקדם וטכנולוגית תהודה מגנטית גרעינית (NMR) (אוסטרליה).

השלב הבא של תשתית מחקר מיקרוסקופית צריך לכלול מיקרוסקופ אלקטרוני קריוגני, דור חדש של בודק טומוגרפיה אטומית (atom probe tomography) ושל ספקטרוטומטריה של מסה יונית (ion beam mass spectrometry). תחומים עתידיים של מיקרוסקופיה כוללים מיקרוסקופיה המטפלת בזמן ואנרגיה, in-situ microscopy, ואת הדור הבא של מיקרוסקופ אלקטרוני למדעי החומרים (אוסטרליה). בבריטניה מבקשים לעצב רשת מתואמת לשיתוף פעולה בתוכנית מתואמת לשדרוג לאומי של "ארבעת טכניקות הליבה": ספקטרוטומטריה מסה (mass spectrometry), ספקטרוסקופיה של תהודה מגנטית גרעינית NMR (nuclear magnetic resonance spectroscopy), דיפרקציה של קרני רנטגן (x-ray diffraction) ומיקרוסקופיה ברמה האטומית (atomic-level microscopy) (בריטניה).

לייזרים של מתח גבוה: הייצור של קרני רנטגן באנרגיה גבוהה במערכות קומפקטיות יוביל למערכות בעלות נמוכה שיכולות להיות מיושמות ביישומים כגון: שימוש במערכות לייזר להקרנה של נוזלים אסורים בנמלי תעופה/סחורות בלתי חוקיות בתחבורה; מערכות לייזר בעלויות מופחתות; הדמיה רפואית (בריטניה).

יכולות בתחום הניטרוני (Neutron) – הניטרונים מספקים מידע לגבי הסידור והתנועה של אבני הבניין האטומי ומהווים כלי חשוב בדיסציפלינות השונות כגון פיזיקה, כימיה, ביולוגיה ומדעי החומרים. נדרשת גישה קוהרנטית לאספקה של מקורות ניטרונים באירופה על מנת לענות על צרכי המדע (בריטניה).

דוגמאות לתשתיות (פינלנד, גרמניה, שבדיה, נורבגיה, הולנד, צרפת, בריטניה, שווייץ ו-Horizon):

- **אלקטרונים חופשיים** - X FEL – European X Ray Free-Electron Laser Facility GmbH – **לייזר קרינת רנטגן**
תגובות כימיות ותהליכים ביולוגיים ברמה המולקולרית. שלב הבניה מתוכנן להסתיים בשנת 2017 (פינלנד, גרמניה, שבדיה).
- **לייזר קרני רנטגן** - FLASH II – Free-Electron Lasers in Hamburg – קרני הרנטגן מופקות באמצעות שימוש באלקטרונים חופשיים ומאפשרות תובנות חדשות על המבנים ברמת הננו. הלייזר מאפשר לא רק את המחקר המדויק של המבנה האטומי והאלקטרוני של החומר, אלא בזכות פולסי FEL קצרים במיוחד, גם תהליכים אטומיים כמו תגובות כימיות שניתן לראות בזמן אמת. יש לכך יתרונות משמעותיים, הן עבור מחקרים של מערכות מגנטיות עבור אמצעי אחסון חדשים והן עבור חקירת הפונקציה של ביומולקולות הגדולות ביותר. התשתית פעילה משנת 2014 (גרמניה).
- **אלקטרונים** (Transmission Electron Microscopy - TEM) הינו כלי חיוני במחקר בתחומי הפיזיקה, הכימיה והחומרים. המרכז מיועד להיות מרכז לאומי לשימור רמה גבוהה של פעילות של מיקרוסקופ אלקטרוניים. החשיבות של ההבנה של חומרים ברמת הננו הולכת וגוברת בתחומים אסטרטגיים שונים כגון חומרים, אנרגיה מתחדשת, קטליזה, מתכות קלות וננוטכנולוגיה. התשתית תהיה ממוקמת בשני מקומות, אוסלו וטונדהיים. (נורבגיה).
- **פיזור נויטרונים** - ESS – The European Spallation Source – היא הטכניקה היחידה שיכולה לחקור מבנים מרמת המיקרומטר לרמה של 100 אלפיות המיקרומטר, ותזוזות על סקלת זמן של מיליונית השנייה ועד 10 מיליון מיליוניות השנייה. המתקן החדש יהיה עד פי 100 יותר אינטנסיבי מאשר המתקנים המובילים כיום ויאפשר הזדמנויות חדשות לחוקרים בתחומי מדעי החומר, מדעי החיים, אנרגיה, טכנולוגיה סביבתית, מורשת תרבותית ופיזיקה בסיסית. הבניה של הטכנולוגיה מתוכננת להיות פעילה בשנת 2019 (גרמניה, צרפת, נורבגיה, הולנד).
- **פיזור נייטרונים** - Neutron Spallation Source -ISIS – אחד ממקורות הנייטרונים המובילים ביותר ממוקם בבריטניה. בתשתית 35 כלים לפיזור נייטרונים ושתי תחנות עבודה, בנוסף למתקן לחקירה של חומרים המשתמש בספקטרוסקופיית מיואון (muon). התשתית מיועדת לשדרוג. שבדיה הצטרפה בשנת 2015 (שבדיה).
- **ננו טכנולוגיה**, בית יציקה. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה (Horizon).
- **מחקר לייזרים**. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה (Horizon).
- **ASCENT** - גישה לרשת אירופאית של **ננו אלקטרוניקה**. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה (Horizon).
- **ACCELERATE** - תשתית מחקר אירופאית **למאיצים**. התשתית נמצאת בשלב היישום (Horizon).
- **AMICI** - **תשתית מגנט ומאיץ** לשיתוף פעולה וחדשנות (Horizon).
- **SoNDe** - **גלאי נויטרונים של מצב מוצק** ליישומים של שטף גבוה. התשתית נמצאת בשלב התכנון (Horizon).
- **ILL** - תשתית של ESFRI. מתקן מחקר אירופאי בתחום **המבנה והדינמיקה של החומר**. התשתית מפעילה מקור נייטרונים בשטף גבוה (58 MW), ומספקת נייטרונים ל-38 מכשירים הנחשבים לחזקים בעולם והמיועדים למחקר על המבנה והדינמיקה של החומר. המחקר כולל תחומי מדע רבים כולל

ביולוגיה, כימיה, חומר רך, פיזיקה בסיסית וגרעינית ומדעי החומרים. לתשתית מתוכנן שדרוג בין השנים 2016-2023. השדרוג יספק מכשירי פרויקטים, חידוש של שלושה מדריכי נויטרונים ושיפור עיבוד הנתונים ודגימות הסביבה. (צרפת).

- **RMN-THC – תהודה מגנטית גרעינית** בשדות גבוהים מאוד. מימון נדרש לרכישה של ספקטרומטר חדש. התשתית מבוססת על צוותי מחקר של NMR המפעילים ומפקחים על השימוש של ספקטרומטרי ה-NMR הצרפתיים בשדות גבוהים מאוד. רשת זו היא בעלת גישה לאומית ורב לאומית המספקת גישה לתשתית, וממוקמת בשבע מעבדות מחקר וכוללת אחד עשרה מכשירי הספקטרומטר NMR של 750 Mhz עד 1 GHz (צרפת).

- **RENARD – תהודה פרמגנטית אלקטרונית** (Interdisciplinary Electron Paramagnetic Resonance National Network). התשתית זקוקה למימון של 2 ספקטרומטרים חדשים. התשתית משלבת עשרים ושבע EPR ספקטרומטרים הכוללים שלושה EPR של גלים מתמשכים עם ENDOR, שישה EPR של פולסים, וארבעה המצוידים בהדמיה. בנוסף לכך שהתשתית מאפשרת גישה לציוד זה עבור הקהילה המדעית, המשימה שלה היא גם לתמוך בפלטפורמות קיימות ועתידיות במונחים של תפעול וצוות ולמקסם את הגישה לקהילה המדעית. בנוסף, לארגן ולתכנן את הפיתוח של פלטפורמות אלה (צרפת).

- **ELI: Extreme Light Infrastructure (Laser facilities) – ניסויים באינטראקציות של חומר-אור** בעוצמות הגבוהות ביותר, בפרקי זמן הקצרים ביותר וטווח ספקטרום הרחב יותר. מתוכנן להקים את **מתקן הלייזר** חזק יותר מהקיים היום, בעל עוצמה חזקה במיוחד של 200 petawatt. ה-ELI יאפשר כוח חסר תקדים של קרינה עקבית והאצת חלקיקי לייזר למחקרים יסודיים בתחומים של פיזיקת פלסמה, פיזיקה אטומית, פיזיקה מולקולרית, ולשרת יישומים מדעיים שונים כגון ביולוגיה, כימיה, אסטרופיזיקה, רפואה, חומרים, אופטיקה ועוד (ESFRI: גרמניה, שווייץ – בוחנת את השתתפותה בפרויקט).

- **HFML-FELIX – אשכול העוסק במחקר בתנאים קיצוניים:** שילוב של לייזר אור אינפרה-אדום ברגישות גבוהה מאוד ושדות מגנטיים גבוהים לבחינה של מאפייני חומרים. האשכול מספק לחוקרים הזדמנות לערוך ניסויים בשדות מגנטיים גבוהים עד ל-38 טסלה. בנוסף, נבנה מגנט היברידי המשלב סליל נחושת עם אחסון של סליל מוליך על, שיכול לחולל כוח שדה של 45 טסלה ולכן מהווה אחד משני המגנטים הקבועים החזקים ביותר בעולם (הולנד).

- **(NcNeutron) Norwegian Centre for Neutron Research – מרכז לחקר ניטרונים** למדע וטכנולוגיה הקשור לכור המחקר JEEP II. המרכז זקוק לשדרוג והרחבה של המתקנים האינסטרומנטליים, להרחבת המחקר על חומרים חדשים הרלבנטיים לנושאי אנרגיה, סביבה, בריאות וננוטכנולוגיה (נורבגיה).

- **Autonomous Robots – רובוטים אוטונומיים** הפועלים באופן עצמאי משליטה אנושית, היכולים ללמוד, להסתגל ולקבל החלטות. תשתית שעדיין לא קיימת אך יש בה צורך. רובוטים מסוג זה יחוללו מהפכה בכלכלה ובחברה. שותפי המחקר הנוכחיים של בריטניה בתחום זה: BAE Systems, DSTL, Schlumberger, Ford, Rolls Royce and Airbus (בריטניה).

- **‘Dial-a-molecule’ – תהליכי העברה ושימוש של מולקולות.** החזון הוא שתוך 20-40 שנה המדענים יוכלו להעביר כל מולקולה רצויה במסגרת זמן יעילה למשתמשי קצה, תוך שימוש בתהליכים בטוחים יעילים וזולים. כרגע, ביצוע מולקולות מורכבות יכול לקחת הרבה שנים ומגביל את הקצב של פיתוח מוצרים. תפוקה ותוכנה אוטומטיות לתפוקה ולמידה תאפשר גישה יעילה ומהירה למוצרים חדשניים עם

פונקציונליות חדשה, ותאפשר, בסופו של דבר, תהליכים יעילים וברי קיימא לתעשייה. עדיין לא תשתית, אך נושא שיש בו צורך (בריטניה).

- Innovative production technologies – התפקיד העיקרי של בריטניה בייצור תלוי במחקר ויצירה של הזדמנויות ייצור חדשות (למשל, ייצור תוספים וביוטכנולוגיה תעשייתית). מחקר התעשייה, כמו גם הייצור עצמו, דורש הון רב ותלוי מאוד במכשור מתקדם. הפיתוח של טכנולוגיות ייצור חדשניות מחייב שילוב של מכשירי bespoke ומומחה לטיפול בבעיות ייצור, כגון יכולת הדירות, בקרת איכות, יעילות, בטיחות, יכולת הרחבה ועיצוב גמיש. תחומי ההזדמנויות כוללים מטרולוגיה מתקדמת, ייצור תזרים, מערכות עיבוד לייזר, טכנולוגיות יעילות של משאבים ושכבת תוספים רב תכליתיים. עדיין לא תשתית, אך נושא שיש בו צורך (בריטניה).

- Nanofabrication – **הנדסה של מכשירי ננו, ייצור ואפיון**. בנושא זה קיימות הזדמנויות בתחומים הבאים: פיתוח של חומרים מוליכים למחצה (כגון גאליום ניטרید); היכולת לאפיון במדויק חומרים פונקציונליים אחרים (כגון מגנטים, חומרי מתכת לשימוש אלקטרוניקה, פולימרים וחומרים מרוכבים) וטכנולוגיות מאפשרות ננו ליישומים בתחום הבריאות ומדעי החיים (בריטניה).

- National Fluid Mechanics Facility – **מכניקת זרמים** יש צורך במתקני ניסוי בעלי טווח של יכולות רחבות הנגישים לאקדמיה ולתעשייה, להנעת החדשנות בתחומים שונים כגון חלל, אוטומציה, שימושים אזרחיים, כימיה, שימושים בתחום מדעי הים, האנרגיה, הסביבה והרפואה. עדיין לא תשתית, אך נושא שיש בו צורך (בריטניה).

- Swiss Laboratory for the Advanced Studies on the Dynamic Behavior of Materials (DynaMatLab) – מעבדה ללימודים מתקדמים על **ההתנהגות הדינמית של חומרים**. במעבדה ניתן לבצע בדיקות במתח, דחיסה, גזירה, פיתול וכיפוף לחומרים שונים בשיעורים גבוהים ובטמפרטורה של שדה גדול ($77 \div 1'500 \text{ }^\circ\text{K}$), לדוגמה: גיליון דק של פלדה המשמש את תעשיית הרכב; פלדה המשמשת את המבנים של כורים גרעיניים או הגנה; בטון מלוטש וסיבי; אלומיניום וסגסוגות מגנזיום שמשמשים בחלל ופולימרים מרוכבים ומחוזקים (שווייץ).

- NEST (Next Evolution in Sustainable Building Technologies) – שדה ניסוי, **פלטפורמת מחקר והעברת טכנולוגיה**. הדור הבא של טכנולוגיות מובנות (Building Technologies). החזון של NEST הוא לטפח טכנולוגיות חדשניות על מנת לאפשר טכנולוגיה מובנית בעלות סבירה בעלת התכונות הבאות: פליטת אפס של גזי חממה, ביקוש מינימלי לאנרגיה אשר ניתן להשיג על ידי אספקה מקומית, ומערכת טיהור שפכים יעילה (שווייץ).

- Centre de recherches en physique des plasmas CRPP / Swiss Plasma Center – **מעבדת פלזמה והיתוך**. מטרתה לתרום לפיתוח העולמי של מקור אנרגיה חדש באמצעות תכניות חינוך ומחקר. פרויקט המחקר בתשתית מקובצים לשישה קווי מחקר: תיאורית הפלזמה, פיזיקת פלזמה בסיסית, פיזיקת פלזמה חמה, שיתופי פעולה בינ"ל, מוליכות על עבור היתוך ועיבוד פלזמה (שווייץ).

- Swiss National Ion-microbe Platform (SwissNIP) – ניתוח איזוטופי יסודי, בר כימות וברזולוציה גבוהה באמצעות **פלטפורמת Ion-microbe**. על מנת להשיג זאת, יש לבנות, על בסיס שדרוג של מכשיר קיים למיקרואנליזה של יונים (ion microprobe), ניתוח משטח מתקדם. שדרוג ה- ion microprobe כולל מקורות ראשיים של rf-oxygen. מקורות אלו יאפשרו לנתח מתכות (לאמנטים אלטרו-חיוביים ואיזוטופי) בדיוק גבוה (שווייץ).

- BERLinPro - Berlin Energy Recovery Linac Project – פיתוח התשתית החל בשנת 2011. התשתית תוכננה לפתח ולהדגים שניתן ליישם את העיקרון של **מאיץ ליניארי או שחזור אנרגיה**. מתקן ההדגמה יהיה מורכב מכל החלקים של מאיץ ליניארי גדול בממדים קטנים בהרבה. המטרה בטווח הארוך היא לפתח מומחיות מכשיר מדור חדש שיאפשר לימוד של תהליך דינמי של אנרגיה, סביבה ובריאות, וחקירה של מבנה החומר. שלב ההקמה מתוכנן להימשך עד 2018 (גרמניה).
- ESRF (The European Synchrotron Radiation Facility) UPGRADES - **מתקן קרינת רנטגן (X-rays) סינכרוטרון** המפעיל 43 מסלולי אלומה (beamline) עם כלים מתקדמים ביותר להדמיה ולימוד מבנה החומר ברמה האטומית והנומטרית בכל תחומי המחקר. השלב הראשון של פרויקט ESRF החל בשנת 2009 והשולמו בו 19 אלומות אור חדשות שנבנו מחדש, בעיקר בתחום ההדמיה ולימודי המבנה, כך שאפשרו הגדלת ביצועי מיקרוסקופיית קרני רנטגן וניסויים בהדמיה. בשנת 2016 החלה בנייתו של השלב השני של הפרויקט, והשדרוג החדש כולל בניית טבעת אחסון באמצעות אימוץ של עיצוב אכרומטי היברידי רב-כיפופי חדש שיספק מקור חסר תקדים לזוהר וקוהרנטיות. בנוסף, הפרוייקט כולל בנייה של ארבעה מסלולי אלומה מתקדמים. שנת ההפעלה הצפויה: 2022 (ESRF, בריטניה, צרפת, שבדיה).
- Swiss Light Source SLS 2.0 – **סינכרוטרון** דור שלישי של אנרגיה אלקטרונית בינונית (2.4 GeV), המייצרת קרינה אלקטרומגנטית באורכי גל החל באינפרא אדום ועד לרנטגן הסינכרוטרון יספק עליה דרמטית של רמת הבהירות באמצעות החלפה של מגנט הסריג הנוכחי שטבעת אחסון האלקטרון במגנט סריג אכרומטי חדש. תשתית מחקר של כלים (שוויץ).
- SOLEIL – **מתקן סינכרוטרון** לאומי. התשתית היא, במקביל, מקור אור מבריק ביותר, הפועל כפלטפורמת שירות הפתוחה לכל הקהילות המדעיות והתעשייתיות, כמו גם מעבדת מחקר בחוד החנית של שיטות הניסוי. התשתית שואפת לחקור את החומר בסקלות שונות. הקרינה מופקת באמצעות אלקטרונים בעלי אנרגיה גבוהה (2.75 GeV) במחזוריות של מהירות הקרובה למהירות האור, בטבעת בעלת היקף של 354 מטר. קרינה זו משתרעת על פני טווח אנרגיה בין אינפרא אדום לקרני רנטגן, והתשתית מבקשת להפיק את המיטב לייצור קרינה בטווח הרנטגן באנרגיה בינונית. במתקן מתוכנן שדרוג מכונה בשנת 2020 (צרפת).
- DUBBLE - **שימוש בקרני אור חזקות מאוד של קרני רנטגן, המופקות ממאיץ חלקיקים (סינכרוטרון) לשימוש במחקרי חומרים, פיזיקה וכימיה של החומר**. DUBBLE הוא חלק מפרויקט ESRF: במאיץ זה, האלקטרונים מאיצים עד כמעט למהירות האור ומוזרקים לתוך טבעת אחסון אלקטרוניים. הטבעת פועלת כמקור X-ray אינטנסיבי. יש צורך בשדרוג מכשיר הסינכרוטרון עד שנת 2022, על מנת לאפשר לבצע ניסויים ביולוגיים וניטור תהליכים בסוללת lithium-ion בדיוק רב יותר. כמו כן, הם מציעים לפתוח מתקן ניסוי נוסף ליצירת תמונות מרנטגן למיקרוסקופ cyro-electron (הולנד).
- MAX IV – מעבדה למחקר **קרינת סינכרוטרון**. תשתית בינלאומית. תשתית מעבדתית זו נועדה לשרת תחומי מחקר שונים הכוללים פיזיקה, כימיה, מדעי החומרים, מדעי הסביבה, מדעי הרפואה והביו רפואה. המעבדה תחליף את המעבדות הנוכחיות MAX II, ו-MAX III. מעבדה זו מתוכננת להיות הסינכרוטרון בעל מקור הקרינה הבהיר ביותר, עד ל-30 keV (קילואלקטרונוולט) של אנרגיה. שלב הבניה מתוכנן עד 2020. שלב התפעול מתוכנן להתחיל ב-2016 (פינלנד, שבדיה).

- Myfab – תשתית מחקר לאומית מבוצרת המבוססת על 3 מעבדות נקיות אקדמיות לננוטכנולוגיה בשבדיה. המחקר שנערך בתשתית זו כולל את מדעי החומרים, מדעי הננו, טכנולוגיית מידע ותקשורת, ביו-טכנולוגיה, מדעי החיים, מחקר אנרגיה ומערכות מיקרו-ננו. התשתית מציעה גישה פתוחה, הדרכה ושירות למגזר האקדמי, מכונים וחברות באמצעות הציוד הטוב ביותר הזמין למיקרו וננו וקווי תהליך מיוחדים. (שבדיה).
- Petra III – מתקן סינכרוטרון גרמני הממוקם בהמבורג. קרן האור (beamline) טבעות הסינכרוטרון מריצות אנרגיה ברמה של 6.0 keV (קילואלקטרנוולט) (בדומה למתקן האירופאי ESRF). תשתית זו משלימה את מתקן הסינכרוטרון MAX IV בכך של-Petra יש טווח אנרגיה גבוה יותר. שבדיה אחראית למסלול האלומה של מדעי החומרים P21. המתקן תוכנן להיות אפשרי לשימוש בשנת 2016 (שבדיה).
- מתקן Dark Fibre – מחקר בתחום הכימיה. **סיבי תמסורת אופטיים** (Optical transmission fibre). המחקר של רשתות תקשורת בעלות קיבולת גבוהה אינו יכול להתבצע ללא גישה לסיבי השידור האופטיים עצמם ולכן נדרש חידוש ושדרוג של מתקן Dark Fibre, שבו ניתן לבחון את החדשנות הטכנולוגית בתנאי שידור מציאותיים, מעבר למה שניתן בסביבת מעבדה, כך שניתן יהיה להוכיח פעולות מוצלחות במערכות זמן אמת (בריטניה).
- **Condensed Mat** - המסה של הליום. בריטניה מבקשת להוסיף חמש או שש מערכות המסת הליום, להשלמת אלה שקיימים היום. **הליום נוזלי** הוא אחד מהעלויות המתכלות העיקריות בפזיקה של חומר מעובה (**CMP - Condensed Matter Physics**). היכולת לבצע CMP בטמפרטורות נמוכות רלבנטית לתחום הקוואנטום. ניהול יעיל של המשאבים הלא מתחדשים, החיוניים והחסרים הללו חיוני בהפחתת עלויות המחקר אך גם בהתמודדות עם התחזיות לכך שהעתודות ברחבי העולם יגמרו עד סוף המאה. בעוד שאפשרויות לקריגון קיימות היום עבור רוב חלקי הציוד, הן עדיין פחות יעילות ממערכות גיבוי של גזים (בריטניה).

רעיונות חדשניים המיועדים לתקצוב של Horizon 2020 בתחום הננוטכנולוגיה:

- 2D-INK - פיתוח **דיו של חומרים מוליכים למחצה דו-ממדיים** לתהליכי ייצור בשטח גדול בעלות נמוכה על תשתיות מבודדות, באמצעות מתודולוגיה חדשה, בעלת מאפיינים עדכניים המבוססים על גרפן ותחמוצת גרפן.
- CIRCLE - המטרה העיקרית היא לשלב איים של פעולות מחקר הטרוגניות למחקר אחד, ליצירת **רשת תקשורת מולקולרית** התומכת בשילוב המחקר בכל אירופה.
- DIACAT - פיתוח של טכנולוגיה חדשה המבוססת על **יהלומים עשויים בידי אדם** עבור המרה של צילום קטליטי ישיר מ-CO₂ לכימיקלים ודלקים עדינים באמצעות שימוש של אילומינציה של אור נראה.
- LiNaBioFluid - המטרה היא להשתמש באסטרטגיות מתקדמות של **עיבוד לייזר** המבוססות של ארגון עצמי, על מנת לחקות את הטופוגרפיה הספציפית ואת תכונות הרטבה מעולה של שכבות ה-bark bugs ושל moisture harvesting lizards הנובעים מהסתגלות לסביבתם.
- MAGicSky - מבקשת ליצור הוכחה של **מתקנים לספינטרוניקה של טמפרטורת החדר** (room temperature spintronic) המבוססים על spintronic התקנים המבוססים על skyrmions מגנטיים.
- ULTRAQCL - מציעה טכנולוגיה חדשה **לייצור של פעימות אור מהירות וחזקות על פני הספקטרום האלקטרומגנטי**, המאפשרת לימוד של אינטראקציות של אור-חומר ושל ניצול תעשייתי.

- ZOTERAC - מציעה גישה משבשת המבוססת על מוליכים למחצה מבוססי ZnO מהונדסים ננו על מנת לממש חומרי THZ הפועלים בטמפרטורת החדר עם יכולת הספק של מילי וואט.

רעיונות חדשניים המיועדים לתקצוב של Horizon 2020 בתחום הטכנולוגיות עם חומרים חדשים:

- ABIOMATER - תספק מעמד חדש של מטא חומרים שניתן לשלוט בתפקוד שלהם באמצעות שדות מגנטיים חיצוניים. הפרויקט יפתח שיטות לשלב מנועים לתוך ממברנות אלסטיות (MEM) אשר ניתן להשתמש בהם כדי לייצר התקני אב טיפוס חדשים.
- FLIPT - מקבלת השראה מהטבע על מנת ליצור פרדיגמת אנרגיה נמוכה חדשה לייצור פלסטיק.
- ICARUS - מבקשת לפתח סגסוגות עמידות חדשניות עם טולרנטיות לקרינה משופרת ומבנה Ultra-Fine-grained עבור יישומי חלל.
- InnoSMART - מציעה רעיונות לפיתוח של פתרונות חדשניים: ציפוי של שבירת הקרקע מסגסוגות זיכרון היכולות לשנות את תוחלת החיים של מבנים הנדסיים במגזרים שונים, כגון גשרים, מטוסים ותשתיות הנדסה.
- LiRichFCC - מבקשת לפתח מחלקה חדשה של חומרים רבי עוצמה לאחסון אנרגיה אלקטרוכימית: אוקסיפולירדים עשירי ליתיום (oxyfluorides lithium) בעלת אריזה צפופה מעוקבת המאפשר אנרגיה חסרת תקדים וכוח צפיפות בסוללות.
- Microflusa - המטרה היא באמצעות טכנולוגיה מיקרופלואידית (microfluidic), לשחרר את צוואר הבקבוק של חומרים מהפכניים. זה יאפשר יצור מוגבר של אבני בניין מורכבות המחקים מבנים מולקולריים בתחום של המדעים הקלואידים.

רפואה ומדעי החיים

ביולוגיה מורכבת (Complex Biology): היכולת לניתוח האדם, החיות ומערכת הצמחייה והמיקרואורגניזם, על מנת לתמוך בתגליות רפואיות, חקלאיות וסביבתיות החשובות לחברה ולתעשייה. התחום מקיף מחקרים בנושאים של מזון, קרקע ומים, אנרגיה, משאבים, יצור מתקדם, שינויים סביבתיים ובריאות (אוסטרליה). במשך 10 השנים הבאות, תהיה התרחבות דרמטית של טיפולים המבוססים בביולוגיה למחלות וגידולים (אוסטרליה). בעתיד הקרוב, אבחונים גנומיים, פרוטאומיקה, מטבוליומיה וטכנולוגיות אבחוניות מולקולריות אחרות, יובילו את הגילויים הרפואיים (אוסטרליה). באוסטרליה הביעו את הצורך בתשתית מחקר אינטרנטית משולבת המאפשרת את האיסוף והניתוח של כמויות גדולות של מידע, ויכולות ניתוח מידע והפיכתן לתוצרים מחקרניים, כולל שמירה על המגוון הביולוגי, חדשנות חקלאית וקבלת החלטות עבור הקהילה, התעשייה או הממשלה.

בנק ביולוגי (Biobanking): אינטגרציה של בנקי רקמות ובנקים ביולוגיים סביבתיים קיימים לרשת משותפת המקושרת לקהילת המחקר, שתאחסן, תנתח ותאסוף נתונים מחקרניים. קיימים יתרונות גם לבנק ביולוגי של האוכלוסייה. לבנק הביולוגי יש ערך ייחודי לגנומיקה של האוכלוסייה ולחקר הגורמים, המניעה והטיפול במחלות. בנוסף, בנק הזרעים שומר אוספים החיוניים לייצור מזון (אוסטרליה). ל-ESFRI תשתית של בנק ביולוגי (BBMRI ERIC) בה משתתפות אוסטריה, בלגיה, צ'כיה, גרמניה, אסטוניה, פינלנד, צרפת, איטליה, מלטה, הולנד, נורבגיה, שבדיה, בריטניה, אוסטרליה, שווייץ.

ביולוגיה מלאכותית: ישנן קבוצות גלובליות של פיתוח אוטומציה בקנה מידה גדול, שבהן החוקרים מעצבים, מרכיבים ומאפיינים עד 1000 זנים שונים בשבוע (אוסטרליה), מוצע כי על אוסטרליה לקבל גישה למתקנים אלה באמצעות שיתוף פעולה.

הנדסה גנטית של בעלי חיים גדולים: הנדסת כזו תשלים את יכולת הפנומיקה (phenomics) הקיימת של בעלי החיים הקטנים (עכברים) באוסטרליה. יש צורך ביכולות דומות למיני בעלי חיים הנמצאים בשימוש נרחב במחקר ביו-רפואי, כולל גילוי גנים, פיתוח מודלים גדולים של מחלות בעלי חיים, ויישומים מסחריים כגון ייצור נוגדנים ופיתוח תרופות. למודלים של חיות גדולות יש פוטנציאל גדול לתרום לתחומים מחקריים כגון קרדיולוגיה, אונקולוגיה ומחלות עצבים (אוסטרליה).

פיתוח טיפולי (Therapeutic Development): פיתוח של טיפולים יעילים ורפואה מותאמת אישית יגיע מתובנות חדשות לגבי המבנה המולקולרי הביולוגי, בעיקר מבנה החלבונים וחומצות גרעין (אוסטרליה).

אבטחה ביולוגית (Biosecurity): חיזוק מערכת האבטחה הביולוגית תלוי בתשתית מחקר יעילה שתתמוך בפיתוח פעיל, אבחונים מהירים, חסימות ותגובות לאיומים. התחום מקיף מחקרים בנושאים של מזון, קרקע ומים, שינויים סביבתיים ובריאות (אוסטרליה). באוסטרליה ישנו פיילוט לאבטחה ביולוגית לאומית, רשת המקשרת בין התשתית למומחיות ושימוש בטכנולוגיית מידע ותקשורת להקמת יכולת משולבת בתחום. היבט נוסף הוא לאבחן ולשלוט במחלות של בעלי חיים אקזוטיים וימיים, צמחים ובמחלות העוברות מבעלי חיים לבני אדם, באמצעות בדיקה ופיתוח של חיסונים מתאימים (אוסטרליה).

מחלות וזקנה: ככל שהאוכלוסייה מזדקנת יש צורך בגישות חדשות להבנת הביולוגיה של הבריאות, ההזדקנות, וכיצד היא קשורה לחולשה ולמחלות. הבנת יחסי הגומלין המורכבים בין גנטיקה, התפתחות, דיאטה ואירועי חיים או סגנון חיים, דורשת מאמץ מחקרי משמעותי על פני מגוון של דיסציפלינות (בריטניה). בריטניה זיהתה שישה נושאים בהם יש להשקיע בתחום:

1. A National Framework for Biomedical Informatics Infrastructure – נדרשת השקעה לבניית תשתית נגישה משותפת **להעברת ידע מגנוטיפ (big-data פשוט) לפנוטיפ (big-data מורכב ומסיבי)**.

2. Food health and the gut – **מחלות הקשורות במזון**. המפתח להבנה כיצד לספק מזון בריא ומזין הוא באמצעות הבנה של האינטראקציה בין המזון והמעיים. השילוב עם טכנולוגיות של גידול צמחים ובעלי חיים, מיקרוביולוגיה מתקדמת ועיבוד ביולוגי, ושיפור במוצרי מזון היא אפשרית. המיקום של מתקנים כאלו בשילוב עם תשתית קלינית הנדרשת לתמיכה בניסויים, יספקו את היכולת לחקור את תפקיד המעיים בשמירה על הבריאות.

3. Longitudinal analysis of ageing – **ההבנה כיצד בני אדם מזדקנים לאורך הזמן** הינה חיונית להבנה של יחסי הגומלין בין גנים, סביבה ואורח חיים המשפיעים על הבריאות. לבריטניה תשתית משותפת אירופית (ELSA) שעוסקת במחקר אורך בנושא הזקנה, אך יש צורך בהשקעה נוספת על מנת להרחיב את המחקר הקיים ולהשקיע במחקרים חדשים שיעסקו באתגרי בריאות באוכלוסיות שונות.

4. Nano-enabled Healthcare Technology Facility – **ננוטכנולוגיה לתחום הבריאות ומדעי החיים**. יש צורך בהשקעה בחדשנות המתקנים העוסקים בשיפור הייצור הפועל והיכולים לספק את התמיכה

המעשית והטכנית לייצור ספציפי של טכנולוגיות המאפשרות ננו, שיאפשרו לייצר את הדור הבא של התרופות.

5. National Facility for Medical Robotics – **רובוטיקה רפואית**. המחקר בתחום רובוטיקה לצרכי ניתוחים הוא מולטי-דיסציפלינרי, הכולל לא רק שיתוף פעולה בין מומחים מהתחום הרפואי ומומחים מתחום ההנדסה, אלא גם ספקטרום רחב של טכנולוגיות הנדסיות ומדעיות. השקעה במתקן מחקר לאומי העוסק במחקר פרה-קליני יבטיח שלמחקר הבריטי תהיה השפעה ישירה ופוטנציאל להקים נישה בינלאומית בתחום שירותי הבריאות בבריטניה.

6. Regenerative Medicine – רפואה מחדשת המכוונת להמרה של **טיפול תאים ורקמות**. יש צורך בהשקעה גבוהה במחקר לתיקון רקמות אנושיות, בטכנולוגיות אוטומטיות המשמשות להערכה בטוחה של תאים, לעבודה קדם-קלינית עבור תרופות וטוקסיקולוגיה.

דוגמאות לתשתיות:

מרכזי משאבים למדעי החיים והרפואה (, שוויץ, נורבגיה, שבדיה, הולנד, גרמניה, צרפת ו-Horizon):

- Swiss Center for **Musculoskeletal Biobanking** and Imaging and Clinical Movement – Analysis – מחקר אקדמי **במערכת התנועה** לשיפור הטיפול בבעיות שלד ושרירים. התשתית תביא אלמנטים אלו תחת קורת גג של מחקר מדעי לטובת חולי שלד ושרירים. המטרה היא להבין את ההפרעות בשרירי-שלד, התפתחותם של מצבי אבחון וטיפול חדשים והנגשתם למטופל. מתקני הליבה של מרכז המחקר והפיתוח יכללו תשתית בסיסית לביומכניקה, אבי טיפוס של התקנים ביו-רפואיים, ניתוח תנועה אנושית, ביולוגיה מולקולרית וסולולארית והדמיה רב-שכבתית (שוויץ).
- Health Registries for Research (HELSEREGISTRE) - רישום של **נתוני הבריאות הארציים** למטרות מחקר. נורבגיה השקיעה משאבים רבים באיסוף, אחסון וניהול של נתוני בריאות במרשמים ארציים למטרות מחקר. מחקר ברישום הבריאות הוא תחום שבו למחקר הרפואי בנורבגיה יש יתרון תחרותי ברור על פני רוב המדינות הלא נורדיות. שימוש טוב יותר במשאבים אלה מחייב השקעות בנתונים ובתמיכה לחוקרים. מרשם הבריאות לתשתית מחקר (HRR) יחזק את השימוש בנתוני הרישום הרפואי הלאומי למחקר בנוווגיה באמצעות פיתוח של מערכות תמיכה ושירותים עבור קהילת המחקר הנורבגית ועל ידי בניית פתרונות מאובטחים עבור גישה לנתונים, העברה וניהול למחקר (נורבגיה).
- National coordination of biobanks, databases and registers – תשתית עתידית. מחקרים בתחום מדעי החיים תלויים מאוד בגישה למידע על חומרים ביולוגיים ונתונים בודדים. כיום יש מספר רב מאוד של מאגרים, רישומים ואוספים, המהווים מקורות חשובים של ידע חדש. ההנגשה של המשאבים הללו, כך שיהיו מקושרים, מעוצבים ונגישים בצורה המתאימה למחקר, הן במונחים של דגימות אנושיות והן בדגימות של בעלי חיים וצמחים, עשויה לתרום לאיכות משופרת ולהשפעה על המחקר השוודי בתחומים השונים. יש לבנות תשתית שתרכז את המשאבים הללו לאורך זמן. תשתית זו חייבת לשמור ולפתח את הערך של המשאבים שכבר זמינים, על מנת להשלים אותם עם נתונים חדשים. רכיבים שיש לכלול בתשתית חדשה בטווח הארוך הם: 1. אחד או מספר פורטלים משותפים הנותנים גישה לנתוני מחקר, והנתמכים על ידי בעלי העניין השונים המספקים נתונים למחקר בתחום מדעי החיים. 2. שיטות מתקונות ואיכותיות עבור נתונים וניהול מדגם, הנתמכות על ידי בעלי העניין השונים המספקים נתונים

ודגימות למחקר בתחום מדעי החיים. יש צורך בתשתית שתתאם בין המשאבים של כל התשתיות הקשורות לתחום (שבדיה).

- ELIXIR- NL אשכול לבניית תשתית מידע דיגיטלית למדעי החיים. ישנה בנייה של מערכת אינטליגנטית המאפשרת לחוקרים גישה לאוספים של מידע במדעי החיים המאוחסנים במקומות שונים באירופה. מטרה נוספת היא לספק לחוקרים כלים ויכולות לאחזור מידע ושימוש בו לצורכי מחקר. בנוסף לאפשרויות לשימוש חוזר, האינטגרציה והנגישות של הנתונים ישנו את אופן ההתנהלות של המדע. כיום, החוקרים עדיין פועלים על ידי גיבוש השערה ולאחר מכן איסוף נתונים כדי לאשר או לדחות את ההשערה. בעתיד, החוקרים ישתמשו באלגוריתמים חכמים שיחפשו דפוסים, ובהתאם לכך ייצרו את ההשערות שיבדקו לאחר מכן בניסויים. כתוצאה מכך, הגבולות בין שדות המחקר השונים יטושטשו משום שאלגוריתמים מבססים את הנתונים שלהם על כל מרכיבי מדעי החיים. הצורך: לפתח תשתית מידע לאומית במדעי החיים, פלטפורמה המאפשרת להחליף מידע. כמו כן, האשכול מתכנן ליצור סביבת מחקר דיגיטלית (הולנד).

- ECRIN – European Clinical Research Infrastructures Network – תשתית מחקר מבוזרת. הרשת מספקת תמיכה ביישום של יוזמות ומחקרים קליניים רב לאומיים באירופה. התשתית עוסקת בפיתוח והערכה של כלים לניסויים קליניים וכן כלי לניהול מידע רפואי. שירותי הליבה כוללים ניטור של מבחנים קליניים, ניהול מידע וצפייה ודיווח של תגובות שליליות. התשתית פעילה משנת 2013 ונדרש בה שדרוג (גרמניה).

- CRB-ANIM – מרכזי משאבים ביולוגיים לבעלי חיים ביתיים. המטרות של התשתית הן לאסוף, לאפיין, לשמר ולהפיץ משאבים ביולוגיים לא מזיקים עבור 22 זנים של חיות בית וקרוביהם הפראיים. זנים של חיות ביתיות הם זנים שהאבולוציה שלהם מושפעת מאוד מהתערבות האדם. התשתית תומכת במחקר העוסק בהערכה של הגיוון הגנטי ותגובת הסלקציה, כמו גם בזיהוי של מוטציות ובקרה של פגמים גנטיים, כולל מודלים ביו-רפואיים. התשתית תוכננה להיכנס לשלב התפעול בשנת 2017 (צרפת).

- B3Africa - גישור בין בנק ביולוגי ומחקרי ביו רפואה באירופה ואפריקה (Horizon).

EVAg - ארכיב אירופאי לוורוסים. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה (Horizon). גנומיקה ופרוטומיקה (Genomics and proteomics) (גרמניה, שווייץ, Horizon):

- Infrafrontier – Systemic phenotyping, archiving and distribution of mouse models פנוטיפ מערכתי, ארכוב והפצה של מודלים המבוססים על עכברים, עבור מחקר למחלות מורכבות. אחת המטרות העיקריות של התשתית היא לתקן נקודת גישה לכל תחומי המחקר. בין האתגרים העיקריים העומדים בפני החברה כיום היא שכיחות מקרי המחלות שניתן לייחס אותן לסגנון החיים ולתוחלת החיים המוגברת של האוכלוסייה. גורמים גנטיים וסביבתיים ממלאים תפקיד חשוב בהתפתחותם, למשל, הבנת ההשפעות המורכבות של השינויים הגנטיים וכיצד הם מקיימים אינטראקציה עם הסביבה במקרה של מחלת סוכרת מניחה גישה מקיפה המבוססת על האורגניזם כולו. התשתית פעילה משנת 2013 ונדרש שדרוג (גרמניה).

- National Research Centre for Animal Cognition – הקמת רשת כמרכז מחקר והשכלה ללימוד האינטליגנציה של בעלי חיים. תשתית מחקר של מידע ושירותים. החזון הכללי של התשתית הוא לבצע את הפעילות בשקיפות מלאה לציבור, עם תמיכה של שטחי מחקר ייעודיים. המטרה היא לקשר

בין מחקר חדשני לחינוך, ובכך לשפר את הבנה של הציבור בכל הקשור לתהליכים מדעיים, הן בשווייץ והן באפריקה (שווייץ).

- iNEXT - תשתית ל EM, NMR, וקריסטלוגרפיה (חקר הגבישים) של קרני רנטגן. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה (Horizon).

- IPAD-MD - תשתיות מחקר עבור פנוטיפ, אחסון והפצה של מודלים למחלות עכברים, לקידום שיתוף הפעולה הבינלאומי וקשרי משתמש לשיפור החדשנות הביו-רפואית (Horizon).

הדמיה (פינלנד, הולנד, שווייץ, נורבגיה ו-Horizon):

- EuBI (Bioimaging) – תשתית ESFRI להדמיה ביורפואית. המשימה של התשתית היא לתאם את השימוש של הדמיה ביורפואית באירופה ולשמר את הרמה המובילה והתחרותיות של אירופה בתחום. בעתיד, התשתית מתוכננת לספק מבחר של טכנולוגיות הדמיה חדישות. התשתית בפינלנד מחולקת לשלושה סקטורים: טכנולוגיות מיקרוסקופיות מתקדמות, טכנולוגיות הדמיה רב תכליתיות וטכנולוגיות הדמיה רפואיות. נמצאת בשלב הבניה עד 2017, תוכננה להיות פעילה בשנת 2018 (פינלנד, Horizon).

- MRUM - מדידת המטבוליזם האנושי תחת מצבים מבוקרים. הצורך: המתקן מבקש להצטייד בצידוד המיועד להדמיה, כולל MRI (magnetic resonance imaging), MRS (magnetic resonance spectroscopy), PET (positron emission tomography). צידוד זה יאפשר לבצע מחקר לא פולשני על תהליכים מטבוליים ספציפיים ברקמת הלב, הכבד, השומן, המוח והשרירים. ה-MRUM יורחב גם ליחידות מטבוליות מבודדות זמן ומבוקרות אקלים כך שהחוקרים יוכלו ללמוד על גורמי אורחות חיים אחרים, כולל קצב שינה ועירות, סביבה מקיפה, התנהגות ישיבה ארוכת טווח, תדירות וזמן של צריכת מזון (הולנד).

- Swiss National High-Field Solution NMR Facility – עוצמת שדה מגנטי לספקטרומטריה NMR למערכות ביו-מולקולריות. המתקן יספק לחוקרים פקטרוסקופית NMR ברמה של 1.2 GHz. בנוסף, המתקן יתפתח למרכז לאומי להדרכה של חוקרים צעירים ושיתוף מדעי (שווייץ).

- MRI and Cognition - אשכול העוסק בהדמיה של המוח: הפקת מידע לגבי האנטומיה, הפיזיולוגיה והתהליך הביומכני במוח ובחלקים אחרים בגוף. השימוש ב-MRI להפקת תמונות של המוח מאפשר ישומים רבים. תמונות MRI משמשות בזמן אמת להפעלת התקפה ממוקדת על גידולים באמצעות אולטרסאונד, קרינה מייננת או, בעתיד הקרוב, עם פרוטונים. היתרון הגדול של התערבות ממוקדת נובע מכך שמינון גבוה של קרינה יכול להיות מנוהל באופן מקומי, תוך גרימת נזק משני פחותה. הדמיה MRI חשובה גם עבור הצבה מדויקת של אלקטרודות לגירוי מוחי עמוק. רופאים יכולים להשתמש בו כדי להילחם בסימפטומים של מחלת פרקינסון (הולנד).

- The Norwegian NMR Platform (NNP) - התשתית מציעה שירותים של Nuclear (magnetic resonance) למידע דינמי ומפורט ברמה המולקולרית המכסה את הצרכים של קהילות המחקר הנורבגיות ומוסדות הבריאות. התשתית מבקשת לחזק את פעילות ה-NMR והתמיכה במחקר. בטכנולוגית ה-NMR משתמשים במחקרים במגוון של דיסיפלינות, במחקרים של לכידת CO₂, פיתוח וייצור של תרופות חדשות וכימיקלים, פיתוח של חומרים חדשים ואפיון של חלבונים ורב-סוכרים. הצידוד החדש יחליף את הטכנולוגיה הישנה ויאפשר ניתוח של מבנים ביולוגיים מורכבים (נורבגיה).

(NORBRAIN) Norwegian Brain Initiative: a Large-scale Infrastructure for 21st century neuroscience - תשתית מחקר המציעה כלי מחקר חדשים בתחום **מדעי המוח** לחוקרים בעלי רקע מגוון על מנת לספק תובנות לגבי תפקודים מנטליים מורכבים וליקויים בפעילות העצבית המבוזרת במעגל המוח המקומי. התשתית מורכבת ממיקרוסקופים ברזולוציה גבוהה וטכנולוגיות הדמיה אחרות המשמשות על מנת לקבוע את תפקוד התאים והמולקולות במוח. התשתית כוללת גם ציוד לתיעוד של תגובת המוח להשפעות שונות. פריצות דרך במדעי המוח הבסיסיים ניתן לתרגם למחקר על תפקוד המוח האנושי שעשוי לסייע במאבק באתגרים הקשורים בהפרעות מוחיות גדולות, כגון דמנציה ואלצהיימר. התשתית זקוקה ל**סורק קליני ייחודי** (7T MR scanner), שיספק ניתוחים ברמה התאית והאטומית לחקר המוח האנושי (נורבגיה).
מחקרים קליניים (שווייץ, הולנד, גרמניה, צרפת, נורבגיה ו-Horizon):

Swiss Center for Pediatric Pharmacology (SwissPedPha) – תשתית לביצוע מודלים ממוחשבים וסימולציה, על מנת להשיג תוצאות אופטימליות של **עיצוב וניתוח של מחקרים קליניים ושל תינוקות, ילדים ומתבגרים** לכל מרכזי המחקר השווייצריים (שווייץ).

• Neuchâtel Platform for Analytical Chemistry (NPAC) – פלטפורמה לשירותי **כימיה אנליטית** למוסדות אקדמיים ולתעשייה. המטרה היא להרחיב את הפלטפורמה על מנת לאפשר לשווייץ להיות מובילה בתחום, וכן להיות אחד מהמרכזים המובילים בעולם בכימיה אנליטית ומטבוליזם. **תשתית מחקר טכנית** (שווייץ).

• BioMedIT “Information and computational service infrastructure network to support biomedical research in Switzerland” – **מחקר ביו-רפואי**, ביואינפורמטיקה קלינית, ביולוגיה חישובית ותשתית שירות חישובית. מחקר הקשור לבריאות הוא בעל חשיבות עליונה מנקודת המבט החברתית, אך בנוסף לכך ישנם אתגרים גדולים הקשורים למיזוג ולפרשנות של נתוני מחקר בסיסיים וקליניים ולכן גם אתגרים בתחום ה-IT. התשתית שואפת להקים רשת ארצית מתואמת של תשתיות מאובטחות לתמיכה במחקר ביו-רפואי חישובי המתבססות על מומחיות ותשתיות מחקר קיימות (שווייץ).

• MCCA – **אשכול העוסק בהדמיה של מחלות סרטן וזקנה**. ניטור גורמי מחלות (אטיולוגיה) והתפתחות הסרטן ומחלות אחרות הקשורות לגיל באמצעות שימוש במעבדת עכברים. MCCA מעצבת אשכול בעל מתקן המיועד ליישומים של הדמיה מולקולרית יישומית (AMIE). חוקרים יכולים להפוך את האטיולוגיה והפיתוח של סרטן והזדקנות לנראים באמצעות מגוון רחב של טכניקות הדמיה. המיוחד בטכניקות אלה הוא שהחוקרים משתמשים ב-biomarkers, סמנים ביולוגיים. הסמנים הם אטומים רדיואקטיביים, פולטי אור או פלואורסצנט המחברים את עצמם לחומרים הנמצאים באופן טבעי בגוף. כתוצאה מכך החוקר יכול לפקח על תהליכים ביוכימיים ולראות איך מתפקדים האיברים (הולנד).

• IPL – In Vivo Pathophysiology Laboratory – מעבדה ל**פתופיזיולוגיה** (Pathophysiology). מחקר גנרי ללימוד ופיתוח באבחנה וטיפול של **מחלות לב וכלי דם, סרטן, והפרעות ניורולוגיות**. התשתית מבקשת להצטייד בציוד בעל טכנולוגיה חדישה שתאפשר ניתוח מקיף של ההתנהגות, הפיזיולוגיה והפתופיזיולוגיה של חיות המעבדה בתקופות זמן ארוכות. על מנת לבצע זאת, המתקנים שבהם החיות מוחזקות ומתקני המחקר נמצאים בסמיכות. התשתית שמה את תשומת הלב על שיטות ניסוי חדשניות לא פולשניות, הכוללות תהליכי הדמיה כגון אולטרסאונד והדמיה תהודה מגנטית (MRI).
שלב התכנון הסתיים בשנת 2016 (גרמניה).

- **The National Cohort** – nationwide, long-term epidemiological study – מניעה וטיפול יעילים יותר במחלות נפוצות. למחקר הארצי ארבע מטרות עיקריות: זיהוי המתאם הסיבתי של גורמים גנטיים, חיים וסביבה עם מחלות כרוניות; זיהוי גורמי סיכון חדשים ותמיכה בחקירת השינויים הגיאוגרפיים והסוציו-אקונומיים הקיימים ביחס למצב הבריאותי ולסיכון למחלות בגרמניה; פיתוח של מודלים להערכת סיכונים למחלות כרוניות ואפשרויות מניעה יעילות; זיהוי סימנים לאיתור מוקדם של מחלות כרוניות (גרמניה).
- **METABOHUB** – תשתית לאומית למטבולומיה (metabolomics) ו-fluxomics. התשתית מוקדשת להרמוניה, יישום ודירוג של ארבעת הפלטפורמות הנכללות בתשתית (Clermont-, Bordeaux, Paris-Saclay, Toulouse, Ferrand) באמצעות כלי מטבולומיה לבנייה תשתית לאומית ברמה עולמית. מטרת המטרה של התשתית היא לבנות תשתית לאומית פתוחה ולשלב את רשת התשתיות הגדולות ברמה האירופית. הטכנולוגיות המפותחות (NMR, LC-MS, GC-MS, סטטיסטיקה, ביואינפורמטיקה) מאפשרים תפוקה ביוכימית גבוהה של קבוצות מדגם גדולות, ניתוח המטבוליום (נוזלים ביולוגיים של קבוצות אנשיות, תמציות צמחים, בעלי חיים, מיקרו-אורגניזמים) ומדידה במהירות גבוהה של שטף מטבולי בתאים פרוקריוטים ואוקריוטים. התשתית מתוכננת להיכנס לשלב התפעול בשנת 2017 (צרפת).
- **Norwegian Centre for Minimally Invasive Image Guided Therapy and Medical Technologies** - תשתית מחקר בתחום הטכנולוגיה הרפואית עם דגש מיוחד על **טיפול אופטימלי בחולה** באמצעות תמונה פולשנית מינימלית, הדרכה של טיפול, וטיפול אופטימלי בחולה. השאיפה הכללית של התשתית היא להיות תשתית מחקרית אטרקטיבית למחקר הטכנולוגי הקליני והבינתחומי באירופה עבור האקדמיה, בתי החולים והתעשייה. פרויקט התשתית הוא שותפות בין חדר הניתוח של העתיד (ORF) בבית החולים St.Olavs / NTNU לבין המרכז ההתערבותי (IVS) בבית החולים האוניברסיטאי של אוניברסיטת אוסלו (נורבגיה).
- **INFRAVEC2** - שליטה במחלות **vector-borne**. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה (Horizon).
- **EU-NCL** - מעבדת **אפיון בננו-רפואה**. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה (Horizon).
- **PedCRIN** - רשת למחקר קליני **ברפואת ילדים**. התשתית נמצאת בשלב היישום (Horizon).

חקלאות ומזון

מצופה שהדרישה העולמית למזון תגדל ב- 40%-50% עד 2030 וב- 100% עד 2050 (ESFRI, בריטניה, דוח UNEP, 2012). במדינות אירופיות רבות ישנה ירידה בגידול של היבולים העיקרים בשני העשורים האחרונים. יש צורך להפיק יותר מזון על ידי הגדלת כמות היבולים, ויעילות של שרשרת המזון (ESFRI). בנושא זה זוהו מספר פערים ואתגרים:

בתי חרושת: הדרישה הגוברת למזון עקב הגידול באוכלוסייה, השימוש הגובר בביומסה למטרות אחרות מלבד מזון והתחרות לאדמה ראויה, דורשים שיפור של תשואת צמחים ואיכותם (ESFRI). קיים צורך בעבודת מעבדה בקנה מידה גדול ולטווח ארוך, חממות ושטחי ניסוי. יש צורך בתשתית חדשה שמטרתה לספק כלים ומשאבים לניתוח הגנומיקה המורכבת והביוכימיה של יבולים, שיפור התוצרת ואיכותה; שילוב הגנטיקה בדגש על הפיזיולוגיה של גידולים, ארגונומיה ואקולוגיה, הדורשים מעבדה מגוונת, ציוד שטח

וטכנולוגית פנוטיפ; אספקת כלים וטכנולוגיות להשגה, אחסון, הפצה ואינטרפרטציה של מידע; אינטגרציה של מתקני פנוטיפ כדי לאפשר תפוקה אוטומטית גבוהה (ESFRI).

מתקני מקנה: תשתיות מחקר חדשות נדרשות על מנת לספק משאבים גנטיים של בעלי חיים, פנוטיפים ורבייה, כולל חיות משק גדולות, עופות ודגים; משאבים גנטיים להסתגלות לשינויי אקלים ולייצור חלבונים; בחירה גנומית והתאמה גנטית ליעילות האכלה גבוהה יותר, חקלאות האכלה מדויקת; וטכנולוגיות למידול אפידמיולוגי (ESFRI). יש צורך לשלב מתקנים ברמה העולמית לאינטגרציה, שימור וקואורדינציה של מלאי גנטי של בעלי חיים, ומלאי פוטנציאלי להסתגלות לשינויי האקלים (ESFRI).

מזון ותזונה: עלותן של מחלות הקשורות למזון היא גבוהה. יש להבין את הקשר ההדדי בין תזונה ובריאות, במיוחד את תהליך העיכול וצריכת המזון, כולל מיקרופלורה של המעי, פתוגנים במזון, אימונולוגיה וגורמים רבים אחרים, שביחד יכולים לעזור לפתח אסטרטגיות חדשות על מנת לספק מזון בריא ומזין (ESFRI). נדרשות תשתיות שיענו על שאלות מפתח: מהי תזונה מזינה ובריאה? מהם ההשפעות התזונתיות על אפיגנטיקה? מהם החומרים המזינים הפוטנציאליים החדשים מצמחים? איך אנחנו יכולים לייעל את המוצר באמצעות שימושים חדשים של מרכיבים קיימים, מרכיבים חדשים, או ניצול של רכיבים מיקרו מבניים? כיצד מבנה המזון קובע את קצב העיכול וספיגת המזון? (ESFRI). יש צורך לשלב בין מתקנים אינטרדיסציפלינריים הפועלים בתחומים של אימונולוגיה, ביולוגיה תאית, אפיגנטיקה, פיזיולוגיה ואקולוגיה של חיידקי המעי ומיקרוביום, מבנה המזון, טכנולוגית מזון, תזונה, טיפוח צמחים ובעלי חיים; מיקרוביולוגיה ותהליכים ביולוגיים מתקדמים לשיפור מוצרי המזון לתזונה בריאה יותר; מתקנים ליצור בקנה מידה קטן לניסויים במזון; מתקנים המקושרים למתקנים קליניים על מנת לבצע מבחנים קליניים על מוצרי מזון (ESFRI).

אבטחת מזון ומים - ייצור המזון העולמי צפוי לגדול (דוח UNEP, 2012), והמים צפויים להיעשות נדירים יותר, כך שהתחרות על אדמה תגבר (בריטניה). חיזוי השפעות על מערכות סביבתיות יתמוך בהחלטות אסטרטגיות ובפיתוח של אדפטציות מוקדמות לשינויים אקלימיים מקומיים ועולמיים (אוסטרליה). נדרשת המשך תמיכה בחיזוי הסביבתי בחצי הכדור הדרומי ושיפור האינטגרציה של נתונים קיימים ומידול מתמטי בין אזורים גיאוגרפיים גדולים, כולל אזורים מרוחקים ועירוניים, על מנת לחזות שינויים על פני זמן על מנת לאפשר אדפטציה יעילה, תכנון ופיתוח עסקי (אוסטרליה). הדור הבא של תשתית חיישנים המשולבת עם נתוני חישה מרחוק תתמוך בניהול הגיוון הביולוגי, שימוש מתמשך במשאבים טבעיים, ותאפשר הערכה, חיזוי, אימוץ וניהול טובים יותר (אוסטרליה). בריטניה פועלת בנושא איומים ממחלות של חיות, ויש להם הצלחה כתוצאה מאסטרטגיה של חיסון נגד הנגיף midge-borne bluetongue המשפיע על בעלי חיים. הם מדגישים, שיש צורך בהמשך השקעה הן בטכנולוגיות להעברת נתונים בתפוקה גבוהה והן במתקני כליאה ברמה גבוהה, שיאיצו את האפידמיולוגיה המולקולרית והיכולת לפתח חיסונים, ויאפשרו תגובה מהירה יותר לאיומים של מחלות בעלי חיים (בריטניה). בנוסף, יש צורך בטכנולוגית שוק מקדים ומתקן ניסוי וחדשנות במחקר המים (Water technology and innovation test bed) על מנת לספק את צרכי השוק הפרטי (בריטניה). בבריטניה מדגישים שהשיפור שנעשה בגידול החיטה אינו עומד בקצב של השיפורים שנעשו בגידולי דגנים אחרים בשנים האחרונות, ולכן נדרשים משאבים על מנת לתמוך במאמץ בינלאומי משותף כדי ליישם הבנה של ביולוגיה מולקולרית מודרנית וגנטיקה (בריטניה).

חקלאות וייצור ראשוני - חיישנים חדשים המספקים תובנות חדשות על היעילות של השימוש באדמה, מים, חומרים מזינים וחומרי הדברה להגברת התפוקה (אוסטרליה). תשתית מחקר שתהיה בשימוש על ידי יצרנים כגון רשתות חיישנם משולבות ונרחבות, חוות וירטואליות ופלטפורמות משותפות מבוססות אינטרנט, יקחו את המגזרים התעשייתיים לשלב הבא (אוסטרליה).

תשתיות לדוגמא:

אבטחת מזון ומים (בריטניה, Horizon):

- Farm- and Landscape-scale Platforms – מתקן מחקר של חווה חלוצית המספק את היכולת לבחון, בקנה מידה של משק, את התפוקה והשפעות הסביבה על חקלאות משק ושיטות חקלאיות שונות. על מנת לקדם את המחקר והפיתוח בתחום, יש להקים מתקני מדידה נוספים באזורים אחרים (אזור Wyke), וליצור מחקר משותף ביניהן. המחקר דורש מתקני מחקר המתמחים בקרקעות וכן גישה למתקנים אירופאים משלימים (בריטניה).

- Aquafeed Technology Centre (AQUAFEED) - תשתית מחקר ייעודית לשיפור וחדשנות המרכיבים הקשורים לחקלאות ימית, המבוססים על משאבים ימיים, צמחים, בעלי חיים ומשאבי תא בודד. נורבגיה היא מובילה עולמית בתחום של חקלאות של דגי סלמון אטלנטיים. מחקר על חומרי הזנה חדשים וברי קיימא יחזק את המיקום והמוניטין של תעשיית החקלאות הנורבגית. התשתית תהיה פתוחה למשתמשים רלבנטיים. תשתית המשתתפת ב- ESFRI (נורבגיה).

פנומיקה, בעלי חיים וצמחים (ESFRI, פינלנד, שבדיה, הולנד):

- EMPHASIS - תשתית מחקר מבוזרת לפנומיקה של צמחים (Plant Phenomics) בקנה מידה גדול, וסימולציה להבטחת מזון באקלים משתנה. התשתית מפתחת ומספקת גישה למתקני שירות. בנוסף, תקום תשתית פנוטיפית אירופית משולבת שתנתח את ביצועי הגנוטיפ בתנאים סביבתיים מגוונים ותכין את מגוון התכונות התורמות לביצועים בתרחיש סביבתי מגוון: ארכיטקטורת צמחים, פונקציות פיזיולוגיות ותפוקות עיקריות, מרכיבי תשואה ואיכות. התשתית שואפת לטפל במגבלות הטכנולוגיות והארגוניות של הפנוטיפים האירופיים, ולניצול מלא של משאבים גנטיים וגנומיים הזמינים לשיפור היבול באקלים המשתנה. שנת ההפעלה הצפויה: 2020 (ESFRI).

- NaPPI – תשתית לאומית לפנוטיפ של הצמח (Plant Phenotyping) הכוללת יחידת תפוקה של פנוטיפ של הצמח, ציוד הדמיה, ניהול נתונים, מתקני החממה ותאי הצמיחה. התשתית מתמקדת במחקר בסיסי, גידול צמחים וייצור צמחים. התשתית מאפשרת בין היתר, ניתוח של חומרים צמחיים בשיטת תפוקה גבוהה, איסוף נתונים על גידול צמחים, פיתוח, ביומסה, ביו אנרגיה ותגובות סביבתיות. התשתית בשלב ההכנה עד 2015, ובשלב הבניה בין השנים 2016-2017. שלב התפעול תוכנן ל- 2018 (פינלנד).

- Infrastructure for laboratory animals and model organism – תשתית עתידית. יש צורך במעבדת מחקר חיות מעבדה ומידול אורגניזמים, גם בצמחים וגם בבעלי חיים. תשתית לאומית נדרשת כמקבילה אקדמית להשתתפות שוודיה בתשתית האירופית Infrafrontier. שוודיה צריכה לשקול להיות חברה בתשתית זו כדי לנצל ולתרום לבנק הידע החשוב עבור זנים עכברים שונים ישנן מספר דוגמאות של מחקר שוודי בולט לגבי בעלי חיים נוספים מלבד עכברים, וכן צמחים שונים, שעבורם אוספי מדגם סטנדרטיים ואיסוף הנתונים יצטרכו להיווצר ברמה הלאומית (שבדיה).

- NIEBA – **אשכול העוסק בניתוח מערכות אקולוגיות וביולוגיות מגוונות** (צמחים ובעלי חיים בסביבתם הטבעית). על מנת לקבל תובנות נוספות על האופן שבו מערכות אקולוגיות פועלות, למשל כיצד מגיבות המערכות לשינוי שנגרם באופן טבעי או על ידי בני אדם, יש צורך בתצפיות, ניסויים ומודלים. כדי להשיג זאת, עלינו לקשר את הידע הקיים על מינים, תכונותיהם ואינטראקציות שלהם למערכות אקולוגיות ולתהליכים הקשורים אליהם, ובסופו של דבר לתהליכים גלובליים כגון מחזורי הפחמן, החנקן והמים וההפצה הגלובלית של מינים ופוטוגנים. בנוסף, נדרש ידע ותובנות נוספות על האופן שבו מערכות אקולוגיות מתאימות עצמן לשינויים. בקנה מידה עולמי, ההסתגלות מתייחסת לשינוי האקלים ולהשפעתו הפוטנציאלית, כגון בצורת, גשמים חמורים והשתנות אזורי אקלים. בקנה מידה מקומי ואזורי הכוונה היא להסתגלות לשינויים בשימוש בקרקע, למשל אורבניזציה, טיוב הקרקע, כריתת יערות וייעור מחדש (הולנד).

- NPEC – **אשכול העוסק במחקר צמחים בסביבתם**. החוקרים יכולים לבחון גידולים בחממות ובשדות פתוחים בהתבסס על המודלים התיאורטיים הקיימים. כדי לענות על הביקוש הגובר למזון ולחומרי גלם ירוקים לבנייה, תעשייה ואספקת אנרגיה, הייצור החקלאי יצטרך להכפיל את עצמו בעשורים הקרובים. יתר על כן, ייצור זה יצטרך להיות עמיד בפני האקלים ובר קיימא יותר על מנת להפחית את הנטל סביבתי (הולנד).

- SEACRIFOG - תמיכה בשיתוף פעולה אירופאי-אפריקאי במחקר **לאבטחת מזון ולתצפיות גזי חממה** (Horizon).

- METROFOOD - תשתית מחקר מבוצרת לקידום המצוינות המדעית בתחום של **איכות המזון ומטרולוגיה של מזון ותזונה**. התשתית משלב צמחים המיועדים למזון מעבדות אנליטיות, שדות וחוות ניסויים, צמחים בקנה מידה קטן עבור עיבוד ואחסון מזון, מעבדת מטבח עבור הכנת מזון, איסוף נתונים ושיטות מדידה אמינות. התשתית תאפשר גישה חופשית באמצעות האינטרנט ותשלב בין בסיסי נתונים קיימים של מזון, הרכיבים מזון, רכיבים תזונתיים ורמות של מזהמים במזון המטופלים באמצעות טכנולוגיות שונות (ESFRI).

[חקלאות ימית \(נורבגיה, Horizon\):](#)

- AQUAEXCEL2020 - מחקר אירופאי בנושא **הדגה** לקראת 2020. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה (Horizon).

סביבה

ההתמקדות של תשתית מחקר לאומית בתחום צריכה להיות באינטגרציה של תצפיות, מודלים מנבאים והערכת אי ודאות ליישומי מחקר ותעשייה, שילוב נתונים קיימים וחדשים ברזולוציה גבוהה עם ניתוח וחיזוי להקמת מערכת חיזוי סביבה משולבת; שיפור האינטגרציה של נתונים קיימים ומידול מתמטי בין אזורים גיאוגרפיים גדולים, כולל אזורים מרוחקים ועירוניים, על מנת לחזות שינויים על פני זמן ולאפשר אדפטציה יעילה, תכנון ופיתוח עסקי (אוסטרליה).

מגמות עתידיות: חיזוי השפעות על מערכות סביבתיות יתמוך בהחלטות אסטרטגיות וגם פיתוח של אדפטציות מוקדמות לשינויים אקלימיים מקומיים ועולמיים (אוסטרליה).

אטמוספירה - הפרעה באטמוספירה משפיעה על תחומים שונים כגון שינויי אקלים, איכות האוויר, אסונות סביבתיים, סיכונים סביבתיים ומחזור המים. חסרה תשתית מחקר משולבת התומכת במדע האטמוספירה, כולל אתרי תצפית ומתקנים גדולים לכיסוי אתרי התצפית ותהליכים מחקריים הקשורים לחקר האקלים (ESFRI). רישומי נתונים לפרמטרים אטמוספריים הרלבנטיים גם לנושאי איכות אוויר וחקר האקלים, אינם מספיקים והכיסוי הגיאוגרפי של התשתיות לתצפיות אטמוספריות בים התיכון ובמזרח אירופה הם חלקיים (ESFRI). נדרש להרחיב את התצפיות גם לאפריקה ולמקומות נוספים (ESFRI).

הידרוספירה - השקפה הוליסטית על מחזור המים דורשת גישות משולבות, בינתחומיות ובין-אזוריות, שיספקו פתרונות לסיכונים חברתיים כגון שיטפונות קשים, מפולות ובצורות (ESFRI). אירופה זקוקה לרשת אתרים צפופה ומרושתת של ניטור מקורות מים מתוקים. אתרים לניטור וניסוי של מים מתוקים מאגמים, נהרות ומי תהום, ישמשו כשירותי כיוול אימות ופיתוח ליישומי חישה מרחוק, וכן לשירותי מידול של מערכות אקולוגיות (ESFRI). שינויי האקלים והשפעות סביבתיות (עליה בגובה פני הים, התכווצות ים הקרח הארקטי, התחממות מהירה של אזורים הנמצאים בקו רוחב גבוה). אזורי הים העמוק (deep sea) אינם מדוגמים מספיק. חסרות תצפיות ביומכניות ובולוגיות. יש להרחיב את נושא הדגימה הסתגלנית (ניתן לפרוש חיישנים על אניות מסחריות) (ESFRI). תשתית המחקר משולבת בעלת גישה לכלי שיט מחקריים לאומיים, כלים תת מימיים אוטונומיים המופעלים מרחוק וצוללות (אוסטרליה). תשתית מחקר היכולה לכלול טכנולוגיות קידוח מתקדמות, וכלים להשגת מידע גיאולוגי (אוסטרליה). מחקר חדש הוא להוציא את הטכנולוגיות הגנומיות מחוץ למעבדה אל הים (אוסטרליה). נקודות לחיזוק: מחקר ימי, כולל כלי שיט מחקריים. כרגע יש תת אופטימיזציה של השימוש בכלי השיט, ויש צורך ביותר תיאום ושיתוף פעולה לאומי (שבדיה).

ביוספירה - לגיון הביולוגי ישנו תפקיד מרכזי בתפקוד המערכת האקולוגית, ולכן הוא מקושר לשינויים חברתיים כגון אספקה בטוחה של מים ומזון ומשאבים טבעיים אחרים, בריאות, אנרגיה ושינויי אקלים (ESFRI). הידע בגיון הביולוגי מוגבל וישנו פער טקסונומי (ESFRI), חסרות תשתיות נתונים לניתוח טוקסיקולוגיה וזיהום סביבתי (שבדיה). מתוך 8 מיליון מינים מוערכים כקיימים סווגו רק 1.8 מיליון מינים. ישנן קבוצות ביולוגיות (חרקים, נמטודות, מיקרואורגניזמים) שרק 10% מהם ידועים (ESFRI). בעוד שאקולוגים המשתמשים בפרמטרים רבים (נתוני אקלים, נתוני חישה מרחוק, חומרי הזנה) משיגים אותם מחיישנים אוטומטיים, יש צורך להשיג פרמטרים נוספים, כגון קביעת הרכב הקהילה, מעקב אחר מערכות אקולוגיות וחיזוי של שינויים עתידיים. יש לפתח מערכות אוטומטיות חדשות בהקשר של גנומיקה וניתוח מערכות (ESFRI).

גאוספירה - גיאולוגיה, אסונות טבעיים, משאבים טבעיים ותהליכים סביבתיים אינם תחומים בגבולות לאומיים, ולכן אינטגרציה בין-לאומית הינה חיונית למחקר אופטימלי (ESFRI). יש לחזק את האינטראקציה ואת שיתופי הפעולה בין בעלי העניין מהתעשייה והסקטור הציבורי, ולהתייחס לנושאים אטיים בהעברת המידע המדעי לחברה (ESFRI). יש צורך דחוף בתשתיות מחקר חדשות בתחומים של משאבים גאולוגיים וכרייה, וכן של פיתוח טכנולוגי של פסולת גרעינית (ESFRI). האנרגיה העתידית של תהיה ערבוב של מקורות קונבנציונליים ולא קונבנציונליים (אוסטרליה). נדרשת תשתית גאו-פיזית על מנת לתמוך במחקר על משקעי אגנים שיפחיתו את הפער בידע הקיים על גז לא קונבנציונלי, ויפחית את ההשפעה לסיכון הסביבה (אוסטרליה). נדרשת תשתית מחקר לפיתוח של אנרגיה ומינרלים (כגון אלקטרומגנטיקה אווירית -

(airborne electromagnetics), ניטור רעידות אדמה ושקיעת אדמה, וניטור של הלחץ התת מימי הקשור לכרייה או לחילוץ של פחמימנים (אוסטרליה).

דוגמאות לתשתיות:

חקר איכות הסביבה (גרמניה, צרפת, נורבגיה):

- SAFIRE – שירות מחקרי מוטס לחקר איכות הסביבה. השדרוג המבוקש הוא קניית מוטס חדש בין השנים 2018-2020. התשתית מפעילה שלושה מטוסי מחקר (ATR 42, Falcon 20, Piper Aztec) ומטרתם הפעלת מדידות מדעיות בתחומי הפיזיקה והכימיה של האטמוספירה, פני הקרקע והאוקיינוס, מחקר וטכנולוגית החלל. הפעילויות המדעיות כוללות רכישה של נתונים בגבהים שונים במהלך מסעות תצפית מתואמים לתמיכה ולהתקדמות בהבנת תהליכי הסביבה, כיול ואימות של מכשירים חדשים ללוויינים המשולבים במשימות חלל. עלויות הבניה: 25 מיליון יורו. עלויות התפעול: 1.7 מיליון יורו (צרפת). Norwegian Scientific Data Network (NorDataNet) – רשת לנתונים מדעיים. המטרה היא ליצור מערכת וירטואלית לניהול נתונים מתת מערכות קיימות ליצירת מידע אינטר דיסציפלינרי. מספר תת מערכות קיימות יאומצו עבור ניהול מידע מבוזר ויקושרו באמצעות מטא-נתונים למערכת וירטואלית אחידה. דבר זה יפשט את העבודה של המדענים המבקשים לחפש, לגשת ולהשתמש בנתונים מדעיים. למרות שרשת זו היא בעלת פרספקטיקה גיאומדעית, המטרה היא להקים מסגרת עבודה עבור ניהול נתונים אינטרדיסציפלינרי באמצעות אינטראקציה עם פעילויות רב לאומיות ולאומיות רלבנטיות (נורבגיה).

- Svalbard Integrated Arctic Earth Observing System (SIOS) – תשתית מחקר רב לאומית עבור מערכת ארקטית של תצפית על כדור הארץ. המטרה היא לפתח תשתית חדשה וקיימת על מנת לספק מיקום מרכזי לניטור גלובלי של האזור הארקטי הגבוה באמצעות תיאום ופיתוח של תשתיות מחקר קיימות וחדשות ב-Svalbard, כמו גם אספקה של ניהול מידע ושיתוף מידע טוב יותר לקהילת המחקר הבינלאומית. תשתית ESFRI, כאשר נורבגיה היא המדינה המארחת של התשתית (נורבגיה).

אטמוספירה (ESFRI, פינלנד, בריטניה, הולנד, גרמניה, צרפת, נורבגיה, שבדיה, Horizon):

- ACTRIS - תשתית מחקר מבוזרת המוקדשת לתצפיות באיכות גבוהה של אירוסולים, עננים ועקבות גזים ולחקר האינטראקציה ביניהם. התשתית תספק נתונים מדויקים, שירותים ונהלים לגבי השתנות D4 של עננים, מינים אטמוספריים קצרי טווח והתכונות הפיזיות, האופטיות והכימיות של אירוסולים כדי לשפר את היכולת לנתח, להבין ולחזות את האבולוציה בעבר, בהווה ובעתיד של סביבה אטמוספירה. התשתית משרתת קהילה רחבה של משתמשים העובדים על תצפיות, ניסויים, מודלים, נתוני לוויין, ניתוח וחיזוי מערכות ומציעה גישה לפלטפורמות טכנולוגיות מתקדמות לחקר תהליכים אטמוספריים רלוונטיים בתחומי שינויי האקלים ואיכות האוויר. שנת הפעלה צפויה: 2025 (ESFRI: צרפת, Horizon).

- CESAR - חקר מקור העננים והגשם והבנה טובה יותר של מזג האוויר, האקלים ואיכות האוויר. הצורך: מצפה כוכבים תלת ממדי וסולם מידול קטן יותר, על מנת לנבא את תנאי האטמוספירה ואת התפוצה של תרסיסים (aerosols) וגזים הנמצאים באטמוספירה בכמויות קטנות (עקבות של גזים). התשתית בעלת מד גובה של 213 מטר למדידות מטאורולוגיות. מספר רב של כלי מדידה מתקדמים משמש למדידה של רוח, עננים, קרינה, גז חממה ואירוסולים. תופעות אלו ואחרות משפיעות על מזג האוויר, האקלים ואיכות האוויר. בתשתית מפותחים מודלים משופרים המבוססים על כלים אלו (הולנד).

- IAGOS - מטוסים בשירות עבור **מערכת התצפית הגלובלית**, התשתית תאפשר **למדוד את הרכב האטמוספירה בקנה מידה גלובלי**. תשתית עבור תצפיות ארוכות טווח בהרכב אטמוספרי של גזים בגזים תגובתיים (אוזון, חד תחמוצת הפחמן, תחמוצות חנקן), גזי חממה (אדי מים, פחמן דו חמצני, מתאן, אוזון), אירוסולים וחלקיקי עננים. התשתית מבקשת לשדרג ולהשלים ציוד של 20 מטוסים, עד לשנת 2025. התשתית תספק בסיס נתונים למדע ומדיניות למשתמשים כולל נתוני זמן אמת לחיזוי מזג אוויר ואיכות אוויר, נתונים למזג אוויר, איכות אוויר ומודלים אקלימיים, כולל נתונים לשימושים של שירותי ניטור אוויר (CAMS). בנוסף, התשתית תספק מודלים למחזור פחמן המשמש לאימות פליטת CO2 וניטור Kyoto (פרוטוקול לשינויי אקלים). עלויות הבניה: 20 מיליון יורו. עלויות התפעול: 0.85 מיליון יורו לשנת 2016. (ESFRI: גרמניה, צרפת).
- ARISE2 - מחקר בנושא **דינמיקה אטמוספירית**. התשתית נמצאת בשלב התכנון (Horizon).
- EUROCHAMP-2020 - **תהליכים אטמוספריים**, לקראת 2020 ואילך. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה (Horizon).
- ICOS - Integrated Carbon Observation System – **שינויי אקלים**. התשתית נועדה **לספק מידע על מדידה וכימות של פליטה וספיגה של גזי חממה בין האדמה/המים והאטמוספירה**. התשתית מבוססת על רשת 3 מתקני צפייה – אטמוספירה, מערכת אקולוגית ואוקיאנוסים על פני אירופה, הים הבלטי וצפון האוקיינוס האטלנטי. גזי חממה כגון פחמן דו חמצני, מתאן ופחמן דו חנקני תורמים לשינויי האקלים. מידע מדויק על ההשפעה של גזים אלו חשובה על מנת לספק לחוקרים מדיסציפלינות שונות תובנות לגבי האינטראקציה בין שינויי האקלים, המערכות האקולוגיות ופעילות האדם. התשתית פעילה משנת 2016 (ESFRI, גרמניה, שבדיה, נורבגיה, הולנד).
- CLIMERI-FRANCE – תשתית לאומית **למידול אקלים כדור הארץ**. משימתה לבצע סימולציות מספריות לתוכנית המחקר האקלימי העולמי ולספק את תוצאותיהן לקהילות של משתמשים שונים. הניסויים המתואמים נועדו להבין את מערכת האקלים ולהעריך מודלים אקלימיים באמצעות הגדרת ניסויים סטנדרטיים, כדי לאפשר לימוד של תהליכים, וליצור תחזיות של האבולוציה העתידית של האקלים. ניסויים אלה מהווים את הבסיס המדעי של דוחות IPCC. התשתית מספקת קודי מודל וכלי תוכנה, ומציעה שירותי סימולציה, גישה לנתונים וניתוח עבור תוצאות של מודלים גלובליים ואזוריים. עלויות הבניה: 8 מיליון יורו. עלויות התפעול: 8.7 מיליון יורו (לשנת 2016). (צרפת).
- High-performance climate computer HLRE – **מרכז למחשוב אקלים, מידול אקלים כדור הארץ**, מדידת ההשפעות והתהליכים הקשורים באקלים על מנת לחקור את העבר, ההווה והעתיד. בנוסף, התשתית מציעה למשתמשים מגוון של שירותים לקידום המחקר באמצעות סימולציות מחשוביות מורכבות. המרכז מפעיל את אחד ארכיבי הנתונים החזקים ביותר בעולם. המרכז כולל שבע ספריות של קלטות אוטומטיות כמקום ליותר מ- 67 אלף קלטות מגנטיות המציעות למשתמשים יותר מ-100 פטאבייט אחסון. התשתית פעילה משנת 2014 וזקוקה לשדרוג (גרמניה).
- EISCAT_3D - מדדים לא רציפים לפיזור רדארים (incoherent scatter radars measures) **המקשרים בין סביבת החלל והאטמוספירה**. מחקר בנושאים של **הזוהר הצפוני, פיזיקת פלזמה ואטמוספירה, מטאוריטים, חלל ורדיו אסטרונומיה**. התשתית נמצאת בשלב ההכנה עד 2016. שלב הבניה מתוכנן בין השנים 2016-2019. התשתית זקוקה לשדרוג והכנסה של מערכת רדאר חדשה:

רדאר הדמיה תלת ממדי לחקר האטמוספירה וסביבת החלל הקרובה לכדור הארץ מעל האזור הארקטי של פינלנד-סקנדינביה, וכן לתמיכה במחקר מערכת השמש ורדיו אסטרונומיה. (ESFRI: פינלנד, נורבגיה, שבדיה, בריטניה).

- (NORMAP) Norwegian Satellite Earth Observation Database for Marine and Polar Research - נתונים המתקבלים מלוויינים עבור תצפית על כדור הארץ באזור הנורבגי והארקטי. המטרה של התשתית היא ליצור מאגר של נתונים הכולל מידע על קו הרוחב הגבוה והאזורים הארקטיים, למחקר מולטי דיסציפלינרי על מערכת כדור הארץ והים, מדעי האקלים והקוטב כדי להקל ולעודד איכות גבוהה ומקורית מחקר מולטידיסציפלינארי של כדור הארץ, הים, הקוטב ומדעי האקלים. החשיבות של התשתית היא מחקר אקלימי ותעשיות שונות הקשורות לאוקיינוס (נורבגיה).

ביוספרה (ESFRI, נורבגיה, שבדיה, צרפת, ארה"ב, Horizon):

- INTERACT - רשת בינלאומית למחקר וניטור יבשתי באזור הארקטי. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה. (Horizon).

- ERIFORE - ביו כלכלה של היער (Circular Forest Bioeconomy). התשתית נמצאת בשלב התכנון. (Horizon).

- GLOBIS-B - תשתיות התומכות במחקר גיוון ביולוגי (Horizon).

- eLTER - תשתית מחקר מבוזרת למערכת אקולוגית משולבת לטווח ארוך, אזור קריטי ומערכת אקולוגית-חברתית (ESFRI, Horizon). תשתית OZCAR, חלק מתשתית eLTER, מתמקדת באיסוף נתונים על גבי משטחים יבשתיים (אזור קריטי) שבו הקרקע, תת הקרקע, המים או הקרח, למדידה של מחזורי המים, הפחמן והאלמנטים המשויכים אליו (Horizon).

- (NEON) National Ecological Observatory Network - רשת אזורית-יבשתית של חיישנים וטכנולוגיות משותפת הנמצאת בשלבי התכנון הסופיים, שתספק את צרכי התשתית כך שהתשתית תוכל לענות על אתגרי האקלים איתם מתמודדת ארה"ב באמצעות חישה מרחוק הכוללת תצפיות, ניסויים סינתיזה ומידול. התשתית תציע לצוותי מחקר מולטידיסציפלינריים כלים יחודיים, טכנולוגיות ונתונים הנדרשים לקדם את ההבנה של התיאוריה האקולוגית וקשרי הגומלין של החיים. המתקן יאסוף ויספק נתונים ארוכי טווח, על תגובות אקולוגיות מהביוספרה ועד לשינויים בקרקע ובאקלים, משוב על הגיאוספירה, ההידרוספרה והאטמוספירה (ארה"ב).

- Arctic ABC Development - פיתוח של פלטפורמות תצפית אוטונומיות נישאות במים שיוקפאו בתוך האוקיינוס הקרח הארקטי. הכלים כוללים חיישנים אקוסטיים ואופטיים, בנוסף לחיישניים אוקיינוגרפיים סטנדרטיים. הנתונים שיתקבלו מהפלטפורמות יהיו זמינים בזמן אמת. פלטפורמות התצפית מיועדות לספק תובנות ממקור ראשון לגבי שינויי האקלים באזור הארקטי וההשלכות הביולוגיות של ההמסה של הקרחונים (נורבגיה).

- Earthsense - מערכת לבדיקת בריאות עבור הסביבה שתספק תשתית לאומית משולבת, להתבוננות ולניתוח הרכיבים המקושרים של אוויר-אדמה-קרח-מים של הסביבה השולטים בתנאי המחיה העתידיים ואסונות טבע.

- (COAT) Climate-Ecological Observatory for Arctic Tundra - התשתית תאפשר תיעוד והבנה בזמן אמת של השפעות האקלים על מערכות אקולוגיות יבשתיות ארקטיות. המצפה יתפקד כמערכת

ידע מסתגלת. מערכת כזו יעילה לניהול סביבה כאשר מנסים לנטרל השפעות אקולוגיות מזיקות על המגוון הביולוגי ועל מערכות אקולוגיות פגיעות. התשתית תתרחב על סדרת זמן ארוכת טווח אקולוגית קיימת ותשלב אותה עם רשת תצפית אקלימית חדשה. התשתית תחזק במידה ניכרת את עמדתה של נורווגיה כמובילה בינלאומית במחקר וניהול של סביבות ארקטי (נורבגיה).

- **SITES** – תשתית מחקר מבוזרת חדשה שהוקמה בנושא **מערכת אקולוגית**. מטרת התשתית היא להציע לחוקרים בכל המוסדות להשכלה גבוהה ובמוסדות המחקר במדינה תפקוד טוב יותר ותשתיות זמינות עבור מחקרי שדה. התחנות מכסות מגוון רחב של סוגי טבע ואזורי אקלים, הנוף החקלאי, היערות, אזורי ההרים ואזורי ביצות לסוגים שונים של מים פנים-ארציים (שבדיה).
- **Norwegian Marine Data Centre (NMDC)** - התשתית המיועדת **לספק גישה לאומית ובינלאומית לנתונים היסטוריים ועכשוויים מהים הנורבגי**. מרכז המידע כולל שיתוף פעולה של 17 מוסדות. התשתית תהווה נקודת גישה מוקדית עבור נתונים ימיים בנורבגיה על ידי מתן סקירה כללית של גישה למערכי נתונים זמינים, כמו גם מתן מערכת לתרומת המשתמשים עבור נתונים ואחסון נתונים לטווח ארוך. (נורבגיה).
- **Norwegian Barcode of Life Network (NorBOL)** - רשת של 17 מוסדות בתחום הגיוון הביולוגי. המטרה של הפרויקט היא **לסווג ולתעד דגימות של 20 אלף מינים שונים מהאזור הנורבגי והארקטי**. המידע יהיה זמין בבסיס הנתונים הבינלאומי לקידוד ה-DNA במטרה לקודד 100 אלף דגימות של 20 אלף זנים מנורבגיה והאזור הארקטי. קידוד ה-DNA הוא כלי עוצמתי התורם לזיהוי של זנים קיימים ולגילוי של זנים חדשים. השיטה מבוססת על הנחת יסוד פשוטה, שעל פיה ניתן לזהות כל זן באמצעות אזור גן מתוקן קצר, כלומר, ברקוד של DNA (נורבגיה).
- **RECOLNAT** – רשת צרפתית **לאוספי טבע**. התשתית מציעה הערכה של עשבייה בת 350 שנים, מאובנים ובעלי חיים ממולאים ומשמרים בנוזל. באוספים הציבוריים בצרפת ישנם יותר מ-100 מיליון דגימות אך מקור נתונים זה נשאר מוזנח במשך עשרות שנים. היום ישנה מגמה של התחדשות. נכון לעכשיו, נעשית דיגיטציה ליותר מ-9 מיליון פריטים. האוספים מייצגים מורשת מדעית, ארכיון של המגוון הביולוגי ותשתית מחקרית מרכזית. הגישה ל מאפשרת למצוא של מיני מאובנים. כמו כן, מסדי נתונים חיוניים למחקר בטקסונומיה. אוספי הטקסונומיה הצרפתית הינם בין הראשונים באירופה, אבל רבים מהם לא מנוצלים על ידי החוקרים בגלל חוסר נגישות. התשתית מאפשרת ומספקת תנאים טובים יותר עבור החוקרים. התשתית מתוכננת להיות תפעולית בשנת 2018 (צרפת).
- **RARE** – תשתית מחקר לאומית העוסקת ב**ארגונומיה**. המטרה של התשתית היא לשפר את הנראות הלאומית והאירופאית של **משאבים ביולוגיים** ולאפשר לקהילות משתמשים גדולות להשתמש בהם, החל ממחקר בתחום החקלאות ועד מחקרים בתחומים של מדעי החיים ומדעי הסביבה. ברמה האירופאית, הארגון הדומה היחיד הוא המרכז למשאבים גנטיים (Center for Genetic Resources). הקיבולת של התשתית לשימור מגוון רחב של משאבים מתועדים, לאסוף חדשים, לאפיין ולהפיץ, ולנהל את המידע, מספקת לתשתית תפקיד מרכזי בפרוייקטי מחקר רבים להמיועדים לחקר העולם החי ולהביא ערך למגוון הביולוגי לחקלאות ולתעשייה בכל הקשור למזון, לסביבה ולבריאות. תפעול התשתית משנת 2016 (צרפת).

הידרוספרה (Horizon, צרפת, הולנד, נורבגיה, ESFRI):

- AQUACOSM - רשת של מתקנים אירופאיים המקשרים בין הרים וימים מהאזור הארקטי לים התיכון. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה. (Horizon).
- HYDRALAB-PLUS - הסתגלות לשינויי אקלים. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה (Horizon)
- JERICO-NEXT - מומחיות אירופאית חדשנית למצפי חופים (Coastal observatories). התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה (Horizon).
- EMSODEV - תצפיות הים העמוק (Deep sea observatories). יישום והפעלה של מודולים של כלים (Horizon).
- ODIP 2 - הרחבת היכולת להשתמש ברכיבים או בציוד של מערכת אחרת של נתוני האוקיינוס (Horizon).
- SeaDataCloud - המשך פיתוח של תשתית המחקר הפן-אירופית לניהול נתונים ימיים. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה (Horizon).
- I-LICO – תשתית מחקר לאומית לאורך חוף הים, וצפייה במערכות אקולוגיות ימיות. האוקיינוס ואזורי החוף, בממשק שבין משטחי הקרקע לאוקיינוס הפתוח, הינם אזורים בעלי משמעות להעברה. השינויים המשמעותיים, במיוחד באמצעות אינטראקציות של חיים-מינרלים, ושינויים במערכות האקולוגיות של החוף והים, מתרחשות בסביבה זו. ההבנה לגבי התהליכים הפיזיים, הביו-גיאוכימיים והמשקעיים הינה חשובה ובסיסית. נחוצה תצפית על מערכות אקולוגיות ימיות וחוף ים באמצעות מערך של פרמטרים רב תחומיים שונים. תצפיות כאלה צריכות להימדד באמצעות חיישנים ודגימות, במרחב ובתדירות הרלוונטיים, על מנת לאפיין את ההתפתחות ארוכת הטווח של סביבות ימיות וסביבת חוף הים. ניטור זה יקדם גם הבנה וחיזוי של תהליכים מסוימים ואת ההשפעה של אירועים קיצוניים. הבנייה והתפעול של התשתית הם בשנת 2016 (צרפת).
- Lofoten-Vesterålen Cabled Observatory (LoVe) - פיתוח עתידי של פלטפורמות חיישנים על המדף היבשתי לאיסוף נתונים על התנאים הפיזיים והביולוגיים, על מנת לשקף את הדינמיקה במערכות ביולוגיות ימיות. מידע זה ישפר את ההבנה על היחסים בין המניעים הפיזיים לתגובות הביולוגיות, תנאי מוקדם למודלים המבקשים לשקף את הדינמיקה האמיתית של מערכות אקולוגיות ימיות (נורבגיה).
- DANUBIUS-RI - תשתית מחקר מבוזרת לתמיכה במחקר אינטרדיסציפלינרי של מערכות נהר-ים גדולות. התשתית בנויה על מומחיות קיימת לתמיכה במחקר בינתחומי על מערכות גדולות של נהר-ים (RS). היא מתפרשת על פני המדעים הסביבתיים, החברתיים והכלכליים ומפגישה מחקרים במגזרים סביבתיים שונים. התשתית מספקת גישה למגוון של מערכות RS, מתקנים ומומחיות, "one-stop shop" עבור חילופי ידע, גישה לנתונים מתואמים ופלטפורמה למחקר בין תחומי, חינוך והדרכה. התשתית נמצאת בבנייה ומיועדת לתפעול בשנת 2020 (ESFRI).
- Research Facilities (NMF) RV Pelagia/National Marine - חקר הימים והאוקיינוסים והשפעתם על האקלים ומזג האוויר. על מנת להמשיך ולמלא את תפקידה לצרכי מחקר, אניית המחקר Pelagia צריכה כלים ומתקנים חדשים. האנייה כוללת מתקני מחקר לדגימה ביולוגית, ניתוח כימי ופיזיקלי ומחקר ימי. המתקנים מטפלים במיקומים ובהסרת מכשירים מעוגנים על קרקעית הים בעומק של עד 8.5 ק"מ. על האנייה קיים שטח בגודל של תשע מכולות, אשר יכול לשמש מעבדות, תחנות עבודה או משרדים. הצורך: שדרוג והרחבת המתקן, הכוללים, מכשירים אוטונומיים המסוגלים למדוד באופן עצמאי ולשלוח ולשמור את הנתונים על האנייה. בטווח הארוך נדרש גם כלי שיט מחקרי חדש (הולנד).

גאוספרה (ESFRI, נורבגיה, הולנד, פינלנד, צרפת, שווייץ):

- **European Plate Observing System (EPOS) - תשתית אירופאית למדעי כדור הארץ המוצק, מערכת תצפית לתזוזות טקטוניות ותהליכים גיאופיזיים וגיאולוגיים.** באופן מסורתי, פעילות עמוקה מתחת לפני שימשה להפקת מינרלים ודלקים, כגון נפט וגז. התעשייה מתקשה יותר ויותר לאתר משאבים לביקוש העולמי הגובר לחומרי גלם ואנרגיה. במקביל, המיצוי קשור לפעמים עם שינויים לא רצויים של תת הקרקע, אשר יכולים לגרום לשקיעה ולרעידות אדמה. על מנת לשפר את החילוץ ולמנוע עד כמה שניתן נזק אפשרי, גם מסיבות טבעיות, יש צורך בידע נוסף לגבי התהליכים המתרחשים מתחת לפני השטח. באופן ספציפי, יש צורך לחקור כיצד נוצרו המשאבים הגיאולוגיים, ללמוד היכן הם נמצאים ולקבוע כיצד ניתן לחלץ אותם בבטחה. ידע זה נחוץ לא רק להפקת חומרי גלם ודלקים, אלא גם לאחסון של אנרגיה ומוצרי פסולת, כגון CO2 ופסולת גרעינית (ESFRI, נורבגיה, פינלנד, צרפת, הולנד).
- **PÔLE DE DONNEES – מרכז מידע ושירותים למידול מערכות כדור הארץ.** כדי לענות על השאלות העיקריות שיש לחברה לגבי ההיסטוריה, תפקוד ואבולוציה כדור הארץ ושל הסביבה, המחקר המדעי חייב לכלול את מערכת כדור הארץ כמכלול ולקחת בחשבון את האינטראקציה בין החלקים השונים שלה. התשתית מציעה גישה לנתונים, מוצרים ושירותים הקשורים לתצפית על כדור הארץ ונועדה לשרת בעיקר את קהילת המחקר הצרפתי. סדרות שלנתונים ומוצרים מרשתות תצפית וממשימות של לוויינים, יוערכו, יתוארו ויהיו ניתנים לפעולה הדדית. התשתית גם תייצר את המוצרים שלה. על מנת לעודד שיתוף מידע ותרום לחינוך המדעי והטכנולוגי וכן להכשרה של משתמשים, התשתית תייצר פלפורמות שיתופיות. התשתית מתוכננת להיות תפעולית החל משנת 2017 (צרפת).
- **Airborne Research Facility for the Earth System – ARES – מתקן מחקר למדעי כדור הארץ. ספקטרוסקופיה, חישה מרחוק מכ"ם, חישה מרחוק לייזר, פוטוגרמטריה, ניווט, מאמצים חישוביים.** התשתית היא מאמץ משותף של מוסדות בשווייץ על מנת רקדם את מדעי כדור הארץ באמצעות תצפיות מרחוק. התשתית תעביר מידע על פני האמה של כדור הארץ ברמת דיוק חסרת תקדים ותשפיע בתחומים של ליתוספירה, גיאוספירה, הידרוספירה, קריוספירה, ביוספירה ואטמוספירה. נתוני מפתח חדשים שנשלפים והנשענים על האפשרות להשיג מידע בזמן-האמת על הביולוגיה, הגיאומטריה והפיזיקה מכדור הארץ, הם מינרולוגיה של האדמה, הרכב כימי ופיזיקלי כולל לחות, מינרולוגיה של הסלע, מבנים ותצורות, איכות המים, חיספוס פני השטח, תפוצה של החומר החלקיקי, הרכב זיהומים של השלג והקרח, היקף השלג והקרח, הרכב הצמיחה, ביומסה, פרודוקטיביות, תכונות פונקציונליות וצורות חיים והאינטראקציה עם פני השטח (שווייץ).
- **NORWEGIAN GEOTEST SITES - תשתית המחקר המקימה מתקן ניסוי מחקרי למחקר גיאוטכני.** הכוונה היא להקים 5 אתרים ברחבי נורבגיה שימשו כמעבדות שדה לבחינה ואימות של מחקרי קרקע חדשנית ושיטת בחינה. אתרי הניסוי ישרתו תעשייה, גורמים ציבוריים, ארגוני מחקר ואקדמיה. האתרים יהיו תפעוליים לפחות במשך 10 שנים. אפיון ועיצוב גיאוטכני משופרים יחקו את ההשפעות של שינוי האקלים (נורבגיה).
- **OGLIR – נתונים מרחביים דיגיטליים הקשורים למיקום מסוים המתאר נקודות עניין בסביבה או תופעות או אירועים באתר גיאוגרפי מסוים.** המטרה של התשתית היא לפתח משאב סביבתי, טבעי, לאומי ושירותי שימוש בקרקע המבוססים על נתונים מרחביים וצרכי המחקר. התשתית מספקת טווח רחב של חומרי מקור מקיפים למחקר ולפיתוח סביבתי. חומרים אלו נגישים באמצעות שירותי נתונים משולבים.

תשתית לאומית **עתידי**. התשתית מתוכננת להיות מקומת בין השנים 2015-2017, ולהתחיל לפעול בשנת 2018. עלות ההשקעה בתשתית 4.14 מיליון אירו (פינלנד).

כלי שיט מחקריים (גרמניה, ארה"ב, נורבגיה):

- New research vessel Polarstern – בניה מחדש של **שוברת קרח**, אנייה מחקרית למחקר רב שימושי ואונייה המתוכננת במיוחד לפריסה של כל תחומי המחקר הימי במים פתוחים, בעיקר בים הקוטב. המטרה של התשתית היא לאפשר את קיומם של מתקני מחקר על האנייה, גם כאשר מדובר בתנאים סביבתיים מאתגרים. לשם כך, בנוסף למעבדות קבועות ומכולות מעבדה, הספינה תהיה מתוכננת לאופציות של ציוד מודולרי. המגמה הכללית בעתיד, היא בניה של מיכלי מחקר מאובזרים לחלוטין, שניתן למקם על האדמה ולהעביר במהירות ובקלות לאנייה. אפשרות זו תגדיל את שטח המחקרה זמין ותרחיב את קיבולת האסקפה על האנייה. התשתית מתוכננת להיות פעילה בשנת 2018 (גרמניה).
- New research vessel Poseidon – בנייה של **כלי שיט מחקרי חלופי**, שימש למטרות מחקר במדעי הים ותחומים קרובים. הספינה מתוכננת להיות מצויינת במתקנים כללים המתאימים למחקרים מולטידיסציפלינריים על מנת להציע תנאי עבודה אופטימליים לכמה שיותר תחומי מחקר. הספינה החדשה תתפרס בצפון האוקיינוס האטלנטי, מקו המשווה ועד שולי הקרח הארקטי, והימים הגבוליים שלה: הים הצפוני, הים הבלטי, הים התיכון, הים השחור וים סוף. המטרה היא לבנות כלי למחקר בים העמוק המסוגל למלא אחר כל הדרישות האקולוגיות, הכלכליות והמדעיות ל-20 עד ה-30 השנים הבאות. התשתית פעילה משנת 2017 וזקוקה לשדרוג (גרמניה).
- New research vessel Sonne - בנייה של **כלי שיט מחקרי חדש לפרויקטים מחקריים באוקיינוס השקט והאוקיינוס ההודי**. המחקר במעמקי הים הוא גורם מכריע לקידום ההבנה של הגיאודינמיקה והסיכונים הגיאולוגיים כמו רעידות אדמה ימיות וצונאמי. הספינה המחקרית הרב תחומית החדשה תעזור לתת תשובות לסוגיות מדעיות, חברתיות ואקולוגיות מרכזיות של המחקר במעמקי הים. הספינה תשמש כפלטפורמת עבודה ומחקר למגורים לכל תחומי מדעי הים והדיסציפלינות הקשורות אליה: אוקיאוגרפיה פיזית וביולוגיה, גיאולוגיה ימית, כימיה ימית ואווירית, גיאופיסיקה ימית ומטאורולוגיה. התשתית פעילה משנת 2015 וזקוקה לשדרוג (גרמניה).
- (ARF) Academic Research Fleet – תשתית מבוזרת הכוללת 23 כלי שיט וממוקמת במעבדת האוניברסיטה הלאומית לאוקיינוגרפיה (UNLOS). כלי השיט הינם בגדלים שונים, סיבולות ויכולות שונות המאפשרות למדענים לבצע מחקר ימי בחופים ובים הפתוח. התשתית תומכת בציוד לתמיכה מדעית, כלים אוקיינוגרפיים ושירותים טכניים וצוללת. **אניות מחקר** הפועלות במים נטולי קרח באנטרקטיקה. (ארה"ב).
- (NORMAR) Norwegian Marine Robotic Facility - המטרה של המתקן היא לספק **רובוטיקה ימית מתקדמת** לקהילה הנורבגית במדעי הים למחקר מתקדם והקשור למחקר ימי בטווח רחב של אתגרים קיימים. המתקן יהיה בעל חשיבות אסטרטגית למטרות לאומיות ובינלאומיות בטווח הקצר והארוך במדעי הים ובניהול מאבי ים. בנוסף, המתקן יקל ויתאם את הפיתוח והשימוש ל רובוטיקה למחקר במעמקי הים, ויאפשר לנורבגיה לחזק את המעמד הגלובלי של נורבגיה בתחום (נורבגיה).
- (MARINTEK) The Marine Technology Laboratories - תשתית מחקר בתחום **הטכנולוגיה הימית**. התשתית זקוקה לשדרוג בקנה מידה נרחב בתחום. המרכז לטכנולוגיה ימית היווה מקור חשוב לפיתוח והקמה של התעשייה הימית הנורבגית. המרכז כיום מכיל שלוש מוסדות (MARINTEK, NTNU),

AMOS) ומהווה את אחד ממסודות המחקר וההשכלה החזקים ביותר בתחום ההידרודינמיקה הימית והמבנים הימיים בעולם (נורבגיה).

רעיונות חדשניים המיועדים לתקצוב של Horizon 2020 בתחום הטכנולוגיה הירוקה:

- GOTSolar - מטרתה לפתח את הדור הבא של תאים סולריים (solid-state perovskite solar cells) PSCs (-).
- HELENIC-REF - מטרתה להקים מתודולוגיה ברת קיימא חדשה לתרמוליזה של מים בטמפרטורה של מתחת ל-3000C, ואת הייצור המקביל המידי של אנרגיה או דלקים, באמצעות מים כמקור דלק מתחדש.
- LIAR - ארכיטקטורה חיה. מתכננת לפתח מתכננת לפתח **bioreactor** שניתן לתכנות והמסוגל לחלץ משאבים יקרי ערך ממי ביוב ואוויר ולייצר חמצן, חלבונים וסיבים.

מדעי הרוח והחברה

ESFRI התייחסו לנושא חדשנות חברתית ותרבותית וזיהו פערים ויש לפעול להשלמתם:

Big Data: המושג מתייחס לאוסף של מידע (קבצי מידע, ערכות נתונים, בסיסי נתונים) או זרמי נתונים, שמבחינת הנפח והמהירות בה הם מגיעים, יוצרים אתגר לשיטות המחקר הממוחשבות. לפני שניתן יהיה לממש את ערך המחקר של Big Data עבור מדעי החברה והרוח, יש לעמוד בשלושה תנאים חשובים: הנתונים חייבים להיות נגישים למטרות מחקר; יש צורך במטא נתונים ובשיטות המתאימות ביותר לחלץ ולפרש את המידע; ובהירות לגבי האופן שבו הנתונים נוצרו (ESFRI).

צורות חדשות של אינטרדיסציפלינריות: הגבולות בין הדיסציפלינות של מדעי הרוח ומדעי החברה נעלמות בהדרגה ומפנות מקום לשיטות מחקר משולבות ורוחביות הקשורות לכל התחום של מדעי הרוח והחברה. מצד אחד, אוסף נרחב של טקסטים דיגיטליים מאפשרים למדעי הרוח שימוש בשיטות כמותיות שהיו פעם מוגדרות למדעי החברה, מצד שני "התפנית הלשונית" של מדעי החברה, יוצרת מקום לסוגים חדשים של ניתוח שיח. בנוסף, הגידול באינטראקציה בין מדעי הרוח והחברה עם מדעי אחרים הוא אחד מהמאפיינים הבולטים של התקופה האחרונה. כיום קיימת תפיסה שלרשתות סיבתיות שהן המטרה של מדעי הטבע, ישנם גורמים מכריעים בפעולות אנושיות וההתנהגות האנושית. שינוי זה מודגש על ידי התפתחויות שקרו לאחרונה בניהול המדע. הגישה החדשה כוללת בתוכה את השאלה לגבי תשתיות היברידיות, איסוף מידע המגיע מתחומים שונים, או מצורות חדשות של שיתופי פעולה והחלפת מידע בין תשתיות קיימות (ESFRI).

צורות חדשות של תקשורת והפצת המחקר: המכניזם של הפצת תוצאות המחקר עולה מאחד המנבאים החשובים ביותר של ההשפעה האקדמית הנוספת. הגישה הפתוחה השיגה תמיכה מממשלות וסוכנויות מחקר. ועדיין, הגישה הפתוחה לפרסומים בתחומים של מדעי הרוח והחברה מפגרת אחרי דיסציפלינות מדעיות אחרות. אחת הסיבות לכך היא שחלק גדול מהתפוקה המדעית בתחומים אלו מפורסמת בספרים ולא בכתבי עת. קיים חוסר תיאום בין מקורות המידע השונים, הקהילה המחקרית זקוקה לאתר/מקום בו ניתן לקיים דיונים, לחלוק רעיונות, כלים ופתרונות, ולהסכים על סטנדרטים איכותיים וטכניים (ESFRI).

אינטגרציה בין מידע ומשאבים ביו חברתיים: מחקר אינטרדיסציפלינרי החוצה את מדעי הרוח והחברה, הוא בעל פוטנציאל לגידול בתובנות הנוגעות להשפעה של תנאים סוציו-אקונומיים וסביבתיים על שינויים ביולוגיים

בעלי השלכות ארוכות טווח על ההתנהגות שלנו, הבריאות והרווחה החברתית-כלכלית. קיים צורך להבין את הדרך והמכניזם של הפידבקים ההדדיים האלו באמצעות עבודה של צוותים אינטרדיסציפלינריים (ESFRI).

קידום גישה בינלאומית לניתוח נתונים בזמן אמת: בשנים האחרונות, צורות חדשות של מידע, שאינו מיועד במקור לצרכי מחקר, (מידע אינטרנטי, תמונות, וידאו, ניטור תנועות של אנשים וכדומה), התפתחו כתוספת חשובה למערכי נתונים מסורתיים. עם זאת, מתפתח פער מטריד ביכולת שלנו לאתר ולחקור צורות מידע חדשות למטרות מחקר חברתי, התנהגותי וכלכלי, וזאת ממספר סיבות: השכיחות של צורות חדשות של מידע תגדל בצורה מעריכית ככל שהיכולות הטכנולוגיות והדיגיטליות יתפתחו; התקדמות טכנולוגית ומתודולוגית חייבת להיעשות על מנת להגשים את הפוטנציאל של ניתוח בזמן אמת; הפוטנציאל הגדול של צורות המידע החדשות מתבטא בקישור וכיול עם צורות אחרות של מידע; ההכשרה הנוכחית אינה מספקת את העמידה בביקוש הגובר של חוקרים לנצל צורות חדשות של נתונים; צורות חדשות של מידע ושימושי מציבים שאלות חדשות אתיות ושאלות של פרטיות שיש לחקור אותן על מנת להבטיח כי השימוש בטכנולוגיות יעשה בצורה אחראית (ESFRI).

תשתיות מחקר למדיה חברתית, ארכיון אינטרנטי: הארכיבים האינטרנטיים הלאומיים מהווים מכשול עבור החוקרים היות והם תוחמים את זרימת המידע באינטרנט באמצעות מחסומים לאומיים. לכן יש להקים תשתית מחקר טרנס-לאומית על מנת לפתח מחקר יעיל ואטרקטיבי יותר, לוודא שיש גישה חופשית לחוקר לארכיבים, ולהגדיל את הפוטנציאל לטיפול שותפויות חדשניות ופיתוח תעשיית תוכנה עבור מחקרים של (ESFRI) Big Data. האצת התחום באמצעות פלטפורמה אחת שתפיץ מערכות נתונים בצורה קלה יותר לאיתור ונגישות. הפלטפורמה תיבנה על היסודות של יכולות תשתית המחקר ברמה המוסדית ותביא להבנה הוליסטית של החברה (אוסטרליה). יש צורך בתיאום ואינטגרציה ליכולות של הפלטפורמות. האינטגרציה דורשת תמיכה תוך שימוש בדיגיטציה וטכנולוגיות הדור הבא. אינטגרציה זו תאפשר את הגישות הרב תחומיות שיתמכו בתחום הזה (אוסטרליה).

תשתיות מחקר למדעי הרוח וחדשנות תרבותית: הטכנולוגיות העכשוויות מציעות הזדמנויות מצוינות ללימוד, זמינות והחייאת פריטים תרבותיים. המאמץ בכיוון זה צריך להיעשות בשתי דרכים שונות: פריטים תרבותיים (כתבי יד, פפירוס, ספרים, ציורים, פסלים וכדומה), אלו פריטים פיזיים הדרושים לניתוח של החומר, תיארוך, שימור ושחזור. הם רלבנטיים לתשתיות מחקר המבקשות לתמוך בניתוח של פריטים פיזיים באופן כללי; הפיכת חפץ מהותי למורשת התרבותית שלנו תלויה במידה רבה במודעות הקולקטיבית של קיומו ובערך הניתן לו. במובן זה, תשתיות מחקר המוקדשות להפצה (דיגיטציה, שיקום תלת ממדי) של פריטים אלו הן קריטיות לשימור המורשת התרבותית. הנגשה דיגיטלית של הפריטים היא רק הצעד הראשון להבטיח את קליטתם על ידי קהל היעד. הרוב המכריע של המורשת התרבותית יהיה בצורה של כמות עצומה של חומר עשיר עבור ניתוחים חדשים, בדרך כלל בשפות שלא מדוברות עוד, והזמינות לכשעצמה אינה מבטיחה כי החוקרים יוכלו להפנים את החומר בשיטות קונבנציונליות של קריאה. לכן נדרשות שיטות חדשות חכמות של כריית טקסט וניתוח טקסט שיוכלו לעבד בצורה אוטומטית כמות עצומה של מידע (ESFRI).

דוגמאות לתשתיות:

- מדעי הרוח (נורבגיה, גרמניה, הולנד, שווייץ, ות"ת, Horizon):
- DESIR - תשתית מידע במדעי הרוח (ERIC) (Horizon).

- מפעל המילון ההיסטורי ללשון העברית : תשתית מחקרית למחקר בתחום מדעי היהדות בעולם. התשתית מיועדת לשימוש חוקרים ובלשנים בכל מקצועות מדעי היהדות, ספרות בית שני, מגילות מדבר יהודה, ספרות תלמודית ונצרות קדומה, חוקרי מחשבת ישראל ופרשנות המקרא. מטרת ההרחבה של הפרויקט היא לקדם את התשתית המדעית תוך התמקדות בתקופת ימי הביניים – **תיעוד גלגוליהן ומשמעותן של כל המילים בעברית**. (ות"ת).
- Swiss Digital Humanities Center (SDHC) – התשתית תענה על בעיה כרונית של המחקר במדעי הרוח בשווייץ, בכך שתבטיח את הנגישות של נתוני המחקר במדעי הרוח ותפיץ את השימוש בטכניקות דיגיטליות מתקדמות וטכנולוגיות, כך שניתן יהיה לעבוד עם נתונים מדעיים ממדעי הרוח ממקורות עולמיים אחרים בתחום. המרכז יציע את הפונקציות הבאות: פלטפורמת מידע אמינה וברת קיימא עבור נתוני מחקר דיגיטליים בתחום מדעי הרוח; גישה וארכיב לטווח ארוך; ניהול מידע וניהול גישה באופן העדכני ביותר; ארגז כלים וגמיש של שיטות לניהול נתונים, ניתוח, ויזואליזציה; ארגז כלים / ספרייה של פונקציות בסיסיות לפיתוח כלים חדשים ושיטות מחקר; קישוריות למקורות נתונים חיצוניים ולמאגרים בהתאם לתקן LOD; מידע והדרכה על שיטות מחקר דיגיטליות וניהול נתונים, תוך התמקדות בנתונים איכותיים ובמקורות דיגיטליים. **תשתית מחקר של מידע ושירותים** (שווייץ).
- CLARIAH-PLUS - **אשכול העוסק במהפכה דיגיטלית**: דיגיטציה של מקורות אנלוגיים של טקסטים, תמונות וקול המשפרות את הגישה של החוקר לכמויות גדולות של מידע. הועלה הצורך בפיתוח בסיס נתונים דיגיטלי משובח הכולל את כל המידע החשוב למדעי הרוח, על מנת לשפר את החלפת המידע וכלים. למרות שישנם יוזמות רבות לדיגיטציה של טקסטים, תמונות וקול, בסיס נתונים משולב דיגיטלי של כל המידע החשוב בתחום מדעי הרוח עדיין אינו מפותח. על מנת להימנע מכך שלכל מוסד ומרכז יהיה את האוסף הדיגיטלי שלו, קיים צורך דחוף לשפר את החלפת המידע ולפתח הכלים לכך. המהפכה הדיגיטלית היא לא תהליך אוטומטי, אבל אין תהליך אחיד ליצירת קבצים דיגיטליים או כלים שיאפשרו את הגישה לקבצים אלו. על מנת להנגיש יש צורך ליצור מבנה שיאפשר למנועי החיפוש למצוא את האוסף הנדרש(הולנד).
- DARIAH – Digital Research Infrastructure for the Arts and Humanities – רשת מחקר המבוססת על 14 שותפים, **התומכת במדענים בתחומי מדעי הרוח והאמנויות והעובדת עם משאבים דיגיטליים ושיטות למידה ומחקר**. במפת הדרכים 2015, דווח כי מוקמת תשתית למחקר דיגיטלי ומפתחים חומרים ללימוד והדרכה בתחום. התשתית תאפשר שילוב של עבודה מולטי דיסציפלינרית ממוסדות שונים. הפרויקט גם שואפת להבטיח את היכולת של משאבי אנוש דיגיטליים, מושגים ושיטות כאשר למומחי הוראה והדרכה במדעי הרוח. התשתית מתוכננת להיות תפעולית בשנת 2018 (גרמניה).
- Infrastructure for the Exploration of Syntax and Semantics (INESS) - התשתית מספקת גישה בשפה הנורבגית ושפות נוספות **לחיפוש של דפוסים סמנטיים ותחביריים**, וישמש את הבלשנות התיאורטית וההיסטורית, את ללימודי הספרות והשפה. החוקרים יוכלו לחפש דפוסים סמנטיים ותחביריים בבסיסי נתונים ממשיים. מידע זה יעשיר את הידע של השפה. הדור הבא של מערכות ה-IT המבינות שפה יהיו תלויות על תובנות שפתיות. התשתית קשורה לפרוייקט CLARIN של ESFRI (נורבגיה).
- (LIA) Language Infrastructure made Accessible - **התשתית תאמץ את נתוני השפה המדוברת הנורבגית והלפית** (השפה המדוברת בלפלנד) לתשתית מחקר נוחה לשימוש ובעלת גישה לחוקרים

ולתעשייה. בסיס נתונים מדעי ומתקדם יפותח ויכלול קבצי קול דיגיטליים, מידע מדעי שיטתי על מאפיינים הקשורים לשפה, מקום ואנשי קשר. הפרוייקט מקבל את החוזקה שלו משיתוף פעולה ארצי ובינלאומי יחד עם שותפים בינלאומיים, כולל אוניברסיטת הומבולדט, אוניברסיטת ויסקונסין ופנסילבניה סטייט, ארה"ב, וכן את האוניברסיטאות של אודנסה, אופסלה וגוטנברג (נורבגיה).

מדעי החברה (ESFRI, צרפת, שבדיה, פינלנד, נורבגיה, גרמניה, הולנד, שווייץ, ות"ת):

- E-RIHS - תשתית מחקר אירופאית **למדעי המורשת**, פרשנות, שימור, תיעוד וניהול. התשתית תכלול את מטה התשתית ומוקדים לאומיים, קבועים וניידים של מצוינות, ואוספים או ארכיבים נגישים פיזית ווירטואלית. ישנה התייחסות למורשת הטבעית והתרבותית: אוספים, מבנים, אתרים ארכיאולוגיים, מורשת דיגיטלית ולא מוחשית. התשתית תספק את הכלים והשירותים המתקדמים ביותר לקהילות מחקר חוצות תחומים לקידום ההבנה של המורשת העולמית. התשתית תספק תשתיות מדעיות מתקדמות הכוללות מתודולוגיות, נתונים וכלים, הדרכה לשימוש בכלים, גישה למאגרי הנתונים, ניתוח ופירוש. שנת ההפעלה הצפויה: 2022 (ESFRI, צרפת).
- The Generations and Gender Programme-GGP - **תכנית מגדר ודורות**. שואפת ליצור פריצות דרך מדעיות בהבנה של השפעת השינויים החברתיים על החיים האישיים ועל יחסי המשפחה (בין הורים וילדים ובין גברים ונשים). התשתית תפעל ל: 1. איסוף סקרי מידע איכותיים ברמת היחיד (בגילאים שבין 18 ל-79) בנושאים כגון הקמת שותפות ופירוק השותפות, פוריות, סולידריות בין-דורית, איזון עבודה-בית, תעסוקה ופרישה. 2. מיזוג המידע לבסיס נתונים השוואתי ומעניק גישה פתוחה לחוקרים. 3. השלמת המידע עם אינדיקטורים ברמת המאקרו, ברמת האזורית והלאומית, באמצעות בסיס נתונים קונטקסטואלי. פרויקט עתידי של ESFRI, עדיין לא נכלל במפת הדרכים (ESFRI).
- ESS-European Social Survey - שאלון חברתי, סקר רב-מדינתי דו-שנתי המונה כ-30 מדינות. מטרתו ליצור **בסיס נתונים על עמדות, ערכים, התנהגויות** והתמורות בהם לאורך זמן. הסקר נערך כל שנתיים בקרב בני 15 ומעלה ומתמקד בשלושה תחומים: נטיות ערכיות של אנשים, נטיות תרבותיות ולאומיות, והמבנה הבסיסי של החברה (שבדיה, גרמניה, ות"ת).
- מאגר הנתונים הישראלי במדעי החברה – ריכוז **קבצי הנתונים של סקרים חברתיים** הנערכים בישראל, לטייב אותם, ולהנגישם לחוקרים ולסטודנטים. המשימות העיקריות של מאגר הנתונים: ריכוז הנתונים החברתיים ממקורות שונים, עיבוד וטיוב נתונים גולמיים, ריכוז ושימור נתונים מסקרים הממומנים מכספי ציבור, תיווך בין חוקרים למשרדי ממשלה וגופים שונים לקבלת נתונים, וכן להוות גוף המבטיח שמירה על זכויות יוצרים וסודיות (ות"ת).
- SHARE – Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe – תשתית **לעריכת סקרים הקשורים לבריאות, זקנה ופרישה**. הסקר נועד להתחקות באמצעות מעקב סדיר אחר התהליכים הכלכליים, הבריאותיים והחברתיים שמלווים את הזדקנותה של האוכלוסייה. הסקר נערך בקרב כ-90 אלף אזרחים מגיל 50 ומעלה על פני שנתיים במדינות העיקריות של האיחוד האירופי. בגרמניה מתכננים לערוך את הסקר בקרב 3,000 אזרחים, 8 סקרים עד שנת 2023. בישראל הסקר נערך בידי האוניברסיטה העברית במימון המשרד לשוויון חברתי (שבדיה, גרמניה, ות"ת).
- CESSDA – Council of European Social Science Data Archives – יצירת **ארכיב ושיתוף מידע במדעי החברה**. על מנת לאפשר גישה בטוחה למידע, חשוב לפתח תכנית ניהול מידע מהשלב הראשוני. התשתית כוללת 20 מדינות אירופאיות בעלות ארכיבי מידע ונתונים בתחומים מדעי החברה. התשתית

כוללת מאגר נתונים ושירותי מידע אינטרנטיים לרשות החוקרים. התשתית מספקת מידע הרלבנטי גם למחקר אקדמי וגם לקבלת החלטות בתחום החברתי. בפינלנד התשתית נמצאת בשלב הבניה עד 2015. (גרמניה, שבדיה, פינלנד).

- **Mixed-Reality Lab for Behavioral Research MIRAL – מעבדת Mixed-Reality** למחקר התנהגותי. התשתית מיועדת למחקרים בתחום ההתנהגותי, במיוחד התנהגות של צרכנים וחוקרי ניהול וגם למחקרים בתחום הלכלכלה ההתנהגותית. בשלב הבניה הראשון של התשתית (בשנים 2014-2016 נבנתה מעבדה התנהגותית מתקדמת ביותר. בשלב השני, המתוכנן לשנים 2017-2020, יוקמו יכולות של מציאות ממוחשבת, כלומר, תנועות מוגדלות של ראש וגוף. **תשתית מחקר של כלים, מידע ושירותים** (שווייץ).

- **ODISSEI - אשכול העוסק בחיפוש דפוסים בחברה:** תשתית המאפשרת גישה חופשית לנתונים במדעי החברה ולחדשנות כלכלית, על מנת לאסוף, לשלב, לאחסן וליצור גישה למידע במדעי החברה. חקירה ומיצוי של כמויות עצומות ובחלקן לא מאורגנות של נתונים דורשת לא רק שיטות חדשניות ומודלים של ניתוח, אלא גם תשתית גמישה ומשולבת של אחסון וגישה למידע. שילוב של אוספים ימנעו חפיפה וכפילויות של מידע. בנוסף, זה יאפשר הזדמנות יחודית ריכוז ממוקד יותר של נתונים (הולנד).

- **SOEP – Socio-Economic Panel – סקר למחקר אורך** הכולל יותר מ-20 אלף אנשים ב-11 אלף משקי בית בגרמניה. הסקר נערך משנת 1984 ומעודכן באופן שוטף בהתאם להתפתחויות ומספק מידע על שכר, תעסוקה, חינוך ובריאות. הסקר נערך כל שנה. בנוסף לניטור של הטווח הארוך של מידע זה, התשתית מיישמת באופן קבוע תחומים חדשים של מדידה על מנת לשפר את החוזק של המתודולוגיה של הסקר. שיפורים נוכחיים כוללים נתוני הקשר הקשורים לגיאוגרפיה, סמנים ביולוגיים ותוצאות של מדידות פסיכולוגיות (גרמניה).

- **(Evir) eInfrastructure for Video Research** - בניית תשתית מחקר לאומית אינטרנטית לשימוש **בנתונים בהקשרים/תחומים רגישים** המספקים פתרונות גמישים ברמות שונות של אבטחה בתחומים של בריאות, חינוך ורווחה. חשוב לפתח שגרות לאחסון ועיבוד נתונים רגישים בסוג זה של מחקר. הפרויקט יפתור את הבעיות של שגרות אד-הוק בשתי דרכים: 1. פיתוח תשתית אלקטרונית ארצית חדשה למחקר תוך שימוש בנתונים תלויי הקשר, המספקים פתרונות גמישים ברמות שונות של אבטחה. 2. הפרויקט יאפשר פתרונות אחסון התומכים בנגישות וביכולת פעולה הדדית, כולל הקמת מעבדה וירטואלית למעבדות וידאו ומערכות תיוג (נורבגיה).

- **Business data – מידע עסקי.** הקמה של ארגונים חדשים במגזר הפרטי היא קריטית להנעת ההתאוששות הכלכלית, החדשנות והגידול בבריטניה. הבנה של כיצד נוצרים ארגונים חדשים מוצלחים, כיצד הם פועלים ואיך הם מצליחים לעמוד מול התחרות העולמית. קיים צורך דחוף להספק כלי תוכנה שיתמכו גישה פתוחה ללב נתוני הסקרים הארגוניים, כמו יחסי עבודה במקום העבודה, שעות עבודה ושכר ויכולות העבוד הלאומי. עדיין לא תשתית, נושא שיש בו צורך בהשקעה (בריטניה).

סטטיסטיקה (פינלנד, ות"ת):

- **חדרי למ"ס:** מערכת גישה מרחוק לחדר המחקר של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה – הקמה של מערכת גישה מרחוק, באמצעותה ניתן יהיה להעלות את נגישות הנתונים הנמצאים בלמ"ס לחוקרים במוסדות האקדמיים המרוחקים מירושלים באמצעות תחנות עבודה. חדשים אלו יהיו מאובטחים על פי

הדרישות שנקבעו על ידי הלמ"ס ויאפשרו גישה מרחוק לנתוני הלמ"ס. הערכת העלויות שנקבעה בות"ת בשנת 2016 קבע כי עלות הציוד הינו 1 מיליון דולר, ועלות כוח האדם לשלנה 200 אלף דולר (ות"ת).

- Finnish Microdata Access Services – FMAS. תשתית לאומית. מאגר מידע ארצי של **רשומות ונתונים סטטיסטיים**. מאחר שחלק הארי של הנתונים מורכב מרשומות אישיות, השימוש בהם כפוף לדרישות מיוחדות. השימוש בנתונים אלה אינו פשוט לאור העובדה שהמרשמים מפוזרים בין הענפים השונים של המינהל הציבורי, כך שלכל ארגון יש את ניהול הנתונים משלו, כולל הרשאה ונהלי גישה לנתונים משלו. בכל פעם שהם רוצים לשלב מידע המנוהל על ידי מספר גופים מנהליים, החוקרים צריכים ליצור קשר עם כל רשות בנפרד. נמצאת בשלב הבניה עד 2016 (פינלנד).

אינטר-דיסציפלינרי (שווייץ, גרמניה, נורבגיה):

- Public Interface of the Finnish National Digital Library - Finna. תשתית לאומית. ספריה לאומית דיגיטלית, **משאבים לתרבות ולחינוך**. התשתית מספקת גישה למשאבים תרבותיים ואקדמיים ואפשרויות חדשות לחוקרים. השירותים כוללים: חומרים מארכיבים שונים, ספריות ומוזיאונים. התשתית מכסה את כל תחומי המחקר, ובכך תומכת במחקר בין תחומי וגישות יצירתיות. במונחים טכניים, השירות מבוסס על מספר מודולים של קוד פתוח. השילוב של המודולים הללו מאפשר למשתמשים ולמנהלי תשתיות המחקר לשתף פעולה. מודולים חדשים ותכונות ניתן להוסיף למערכת מאוחר יותר, כנדרש. נמצאת בשלב הבניה עד 2016 (פינלנד).

- Swiss Art Research Infrastructure (SARI) – תשתית מחקר מבוססת רשת לצרכים ספציפיים של **תולדות האמנות ומחקר באמנות חזותית במדעי הרוח**. התשתית מציעה לאוניברסיטאות של שווייץ, ליחידות מחקר, למוזיאונים, לאוספים ולארכיונים מסגרת חסרת תקדים לגישה מתמשכת, מאוחדת, הדדית פתוחה בעיקר לנתוני מחקר, למשאבים חזותיים ממקור ראשון ולמטא נתונים מדעיים ממוסדות שונים ורשתות קיימות. התשתית מגשרת לא רק בין הפיצול המוסדי והטכני אלא גם בין חסמי השפה הארציים על ידי מתן גישה למילות מפתח מדעיות מבוססות, אך ניתנות להרחבה, אוצר מילים רב-לשוני ויישום תקני מטא נתונים בינלאומיים. התשתית מספקת לחוקרים וסטודנטים כלים חדשים המאפשרים שיתוף פעולה ושיתוף תוצאות המחקר **תשתית מחקר של מידע ושירותים** (שווייץ).

- CLARIN – a web and centres-based research infrastructure for the social sciences and humanities – רשת של מרכזי שירות למדענים מתחומי מדעי הרוח ומדעי החברה. התשתית מספקת **משאבי מידע וכלים רלבנטיים לדיסציפלינות שונות**. בסיס זה מסייע לכונן סוגיות חדשות המסייעות להבנה מדעית גדולה יותר. התשתית תכלול תשעה מרכזי שירותים שיאת השירותים הבאים: כמויות גדולות של משאבי טקסט ומולטימדיה רלוונטיים הנשמרים ומתפרסמים באינטרנט למטרות מחקר; כלי תוכנה וטכנולוגיות מבוססי אינטרנט הניתנים לשיתוף פעולה בינתחומי; ארכוב נתוני הדיבור, שינויים לשוניים ותרבותיים נרשמים לדורות הבאים ולכלי מולטימדיה רלבנטיים. התשתית מתוכננת להיות תפעולית בשנת 2018 (גרמניה).

- Norwegian Open Research Data Infrastructure (NORD-i) – תשתית מחקר שתקדם גישה חופשית ופתוחה לאיסוף נתונים ממערכות שונות ומקורות שונים. התשתית מהווה שדרוג חשוב ואף חלופה לפתרונות אחסון הקיימים, לשימור לטווח ארוך והפצת נתוני מחקר. התשתית תהיה פתוחה ונגישה לחוקרים נורבגיים בכל התחומים המדעיים וכן פתוחה לשימוש בין-לאומי במידה המותרת על פי

תקנות משפטיות. הפרויקט יקים תשתית אלקטרונית חדשה של נתוני המחקר, כולל כלים ידידותיים למשתמש וממשקי אינטרנט לפיקדון, ניהול וגישה לנתונים (נורבגיה).

- **PSI) Peace Science Infrastructure (PSI) - הפרויקט יספק תשתית מחקר מקיפה לדור הבא של מחקרים כמותיים בתחום הקונפליקטים והשלום בעולם.** הפרויקט יפתח מערכת חדשה לתיג קונפליקטים. התשתית בונה על קונפליקטים של PRIO בסיסי נתונים ACDC, המכילים מידע על קונפליקטים קטנים וגדולים. התשתית תפתח מערכת חדשה המבוססת על תיוד הקונפליקטים על פני זמן ומקום (נורבגיה).

רעיונות חדשניים המיועדים לתקצוב של Horizon 2020:

- **CIMPLEX - יפתחו כלים לניבוי והשפעה של התפשטות מחלות** במערכות חברתיות מורכבות.
- **DOLFINS - יספקו כלים לשיפור פיתוח המדיניות הקשורה לניהול של משברים פיננסיים** וסיוע בהשקעות ארוכות טווח.
- **GRACeFUL - פיתוח כלי הערכה מהירים לצורך ביצוע מדיניות קולקטיבית במערכות הגלובאליות,** ולבחון אותם על אקלים גמיש בתכנון העירוני.
- **IBSEN - יבנה רפרטואר של ההתנהגות האנושית בקבוצות גדולות (1000 + אנשים)** באמצעות ניסויים מבוקרים. הפרויקט יחיל את המערך על שאלות מחקר ספציפיות, תוך התמקדות בפנומנולוגיה חדשה שעשויה להתרחש במערכות גדולות, על מנת למצוא את הכללים המסדירים את ההתנהגות האנושית.

11.2 נספח ב - סקירת מפות דרכים במדינות שונות וב-ESFRI

במסגרת העבודה הנוכחית נסקרה מפת הדרכים של ESFRI הפורום האסטרטגי של תשתיות המחקר באירופה וכן של מפות הדרכים של: אוסטרליה, קנדה, פינלנד, צרפת, הולנד, נורבגיה, שבדיה, שווייץ, בריטניה וארה"ב. בנוסף, נסקרה תכנית העבודה לתשתיות מחקר אירופאיות Horizon 2020.

ESFRI- Strategy Forum on Research Infrastructures- Roadmap 2016

ESFRI מזהה תשתיות מחקר שיש בהן עניין אירופאי שעונות על הצרכים לטווח ארוך של קהילות החוקרים האירופאיות בכל התחומים.

תשתיות המחקר של ESFRI הן תשתיות, משאבים ושירותים בעלי טבע ייחודי שזוהו ע"י קהיליית המחקר האירופית לביצוע פעילות מחקרית מובילה בכל התחומים.

מפת הדרכים הראשונה של ESFRI התפרסמה ב-2006 ולאחר מכן עודכנה ב-2008, וב-2016. ESFRI הוסמכה להתמקד בתמיכה ביישום של הפרויקטים של ESFRI על מנת לעמוד בהתחייבות ש-ה-Innovation Union לפיה עד 2015 המדינות החברות יחד עם הוועדה יקיימו 60% מתשתיות המחקר האירופאיות שזוהו כבעלות עדיפות. ב-2013 בוצעה הערכת הסטטוס של כל הפרויקטים.

ESFRI מזהה תשתיות מחקר חדשות, או שדרוגים גדולים של תשתיות קיימות, באמצעות הליך שנערך בשיתוף פעולה ובשקיפות, שכולל את כל המדינות החברות ב-EU ומדינות הקשורות לתכניות ה-EU במחקרים וחדשנות. המטרה להשלים את ה-incubation שלהן ולהתחיל את היישום שלהן לכל היותר בתוך עשור ולהשיג קיימות לתפקוד לטווח ארוך ולוודא החזר מקסימלי של ההשקעה מבחינת מדע, ידע, חדשנות, הדרכה, הטבות כלכליות-חברתיות ותחרותיות.

מה חדש במפת הדרכים של 2016?

במפת דרכים זו זוהו מספר מוגבל של תשתיות מחקר שמציעות ערך מוסף גבוה לתחום מחקר אירופאי. הפרויקטים שנכללו במפת הדרכים מייצגים מגוון אפשרויות בכל התחומים, המאפשרים לחברי הקהילה האירופית והמדינות הקשורות לפתח מדיניות של מדע וחדשנות תחרותיים.

המרכיבים העיקריים של תהליך ה-ESFRI החדש הם:

- הגדרה של כללים ברורים, תקשורת והסבר של ההליך מהשלב ההתחלתי.
- קביעת חלון הזדמנויות: פרויקטים חדשים יישארו במפת הדרכים של ESFRI עשר שנים, לכל היותר.
- הערכת הרלוונטיות המדעית ובגרות הפרויקט.
- מעורבות של מומחים בינלאומיים והערכת עמיתים בתהליך.
- אימוץ גישת מחזור החיים (lifecycle approach) לניתוח התשתיות, עם פרויקטים ו-Landmarks, ציוני דרך שזוהו בבירור והמהווים אינדיקציה להזדמנויות מתפתחות.
- הערכה של יישום פרויקטים שעברו בירושה מפת הדרכים 2008 ו-2010, על מנת לעקוב אחר ההתקדמות שלהם ולזהות תחומים בהם נדרשת תמיכה.
- הכרה וניתוח של "הנוף" (Landscape) הכולל של מערכת תשתיות המחקר האירופית ושל השלמת הפרויקטים.
- זיהוי התפקיד של תשתיות ESFRI מוצלחות והגדרת ה-Landmark list.
- מעקב אחר פרויקטים וסקירה תקופתית של Landmarks ועדכון של מפת הדרכים.

תפקיד תשתיות המחקר בתחרותיות האירופית:

התקציב הכולל לכל תשתיות המחקר האירופאיות הוא 10 מיליארד יורו לשנה; תקציב זה כולל את סוכנות החלל האירופית (ESA) והמוזיאונים ההיסטוריים הלאומיים. 91% מהמימון מגיע מגופים לאומיים.

- **עיצוב תחום המחקר האירופי.** המטרה העיקרית של מפת הדרכים של ESFRI הוא לתמוך בגישה קוהרנטית ומובילה אסטרטגית למדיניות על תשתיות מחקר לחיזוק המחקר האירופאי (European Research Area - ERA). הדיאלוג בין ESFRI לבעלי העניין המדעיים, הנציבות האירופית והשחקנים הרלוונטיים ברמה האזורית, הארצית והבינלאומית תורמים לטיפוח המצוינות המדעית ולתחרותיות של האיחוד האירופי. גישת מחזור החיים בתשתיות מחקר, מתאמת טוב יותר את האינטראקציה בין מפות הדרכים הלאומיות ומפת הדרכים של ESFRI, ויחסי גומלין אופטימליים בין המממנים של תשתיות המחקר (האזוריים, הלאומיים והאירופאיים) הם המפתח להצלחת ESFRI בעיצוב המחקר האירופי.
- **Big Data.** תשתיות המחקר מפיקות מידע חדש מניסויים, מדידות ותצפיות, ניתוח נתונים, מידול, סימולציה ושילוב של כל אלה. התהליך המחקרי נעשה יותר ויותר תלוי בניתוח מתקדם של כמות גדולה של נתונים בזמן קצר, וביכולת של ניתוח מקוון באמצעות ביצועי מחשב גבוהים. תשתיות המחקר מבוצרות ופועלות בתחומים שונים, ולכן נדרשת גישה יעילה לנתונים וקיבולת לניתוח ושימור מידע ממקורות שונים.
- **השכלה מתקדמת ואטרקטיביות.** מערכת מתקדמת של תשתיות מחקר הפועלת באמצעות גישה פתוחה למדע ולנתונים היא מוקד משיכה מרכזי לצעירים לעסוק במדע וחדשנות באירופה או להגיע לאירופה כדי לבצע את עבודות המחקר שלהם. תשתיות המחקר הן הפתרון היעיל ביותר לספק כלים ושיטות עדכניות לביצוע מחקרים בקנה מידה גדול.
- **טיפוח חדשנות והשפעה חברתית-כלכלית של תשתיות המחקר.** מדידת ההשפעה החברתית-כלכלית של השקעות הציבור מבוססת על מודלים וחקרי מקרה. שיטות הניתוח של עלות - תועלת שמבוסס היטב במגזרים כגון תחבורה ואנרגיה, נכנסו גם לתשתיות מחקר. נדרשת הסתכלות על מחזור חיים של 30-50 שנה קדימה של תשתית המחקר על מנת למדל את ההשפעה לטווח הארוך. כל הסימנים מראים שההשפעה חיובית ביותר ושהתחרותיות הבינלאומית לאירוח תשתיות מחקר גדולות הינה גדולה. קבוצת העבודה בנושא חדשנות של ה-ESFRI (WG INNO) הדגישה את הצורך לקדם את היכולות התעשייתיות של תשתיות המחקר במפת הדרכים של ESFRI **ולחזק את שיתוף הפעולה של תשתיות המחקר האירופיות עם התעשייה**, במיוחד בשלב הבנייה אבל גם בזמן התפעול במתן גישה למשתמשים מהתעשייה. דבר זה דורש שינוי בתרבות גם של תשתיות המחקר וגם של התעשייה. ישנה עדיפות להכשיר דור חדש של מהנדסים בתעשייה וחוקרים המודעים לצרכי התעשייה והמוכנים לניידות מהאקדמיה לתעשייה. המושג של "תעשייה כשותפה מלאה" (גם כספקית וגם כמשתמשת) צריך להיות מונע בפועל. זה דורש שותפויות בפרויקטי מחקר ופיתוח ותכניות שיתופיות, הנעות מפיתוח של טכנולוגיות מתקדמות וחדשנות ועד תכניות הכשרה וחילופי תכניות.

תשתיות המחקר יכולות לממש מערכת אקולוגית של יכולות משולבות, שירותים וטכנולוגיות המאפשרים חדשנות תעשייתית.

- **ממד גלובלי.** ESFRI מחויבת באופן מלא לפעול כשותף אמין ברמה הגלובלית בפיתוח מעשי של יוזמות מדעיות ופוליטיות המכוונות לאינטרנציונליזציה של תשתיות חדשות או קיימות, המוכנות לעבור לתפעול גלובלי.

מחזור החיים של תשתית מחקר:

תשתיות מחקר אירופאיות מפתחות בדרך כלל את החלק המדעי והטכני ברמה הלאומית. ברגע שהתשתית נכנסת למפת הדרכים של ESFRI, הפרויקט הופך להיות מתאים לתחרותיות של שלב ההכנה שמוקדש לליטוש העיצוב הטכני, פיתוח המדיניות, הגדרה של הסטטוס החוקי והקיימות הפיננסית שמובילים לשלב היישום. הסכם של בעלי העניין להמשיך אימוץ הסטטוס המשפטי עוסק במימון משמעותי ליישום תשתיות המחקר. זה כולל בנייה פיזית חדשה או אינטגרציה של צמתים חדשים לבניית תשתיות מבוצרות. שלב התפעול מתפרש בדרך כלל על פני מספר עשורים ובו מפותחת התכנית המדעית המלאה. עלויות התפעול נעות בדרך כלל בין 8% ל-12% בשנה מההשקעה הראשונית ברוטו (כאשר התשתית נמצאת במקום פיזי אחד). כל תשתיות המחקר עוברות שדרוג מתמיד במהלך שלב ההפעלה, על מנת לשמור על הובלה בתחום פעילותן. מדי פעם מוצעים שדרוגים גדולים. השלב האחרון של מחזור החיים של תשתית המחקר מוביל לסיום פעילותה ויכול לכלול את פירוקה או סיום של התכנית המשולבת במקרה של תשתית מחקר מבוצרת, שמרכיביה הלאומיים ממשיכים בעבודתם באופן עצמאי. לפעמים נדרש מימון מיוחד לפירוק, במיוחד במקרים של נושאי בטחון וסביבה.

הפרויקטים של ESFRI נבחרו למצוינות מדעית ובשלות ונכללים במפת הדרכים על מנת להדגיש את חשיבותם האסטרטגית למערכת תשתיות המחקר האירופית ותמיכה ביישומן בזמן המתאים. הפרויקטים של ESFRI יכולים להיות בשלבים שונים של הכנה בהתאם למועד הכללתם במפת הדרכים. הוגשו הצעות חדשות לנציגי ESFRI סאו לארגוני EIROforum. ESFRI ערכה הערכה של היתרונות המדעיים ושל הבשלות הארגונית והכלכלית של כל הצעה להשיג את הרלוונטיות האסטרטגית שלה ולעמוד בלוחות הזמנים. ESFRI הוסיפה תנאי התאמה חשוב לפיו הגשת הצעות כרוכה בהתחייבות למימון של המדינה החברה שמגישה את ההצעה יחד עם מחויבות פוליטית של שתי מדינות נוספות. דרישה זו מחזקת את השקיפות של תהליך ההצעה ומחייבת דיאלוג והצלבה בין קהילות המחקר והממשלות הקשורות מתחילת פרויקט תשתית המחקר. המטרה של ESFRI לזהות מספר מוגבל של פרויקטים בעלי רמת בשלות גבוהה, שמקדמים את המדע האירופאי והחדשנות.

Landscape Analysis (ניתוח הנוף המחקרי באירופה)

ניתוח Landscape מספק את המצב הנוכחי בכל תחום של תשתיות המחקר היישומית הלאומיות והבינלאומיות הפתוחות למדענים אירופים ולמפתחי טכנולוגיה, באמצעות הערכת עמיתים של הצעות מדעיות תחרותיות. ניתוח ה-Landscape מזהה את המשאבים הקיימים, את הפערים ואת האבולוציה הפוטנציאלית של כל תחום בעתיד הקרוב. הניתוח נעשה על מנת להיענות ל- Competitiveness Council להרחיב את הראייה של ESFRI מעבר לרשימת הפרויקטים של מפת הדרכים ולהכין סקירה כללית של כל מערכת תשתיות המחקר באירופה. ה-Landscape Analysis מזהה את תשתיות המחקר העיקריות שיש אליהן גישה פתוחה באירופה בתחומים השונים ופרויקטים גדולים חדשים. זה כולל תשתיות לאומיות ובינלאומיות כמו גם מאגד שמציע שירותים משולבים וגישה למשאבי המחקר העדכניים ביותר. ניתוח זה הופק על ידי 5 **קבוצות עבודה אסטרטגיות (SWG)** של ESFRI שהורכבו ממדענים מומחים ותואמו על ידי מומחה מפורום ESFRI. ה-Landscape של תשתיות האינטרנט (e-) (infrastructure) חוצה את כל התחומים, והעבודה עליהן נעשתה על ידי **קבוצת השיקוף של תשתית אינטרנטית (e-IRG)**. הניתוח מהווה מרכיב מפתח של מתודולוגית ההערכה החדשה של ESFRI, מכיוון שהוא תומך בהבנה של ההשפעה של פרויקטים חדשים. ה-Landscape Analysis הוא מסמך סימוכין למידע ולא מייצג בשום צורה את סדרי העדיפויות של ESFRI להשקעות עתידיות או למחויבות כלשהיא מצד חברי ESFRI.

ESFRI Landmarks and Projects

תשתיות המחקר במפת הדרכים מחולקות לפרויקטים או ל-Landmarks:

הפרויקטים כוללים הן מתקנים מבוזרים והן מתקנים הממוקמים באתר אחד. הפרויקטים נבחרו על פי מצוינות מדעית ורמת הבגרות של הפרויקט וכנסו למפת הדרכים על מנת להדגיש את החשיבות האסטרטגית שלהם למערכת תשתיות המחקר האירופית ולתמוך ביישום המוקדם שלהם. הם יכולים להיות בשלבים שונים של הקמתם.

ה-Landmarks הם תשתיות מחקר אשר יושמו או החלו ביישומן במסגרת מפת הדרכים של ESFRI, וכעת הם מהווים מרכיב עיקרי בתחרותיות של המחקר האירופי. כלומר, אלו פרויקטים שעברו את שלב היישום בהצלחה ומספקים שירותי מדע או שמתקדמים ביעילות בהקמתם. ה-Landmarks זקוקים לתמיכה מתמשכת על מנת להשלים את פעולתם, לבצע ולשדרג בהצלחה יחד עם ניהול אופטימלי והחזר השקעה מקסימלי.

תקופת הפעילות של הפרויקטים ב-ESFRI:

לפרויקטים במפת הדרכים של ESFRI יש חלון הזדמנויות של 10 שנים על מנת לסיים את תקופת "הדגירה" שלהם ולהגיע ליישום עם עיצוב טכני מאושר, קונסורציום בינלאומי מבוסס, תקציב מלא לשלב הבנייה ותפיסה מוצקה למימון כל מחזור החיים. הפרויקטים וה-Landmarks של ESFRI יכולים לקבל מימון מהאיחוד האירופי, למשל באמצעות Horizon 2020, ומה-European Fund for Strategic Investment. **פרויקטים שיגיעו לשלב היישום לפני התקופה של 10 השנים, יחשבו כ-ESFRI Landmarks**. פרויקטים שלא מצליחים להגיע לשלב היישום בתום התקופה, יסרו ממפת הדרכים.

מתודולוגיה:

התהליך החל ב"אירוע השקה" בספטמבר 2014, בו הוסברו הקריטריונים להערכה, הנהלים להגשת פרויקטים, תנאי הזכאות ותהליך ההערכה. פורסם "מדריך קצר למועמדים", ונעשו פרסומים באירועים ברחבי האיחוד האירופי.

ניתוח "הנוף" המחקרי והפערים: האסטרטגיה של קבוצות העבודה של ESFRI מכסה **חמישה תחומים:** אנרגיה, סביבה, בריאות ומזון, פיזיקה והנדסה, וחדשנות חברתית ותרבותית. **קבוצות העבודה (SWG)** הורכבו ממומחים אירופיים וצופים בינלאומיים, בתוספת של מומחי מידע ותשתיות אינטרנט. **סקירה של פרויקטים ממפות דרכים קודמות:** קבוצות העבודה סקרו את כל הפרויקטים בני 10 שנים ממפת הדרכים של 2006, על מנת לזהות את תשתיות המחקר שיושמו וכעת מספקות שירותים באיכות גבוהה לקהילת המשתמשים, או תשתיות שהחלו בבנייה. תהליך זה הוביל לזיהוי של ה-Landmarks. **קבוצת היישום (IG)** העריכה את היישום של פרויקטים ממפות הדרכים של 2008 ו-2010. **הגשה והתאמה של הצעות:** מדינות חברות, מדינות משויכות וכן מועצות של EIROforum, זכאים להגיש הצעות למפת הדרכים. פרויקטים חדשים נדרשו להיות בשלב הכניסה התחרותית ככאלה שיש להם סיכוי להיות מיושמים תוך 10 שנים.

הערכה של הצעות: ההערכה של הצעות נעשתה בשני תהליכים מקבילים ועצמאיים. קבוצות העבודה העריכו את החלק המדעי (הערך המדעי, רלבנטיות והשפעה, ערך מוסף אירופי, יתרונות חברתיים-כלכליים והצורך בשילוב של תשתית אינטרנט). כל קבוצת העבודה מינתה לפחות שלושה עמיתים בודקים בינלאומיים להערכת היבטים מדעיים של הפרויקט. במקביל, קבוצת היישום העריכה את הבגרות של הפרויקט (המחויבות של בעלי העניין, אסטרטגית משתמש ומדיניות גישה, עבודת הכנה, תכנון, מדיניות וניהול, מדיניות משאבי האנוש, כספים, ישימות וסיכונים). קבוצות העבודה וקבוצת היישום זיהו שאלות קריטיות עליהן הפרויקט נדרש לענות. לאחר מכן הם הגישו המלצות משותפות לכל פרויקט.

קבלת החלטות: חבר המנהלים ניסח המלצה סופית לפרויקטים ו-Landmarks שצריכים להיכלל במפת הדרכים. יו"ר ESFRI העביר את ההמלצות לפורום ESFRI להחלטה סופית.

תשתיות המחקר 2016 ESFRI:

הרשימה כוללת 21 פרויקטים ו-29 Landmarks. בהמשך המסמך יוצגו רק הפרויקטים החדשים שנכנסו למפת הדרכים.

פרויקטים: 21 הפרויקטים כוללים: 9 פרויקטים ממפת הדרכים 2008, 6 ממפת הדרכים 2010, 5 פרויקטים חדשים ופרויקט אחד מחודש. ESFRI בחר את הפרויקטים החדשים בהמשך להערכה שנעשתה על ידי:

- קבוצות עבודה אסטרטגיות (Strategy Working Groups) לגבי המצוינות המדעית שלהם, הרלבנטיות הפאן-אירופאית וההשפעה החברתית-כלכלית שלהם.
- לגבי רמת הבגרות שלהם בהשוואה למטריצת הערכה שפותחה על ידי קבוצת היישום של ESFRI (ESFRI Implementation Group - IG).

פירוט הפרויקטים החדשים על פי תחומים:

סביבה:

1. ACTRIS - תשתית מחקר מבוצרת המוקדשת לתצפיות באיכות גבוהה של **אירוסולים, עננים ועקבות גזים** ולחקר האינטראקציה ביניהם. שנת הפעלה צפויה: 2025. שווי הון: 450 מיליון יורו, עלויות ההכנה: 6 מיליון יורו לשנה, עלויות בנייה: 190 מיליון יורו. תקציב תפעול שנתי: 50 מיליון יורו לשנה.
2. DANUBIUS-RI - תשתית מחקר מבוצרת לתמיכה במחקר אינטרדיסציפלינרי של **מערכות נהר-ים גדולות**. שנת הפעלה צפויה: 2022. שווי הון: 300 מיליון יורו, עלויות ההכנה: 2 מיליון יורו לשנה, עלויות בנייה: 222 מיליון יורו. תקציב תפעול שנתי: 28 מיליון יורו לשנה.

בריאות ומזון:

3. EMPHASIS - תשתית מבוצרת ל**פנומיקה של צמחים** (Plant Phenomics) בקנה מידה גדול, וסימולציה להבטחת מזון באקלים משתנה. שנת הפעלה הצפויה: 2020. שווי הון: 135 מיליון יורו, עלויות ההכנה: 4 מיליון יורו, עלויות בנייה: 73 מיליון יורו. תקציב תפעול שנתי: 3.6 מיליון יורו לשנה.

פיזיקה והנדסה:

4. EST - **טלסקופ שמש** ללימוד תהליכים בסיסיים בשמש השולטים באטמוספירה הסולארית ובפעילותה ובתנאים הפיזיים בהליוספירה. שנת הפעלה הצפויה: 2026. עלויות ההכנה: 10 מיליון יורו, עלויות בנייה: 200 מיליון יורו. תקציב תפעול שנתי: 9 מיליון יורו לשנה.
5. KM3NeT 2.0 - **טלסקופ נויטרינו**, מחקר לתנדודות וחלקיקי חלל במעמקי החלל. שנת הפעלה הצפויה: 2020. שווי הון: 137 מיליון יורו, עלויות ההכנה: 45 מיליון יורו, עלויות בנייה: 92 מיליון יורו. תקציב תפעול שנתי: 3 מיליון יורו לשנה.

חדשנות חברתית ותרבותית:

6. E-RIHS - תשתית מחקר אירופאית ל**מדעי המורשת**, פרשנות, שימור, תיעוד וניהול. שנת הפעלה הצפויה: 2022. עלויות ההכנה: 2 מיליון יורו לשנה, עלויות בנייה: 4 מיליון יורו (מבנה מרכזי). תקציב תפעול שנתי: 5 מיליון יורו לשנה.

Landmarks: Landmarks 29 אלו הם פרויקטים של ESFRI שיושמו בהצלחה והמספקים שירותי מדע או שהם מתקדמים בעילות בבנייתן. מתוכם 2 פרויקטים חדשים הנמצאים כבר בהקמה (ולכן נכללים ב-Landmark).

פירוט פרויקטים חדשים לפי תחומים:

פיזיקה והנדסה:

7. ESRF UPGRADES - השלב הראשון של הפרויקט החל בשנת 2006. בשנת 2016 החלה בנייתו של השלב השני: **מתקן קרינה סינכרוטרון**. שנת הפעלה הצפויה: 2022. שווי הון: 150 מיליון יורו. תקציב תפעול שנתי: 82 מיליון יורו לשנה.
8. HL-LHC - בהירות גבוהה הדרון מאיץ חלקיקים גדול (High-Luminosity Large Hadron Collider). פרויקט של CERN. שנת הפעלה הצפויה: 2026. שווי הון: 1,370 מיליון יורו. תקציב תפעול שנתי: 100 מיליון יורו לשנה.

פרויקטים עתידיים (Emerging projects)

ארבע פרויקטים עתידיים שלא נכללו במפת הדרכים, הזכרו כפרויקטים שיש לעודד אותם להתפתח על מנת להיכנס למפת הדרכים הבאה:

אנרגיה

1. Marinerg-i - תשתית מחקר מבוצרת ל**אנרגיה ימית מתחדשת**.

סביבה

2. eLTER - תשתית מחקר מבוצרת ל**מערכת אקולוגית** משולבת לטווח ארוך, אזור קריטי ומערכת אקולוגית-חברתית.

בריאות ומזון

3. METROFOOD - תשתית מחקר לקידום **מטרולוגיה במזון ותזונה**.

חדשנות חברתית ותרבותית

4. GGP - **תכנית מגדר ודורות**. שואפת ליצור פריצות דרך מדעיות בהבנה של השפעת השינויים החברתיים על החיים האישיים ועל יחסי המשפחה.

תחומים הנובעים מה- Landscape Analysis, והפערים שזוהו בהם

סביבה: ישנם נושאים קריטיים ודחופים רבים שבהם יש אתגר סביבתי מרכזי לחברה האנושית. יש צורך בנתינת מענה לשינויים סביבתיים טבעיים ואנושיים ברמת מערכת כדור הארץ. ההתייחסות לשימוש המתמשך והאחראי במשאבים טבעיים ובשירותי המערכת האקולוגית כגון מזון, מים, אנרגיה ומינרלים על ידי האוכלוסייה הגדלה. החברה המודרנית פגיעה לתדירות מוגברת של סיכונים טבעיים כגון מזג אוויר קיצוני, רעידות אדמה, שיכולים לגרום לאובדן חיים, ויש לכך השפעה עצומה על החברה והכלכלה. יש להתייחס בדחיפות להשפעת הזיהום ושינויי האקלים, כולל השפעות נלוות על המגוון הביולוגי ועל שלמות המערכת האקולוגית.

אטמוספירה - את האטמוספירה מאפיינים תהליכים פיזיים וכימיים רבים והיא מייצגת חלק נכבד של הסביבה, שאלה מגיבים החיים על כדור הארץ. הפרעה באטמוספירה משפיעה על תחומים שונים כגון שינויי אקלים, איכות האוויר, אסונות סביבתיים, סיכונים סביבתיים ומחזור המים. בנושא זה זוהו מספר פערים ואתגרים. חשוב ללמוד לא רק את הרכיבים של המערכת האטמוספירית אלא גם לצפות בפעילות ההדדית של רכיבים רבים ככל האפשר על מנת להבין את התהליכים במלואם. חסרה תשתית מחקר משולבת התומכת במדע האטמוספירה, כולל אתרי תצפית ומתקנים גדולים לכיסוי אתרי התצפית ותהליכים מחקריים הקשורים לחקר האקלים: רישומי נתונים לפרמטרים אטמוספיריים הרלבנטיים גם לנושאי איכות אוויר וחקר האקלים, אינם מספיקים והכיסוי הגיאוגרפי של התשתיות לתצפיות אטמוספיריות בים התיכון ובמזרח אירופה הם חלקיים. נדרש להרחיב את התצפיות גם לאפריקה ולמקומות נוספים.

הידרוספירה - למים ישנה חשיבות גיאופוליטית גבוהה והם מהווים נושא מרכזי לנושאי סביבה: שינויי אקלים, גיוון ביולוגי, אסונות טבעיים, זיהום, שירותי המערכת האקולוגית ומדבור. בנושא זה זוהו מספר פערים ואתגרים. השקפה הוליסטית על מחזור המים דורשת גישות משולבות, בינתחומיות ובין-אזורית, שיספקו פתרונות לסיכונים חברתיים כגון שיטפונות קשים, מפולות ובצורות. אירופה זקוקה לרשת אתרים צפופה ומרושתת של ניטור מקורות מים מתוקים. אתרים לניטור וניסוי של מים מתוקים מאגמים, נהרות ומי תהום, ישמשו כשירותי כיוול אימות ופיתוח ליישומי חישה מרחוק, וכן לשירותי מידול של מערכות אקולוגיות.

ימי (MARINE) - שינויי האקלים והשפעות סביבתיות, למשל, ישנה עליה בגובה פני הים, ים הקרח הארקטי מתכווץ ואזורים הנמצאים בקו רחב גבוה מתחממים במהירות. בנושא זה זוהו מספר פערים ואתגרים. אזורי הים העמוק אינם מדוגמים מספיק, לכן יש צורך בצמתים נוספים ופיתוחים טכנולוגיים. חסרות תצפיות ביומכניות וביולוגיות. יש להרחיב את נושא הדגימה הסתגלנית (ניתן לפרוש חיישנים על אניות מסחריות).

ביוספירה - לגיוון הביולוגי יש תפקיד מרכזי בתפקוד של המערכת האקולוגית ולכן הוא מקושר לשינויים חברתיים כגון אספקה בטוחה של מים ומזון ומשאבים טבעיים אחרים, בריאות, אנרגיה ושינויי אקלים. בנושא זה זוהו מספר פערים ואתגרים. הידע בגיוון הביולוגי מוגבל וישנו פער טקסונומי. מתוך 8 מיליון מינים מוערכים כקיימים סווגו רק 1.8 מיליון מינים. ישנן קבוצות ביולוגיות (חרקים, נמטודות, מיקרואורגניזמים) שרק 10% מהם ידועים. בעוד שאקולוגים המשתמשים בפרמטרים רבים (נתוני אקלים, נתוני חישה מרחוק, חומרי הזנה) משיגים אותם מחיישנים אוטומטיים, יש צורך במאמץ מיוחד להשגת פרמטרים אחרים, כגון קביעת הרכב הקהילה, החיונית לייצר תכניות בסיסיות אמינות, מעקב אחר מערכות אקולוגיות וחיזוי של שינויים עתידיים. יש לפתח מערכות אוטומטיות חדשות בהקשר של גנומיקה וניתוח מערכות. המלצות לטווח הבינוני: התמקדות בפיתוח תשתיות על אתרים ברי קיימא; אסטרטגיות לאומיות (מפות דרכים) לשילוב של אתרי ניסויים ואתרי תצפית.

גאוספירה - גיאולוגיה, אסונות טבעיים, משאבים טבעיים ותהליכים סביבתיים אינם תחומים בגבולות לאומיים, ולכן אינטגרציה בין-לאומית של מדידות ונתונים מכילים הינה חיונית למחקר אופטימלי. בנושא זה זוהו מספר פערים ואתגרים. יש לחזק את האינטראקציה ואת שיתופי הפעולה בין בעלי העניין מהתעשייה והסקטור הציבורי. זה כולל גם אחריות דיווח של נתונים וספקי נתונים כמו גם אימוץ של אסטרטגיות יעילות לשיתוף פעולה. חייבים להתייחס לנושאים אטיים בהעברת המידע המדעי לחברה. יש

צורך דחוף בתשתיות מחקר חדשות ובנתונים בתחומים של משאבים גאולוגיים וכרייה. על מנת להשיג יעדים משמעותיים של אנרגיה ושל אבטחת אנרגיה ומינרלים באירופה. בנוסף, קיים צורך שתשתיות המחקר יוכלו למלא את הדרישות המדעיות והפיתוח הטכנולוגי של פסולת גרעינית. יש להגדיל ולהעצים את ציוד הקידוח היבשתי והימי ולכסות אזורים גיאוגרפיים קריטיים.

בריאות ומזון: האתר הבריאותי מתייחס לכל הקשור במניעה, אבחון מוקדם וטיפול במחלות, בעיקר למחלות כרוניות. מצופה שהדרישה העולמית למזון תגדל ב- 50% עד 2030 וב- 100% עד 2050. במדינות אירופיות רבות ישנה ירידה בגידול של היבולים העיקרים בשני העשורים האחרונים. יש צורך להפיק יותר מזון על ידי הגדלת כמות היבולים, ויעילות של שרשרת המזון. תשתיות מבוצרות במדעי החיים הינן חיוניות: נתונים, מתן שירותים ואינטגרציה של השירותים הם הליבה של תשתיות מבוצרות הקשורות לבריאות ומזון. יש צורך ליצור הזדמנויות להפצת פלטפורמות טכנולוגיות שונות, קבוצות של נתונים ומידע. טכנולוגיית הדמיה מייצרת כמויות עצומות של נתונים החושפים את החיים בפירוט חסר תקדים. חדשנות משמעותית ופיתוחים חדשים קורים בדרך כלל בגבולות של תחומי המחקר, ויש צורך שתשתיות מחקר בתחום המזון והבריאות המקושרות עם תחומים אחרים וקידום שיתופי פעולה. בנושא זה זהו מספר פערים ואתגרים:

בתי חרושת: הדרישה הגוברת למזון עקב הגידול באוכלוסייה, השימוש הגובר בביומסה למטרות אחרות מלבד מזון והתחרות לאדמה ראויה, דורשים שיפור של תשואת צמחים ואיכותם. קיים צורך בעבודת מעבדה בקנה מידה גדול ולטווח ארוך, חממות ושטחי ניסוי. יש צורך בתשתית חדשה שמטרותיה הן לספק כלים ומשאבים לניתוח הגנומיקה המורכבת והביוכימיה של יבולים, שיפור התוצרת ואיכותה; שילוב הגנטיקה בדגש על הפיזיולוגיה של גידולים, ארגונומיה ואקולוגיה, הדורשים מעבדה מגוונת, ציוד שטח וטכנולוגית פנוטיפ; אספקת כלים וטכנולוגיות להשגה, אחסון, הפצה ואינטרפרטציה של מידע; אינטגרציה של מתקני פנומיקה כדי לאפשר תפוקה אוטומטית גבוהה.

מתקני מקנה: להשגת התוצאה האופטימלית בהקשר לערך שרשרת המזון. תשתיות מחקר חדשות נדרשות על מנת לספק משאבים גנטיים של בעלי חיים, פנוטיפים ורבייה, כולל חיות משק גדולות, עופות ודגים; משאבים גנטיים להסתגלות לשינויי אקלים ולייצור חלבונים; בחירה גנומית והתאמה גנטית ליעילות האכלה גבוהה יותר, חקלאות האכלה מדויקת; וטכנולוגיות למידול אפידמיולוגי. יש צורך לשלב מתקנים ברמה העולמית לאינטגרציה, שימור וקואורדינציה של מלאי גנטי של בעלי חיים, ומלאי פוטנציאלי להסתגלות לשינויי האקלים. המתקנים צריכים לפעול בתחומים של הדמיה ביולוגית ודיגיטלית, גנומיקה, פרוטאומיקה, metabolomics.

מזון ותזונה: עלותן של מחלות הקשורות למזון היא גבוהה. יש להבין את הקשר ההדדי בין תזונה ובריאות, במיוחד את תהליך העיכול וצריכת המזון, כולל מיקרופלורה של המעי, פתוגנים במזון, אימונולוגיה וגורמים רבים אחרים, שביחד יכולים לעזור לפתח אסטרטגיות חדשות על מנת לספק מזון בריא ומזין. נדרשים מאמצי תשתית חדשים על מנת לענות על מספר שאלות מפתח: מהי תזונה מזינה ובריאה? מהם ההשפעות התזונתיות על אפיגנטיקה? מהם החומרים המזינים הפוטנציאליים החדשים מצמחים? איך אנחנו יכולים ליעל את המוצר באמצעות שימושים חדשים של מרכיבים קיימים, מרכיבים חדשים, או ניצול של רכיבים מיקרו מבניים? כיצד מבנה המזון קובע את קצב העיכול וספיגת המזון? יש צורך לשלב בין מתקנים אינטרדיסציפלינריים הפועלים בתחומים של אימונולוגיה, ביולוגיה תאית, אפיגנטיקה, פיזיולוגיה ואקולוגיה של חיידקי המעי ומיקרוביום, מבנה המזון, טכנולוגית מזון, תזונה, טיפוח צמחים ובעלי חיים; מיקרוביולוגיה ותהליכים ביולוגיים מתקדמים לשיפור מוצרי המזון לתזונה בריאה יותר; מתקנים ליצור בקנה מידה קטן לניסויים במזון; מתקנים המקושרים למתקנים קליניים על מנת לבצע מבחנים קליניים על מוצרי מזון.

פיזיקה והנדסה:

אסטרונומיה ופיזיקה של חלקיקי חלל: האבולוציה של פרויקטים של אסטרונומיה ופיזיקה של חלקיקי חלל הולכת לקראת אינטרנציונליזציה בבניה ותפעול של תשתיות מחקר. הפרדיגמה החדשה מרמזת על התבוננות ופרשנות של תופעות ארעיות המונעות על ידי טלסקופים שונים וגלאים תת קרקעיים.

פיזיקה גרעינית ופיזיקת חלקיקים: הגילוי של חלקיקי היגנס מעודדת תכניות שונות למדוד את המאפיינים שלהם בדיוק הרב ביותר. העדיפות הראשונה של אירופה בנושא פיזיקת חלקיקים היא ניצול הפוטנציאל

המלא של מאיץ LHC (Large Hadron Collider) ושדרוג הבהירות (high-luminosity) של המאיץ ושל הגלאים במטרה להגדיל את תפוקת הנתונים פי עשר עד 2030. המחקר בפיזיקה גרעינית מתייחס לבעיות פתוחות רבות הקשורות למבנה הנוקליאון, וכן לחומר גרעיני חם מאוד הנותן תובנה לגבי פלסמה של quarkgluon.

פיזיקה אנליטית: ישנה השקעה גדולה ביכולות פיזור נויטרונים, מקורות אור חדשים ושדרוגים משמעותיים למתקנים קיימים, כולל נתונים מוגברים ותשתיות אינטרנט. מתקנים אלו יספקו יכולת חדשה להדמיה ולהבנה של ההתנהגות של חומרים ומולקולות בקנה מידה אטומי.

מתקני נייטרונים: לניטרונים תפקיד חשוב וייחודי בתחום החומרים המתקדמים והשימוש בהם מספק מידע שלא ניתן לקבל בטכניקות אחרות. לעתים קרובות מתקני ניטרון הינם חלק ממתקן רב תכליתי. סגירה של מקור נייטרוני יכולה להשפיע בצורה חמורה על תחומים אסטרטגיים אחרים כגון, רדיו-איזוטופים, מתקני הקרנה ל- muon, doped silicon, פוזיטרונים ומקורות נייטרונים עבור מדע החומרים ופיסיקת החלקיקים, ניתוח ההפעלה, תכונות קוונטיות בסיסיות של הניטרונים והקוסמומולוגיה.

חדשנות חברתית ותרבותית:

האוריינות הסטטיסטית ופוטנציאל המחקר של הדור הבא של המדענים ממדעי החברה, מוזנת באמצעות משאבי נתונים של ארכיוני נתונים חברתיים וסקרים בין לאומיים.

Big Data: המושג מתייחס לאוסף של מידע (קבצי מידע, ערכות נתונים, בסיסי נתונים) או זרמי נתונים, שמבחינת הנפח והמהירות בה הם מגיעים, יוצרים אתגר לשיטות המחקר הממוחשבות. לפני שניתן יהיה לממש את ערך המחקר של Big Data עבור מדעי החברה והרוח, יש לעמוד בשלושה תנאים חשובים: הנתונים חייבים להיות נגישים למטרות מחקר; יש צורך במטא נתונים ובשיטות המתאימות ביותר לחלץ ולפרש את המידע; ובהירות לגבי האופן שבו הנתונים נוצרו.

צורות חדשות של אינטרדיסציפלינריות: הגבולות בין הדיסציפלינות של מדעי הרוח ומדעי החברה נעלמות בהדרגה ומפנות מקום לשיטות מחקר משולבות ורוחביות הקשורות לכל התחום של מדעי הרוח והחברה. מצד אחד, אוסף נרחב של טקסטים דיגיטליים מאפשרים למדעי הרוח שימוש בשיטות כמותיות שהיו פעם מוגדרות למדעי החברה, מצד שני "התפנית הלשונית" של מדעי החברה, יוצרת מקום לסוגים חדשים של ניתוח שיח. בנוסף, הגידול באינטראקציה בין מדעי הרוח והחברה עם מדעי אחרים הוא אחד מהמאפיינים הבולטים של התקופה האחרונה. כיום קיימת תפיסה שלרשתות סיבתיות שהן המטרה של מדעי הטבע, ישנם גורמים מכריעים בפעולות אנושיות וההתנהגות האנושית. שינוי זה מודגש על ידי התפתחויות שקרו לאחרונה בניהול המדע. הגישה החדשה כוללת בתוכה את השאלה לגבי תשתיות היברידיות, איסוף מידע המגיע מתחומים שונים, או מצורות חדשות של שיתופי פעולה והחלפת מידע בין תשתיות קיימות.

צורות חדשות של תקשורת והפצת המחקר: המכניזם של הפצת תוצאות המחקר עולה מאחד המנבאים החשובים ביותר של ההשפעה האקדמית הנוספת. הגישה הפתוחה השיגה תמיכה מממשלות וסוכנויות מחקר. ועדיין, הגישה הפתוחה לפרסומים בתחומים של מדעי הרוח והחברה מפגרת אחרי דיסציפלינות מדעיות אחרות. אחת הסיבות לכך היא שחלק גדול מהתפוקה המדעית בתחומים אלו מפורסמת בספרים ולא בכתבי עת. קיים חוסר תיאום בין מקורות המידע השונים, הקהילה המחקרית זקוקה לאתר/מקום בו ניתן לקיים דיונים, לחלוק רעיונות, כלים ופתרונות, ולהסכים על סטנדרטים איכותיים וטכניים.

ניתוח הפערים בתחום מראה שנדרשים צורות חדשות של תשתיות מחקר המשלבות שיטות ושירותי אחסון ושליפת מידע עדכני:

אינטגרציה בין מידע ומשאבים ביו חברתיים: מחקר אינטרדיסציפלינרי החוצה את מדעי הרוח והחברה, הוא בעל פוטנציאל לגידול בתובנות הנוגעות להשפעה של תנאים סוציו-אקונומיים וסביבתיים על שינויים ביולוגיים בעלי השלכות ארוכות טווח על ההתנהגות שלנו, הבריאות והרווחה החברתית-כלכלית. קיים צורך להבין את הדרך והמכניזם של הפיזיקים ההדדיים האלו באמצעות עבודה של צוותים אינטרדיסציפלינריים.

קידום גישה בינלאומית לניתוח נתונים בזמן אמת: בשנים האחרונות, צורות חדשות של מידע, שאינו מיועד במקור לצרכי מחקר, (מידע אינטרנטי, תמונות, וידאו, ניטור תנועות של אנשים וכדומה), התפתחו כתוספת חשובה למערכי נתונים מסורתיים. עם זאת, מתפתח פער מטריד ביכולת שלנו לאתר ולחקור צורות מידע חדשות למטרות מחקר חברתי, התנהגותי וכלכלי, וזאת ממספר סיבות: השכיחות של צורות חדשות של מידע תגדל בצורה מעריכית ככל שהיכולות הטכנולוגיות והדיגיטליות יתפתחו; התקדמות טכנולוגית

ומתודולוגית חייבת להיעשות על מנת להגשים את הפוטנציאל של ניתוח בזמן אמת; הפוטנציאל הגדול של צורות המידע החדשות מתבטא בקישור וכיול עם צורות אחרות של מידע; ההכשרה הנוכחית אינה מספקת את העמידה בביקוש הגובר של חוקרים לנצל צורות חדשות של נתונים; צורות חדשות של מידע ושימושי מצבים שאלות חדשות אתיות ושאלות של פרטיות שיש לחקור אותן על מנת להבטיח כי השימוש בטכנולוגיות יעשה בצורה אחראית.

תשתיות מחקר למדיה חברתית, ארכיון אינטרנטי: הארכיבים האינטרנטיים הלאומיים מהווים מכשול עבור החוקרים היות והם תוחמים את זרימת המידע באינטרנט באמצעות מחסומים לאומיים. לכן יש להקים תשתית מחקר טרנס-לאומית על מנת לפתח מחקר יעיל ואטרקטיבי יותר, לוודא שיש גישה חופשית לחוקר לארכיבים, ולהגדיל את הפוטנציאל לטיפוח שותפויות חדשניות ופיתוח תעשיית תוכנה עבור מחקרים של Big Data.

תשתיות מחקר למדעי הרוח וחדשנות תרבותית: הטכנולוגיות העכשוויות מציעות הזדמנויות מצוינות ללימוד, זמינות והחייאת פריטים תרבותיים. המאמץ בכיוון זה צריך להיעשות בשתי דרכים שונות: פריטים תרבותיים (כתבי יד, פפירוס, ספרים, ציורים, פסלים וכדומה), אלו פריטים פיזיים הדרושים לניתוח של החומר, תיארוך, שימור ושחזור. הם רלבנטיים לתשתיות מחקר המבקשות לתמוך בניתוח של פריטים פיזיים באופן כללי; הפיכת חפץ מהותי למורשת התרבותית שלנו תלויה במידה רבה במודעות הקולקטיבית של קיומו ובערך הניתן לו. במובן זה, תשתיות מחקר המוקדשות להפצה (דיגיטציה, שיקום תלת ממדי) של פריטים אלו הן קריטיות לשימור המורשת התרבותית. הנגשה דיגיטלית של הפריטים היא רק הצעד הראשון להבטיח את קליטתם על ידי קהל היעד. הרוב המכריע של המורשת התרבותית יהיה בצורה של כמות עצומה של חומר עשיר עבור ניתוחים חדשים, בדרך כלל בשפות שלא מדוברות עוד, והזמינות לכשעצמה אינה מבטיחה כי החוקרים יוכלו להפנים את החומר בשיטות קונבנציונליות של קריאה. לכן נדרשות שיטות חדשות חכמות של כריית טקסט וניתוח טקסט שיוכלו לעבד בצורה אוטומטית כמות עצומה של מידע.

תשתיות אינטרנט (e-infrastructure): כיום, כל תשתיות המחקר בקנה מידה גדול תלויות במשאבים של טכנולוגיות מידע ותקשורת (ICT). תשתיות האינטרנט פועלות בתחומים של רשת לימוד ומחקר, מחשוב ומידע, מחשוב ענן וזרימת נתונים.

מפת דרכים – אוסטרליה

תאריך: פברואר 2017 מפת הדרכים מתוכננת להיות מיושמת במשך 10-5 השנים הבאות.

ארגון מבצע: Australian Government's NISA - סדר היום הלאומי לחדשנות ומדע של הממשלה האוסטרלית (**NISA - National Innovation and Science Agenda**).

לינק למפת הדרכים:

https://docs.education.gov.au/system/files/doc/other/ed16-0269_national_research_infrastructure_roadmap_report_internals_acc.pdf

העבודה על מפת הדרכים נעשתה בראשות המדען הראשי האוסטרלי (Australia's Chief Scientist) יחד עם קבוצת מומחים - Expert Working Group (EWG). תפקידו של המדען הראשי הוא לייעץ לממשלה באמצעות שר החינוך, ושר התעשייה, החדשנות והמדע.

קבוצת המומחים (EWG) נתמכת על ידי קבוצת משימה (taskforce) הכוללת מומחים ממשד החינוך וההכשרה, משרד התעשייה, החדשנות והמדע, משרד הסביבה והאנרגיה ומשרד הבריאות. קבוצת המומחים מורכבת מנציגים אוסטרליים של הקהילה המדעית, האוניברסיטאות, התעשייה והממשלה.

מתודולוגיה לביצוע מפת הדרכים: מפת הדרכים מציגה סדרי עדיפויות להשקעה בתשתיות מחקר לאומיות, לקידום המדע ולהתמודדות עם אתגרים מחקריים עולמיים, וממליצה על השקעות אסטרטגיות עתידיות למשך 10-5 השנים הבאות באמצעות הצעדים הבאים:

- זיהוי צרכי תשתיות המחקר הלאומיות לחיזוק המחקר העתידי ויכולות החדשנות.
- זיהוי תשתיות מחקר בעלות יכולות מחקר ברמה העולמית וזיהוי תחומים קיימים ועתידיים לפיתוח אסטרטגי.
- הגדרת התחומים בהם יש יכולות בנייה של תשתיות מחקר או פירוק של יכולות קיימות, כך שניבו יתרונות אסטרטגיים למאמצי המחקר האוסטרליים.
- זיהוי מגמות עולמיות על מנת לקבוע האם השקעה בתשתיות המחקר הלאומיות תביא אותן לרמה עולמית ולמנהיגות בינלאומית.
- האם השקעה בתשתיות המחקר הלאומיות מתאימה לסדרי העדיפויות המחקריות והמדעיות הלאומיות?
- זיהוי הזדמנויות לשותפויות ולהשקעות משותפות עם בעלי עניין מרכזיים בסקטור המחקר, במיוחד בתעשייה.
- זיהוי תחומי מחקר בהם אוסטרליה יכולה לנצל תשתיות מחקר בינלאומיות, ולבנות הסדרי שיתוף אזוריים.
- זיהוי סדרי העדיפויות של הממשלה והקצאה אפשרית של מימון תפעולי.

הגדרת תשתיות המחקר הלאומיות: תשתיות מחקר לאומיות כוללת נכסים, מתקנים ושירותים החשובים מבחינה לאומית והתומכים במחקרים חדשניים ומובילים. תשתיות המחקר צריכה להיות נגישה לציבור באוסטרליה ובעולם.

פעילות המדען הראשי בשיתוף עם קבוצת המומחים:

- קבלת יעוץ ממומחים לגבי היכולות של תשתיות המחקר וצרכי ההשקעה.
- התייעצות עם הקהילה המחקרית, האוניברסיטאות, מוסדות מחקר עצמאיים וציבוריים, קרנות מחקר, שלטונות המדינה, מפעילי מתקנים קיימים, סוכנויות מחקר, ארגונים מקומיים ובינלאומיים, סוכנויות ממשלתיות, ומשתמשי מחקר חשובים כגון תעשייה ועסקים.
- לספק לבעלי העניין ולקהילה המחקרית את ההזדמנות לתת משוב על הטיוטה של מפת הדרכים.
- לספק עדכונים שגרתיים על ההתקדמות לשר החינוך וההכשרה ולשר התעשייה, החדשנות והמדע.

ביולי 2016 פורסם **מסמך בנושא היכולות של תשתיות המחקר (Capability Issues Paper)**. מטרת המסמך הייתה לספק יעוץ לגבי היכולות של תשתיות מחקר לאומיות והצגת היכולות הנדרשות לתמיכה בתחומי מחקר וחדשנות קיימים ועתידיים. המסמך פותח בעזרתם של מומחים לזיהוי היכולות. מומחים אלו עזרו להגדיר את היכולות ואת תחומי ההתמקדות של התשתיות. המומחים הגיעו מהתחומים הבאים: מדעי הרפואה והרוקחות, אוקיינוסים ואטמוספירה, סייבר ואלקטרוניקה, אוספי מחקר לאומיים ומידענות, מדעי הים, ביו-פוטוניקה ברמת הננו (Nanoscale Biophotonics), מדעי החומרים, פיזיקה, הנדסה, מערכות ביולוגיות, תאי גזע, פתולוגיה תאית ומולקולרית, גנומיקה של הצמח, מדעי החברה.

לאחר פרסום המסמך, קבוצת המומחים וקבוצת המשימה ערכו ביקורים נרחבים בתשתיות מחקר ובמתקני מחקר יחד עם בעלי עניין מייעצים.

מסגרת העבודה למפת הדרכים הלאומית: תשתיות מחקר לאומיות המאפשרות מחקר המוביל לשינוי וחדשנות והעונה על צרכים עתידיים, נדרשות:

- לשרת את האינטרס הלאומי לפעולות קריטיות כגון חיזוי מזג אויר, הכנה ותגובה למצב אסון, אבטחת סייבר, אבטחת מזון, אבטחה ביולוגית, ניהול סביבה ומשלוחים ימיים.
- לתמוך בתהליך קבלת החלטות ותכנון ארוך טווח בחקלאות, כרייה, טלקומוניקציה, בריאות וסקטורים נוספים.
- לתמוך בגידול של תעשיות המפתחות מוצרים חדשים לשוק.
- להעלות את הדרוג של האוניברסיטאות האוסטרליות בעולם תוך רכישת שם עולמי לאוסטרליה כיעד לכישרונות גלובליים.

אוסטרליה חייבת לטפל באתגרים סביבתיים עתידיים על מנת לשמר את התפוקה מחקלאות וסקטורים אחרים הקשורים למשאבי טבע, ולענות על צרכי האוכלוסייה הגדלה באקלים משתנה.

תשתיות המחקר הן ברמה הלאומית והן ברמה המוסדית מעצימות את מעמדן של האוניברסיטאות האוסטרליות בדירוג הבינלאומי. השקעה בתשתיות מחקר לאומית או בינלאומית על ידי הממשלה, היא תגובה לכישלון השוק במונחים כלכליים, היות והשוק לא יכול להתמודד עם הפער הנוצר בין האקדמיה לתעשייה. ההתערבות הממשלתית בתשתיות המחקר תומכת בחזון שבו תשתיות המחקר תורמת ליעילות הכלכלית ומשפרת את התוצרים החברתיים. האיחוד של המחקר עם התעשייה מועצם כאשר תשתיות המחקר זמינה לתעשייה. כלומר, **השקעה עתידית בתשתיות מחקר לאומיות חייבת לכלול את הדרישה לטפח קשרים חזקים עם התעשייה.**

הטייטה למפת הדרכים: הטייטה פורסמה בדצמבר 2016 על מנת לתת הזדמנות נוספת לבעלי העניין לעצב את התפקיד של תשתיות המחקר הלאומיות ולקבל משוב מהקהילה התעשייתית והמחקרית. הטייטה מתארת את סדרי העדיפויות האוסטרליים של תשתיות מחקר עתידיות.

תשתיות המחקר שנבחרו הן תשתיות מחקר לאומיות, תשתיות מחקר המהוות ציון דרך (landmark), ותשתיות מחקר גלובליות. המיקוד בתשתיות מחקר אלו נעשה לראשונה במפת דרכים זו, ונבע מתוך "האסטרטגיה לתשתיות מחקר לאומיות" - NCRIS (National Collaborative Research Infrastructure Strategy), מסמך שהופק על סמך מפות הדרכים הקודמות (2006, 2008, 2011).

אסטרטגיה מדינית: ישנן שתי רמות של מדיניות החשובות למערכת התשתיות המחקר הלאומיות:

1. מדיניות לאומית - מערכת של תשתיות מחקר חייבת להיות מובנת היטב, מגובשת ואסטרטגית על מנת למקסם את המשאבים הזמינים. בנוסף, יש להקים גוף המורכב ממומחים עצמאיים שייעצו לממשלה, על מנת שניתן יהיה לתכנן השקעות עתידיות.

עקרונות להשקעה בתשתיות מחקר לאומיות עתידיות:

- ההשקעה צריכה למקסם את היכולת של המחקר והחדשנות, כך שתשפר את הפרודוקטיביות, תקדם פיתוח כלכלי ותשרת את האינטרסים הלאומיים.
- תשתיות המחקר צריכה להתמקד בתחומים בהם יש לאוסטרליה יכולת הובלה ברמה עולמית.
- השקעה בתשתיות מחקר צריכה להיות מתואמת עם סדרי עדיפויות ממשלתיים, יוזמות ומרכזי צמיחה תעשייתיים.
- הפיתוח של תשתיות גדולה יהיה על בסיס של שיתוף פעולה לאומי, לא בלעדי. כלומר, תשתיות המחקר תשרת את מערכת המחקר באופן רחב ולא רק את המוסדות הממנים אותה.
- המימון של הממשלה האוסטרלית צריך לעודד שיתוף פעולה והשקעות משותפת בין אוניברסיטאות, המדינה, השלטונות, סוכנויות מחקר ציבוריות, ארגוני מחקר עצמאיים ופרטיים, התעשייה והתורמים.
- בזמן הפיתוח העסקי, לפני כל פרויקט חדש, יש לבחון את ההזדמנויות לתעשייה ואת התמיכה מתרומות ומהעולם.
- בכל מקרה עסקי, יש לתת מענה לכל הקשור בפרוצדורות התפעוליות.
- נדרש לוודא שבקווים המנחים לגישה לתשתיות מרכזיות, יהיו כמה שפחות מחסומים לאלו העוסקים במחקר.
- יש להתחשב בכל עלויות הקיום של התשתיות, כך שיוקצב מימון הולם לעלויות התפעול.
- היישום של מפת הדרכים צריך לקדם את ההשתתפות של חוקרים אוסטרליים במערכת המחקר הבינלאומית.

מסגרת העבודה הממשלתית לתשתיות מחקר לאומיות צריכה לכלול את האלמנטים הבאים:

- ייעוץ עצמאי לתעדוף ולהשקעה בתשתיות מחקר.
- שקיפות בתהליך התעדוף.
- גישה המבוססת על עקרונות של שימור, הוצאה מכלל שימוש או יצירת תשתיות מחקר חדשה, המבוססת על מצוינות מחקרית, ציוד ושיטות עדכניים, כוח עבודה מימון, חדשנות, שיתוף פעולה, עניין לאומי, השפעה כלכלית-חברתית והשתתפות בינלאומית.

- הערכה של הערך המחקרי והמדעי של מתקנים ופרויקטים קיימים או חדשים למחקר הלאומי ולעניין הלאומי.
 - שיתוף של מומחים בינלאומיים ועמיתי מחקר (peer reviewers) בתהליך ההערכה.
 - תעדוף תשתיות המחקר על פי גישה של מחזור החיים של התשתית עם התמקדות בהזדמנויות עתידיות שימקסמו את המשאבים הקיימים.
 - פיקוח וניתוח של מערכת תשתיות המחקר הבינלאומיות ומגמות עתידיות לזיהוי הזדמנויות להשתתפות בתשתיות אלו.
 - פיקוח וסקירה תקופתית של אזורי היכולת של התשתית, המתקן או הפרויקט.
 - מעורבות שגרית עם בעלי עניין חשובים בתשתיות המחקר הלאומיות, ובקהילת המחקר והתעשייה הלאומית והבינלאומית.
 - תקשורת שקופה של ההשפעות והביצועים של תשתיות המחקר כולל הגשת דוח שנתי לממשלה.
 - פיתוח סדר של מפות דרכים לתשתיות מחקר ותכניות השקעה.
- 2. תכנית הממשלה - ניהול ממשלתי הכולל אסטרטגיה, פיקוח, ניהול סיכונים, ומענה על ציפיות של בעלי העניין.** מומלץ שהסדרי הממשל עבור מתקנים, פרויקטים ותשתיות מחקר יכללו את המאפיינים הבאים: ועדה מיומנת, מומחים פעילים לתמיכה במתקן או בפרויקט, הגדרה מדויקת של התפקידים ותחומי האחריות של הועדה ושל צוות הניהול. בנוסף, מנהל הפרויקט או המתקן חייב להיות בעל מיומנויות ויכולות מתאימות לתפקיד, כולל הבנה מעמיקה טכנית ומדעית, ואם צריך גם חוש מסחרי רחב.
- הפקת תועלת מתשתית מחקר ברמה העולמית:** ישנם שני אלמנטים המשפיעים על ההצלחה של התשתית: הדרכה ופיתוח של מנהלי המתקנים ושל הצוותים הטכניים, ורמת המומחיות של החוקרים.
- המלצות מפת הדרכים להמשך עבודה על תשתיות מחקר לאומיות:**
- הומלצו **תשעה תחומים אינטר-דיסציפלינריים לפעילות של תשתיות מחקר** המסכמים את הצרכים העתידיים וסדרי העדיפויות של אוסטרליה: מידע דיגיטלי ופלטפורמות מחקריות אינטרנטיות; פלטפורמות למדעי הרוח, האמנויות והחברה; אפיון (Characterisation); יצור מתקדם (Advanced Fabrication and Manufacturing); פיזיקה מתקדמת ואסטרונומיה; מערכות סביבה; אבטחה ביולוגית (Biosecurity); ביולוגיה מורכבת (Complex Biology); פיתוח טיפולי (Therapeutic Development).
 - **הקמת קבוצת ייעוץ לתשתיות מחקר לאומיות**, על מנת לספק ייעוץ עצמאי לממשלה עבור תכנון והשקעה עתידיים: סדרי עדיפויות לתשתיות מחקר לאומיות וגלובליות, המלצות לתשתיות מחקר המהוות ציון דרך (landmark), סקירה של תשתיות מחקר לאומיות קיימות (לשפר, לארגן מחדש, להנדס מחדש, או להוציא מכלל פעילות), פיקוח שנתי, ועדכון חזון עשר השנים של מפת הדרכים כל חמש שנים.
 - לפתח **תכנית השקעה** למפת הדרכים.
 - להתייחס לצרכים של **יוזמות משלימות**, דבר שיגביר את הדרישה לתשתיות מחקר ויהווה חלק אינטגרלי מתכנית ההשקעה של מפת הדרכים.
 - ישנה חשיבות גדולה **לכוח עבודה מיומן** בכל תשתיות המחקר הלאומיות. נדרשת מחויבות מתמשכת להכשרה לא רק על ידי המתקנים והפרויקטים אלא גם על ידי האוניברסיטאות ומוסדות המחקר.
 - חשוב לזהות את **המתקנים המהווים ציון דרך** והדורשים המשך השקעה לפעילותם.
 - יש ליישם גישה מתואמת **לשיתוף פעולה בינלאומי** על מנת למקסם את היתרונות של השותפויות הבינלאומיות, כולל גישה למתקנים גלובליים והשתתפות בשיתופי פעולה אסטרטגיים.
 - הגדלת המודעות לניצול תשתיות המחקר **לשיתופי פעולה מקומיים ובינלאומיים** וטווח רחב של משתמשי קצה בתחום המחקר, כולל תעשייה, ממשלה ועסקים.
 - נדרשת התייחסות דחופה **למחשוב ברמה גבוהה הלאומית - HPC (National High Performance Computing)**.
- יישום מפת הדרכים:**
- יישום מוצלח של מפת הדרכים דורש לפעול בשלבים. במהלך העשור המתוכנן ליישום, יהיו נקודות של ביקורת והתכנסות מחדש על מנת להגיב לסדרי העדיפויות חדשים וההזדמנויות חדשות. כדי לענות על מגוון הדרישות לתשתיות המחקריות במפת הדרכים, נדרשת גישה מערכתית מלאה המטפלת בפוטנציאל

הלאומי. תיק השקעות מתואם של השקעות בתשתית מחקר חייב לשקול תמיכה במגוון של מתקנים ופרויקטים פוטנציאליים בגדלים שונים כדי לענות על הצרכים הלאומיים.

תכנית ההשקעה של מפת הדרכים:

יש לפתח את תכנית ההשקעה של מפת הדרכים כך שתמקסם את המשאבים הזמינים לכלל תגובה ממשלתית אסטרטגית למפת הדרכים. התכניות האסטרטגיות של תחום מסוים חייבות להיות מפותחות בהתייחס לדרישות של תשתית המחקר הרלבנטית. מומלץ כי מומחים עצמאיים מוערכים יחברו לבעלי העניין על מנת לפתח תגובות אסטרטגיות לדרישות תחום המחקר באמצעות תהליך ייעוץ.

תכנון וייעוץ:

הייעוץ בתחום המחקר יחבור לבעלי עניין רלוונטיים כדי לזהות את הצרכים ברמה המעשית והתכנית. המטרה לתת עדיפות לדרישות המימון הנוכחיות והעתידיות בהתבסס על הנושאים שזוהו במפת הדרכים. המהלך לעבור למערכת של תשתית מחקר משולבת יותר, פירושו שתהליך הייעוץ יכול לדרוש יכולות במספר של תחומים במקביל. במעבר מתחום המיקוד להשקעות ספציפיות, חשוב לבצע התייעצויות נוספות על מנת לקבוע את המיקום, התפעול והמדיניות הטובים ביותר לתמיכה בתשתית המחקר הנדרשת. זה יכול בחינה של היכולות הקיימת של המתקן או הפרויקט, זיהוי פערים שבהם נדרשת הקמה של מתקן חדש, או עיצוב מחדש או סגירה של מתקן קיים. בשלב היישום של מפת הדרכים יזוהו שיטות האספקה האופטימליות, כולל זיהוי של אפשרויות מסחריות ולא מסחריות, והקמה של יכולות לאומיות מול יכולות גלובליות.

יישום של פרויקט:

יישום של תכנית עסקית לפרויקט יהיה כפוף לחוזים של הפרויקט, שיהפוך לרשמי ברגע שהיה מימון זמין. יישום הפרויקט יכול להיערך בשלושה אופנים:

תכנית הרצה - פרויקט מבחן בקנה מידה קטן עבור תשתית מחקר מתהווה או עתידית. המימון ינתן לתקופה שתספיק לבחינת ההצעה. הפרויקט לא יפעל במשך יותר מחמש שנים.

הקמה - הפרויקט מוקם מפרויקט שנמצא בתכנית הרצה עם רמה מוסכמת של מימון ומסגרת זמן על פי סוג תשתית המחקר.

המשכיות - פעילות המשכית היכולה להשתפר, להצטמצם או להישמר ברמה הנוכחית עם המימון שנקבע בתכנית היישום.

תקציב: בשנת 2015 הממשלה התחייבה ל- 2.3 מיליארד דולר ל- 10 שנים לתמיכה בתשתיות מחקר לאומיות קיימות.

תחומי המחקר הנמצאים בעדיפות גבוהה על מנת לענות על הצרכים העתידיים בתשתיות המחקר לאומיות (כל תחום כולל מספר תתי תחומים):

1. מידע דיגיטלי ופלטפורמות מחקריות אינטרנטיות (eResearch) - ענן מידע אוסטרלי להנגשה של מערכת משולבת, אחידה ואמינה על מנת לענות על צרכי המחקר הגלובלי. התחום מקיף מחקרים בנושאים של מזון, קרקע ומים, תחבורה, אבטחת סייבר, אנרגיה, משאבים, יצור מתקדם, שינויים סביבתיים ובריאות. תשתיות המחקר האינטרנטיות משרתות שיתוף פעולה מחקרי, מידול וניתוח מידע.

מגמות עתידיות: הדרישה למחשוב ולקישוריות תמשיך באופן תמידי. מגמה בולטת היא התלות הגוברת במידע דיגיטלי, והמורכבות והגיוון של המידע. צמיחה זו בנפח המידע ובמורכבות המידע יצרת דרישה לתשתית ולצוות מיומן לתמוך בה. בנוסף, החשיבות הגוברת של תכנה ופיתוח אלגוריתמים חדשים תמשיך לפתוח כיווני מחקר נוספים למשך 10 השנים הבאות. אוסטרליה חייבת להישאר בחזית ההתפתחות הגלובלית ולהמשיך להשתלב ביוזמות כמו ה- European Open Science Cloud, ולהכיר בעקרונות מנחים בינלאומיים כמו ה- FAIR (Findable, Accessible, Interoperable and Reusable) שמטרתם להבטיח שהמידע זמין, נגיש, שיש לו יכולת להשתמש ברכיבים או בצידוד של מערכת אחרת, ושניתן לעשות בו שימוש חוזר.

מה נדרש? תשתית מחקר אינטרנטית לאומית מתואמת הבנויה על יכולות קיימות וממנפת השקעות מוסדיות שיחזקו את מעמדה של אוסטרליה בסביבת המחקר הגלובלית, ותוודא שהמחקר האוסטרלי יאיץ את החדשנות ואת שיתוף הפעולה בין חוקרים מקומיים, חוקרים בינלאומיים והתעשייה. תשתית מחקר כזאת היא תשתית החוצה את כל תחומי המחקר, בעלת יכולת לבצע במהירות חישובים מורכבים, המזווגים עם אחסון מידע, ניתוחים מתמטיים מורכבים וניוד נתונים. נדרשת הכשרה של הדור הבא של

מומחים במדעי המחשב, מדעי המידע ומחשוב מדעי. המומחים יעצבו את הארכיטקטורה העתידית של המחקר האינטרנטי, מערכות תכנה, אלגוריתמים וכלי מחשוב.

HPC (High Performance Computing) – סביבת ה-HPC הקיימת עונה על הצרכים של big data (עיבוד, ניתוח, כריית מידע, machine learning), בנוסף לתפקיד המסורתי של מידול וסימולציות מחשב. יש צורך להעצים את יכולות ה-HPC. המתקנים בקנה מידה גדול של אוסטרליה זקוקות לשדרוג במרווחי זמן קבועים על מנת לענות על צרכי המחקר המתפתחים. השדרוגים צריכים להיות מתואמים, כך שתמיד יהיה לפחות מתקן אחד שעובד במלוא היכולת שלו.

רשת מחקר מתקדמת – בתחום זה, מפת הדרכים מציגה את תשתית המחקר The Australian Research and Education Network (AREN), תשתית אינטרנטית באיכות גבוהה המספקת פס רחב, מהירות גבוהה וזמן המתנה קצר בין כלים, מתקנים, קמפוסים ומוסדות, ברמה הלאומית והבינלאומית, באמצעות קישוריות לרשתות מחקר והשכלה לאומיות אחרות. יש להרחיב ולשפר את התשתית על מנת להגיע למספר גדול ככל האפשר של חוקרים. זה צריך להיעשות בדרך המשיגה את ההשפעה האסטרטגית הגדולה ביותר לשיתוף פעולה מחקרי. סדרי העדיפויות כוללים הרחבה של רוחב הפס לצפון אמריקה ולאסיה, ולהוות עמוד שדרה מקומי. יש לשקול להרחיב את הרשת לאזורים שבהם אין שירותים מסחריים. **שירותי גישה ואימות** - בתחום זה, מפת הדרכים מציגה את תשתית המחקר The Australian Access Federation (AAF), המסייעת בתקשורת אלקטרונית אמינה ושיתוף פעולה בין מוסדות השכלה ומחקר ברמה הלאומית והבינלאומית, על ידי אספקה של תשתית ושירותים המוודאים את זהות החוקר. יש להרחיב את תשתית המחקר, כך שתוכל לספק גישה רחבה יותר לחוקרים בינלאומיים.

תשתיות משולבות עתירות נתונים - ענן מידע מחקרי אוסטרלי יבנה על תשתית מחקר אינטרנטית קיימת על מנת ליצור חוויה מגובשת ורציפה לחוקרים באמצעות מערכת אינטגרטיבית. ענן המידע צריך להתאים את עצמו עם ענן המידע האירופאי (European Open Science Cloud) ויוזמות גלובליות אחרות. ענן המידע צריך לתמוך בניהול מידע מחקרי החל משלב היצור ועד לניתוח ושימור. בנוסף, הוא צריך לספק פלטפורמות דיגיטליות העונות על דרישות מחקר ספציפיות ולשלב נתונים מתשתית מחקר אחרת. בסיס תשתית המחקר האינטרנטית צריך לכלול מחשוב ענן, HPC, רשתות, גישה ואימות מידע.

2. פלטפורמות למדעי הרוח, האמנויות והחברה - איסוף מידע ממקורות רבים ומהדיסציפלינות השונות הקשורות למדעי החברה למטרות מחקר. התחום מקיף מחקרים בנושאים של מזון, תחבורה, אבטחת סייבר, שינויים סביבתיים ובריאות.

מגמות עתידיות: האצת התחום באמצעות פלטפורמה אחת שתפיץ מערכות נתונים בצורה קלה יותר לאיתור ונגישות. הפלטפורמה תיבנה על היסודות של יכולות תשתית המחקר ברמה המוסדית ותביא להבנה הוליסטית של החברה. במיוחד, יהיה ניתן לשפר את התיאום של תשתית המחקר בתמיכה בגישה לאוספים פיזיים ודיגיטליים באמצעות תהליך של דיגיטציה משופרת ותהליכי צירוף מידע בפלטפורמה.

מה נדרש?

תיאום ואינטגרציה ליכולות של הפלטפורמות - הפלטפורמות כוללות תשתיות מחקר המתרחבות מעבר לתחום מחקר אחד והממנפות פורטלים ומתקנים קיימים. האינטגרציה דורשת תמיכה תוך שימוש בדיגיטציה וטכנולוגיות הדור הבא. אינטגרציה זו תאפשר את הגישות הרב תחומיות שיתמכו בתחום הזה. על מנת להגשים את מלוא הפוטנציאל של תשתית המחקר הנוכחית יש לשפר את הפלטפורמות השונות ולשלב אותן לפלטפורמה אחת על מנת לתת תנופה לצרכי המחקר העתידי. שיפור הגישה לאוספי המדינה ולאוספים לאומיים הינה קריטית עבור המחקר העתידי. זה כולל רמה גבוהה יותר של יכולת פעולה הדדית ויכולת שימוש ברכיבים ובציוד של מוסד אחר. על מנת להגדיל את יכולת הגישה לאוספים דיגיטליים ברמה הלאומית והבינלאומית, יש להקים טכנולוגיות דיגיטליות וטכניקות דיגיטציה. כל יכולת עכשווית או עתידית מבוססת דיגיטציה, צריכה להיות ניתנת להפעלה הדדית עם אוספים דיגיטליים אחרים מובילים בעולם.

הרמוניזציה של פלטפורמות למחקר הקשור בילידים - נדרשת פלטפורמה שיכולה למנף את הנכסים התרבותיים של אוסטרליה. פלטפורמה זו תדרוש הסכמה קהילתית ובקרת גישה לקהילות ילידים ושאר קהילות מגוונות מבחינה תרבותית ולשונית.

אינטגרציה של נתוני מדעי החברה - קיימים נתונים שונים ולא סטנדרטיים בקנה מידה גדול בתחומים השונים של מדעי החברה ושל מדעי הרוח. הפלטפורמה תאפשר לאסוף ולעשות שימוש חוזר במידע לצרכי מחקר.

3. אפיון (Characterisation) – אפיון של מאפייני המבנים הכימיים והפיזיקליים של דוגמיות ברמה המולקולרית. האפיון משלב הדמיה, ספקטרוסקופיה, ופיזור תהליכים. האפיון הוא תחום קריטי לתחומי מחקר רבים כגון ביולוגיה, ביו רפואה, כימיה ופיזיקה. התחום מקיף מחקרים בנושאים של מזון, קרקע ומים, אנרגיה, משאבים, יצור מתקדם, שינויים סביבתיים ובריאות.

מגמות עתידיות: האפיון כולל טכנולוגיות במחקרי מפתח, למשל, מיקרוסקופיה ומיקרו-אנליזה מתקדמות, רפואה, הנדסה וחדשנות תעשייתית. הוא מספק מגוון רחב של כלים לחקירה של המבנה, הכימיה והפונקציונליות של מערכות טבעיות ומלאכותיות על מנת לקדם מחקר תיאורטי ולפתור בעיות ביישומים בתעשייה. במשך חמש השנים הבאות התחומים הצפויים הקשורים לאפיון יכלולו: מיקרוסקופיה בקנה מידה אטומי, מיקרוסקופ אלקטרוני קריוגני, הדמיה רב אופנית, רגישות גבוהה של כלים מיקרו אנליטיים, הדמיה רפואית טרום קלינית ברזולוציה גבוהה, סינכרוטרון מתקדם וטכנולוגית תהודה מגנטית גרעינית (NMR).

מה נדרש?

מיקרוסקופיה - השלב הבא של תשתית מחקר מיקרוסקופית צריך לכלול: מיקרוסקופ אלקטרוני קריוגני, דור חדש של בודק טומוגרפיה אטומית (atom probe tomography) ושל ספקטרומטריה של מסה יונית (ion beam mass spectrometry). תחומים עתידיים של מיקרוסקופיה כוללים מיקרוסקופיה המטפלת בזמן ואנרגיה, in-situ microscopy, ואת הדור הבא של מיקרוסקופ אלקטרוני למדעי החומרים. יש להרחיב את הרשת המשותפת הקיימת (AMMRF) ולכלול את הטכנולוגיות המפותחות במוסדות שהם מחוץ לרשת. הרשת החדשה צריכה להיות לאומית בטבעה אבל גם צריכה להיות בעלת יכולות לשרת את צרכי המחקר של חוקרים מחו"ל. לאוסטרליה. נדרשת גם גישה לאומית עבור מיקרוסקופ אלקטרוני קריוגני, על מנת לתמוך בביולוגים מבניים. נדרשת רשת של מכונות שניתן להשתמש בהן לאופטימיזציה של דוגמיות ולאפיון ראשוני.

הדמיה ביו רפואית - שימור תמיכה ב-MRI עם התמקדות בהדמיה מודלית היברידי (hybrid dual modality imaging) כמו PET-MR, סורקים והדור הבא של הדמיה PET. לאוסטרליה יש הזדמנות להיות בחזית של טכנולוגית ההדמיה על ידי הצטרפות למאגד האמריקאי EXPLORER. מאגד זה מפתח את הדוח החדש של טכנולוגיית PET, המסוגלת לעקוב אחר הקינטיקה מכל הרקמות של הגוף במינונים נמוכים מאוד של קרינה מייננת המאפשרת מחקר רב תחומי, כדי להתמודד עם אתגרים בריאותיים כגון סוכרת, מחלות נפש ומחלות מורכבות אחרות. המינון הנמוך של הקרינה יכול לפתוח את המחקר של PET לקבוצות חדשות כגון ילדים ונשים הרות.

תהודה מגנטית גרעינית (NMR) - ישנם מספר מתקנים של NMR במרמה המוסדית. יש צורך לאגד אותם לרשת אחת להקים ספקטרוסקופיה מתקדמת משולבת, היכולה לשפר את יכולות העתיד בעיקר בהשגה של שדה NMR חזק במיוחד.

פיזור נויטרונים, Deuteration (קשור לרמה המולקולרית), ציוד לקרני אור, יצור של הדמיה ואיזוטופים - מתקנים לנויטרון אופטי היכולים להעביר נויטרונים עם תכונות מדויקות הדרשות ליישום ספציפי ולקבלת אינפורמציה מפורטת יותר. השלב הבא של פיזור נויטרונים צריך להיות מנוצל מלכתחילה בציוד של קרני אור נויטרונים היכולים להוביל למיקרוסקופ הנויטרונים הראשון בעולם. ציוד ייחודי זה יאפשר את ההדמיה של שכבות נזליות של אדמה ושל מים בתוך החול והסלעים ברמה המיקרו מטריית, כך שתספק מידע לתעשיית הכרייה והנפט. כלים חדשים מיוחדים להפקת דוגמיות ברמת ה-deuterated ירחיבו את היכולת האוסטרלית בתחום זה.

סינכרוטרון - פוטנציאל לשיפור הסינכרוטרון באמצעות הוספה של קרני אור שיתנו לחוקרים גישה לטכניקות ולכלים מקצועיים. קרני האור החדשות יאפשרו הדמיה תלת ממדית בעלת אנרגיה גבוהה, ניתוח מבנה הפרוטאין באיכות גבוהה, וניתוח לחצים על ידי שילוב של ספקטרוסקופיה, שבירה של קרני אור והדמיה.

גישה למאצים עבור הדמיה - שימור תשתיות מחקר קיימות (סינכרוטרון, המרכז למדעי המאץ – CAS, ומאץ יונים – HIA), הוא קריטי לפיתוח עתידי ולשאוף להשתתפות במאץ בינלאומי.

4. יצור מתקדם (Advanced Fabrication and Manufacturing) – תשתית מחקר לאומית המאפשרת סנתיזה של חומרים מתקדמים, יצור של התקנים ופיתוח של אבי טיפוס, כולל ברמת המיקרו והננו, למחקר וליישומים בתעשייה. התחום מקיף מחקרים בנושאים של מזון, אנרגיה, משאבים, יצור מתקדם ובריאות.

מגמות עתידיות: תכניות מחקר במחשוב קוונטי, חומרים מתקדמים ופוטוניקה הנשענים על תשתית ליצור טכנולוגי מתקדם. היישומים למחקר מגוונים וכוללים חישה מתקדמת, תקשורת, תפיסה ואחסון של אנרגיה, טיפול במים, טיפולים רפואיים מתקדמים ואבחון ומניעה של מחלות. כיוונים עתידיים של מחקר הייצור יהיה מונע על ידי התכנסות של דיסציפלינות. ביו-הנדסה להיתוך של הנדסה עם מדעי החיים דורש את הפיתוח של טכניקות ייצור חדשות. למשל, מיקרופלואידיקה (microfluidic), מתקני מעבדה-על-שבב (lab-on-a-chip) ויכולת לגדל רקמה חיה, כולל תאים, תקרישים וסיבים לתוף מבנה אחת באמצעות שימוש במדפסות תלת ממדיות. האינטגרציה של טכנולוגיות אלחוטיות עם מתקנים הניתנים להשתלה ומערכות אוטונומיות נתמכות באמצעות טכנולוגיות חישה חכמות. בנוסף, גם מתקנים פוטונים של הדור הבא לתקשורת מתקדמת דורשים אינטגרציה של רכיבים אופטיים ושבבי סיליקון.

מה נדרש? מחקר עתידי של ייצור מתקדם חייב לאפשר פיתוח של חומרים חדשים, טכניקות, מערכות והתקני ייצור היברידיים, ואינטגרציה שלהם ליצור אבי טיפוס לייצור.

ייצור של חומרים והתקנים ברמת המקרו והננו – נדרשת השקעה בציוד מדויק ומתקדם, השקעה של הננו והביוטכנולוגיה עם ננו אלקטרוניקה וננו פוטוניקה על מנת לקשר בין רמת המיקרו לרמת הננו. בעוד שהצרכים נענים על ידי תשתית מחקר מוסדית קיימת, חשוב שייוצרו הזדמנויות לשיתוף פעולה בין הקהילות של מדעי החומרים והפיזיקה באמצעות רשתות קיימות.

סוגים חדשים של התקנים מיוצרים - תרגום המחקר לתוצרים בעלי השפעה גבוהה דורש את היכולת לייצר התקנים וחומרים מתקדמים, ולקדם אותם משלב המעבדה לאבי טיפוס מלאים. זה דורש ייצור בקנה מידה גדול ומתקני מבחן בסביבות שונות על מנת לענות על הצרכים היישומיים של ננו אלקטרוניקה, ננו פוטוניקה וביו הנדסה. תחומים של חשיבות לאומית גבוהה שייחוו מכך כוללים את המחשוב הקוואנטי, את ההתקנים הרפואיים ואת הניטור הסביבתי. מחקר בהתקני פוטוניקה של הדור הבא כולל יישומים באסטרופיזיקה, טלקומוניקציה מתקדמת וחישת קוואנטום, דורש ייצור של אבי טיפוס מלאים. ייצור של התקנים אופטיים מתקדמים חייב לתמוך באינטגרציה של התקנים פוטוניים היברידיים עם אופטיקה מותאמת אישית ולספק מתקנים לייצור של ייצור אופטי רב שכבתי.

יכולת של ביו הנדסה ושל ביו ייצור - יישומים של ביו הנדסה דורשים פיתוח של ביו חומרים המשולבים כיחידה אחת עם יכולות של ייצור המותאם אישית וכן עם יישומים קליניים. הדור הבא של התקנים ומוצרים כולל גלאים לאבחונים רפואיים וניטור המצב הבריאותי, ומבנים הניתנים להשתלה על מנת לענות על אתגרים קליניים כגון התחדשות של רקמות. התשתית צריכה לתמוך בפיתוח של חומרים, מבני תלת ממד והתקנים רפואיים.

5. פיזיקה מתקדמת ואסטרונומיה – התחום מתמקד בהבנת הפיזיקה הבסיסית של העולם ויישומו למחקר. התמקדות זו מאפשרת לשפר את הידע על המקור של העולם והתפתחות של גלקסיות, כוכבים וכוכבי לכת, חקירת הפיזיקה בסביבות קיצוניות, הבנת הכוחות הבסיסיים של החומר והאנרגיה הבונים את העולם. התחום מקיף מחקרים בנושאים של אבטחת סייבר, אנרגיה, משאבים, ייצור מתקדם, שינויים סביבתיים ובריאות.

מגמות עתידיות: חקר האסטרונומיה באמצעות פלטפורמות אסטרוטגיות משולבות באמצעות אסטרונומיה אופטית ורדיו אסטרונומיה עם אפשרות של גישה לתשתיות מחקר אינטרנטיות.

מה נדרש?

גישה משולבת לתשתית אסטרונומית – החוליה החלשה כרגע בפורטפוליו של התשתית האסטרונומית הלאומית היא חוסר גישה לטלסקופים האופטיים והאינפרא-אדום הגדולים ביותר. שותפות עם הטלסקופ האופטי eight-metre-class optical telescope הינה חיונית לאוסטרליה על מנת להמשיך לקיים מומחיות מדעית ויכולת טכנית לבצע מדע ברמה עולמית עם הטלסקופ הממוקם בצ'ילה - GMT (Giant Magellan Telescope). שותפות זו גם תאפשר לחזק את פיתוח הציוד הנדרש לרדיו אסטרונומיה. השקעה מסיבית ב-MGT וב-SKA יספקו לאוסטרליה גישה לתשתית אסטרונומית של הדור הבא

החינוית לגילויים חדשים. כיום, הגישה המפוזרת לתשתית מחקר אסטרונומית כולל מספר ארגונים המטפלים בדיסציפלינה ספציפית. מדיניות אינטגרטיבית נדרשת לשילוב היכולות יחדיו.

גלי כבידה - אוסטרליה היא בעלת מיקום גיאוגרפי טוב לבניה של גלאי של גלי כבידה מהדור השלישי, שיכול למקסם את הרזולוציה של המערך העולמי כולו. המעורבות של אוסטרליה במערך מהדור השלישי, באמצעות מתקנים בינלאומיים, יכולה להתאפשר באמצעות מאגדים בינלאומיים. מחקר גלאי כבידה יספק יתרונות חשובים לייצור מתקדם טכני שיתמוך בפיתוח של מערך דור שלישי.

דיוק המדידה - הדיוק חשוב בתחומי מחקר רבים. זה כולל מדידה ישירה של אפקט התארכות הזמן של איינשטיין (Einstein's time dilation effect), וגם את תדירות ההתייחסות לשעונים אטומיים, אסטרונומיה אופטית ואסטרונומית רדיו וכן ליישומי רדאר. טכנולוגיות קוואנטום חדשות יספקו טכניקות צפייה חדשות, וטכנולוגיות חדשות כגון הפיתוח של אופטיקת קוואנטום המשתמשים בה לגילוי גלי כבידה. צרכים עתידיים כוללים שיפור ביכולות של גלאים עתידיים מבוססי קוואנטום, ביו ונווטכנולוגיה. לשם כך יש צורך בתשתית תומכת חדשה. דיוק המדידה העתידי ידרוש מעבדה לקרינה נמוכה מאוד עבור ניסויים בתחומים של ביו רפואה, פיזיקה מתקדמת, מדעי החומרים וגיאופיזיקה. היכולת לפתח כלים מותאמים אישית היא קריטית לצעד הבא בניצול המסחרי של ייצור כלים בטכנולוגיות עתידיות. היכולת הקיימת בתחום שיש לאוסטרליה, צריכה להיות נתמכת על ידי התרחבות לתחומים נוספים, כמו כלים וציוד הקשור לחלל.

שיפור היכולת הגרעינית - השלב הבא של פיתוח של מתקנים לפיזור נייטרונים בכור המחקר הגרעיני OPAL יהיה שיפור יכולות קרני אור נייטרונים. זה יאפשר את הפיתוח של כלים לציוד היכול למצב דגימות בסביבות קיצוניות. יכולת זו תאפשר לפתח חומרים ותהליכים חדשים הקשורים לנושאים של אנרגיה, סביבה ובריאות.

6. מערכות סביבה - ההתמקדות של תשתית מחקר לאומית צריכה להיות באינטגרציה של תצפיות, מודלים מנבאים והערכת אי ודאות ליישומי מחקר ותעשייה. תשתית לשילוב נתונים קיימים וחדשים ברזולוציה גבוהה עם ניתוח וחיזוי להקמת מערכת חיזוי סביבה משולבת לאומית. התחום מקיף מחקרים בנושאים של מזון, קרקע ומים, אנרגיה, משאבים, שינויים סביבתיים ובריאות.

מגמות עתידיות: חיזוי השפעות על מערכות סביבתיות יתמוך בהחלטות אסטרוטגיות וגם פיתוח של אדפטציות מוקדמות לשינויים אקלימיים מקומיים ועולמיים.

מה נדרש? לאוסטרליה יש תשתית מחקר חשובה התומכת בחיזוי הסביבתי בחצי הכדור הדרומי. תשתית זו נדרשת לשדרוג על מנת להמשיך ולהיות בחזית המחקרית בעשור הבא: שיפור האינטגרציה של נתונים קיימים ומידול מתמטי בין אזורים גיאוגרפיים גדולים, כולל אזורים מרוחקים ועירוניים, על מנת לחזות שינויים על פני זמן ולאפשר אדפטציה יעילה, תכנון ופיתוח עסקי. המשך הפיתוח של ניתוח נתונים של חישה מרחוק, בהתחשב ביכולות הגיאוגרפיות, הכלכליות והטכניות הייחודיות לאוסטרליה. שיפור המכשירים ופיתוח חיישנים, רשתות חיישנים ואינטגרציה של טכנולוגיה חדשה. הקמה של מערכת המידול ACCESS (Australian Community Climate and Earth System Simulator) כתשתית לאומית שתספק את הדור הבא של מוצרים הקשורים לסביבה. התצפיות הסביבתיות האוסטרליות נדרשות לשיפור איסוף המידע באזורי מפתח על מנת לשפר את ההבנה באמצעות מידול מדויק יותר. ניתן להשיג זאת על ידי רשימה של מקורות מידע מהתעשייה, סקטורים לא ממשלתיים ומשרדי מדינה. נדרש אתר נוסף לחישה מרחוק באנטרקטיקה ובצפון אוסטרליה כמו גם במערכות אקולוגיות עירוניות. יש סדר עדיפות גבוה לאוטומציה של חיישנים ויכולות הדמיה. חיישנים אוטונומיים חכמים יכולים להקליט מדידות ביולוגיות וכימיות של גיוון ימי. שיתוף הפעולה הבינלאומי הוא קריטי לתחום זה, במיוחד במקומות בהם אוסטרליה נשענת על גישה למידע בינלאומי כמו מידע מלוויינים.

מערכות ימיות - תשתית המחקר צריכה לכלול תכנית ימית משולבת וגישה לכלי שיט מחקריים לאומיים, כלים תת מימיים אוטונומיים המופעלים מרחוק וצוללות. תשתית מחקר אחרת יכולה לכלול טכנולוגיות קידוח מתקדמות, כלים לבורות להשגת מידע גיאולוגי וכלים נוספים. מחקר חדש הוא להוציא את הטכנולוגיות הגנומיות מחוץ למעבדה אל הים.

מערכות יבשתיות - חיזוי ומידול של הקרקע דורשים צפייה וניטור באמצעות מערכות אקולוגיות קרקעיות. הדור הבא של תשתית חיישנים המשולבת עם נתוני חישה מרחוק תתמוך בניהול הגיוון הביולוגי, שימוש

מתמשך במשאבים טבעיים, ותאפשר הערכה, חיזוי, אימוץ וניהול טובים יותר. כל שיפור צריך להתחשב ב-Australian Earth Observation Community Plan (מדריך עבור הקהילה העוסקת בתצפיות על כדור הארץ). מערכת לחיזוי סביבתי צריכה לשלב תצפיות חדשות עם מידול חדשני על מנת לאפשר חיזוי של שינויים סביבתיים בעתיד ופיתוח של תגובות אסטרטגיות לשינויים אלו. תשתית עתידית לחיזוי סביבתי חייבת למנף את היכולות הקיימות של התשתית האינטרנטית. בנוסף, נדרש המשך הפיתוח של ALA (Atlas of Living Australia) – פרויקט לאומי לאיסוף נתונים של המגוון הביולוגי ממקורות שונים, המאפשר לחוקרים גישה חופשית ברשת), כולל הזרמה של נתונים חדשים כגון נתונים על התכונות של המגוון הביולוגי, הסביבות בהן הם נבנים, קרקעות משולבות, צמחיה, אקולוגיה ושימוש בקרקעות ובמים היכולים לתרום לידע חדש על המגוון הביולוגי.

חקלאות וייצור ראשוני - חיישנים חדשים מספקים תובנות חדשות על היעילות של השימוש באדמה, מים, חומרים מזינים וחומרי הדברה להגברת התפוקה. צריך להנדסה מחדש את המודל של ACCESS (Australian Community Climate and Earth System Simulator) על מנת לאפשר לחוקרים להפיק תועלת מהמודל, להגביר את התפוקה ולהפחית את ההשפעות הסביבתיות. תשתית מחקר שתהיה בשימוש על ידי יצרנים כגון רשתות חיישנים משולבות ונרחבות, חוות וירטואליות ופלטפורמות משותפות מבוססות אינטרנט, ייקחו את המגזרים התעשייתיים לשלב הבא. היתרונות מקידום זה כוללים שיפור במצב הכלכלי והיציבות של תחנות הבקרה הקיימות, הסתגלות מוקדמת לשינויי האקלים, הפחתת פליטת פחמן הדו חמצני, ויישום מדויק של חומרים מזינים.

מזג אוויר, אקלים ושינויי אקלים - ישנה סינרגיה חזקה בין לשמר מערכות יבשתיות בריאות לבין יצור חקלאי. חיזויי אקלים לטווח הקצר, שבועיים ועונתיים, אך גם לטווח הארוך מאפשרים לקבל החלטות מושכלות. המודלים המוצעים בתחום דורשים שיתוף פעולה בינלאומי ומאמץ לאומי ניכר, כך שהאתגר הוא לאפשר שיתוף של המודלים בכל הקהילה המחקרית ולשלב גילויים שונים גם מחוץ לאוסטרליה.

מערכות כדור הארץ - האנרגיה העתידית של אוסטרליה תהיה ערבוב של מקורות קונבנציונליים ולא קונבנציונליים. למשל, נדרשת תשתית גאו-פיזית על מנת לתמוך במחקר על משקעי אגנים שיפחיתו את הפער בידע הקיים על גז לא קונבנציונלי, ויפחית את ההשפעה לסיכון הסביבה. נדרשת תשתית מחקר לפיתוח של אנרגיה ומינרלים (כגון אלקטרומגנטיקה אווירית - airborne electromagnetics), ניטור רעידות אדמה ושקיעת אדמה, וניטור של הלחץ התת מימי הקשור לכרייה או לחילוץ של פחמימנים. שיעור ההצלחה בחיפוש מינרלים הולך ופוחת, עובדה המובילה לירידה בהשקעות הבינלאומיות בחיפושים מסוג זה. הבנה של קרום כדור הארץ דורשת אפיון של עומק כדור הארץ. הבנה כזו תשפר את היכולת של אוסטרליה לספק את הדרישה הצפויה למינרלים ולאדמה נדירה החיוניים לייצור חדשני.

7. אבטחה ביולוגית (Biosecurity) - חיזוק מערכת האבטחה הביולוגית. חיזוק זה תלוי בתשתית מחקר יעילה שתתמוך בפיתוח פעיל, אבחונים מהירים, חסימות ותגובות לאיומים. התחום מקיף מחקרים בנושאים של מזון, קרקע ומים, שינויים סביבתיים ובריאות.

מגמות עתידיות: משטר אבטחה ביולוגי עולמי מובנה ישפר את הזדמנויות הגישה לשוק. זה יכול גם למלא תפקיד חשוב בהזדמנות להרחיב את הצמיחה של תחומי החקלאות והחקלאות הימית.

מה נדרש?

סקירה של יכולות האבטחה הביולוגית ברמה הלאומית - הגישה הלאומית לנושא האבטחה הביולוגית דורשת מחקר שיעשה במיקום הגיאוגרפי המתאים ביותר להשגת תוצאות. באופן אידיאלי, אסטרטגיות להכלה והיענות לאיומים צריכות להיות זמינות בנקודה הקרובה לאפשרות של פלישה. על מנת להכין את אוסטרליה כראוי בטווח הארוך, יש צורך להעריך את המצב של מתקנים לאומיים, נוכחיים ועתידיים, נדרשים. יש צורך במסה קריטית של צוות מיומן ולהחליט איפה למקם אותו. מחסור במומחים בתחום האבטחה הביולוגית (חוקרים היוצאים לפרישה ללא מחליפים בעלי הכשרה בתחום), מהווה דאגה לאומית הדורשת התייחסות. החוסר במומחים צעירים דורש גיוס של מדענים ברמה עולמית המומחים לתחום, על מנת לשמר את המעמד של אוסטרליה כמנהיגה עולמית בתחום, ונהל כראוי את הסיכונים הביולוגיים.

רשת לאומית לאבטחה ביולוגית - פיילוט המספק רשת איתנה לאבטחה ביולוגית לאומית, המקשרת בין התשתית למומחיות ושימוש בטכנולוגיית מידע ותקשורת להקמת יכולת משולבת בתחום. בעתיד ניתן לקשר את הרשת לרשת בינלאומית ולמחקר הגלובלי. אוסטרליה כבר מנצלת את תשתית המחקר הבינלאומית למחלות אקזוטיות באמצעות שיתוף פעולה מחקרי, אך היא חייבת להיות מסוגלת לאבחן

ולשלוט במחלות של בעלי חיים אקזוטיים וימיים, צמחים ובמחלות העוברות מבעלי חיים לבני אדם, באמצעות בדיקה ופיתוח של חיסונים מתאימים. דרישה מרכזית בתחום היא שינוי במקורות הטכנולוגיה והקישוריות בין המתקנים בתחום, כולל הקמה של רשת מעבדות וירטואלית, על מנת לאפשר שיתוף מידע (כולל אוספים דיגיטליים) ולשפר את התקשורת בזמן אמת. על מנת להבטיח יכולת מחקרית באבטחה ביולוגית, יש צורך להגדיל את היכולות בתחום הוטרניריה, חקלאות ימית ווירולוגיה ובקטריוגיה של צמחים, פרזיטולוגיה וטרנירית ונמטולוגיה של צמחים, אפידמיולוגיה, ופתולוגיה של צמחים ושל חקלאות ימית. הקמת רשת מעבדות וירטואלית תאפשר שיתוף של יכולות והפחתה בצורך במוסדות בודדים הפועלים בכל תחום בנפרד.

מתקני צמחים וחקלאות ימית - קיים מחסור במעבדות מתמחות ובחממות למחקר של מחלות בצמחים אקזוטיים. המתקנים הקיימים דורשים רשתות משותפות לשיתוף מידע. דרושות מעבדות לחקר הצמחייה הגדלה ליד המים ולבעלי חיים ימיים אקזוטיים. שיתוף הפעולה בין מתקני המחקר הקיימים הוא מוגבל ולא מפותח.

דרישות למעבדה לאומית - גישה רשתית יכולה להיבנות על מתקנים קיימים. מעבדות השותפות לרשת יכולות להתמחות בתחומים שונים, כגון פיתוח של אבחון מהיר ואמין של מחלות מסוימות. יש לבחון את התשתיות הקיימות, את הפיזור הגיאוגרפי שלהן, ואת הגישה אליהן, על מנת להחליט האם התמהיל הנוכחי של המתקנים הוא אופטימלי.

8. ביולוגיה מורכבת (Complex Biology) – יכולת לניתוח האדם, החיות ומערכת הצמחייה והמיקרואורגניזם, על מנת לתמוך בתגליות רפואיות, חקלאיות וסביבתיות החשובות לחברה ולתעשייה. התחום מקיף מחקרים בנושאים של מזון, קרקע ומים, אנרגיה, משאבים, יצור מתקדם, שינויים סביבתיים ובריאות.

מגמות עתידיות: במשך 10 השנים הבאות, תהיה התרחבות דרמטית של טיפולים המבוססים ביולוגיה למחלות וגידולים. זה יתאשר הודות להתקדמות בתחום ה-omics (מדידה ואפיון של מולקולות ביולוגיות, בדרך כלל גנים (גנומים), חלבונים (פרוטאומיקה), ליפידים (ליפידומים) או מטבוליטים (מטבוליומיה) מאנשים או מאוכלוסיות). בעתיד הקרוב, אבחונים גנומיים, פרוטאומיקה, מטבוליומיה וטכנולוגיות אבחוניות מולקולריות אחרות, יובילו את הגילויים הרפואיים. יתרונות ציבוריים אחרים יושגו באמצעות קישור בין נתונים קליניים ובין רפואיים עם נתוני האוכלוסייה. מדעי הביולוגיה גם יתרמו ליכולת לנהל ולקיים מערכות אקולוגיות סביבתיות חיוניות ולשפר את התפוקה החקלאית.

מה נדרש?

מחקר משולב - פיתוח של טכניקות ומתודולוגיות חדשות. ישנו צורך קריטי לתשתית מחקר אינטרנטית משולבת המאפשרת את האיסוף והניתוח של כמויות גדולות של מידע, ויכולות ניתוח מידע והפיכתן לתוצרים מחקריים, כולל שמירה על המגוון הביולוגי, חדשנות חקלאית וקבלת החלטות עבור הקהילה, התעשייה או הממשלה.

ביולוגיה של הצמח (plant phenomics) - נדרשות השקעות לאומיות במחקר של הביולוגיה של הצמח עבור הייצור החקלאי ותעשיית המזון. גישה לאומית משולבת לדור הבא של תשתי בנושא פנוטיפ של הצמח שיבטיח שילוב אופטימלי עם פנוטיפ מולקולרי. בנוסף, נדרשת השקעה בדור הבא של הביו אינפורמטיקה ומחשוב עבור ניתוח תמונה, רבייה בקנה מידה גנומי, חקירה של רשת ביולוגית ופיתוח מודל חיזוי.

בנק ביולוגי (Biobanking) - אינטגרציה של בנקי רקמות ובנקים ביולוגיים סביבתיים קיימים לרשת משותפת המקושרת לקהילת המחקר, שתאחסן, תנתח ותאסוף נתונים מחקריים. קיימים יתרונות גם לבנק ביולוגי של האוכלוסייה. לבנק הביולוגי יש ערך ייחודי לגנומיקה של האוכלוסייה ולחקר הגורמים, המניעה והטיפול במחלות. בנוסף, בנק הזרעים שומר אוספים החיוניים לייצור מזון. יש צורך לבנות רשת לאומית של בנק ביולוגי מתוך היכולות הקיימות.

ביולוגיה מלאכותית – לאוסטרליה יכולות ברמה עולמית של עיצוב, בחינה וחיידוד של שני חיידקים באמצעות ביולוגיה סינתטית עבור התעשייה. יש קבוצות גלובליות של פיתוח אוטומציה בקנה מידה גדול, שבהן החוקרים מעצבים, מרכיבים ומאפיינים עד 1000 זנים שונים בשבוע. מוצע כי על אוסטרליה לקבל

גישה למתקנים אלה באמצעות שיתוף פעולה. אוסטרליה יש מסורת של מחקר החקלאי. הייצור מבוסס ביולוגיה קיים בקנה מידה קטן יותר מאשר צמחים פטרוכימיים, ועלויות חומרי הגלם משפיעות על עלויות הייצור. אוסטרליה מספקת קני סוכר ועמילן דורה במחיר נמוך, ולכן היא מתאימה, בהתחשב בקרבה לשווקים באסיה, לפתח תעשיות חדשות המונעות על ידי ביולוגיה סינתטית.

ישומים אלה תלויים בתכנון איטרטיבי של תכנון ובנייה של טכנולוגיות לביולוגיה סינתטית, היעילות ביותר כאשר יש נגישות לפלטפורמות אוטומטיות וטכנולוגיות המבטאות לתפוקה גבוהה.

הנדסה גנטית של בעלי חיים גדולים - הנדסת כזו תשלים את יכולת הפנומיקה (phenomics) הקיימת של בעלי החיים הקטנים (עכברים) באוסטרליה. יש צורך ביכולות דומות למיני בעלי חיים הנמצאים בשימוש נרחב במחקר ביו-רפואי כולל גילוי גנים, פיתוח מודלים גדולים של מחלות בעלי חיים, וישומים מסחריים כגון ייצור נוגדנים ופיתוח תרופות. למודלים של חיות גדולות יש פוטנציאל גדול לתרום לתחומים מחקריים כגון קרדיוולוגיה, אונקולוגיה ומחלות העצבים. יכולת כזו יכולה להיות מופקת משילוב של מתקנים קיימים בתחום.

9. פיתוח טיפולי (Therapeutic Development) – פיתוח מתקנים רפואיים או תרפויטיים. המטרה לתמוך בפיתוח של מוצרים עד לשיווקם. התחום מקיף מחקרים בנושאים של יצור מתקדם, שינויים סביבתיים ובריאות.

מגמות עתידיות: פיתוח של טיפולים יעילים יותר יגיע מתובנות חדשות לגבי המבנה המולקולרי הביולוגי, בעיקר מבנה החלבונים וחומצות גרעין. התפתחות כזו תשפר את יכולה של אוסטרליה להשתתף במאמץ העולמי בתחום הרפואה המותאמת אישית.

מה נדרש?

- מתקני גילוי המאפשרים הקרנה בתפוקה גבוהה לזיהוי מולקולות המיועדות לרפוי.
 - מתקני ייצור ליצירת מועמדים איכותיים המתאימים לבדיקות קדם-רפואיים ורפואיים.
 - היכולת לעצב, לתכנן ולבצע ניסויים קליניים איתם לבדיקת מוצרים.
 - תשתית לעריכת ניסויים קליניים, כולל נתוני ניסויים, תשתית למחקר בריאותי, ותשתית המאפשרת תשתית המאפשרת להשתמש בקבוצות נתונים זמינות.
 - הון אנושי לגילוי, ייצור ובחינה של פתרונות טיפוליים חדשניים.
 - קישור נתונים של סוכנויות לבקרת מחלות עם חוקרים ומעבדות רלבנטיות.
 - מסגרת עבודה לאומית לבנק ביולוגי הקשור לתשתית אינפורמטיבית.
- גילוי** - יש צורך בשילוב ניהולי של יכולות גילוי תרופות, והימנע מכפילויות של תשתיות בתחום. **יצור** - מתקני ייצור לאומיים ליצירת מועמדים למולקולות ביולוגיות והצמחת תאים למטרה טיפולית. רוב המועמדים האלה עשויים להיות, בעשר השנים הבאות, חלבונים רקומביננטיים (recombinant - אורגניזם שעבר תהליך של שחלוף). טיפולים גנים ותאיים הם גם תחומים חשובים בעלי פוטנציאל רפואי גדול. **בחינה** - ייצור טוב של טיפול תרופתי בדיקות פרה-קליניות וקליניות. תשתית מחקרית המספקת מודל מתוחכם של ניסויים בבעלי חיים חיונית להגשת יתרונות כלכליים וחברתיים. תשתית מחקרית התומכת בתרגום של תגליות ליישומים קליניים היא קריטית. תשתית מחקר ארצית עם מרכזים מתואמים ומרושתים התומכים בניסויים הקליניים ובאיכותם, חיונית לאספקה של תוצאות בריאותיות משופרות. הצורך הגובר בשקיפות של המחקר הקליני דורש מערכת יעילה ומאובטחת של שיתוף נתונים בין העורכים ניסויים קליניים. נדרשת הרחבה של פעולה הדדית עם גופים אחרים (המדינה, ועדות אתיקה וגופים רגולטוריים לאומיים).

אינטגרציה - שימוש בנתונים רפואיים ובריאותיים תקדם את יכולתה של אוסטרליה לתת שירות יעיל יותר לציבור. זה יכול להיות מושגת באמצעות הרחבת הפלטפורמות לקישור ושילוב של נתונים, כדי לאפשר אינטגרציה קלינית בזמן אמת. מערכת כזו חייבת להיות מערכת אינטרנטית.

תשתיות מחקר - קנדה

תאריך: דוח בחיזוק המחקר הקנדי פורסם בשנת 2017, ושמו:

Strengthening the Foundations of Canadian Research

ארגון מבצע: פאנל מייעץ לשלטון המרכזי העוסק במדע:

Advisory Panel for the Review of Federal Support for Fundamental Science

מינוי הפאנל נעשה ביוני 2016, על ידי שר המדע הקנדי (federal Minister of Science). תפקיד הפאנל היה לסקור את מערכת התמיכה השלטונית עבור מחקרים הנערכים על ידי מדענים וחוקרים המועסקים מחוץ למחלקות והסוכנויות הממשלתיות ("מחקר חיצוני"). הפאנל נדרש לכסות את כל התחומים המדעיים, ולכלול הערכת עמיתים בעלי אוריינטציה יישומית. בנוסף, הפאנל התמקד בתכניות התומכות ביצירת ידע, בניגוד לתוכניות המוכוונות בעיקר לטיפוח שותפויות עם התעשייה.

מטרתו של המסמך להציג ולהסיק מסקנות לגבי חיזוקו וקידומו של המחקר הקנדי. במסמך יוצגו מסקנות והמלצות המתייחסות להשקעה בתשתיות בתחומי מחקר נדרשים.

מתודולוגיה:

הפאנל ערך מספר פגישות אישיות עם 230 בעלי עניין רלבנטיים מקהילת המחקר, בעיקר ממתקנים ותשתיות בתחום המדע, מתחומים שונים, בשיטת "השולחן העגול". פגישות אלו עזרו לבדוק ולעצב את הרעיונות לקידום המחקר. העבודה נערכה תוך שיתוף פעולה עם ארבע סוכנויות התומכות במחקר החיצוני הקנדי, שלוש סוכנויות להענקת מענקים: Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC), the Canadian Institutes of Health Research (CIHR), and the Social Sciences and Humanities Research Council (SSHRC) Canada, וסוכנות ממשלתית לחדשנות: and Humanities Research Council (SSHRC) Canada, וסוכנות ממשלתית לחדשנות: Foundation for Innovation (CFI).

בנוסף, הפאנל שלח סקר מקוון לארגונים וחוקרים השואל לגבי מדע בסיסי, וקיבל 1,275 תשובות. הדוח שפרסם הפאנל כולל המלצות כלליות לגבי קידום המדע והמחקר. להלן יובאו רק המלצות הנוגעות לתשתיות מחקר גדולות בקנדה.

תקציב:

הפאנל בדק הסדרי מימון במדינות אחרות, והערכותיו עוצבו על פי הניסיון המעשי הבינלאומי ועל-פי העקרונות בסוכנויות והתוכניות החזקות ביותר בארץ ובחו"ל: מובילות עולמית ושיתוף פעולה גלובלי, בחירת אנשים לפי כישורים אישיים, עצמאות, תיאום ואיזון, ממוקדי כישרונות, מגוונות ושוויוניות. מימון תשתיות מחקר וציוד: בעוד שאת הציוד והאספקה שהם בקנה מידה קטן מאוד ניתן לכסות ממענקי מחקר, העלויות הנדרשות לתשתיות גדולות לא יכולות להסתפק במענקים מסוג זה, ולכן קיימת בעיה בפרויקטים גדולים. לכן, החוקרים נדרשים לבקש מימון לתשתיות, באמצעות המוסדות המארחים שלהם, בנפרד מהמימון הישיר לפרויקט. בקשות אלו מטופלות על ידי ה-CFI, שהוא ארגון ללא כוונת רווח. התקציב של CFI לתשתיות מחקר עומד כיום על 6.8 מיליארד דולר, כך שהמימון מתחלק ל-40 אחוז מעלויות הפרויקט על ידי ה-CFI, וה-60% הנוספים משותפים ממנים אחרים. המימון של ה-CFI מכסה את כל סוגי התשתיות, תשתיות בקנה מידה גדול וכן פרויקטים קטנים. הפאנל ממליץ להמשיך בשיטת מימון זו.

עלויות התפעול של התשתיות: עלויות התפעול כוללות מרכיבים כגון משכורות של צוות המומחים המפעילים את הציוד, עלויות תחזוקה ותיקונים, חלקי חילוף, שדרוגים, שירותים כגון חשמל, אבטחה וניקיון, וכן אספקה ומצרכים הנדרשים לתפעול התשתיות. הפאנל ממליץ השקעה של 390 מיליון דולר בעלויות התפעול: 300 מיליון דולר (על ידי ה-CFI) ועוד 90 מיליון דולר (מה-IOF - Infrastructure Operating Fund). קיים אתגר גדול בשימור תמיכה יציבה של עלויות תפעול מתקני מחקר חשובים וגדולים (major research facilities – MRF). המימון לעלויות התפעול של תשתיות מחקר אלו אינו מספק ויש להגדיל אותו. בנוסף, יש לתקצב פרויקטים בקנה מידה קטן (פרויקטים של חוקר בודד בעל תקציב מחקר נמוכים).

הפאנל ניתח את התחומים המחקר העתידיים (Emerging). תחומים אלה הינם תחומים בעלי פוטנציאל ליישומים מוקדמים, שזוהו על ידי מדינות עמיתות כבעלי סדר עדיפות לקבלת מימון גדול יותר, ומציגים צמיחה מהירה של התייחסות ברחבי העולם, הנושאים המייצגים את תחומי המחקר הם: התחומים הם: אינטליגנציה מלאכותית (Artificial Intelligence - AI), טכנולוגיה נקיה (Clean Tech), תאי דלק (Fuel Cells), יישומי מדעי המחשב (Computer Science Applications), גרפן (Graphene), אימונתרפיה (Immunotherapy), ננוטכנולוגיה (Nanotechnology), ניוורוגנרציה (Neurodegeneration), רפואה אישית (Personalized Medicine), פרטאומיקה וביואינפורמטיקה (Proteomics & Bioinformatics), מדעי הקוואנטום (Quantum Science), מחשוב קוואנטום (Quantum Computing), רפואה רגנרטיבית (Regenerative Medicine), רובוטיקה ומכטרוניקה (Robotics & Mechatronics), וגנומיקה של הדור הבא (Next Generation Genomics).

תשתיות מחקר דיגיטליות: (DRI) digital research infrastructure

הפאנל זיהה שנושא תשתיות המחקר הדיגיטליות דורש תשומת לב מיוחדת וכי קיים צורך לאסטרטגיה לאומית בתחום. תשתיות מחקר דיגיטליות מבוססות על מחשוב מתקדם, רשתות, אחסון מידע, תוכנות מחקר וניהול מידע. יכולות אלו נדרשות בכל הדיסציפלינות המדעיות. המועצה לתשתיות דיגיטליות - LCDI (Council for Digital Infrastructure) פועלת לתאם בין תחומי העניין השונים הדורשים דיגיטציה, ולהעברת נקודת המבט של משתמשי הקצה במטרה ליצור גישה משולבת ואינטגרטיבית המתמקדת בצורכי חוקרים במגזר הציבורי והפרטי. למרות זאת, המערכת האקולוגית של תשתיות המחקר הדיגיטליות נשארה נותרה מחולקת בקרב בעלי עניין לא מתואמים ואף מתחרים ביניהם. יש פער בין הדרישה לבין הזמינות של מחשוב, רוחב פס ויכולות אחסון. קיים צורך דחוף למימון וקואורדינציה רחבה יותר על מנת לממש את הפוטנציאל הקיים בתחום. בנוסף, חברי המועצה לתשתיות דיגיטליות (LCDI) מגיעים משתי אגודות שונות בתחום המחשוב בקנדה, כאשר אין בין צוותי הניהול שלהם שיתוף פעולה. כל איגוד ממומן באופן נפרד ופועל בנפרד. הפרדה זו מביאה לחוסר יעילות ולעיכוב בפיתוח הדיגיטציה בקנדה ולכן ההמלצה היא לאחד בין שתי האגודות לארגון אחד.

היזמה לתשתיות סייבר: Cyberinfrastructure Initiative

היזמה לתשתיות סייבר ממומנת על ידי ה-CFI, ותומכת בצרכי התשתית למחקר ממוחשב עתיר נתונים. האתגר הראשון הוא השקעה בנתוני מחקר של פרויקטים על מנת לתכנן את הדרכים האופטימליות לארגון ושימוש במשאבי נתונים למחקר. בשנת 2016 מומנו 7 פרויקטים בסכום של 10 מיליון דולר. האתגר השני מדבר על שדרוג ומודרניזציה של יכולות אחסון של מידע ממוחשב המנוהלות של פלטפורמת מחשוב ומחקר. בשלב הראשון, הפלטפורמה קיבלה תקציב של 30 מיליון דולר בשנת 2015 ועוד תקציב של 75 מיליון דולר לתמיכה בתשתית מחקר דיגיטלית, התקציב לשלב השני יתומחר בשנת 2017.

מפת דרכים – פינלנד

תאריך: מפת הדרכים עבור הולנד נכתבה בשנת 2014, לתקופה של 6 שנים (עד 2020).
ארגון מבצע: משרד החינוך, המדע והתרבות הפיני (The Ministry of Education, Science and Culture), באמצעות האקדמיה של פינלנד (The Academy of Finland).

לינק למפת הדרכים:

http://www.aka.fi/globalassets/awanhat/documents/firi/tutkimusinfrastruktuurien_strategia_ja_tiekartta_2014_en.pdf

בשנת 2012 האקדמיה של פינלנד הקימה גוף מומחה לתשתיות מחקר: **ועדת FIRI** (Finnish Research Infrastructure Committee). הועדה כללה נציגים מהמחקר הציבורי, מערכות חדשנות, אוניברסיטאות, מוסדות מחקר של המדינה, משרד החינוך, המדע והתרבות, המשרד לעניינים חברתיים והבריאות, משרד העבודה והכלכלה, סוכנות מימון פינית לחדשנות, והאקדמיה של פינלנד. משימות הועדה כללו הכנת טיוטה של האסטרטגיה לתשתיות מחקר, עדכון התשתיות במפת הדרכים הקודמת (2009), ניהול המימון השנתי של תשתיות המחקר, ותיאור המערכת האקולוגית הכוללת של תשתיות המחקר הלאומיות והבינלאומיות.

מתודולוגיה לביצוע מפת הדרכים:

על פי החזון האסטרטגי, פינלנד מבקשת לזכות בהכרה במדע התחרותי הבינלאומי ובתשתיות המחקר האיכותיות שלה, עד 2020. על מנת לממש את החזון הזה, נדרשים הצעדים הבאים:

1. פיתוח ארוך טווח של כל תשתיות המחקר.
2. שיפורים בגישה ובשיתופי הפעולה לתשתיות המחקר.
3. גיוס המימון לתשתיות המחקר.
4. מתן בסיס חזק, באמצעות מפת הדרכים, לפיתוח המתודולוגי של תשתיות מחקר.
5. הערכת החשיבות וההשפעה של תשתיות המחקר.

הגדרה של תשתית מחקר: תשתית המחקר היא צורה של עתודה של מתקני מחקר, ציוד, חומרים ושירותים, כך שהיא מאפשרת מחקר ופיתוח בשלבים שונים של חדשנות, תוך תמיכה במחקר מאורגן, הכשרה והוראה של חוקרים. תשתית המחקר כוללת ציוד, ידע, רשתות (networks), בסיסי נתונים, מרכזי מחקר מוטי-דיסציפלינריים, תחנות מחקר, אוספים, ספריות ושירותים למשתמש. תשתית המחקר היא פתוחה לשיתופי פעולה מקומיים ובינלאומיים. תשתית המחקר יכולה להיות מרכזית, מבוזרת או וירטואלית.

האסטרטגיה של מפת הדרכים כוללת בחירת תשתיות מחקר על בסיס של הערכה בינלאומית ולאומית. תשתיות מחקר לאומיות הן תשתיות מחקר בפינלנד שהן או תחת פיתוח או זקוקות לשדרוג או נדרשות ב-10-15 השנים הקרובות.

על מנת לקבל תמונה כוללת של התשתיות החשובות מבחינה אסטרטגית ברמה המקומית, נשלח שאלון לאוניברסיטאות, מוסדות מחקר ממשלתיים, מוסדות גבוהים ללימודים טכניים, שירותי הארכיב הלאומי ולמרכז המדע. התשובות לשאלון הניבו 519 תשתיות מחקר, מהן 344 מקומיות (57% ממוקמות באוניברסיטאות, 31% במכוני מחקר, 9% במוסדות גבוהים ללימודים טכניים, ו-3% בארכיבים הלאומיים של פינלנד).

קריטריון הבחירה של תשתיות המחקר הוא חשיבות לקהילה המחקרית הפינית ולאסטרטגיות המחקר של ארגונים מארחים, קהילת המשתמשים, הצורך במימון והמחויבות ארוכת הטווח של המוסדות המארחים.

הצעות לתשתיות המחקר הוערכו באמצעות פנל הערכה ופנל של מומחים בינלאומיים בתהליך שכלל שני שלבים. לאחר הערכת המומחים הועדה (FIRI) החליטה מה יהיו תשתיות המחקר שיכללו במפת הדרכים: בשלב הראשון, פנל הערכה בחר את תשתיות המחקר שיעברו לשלב הבא. השלב השני כלל הערכה נוספת של פנל המומחים.

מפת הדרכים כוללת 31 תשתיות מחקר לאומיות, 18 מתוכן בשותפות עם ESFRI. בנוסף נכללים שני פרויקטים עתידיים שיש להם פוטנציאל להתפתח לתשתית לאומית חשובה. מתוך רשימה זו, נכללו בסיכום 17 תשתיות מחקר, 15 תשתיות חדשות או מיועדות לשדרוג, ושני פרויקטים עתידיים.

6 תחומים נכללים במפת הדרכים: מדעי הרוח והחברה, מדעי הסביבה אנרגיה, מדעי הביולוגיה והרפואה, מדעי החומרים, מדעי הטבע והטכנולוגיה, מדעי האינטרנט (E-Science) והמתמטיקה.

תקציב: תשתיות המחקר ממומנות על ידי הארגונים המארחים שלהם. האקדמיה של פינלנד מממנת את עלויות החברות הבינלאומיות, וכן מענקים לעלויות תפעול.

הערכת דרישות המימון הלאומיות לתשתיות מחקר על פי תחום:

מדעי הרוח והחברה: 80 מיליון יורו.

מדעי הסביבה: 50 מיליון יורו.

ביולוגיה ומדעי הרפואה: 45 מיליון יורו.

אנרגיה: 1 מיליון יורו.

מדעי החומרים: 15 מיליון יורו.

מדעי הטבע והטכנולוגיה: 60 מיליון יורו.

מדעי האינטרנט והמתמטיקה: 12 מיליון יורו.

תשתיות חדשות/מיועדות לשדרוג לפי תחומים:

מדעי הרוח והחברה:

1. Public Interface of the Finnish National Digital Library - Finna. תשתית לאומית. ספריה לאומית דיגיטלית, **משאבים לתרבות ולחינוך**. נמצאת בשלב הבניה עד 2016.

2. Finnish Microdata Access Services – FMAS. תשתית לאומית. מאגר מידע ארצי של **רשומות ונתונים סטטיסטיים**. נמצאת בשלב הבניה עד 2016.

3. FSD (Finnish Social Science Data Archive) and CESSDA – תשתית ESFRI. **ארכיב מידע למדעי החברה**. נמצאת בשלב הבניה עד 2015.

מדעי הסביבה:

4. EISCAT_3D - מדדים לא רציפים לפיזור רדארים (incoherent scatter radars measures) **המקשרים בין סביבת החלל והאטמוספירה**. תשתית ESFRI. התשתית נמצאת בשלב ההכנה עד 2016. שלב הבניה מתוכנן בין השנים 2016 – 2019.

5. FIN-EPOS - תשתית **למדעי הגיאוגרפיה, ומערכת תצפית לתזוזות טקטוניות ותהליכים גיאופיזיים וגיאולוגיים** באירופה. תשתית ESFRI. התשתית נכנסת לשלב הבניה בין השנים 2015 – 2020 ומתוכננת להיות פעילה בשנת 2020.

6. OGIIIR – נתונים מרחביים דיגיטליים הקשורים למיקום מסוים המתאר נקודות עניין בסביבה או **תופעות או אירועים באתר גיאוגרפי מסוים**. תשתית לאומית **עתידית**. התשתית מתוכננת להיות מקומת בין השנים 2015-2017, ולהתחיל לפעול בשנת 2018.

ביולוגיה ומדעי הרפואה:

7. EuBI (Bioimaging) – תשתית ESFRI **להדמיה ביורפואית**. נמצאת בשלב הבניה עד 2017, מתוכננת להיות פעילה בשנת 2018.

8. EU-OPENSREEN – תשתית ESFRI פלטפורמות **הקרנה לביולוגיה כימיקלית** (open screen platforms for chemical biology). נמצאת בשלב הבניה עד 2016, מתוכננת להיות פעילה בשנת 2016.

9. NaPPI – **פנוטיפ של הצמח** (Plant Phenotyping). תשתית לאומית. התשתית בשלב ההכנה עד 2015, ובשלב הבניה בין השנים 2016-2017. שלב התפעול מתוכנן ל- 2018.

מדעי החומרים:

10. MAX IV – מעבדה למחקר **קרינת סינכרוטרון**. תשתית בינלאומית. שלב הבניה מתוכנן עד 2020. שלב התפעול מתוכנן להתחיל ב- 2016.

11. XFEL and XBI – תשתית ESFRI. **לייזר אלקטרוני חופשיים**, ננוטכנולוגיה וקוואנטום. שלב הבניה מתוכנן להסתיים בשנת 2017.

מדעי הטבע והטכנולוגיה (כולל אנרגיה):

12. BIOECONOMY Infrastructure – **זיקוק ביומסה** (Sustainable Biomass Refining). טכנולוגיות חדשות לביו כלכלה, מעבר מכלכלה מבוססת מאובנים לביו כלכלה. התשתית נמצאת בשלב הבניה עד 2018, מתוכננת להיכנס לשלב התפעול בשנת 2019.

13. CTA – מערך טלסקופ צ'רניקוב. תשתית ESFRI. התשתית בשלב הבניה עד 2019.
14. Euclid (ESA's (European Space Agency)) Cosmology Mission – הדור הבא של לוויין חלל. תשתית ESFRI. שלב הבניה מתוכנן להסתיים בשנת 2020.
15. JYFL-ACCLAB – מעבדת מאיץ בתחום הפיזיקה הגרעינית. תשתית קיימת המיועדת לשדרוג. שדרוג התשתית מתוכנן להימשך 5 שנים עד שנת 2019.

מדעי האינטרנט והמתמטיקה:

16. FGCI – תשתית לאומית עתידית בנושא **Grid and Cloud**, מחשוב ענן לתחומים המדעיים. בניית התשתית החלה בשנת 2014 ומתוכננת להימשך עד לשנת 2019.
17. PRACE – תשתית אירופאית בנושא משאבי מחשוב חזקים (**HPC computing**). תשתית ESFRI. לתשתית שני שלבי בניה: הראשון מתוכנן עד 2015, והשני עד 2020. תפעול התשתית מתוכנן לשנת 2020.

מפת דרכים - צרפת

תאריך: מפת הדרכים של צרפת נכתבה ב- 2016 (מהדורות קודמות: 2008, 2012).
ארגון מבצע: MENESR (French Ministry for Education, Higher Education and Research) - משרד החינוך, החינוך הגבוה והמחקר הצרפתי). באמצעות הקמה של הקמה של **קבוצות תיאום** (Coordination Groups – GC) המוקמות מחברים מתחומים שונים.

ניתן לזהות ארבע צורות של תשתיות מחקר:

1. אתר יחיד: תשתיות מקומיות, לרוב כוללות מכשירים גדולים הדורשים מיקום ספציפי לפעילות.
2. מבוצר: ציים, רשתות של אתרים או פלטפורמות, אוספים, ארכיונים וספריות מדעיות.
3. תשתיות מחקר וירטואליות, מאגרי מידע.
4. תשתיות בעלות בסיס רשת אנושית (קבוצות, מומחים).

הגדרה לתשתית מחקר גדולה:

- תשתית המחקר חייבת להיות כלי או מתקן בעלי מאפיינים ייחודיים המוגדרים על ידי הקהילה המדעית המשתמשת בהם לעריכת מחקר.
- לתשתית חייבת להיות הנהלה מזוהה, מאוחדת ויעילה, וכן גופים אסטרטגיים ומדעיים להכוונה.
- התשתית חייבת להיות פתוחה לכל קהילת המחקר המבקשת להשתמש בה, גישה המבוססת על מצוינות מדעית של הערכת עמיתים, ולכן גם נדרשת לגופי הערכה מתאימים.
- התשתית יכולה לבצע מחקר משל עצמה, או לספק שירותים לקהילות של משתמשים המשלבים את בעלי העניין של המגזר הכלכלי.

תשתית המחקר נדרשת בעתיד לצורך:

- הפקת לוח זמנים לתקציב רב שנתי ותקציב מאוחד הכולל את מלוא העלויות.
 - הפיכת הנתונים המיוצרים לזמינים, במידית או לאחר תקופת אמברגו המתאימה שליטות הבינלאומיות של תחום המחקר.
- מפת הדרכים הצרפתית נבנתה סביב **ארבע קטגוריות של תשתיות מחקר**, בהתאם לאופי הלאומי או הרב-לאומי שלהן, שיטת הממשל, והתמיכה בתקציב:
- **ארגונים בינלאומיים (IOs)** – חוקית, הארגונים מבוססים על ועדה בין-ממשלתית המתארת בפירוט את היישום או ההסכמים של הוועדה. האמנה הבין-ממשלתית הקשורה לפרוטוקול פיננסי, ובה מפורטים מטרת הארגון, תנאי החברות, הגופים התפעוליים, ופרטים על תרומות למדינות החברות.
 - **תשתיות מחקר גדולות מאוד (VLRIs)** – מתייחסות לאסטרטגיה ממשלתית הנובעת מפעולות של LOLF (חוקי מימון בצרפת) ומהתקציב המיועד של MENESR (משרד החינוך, החינוך הגבוה והמחקר הצרפתי). אלו תשתיות לאומיות או כפופות לשותפות בינלאומית או אירופית, במיוחד שותפויות בתשתיות של מפת הדרכים של אירופה (ESFRI). הן משמשות ככלי מרכזי לרישות ושותף פעולה תעשייתי וחדשני. VLRIs נופלים תחת אחריות מדעית של מפעילי המחקר.
 - **תשתיות מחקר (RIs)** – אלו תשתיות התלויות בבחירות השונות של מפעילי המחקר, ומיושמות על ידם בין אם באמצעות התקשרויות ביניהם או באמצעות מוסדות ציבוריים בהתאם למשימות ספציפיות.

- **פרויקטים** - בין אם הפרויקטים נמצאים בתהליך של בנייה או בתהליך הייצור אך טרם הגיעו לבגרות מלאה על פי הקריטריונים המפורטים לעיל, והם פרויקטים קיימים וחשובים בנוף המחקר הצרפתי ובעלי הצדקה להיכלל במפת הדרכים. תשתיות במצב זה ינותחו שוב בעדכון הבא של מפת הדרכים. מצב זה עבור תשתית זמני וינותח שוב בעדכון הבא של מפת הדרכים.

עקרונות אלו אינם מציינים היררכיה של מצוינות או של האופי הטכנולוגי. חוץ מהארגונים הבינלאומיים (IOs), המבנה המשפטי או החוקי, הממד התקציבי או קיבוצים נושאים יכולים ללבוש צורות שונות ולכן אינם מוגבלים לקריטריונים המבדילים את תשתיות המחקר הגדולות (VLRIs) מתשתיות המחקר (RIs) או מהפרויקטים. תשתיות בדיקה והדגמה שמשתמשים בהם במסגרת עבודה הכוללת ציוד גדול (אנרגיה, תחבורה, בנייה, מזון חקלאי, חלל, מחקר גרעיני), שיכולים לערוך מחקר ללא פיקוח חיצוני, אינם מיועדים להיכלל במפת דרכים זו.

מפת הדרכים הלאומית הינה כלי היגוי אסטרטגי של הממשלה המעודכן כל ארבע שנים. בתהליך זה מעורבים בריתות, ארגונים מבצעי מחקר או מוסדות פיקוח, לאחר המלצת רישום כתשתית או כפרויקט. מפת הדרכים מייצגת תווית של איכות והכרה בערכה של אסטרטגיית המחקר הלאומית (SNR), אך אינה מהווה תחליף למשא ומתן בין השותפים: קהילות מדעיות, ממשלות מקומיות, מוסדות ציבור, המדינה והמקבילות לה מחוץ לארץ.

התהליך של עדכון התכנית הלאומית:

התהליך העבודה על מפת הדרכים החל ביולי 2014 תוך הגדרת מסגרת העבודה: ביטוי העדכון של מפת הדרכים של ESFRI, הקמה של קבוצות תיאום (Coordination Groups – GC) תוך איסוף חברים מהתחומים השונים, גורמי מחקר, מחלקות ממשרדי הממשלה, ויו"ר קבוצות התיאום. בכל תחום מדעי זוהו מועמדים לתשתיות הפוטנציאליות על ידי קבוצות התיאום. מועמדים אלו התבקשו לענות על שאלון מפורט. מתוך כל שאלון נכתב גיליון תיאור שעבר אימות על ידי גורמים מחקריים הממונים על המתקן. לבסוף, שילוב הנושאים, המתאימים למסמך, הוכן על ידי קבוצת התיאום עבור כל תחום מדעי. גיליון התיאור ושילוב הנושאים הועברו לאחר מכן למועצה העליונה של תשתיות המחקר הגדולות ביותר (TGIR-HC). גוף עצמאי המורכב מ-13 מומחים בעלי שם מכל תחומי המדע, בעלי ניסיון רב בניהול תשתיות מרכזיות ומרכזי מחקר גדולים, ניתחו את נוף תשתיות המחקר וגיליונות התיאור. הדו"ח הסתיים באוקטובר 2015. על פי ניתוח זה, ועדת ההיגוי של תשתיות המחקר הגדולות ביותר (CD-TGIR) קבעה את הרשימה הכוללת של המתקנים הרשומים לצרפת.

מפת הדרכים כוללת 95 תשתיות מחקר מתשעה תחומים: מדעי הרוח והחברה, מדעי הסביבה וכדור הארץ, אנרגיה, ביולוגיה ובריאות, מדעי החומרים והנדסה, פיזיקה גרעינית ואנרגיה גבוהה, מדעים דיגיטליים וטכנולוגיה, מתמטיקה. מתוכם יוצגו 31 תשתיות מחקר חדשות/בשלב הבנייה או משודרגות.

תשתיות חדשות/בשלב בנייה:

מדעי הרוח והחברה:

1. ERIHS-FR – תשתית מחקר אירופאית **למדעי המורשת**, פרשנות, שימור, תיעוד וניהול, הנכללת במפת הדרכים של ESFRI. התשתית מתוכננת להקמה בשנת 2019.

מדעי כדור הארץ ומדעי הסביבה:

2. ACTRIS-FR - תשתית מחקר אירופאית מבוצרת המוקדשת לתצפיות באיכות גבוהה של **אירוסולים**, **עננים ועקבות גזים** ולחקר האינטראקציה ביניהם. התשתית נכללת ב-ESFRI. תפעול התשתית צפוי בשנת 2018. עלויות הבניה: 10 מיליון יורו. עלויות התפעול: 1.88 מיליון יורו.

3. CLIMERI-FRANCE – תשתית לאומית **למידול אקלים כדור הארץ**. הבנייה והתפעול של התשתית הם בשנת 2016. עלויות הבניה: 8 מיליון יורו. עלויות התפעול: 8.7 מיליון יורו.

4. I-LICO – תשתית מחקר לאומית לאורך חוף הים, וצפייה **במערכות אקולוגיות ימיות**. הבנייה והתפעול של התשתית בשנת 2016.

5. OZCAR – תשתית מחקר מבוזרת של **מצפה אזור קריטי**, מחקר ויישומים. איסוף נתונים על גבי משטחים יבשתיים (אזור קריטי) שבו הקרקע, תת הקרקע, המים או הקרח, למדידה של מחזורי המים, הפחמן והאלמנטים המשויכים אליו. התשתית היא חלק מתשתית אירופאית LTER-E הנכללת ב-ESFRI. הבנייה והתפעול של התשתית הם בשנת 2016. עלויות התפעול: 10 מיליון יורו.

6. PARE – תשתית מחקר לאומית העוסקת ב**ארגונומיה**. המטרה של התשתית היא לשפר את הנראות הלאומית והאירופאית של משאבים ביולוגיים. תפעול התשתית משנת 2016.

7. RECOLNAT – רשת צרפתית ל**אוספי טבע**. התשתית מתוכננת להיות תפעולית בשנת 2018.

8. RESIF/EPOS – **רשת סיסמית וגיאוודטית** (seismic and geodetic) צרפתית, מערכת מצפה אירופאית. עוסקת בתצפית ולימוד פנים כדור הארץ. התשתית היא חלק מתשתית ESFRI. סיום שלב היישום מתוכנן לשנת 2019. עלויות הבניה: 10 מיליון יורו. עלויות התפעול: 1.1 מיליון יורו.

9. PÔLE DE DONNEES – מרכז מידע ושירותים ל**מידול מערכות כדור הארץ**.

אנרגיה:

10. SOPHIRA – תשתית מחקר בתחום **Solar Photovoltaic**. תשתית בהקמה. עלויות בניה: 10 מיליון יורו.

ביולוגיה ובריאות:

11. CRB-ANIM – מרכזי **משאבים ביולוגיים לבעלי חיים ביתיים**. התשתית מתוכננת להיכנס לשלב התפעול בשנת 2017.

12. METABOHUB – תשתית לאומית ל**מטבולומיה (metabolomics) ו-fluxomics**. התשתית מתוכננת להיכנס לשלב התפעול בשנת 2017.

מדעי החומרים והנדסה:

13. Spallation Source - ESS – תשתית מחקר מולטי-דיסציפלינרית של ESFRI. התשתית נמצאת בשלב בניה והיישום שלה מתוכנן לשנים 2023-2025.

אסטרונומיה ואסטרופיזיקה:

14. ESO E-ELT – **טלסקופ** אירופאי גדול מאוד. נמצא בשלב הבניה. שלב התפעול מתוכנן ל-2024.

15. CTA – **טלסקופ צ'רניקוב**. תשתית ESFRI. התשתית נמצאת בשלב הבניה ומתוכננת לתפעול בשנת 2019.

פיזיקה גרעינית ואנרגיה גבוהה:

16. FAIR – מתקן אירופאי למחקר **אנטיפרוטונים ויונים**. המכון נמצא בשלבי בניה. שלב התפעול מתוכנן לשנת 2022. עלויות בניה: 1.4 מיליון יורו.

17. Large Synoptic Survey Telescope - LSST. התשתית בשלב הבניה. התחלת בתכנית התצפית ותפעול התשתית צפוי בשנת **2022**. עלויות בניה (של צרפת): 14.4 מיליון יורו.

מדעים דיגיטליים וטכנולוגיה, מתמטיקה:

18. GERM – תשתית ל**מחקרים במתמטיקה**. התשתית נמצאת בהקמה. עלויות תפעול: 2.2 מיליון יורו.

19. RNRVA – פלטפורמת רשת ארצית ל**למציאות וירטואלית**. התשתית מבקשת לספק חומרה, תוכנה ויכולות. התשתית נמצאת בהקמה. עלויות תפעול: 7 מיליון יורו.

תשתיות לשדרוג:

מדעי כדור הארץ ומדעי הסביבה:

20. IAGOS - מטוסים בשירות עבור **מערכת התצפית הגלובלית**. חלק מתשתית ESFRI. תשתית עבור תצפיות ארוכות טווח בהרכב אטמוספרי של גזים בגזים תגובתיים (אוזון, חד תחמוצת הפחמן,

תחמוצות חנקן), גזי חממה (אדי מים, פחמן דו חמצני, מתאן, אוזון), אירוסולים וחלקיקי עננים. התשתית לקראת שדרוג של השלמת ציוד של 20 מטוסים, עד שנת 2025. עלויות הבניה: 20 מיליון יורו. עלויות התפעול: 0.85 מיליון יורו.

21. SAFIRE – השירות הצרפתי לחקר איכות הסביבה. השדרוג המבוקש הוא קניית מטוס חדש בין השנים 2018-2020. עלויות הבניה: 25 מיליון יורו. עלויות התפעול: 1.7 מיליון יורו.

מדעי החומרים וההנדסה:

25. ESRF – תשתית של ESFRI. מתקן קרינה סינכרוטרון. השדרוג השני של הפרויקט מתוכנן עד לשנת 2022.

26. ILL - תשתית של ESFRI. מתקן מחקר אירופאי בתחום המבנה והדינמיקה של החומר. לתשתית מתוכנן שדרוג בין השנים 2016-2023.

27. SOLEIL – מתקן סינכרוטרון לאומי. במתקן מתוכנן שדרוג מכונה בשנת 2020. עלויות תפעול: 63 מיליון יורו.

28. RMN-THC – תהודה מגנטית גרעינית בשדות גבוהים מאוד. מימון נדרש לרכישה של ספקטרומטר חדש.

29. RENARD – תהודה פרמגנטית אלקטרונית (Interdisciplinary Electron Paramagnetic Resonance National Network). התשתית זקוקה למימון של 2 ספקטרומטרים חדשים.

אסטרונומיה ואסטרופיזיקה

30. IRAM - המכון לרדיו אסטרונומיה באורך גל מילימטר. המכון זקוק לשדרוג עד שנת 2019 בבנייה של 12 אנטנות. עלויות תפעול: 11 מיליון יורו לשנה.

פיזיקה גרעינית ואנרגיה גבוהה:

31. KM3NeT - טלסקופ נויטרינו, מחקר לתנודות וחלקיקי חלל במעמקי החלל. נדרש שדרוג באתר בצרפת. תשתית ESFRI.

מפת דרכים - גרמניה

תאריך: מפת הדרכים של גרמניה נכתבה בשני שלבים:

שלב 1: מפת דרכים עבור תשתיות מחקר - פיילוט נערך בין השנים 2011 - 2013, נכתב בשנת 2013.

https://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/roadmaps/germany_national_roadmap_en.pdf#view=fit&pagemode=none

שלב 2: מפת הדרכים הלאומית עבור תשתיות מחקר, נכתב באוגוסט 2015.

https://www.bmbf.de/pub/The_National_Roadmap_Process_for_Research_Infrastructures.pdf

מטרתו של תהליך הפיילוט הייתה לכונן מפת דרכים לאומית לתשתיות מחקר חדשות. תהליך הפיילוט כלל בחינה של סדרי העדיפויות של תשתיות מחקר חדשות, וקבלת החלטות לגבי מדיניות המחקר של הקצאת המשאבים המוגבלים לתשתיות המחקר, ברמה הלאומית. סדרי העדיפויות כוללים היבטים של תקנון, שקיפות והליך המורכב משני תהליכים מתואמים: הערכה מדעית והערכה כלכלית. בנוסף, נערכה הערכה של מידת הרלבנטיות החברתית של ההצעות. הפיילוט הראה שהתהליך מתאים לקבלת החלטות אסטרטגיות לגבי תשתיות מחקר הכרוכות בעלויות גבוהות.

התהליך של כתיבת מפת הדרכים הלאומית ב-2015 היווה תכנית המשך לפיילוט, על סמך הניסיון שנצבר בשלב הפיילוט. התהליך סייע בזיהוי מרכזים עתידיים לתשתיות מחקר חדשות בשלב מוקדם ככל האפשר וקביעת סדרי העדיפויות ביניהן בתהליך קבלת החלטות אסטרטגי. התהליך שימש לקביעת מפה ולוח

זמנים. המפה מראה היכן תשתית המחקר צריכה להיות ממוקמת. לוח הזמנים מציין את מסגרת הזמן והצעדים שצריכים להילקח בחשבון בפיתוח של תשתית המחקר. מפת הדרכים אינה תכנית מימון חדשה אלא כלי אסטרטגי למדיניות תעודף של מחקר. היות וחלק מתשתיות המחקר יכולות להיות מיושמות רק כחלק מתהליך אירופאי או בינלאומי, מפת הדרכים עוזרת להכין ולתמוך בהחלטות הפוליטיות הנוגעות להשתתפות גרמניה בפרויקטים מחקרניים אלו.

ארגון מבצע: (The German Federal Ministry of Education and Research) BMBF - המשרד הממשלתי לחינוך ומחקר. גרמניה פעילה ומעורבת בתהליך מפות הדרכים של ESFRI החל מהקמתה, וה-BMBF מעוניין להמשיך את המעורבות הפעילה בתהליך של ה-ESFRI גם בעתיד על מנת לוודא שתהיה הלימה בין מפת הדרכים של ESFRI לבין מפת הדרכים הלאומית של גרמניה. במפת הדרכים מופיעות תשתיות מחקר המשולבות בתשתיות המחקר במפת הדרכים של ESFRI.

בנוסף ל-BMBF, גם המועצה הגרמנית למדע ולמדעי הרוח (The German Council of Science and Humanities) – הייתה מעורבת בשני שלבי התהליך, והיא האחראית על ההערכה המדעית של תשתיות המחקר, ולמינוי ועדה מוסמכת (mandated committee). הוועדה הייתה מורכבת מחברי מועצה ומומחים חיצוניים מתחומים שונים שמונו במיוחד לתהליך זה ושנבחרו על בסיס המומחיות המדעית והניסיון הבינלאומי שלהם. המומחים בוועדה היו מהתחומים: חינוך, המכון למחקר בסרטן ניסויי, מערכות מידע, אסטרופיזיקה תיאורטית, הנדסה ורדיולוגיה ביו-רפואית וחשמל, ביו-פוטוניקה ורדיולוגיה אופטית, פיזיקה כימית, ICOS ERIC (מערכת משולבת לצפייה בפחמן), Facilities Science, מערכות ייצור ולוגיסטיקה, הנדסת ייצור וכלים מכניים, פיזיולוגיה, בלשנות ממוחשבת גרמנית, מצפה הכוכבים Lamont-Doherty, מחשבי על (CSCS), אימונולוגיה זיהומית, מיקרוביולוגיה רפואית, אטמוספירה ואקלים, מחקר מידע ושיתוף מידע, אקולוגיה של חיות ואקולוגיה שימושית.

מתודולוגיה ליצירת מפת הדרכים:

בשלב הפילוט, ה-BMBF האחראית על ההליך, חילק את ההערכה לשני תהליכים: תהליך הערכה מדעית ותהליך הערכה כלכלית. המועצה הגרמנית למדע ומדעי הרוח (WR) הייתה אחראי להערכה המדעית, באמצעות הקמה של ועדה המורכבת מחברי המועצה יחד עם מומחים חיצוניים. להערכה הכלכלית של הפרויקטים, נבחרו מומחים חיצוניים מהתעשייה והמדע. פותחו נהלים עבור ההערכה המדעית והכלכלית של תשתיות המחקר המתוכננות. בתהליך יצירת מפת הדרכים 2015, ה-BMBF ערכה הערכה העוזרת לזיהוי הצרכים העתידיים בתשתיות מחקר חדשות בשלב מוקדם ככל האפשר וקביעת סדרי עדיפויות בקבלת ההחלטות האסטרטגיות עבורן.

איסוף המידע, שלב הפיילוט:

ההערכה המדעית נערכה בשני שלבים עוקבים:

1. הערכה איכותית אינדיבידואלית עבור כל פרויקט. הערכה זו נעשתה בשלושה צעדים: הוכן דו"ח כתוב עבור כל פרויקט על ידי שלושה מומחים שונים, רובם המכריע מחוץ לגרמניה; נערך דיון בין המדענים האחראים על פרויקט תשתית המחקר ומומחים חיצוניים; נכתבה הערכה איכותית אינדיבידואלית והמלצות לגבי הפיתוח העתידי של תשתית המחקר.

2. הערכה כללית השוואתית. ההערכה נעשתה על פי ארבעה ממדים: פוטנציאל מדעי – היבטים הקשורים להתמחות בתחום מסוים או אינטרדיסציפלינרי, במונחים של החשיבות של התשתית לעתיד וקיומם של פרויקטים מתחרים; הפקת תועלת מהתשתית – במונחים של מבנה, גודל וההתפרשות הבינלאומית של המשתמשים בה, הגישה לתשתית של משתמשים חיצוניים והאוריינטציה של התשתית לגבי איכות מדעית; ישימות – ההערכה של ממד זה כוללת שאלות הקשורות לישימות הטכנולוגית, תנאי המוסד המארח את צוות העבודה והתנאים לאיוש הצוות המתאים.

חשיבות לגרמניה כמיקום לפיתוח טכנולוגי ומדעי – מתייחסת גם לגבי מעמדה של גרמניה בתחום המדעי וגם מבחינת רמת הנראות והאטרקטיביות האירופית והבינלאומית.

ההערכה הכלכלית: בהערכה זו נעשתה אבחנה בין עלויות ההשקעה לבין עלויות התפעול לכל תשתית מחקר. העלות המוערכת חושבה בשני צעדים: עלות אינדיבידואלית – הערכה שנעשתה על ידי מומחים

ספציפיים לתחום; עלות משותפת- נעשתה על ידי כל המומחים שהוקצו לכל פרויקט של תשתית מחקר. לא נערכה השוואה כלכלית בין הפרויקטים השונים.

הגדרת תשתית המחקר: תשתיות המחקר שנבחנו הן תשתיות חדשות או שדרוג של תשתיות קיימות, בתחומי מדעי הטבע, מדעי החיים, המדעים הטכניים, מדעי הרוח ומדעי החברה, ויהיו מוגדרות באמצעות ארבע קטגוריות בסיסיות: **כלים – פריטים של ציוד בקנה מידה גדול הזמינים לפרויקטים מחקרניים; תשתיות משאבים ומידע** – תשתיות מידע המאגדות בסיסי נתונים, תשתיות אינטרנטיות (e-infrastructure) או מעבדות ומספקות מידע למטרות מחקריות ספציפיות; תשתיות למחקר במדעי החברה ובמדעי הרוח – למשל, מרכזים למחקר והחלפת מידע אקדמי; תשתית המחקר יכולה להתאים להגדרה של מספר קטגוריות בו זמנית, למשל, מרכזים טכנולוגיים העובדים עם ציוד בקנה מידה גדול ויכולים לשמש גם כתשתית למדעי החברה. בנוסף, נעשתה אבחנה נפרדת לתשתיות קטנות יותר במדעי הטבע, הסביבה והביולוגיה, מדעי הרפואה וההנדסה, בהתייחס לגודל ההשקעה. הגבלה זו לא כללה את תחומי מדעים אחרים כגון מתמטיקה, מדעי החברה וכלכלה.

על סמך הפיילוט ותהליך מפת הדרכים הלאומית עבור תשתיות מחקר ב-2015, נקבעו המאפיינים של תשתיות מחקר חדשות ואת ההנחיות לבחירתן.

מאפייני תשתית המחקר: **תשתית מחקר מאופיינת על ידי 5 שלבים במחזור החיים שלה: שלב האתחול** – זיהוי צורך, קביעת התחום, קביעת מטרות ודיון בתכנית התחלתית; **שלב ההגדרה** – קביעת יעדים ואבני דרך; **שלב התכנון** – הגדרת מדדים לפרויקט, לוחות זמנים, תכנון כלכלי; **שלב היישום** – בשלב זה מקימים את הפרויקט; **שלב האופרציה והסיום**. מפת הדרכים מתמקדת בשלב הקריטי ההתחלתי במחזור החיים של התשתית, כלומר, מסופו של שלב ההגדרה ועד לסיום שלב התכנון.

מאפיינים לתשתיות מחקר בשיתוף פעולה בינלאומי: הארגונים האחראיים לתשתית המחקר ימלאו אחר הסטנדרטים הבינלאומיים הגבוהים ביותר הקשורים למחקר; תשתית המחקר תתרום להקמה ולשמירה של התחרותיות הבינלאומית באמצעות בניית חוזק לאומי; תחזק את התדמית והאטרקטיביות הבינלאומית של גרמניה כמיקום מחקרי בטווח הבינוני והארוך; התשתית יכולה להיות מפוזרת על פני מספר מיקומים במדינות שונות או במדינה אחת.

בחירת תשתיות המחקר 2015: תשתיות המחקר הן בעלות חשיבות לאומית למדיניות המחקר. הן מציעות תקופה ארוכה של שימוש בתשתית (לפחות 10 שנים). התשתית מספקת בדרך כלל גישה חופשית או מוסדרת על בסיס של תהליך מדעי מוגדר למתקניה; התשתית צריכה להיות בעלת מערכת מנהלית המתאימה לפעילותה. במקרים שהתשתית ממוקמת במספר מקומות ובעלת פעילויות משלימות, התשתית חייבת להקים מערכת תפקודית אחת בעלת סטנדרטים משותפים שניתן להתייחס אליה כאל ישות אחת.

על סמך הפיילוט ומפת הדרכים 2015, נקבע שתשתית מחקר חדשה צריכה להיות מתוכננת בצורה אסטרטגית באמצעות תהליך הכולל 3 שלבים:

1. **הגשת הצעות ובדיקת התאמתן** מבחינת עמידה בתנאי הקבלה הרשמיים, כלומר, תשתיות להן נדרש מימון גבוה ושהפרויקטים ימצאו בשלב התכנון.
2. **הערכת הצעות ע"י מומחים עצמאיים על בסיס קריטריונים כלכליים ומדעיים.** להערכות אלו נוספה הרלבנטיות החברתית של הצעות. **ההערכה המדעית** תיעשה באמצעות ועדה המורכבת ממומחים מכל תחומי המדע הרלבנטיים. המומחים יבחרו על פי המומחיות והניסיון הבינלאומי שלהם. **ההערכה הכלכלית** תיעשה באמצעות מומחים ומהנדסים מהתעשייה ומהמדע, בעלי מומחיות טכנית וכלכלית, במטרה לנתח את המימון בשיטת "דלפי", הערכת עלויות פיתוח על ידי מספר מומחים עצמאיים. ההערכה הכלכלית נדרשת גם לבחינת עלויות התפעול, מלבד עלויות היישום, במטרה לבחון האם יעשה שימוש נכון במימון הצפוי והאם העלויות הנתונות הן מציאותיות ומוצדקות. הערכה זו תבחן האם קיימות אלטרנטיביות זולות יותר, אך איכותיות לא פחות עבור הרכישה של ציוד המחקר הנדרש. ההערכה החברתית תשקול האם ההצעה כוללת יתרונות חברתיים, תוך בחינה של הערכה סוציו-אקונומית ומדיניות המחקר החברתי. כלומר, האם ההצעה תורמת לאתגרים חברתיים עיקריים כמו שינויי אקלים, שינויים דמוגרפיים, בריאות, מזון והגירה.

3. על סמך השלב השני, ה-BMBF או משרד רלבנטי אחר יקבל את ההחלטה, איזו תשתית מחקר תיכלל במפת הדרכים.

תקציב: קריטריון חשוב בדיוני התקציב ובשימוש בקרנות ציבוריות, הוא נושא עלות-תועלת של ההשקעה. היעילות של פרויקט מחושבת תחילה על ידי ניתוח של עלויות ושל תועלות המחקר עצמו ובנוגע להעצמת כוחה של גרמניה כמקור מחקרי. ניתן להשיג רווח כלכלי של התשתיות ע"י מימון של מקורות משלימים שונים (הממשלה הפדרלית הגרמנית, האיחוד האירופי, מדינות שותפות). בנוסף, יש לאמוד גם את היכולת של מפעיל התשתית לספוג את עלויות התפעול. גורם חשוב נוסף, שלא יהיה ניתן להשיג את אותה המטרה באמצעות מימון קונבנציונאלי של פרויקטים בודדים במקומות שונים. התשתיות שיתוקצבו צריכות לענות על גודל של השקעה של סכום מינימלי של 15 מיליון יורו (מלבד בתחומים של מדעי הרוח, מדעי החברה וכלכלה).

דוח הפיילוט העלה 27 תשתיות מחקר: 3 תשתיות מחקר חדשות ו- 24 תשתיות מחקר עתידיות:

תחומי המחקר המשקפים את הצרכים העתידיים בתשתיות המחקר עבור תשתיות מחקר חדשות:

מדעי הטבע :

1. CTA – Cherenkov Telescope Array – פרויקט באסטרופיזיקה, רשת של טלסקופים המתמחה באיתור קרני גמא, מטרתה לאתר קרניים באנרגיה גבוהה שמקורן הרחק בתוך היקום ונספגות בשכבות העליונות של אטמוספירת כדור הארץ. התשתית תעזור לתת תשובות על המבנה של מרכז שביל החלב, מאפייני החומר האפל והתצורה של כוכבים וחורים שחורים. התשתית תבנה בכ- 30 מדינות, בצד הדרומי והצפוני של כדור הארץ. **תשתית מחקר חדשה הנמצאת בשלב הפיילוט.** שלב ההקמה מתוכנן להימשך עד 2018.

2. IAGOS – In-service Aircraft for a Global Observing System – שינויי אקלים. התשתית תאפשר למדוד את הרכב האטמוספירה בקנה מידה גלובלי. ניטור האטמוספירה על ידי שימוש במטוסי נוסעים היא השיטה הטובה ביותר לקבלת מידע מפורט, בעיקר באזור הגבול בין הטרופוספירה והסטרטוספירה בגובה של 9-13 ק"מ. **תשתית מחקר חדשה הנמצאת בשלב הפיילוט.** שלב ההקמה מתוכנן להימשך עד 2020.

מדעי החיים והרפואה:

3. EU-OPENSREEN - Open screening platforms for chemical biology – התשתית מיועדת להבנה עמוקה יותר של המכניזם של תהליכים ביולוגיים, על מנת לפתח מדדים לתמיכה בבריאות של האוכלוסייה המזדקנת. התשתית חשובה להבנה וזיהוי של מולקולות חדשניות בתחום מדעי החיים והרפואה. **תשתית מחקר חדשה הנמצאת בשלב הפיילוט** שלב ההקמה מתוכנן להימשך עד 2018.

תחומי המחקר המשקפים את הצרכים העתידיים בתשתיות המחקר עבור תשתיות מחקר עתידיות (Emerging Infrastructure):

מדעי החברה ומדעי הרוח :

4. CESSDA – Council of European Social Science Data Archives – יצירת ארכיב ושיתוף מידע במדעי החברה. על מנת לאפשר גישה בטוחה למידע, חשוב לפתח תכנית ניהול מידע מהשלב הראשוני. התשתית פעילה משנת 2015.

5. CLARIN – a web and centres-based research infrastructure for the social sciences and humanities – רשת של מרכזי שירות למדענים מתחומי מדעי הרוח ומדעי החברה. התשתית מספקת משאבי מידע וכלים רלבנטיים לדיסציפלינות שונות. בסיס זה מסייע לכונן סוגיות חדשות המסייעות להבנה מדעית גדולה יותר. התשתית מתוכננת להיות תפעולית בשנת 2018.

6. DARIAH – Digital Research Infrastructure for the Arts and Humanities – רשת מחקר המבוססת על 14 שותפים, התומכת במדענים בתחומי מדעי הרוח והאמנויות והעובדת עם משאבים דיגיטליים ושיטות למידה ומחקר. במפת הדרכים 2015, דווח כי מוקמת תשתית למחקר דיגיטלי

ומפתחים חומרים ללימוד והדרכה בתחום. התשתית תאפשר שילוב של עבודה מולטי דיסציפלינרית ממוסדות שונים. התשתית מתוכננת להיות תפעולית בשנת 2018.

7. **ESSsocial – Survey on Society and Democracy in Europe** – התשתית חוקרת נושאים הקשורים לגישות, אמונות ודפוסי התנהגות של האוכלוסייה האירופית. הפרויקט מבוסס על סקרי אוכלוסייה בכל מדינות אירופה. התשתית פעילה משנת 2013.

8. **SOEP – Socio-Economic Panel** – סקר למחקר אורך הכולל יותר מ-20 אלף אנשים ב-11 אלף משקי בית בגרמניה. הסקר מעודכן באופן שוטף בהתאם להתפתחויות ומספק מידע על שכר, תעסוקה, חינוך ובריאות. הסקר נערך כל שנה.

9. **SHARE – Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe** – תשתית לעריכת סקרים הקשורים לבריאות, זקנה ופרישה. מתוכננים להיערך 8 סקרים עד 2023.

מדעי הטבע:

10. **BERLinPro - Berlin Energy Recovery Linac Project** – פיתוח התשתית החל בשנת 2011. התשתית תוכננה לפתח ולהדגים שניתן ליישם את העיקרון של מאיץ ליניארי או שחזור אנרגיה. מתקן ההדגמה יהיה מורכב מכל החלקים של מאיץ ליניארי גדול בממדים קטנים בהרבה. המטרה בטווח הארוך היא לפתח מומחיות מכשיר מדור חדש שיאפשר לימוד של תהליך דינמי של אנרגיה, סביבה ובריאות, וחקירה של מבנה החומר. שלב ההקמה מתוכנן להימשך עד 2018.

11. **E-ELT – European Extremely Large Telescope** – פיתוח של טלסקופים גדולים ומכשירים חזקים יותר מהקיימים היום לחקר האסטרופיזיקה. התשתית מתוכננת להיות פעילה בשנת 2022.

12. **ELI – The Extreme Light Infrastructure** – תשתית בעלת מתקנים בצ'כיה, הונגריה ורומניה, מתוכננת להקים את מתקן הלייזר חזק יותר מהקיימים היום, בעל עוצמה חזקה במיוחד של 200 petawatt. לייזר זה ניתן ליישם בתחומי הרפואה, חומרים, אופטיקה ועוד. נכון לשנת 2015, מיקום המתקן טרם התקבל.

13. **ESS – The European Spallation Source** – פיזור נייטרונים היא הטכניקה היחידה שיכולה לחקור מבנים מרמת המיקרומטר לרמה של 100 אלפיות המיקרומטר, ותזוזות על סקלת זמן של מיליונית השנייה ועד 10 מיליון מיליוניות השנייה. הבניה של הטכנולוגיה מתוכננת להיות פעילה בשנת 2019.

14. **FAIR – Facility for Antiproton and Ion Research** – מאיץ חלקיקים. התשתית מוכוונת להיות אחת ממתקני המחקר הפיזיקלי הגרעיני והחלקיקי הגדול ביותר. התשתית מתוכננת להיות פעילה בשנת 2018.

15. **FLASH II – Free-Electron Lasers in Hamburg** – לייזר קרני רנטגן, קרני הרנטגן מופקות באמצעות שימוש באלקטרונים חופשיים, ומאפשרות תובנות חדשות על המבנים ברמת הננו. התשתית פעילה משנת 2014.

16. **ICOS - Integrated Carbon Observation System** – שינויי אקלים. התשתית נועדה לספק מידע באיכות גבוהה על גזי החממה באטמוספירה. התשתית מבוססת על רשת 3 מתקני צפייה – אטמוספירה, מערכת אקולוגית ואוקיאנוסים על פני אירופה, הים הבלטי וצפון האוקיינוס האטלנטי. התשתית פעילה משנת 2016.

17. **High-performance climate computer HLRE 3** – מרכז למחשוב אקלים, מדידת ההשפעות והתהליכים הקשורים באקלים על מנת לחקור את העבר, ההווה והעתיד. התשתית פעילה משנת 2014.

18. **W 7-X – The Wendelstein 7-X Stellarator** – פיתוח של עקרונות תיאורטיים ופיזיקליים לתחנת כוח להיתוך (fusion power plant) המפיקה אנרגיה מהיתוך של גרעיני מימן להליום. השלב הסופי של תפעול התשתית מתוכנן לשנת 2019.

19. XFEL – European X Ray Free-Electron Laser Facility GmbH – **לייזר קרינת רנטגן אלקטרוני חופשיים**. לייזר לשימוש במיפוי של תאים אטומיים, וירוסים, ננוטכנולוגיה, ביו מולקולריות, תגובות כימיות ותהליכים ביולוגיים ברמה המולקולרית. הניסויים הראשונים תוכננו להתחיל בשנת 2017.

מדעי החיים והרפואה:

20. ECRIN – European Clinical Research Infrastructures Network – הרשת מספקת תמיכה ביישום של יוזמות ומחקרים קליניים רב לאומיים באירופה. התשתית עוסקת **בפיתוח והערכה של כלים לניסויים קליניים וכן כלי לניהול מידע רפואי**. התשתית פעילה משנת 2013.

21. Infrafrontier – Systemic phenotyping, archiving and distribution of mouse models – פנוטיפ מערכתי, ארכוב והפצה של מודלים המבוססים על עכברים, עבור מחקר למחלות מורכבות. אחת המטרות העיקריות של התשתית היא לתקן נקודת גישה לכל תחומי המחקר. התשתית פעילה משנת 2013.

22. IPL – In Vivo Pathophysiology Laboratory – מעבדה לפתופיזיולוגיה (Pathophysiology). מחקר גנרי ללימוד ופיתוח באבחנה וטיפול של מחלות לב וכלי דם, סרטן, והפרעות נוירולוגיות. שלב הבניה הסתיים בשנת 2016.

23. The National Cohort – nationwide, long-term epidemiological study – מניעה וטיפול יעילים יותר במחלות נפוצות.

מדעי הים:

24. New research vessel Polarstern – בניה מחדש של **שוברת קרח**, אנייה מחקרית. המטרה של התשתית היא לאפשר את קיומם של מתקני מחקר על האנייה, גם כאשר מדובר בתנאים סביבתיים מאתגרים. התשתית מתוכננת להיות פעילה בשנת 2018.

25. New research vessel Poseidon – בניה של **כלי שיט מחקרי חלופי**, שישימש למטרות מחקר במדעי הים ותחומים קרובים. התשתית פעילה משנת 2017.

26. New research vessel Sonne - בניה של כלי שיט מחקרי חדש **לפרויקטים מחקריים באוקיינוס השקט והאוקיינוס ההודי**. התשתית פעילה משנת 2015.

27. **מדעי המחשב והנדסה:** GCS Gauss Centre for Supercomputing – תקשורת מחשבים ורשתות מחשבים בעלות ביצועים גבוהים. המטרה העיקרית של התשתית היא הפיתוח של **סביבת מחשבי-על עם מערכת ארכיטקטורות משלימה עבור מדעי המחשב והנדסה**. התשתית פעילה משנת 2017.

מפת דרכים – הולנד

תאריך: 2016

מפת הדרכים מתוכננת להיות מיושמת במשך 4 שנים (מפת הדרכים הבאה מתוכננת לשנת 2020). ארגון מבצע: על ידי **NWO (The Netherlands Organisation for Scientific Research)** - הארגון ההולנדי למחקר מדעי. לינק למפת הדרכים:

<https://www.nwo.nl/en/news-and-events/news/2016/33-research-facilities-and-clusters-top-priority-for-dutch-science.html>

ה - NWO התבקש על ידי הקבינט ההולנדי, שדן בחזון המדע לשנת 2025, להקים ועדה קבועה (Permanent Committee), לפיתוח מסגרת אסטרטגית לאומית להשקעה בתשתיות מדעיות בקנה מידה גדול.

הוועדה הקבועה מורכבת ממומחים עצמאיים (מדענים, מנהלים ואיש צבא), 3 מתחום מדעי הרוח והחברה, 3 מתחום מדעי החיים/בריאות, 2 מתחום המדעים המדויקים, 3 מתחום ההנדסה והמדעים היישומיים).

מתודולוגיה לביצוע מפת הדרכים:

הועדה הסיקה שיש צורך בבחינת כלל תחומי המדע: מדעי הרוח והחברה, מדע וטכנולוגיה, ומדעי החיים, ולכן המתקנים הלאומיים שנבחנו נבחרו על מנת לענות על תחומים אלה. בנוסף, הועדה נעזרה ב-KNAW (the Netherlands Royal Academy of Arts and Sciences), שדנה ב-2015 בתשתיות מדעיות בקנה מידה גדול, ותיארה את תשתיות המחקר הנדרשות בעתיד. KNAW זיהתה 13 תשתיות בקנה מידה גדול, שלדעתה יהיו רצויים בעתיד הרחוק (2025).

מפת הדרכים נכתבה בצורה הרמונית למפת הדרכים לתשתיות מחקר בקנה מידה גדול של ESFRI (The European Strategy Forum on Research Infrastructures) משנת 2016. הדבר בא לידי ביטוי בכך, שמתקנים הולנדיים צריכים להשתלב בתשתית מחקר של ESFRI. לכן, הועדה החליטה **שלא לכלול מתקנים במפת הדרכים הלאומית המתאימים להיות חלק מתשתיות של ESFRI אך אינם חלק מהם**. הועדה דרשה מהמתקנים להגיש תחילה בקשת הצטרפות לתשתית של ESFRI, ורק לאחר מכן להגיש בקשה להשתתף במפת הדרכים של הולנד.

מסגרת העבודה הכללית של הועדה כוללת איזון בין תחומי המדע, יצירה של אשכולות, יצירה של תשתיות ICT (Information and communication technology), הרמוניה עם מפת הדרכים האירופאית (ESFRI) ואג'נדות אסטרטגיות לאומיות ובינ"ל אחרות, חשיבות המימון המשותף, קיימות לטווח ארוך של המתקן, נתוני מחקר וגישה למתקן. הועדה הדגישה את החשיבות שהתשתית תספק גישה לאתר האינטרנט שלה לחוקרים אחרים. לשם כך, על התשתיות לספק הוראות ברורות לקבלת גישה למתקנים (facilities) עצמם. **התשתיות שמופיעות במפת הדרכים הלאומית אינן מורשות לגבות תשלום עבור השימוש במתקני התשתית**.

בשלב הראשון, הועדה קבעה מהם מתקני המחקר הגדולים הקיימים באוניברסיטאות, במוסדות מדעיים, במוסדות ידע יישומיים (TO2) ובמוסדות ממשלתיים. המתקנים השונים נדרשו לעסוק גם בצידוד פסי, כגון, טלסקופים, מאיץ חלקיקים, biobanks, וכן במתקנים לא מוחשיים, כגון, בסיסי נתונים ומתקני ICT. בנוסף, הועדה ערכה רשימת מצאי של השקעות חדשות, שיידרשו בחמש השנים הקרובות ושל מתקני מחקר חדשים גדולים. הרשימה כללה את כל תחומי המחקר, כולל מוסדות TO2. רשימת מצאי זו היוותה את הבסיס למפת הדרכים.

הקריטריון החשוב ביותר לבחירה היה החשיבות של התשתית למדע. הועדה התמקדה גם בהתאמה עם עדיפויות אסטרטגיות, במיוחד של ה-NWA (Dutch National Research Agenda), והדרגה שבה התכניות תוכננו ונשקלו היטב.

הקריטריונים שנקבעו לבחינת המתקנים:

1. המתקן צריך לענות על **ההגדרה של תשתית בקנה מידה גדול** כתנאי להתקדמות מדעית. כלומר, מתקנים, משאבים ושירותים בהם משתמשת קהילת החוקרים על מנת לבצע מחקרים ולקדם חדשנות בתחומם (או למטרות אחרות, כמו חינוך ושירותים ציבוריים). בתשתית יהיה צידוד מדעי חשוב או אוסף של כלים, משאבים מבוססי ידע (כמו אוספים, דגימות מהטבע, ארכיונים ואוספים של נתונים מדעיים), תשתיות אינטרנטיות (e-infrastructure) (כגון קבצי נתונים מקושרים, מערכות מחשב ורשתות תקשורת), וכן, כל תשתית ייחודית אחרת החשובה להשגת מציאות במחקר וחדשנות. התשתית תמצא במקום פיזי או וירטואלי אחד או ממוקמת בצורה מבוזרת (בהולנד או מחוצה לה). תשתית מבוזרת חייבת לספק מקום גישה מרכזי לחוקרים וארגונים חיצוניים; היא תהיה בעלת מועצת מנהלים אחת ומבנה חוקי אחד האחראים על כל התשתית). גודל התשתית במונחים של השקעת הון ועלויות תפעול לתקופה של 5 שנים צריכה להיות לפחות 10 מיליון יורו. עלויות אלו אינן כוללות עלויות מבנה עבור המתקן. עלויות התפעול מוכוונות רק לעלויות הנדרשות להפוך את המתקן לזמין ולא עבור תכנית המחקר.

2. קביעת סוג התשתית (לאומי/בינלאומי), ממוקם במקום אחד/מקומות רבים/וירטואלי, חומרה/נתונים).

3. הקשר בין המתקנים השונים (ייחודיות, חפיפה ולכידות, השתייכות ל-ESFRI, שיתוף פעולה וסלקטיביות בתחום).

4. השתייכות להתפתחויות אסטרטגיות (יישור קו עם ה-NWA; קביעת יעדים אסטרטגיים וסדר עדיפויות של מוסדות, תחומי מחקר וסקטורים מובילים).

5. השתתפות ושימוש – קבוצת היעד וקבוצת המשתמשים הלאומית והבינלאומית של המתקן.

6. חשיבות למדע ולחברה.

7. סטאטוס/בשלות של המתקן (שלב החיים, תמיכה, מבנה ניהולי וארגוני, ראיות לתוכניות השקעה, מחויבות של המוסד, תקצוב גם לטווח הארוך).

מסקנות הניתוח הראשוני, הניעו את הועדה להתייעץ עם נציגי המתקנים הרוצים להצטרף או המתכננים לפתח או לקנות ציוד דומה. הועדה ביקשה מהנציגים שיתוף פעולה מוגבר והכנת טיוטה לתכנית השקעה משותפת. לשם כך הועדה קיבצה את המתקנים לאשכולות של מתקנים (לפי תחומים דומים). כל אשכול מהווה תשתית בקנה מידה גדול המציע ציוד או שירותים. אשכולות המתקנים התבקשו ליצור תרשים או טיוטה לתוכנית השקעה משותפת עבור כלל האשכול.

מתוך הניתוח הראשוני, נבחרו 33 מתקנים: 16 מתקנים עצמאיים ו-17 אשכולות של מתקנים (16 מתוכם חדשים), שהוצגו במפת הדרכים, המשקפים את הצרכים העתידיים בתשתיות המחקר. מתוכם, יוצגו, יוצגו 12 מתקנים עצמאיים ו-16 אשכולות, המהווים תשתיות חדשות או משודרגות.

תקציב: על מנת שכל תחומי המדע הנזכרים לעיל ייהנו מהמשאבים המוגבלים לתשתיות מדעיות בקנה מידה גדול, הועדה פיתחה מסגרת עבודה כלכלית להקצאת המשאבים בין שלושת התחומים. יחס ההקצאה פותח על בסיס של ניתוח של צרכי ההשקעה המוצהרים ועל פי נתונים ממפות דרכים קודמות. המוסדות הרוצים לפתח מתקן או להשתתף באחד כזה נדרשו להשתתף במימון.

תשתיות מחקר בקנה מידה גדול דורשות השקעה ניכרת לא רק במונחים של בניה ומבנה, אלא גם במונחים של תפעול. עלות התפעול הממוצעת היא בקירוב 10% מתקציב ההשקעה השנתי. התשתית נדרשה להציג את מתווה העלויות הנדרש על מנת לפתח ולתפעל בהצלחה את המתקן, כך שיתאר את כל העלויות (השקעה, מבנה, שדרוגים, עלויות הפעלה ופירוק) וכיצד הן יכוסו. הועדה בחרה תקופה של 10 שנים כנקודת יציאה. תהליך זה יכול לתת לוועדה תובנה לגבי העלויות הצפויות למתקן בעתיד.

סכום כולל של 200 מיליון יורו בקירוב תוקצב עבור 5 השנים הבאות. מתוך סכום זה תוקצבו תחומי המחקר בסכומים הבאים: 20 מיליון יורו למדעי הרוח והחברה, 90 מיליון יורו למדע וטכנולוגיה, ו-90 מיליון יורו למדעי החיים.

מדעי הרוח והחברה:

1. CLARIAH-PLUS - **אשכול העוסק במהפכה דיגיטלית:** דיגיטציה של מקורות אנלוגיים של טקסטים, תמונות וקול המשפרות את הגישה של החוקר לכמויות גדולות של מידע. הועלה הצורך בפיתוח בסיס נתונים דיגיטלי משוב הכולל את כל המידע החשוב למדעי הרוח, על מנת לשפר את החלפת המידע והכלים בהם משתמשים לעשות זאת.

2. ODISSEI - **אשכול העוסק בחיפוש דפוסים בחברה:** תשתית המאפשרת גישה חופשית לנתונים במדעי החברה ולחדשנות כלכלית, על מנת לאסוף, לשלב, לאחסן וליצור גישה למידע במדעי החברה. חקירה ומיציא של כמויות עצומות ובחלקן לא מאורגנות של נתונים דורשת לא רק שיטות חדשניות ומודלים של ניתוח, אלא גם תשתית גמישה ומשולבת של אחסון וגישה למידע.

מדע וטכנולוגיה:

3. EPOS-NL – **אשכול העוסק במידול מתחת לפני השטח:** מחקר מדעי כדור הארץ, משאבים טבעיים והגנה מפני אסונות טבע: רעידות אדמה, שינוי בגובה פני הים, אנרגיה גיאותרמית, אחסון אנרגיה מתחת לפני השטח, חומרי פסולת ובניה עתידית של תשתיות מתחת לפני השטח. האתגר המחקרי הוא להסביר את המבנה והאבולוציה של מערכות מורכבות הנמצאות מתחת לפני השטח ולנבא את התנהגותם. על מנת שמחקר זה יתאפשר, מספר מתקנים קיימים וחדשים ימוזגו לאשכול אחד, שיאפשר פיתוח של מודלים טובים יותר של מתחת לפני השטח ולכן גם לניבויים מדויקים יותר של קיומם ורמת הפרודוקטיביות של עתודות של מינרלים.

4. HFML-FELIX – **אשכול העוסק במחקר בתנאים קיצוניים:** שילוב של לייזר אור אינפרה-אדום ברגישות גבוהה מאוד ושדות מגנטיים גבוהים לבחינה של מאפייני חומרים. האשכול משלב את התנאים הקיצוניים של 2 המתקנים אותם הוא כולל (מגנט היברידי ולייזרים לאלקטורנים חופשיים) לתשתית אחת עבור מחקר פורץ דרך בתחומים שונים של המדע. האשכול מספק לחוקרים הזדמנות

לערוך ניסויים בשדות מגנטיים גבוהים עד ל- 38 טסלה. בנוסף, נבנה מגנט היברידי המשלב סליל נחושת עם אחסון של סליל מוליך על, שיכול לחולל כוח שדה של 45 טסלה ולכן מהווה אחד משני המגנטים הקבועים החזקים ביותר בעולם.

5. Solar Cells - **אשכול העוסק בהמרת אור השמש לחשמל**. האשכול בוחן השגת דרכים חדשות ויעילות יותר להמרה. יעילות המרה גבוהה יכולה להיות מושגת על ידי חומרים חדשים ברי השגה ובעלי אורך חיים של 30 שנה. הצורך: חומרים וטכנולוגיה חדשה להפקה של סרט דק של תאים סולריים ופיתוח יישומים חדשים, כגון חלונות פוטואלקטריים שקופים.

מדעי החיים ורפואה :

6. BBMRI - **אשכול לבניית בבנק ביולוגי**: גישה לחומרים ביולוגיים, תמונות ונתונים מתוך מחקרים למניעה וטיפול במחלות.

7. ELIXIR-NL - **אשכול לבניית תשתית מידע דיגיטלית למדעי החיים**. ישנה בנייה של מערכת אינטליגנטית המאפשרת לחוקרים גישה לאוספים של מידע במדעי החיים המאוחסנים במקומות שונים באירופה. הצורך: לפתח תשתית מידע לאומית במדעי החיים, פלטפורמה המאפשרת להחליף מידע. האשכול מתכנן ליצור סביבת מחקר דיגיטלית.

8. MCCA - **אשכול העוסק בהדמיה של מחלות סרטן וזקנה**. ניטור גורמי מחלות (אטיולוגיה) והתפתחות הסרטן ומחלות אחרות הקשורות לגיל באמצעות שימוש במעבדת עכברים.

9. MRI and Cognition - **אשכול העוסק בהדמיה של המוח**: הפקת מידע לגבי האנטומיה, הפיזיולוגיה והתהליך הביומכני במוח ובחלקים אחרים בגוף.

10. NEMI - **אשכול המהווה תשתית למיקרוסקופית אלקטרונית, ועוסק בהתנהגות ובסידור של מולקולות ואטומים אינדיבידואליים בחומרים ביולוגיים ולא ביולוגיים**. טכניקה חדשה נוספת, היא שילוב של מיקרוסקופית אלקטרונית עם מיקרוסקופית אור, המשמש לבחינה מדוקדקת יותר של חלקים במערכת הביולוגית.

11. NIEBA - **אשכול העוסק בניית מערכות אקולוגיות וביולוגיות מגוונות** (צמחים ובעלי חיים בסביבתם הטבעית).

12. NL-Biolmaging AM - **אשכול העוסק בצפייה ישירה בביו-מולקולות בפעולה** באמצעות מיקרוסקופ מתקדם.

13. NPEC - **אשכול העוסק במחקר צמחים בסביבתם**. החוקרים יכולים לבחון גידולים בחממות ובשדות פתוחים בהתבסס על המודלים התיאורטיים הקיימים.

14. UNLOCK - **אשכול העוסק במיפוי מיקרו אורגניזם והמערכות האקולוגיות שלהם**.

15. uNMR-NL - **אשכול העוסק בחקירה של חומרים מורכבים, ביו-מולקולות ואורגניזמים חיים** בדיוק רב יותר, באמצעות מכשיר ספקטרוסקופיה (MMR).

16. X-omics - **אשכול העוסק בלימוד אבני היסוד של החיים בסביבה הטבעית שלהם**: תאים, רקמות ונוזלי גוף.

מתקנים בודדים:

מדע וטכנולוגיה :

17. ATHENA -פרויקט של סוכנות החלל האירופית: **בחינת גזים חמים וחורים שחורים** באמצעות טלסקופ מתקדם לאסטרופיזיקה של אנרגיות גבוהות לצפייה בקרני רנטגן. הצורך: העבודה על בניית הטלסקופ החלה אך הטלסקופ עצמו עדיין לא קיים.

18. CESAR - **חקר מקור העננים והגשם והבנה טובה יותר של מזג האוויר, האקלים ואיכות האוויר**. הצורך: מצפה כוכבים תלת ממדי וסולם מידול קטן יותר, על מנת לנבא את תנאי האטמוספירה ואת התפוצה של תרסיסים (aerosols) וגזים הנמצאים באטמוספירה בכמויות קטנות (עקבות של גזים).

19. DUBBLE - שימוש בקרני אור חזקות מאוד של קרני רנטגן, המופקות ממאיץ חלקיקים (סינכרוטון) לשימוש במחקרי חומרים, פיזיקה וכימיה של החומר. צורך: שדרוג מכשיר הסינכרוטון עד שנת 2022, על מנת לאפשר לבצע ניסויים ביולוגיים וניטור תהליכים בסוללת lithium-ion בדיוק רב יותר. כמו כן, הם מציעים לפתוח מתקן ניסויי נוסף ליצירת תמונות מרנטגן למיקרוסקופ cyro-electron.

20. E-ELT – מתקן לאסטרופיזיקה קיצונית. אסטרופיזיקה להבנת ההיווצרות וההתפתחות של היקום, תמריץ למקר אחר חיים חוצניים וחקר החומר השחור והאנרגיה השחורה באמצעות טלסקופ המספק רגישות גבוהה מאוד בטווח אורך הגל הנראה והאינפרה-אדום. הצורך: הטלסקופ עדיין לא קיים, אך החלו בבנייתו.

21. ESS – אשכול העוסק בקרינה ניוטרונים המגלה את המבנה של חומר חי ולא חי. זהו תהליך בקנה מידה ננו עבור מחקרים בביולוגיה, כימיה, חומרים ותולדות האמנות. הצורך: על מנת להשיג זאת נדרש מקור (Spallation Source) להפקת קרינה ניוטרונים רבת עוצמה ובאורך פולס רצוי. בנוסף, למקור של קרינה ניוטרונים יש צורך ב-22 כלים לשימוש הקרינה למטרות מחקר.

22. ET – טלסקופ המתוכנן לגלות גלי כבידה מהחלל. הצורך: הטלסקופ עדיין לא קיים והמתקן מבקש לבנות אותו. הטלסקופ יהיה בעל 6 מדי התאבכות, כל אחד באורך של 10 ק"מ, כלומר, בעל רגישות גבוה יותר מכל מה שקיים היום. העיצוב של הטלסקופ כבר נעשה.

23. ICOS-NL – מערכת משולבת לתצפית פחמן (Integrated Carbon Observation System). המערכת מנטרת את ההמרה של גזי חממה בין האדמה, הים והאטמוספירה. זו רשת של 4 תחנות מדידה. צורך: שדרוג המערכת, כך שניתן יהיה לנטר יותר גזי חממה בדיוק רב יותר. כמו כן, יש צורך להרחיב ולבנות עוד תחנת מדידה נוספת.

24. KM3NeT – טלסקופ ניטרינו בים התיכון. חקר הניטרינו על מנת ללמוד יותר על "ghost particles", ומידע על אירועים הקורים בחלקים הרחוקים של היקום. הצורך: ישנה תחילת בנייה. המשך בנייה. החוקרים יוכלו לגלות באמצעות הטלסקופ היכן נמצאים מאיצי החלקיקים בחלל ולגלות איך הם מפיקים קרינה קוסמית.

25. Research Facilities (NMF) RV Pelagia/National Marine - חקר הימים והאוקיינוסים והשפעתם על האקלים ומזג האוויר. הצורך: שדרוג והרחבת המתקן, הכוללים, מכשירים אוטונומיים המסוגלים למדוד באופן עצמאי ולשלוח ולשמור את הנתונים על האניה. בטווח הארוך נדרש גם כלי שיט מחקרי חדש.

26. SKA - טלסקופ רדיו המאפשר להסתכל הרחק לתוך היקום, ולחוקים הבסיסיים של הפיזיקה. הטלסקופ מבוסס על רשת של אלפי רדיו טלסקופים ואנטנות. הוא גם מאפשר ללמוד תופעות של גלי כבידה באמצעות פולסרים, כמו גם שדות מגנטיים ומקורותיהם, חומר שחור, תבונה חוצנית (פרויקט סט"י) ותופעות נוספות. הצורך: בניית טלסקופ.

מדעי החיים ורפואה :

27. MRUM - מדידת המטבוליזם האנושי תחת מצבים מבוקרים. הצורך: המתקן מבקש להצטייד בציוד המיועד להדמיה, כולל MRI (magnetic resonance imaging), MRS (magnetic resonance spectroscopy), PET (positron emission tomography).

28. NL-OPENSREEN - ספריות ומתקנים המאפשרים לבחון את ההשפעה הביולוגית של תרופות. הצורך: בניית ספריות חדשות של תרכובות בנוסף לקיימות. בנוסף, פיתוח של בדיקות חדשות למדידת היעילות של תרכובות אלו.

מפת דרכים - נורבגיה

תאריך: מפת הדרכים של נורבגיה נכתבה בשנת 2016.

[file:///C:/Users/sima/Downloads/NorwegianRoadmap-engelsk-WEB-final%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/sima/Downloads/NorwegianRoadmap-engelsk-WEB-final%20(1).pdf)

הגרסה השלמה של מפת הדרכים אינה מופיעה בגרסה האנגלית אלא רק בגרסה הנורבגית.

ארגון מבצע: Research Council of Norway - זהו הגוף הראשי המייעץ לרשויות הממשלה בנושא מחקר.

עדכון למפת הדרכים נעשה לאחר כל הכרזה עיקרית של תקציב עבור יוזמות לתשתיות מחקר של ה- Research Council of Norway. הגרסה של 2016 היא העדכון השלישי של מפת הדרכים (העדכונים הקודמים נעשו בשנים 2012 ו-2014).

מתודולוגיה ליצירת מפת הדרכים:

בחירת הפרויקטים שיכללו במפת הדרכים:

ההערכה התבססה על שלושה קריטריונים:

1. תשתית מחקר מוגדרת כבעלת חשיבות ברמה הלאומית:

- תשתית בעלת אינטרס לאומי נרחב.
- תשתית המוגבלת רק למקום אחד או למספר מקומות בנורבגיה.
- תשתית המניחה את היסודות למחקר בינלאומי מתקדם וחדשני.
- תשתית המאפשרת גישה לחוקרים ולתעשיות רלבנטיות.

2. הפרויקטים הוערכו כפרויקטים מצטיינים ע"י מעריכים בינלאומיים הן מבחינה מדעית והן מבחינה אסטרטגית.

3. הפרויקט כולל תשתית מחקר מקיפה בקנה מידה גדול. כלומר, הפרויקט צריך להיות לא רק בעל חשיבות לאומית, אלא גם כרוך ברמת השקעה גבוהה בהשוואה לתשתיות אחרות באותו התחום.

תקציב: עלויות ההשקעה בתשתיות מחקר צריכות לנוע בין 2 מיליון NOK (כטר נורבגי) ל- 200 מיליון NOK. תשתית מחקר הדורשת השקעה של סכום גבוה יותר, יכולה להיכלל בתנאי שיש לה ערך מדעי ואסטרטגי גבוה.

במפת הדרכים נכללו תשתיות נורבגיות שנכללו ב- ESFRI, ויש להן חשיבות אסטרטגית גדולה למחקר הנורבגי.

מפת הדרכים מציגה 57 תשתיות מחקר בקנה מידה גדול בעלות חשיבות לאומית. מתוכן מוצגות 42 תשתיות מחקר: 9 תשתיות מחקר הזקוקות לשדרוג; 29 תשתיות מחקר או פרויקטים חדשים הנמצאים בשלב הבנייה. אלו פרויקטים שנמצאים בשלבי ההקמה או התפעול וכבר הוקצב להם מימון (לאחר העדכון שנעשה בשנת 2014); ו- 4 תשתיות מחקר/פרויקטים חדשים שעדיין לא קיבלו מימון, אך סווגו כפרויקטים שמפת הדרכים ממליצה לממן אותם.

בנוסף לתשתיות החדשות והזקוקות לשדרוג שיוצגו, מפת הדרכים כוללת תשתיות נוספות (לא חדשות או הזקוקות לשדרוג לאומי) הנכללות ב- ESFRI ואינן מוצגות פה:

ECCSE (Carbon Dioxide Capture and Storage Laboratory)

NorArgo (Climate)

EATRIS (Translational Research Infrastructure in Medicine)

NorCRIN (Clinical Research Network)

ELIXIR.NO (Life science information)

NALMIN (Microscopy Imaging Network)

CLARINO (Common Language Resources and Technology)

CESSDA (Council of European Social Science Data Archives)

ESRF-EBS (Synchrotron Radiation)

תחומי המחקר המשקפים את הצרכים העתידיים בתשתיות המחקר עבור פרויקטים חדשים או פרויקטים הזקוקים לשדרוג:

תשתיות מחקר קיימות הזקוקות לשדרוג:

אנרגיה:

1. Ullrigg Upgrade of Ullrigg Drilling and Well Centre (ULLRIGG) - תשתית מחקר הבוחנת ומכשירה תפיסות חדשות של מוצרים בתעשיית הגז והנפט הבינלאומית. נדרש שדרוג נרחב על מנת להבטיח את מעמדה של נורבגיה כמובילה בפיתוח של טכנולוגיות קידוח.

סביבה:

2. European Incoherent Scatter (EISCAT_3D) - תשתית מחקר בינלאומית הנכללת ב-ESFRI. התשתית זקוקה לשדרוג והכנסה של מערכת רדאר חדשה: **רדאר הדמיה תלת ממדי לחקר האטמוספירה וסביבת החלל הקרובה לכדור הארץ** מעל האזור הארקטי של פינלנד-סקנדינביה, וכן לתמיכה במחקר מערכת השמש ורדיו אסטרונומיה. **תשתית המשתתפת ב-ESFRI.**

בריאות ומזון:

3. A National Infrastructure for Biobanks and Biobank related activity (Biobank Norway) in Norway - תשתית מחקר לאומית המהווה **בנק ביולוגי**, זקוקה לשדרוג על מנת לספק גישה בטוחה ויעילה לחומרים ביולוגיים אנושיים ולנתוני בריאות. **תשתית המשתתפת ב-ESFRI.**

4. Norwegian Brain Initiative: a Large-scale Infrastructure for 21st century neuroscience - תשתית מחקר המציעה כלי מחקר בתחום **מדעי המוח**. התשתית זקוקה לסורק קליני ייחודי (7T MR scanner), שיספק ניתוחים ברמה התאית והאטומית לחקר המוח האנושי.

5. National Consortium for Sequencing and Personalized Medicine (NCS-PM) - התשתית מספקת שירותים לחוקרים בתחום **הרפואה האישית**. התשתית נדרשת לרכוש ציוד חדשני המאפשר להפיק רצף של DNA.

6. The Norwegian NMR Platform (NNP) - התשתית מציעה שירותים של Nuclear magnetic resonance (NMR) למידע דינמי ומפורט ברמה המולקולרית. התשתית מבקשת לחזק את פעילות ה-NMR. הציוד החדש יחליף את הטכנולוגיה הישנה ויאפשר **ניתוח של מבנים ביולוגיים מורכבים**.

פיזיקה והנדסה:

7. European Spallation Source (ESS Lund) - מרכז מחקר מולטי דיסציפלינרי המבוסס על **מקור הניטרון החזק ביותר**. השדרוג יוביל למתקן חדש חזק פי 100 מהמתקנים הקיימים היום, וישמש בתחומים של מדעי החומרים, מדעי החיים, אנרגיה, סביבה ופיזיקה. **תשתית המשתתפת ב-ESFRI.**

8. The Marine Technology Laboratories (MARINTEK) - תשתית מחקר בתחום **הטכנולוגיה הימית**. התשתית זקוקה לשדרוג בקנה מידה נרחב בתחום.

9. Norwegian Centre for Neutron Research (NcNeutron) - מרכז **לחקר ניטרונים**. המרכז זקוק לשדרוג והרחבה של המתקנים האינסטרומנטליים, להרחבת המחקר על חומרים חדשים הרלבנטיים לנושאי אנרגיה, סביבה, בריאות ונווטכנולוגיה.

תשתיות מחקר/פרויקטים חדשים הנמצאים בשלב הבנייה:

אנרגיה:

10. Norwegian Biorefinery Laboratory (NorBioLab) - פיתוח **תהליכי המרה של קרקע וים מבוססי ביומסה** (biomass) לביו-כימיקלים, ביו-חומרים ודלקים אורגניים חדשניים ולא מזיקים.

11. Norwegian Fuel cell and Hydrogen Centre - תשתית המחקר מתמקדת **בבחינת תאי דלק ואלקטרוליזה**. באמצעות תשתית זו, ניתן יהיה להבטיח חלק משמעותי בשווקים בעלי ביקוש לטכנולוגיות של אפס פליטה.

12. Norwegian Laboratory for Silicon-based Solar Cell Technology (NSST) - התשתית עוסקת בטכנולוגיות של **תאים סולריים**.

13. National Smart Grid Laboratory & Demonstration Platform (SmartGrid) - מעבדה ל**טכנולוגיות רשת חכמה**. מערכת זו חשובה ליישום של מדיניות אקלים ואנרגיה, למשל, שילוב רכיבים חדשים של המערכת במערכת החשמל של נורבגיה.

14. Norwegian Zero Emission Building Laboratory (ZEB Lab) - מתקן בדיקה שיאפשר **לבחון ולפתח חומרים חדשים, לבחון את היעילות של אנרגיות חדשות ופתרונות ידירותיים לאקלים**. המעבדה גם תאפשר מחקר על **מבני אנרגיה גמישים** (energy flexible buildings), וכיצד הם יכולים

להיות חלק ממערכת האנרגיה. המעבדה החדשה מאפשרת לפתח טכנולוגיות חדשות להפחתת פליטת גזי החממה.

15. Virtual Arena - הקמת תשתית ייחודית על ידי שימוש במודלים מתקדמים לסימולציה, על מנת לשכפל את התהליך הפיזיקלי שקורה בזמן הקידוח. התשתית תאפשר תרחישים של סימולציות לתרגול מקרים קריטיים.

תשתיות אינטרנט (e-infrastructure):

16. a national e-infrastructure for science (E-INFRA 2014) - תשתית אינטרנטית לאומית למדעי המחשב, המציעה שירותים מבוססי HPC (High Performance Computing) ומערכות לאחסון נתונים עבור נתונים מדעיים.

סביבה:

17. Arctic ABC Development - פיתוח של פלטפורמות תצפית אוטונומיות נישאות במים שיוקפאו בתוך האוקיינוס הקרח הארקטי. הנתונים שיתקבלו מהפלטפורמות יהיו זמינים בזמן אמת. פלטפורמות התצפית מיועדות לספק תובנות ממקור ראשון לגבי שינויי האקלים באזור הארקטי וההשלכות הביולוגיות של ההמסה של הקרחונים.

18. COAT) Climate-Ecological Observatory for Arctic Tundra - התשתית תאפשר תיעוד והבנה בזמן אמת של השפעות האקלים על מערכות אקולוגיות יבשתיות ארקטיות.

19. European Plate Observing System-Norway (EPOS) - המטרה היא לייצר תשתית אירופאית למדעי כדור הארץ המוצק. התשתית נכללת ב-ESFRI. הפרויקט הנורבגי מתכנן לטפל בשלושה אתגרים בתחום: להסביר את תהליכי העיוות על כדור הארץ, להסביר את הסיכונים הגיאולוגיים והשפעותיהם על החברה ולתרום לחקר הסביבה ושימוש במשאבים באופן בטוח לסביבה. תשתית המשתתפת ב-ESFRI.

20. Integrated Carbon Observation System, Norway (ICOS) - תשתית מחקר אירופאית הבונה רשת של מדידות של ריכוזים של גזי חממה באדמה, בים ובאוויר. התשתית תספק נתוני פחמן באיכות גבוהה מאתרים שונים. תשתית המשתתפת ב-ESFRI.

21. Lofoten-Vesterålen Cabled Observatory (LoVe) - פיתוח עתידי של פלטפורמות חיישנים על המדף היבשתי לאיסוף נתונים על התנאים הפיזיים והביולוגיים, על מנת לשקף את הדינמיקה במערכות ביולוגיות ימיות.

22. NORWEGIAN GEOTEST SITES - תשתית המחקר המקימה מתקן ניסוי מחקרי למחקר גיאוטכני. הכוונה היא להקים 5 אתרים ברחבי נורבגיה.

23. Norwegian Marine Data Centre (NMDC) - התשתית המיועדת לספק גישה לאומית ובינלאומית לנתונים היסטוריים ועכשוויים מהים הנורבגי.

24. Norwegian Barcode of Life Network (NorBOL) - רשת של 17 מוסדות בתחום הגיוון הביולוגי. המטרה של הפרויקט היא לסווג ולתעד דגימות של 20 אלף מינים שונים מהאזור הנורבגי והארקטי. המידע יהיה זמין בבסיס הנתונים הבינלאומי לקידוד ה-DNA.

25. Norwegian Satellite Earth Observation Database for Marine and Polar Research - נתונים המתקבלים מלוויינים עבור תצפית על כדור הארץ באזור הנורבגי והארקטי. המטרה של התשתית היא ליצור מאגר של נתונים הכולל מידע על קו הרוחב הגבוה והאזורים הארקטיים, למחקר מולטי דיסציפלינרי על מערכת כדור הארץ והים, מדעי האקלים והקוטב.

26. Norwegian Marine Robotic Facility (NORMAR) - המטרה של המתקן היא לספק רובוטיקה ימית מתקדמת לקהילה הנורבגית במדעי הים.

27. Norwegian Scientific Data Network (NorDataNet) - המטרה היא ליצור מערכת וירטואלית לניהול נתונים מתת מערכות קיימות ליצירת מידע אינטר דיסציפלינרי.

28. Svalbard Integrated Arctic Earth Observing System (SIOS) - **מערכת ארקטית של תצפית על כדור הארץ**. המטרה היא לפתח תשתית חדשה וקיימת על מנת לספק מיקום מרכזי לניטור גלובלי של האזור הארקטי הגבוה. **תשתית המשתתפת ב- ESFRI**.

בריאות ומזון:

29. Health Registries for Research (HELSEREGISTER) - רישום של **נתוני הבריאות הארציים** למטרות מחקר באמצעות פיתוח מערכות ושירותים לקהילה המחקרית ובניית פתרונות מאובטחים לגישה למידע וניהול המחקר.

30. Norwegian Centre for Minimally Invasive Image Guided Therapy and Medical Technologies (NorMIT) - תשתית מחקר בתחום הטכנולוגיה הרפואית עם דגש מיוחד על **טיפול אופטימלי בחולה, עם פולשניות מינימלית באמצעות הדמיה לטיפול**.

31. the Norwegian EU-OPENSOURCE Node (NOR-OPENSOURCE) - מייצג את **הביולוגיה הכימית וחיפוש אחר ביולוגיה ימית**, ומבקש להקים תשתית מחקר לאומית בתחום.

32. Aquafeed Technology Centre (AQUAFEED) - תשתית מחקר ייעודית לשיפור וחדשנות המרכיבים הקשורים **לחקלאות ימית**, המבוססים על **משאבים ימיים, צמחים, בעלי חיים ומשאבי תא** בודד. **תשתית המשתתפת ב- ESFRI**.

מדעי הרוח והחברה:

33. Infrastructure for the Exploration of Syntax and Semantics (INESS) - התשתית מספקת גישה בשפה הנורבגית ושפות נוספות **לחיפוש של דפוסים סמנטיים ותחביריים**, וישמש את הבלשנות התיאורטית וההיסטורית, את ללימודי הספרות והשפה.

34. Language Infrastructure made Accessible (LIA) - התשתית תאמץ את **נתוני השפה המדוברת הנורבגית והלפית** (השפה המדוברת בלפלנד) לתשתית מחקר נוחה לשימוש ובעלת גישה לחוקרים ולתעשייה. בסיס נתונים מדעי ומתקדם יפותח ויכלול קבצי קול דיגיטליים, מידע מדעי שיטתי על מאפיינים הקשורים לשפה, מקום ואנשי קשר.

35. eInfrastructure for Video Research (Evir) - בניית תשתית מחקר לאומית אינטרנטית ל**שימוש בנתונים בהקשרים/תחומים רגישים** המספקים פתרונות גמישים ברמות שונות של אבטחה בתחומים של בריאות, חינוך ורווחה.

36. Norwegian Open Research Data Infrastructure (NORD-i) - תשתית מחקר שתקדם גישה חופשית ופתוחה ל**איסוף נתונים ממערכות שונות ומקורות שונים**. התשתית מהווה שדרוג חשוב ואף חלופה לפתרונות אחסון הקיימים.

37. Remote Access Infrastructure for Register Data (RAIRD) - התשתית תציע שיטה חדשה לגישה ל**נתונים אדמיניסטרטיביים ונתוני רישום**, בצורה מאובטחת וידידותית.

פיזיקה והנדסה:

38. The Norwegian Centre for Transmission Electron Microscopy (NORTEM) - **מיקרוסקופ האלקטרוני** הינו כלי חיוני במחקר בתחומי הפיזיקה, הכימיה והחומרים. המרכז מיועד להיות מרכז לאומי לשימור רמה גבוהה של פעילות של מיקרוסקופ אלקטרוני.

תשתיות מחקר/פרויקטים חדשים, שסווגו כפרויקטים שכדאי לממן אותם:

אנרגיה:

39. Remote Gas Research Laboratory - נדרשים טכנולוגיות ופתרונות חדשניים ל**ייצור והשינוע של גז טבעי מאזורים מרוחקים**. נדרשת תשתית מחקר גז מרוחקת על מנת לתת דחיפה לפתרונות הדור הבא לטכנולוגיות זמינות מסחריות בתחום.

40. National Laboratory for Utilization of Natural Gas - הקמת מעבדה לאומית לשימוש בגז טבעי על מנת לספק תשתית למחקר בנושא **שימוש בגז טבעי בתהליכים מטלורגיים ופטרוכימיים**.

בריאות ומזון:

41. Norwegian Mass Cytometry Infrastructure for Single Cell Analysis in (CELLMASS) Immunology and Cancer Biology - התשתית מבקשת לפעול בתחומים של **חקר הסרטן ואימונולוגיה**. התשתית מציעה את הדור הבא של ניתוח תא בודד מתוך שילוב של שתי טכנולוגיות: ספירת תאים (cytometry) וספקטרומטריית מסה (mass spectrometry).

מדעי הרוח והחברה:

42. Peace Science Infrastructure (PSI) - הפרויקט יספק תשתית מחקר מקיפה לדור הבא של מחקרים כמותיים בתחום הקונפליקטים והשלום בעולם. הפרויקט יפתח מערכת חדשה לתיג קונפליקטים.

מפת דרכים - שבדיה

תאריך: מפת הדרכים של תשתיות מחקר בשבדיה נכתבה בשנת 2015 (עבור נתונים לשנת 2014).

ארגון מבצע: מועצת המחקר של שבדיה **The Swedish Research Council**

בשנת 2014 הועד המנהל של מועצת המחקר בשבדיה (**the Board of the Swedish Research Council**) יזם סקירה של תהליכים הקשורים במימון, סדרי עדיפות וארגון של תשתיות מחקר לאומיות. מפת הדרכים אינה מתמקדת בתשתיות חדשות, אלא בעיקר בתשתיות קיימות להבהרת התפקידים והעקרונות של הניהול העתידי של תשתיות המחקר.

בשנת 2013 מועצת המחקר ביצעה מחקר לאיתור צורך אקדמי בתשתיות אלקטרוניות (e-infrastructure), משאבים בקנה מידה גדול, ניהול ואחסון נתונים. המחקר הצביע על כך ששבדיה זקוקה לאסטרגיה לאומית בתחום המדע האינטרנטי (e-Science) ו-e-infrastructure המכסות את כל מערכת המחקר.

דוח זה מכיל שבעה נושאים ספציפיים לנושא (מדע החומרים, פיסיקה ומדעי ההנדסה, אנרגיה, מדעי הסביבה, האנושות, התרבות והחברה, מדעי החיים ומדעי המחשב), מוצגים דוחות התקדמות ותיאור של התשתיות הממומנות ע"י מועצת המחקר בשבדיה, ודוגמאות ליזמות עתידיות נחוצות. הדו"ח מכיל דוגמאות של צעדים מבניים הקשורים לאיזון בין השקעות במחקר להשקעות בתשתית מחקר. הדוגמאות מתייחסות לנגישות לתשתית ולהכשרת משתמשים ע"י התשתית, ליכולת להניע מדענים לבנות ולתחזק תשתיות, ולמעורבות התעשייה בשבדיה בתשתיות המחקר הלאומיות ובפיתוח הטכנולוגי.

פרק ההמלצות מתייחסת לתחומים בהם נדרשות השקעות. התייחסות מיוחדת נעשתה על תשתיות אלקטרוניות, מעורבות שבדית במתקני מחקר בינלאומיים, ותיאום וחלוקה של תשתיות במדעי החברה, רפואה, מדעי החיים וסביבה.

המלצות מפת הדרכים:

1. צורך במדדים מבניים בשנים 2015-2020.
 - ניהול חדש למחקר בעל עניין לאומי – יש לבחון את ההשתתפות השבדית במתקני מחקר בינלאומיים ולוודא שיש להם יתרון מהיבט הלאומי.
 - איזון בין מחקר ותשתיות מחקר – צרכי המחקר צריכות להדריך את ההשקעות הנעשות בתשתיות.
 - מידע והדרכה – תשתית המחקר נדרשת לסייע לחוקרים במידע והדרכה על איך הם יכולים לנצל את המשאבים.
 - פיתוח מקצועי לצוות התשתית – יש לעודד חוקרים מקומיים וחוקרים מחו"ל להשתתף בבניית התשתית ולתרום ממומחיותם. על מנת שזה יקרה, יש להכיר בתהליך באופן רשמי.
 - פיתוח טכנולוגיה ומכשור, ומעורבות תעשייתית – השתתפות בתשתית מאפשרת הזדמנויות למעורבות בבנייה של מכשור וטכנולוגיה ושיתוף פעולה עם התעשייה.
2. צורך בקואורדינציה ופיתוח בשנים 2015-2020.
 - תמיכה בתשתיות אינטרנט (e-infrastructure).
 - השקעות בתשתיות בינלאומיות.

- תיאום של השקעות לאומיות בתחומים ספציפיים – בסיסי נתונים למדעי החברה ורפואה; מבנה לאומי של בנקים ביולוגיים (biobanks), בסיסי נתונים ומרשמים רפואיים; ביו-אינפורמטיקה ומערכות ביולוגיות; הדמיה ביולוגית; שיתוף פעולה בין תשתיות לניתוח מערכות אקולוגיות מחקר אקולוגי (כגון מחקר של מערכות אקולוגיות יבשתיות, מים מתוקים ומערכות ימיות); שיתוף פעולה בין תשתיות לניתוח כדור הארץ (אבולוציה, אקלים, סילוק סופי של דלק גרעיני וכריית מינרלים ושמיים).
 - פיתוח של תשתיות לאומיות ה"מתארחות" בשבדיה – הפקת יתרונות מהמתקנים: European Spallation Source (ESS), the synchrotron light facility MAX IV and the radar facility EISCAT-3D, לשימושים של טכנולוגית רנטגן ופיזור נייטרונים. בנוסף לוודא את היישום של מתקן הרדאר EISCAT-3D הממוקם בשבדיה.
 - חקירה וניתוח – זיהוי הצורך בתיאום לאומי של תשתיות בתחומי מדעי ההנדסה, מדעי הרוח, מיקרוסקופיה ברזולוציה גבוהה לצורך ניתוח חומרים, מחקר ימי ובדיקת בעלי חיים.
3. הצורך להשקעות חדשות בשנים 2015-2020. ההשקעות מפורטות בחלק התקציב.

הגדרה של תשתיות מחקר:

- כלי חיוני לביצוע מחקרים באיכות הגבוהה ביותר.
- כוללות מתקנים, מכשירים, בסיסי ידע ושירותים, ומיועדים לשימוש ע"י חוקרים או קבוצות מחקר במחקר בסיסי או יישומי בכל תחומי המחקר.
- יכולות להיות מרכזיות, מבוזרות או וירטואליות. התשתית נעשית על בסיס קריטריונים להערכה אקדמית.

כל התשתיות המקבלות מימון ממועצת המחקר בשבדיה נדרשות לספק נגישות לכל החוקרים בשבדיה. התשתיות יכולות להיות לאומיות או בינלאומיות, והחל מ-2008 עליהם להוות אינטרס לאומי ולמלא באופן חלקי או מלא אחר הקריטריונים הבאים:

- לספק תנאים למחקר ברמה עולמית.
- למלא אינטרס לאומי רחב.
- בשימוש ע"י מספר צוותי מחקר או משתמשים עם פרויקטים מתקדמים ברמה גבוהה.
- מקיף באופן שצוותים בודדים לא יוכלו להפעילם בכוחות עצמם.
- גיבוש תכנית ארוכת טווח למטרות מדעיות, מימון וניצול.
- פתיחות ונגישות לחוקרים, לתעשייה ולבעלי עניין אחרים.
- במקרים רלבנטיים, על התשתית להציג טכנולוגיה חדשנית.

תקציב:

הגבול העליון המוצע למימון על ידי מועצת המחקר השבדית לתשתית לאומית הוא 8 שנים. אם לאחר תקופה זו, התשתית נשארת בסדר העדיפות של מועצת המחקר, היא יכולה לבקש מימון לתקופה נוספת. תקציב תשתיות המחקר של מועצת המחקר בשנת 2014 עמד על 1230 מיליון קורונה (כ- 521 מיליון ש"ח¹⁰).

פירוט השקעות לבניה של תשתיות בעלות עניין לאומי לשנים 2015-2020:

- שדרוג מתקנים לאומיים: אין הערכת תקציב. מתוכנן לשנים 2018-2020.
- תשתיות אינטרנט (e-infrastructure): 850 מיליון SEK (קורונה שבדית) (כ- 360 מיליון ש"ח¹¹). מתוכנן לשנים 2015-2020.
- מיקרוסקופית ביולוגיה (Biological microscopy) וספקטרומטריה מסה (mass spectrometry): 150 מיליון SEK (כ- 64 מיליון שקל). מתוכנן לשנים 2016-2020.
- בסיס נתונים במדעי החברה וברפואה: 150 מיליון SEK (כ- 64 מיליון שקל). מתוכנן לשנים 2016-2020.
- מתקן רדאר EISCAT-3D: 150 מיליון SEK (כ- 51 מיליון שקל). מתוכנן לשנים 2015-2020.

¹⁰ לפי שער ביום 16 לינואר 2018.

¹¹ לפי שער ביום 16 לינואר 2018.

תחומי המחקר : מדעי החומרים, פיזיקה ומדעי ההנדסה, אנרגיה, מדעי הסביבה וכדור הארץ, בני אדם תרבות וחברה, מדעי החיים, תשתיות אינטרנטיות.
בדוח זה נכללו 22 תשתיות בבנייה, תשתיות ESFRI ותשתיות הזקוקות לשרוג.

מדעי החומרים

1. ESRF – סינכרוטרון. European Synchrotron Radiation Facility. התשתית עוברת שדרוג לשיפור הביצועים של המתקן. הפאזה השנייה של השדרוג מתוכננת לשנים 2015-2019. (תשתית ESFRI)
2. European Spallation Source - ESS – פיזור נייטרונים. בניית התשתית החלה ב- 2014, וניטרונים הראשונים צפויים ב- 2019. עד 2026 מתוכנן שלב היישום.
3. Neutron Spallation Source - ISIS – פיזור נייטרונים ממוקם בבריטניה. שבדיה הצטרפה בשנת 2015.
4. MAX-lab and the MAX IV laboratory – מעבדת סינכרוטרון לאומית של שבדיה.
5. Myfab – תשתית מחקר לאומית מבוצרת המבוססת על 3 מעבדות נקיות אקדמיות לננוטכנולוגיה שבבדיה. מבקשים להרחיב את התשתית במעבדה נוספת בשנת 2016.
6. Petra III – מתקן סינכרוטרון גרמני. קרן האור (beamline) תהיה אפשרית לשימוש בשנת 2016.
7. X-FEL - spallation source, נבנה בגרמניה. שבדיה היא בבעלות משותפת עם גרמניה.

נקודות לחיזוק:

- צורך גדול בתשתית אינטרנטית עבור כמויות עצומות של נתונים (אחסון, העברה, עיבוד וניתוח).
- Synchrotron light – קרני רנטגן המופקות בטבעות אחסון (storage rings) שבהם האלקטרונים מסתובבים במהירות האור. חשוב שהמעבדות והציוד ב-MAX IV ימשיכו להתאים את עצמן לשאלות הנובעות מתחומים שונים. בשנים הבאות, לחוקרים שבדיים יש סיכוי לקחת את ההובלה מכוח המיומנויות שפותחו ב-MAX IV. דבר זה דורש תכנון אסטרטגי מתמשך, מימון לטווח ארוך ופיתוח מיומנויות לאומיות בכל הרמות. זה דורש גם תיאום בין האוניברסיטאות ו-MAX IV.
- תשתית לטכנולוגיות מבוססות נייטרונים – פיזור נייטרונים (Neutron scattering) היא טכניקה שבה משתמשים בקרני הנייטרונים ללימוד המבנה והדינמיקה של חומרים שונים. יש צורך גדול להכשיר דור חדש של חוקרים שבדיים בתחום, ובאופן ספציפי, רמת מומחיות גבוהה יותר בפיתוח פרויקטי מכשור, כך שהם יוכלו להשתתף באופן פעיל בבנייה של ESS ולהיות חלק מהניסויים הראשונים. מהבחינה הטכנית, יש צורך גדול לפיתוח של גלאים.
- פיתוח של מכשור ורכיבים – אמנם חוקרים שבדיים מעורבים בסינכרוטרון ומקור נייטרונים, קבוצות מחקר שבדיות פחות מעורבות בפיתוח טכנולוגי בתשתיות. השתתפות בפרויקטי מכשור (כולל פיתוח של גלאים, רכיבים, תוכנה וכלי ניתוח) מניבה יתרונות בצורה של הזדמנויות להיות הראשונים לבצע ניסויים מתקדמים ולהיות בעלי ידע לייעול את ביצועי המכשירים.
- ניידות וקריירה – חשוב מאוד לחוקרים העובדים בתשתיות מחקר להיות בעלי קשר חזק לאוניברסיטאות באמצעות העברה זמנית לתפקיד אחר, ובכך לקבל הזדמנויות לקבל הכשרה בהוראה ובפיקוח.

מגמות בתחום:

- מתקני סינכרוטרון - Synchrotron light facilities. האתגר הטכני בכל מתקני הסינכרוטרון הוא להשיג יציבות מספקת ב-beamline optics, על מנת לאפשר מדידות על פני משטחים ונפחים קטנים מאוד (עד ל- 10 ננומטר), וכן יחס מקובל של יחס אות לרעש (signal-to-noise).
- Free-electron lasers – FEL – לייזרים אלקטרונים חופשיים. תחום זה מתפתח במהירות. מספר תחנות הניסוי האפשריות צפוי לגדול במשך 2-5 השנים הבאות.
- תשתית לטכנולוגיות מבוססות נייטרונים (neutron-based technologies) – השימוש בטכנולוגיות מבוססות נייטרונים התרחב גם לתחומים של כימיה פיזיקלית, הנדסה, ביולוגיה ורפואה. המשתמשים הנוכחיים של טכנולוגיות אלו הינם "משתמשים מומחים" או מפתחי מכשירים. כיום מספר המשתמשים גדל וקבוצות משתמשים חדשות נוספות להם נדרשת תמיכה.

- תשתיות מבוזרות – המגמה היא לרשתות גדולות ולאינטרנציונליזציה. יש צורך לסייע בהתחדשות של התכנים והפעילויות בתוך תשתיות אלו.

המלצות:

- השקעות נרחבות במחקר ובפיתוח טכנולוגי במדעי החומרים.
- בחינת המודל לבנייה, חידוש ופירוק של תשתיות מבוזרות.
- להפיק תועלת מהאפשרויות של מעבדת MAX IV למחקר ופיתוח השבדי.
- תעדוף של המחויבויות השבדיות בתשתית FEL – לייזר אלקטרוני חופשיים.
- להפיק תועלת מההזדמנויות שמגיעות מ-ESS למחקר השבדי.
- יוזמות להכשרה וקריירה בתשתיות לאומיות ובינלאומיות חשובות.
- תהליכים משופרים לתעדוף ובחירה של מחויבויות שבדיות, בעיקר בתחומים של נויטרונים, סינכרוטרון ולייזר אלקטרוני חופשיים.
- צורך בתשתיות חדשות לניתוח חומרים.

פיזיקה ומדעי ההנדסה

8. CERN – מאיץ חלקיקים. LHC.
9. ESO – מצפה האירופאי הדרומי. ארגון בינ"ל של אסטרונומיה. בשנים הבאות נבנה טלסקופ (מראות של 39 מטרים) ויושלם בשנת 2023.
10. FAIR – מתקן מחקר לאנטיפרוטון ויונים.
11. CTA – מערך טלסקופ Cherenkov.
12. SKA – טלסקופ רדיו לצפייה ביקום, רדיו אסטרונומיה.

נקודות לחיזוק:

- אסטרונומיה ופיזיקה תת אטומית. למחקר השבדי בתחום האסטרונומי אין תיאום לאומי, החוקרים מגישים בקשות למשבצת זמן בתחרות פתוחה, ולעיתים, ההשתתפות המחקרית השבדית קטנה יחסית לכסף המושקע. ישנה בעיה בהשתתפות בבנייה של התשתיות. חשוב שההשקעות הגדולות בתשתיות בינלאומיות יעש יחד עם יוזמות לתעסוקה, כך שחוקרים שבדים יוכלו להשתמש בהם.
- מדעי ההנדסה. אין מענקים מבצעיים שוטפים המשולמים לתשתיות מחקר בתחום. הפעילות של החברות השבדיות הועבר לחו"ל, וזה יכול להוות חולשה לתחום.
- צורך בתשתיות אינטרנט. גורם משותף לכל התשתיות בתחום של פיזיקה תת אטומית ואסטרונומיה הוא שהם מפיקים כמויות עצומות של נתונים שיש צורך לעבד ולנתח. יש צורך ביכולות אחסון ו-HPC.

מגמות בתחום:

- אסטרונומיה. מכשור חדש עם רזולוציה גבוהה יותר ואורכי גל רחבים יותר תורמים להבנה של פיזיקה מורכבת. מגמה נוספת הם פרויקטים גדולים יותר למיפוי, שבהם נאספים כמויות גדולות של נתונים.
- פיזיקת חלקיקים אסטרונומיים (Astroparticle).
- פיזיקת חלקיקים.
- פיזיקה גרעינית, הידרונית (hadron) ויונית.
- מדעי ההנדסה. ישנם מספר השקעות במקורות אנרגיה חלופיים, כולל דלקים ירוקים, אנרגיית רוח ואנרגית גל.

המלצות:

- המשך פעילות בנושא האסטרונומיה ופיזיקת חלקיקים אסטרונומיים.
- המשך חברות ב-CERN.
- הגברת התיאום ברמה הלאומית עם מדעי ההנדסה.

- תמיכה בתשתיות אינטרנט.

מדעי הסביבה וכדור הארץ

- 15. EISCAT 3D (חלק מתשתית EISCAT) – מחקר בנושאים של הזוהר הצפוני, פיזיקת פלזמה ואטמוספירה, מטאוריטים, חלל ורדיו אסטרונומיה. בשלב בנייה.
- 16. ICOS (Integrated Carbon Observatory System) – מדידה וכימות של פליטה וספיגה של גזי חממה בין האדמה/המים והאטמוספירה.
- 17. SITES – תשתית חדשה שהוקמה בנושא מערכת אקולוגית.

נקודות לחיזוק:

- מחקר ימי, כולל כלי שייט מחקריים. הבעיה שכרגע יש תת אופטימיזציה של השימוש בכלי השייט, יש צורך ביותר תיאום ושיתוף פעולה לאומי.
- מחקרי סביבה. חסרים תשתיות נתונים לניתוח טוקסיקולוגיה וזיהום סביבתי.
- מחקרי אקלים, חלל וכדור הארץ.
- תשתיות אינטרנטיות מתאימות.

בני אדם, תרבות וחברה

- 18. CESSDA – תשתית למדעי החברה, כוללת אוסף נתונים ומידע.
- 19. ESS – שאלון חברתי אירופאי.
- 20. SHARE - סקרים הקשורים לבריאות, זקנה ופרישה.
- קיים צורך רב בתיאום וגיבוש של מאגרי המידע הקיימים בתחומי מדעי החברה והרפואה (בריאות הציבור ואפידמיולוגיה). כמו כן, צריך להניח את היסודות להקמה של תשתיות חדשות גם במדעי הרוח.

מדעי החיים

- 21. BBMRI – בנק ביולוגי אירופאי.

צורך בתשתיות עתידיות:

- National coordination of biobanks, databases and registers – **תשתית עתידית**. יש צורך בתשתית שתתאם בין המשאבים של כל התשתיות הקשורות לתחום.
- Infrastructure for laboratory animals and model organism – **תשתית עתידית**. יש צורך הלקים למעבדת מחקר בעלי חיים ומידול אורגניזמים, גם בצמחים וגל בבעלי חיים.

נקודות לחיזוק:

- יש צורך בתשתית לאומית לספקטרומטרית מסה ומיקרוסקופיה.
- מודלים של בעלי חיים. אין תיאום לאומי למשאבים בתחום.
- צורך בתשתיות אינטרנטיות.

תשתיות אלקטרוניות

- 22. The Nordic e-infrastructure Collaboration – NelC.

צורך בתשתיות עתידיות:

- אינטגרציה גדולה יותר בין קהילות לאומיות מדעיות באינטרנט לבין תשתיות אינטרנט.

מפת דרכים – שווייץ

תאריך: 2015.

מפת הדרכים מתוכננת להיות מיושמת בין השנים 2017-2020.

- **SERI (State Secretariat for Education, Research and Innovation)** מבעט: מחקר וחדשנות.

לינק למפת הדרכים:

https://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/roadmaps/switzerland_national_roadmap.pdf#view=fit&pagemode=none

המנדט החוקי לביצוע מפת הדרכים על ידי SERI הוצג ב- RIPA (Research and Innovation Promotion Act). מפת הדרכים מספקת סקירה כללית של תשתיות מחקר חדשות מתוכננות וכן של תשתיות בינלאומיות קיימות ששוויץ מעוניינת להצטרף אליהן.

מפת הדרכים אינה כוללת החלטות הנוגעות למימון אך משמשת ככלי לתכנון החלטות אלו על ידי הגוף המממן: Dispatch on the promotion of (ERI) Confederation under the ERI Dispatch (education, research and innovation). ה-Confederation נותן תמיכה משנית לתשתיות מחקר לאומיות ועבור השתתפות של תשתיות מחקר בהיבט הבינלאומי. המוסדות להשכלה גבוהה אחראיות לתמיכה בתשתיות המחקר. ה- SNSF (Swiss National Science Foundation) מממנת תשתיות מחקר המשמשות לפיתוח של תחומי התמחות בשוויץ ושלא נמצאות תחת האחריות של מוסדות מחקר אקדמיים או של ה-Confederation.

מפת הדרכים מיושרת עם מפת הדרכים של ESFRI 2016, על מנת לוודא שהתוצאות של הסקירה הלאומית יוכלו להשתלב בתכנון האירופאי על פי נקודת המבט השווייצרית.

מתודולוגיה לביצוע מפת הדרכים:

הגדרה תפעולית של תשתית מחקר:

- לתשתית תרומה מרכזית לפיתוח של תחום מסוים של ידע או מחקר (ערך מוסף מדעי).
- בתשתית משתמשים חוקרים רבים בשוויץ (חשיבות לאומית).
- התשתית פתוחה לקהילת החוקרים הלאומית והבינלאומית (גישה פתוחה).
- התשתית יכולה להיות ממוקמת במקום פיזי אחד או מאורגנת כרשת במספר מקומות עם מבנה ניהולי מרכזי.

תשתיות המחקר בשוויץ הינן בבעלות ציבורית או פרטית ומיושמות בטווח הבינוני והארוך (בדרך כלל יותר מ- 10 שנים). לפיכך, הן בדרך כלל חורגות מאופק התכנון של ERI. תשתית המחקר בדרך כלל לא מנהלת מחקר עצמאי כיעד העיקרי שלה, אלא המחקר נערך באמצעות חוקרים או קבוצות מחקר מתחומים מתמחים בשיתוף פעולה קרוב עם תשתית המחקר.

קיימים שלושה סוגים של תשתיות מחקר:

1. **תשתית מחקר של כלים:** ציוד בקנה מידה גדול, כגון מאיצי חלקיקים, טלסקופים, כלי מחקר, תחנות מדידה, וציוד מעבדה ייחודי.
2. **תשתית מחקר של מידע ושירותים:** מרכזי מידע למחקר ושירות למידע, כולל אוספי נתונים מדעיים וארכיבים, ספריות ואוספים, ומרכזי שירות ספציפיים לנושא מסוים.
3. **תשתית מחקר טכנית:** בעיקר תשתיות אינטרנט (e-infrastructures) (מחשבי על, רשתות, תכנות, רשתות מידע דיגיטליות מדעיות).

בהגדרה זו לא נכללים: תכניות מחקר כשלעצמם, מוסדות אקדמיים או מוסדות מחקר כשלעצמם, ציוד אישי, מתקני פיילוט, הדגמה ובדיקה, ארגוני קידום מכירות, מזכירות מדעית. על מנת לסקור תשתיות מחקר חדשות מתוכננות, ה- SERI וה- SNSF הפיצו קול קורא לבקשות בין אוקטובר 2013 לינואר 2014. הקול קורא היה פתוח לחברי אוניברסיטאות באופן עצמאי או קבוצתי. עבור תשתיות מחקר חדשות נדרש מכתב התחייבות חתום מהוועד המנהל של האוניברסיטה הרלבנטית, שבו המוסד מתחייב לספק מימון משותף או מימון המשך. תהליך מפת הדרכים מבוסס על שני שלבי הערכה:

בשלב הראשון נרשמו 47 פרויקטים חדשים. קרן המדע הלאומית השווייצרית (Swiss National Science Foundation - SNSF) העריכה את הפרויקטים ותעדפה אותם בשלוש קטגוריות (A - רלבנטיות מדעית גבוהה, B - רלבנטיות מדעית בינונית, C - רלבנטיות מדעית נמוכה) (סה"כ 41 פרויקטים מתוך ה- 47 שנרשמו). **הקריטריונים להערכת פרויקטים חדשים:**

1. **פוטנציאל מדעי/ יצירת ערך מוסף מדעי** במונחים של היבטים מתמחים ובינתחומיים: עד כמה שאלות המחקר משמעותיות ומקוריות כך שתשתית המחקר מסייעת בהן? באיזו מידה הם ישיגו ערך מוסף בהשוואה למחקר שכבר נערך?

2. שימוש ונגישות (לאומי, בינלאומי, אינטר-דיסציפלינרי): האם תשתית המחקר מתוכננת לשימוש נרחב ותהיה בעלת נגישות? באיזו מידה המיומנויות של המומחים ושל המשתמשים העתידיים מרמזים על כך שהתשתית תאפשר ביצוע של מחקר איכותי? באיזו מידה התשתית המתוכננת תהיה נגישה לקהילת המחקר?
3. ישימות: עד כמה תשתית המחקר המתוכננת תואמת את המצב הנוכחי של המחקר או הפיתוח במונחים של היבטים טכניים, לוגיסטיים, שיטתיים ותפיסתיים?
4. מימון ואינטגרציה מוסדית: באיזו מידה ניתן להבטיח את התרומה לטווח ארוך, המימון והאינטגרציה המוסדית של תשתית המחקר המתוכננת?
5. המשמעות של שווייץ כמיקום מדעי: באיזו מידה תשתית המחקר המתוכננת מתחברת לחזקות הנוכחיות במחקר בשווייץ או באיזו מידה היא מפצה על חולשותיו? באיזו מידה ניתן יהיה להבטיח קשרים בינלאומיים עם תשתית המחקר המתוכננת? איזה תפקיד יהיה לתשתית המתוכננת בהדרכה של מדענים צעירים?
- בשלב השני**, הפרויקטים שתועדפו לקטגוריה A (20 פרויקטים) נבחנו על ידי הגוף האחראי שאמור לממן אותם על פי שילובם בתכנון האסטרטגי וביישום הכספי של המוסד המממן. מתוך 41 פרויקטים חדשים שהוערכו על ידי SNSF, **הוצעו 23 פרויקטים חדשים** לסקירה מעמיקה או ליישום, 20 פרויקטים שסווגו בקטגוריה A ועוד 3 פרויקטים שסווגו כבעלות עדיפות על ידי הגופים האחראיים.
- בנוסף, מפת הדרכים מציגה שתי תשתיות מחקר של ESFRI ששווייץ כבר שותפה בהן: DARIAH-ERIC – תשתית מחקר דיגיטלית למדעי הרוח והחברה. Euro-Biolmaging – תשתית מחקר לטכנולוגיות הדמיה במדעים ביולוגיים וביו-רפואיים. קהילת המחקר בשווייץ מעוניינת להיות מעורבים בפרויקטים הבאים:

תשתיות ESFRI

ELI - תשתית מחקר Extreme Light.

CTA - טלסקופ צ'רניקוב.

SKA - מערך Square Kilometre

תשתית של ארה"ב

Neutrino Physics Programme at Fermilab

ההחלטה האם שווייץ יכולה להשתתף בתשתיות אלו תעשה על בסיס תוצאות עבודת ההערכה של SERI בתקופה שבין 2017-2020.

תקציב: הנפח הכלכלי של 41 הפרויקטים החדשים שסווגו בשלב ההערכה הראשון הוערך בכ- 652 מיליון פרנקים צרפתיים (כ- 561 מיליון יורו) סך העלויות לתקופה שבין 2017-2020 כולל עלויות השקעה ותפעול.

מדעי הרוח והחברה 5%, מתמטיקה, הנדסה ומדעי הטבע: 31%, מדעי החיים 39%, E-infrastructure 25%.

חלוקת זו על פי הקטיגוריות: A: 46.72%, B: 37.35%, C: 8.37%, ללא קטגוריה: 7.57%.

העלות הכוללת של 23 הפרויקטים שנבחרו הוערכה בכ- 337 מיליון פרנקים שווייצרים (כ- 290 מיליון יורו) לתקופה שבין 2017-2020.

מימון תשתיות המחקר על ידי גופי המימון של ה-Confederation: SNSF: 227.6 מיליון פרנקים שווייצרים, אקדמיה: 47.42 מיליון פרנקים שווייצרים.

חלוקת התחומים במפת הדרכים: מדעי הרוח והחברה, מתמטיקה, הנדסה ומדעי הטבע, מדעי החיים, E-infrastructure.

מפת הדרכים מציגה 27 תשתיות מחקר: 23 תשתיות מחקר חדשות מתוכננות ו- 4 תשתיות מחקר המבקשות להשתתף במחקר הבינלאומי.

תשתיות מחקר חדשות מתוכננות:

מדעי הרוח והחברה

1. Swiss Art Research Infrastructure (SARI) – **תשתית מחקר מבוססת רשת לצרכים ספציפיים של תולדות האמנות** ומחקר באמנות חזותית במדעי הרוח. **תשתית מחקר של מידע ושירותים.**

2. Swiss Digital Humanities Center (SDHC) – **התשתית תענה על בעיה כרונית של המחקר במדעי הרוח בשווייץ, בכך שתבטיח את הנגישות של נתוני המחקר במדעי הרוח ותפיץ את השימוש בטכניקות דיגיטליות מתקדמות וטכנולוגיות, כך שניתן יהיה לעבוד עם נתונים מדעיים ממדעי הרוח ממקורות עולמיים אחרים בתחום. תשתית מחקר של מידע ושירותים.**

3. Mixed-Reality Lab for Behavioral Research MIRAL – **מעבדת Mixed-Reality** למחקר התנהגותי. **תשתית מחקר של כלים, מידע ושירותים.**

מתמטיקה, הנדסה ומדעי הטבע

4. Swiss Laboratory for the Advanced Studies on the Dynamic Behavior of Materials (DynaMatLab) – **מעבדה ללימודים מתקדמים על ההתנהגות הדינמית של חומרים. תשתית מחקר של כלים.**

5. NEST (Next Evolution in Sustainable Building Technologies) – **פלטפורמת העברת מחקר וטכנולוגיה. הדור הבא של טכנולוגיות מובנות (Building Technologies). תשתית מחקר טכנית.**

7. The future of dark matter detection with liquid xenon XENONnT and DARWIN – **בנייה ותפעול של גלאי לזיהוי ישיר של חומר אפל בתחום פיזיקה ניסויית של אסטרו-חלקיקים. תשתית מחקר של כלים.**

8. ATHOS beamline at the Swiss X-ray Free Electron Laser SwissFEL – **לייזר אלקטרוני**
חופשיים של קרני רנטגן. דור חדש של מקורות אור המציעים יכולות ניסוייות חדשניות בתחומי המדע
השונים. **תשתית מחקר של כלים**.

9. Swiss Light Source SLS 2.0 – **סינכרוטרון** דור שלישי של אנרגיה אלקטרונית בינונית. **תשתית
מחקר של כלים**.

10. CDCl – Common Data Center for Astronomy, Astroparticle and Cosmology – התשתית
מציעה שירותים לפיתוח פעילויות מידע הקשור **לאסטרופיזיקה וחלל**, כולל אסטרו-חלקיקים
וקוסמולוגיה. **תשתית מחקר טכנית**.

11. Center for biomedical research in space – תשתית **מחקר שתאפשר גישה קלה למחקרים
בכבידה נמוכה**. **תשתית מחקר של מידע ושירותים**.

12. Centre de recherches en physique des plasmas CRPP / Swiss Plasma Center –
מעבדת פלזמה והיתוך. מטרתה לתרום לפיתוח העולמי של מקור אנרגיה חדש באמצעות תכניות
חינוך ומחקר. **תשתית מחקר של כלים**.

13. Swiss National Ion-microbe Platform (SwissNIP) – ניתוח איזוטופי יסודי, בר כימות
וברזולוציה גבוהה באמצעות **פלטפורמת Ion-microbe**. **תשתית מחקר טכנית**.

מדעי החיים

14. National Research Centre for Animal Cognition – הקמת רשת כמרכז מחקר והשכלה **ללימוד
האינטליגנציה של בעלי חיים**. **תשתית מחקר של מידע ושירותים**.

15. Swiss Center for Pediatric Pharmacology (SwissPedPha) – תשתית לביצוע מודלים
ממוחשבים וסימולציה, על מנת להשיג תוצאות אופטימליות של **עיצוב וניתוח של מחקרים קליניים
ושל תינוקות, ילדים ומתבגרים** לכל מרכזי המחקר השווייצריים. **תשתית מחקר של מידע ושירותים**.

16. Swiss Center for Musculoskeletal **Biobanking** and Imaging and Clinical Movement
Analysis – מחקר אקדמי **במערכת התנועה** לשיפור הטיפול בבעיות שלד ושרירים.

17. Neuchâtel Platform for Analytical Chemistry (NPAC) – פלטפורמה לשירותי **כימיה אנליטית
למוסדות אקדמיים ולתעשייה**. **תשתית מחקר טכנית**.

18. Swiss National High-Field Solution NMR Facility – עוצמת שדה מגנטי **לספקטרומטריה
NMR** למערכות ביו-מולקולריות.

19. BioMedIT “Information and computational service infrastructure network to support
biomedical research in Switzerland” – **מחקר ביו-רפואי**, ביואינפורמטיקה קלינית, ביולוגיה
חישובית ותשתית שירות חיונית. **תשתית מחקר של מידע ושירותים**.

20. SwissPedNet – Swiss Research Network of Clinical Pediatric Hubs – **מתקנים קליניים
לילדים** הממוקמים בשמונה בתי חולים אקדמיים. **תשתית מחקר של מידע ושירותים**.

E-infrastructure

21. Swiss High-Performance Computing and Networking Initiative (HPCN/HPCN-20) –
המטרה היא לפתח ולתפעל מעבדת משתמשים תחרותית **למדע מבוסס סימולציה**, ולאפשר למדענים
להסביר נתונים ניסויים של מערכות מורכבות עם שיטות מתמטיות מתקדמות. משאבי המעבדה נגישים
גם ברמה העולמית. **תשתית מחקר טכנית**.

22. The Swiss edu-ID and the Swiss Academic Cloud based on the Academic Network
SWITCHlan – תשתית המספקת **שירותי מידע ותקשורת** למחקר והשכלה. **תשתית מחקר של
מידע ושירותים**.

23. Initiative for Data Science in Switzerland (IDSS) – הרחבת הידע באמצעות ניתוח של נתונים בנפח גבוה, ממוסכים ברעש והטרוגניים. התשתית מאפשרת להבין, למדל ולנבא מערכות מורכבות כגון רשתות חברתיות, שווקים כלכליים, מערכות מזון עולמיות, סביבה ותכנון עירוני. תשתית מחקר של מידע ושירותים.

בחינת השתתפות בתשתיות מחקר בינלאומיות

מתמטיקה, הנדסה ומדעי הטבע

24. ELI: Extreme Light Infrastructure (Laser facilities) - ניסויים באינטראקציות של חומר-אור בעוצמות הגבוהות ביותר, בפרקי זמן הקצרים ביותר וטווח ספקטרלי הרחב יותר. פרויקט של ESFRI.

25. CTA: Cherenkov Telescope Array (TeV astroparticle physics facility) – מערך טלסקופ צ'רניקוב. מתקן מתקדם לאסטרונומית קרני גמא באנרגיה גבוהה מבוססת קרקע. פרויקט של ESFRI.

26. SKA: Square Kilometer Array (Radio telescope) – בנייה של טלסקופ רדיו הגדול ביותר, על פני מיליון מטרים רבועים של שטח איסוף. פרויקט של ESFRI.

27. Neutrino Physics Program at Fermilab (Chicago, USA) – מאיץ חלקיקים, פיזיקת חלקיקים. פרויקט של ארה"ב.

מפת דרכים – בריטניה

תאריך: דוח בנושא "השקעה לצמיחה: תשתית הון למאה ה-21", יצא בשנת 2012, ומהווה עדכון למפת הדרכים שנכתבה בשנת 2010.

ארגון מבצע: RCUK (Research Councils United Kingdom) – מועצתו המחקר של בריטניה.

לינק לדוח:

https://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/roadmaps/uk_national_roadmap.pdf#view=fit&pagemode=none

מסגרת העבודה המוצגת בדוח נערכה על ידי ה-RUCK יחד עם קבוצה מייעצת (Advisory Group) המורכבת מיועצים אסטרטגיים מכל מועצת המחקר ויועצים חיצוניים. ניסוח מסגרת עבודה זו עודכנה גם על ידי שותפיות עם מגוון של סוכנויות בבריטניה המעוניינות בהשקעת הון למחקר, כולל מועצות המימון של בריטניה (UK Funding Councils), מועצת האסטרטגיה הטכנולוגית (The Technology Strategy Board) וסוכנות החלל הבריטית (UK Space Agency).

מתודולוגיה לביצוע מפת הדרכים:

מבנה מסגרת העבודה: ההתבוננות על ההשקעה במחקר נעשתה בשני אופנים שונים:

- פיתוח של תשתית הון לאומית למחקר התומכת במרחב היכולות של מחקר ופיתוח טכנולוגי.
- יצירה של תשתית הון לאומית למחקר היכולה להתמודד עם המחקר בעדיפות הגבוהה ביותר, עם האתגרים הטכנולוגיים וההזדמנויות של המחר.

על מנת להחליט באילו תחומים ונושאים יש צורך בהשקעת הון, RUCK הקימה קבוצה מייעצת המורכבים מיועצים מומחים מתוך המועצות וכן קבוצה מייעצת המורכבת מיועצים מומחים חיצוניים.

בנוסף, RUCK ערכה סקר בקרב אוניברסיטאות, ארגוני מחקר, ועסקים לגבי סך השקעת ההון הנדרשת. הנסקרים נדרשו לענות על שתי שאלות מפתח: השקעות הון משמעותיות הנדרשות ב-10 השנים הקרובות כדי להבטיח יכולת לאומית במחקר; אתגרים מרכזיים מהבטחת השקעות ההון.

התגובות שהתקבלו הראו כי הצורך בהשקעה, מבחינת נפח ההשקעה ודחיפות הצורך, היה בתחומים: תשתיות אינטרנט כולל HPC (High performance computing) ואחסון מידע; חידוש ושדרוג של פרויקטים לשימור יכולות; הדרכה ופיתוח יכולות; פיתוח של כלי מחקר; בנקים ביולוגיים; מצב הפלטפורמות

הטכנולוגיות ומתקנים מיושנים; הדמיה כולל מקרוסקופיה, ספקטרומטריה מסה, MRI ו-NMR; ובולוגיה סינתטית.

הדוח מתחלק לשני סוגים של השקעות הון נדרשות: סוג אחד מדבר על יכולות המחקר הלאומיות והסוג השני מפרט את האתגרים המחקריים והזדמנויות להשקעות הון בתחומים השונים.

יכולות מחקר לאומיות - חלק זה מזהה את הצרכים הלאומיים הבסיסיים לתשתיות "בסיס", הנדרשות לספק ציוד עדכני החיוני לחוסן המחקר בבריטניה.

1. תשתיות אינטרנט (E-Infrastructure)

RUCK עובדת בשיתוף פעולה עם המועצה לתשתיות אינטרנט (E-Infrastructure Leadership Council – ELC) לפיתוח השקעה עתידית בתחום. השקעה כספית נדרשת על מנת לבנות תשתית משולבת ונגישה להנעת יצור הידע המחקרי. המחקר בדיסציפלינות השונות דורש מערכת אקולוגית של משאבי מחשב (e-infrastructure) המאפשרים שיתוף פעולה מחשבי מבוצר, ניתוח וסימולציה בקנה מידה גדול, וגישה מהירה לנתונים ומתקנים, יחד עם יכולות מתקדמות, שיטות וכלים הנדרשים לניצול הפוטנציאל ליצירת ידע. נדרשת השקעה בכל הפרמטרים של תשתיות אינטרנט: מחשבים, תוכנה, נתונים, יכולות, אבטחה ואימות, רשתות.

בשנת 2011 פורסם דוח של הקבוצה המייעצת לתחום (E-Infrastructure Advisory Group - e-IAG). על פי דוח זה, המודל הנוכחי של השקעה ברמה הבינונית (אוניברסיטאות), שבו כל מוסד מחקר משקיע במחשוב בעל ביצועים גבוהים (HPC – High performance computing) אצלו בלבד, אינו מודל אופטימלי מבחינת יעילות. יש צורך בשיתוף פעולה ברמה של אוניברסיטאות מקומיות ואזוריות על מנת להבטיח שהשקעות עתידיות "יחברו" למניעים אסטרטגיים אזוריים וארציים. יש צורך בשיתוף של משאבי חומרה, היות והיקף הדרישה בחומרה הוא מעבר ליכולת המימון של ארגונים בודדים.

מרכזי מידע ותוכנה: האתגרים בתחום **עיבוד הנתונים, אחסון ואצירתם** בתחומי מחקר רבים הם עצומים. פרויקטים שונים דורשים נפח גדול של מחשוב עבור עיבוד נתונים ואחסון, וכן צורך בפיתוח קוד חדש ושדרוגים לבסיסי קוד קיימים, על מנת לוודא גם את התקדמות המדע וגם אימוץ של יכולות בתעשייה. **טרנספורמציה דיגיטלית במדעי הרוח והחברה:** בהקשר של "ארכיב אינסופי" והפוטנציאל של הטכנולוגיה לפתח דרכים חדשות **לחקור חפצים היסטוריים, נתונים ומורשת** ולתמוך בפיתוח של מחקרים יצירתיים חדשים, חיוני שהחוקרים בתחומי מדעי הרוח והחברה יוכלו לנצל את הפוטנציאל של תשתיות אינטרנט באיכות גבוהה.

E-Infrastructure למדעי החיים: ההשקעה נדרשת על מנת לבנות **תשתית נגישה ומשולבת ולעודד יצור ידע במדעי החיים**, כך שהתשתית תהיה נגישה לטכנולוגיות אינפורמטיביות, כלליות או מותאמות לצרכים האסטרטגיים של תחום מסוים. הפלטפורמה תשתף נתונים, כוח מחשוב, תוכנה, הדרכה ותמיכה של מומחים, ותהיה משולבת עם מאגרים אירופאיים מרכזיים (כגון European Bioinformatics Institute, ELXIR).

אשכולות מקומיים: **ההשקעה האחרונה באשכולות מקומיים של 10 מיליון יורו שטרלינג (11 מיליון יורו)** הניבה שיתופי פעולה מחקריים מצוינים. קיים צורך בהשקעה נוספת על מנת לעודד את המשך שיתופי הפעולה ומימון של פיתוח התוכנה. המרכזים שמומנו יפתחו **מודלים מסחריים ושירותים עבור משתמשים בתעשייה**, תוך הורדת המחסומים לכניסת התעשייה.

שירותי המידע של בריטניה (The UK Data Service): שירותים אלה מהווים חלק קריטי מתשתית הנתונים (איסוף, הטמעה, אחסון ואספקת כלים) המספקת גישה למגוון חסר תקדים של **נתונים חברתיים וכלכליים, לאומיים ובינלאומיים**, ליותר מ-23,000 משתמשים.

השקעה בביצועי מחשב גבוהים (HPC-High Performance Computing): לאומיים ובינלאומיים: קהילת המחקר נזקקת לגישה לטכנולוגיה שהיא בחזית המדע על מנת לשמר את התחרותיות במחקר, ולכן **נדרשת השקעה בתשתית HPC**. בתחום זה נדרשת **השקעת הון של 145 מיליון לירות שטרלינג (165.5 מיליון יורו)**. מעבר להשקעה זו נדרשת גם השקעה במשאבים.

2. מתקני מחקר לאומיים

מועצות המחקר (RUCK) מתחזקות את התשתית הלאומית ברמה עולמית מובילה. זה עומד במבחן של עלות-תועלת בגישה ליכולות, אספקה של מומחים ותמיכה למקסום היעילות והאפקטיביות של משתמשים באקדמיה ובתעשייה וקירוב בין הקהילה האקדמית לתעשייה ליצירה של תכניות משותפות.

RUCK אחראית לתפעול של 3 מתקני מחקר לאומיים גדולים. מתקנים אלו מספקים מידע מבני ותפקודי ברמה המולקולרית בתחומים כגון מדעי החומרים, כימיה וקריסטלוגרפיה ביולוגית.

אלמנט חשוב של התשתית הלאומית הוא פלטפורמה בעלת ציוד וכלים למחקר סביבתי ולתצפיות: לוויינים, כלי שיט מחקרניים ומטוסים, כלי שיט בלתי מאוישים ובסיסים בקטבים. **נדרשת השקעה לשדרוג או להחלפה של הפלטפורמות עצמן וכן של מכשור אינטגרלי למדידה וניתוח.**

מרכזי חדשנות המספקים גישה למחקרים עבור חברות קטנות מאפשרים גישה לעסקים מתפתחים וגישה ליכולת עדכניות. הצמיחה מקודמת על ידי יצירה של אשכולות עסקים מתפתחים סביב יכולות מחקר מסוימות, תוך התבססות על תשתית המחקר ועל זרימת אנשים מיומנים לתחום.

תעשיית גידול בעלי החיים מהווה מקור עיקרי בתחרותיות של בריטניה. על מנת לשמר ולפתח את התעשייה יש צורך ביכולות מחקר מובילות בתחום מחלות בעלי החיים. השימוש בבעלי חיים למחקר נעשה כאשר זה חיוני, בעיקר בתחום הביו-רפואה.

תשתיות מחקר לאומיות נדרשות:

תשתית לחקר בעלי חיים: נדרשת השקעה בתיקון וחיידוש של **מתקנים לבעלי חיים** על מנת להבטיח סטנדרטים של מחקר מודרני חיוני על בעלי חיים ארסיים ומחלות בני אדם.

פיתוח חדשנות בקמפוסים: הפיתוח כולל אספקת מבנים, מתקנים משותפים ותשתית פיזית **לשיתוף פעולה בין קבוצות מהאקדמיה ומהתעשייה.**

מתקנים גדולים: חשוב שתהיה **השקעה מתמשכת בשדרוג וחיידוש של המתקנים** על מנת להיות בחזית הטכנולוגיה:

- Diamond Light Source – מתקן לאומי של **סינכרוטרון** (חבר במתקן הסינכרוטרון האירופי ESRF). נדרשת תוספת בתחום הפיזיקה של beamline, מתקן למיקרוסקופ אלקטרוניים והרחבה של המעבדה לסינכרוטרון.

- ISI – מתקן **מאיץ**, הנותן גישה למתקני המחקר הטובים בעולם למחקר באמצעות פיזור נייטרונים (neutron scattering) וספקטרוסקופית מיואון (muon spectroscopy); התשתית דורשת שדרוג הכולל אופטימיזציה של מערכת למיקוד מטרה (original target-moderator system), ציוד, תיקון המאיץ הליניארי, והשקעה בטיפול מרחוק של מתקני ניסוי.

- Central Laser Facility – **מערכת לייזרים** (Vulcan) בעוצמה גבוהה לשימוש הקהילה המחקרית. פיתוח של Vulcan 10PW הוא שדרוג חיוני על מנת לשמר על מובילות בתחום.

פלטפורמות גדולות למחקר סביבתי ותצפיות: סדרי העדיפויות להשקעה כוללות: חיידוש של יכולות התעופה למדידות אטמוספיריות; ציוד לפריסה של Unmanned Aerial Vehicles (כלי טיס בלתי מאויש); שיפור יכולת ההדמיה ומכשור הדמיה למטוסים הפועלים גלובלית, כולל אזורי הקוטב; חיידוש של אנייה שוברת קרח למחקרים בקטבים; חיידוש הבסיס באנטרקטיקה על מנת לספק מתקנים עדכניים העונים על צרכי בריאות ובטחון ולמתקנים העוסקים באנרגיה.

מרכז לאומי לאפיון מחלות: הקמת מרכז **לגנומיקה של חולדות** להבנה של המכניזם המולקולרי וכן של הפעולה והתגובה ההדדית של גורמים גנטיים וסביבתיים במחלות.

הקמה של מוסדות/מועצות מחקר:

- יוזמות של תשתיות מדעיות להפחתה של **עקבות פחמן** כולל שימוש בתאים פוטואלקטריים (photovoltaic), **קירור מי ים** ותכניות חדשות כגון תחנות כוח המופעלות באנרגית רוח ותרמו סולאריות לתחנות באנטרקטיקה, וקצירת מי גשמים.

- יוזמות לתחזוקה ארוכת טווח **לניהול תשתיות באמצעות גישה פרואקטיבית מבוססת סיכונים** לבנייה, שיפוצים והחלפה, ושדרוג רשת.

רובטיקה וכלי רכב אוטונומיים: השקעה בתחום זה תפתח יכולות שיכולות להיות מתורגמות לתחומים חשובים כגון מדעי הים, ניטור, ודור חדש של כלי שיט.

מדעי המורשת: על מנת להיות בחזית תחום המורשת יש צורך בגישה משולבת למגוון רחב של כלים מתקדמים, מתקנים, ציוד וגלאים על מנת לתמוך בגישות אינטר-דיסציפלינריות המסוגלות לענות על הבעיות במדעי המורשת שלא ניתן לענות עליהן באמצעות טכניקה אחת בלבד. צורך חשוב ודחוף הוא

לנצל את ההתפתחויות האחרונות של ציוד אנליטי מדעי על מנת לאפשר ניתוח באתרים עצמם (מוזיאונים, נכסים היסטוריים ואתרים ארכיאולוגיים).

3. ציוד חדש וטרנספורמטיבי

המתקנים הלאומיים מספקים גישה למשאבים וליכולות ייחודיות שהינם יקרים, אך נוף מחקרי בריא דורש גם ציוד עדכני להבטחת בסיס מחקר תחרותי בהקשר הבינלאומי. בנוסף לשדרוגים הנדרשים של משאבי המעבדה, התפתחויות בטכנולוגיית המכשור, ה-IT והאוטומציה, יש צורך בזרם קבוע של ייצור של כלים חדשים המאפשרים את המהירות, הרזולוציה והדיוק שבהם ניתן לבצע את המחקר. נדרשת תשתית טכנולוגית מתקדמת לוודא שהדור הבא של המדענים יהיו מיומנים בשימוש בכלים כשהם נכנסים לכוון העבודה.

לבריטניה יש בסיס תעשייתי חזק בתחומים מסוימים של כלי מחקר, כגון mass spectrometry, וניסיון בפיתוח של תוכנה וכלים אחרים לשימוש בטכנולוגיות מתקדמות, המהווים הצלחה מבחינה מסחרית. מחזור ההשקעה וההחזר של הכלים יכול להיות מושג באמצעות התמיכה של מועצות המחקר ושל מוסדות מחקר עיקריים על מנת להשיג את הטכנולוגיות המתקדמות ביותר ולחקור את השימוש בהם מיד לאחר שהם נכנסים לשוק.

תחומים בהם נדרשת השקעה: MRI, מיקרוסקופ אלקטרוני, מיקרוסקופיה ברזולוציה גבוהה, הדמיה בתפוקה גבוהה, ומאגרים לתמיכה, שיתוף וניהול של מידע.

התקציב למיקרוסקופיה למיליון הפער בתחום ההדמיה עבור מחקר ביו רפואי של 18 מיליון לירות שטרלינג (20.5 מיליון יורו) מתגמד לנוכח ההתפתחויות במחקר לדוגמה, צרפת לאחרונה תקצבה סכום של 66 מיליון יורו עבור רשת מתואמת והרמונית של ביו הדמיה והדמיה למחקר פרה-קליני, למחקרים קליניים, וללימודי אוכלוסייה.

מתקני מאיצים: מאיצי חלקיקים נמצאים בלב המחקר הפיזיקלי בתחומים רבים. השקעה בטכנולוגיות חדשות ופיתוח של מתקני ניסויים יאפשרו פיתוח של מאיצים זולים וקטנים יותר ויגדילו את היישומים שלהם בתחום הרפואי והביטחוני בשיתוף עם התעשייה:

- מקורות **סינכרוטרון** משמשים בתחומים רבים כולל כימיה, מורשת תרבותית, מדעי כדור הארץ, הנדסה, מדעי הסביבה, מדעי החיים, פיסיקה ומדעי החומרים גם לאקדמיה וגם לתעשייה. מיליון הצרכים של הקהילה הבריטית נעשה בעיקר על ידי גישה לתשתית האירופית ESRF ובאמצעות המתקן הלאומי Diamond Light Source. סדרי העדיפויות לתשתית Diamond Light Source כוללות הנדסת beamline נוספת ותשתית נוספת למקסום היישומים של beamlines בהדמיה ובמיקרוסקופית הקפאת אלקטרוני (cryo-electron) (EM), וכן שדרוגים מתוכננים ב-ESRF.
- **The Electron Beam Test Facility (EBTF)** – מאפשר לימוד של **לייזר אלקטרוני חופשי מפולסים** (pulse free electron lasers) המאפשר למדע תחומים חדשים היות והוא מספק פולסים קצרים מאוד ואינטנסיביים של אור. נכון לכתיבת הדוח, בריטניה לא חברה בשום מתקן בינלאומי ואין לה מתקן משתמשים לאומי. חוסר של גישה מובטחת למתקן FEL (Free-Electron Laser) האירופי ממצב את הקהילה המדעית הבריטית בעמדת חיסרון מול מתחרים בינלאומיים ומשאיר את בריטניה בחוסר יכולת לממש את ההזדמנויות למנף השקעות לתוך בריטניה באמצעות שותפויות של מחקר ופיתוח.
- **The Muon Ionisation Cooling Experiment (MICE)** – שיתוף פעולה בינלאומי של פיזיקאים מתחום **המאיצים והחלקיקים** מאירופה, ארה"ב ויפן.

תשתית מחקר בכימיה: תשתית המכשור שנדרשת בכימיה ומחקרים קשורים דורשת השקעה חוזרת מתמשכת. המחלקות המובילות בבריטניה מתכננות לעצב **רשת מתואמת לאומית** כדי לשתף פעולה בתוכנית מתואמת לשדרוג לאומי של "ארבעת טכניקות הליבה": ספקטרומטריה מסה (mass spectrometry), דיפרקציה של קרני רנטגן (x-ray diffraction) ומיקרוסקופיה ברמה האטומית (atomic-level microscopy).

מתקן Dark Fibre – מחקר ברשתות תקשורת בעלות קיבולת גבוהה אינו יכול להתבצע ללא גישה לסיבי תמוסרת אופטיים (Optical transmission fibre). נדרש חידוש ושדרוג של מתקן Dark Fibre, שבו ניתן לבחון את החדשנות הטכנולוגית בתנאי שידור מציאותיים, מעבר למה שניתן בסביבת מעבדה. השקעת הון מתאימה תאפשר השפעה גדולה יותר על תחום זה.

המסה של הליום: הליום נוזלי הוא אחד מהעלויות המתכלות העיקריות בפיזיקה של חומר מעובה (CMP Condensed Matter Physics -). היכולת לבצע CMP בטמפרטורות נמוכות רלבנטית לתחום הקוואנטום. בעוד שאפשרויות ללא cryogen הקיימות כיום עבור רוב חלקי הציוד הם פחות יעילים מאשר המסה של הליום ומערכת לשחזור גז. ההערכה היא כי חמש או שש מערכות המסת הליום נדרשות בבריטניה על מנת להשלים את אלו הקיימים היום.

לייזרים של מתח גבוה: הייצור של **קרני רנטגן באנרגיה גבוהה** במערכות קומפקטיות יוביל למערכות בעלות נמוכה שיכולות להיות מיושמות ביישומים כגון: שימוש במערכות לייזר להקרנה של נוזלים אסורים בנמלי תעופה/סחורות בלתי חוקיות בתחבורה; מערכות לייזר בעלויות מופחתות; הדמיה רפואית.

תפוקה גבוהה בגנומיקה ומדעי החיים: טכנולוגיות אוטומטיות ורובוטיות המספקות את היכולת **לעקוב אחר מספרים גדולים של דגימות** באופן אוטומטי, ובאמצעות שימוש במערכות מידע מעבדתיות סטנדרטיות (LIMS) לאחסן ולשתף את הפלט באופן גלובלי.

יכולות לאומיות בטכנולוגיות הדמיה של הדור הבא: נדרשת תכנית לאומית להשקעה בתשתית של טכנולוגיות של הדור הבא על מנת לשמר את בריטניה בשיא הטכנולוגיה.

יכולות בתחום הניטרונים (Neutron) – הניטרונים מספקים מידע לגבי **הסידור והתנועה של אבני הבניין האטומי** ומהווים כלי חשוב בדיסציפלינות השונות כגון פיזיקה, כימיה, ביולוגיה ומדעי החומרים. נדרשת גישה קוהרנטית לאספקה של מקורות ניטרונים באירופה על מנת לענות על צרכי המדע של מדענים בריטים, כולל המשך עבודה ושדרוגים של המתקן ILL (Institut Max von Laue-Paul Langevin) האירופי, שבו שותפה בריטניה, המתקן הלאומי ISIS (ISIS Neutron Source Facility), וכן מתקן האירופאי של ESS - Spallation Source.

אתגרים מחקריים והזדמנויות להשקעות הון

הדוח זיהה 7 תחומים בהם אותרו אתגרים למובילות מחקרית עולמית:

הבנה כיצד העולם הטבעי עובד

על מנת להבין כיצד העולם הטבעי עובד נדרש מחקר על פני חלל וזמן, והבנה של אבני הבניין הבסיסיים של העולם ועד לסביבה הטבעית המורכבת של כדור הארץ. הדוח מציג 6 תשתיות מחקר:

1. **SKA (Square Kilometre Array) – Astronomy infrastructure** – מתקן **רדיו-אסטרונומיה** בקנה מידה גלובלי. תשתית מבוצרת (בריטניה, אפריקה הדרומית ואוסטרליה). התשתית מופיעה במפת הדרכים של ESFRI.
2. **Earthsense** – מערכת לבדיקת בריאות עבור הסביבה שתספק תשתית לאומית משולבת, להתבוננות ולניתוח הרכיבים המקושרים של **אוויר-אדמה-קרח-מים** של הסביבה השולטים בתנאי המחייח העתידיים ואסונות טבע.
3. **European Extremely Large Telescope (E-ELT)** – **טלסקופ שמפותח על ידי המצפה הדרומי** האירופי. רמת הרגישות של הטלסקופ תאפשר לראשונה תצפית ישירה על כוכבי הלכת במערכות שמש אחרות. התשתית מופיעה במפת הדרכים של ESFRI.
4. **Incoherent Scatter Radar (EISCAT)** – תשתית בינלאומית אירופית החוקרת את **האטמוספירה העליונה והאזורים הקרובים לכדור הארץ** של המרחב הגיאוגרפי. יש צורך בשדרוג נרחב שח יכולות הטכניות של הרדארים הקיימים. התשתית מופיעה במפת הדרכים של ESFRI.
5. **Particle astrophysics and neutrino experiments** – **פיזיקת חלקיקים**, גלאי גלי כבידה מבוססי קרקע, גלאי חומר אפל וקרינה קוסמית גבוהה. מעורבות בפתוח של הדור הבא של גלאים תניב יכולת השתתפות של בריטניה במחקר העולמי. בריטניה כבר משתתפת בפרויקט CTA (טלסקופ צ'רניקוב) של ESFRI.
6. **Particle and nuclear physics (LHC)** – מאיץ חלקיקים הדרון ב-CERN. השקעה בתכנית השדרוג של LHC הינה חיונית להמשך המחקר והבנת הטבע הבסיסי של העולם. למרות שלבריטניה אין מתקן מקומי היא מובילה בתכנית למחקר בפיזיקה גרעינית והשתתפותה בפרויקטים העולמיים (כמו FAIR

- Facility for Antiproton and Ion Research) תשמור על מובילות עולמית שלה. פרויקטים המופיעים במפת הדרכים של ESFRI.

אבטחת מזון ומים

ייצור המזון העולמי יגדל ב- 40% עד שנת 2030, וב- 70% עד שנת 2050 (דוח UNEP, 2012). המים צפויים להיעשות נדירים יותר והתחרות על אדמה תגבר. בריטניה צריכה לדאוג להגדלת תפוקת המזון במדינה. הדוח זיהה 4 נושאים בהם יש צורך בהשקעה:

7. **Countering the threats of animal-borne disease** – בבריטניה יש הצלחה כתוצאה מאסטרטגיה של חיסון נגד הנגיף midge-borne bluetongue המשפיע על בעלי חיים. יש צורך בהמשך השקעה הן בטכנולוגיות להעברת נתונים בתפוקה גבוהה והן במתקני כליאה ברמה גבוהה, שיאיצו את **האפידמיולוגיה המולקולרית** והיכולת לפתח חיסונים, ויאפשרו תגובה מהירה יותר לאיומים של מחלות בעלי חיים.

8. **Farm- and Landscape-scale Platforms** – מתקן מחקר של חווה חלוצית המספק את היכולת לבחון, בקנה מידה של משק, את **התפוקה והשפעות הסביבה על חקלאות בעלי חיים**. יש להקים מתקנים נוספים באזורים אחרים וליצור מחקר משותף ביניהם.

9. **Water technology and innovation test bed** – יש צורך בטכנולוגית שוק מקדים ומתקן ניסוי וחדשנות **במחקר המים** בבריטניה על מנת לספק את צרכי השוק הפרטי.

10. **חיטה** – השיפור **בגידול החיטה** אינו עומד בקצב של השיפורים שנעשו בגידולי דגנים אחרים בשנים האחרונות. נדרשים משאבים על מנת לתמוך במאמץ בינלאומי משותף כדי ליישם הבנה של ביולוגיה מולקולרית מודרנית וגנטיקה.

בריאות, מחלות זקנה

ככל שהאוכלוסייה מזדקנת יש צורך בגישות חדשות להבנת הביולוגיה של הבריאות, ההזדקנות, וכיצד היא קשורה לחולשה ולמחלות. הבנת יחסי הגומלין המורכבים בין גנטיקה, התפתחות, דיאטה ואירועי חיים או סגנון חיים, דורשת מאמץ מחקרי משמעותי על פני מגוון של דיסציפלינות. הדוח זיהה 6 נושאים בהם יש צורך בהשקעה:

11. **A National Framework for Biomedical Informatics Infrastructure** – נדרשת השקעה לבניית תשתית נגישה משותפת **להעברת ידע מגנוטיפ (big-data פשוט) לפנוטיפ (big-data מורכב ומסיבי)**. יש צורך בהשקעה להקמת תשתית לאומית למידע ביו-רפואי כולל שיתוף לוקלי של מידע, כוח מחשוב, תוכנה, הדרכה ותמיכה של מומחים.

12. **Food health and the gut** – **מחלות הקשורות במזון**. המפתח להבנה כיצד לספק מזון בריא ומזין הוא באמצעות הבנה של האינטראקציה בין המזון והמעיים. השילוב עם טכנולוגיות של גידול צמחים ובעלי חיים, מיקרוביולוגיה מתקדמת ועיבוד ביולוגי, ושיפור במוצרי מזון היא אפשרית. המיקום של מתקנים כאלו בשילוב עם תשתית קלינית הנדרשת לתמיכה בניסויים יספקו את היכולת לחקור את תפקיד המעיים בשמירה על הבריאות.

13. **Longitudinal analysis of ageing** – ההבנה **כיצד בני אדם מזדקנים לאורך הזמן** הינה חיונית להבנה של יחסי הגומלין בין גנים, סביבה ואורח חיים המשפיעים על הבריאות. לבריטניה תשתית משותפת אירופית (ELSA) שעוסקת במחקר אורך בנושא הזקנה, אך יש צורך בהשקעה נוספת על מנת להרחיב את המחקר הקיים ולהשקיע במחקרים חדשים שיעסקו באתגרי בריאות באוכלוסיות שונות.

14. **Nano-enabled Healthcare Technology Facility** – **ננוטכנולוגיה לתחום הבריאות ומדעי החיים**. יש צורך בהשקעה בחדשנות המתקנים העוסקים בשיפור הייצור הפועל והיכולים לספק את התמיכה המעשית והטכנית לייצור ספציפי של טכנולוגיות המאפשרות ננו, שיאפשרו לייצר את הדור הבא של התרופות.

15. **National Facility for Medical Robotics** – **רובוטיקה רפואית**. המחקר בתחום רובוטיקה לצרכי ניתוחים הוא מולטי-דיסציפלינרי, הכולל לא רק שיתוף פעולה בין מומחים מהתחום הרפואי ומומחים מתחום ההנדסה, אלא גם ספקטרום רחב של טכנולוגיות הנדסיות ומדעיות. השקעה במתקן מחקר לאומי העוסק במחקר פרה-קליני יבטיח שלמחקר הבריטי תהיה השפעה ישירה ופוטנציאל להקים גישה בינלאומית בתחום שירותי הבריאות בבריטניה.

16. Regenerative Medicine – רפואה מחדשת המוכוונת להמרה של **טיפול תאים ורקמות**. יש צורך בהשקעה גבוהה במחקר לתיקון רקמות אנושיות, בטכנולוגיות אוטומטיות המשמשות להערכה בטוחה של תאים, לעבודה קדם-קלינית עבור תרופות וטוקסיקולוגיה.

שינויים וגיוון באוכלוסייה

השינויים העומדים בפני האוכלוסייה האנושית דורשים מחקר ונתונים מתחומים רבים, החל מריצוף ה-DNA ובסיסי נתונים סוציו-כלכליים ועד למידע על שינויי אקלים ומחלות זואוונטיות (העברה מבעלי חיים לבני אדם). האתגר לעתיד הינו בהבנה של מהי הדרך הטובה ביותר לאסוף ולחבר את המגוון הרחב של מקורות שונים של נתונים. סדר העדיפויות של בריטניה כולל פיתוח תשתית נתונים לאוכלוסיית בריטניה כולל מידע ביו-רפואי. הדוח זיהה 4 נושאים בהם יש צורך בהשקעה:

17. Administrative data centres – על מנת לקדם את שיתוף הנתונים יהיה הכרחי להקים **רשת ארצית של מרכזי נתונים ניהוליים**.

18. Business data – **מידע עסקי**. הקמה של ארגונים חדשים במגזר הפרטי היא קריטית להנעת ההתאוששות הכלכלית, החדשנות והגידול בבריטניה. יש צורך להבין כיצד נוצרים ארגונים חדשים מוצלחים, כיצד הם פועלים ואיך הם מצליחים לעמוד מול התחרות העולמית מתוך מידע על המבנה, הפעילויות והביצועים שלהם. קיים צורך דחוף לספק כלי תוכנה חדשים על מנת לתמוך בסקר על נתוני הליבה הארגוניים, כגון יחסי התעסוקה במקום העבודה, סקר שעות עבודה ושכר שנתיים, חדשנות ויכולות המעביד. זה חייב להיות מלווה ביצירה של מקורות מידע חדשים, כולל מתקנים שיתמכו בגישה בבסיסי הנתונים.

19. Longitudinal studies – **מחקרי אורך**. יש צורך בהשקעות נוספות במחקרים שיחברו בין תחומי החברה, הכלכלה והמדידות הביולוגיות, על מנת להבין לעומק את נושא הבריאות בילדות המוקדמת.

20. Materials collections and data - ביצוע **מחקר נתונים וחומרים** הזמינים למשתמשים הוא חיוני לקידום מחקרי איכותי. RCUK (Research Councils United Kingdom) פיתחה עקרונות למדיניות נתונים המחויבת לקדם גישה רבה יותר לנתונים ושימוש שוויוני בהם. השקעת הון ספציפית נדרשת כדי לזרז זאת.

ייצור

ההזדמנות לצמיחה נובעת מהתפתחות מתמשכת וניצול של טכנולוגיות חדשות. המחקר העומד בבסיס הייצור הוא עתיר הון ותלוי מאוד במכשור מתקדם. היעדר תשתית עדכנית תגביל את השדרוג והפיתוח של מכשירים חדשים נדרשים. הדוח זיהה 5 נושאים בהם יש צורך בהשקעה:

26. Autonomous Robots – **רובוטים אוטונומיים** הפועלים באופן עצמאי משליטה אנושית, היכולים ללמוד, להסתגל ולקבל החלטות. רובוטים מסוג זה יחוללו מהפכה בכלכלה ובחברה.

27. 'Dial-a-molecule' – **תהליכי העברה ושימוש של מולקולות**. החזון הוא שתוך 20-40 שנה המדענים יוכלו להעביר כל מולקולה רצויה במסגרת זמן יעילה למשתמשי קצה, תוך שימוש בתהליכים בטוחים ויעילים.

28. Innovative production technologies – התפקיד העיקרי של בריטניה בייצור תלוי במחקר ויצירה של הזדמנויות **יצור** חדשות (למשל, יצור תוספים וביוטכנולוגיה תעשייתית).

29. Nanofabrication – **הנדסה של מכשירי ננו, יצור ואפיון**. בנושא זה קיימים הזדמנויות בתחומים הבאים: פיתוח של חומרים מוליכים למחצה (כגון גאליום ניטריד); היכולת לאפיין במדויק חומרים פונקציונליים אחרים (כגון מגנטים, חומרי מתכת לשימוש אלקטרוניקה, פולימרים וחומרים מרוכבים); וטכנולוגיות מאפשרות ננו ליישומים בתחום הבריאות ומדעי החיים.

30. National Fluid Mechanics Facility – **מכניקת זורמים** (Fluid Mechanics) יש צורך במתקני ניסוי בעלי טווח של יכולות רחבות הנגישים לאקדמיה ולתעשייה, להנעת החדשנות בתחומים שונים כגון חלל, אוטומציה, שימושים אזרחיים, כימיה, שימושים בתחום מדעי הים, האנרגיה, הסביבה והרפואה.

ביולוגיה סינתטית

ביולוגיה סינתטית היא עיצוב והנדסה של חלקים מבוססי ביולוגיה, התקנים ומערכות וכן עיצוב מחדש של מערכות ביולוגיות קיימות למטרות שימושיות. המגזרים התעשייתיים שיכולים ליהנות מיכולות אלו כוללים את תעשיית האנרגיה, הכימיקלים והבריאות. השקעות הון חדשות המיועדות לביולוגיה סינתטית צריכות לנסות לנצל את התשתיות הקיימות להקמת המשלימות הנמצאות בקדמת הטכנולוגיה. מאז 2007 הושקעו 62 מיליון לירות (70 מיליון יורו) שטרלינג במחקר בתחום.

31. Synthetic Biology – Harnessing the Bioeconomy Revolution – תשתיות חדשות לטיפול בנושאים מתקדמים כגון ריצוף ה-DNA, וכן מתקנים ל-E-infrastructure ובי-אינפורמטיקה.

תשתיות מחקר: ארה"ב

דוח סקירה שנתית של מתקנים לשנת 2014, פורסם בנובמבר 2015, על ידי המועצה הלאומית למדע (National Science Board) NSB: <https://www.nsf.gov/nsb/publications/2016/nsb1462.pdf> הדוח מציג סקירה על הצורך והתקציב למתקנים קיימים ומתוכננים. לשם כך, ה-NSB הקימה את ועדת המשנה למתקנים SCF (The Subcommittee on Facilities), שמטרתה לעזור למועצה להעריך את המתקנים המועמדים ולתעדף אותם על פי רמת החשיבות שלהם לפיתוח עתידי תוך הסתכלות על הטווח הרחב של הדיסציפלינות השונות שהוגדרו על ידי קרן המדע הלאומית (National Science Foundation NSF -).

תשתיות מחקר: הכלים, השירותים וההתקנים הדרושים למחקר במדע והנדסה, כולל:

1. חומרה: כלים, ציוד, מכשור, פלטפורמות ומתקנים.
2. תוכנה: מערכות מחשוב, ספריות, בסיסי נתונים, מערכות לניתוח ופרשנות של מידע, רשתות תקשורת.
3. תמיכה טכנית, אנושית או אוטומטית, ושירותים הנדרשים על מנת להפעיל את התשתית ולשמור שהיא תעבוד בצורה יעילה.
4. התקנים סביבות מיוחדות, כגון מבנים ומרחבי מחקר, החיוניים ליצירה, גישה, פריסה ושימוש יעיל של כלי המחקר.

מתקן: ציוד ומערכות המאפשרים מחקר הדורש אתרים מבנים מיוחדים וצוות מסור לתחזוקה יעילה של המתקן. המתקן בדרך כלל הוא בקנה מידה גדול, מורכב ויקר. הדוח מציג השקעות היסטוריות וצפויות במתקנים גדולים צפויים בתחומים השונים.

קרן המדע הלאומית (NSF) מחולקת לשבעה דירקטורים התומכים במחקר במדעים והנדסה על פי התחומים הבאים: https://www.nsf.gov/about/research_areas.jsp

מדעי הביולוגיה: תשתיות ביולוגיות, ביולוגיה סביבתית, מערכות אורגניזמים משולבות, ביולוגיה מולקולרית ותאית.

מדעי המחשב, מידע, והנדסה: תשתיות סייבר, מחשוב ותקשורת, מערכות רשת (network), מידע ומערכות חכמות.

הנדסה: כימיה, ביו-הנדסה ומערכת סביבה ותחבורה.

מדעי כדור הארץ: אטמוספירה וחלל, הארץ והאוקיינוסים.

מתמטיקה ופיסיקה: אסטרונומיה, כימיה, חומרים, מתמטיקה.

מדעי החברה, ההתנהגות והכלכלה: התנהגות וקוגניציה, כלכלה.

בנוסף, ה-NSF מציגה פרויקטים לתשתיות מחקר הפועלות תחתיה, ונמצאות בשלבי הפעילות השונים (בנייה, עיצוב, תפעול). נציג את הפרויקטים הנמצאים **בשלב הבנייה** (נכון לאוקטובר 2017):

<https://www.nsf.gov/bfa/lfo/docs/large-facilities-list.pdf>

1. ARF Academic Research Fleet – תשתית מבוצרת. **אניות מחקר** הפועלות במים נטולי קרח באנטרקטיקה.
2. RCRV Regional Class Research Vessel – **ספינות מחקר ימיות**.
3. A Toroidal LHC Apparatus (ATLAS) Detector Phase I Upgrade – אחד משבעת **גלאי החלקיקים** (ממוקם במאיץ LHC, במרכז לחקר פיזיקת חלקיקים CERN).
4. Compact Muon Solenoid (CMS) Detector Phase I Upgrade – אחד ממספר **גלאים** המשולבים במאיץ LHC, במרכז לחקר פיזיקת חלקיקים CERN.
5. LSST Large Synoptic Survey Telescope – הטלסקופ יבצע **הדמיה העמוקה והרחבה ביותר של היקום**.
6. NEON National Ecological Observatory Network – המתקן יאסוף ויספק נתונים ארוכי טווח, על **תגובות אקולוגיות מהביוספירה ועד לשינויים בקרקע ובאקלים**, משוב על הגיאוספירה, ההידרוספירה והאטמוספירה.
7. DKIST Daniel K. Inouye Solar Telescope – **טלסקופ סולרי**. מיועד להיות הטלסקופ הסולרי הגדול בעולם.

Horizon 2020 - תכנית עבודה לתשתיות מחקר אירופאיות

תכנית Horizon 2020 מקדמת תשתיות מחקר ברמה עולמית ומסייעת לחוקרים לקבל גישה לתשתיות הדרושות להם. דוח תשתיות המחקר ב- Horizon 2020: מציג את פעילות תשתיות המחקר Horizon 2020 המכוונת לשלבי פעילות שונים. המסמך מציג תמונה לתרומה של Horizon 2020 לבניית נוף תשתיות המחקר ומשלימה למפת הדרכים של ESFRI 2016, בתחומי המדע העיקריים. הדוח פורסם בפברואר 2017. לינק לדוח תשתיות המחקר:

https://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/ri_landscape_2017.pdf#view=fit&page_mode=none

דוח תשתיות המחקר נעשה באמצעות קבוצה מייעצת (Advisory Group), שהוקמה מחדש בסוף 2015.

תכנית עבודה לשנים 2018-2020: בנוסף, Horizon 2020 מפרסמת תכניות רב-שנתיות המציגות הזדמנויות מימון תחת Horizon 2020 בתחומי פעילות שונים. מתוך התכנית יוצגו פרויקטים העוסקים לטכנולוגיות עתידיות ומתפתחות (Future and Emerging Technologies - FET).

לינק לתכנית העבודה 2018-2020:

http://www.gsrt.gr/News/Files/New81503/sp_h2020_wp18_ri-einfra.pdf

ההכנה של תכניות העבודה נעשית בהתייעצות עם בעלי העניין, המהווים קבוצות מייעצות ל- Horizon 2020. קבוצות אלו הוקמו כגופים מייעצים המייצגים את בעלי העניין מהתעשייה והמחקר וכן נציגים מהחברה האזרחית. בעלי העניין בקבוצות המייעצות מגיעים מהתחומים הבאים: מימון סיכונים ונושאי הון עצמי, אקלים, סביבה, יעילות משאבים וחומרי גלם, תשתיות מחקר אירופאיות, אירופה בעולם משתנה, אבטחת מזון, חקלאות ויערנות, מים ימיים ומים יבשתיים, ביו כלכלה, ביו טכנולוגיה, טכנולוגיות עתידיות ומתפתחות (FET), מגדר, בריאות, שינויים דמוגרפיים ורווחה, חדשנות בפרויקטים קטנים ובינוניים (SMEs), שיתוף פעולה בינלאומי, אימון ופיתוח קריירה, ננוטכנולוגיה, חומרים מתקדמים, ייצור ותהליכים מתקדמים, מדעי החברה, אנרגיה נקייה ויעילה, חברות מאובטחות (הגנה על החופש והביטחון של אירופה ואזרחיה), תחבורה חכמה, ירוקה ומשולבת, חלל. בנוסף, ישנו את הפורום המייעץ למחקר וחדשנות של טכנולוגיות המידע והתקשורת (CAF - ICT Research and Innovation).

ארגון מבצע: הנציבות האירופית (The European Commission) באמצעות **Horizon 2020** - התכנית האירופאית למחקר וחדשנות.

הגדרת תשתית המחקר: תשתיות מחקר כוללות מתקנים, משאבים ושירותים הניתנים לשימוש מחקרי של הקהילה המחקרית תוך עידוד לחדשנות. כאשר רלבנטי, תשתיות המחקר מציעות שימוש שלא קשור למחקר, כגון השכלה או שירותים ציבוריים. תשתיות המחקר כוללות ציוד וכלים מדעיים; משאבים מבוססי ידע כמו אוספים, ארכיבים ונתוני מדעיים; תשתיות אינטרנטיות (e-infrastructure), כגון מערכות מידע ומחשוב ומערכות תקשורת; או כל משאב ייחודי אחר החיוני להשגת מציאות במחקר וחדשנות.

הקבוצה המייעצת של דוח תשתיות המחקר קראה לפעולות בנושאים הבאים:

- גישה של מחזור חיים.
- מנהיגות גלובלית.
- התגברות על אתגרים תרבותיים, טכניים וארגוניים עבור ה- ESOC (European Open Science Cloud).
- הובלת חדשנות הקשורה לתשתיות מחקר.
- השכלה והכשרה, בעיקר הכשרה של מנהלים בתשתיות מחקר.

הקבוצה המייעצת הדגישה את הצורך להמשיך ולהתייחס לנושא הגישה לתשתיות המחקר, מיצוב ומינוף של מקורות מימון מרובים לבנייה ותפעול של תשתיות מחקר ופיתוח של שוק פתוח לשירותי מחקר, באמצעות רישום משתמש או קטלוג המופץ על ידי הספקים המציעים שירותי מחקר.

דוח תשתיות המחקר מציג 92 תשתיות בשלבי התפתחות שונים המחולקים לשבעה תחומים: מדעי הסביבה וכדור הארץ, מדעי הביולוגיה והרפואה, אנרגיה, מדעי החומרים ומתקנים אנליטיים, פיזיקה, מדעי החברה ומדעי הרוח, מתמטיקה וטכנולוגיות מידע ותקשורת (ICT). מתוך 92 תשתיות אלו (חלקן מופיעות ב- ESFRI 2016), יוצגו 53 תשתיות (חדשות או זקוקות לשדרוג בקנה מידה גדול) שאינן נכללות ב- ESFRI 2016.

מדעי הסביבה וכדור הארץ

אטמוספירה:

1. ACTRIS-2 - אירוסולים, עננים ומעקב אחר גזים. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.
2. ARISE2 - מחקר בנושא דינמיקה אטמוספירית. התשתית נמצאת בשלב התכנון.
3. EUROCHAMP-2020 - תהליכים אטמוספיריים, לקראת 2020 ואילך. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.

ביוספירה:

4. eLTER - מערכת אקולוגית אירופאית ארוכת טווח ותשתית מחקר סוציו-אקולוגית. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.
5. INTERACT - רשת בינלאומית למחקר וניטור יבשתי באזור הארקטי. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.
6. ERIFORE - ביו כלכלה של היער (Circular Forest Bioeconomy). התשתית נמצאת בשלב התכנון.
7. GLOBIS-B - תשתיות התומכות במחקר גיוון ביולוגי.

הידרוספירה:

8. AQUACOSM - רשת של מתקנים אירופאיים המקשרים בין הרים וימים מהאזור הארקטי לים התיכון. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.
9. HYDRALAB-PLUS - הסתגלות לשינויי אקלים. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.

ימי:

10. JERICO-NEXT - מומחיות אירופאית חדשנית למצפי חופים. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.
11. EMSODEV - יישום והפעלה של מודולים של כלים.

12. ODIP 2 - הרחבת היכולת להשתמש ברכיבים או בציוד של מערכת אחרת של **נתוני האוקיינוס**.
13. SeaDataCloud - המשך פיתוח של תשתית המחקר הפן-אירופית לניהול נתונים ימיים. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.

פלטפורמות אינטרדיסציפלינריות:

14. COOP_PLUS - שיתוף פעולה של תשתיות מחקר לענות על **אתגרים גלובליים בתחום הסביבה**.

מדעי הביולוגיה והרפואה

מרכזי משאבים ביולוגיים:

15. B3Africa - **גישור בין בנק ביולוגי ומחקרי ביו רפואה** באירופה ואפריקה.
16. EVAg - ארכיב אירופאי ל**ווירוסים**. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.
17. INFRAVEC2 - שליטה במחלות **vector-borne**. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.
18. IPAD-MD - תשתיות מחקר עבור **פנוטיפ**, אחסון והפצה של מודלים למחלות עכברים, לקידום שיתוף הפעולה הבינלאומי וקשרי משתמש לשיפור החדשנות הביו-רפואית.
- גנומיקה ופרוטומיקה (Genomics and proteomics):**
19. iNEXT - תשתית ל **EM, NMR**, וקריסטלוגרפיה (חקר הגבישים) של קרני רנטגן. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.

הדמיה:

20. EuBI PPII - פרויקט להדמיה **ביולוגית**. התשתית נמצאת בשלב ההכנה.

מתקנים למחקר רפואי:

21. EU-NCL - מעבדת **אפיון בננו-רפואה**. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.
22. PedCRIN - רשת למחקר קליני **ברפואת ילדים**. התשתית נמצאת בשלב היישום.

חקלאות ומזון:

23. AQUAEXCEL2020 - מחקר אירופאי בנושא **הדגה** לקראת 2020. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.

24. SEACRIFOG - תמיכה בשיתוף פעולה אירופאי-אפריקאי במחקר **לאבטחת מזון ולתצפיות גזי חממה**.

ביו אינפורמטיקה:

25. RICHFIELDS - **בריאות וצריכת מזון**. התשתית משתמשת ברשת שם שיתוף מידע. התשתית נמצאת בשלב התכנון.

אנרגיה

26. ERIGrid - תמיכה בפיתוח מערכות טכנולוגיות **Smart grid**, אימות והשקה. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.

27. RICAS2020 - **אחסון אנרגיה אוויר דחוסה** שאינה כרוכה בשינוי חום. התשתית נמצאת בשלב התכנון.

28. MARINET2 - **רשת ימית**, שיפור הטכנולוגיות. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.

מדעי החומרים ומתקנים אנליטיים

29. NFFA - **ננו טכנולוגיה**, בית יציקה. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.
30. LASERLAB - **מחקר לייזרים**. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.
31. ASCENT - גישה לרשת אירופאית של **ננו אלקטרוניקה**. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.
32. ACCELERATE - תשתית מחקר אירופאית **למאצים**. התשתית נמצאת בשלב היישום.
33. AMICI - **תשתית מגנט ומאיץ** לשיתוף פעולה וחדשנות.
34. SoNDe - **גלאי נויטרונים של מצב מוצק** ליישומים של שטף גבוה. התשתית נמצאת בשלב התכנון.

פיזיקה

מאצי חלקיקים:

35. AIDA-2020 - **גלאי מאצים**. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.
36. ARIES - **מחקר מאצים**. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.
37. EuPRAXIA - **מאצי חלקיקים**. הצעה עבור Horizon 2020 למחקר על "מחקר פלזמת מאיץ עם מצוינות ביישומים". התשתית נמצאת בשלב היישום.

38. EuroCirCol - מחקר **מאיץ חלקיקים של אנרגיה מעגלית גבולית**. התשתית נמצאת בשלב התכנון.
39. Quaco - **מאיץ חלקיקים**. התשתית נמצאת בשלב החדשנות.
40. Cremlin - **קישור בין מדדים** של רוסיה ואירופה עבור תשתיות מחקר בקנה מידה גדול.
41. ENSAR2 - מתקן **לפיזיקה גרעינית**. המדע הגרעיני האירופאי ומחקר יישומי. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.
42. IDEAL - מתקן לפיזיקה גרעינית. פיתוח של **gAnilspirAL2**. התשתית נמצאת בשלב היישום.
43. CLONETS - שירותי שעון (**clock services**) ברשתות של סיבים אופטיים.
44. FILL2030 - **מתקן נויטרונים**. התשתית נמצאת בשלב היישום.
- אסטרונמיה:**
45. GERST - **טלסקופ סולרי**. התשתית נמצאת בשלב התכנון.
46. RadioNet - **רדיו אסטרונמיה מתקדם**. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.
47. OPTICON - **רשת משולבת לאופטיקת אינפרא אדום**. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.
48. AHEAD - פעילויות משולבות **לאסטרופיזיקה באנרגיה גבוהה**. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.
49. EPN2020-RI - **מחקר פלנטרי**. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.
50. ORISON - מחקר אסטרונמי המבוסס על **בלונים סטרטוספריים (stratospheric balloons)**. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.

מדעי החברה ומדעי הרוח

51. DESIR - **תשתית מידע ERIC**.

מתמטיקה וטכנולוגיות מידע ותקשורת (ICT)

52. EOSCPilot - **ענן מידע** אירופאי פתוח למחקר בתכניות הרצה. התשתית נמצאת בשלב ההרצה.
53. SoBigData - **תשתית מידע**. התשתית נמצאת בשלב האינטגרציה.

Future and Emerging Technologies (FET) - טכנולוגיות עתידיות ומתפתחות

- המטרה ליזום תחומי טכנולוגיה חדשים באמצעות שיתופי פעולה בתחומים שטרם נחקרו, ממדע מולטי-דיסציפלינרי מתקדם והנדסה מתקדמת. לתכנית ה-FET ישנם שלושה קווי פעולה משלימים לאתגרים בטווח הארוך:
- FET Open - פעולות של מחקר וחדשנות. מתקצב פרויקטים של רעיונות חדשים לטכנולוגיות חדשות רדיקליות עתידיות, בשלב המוקדם כאשר הפרויקט נמצא עדיין בשלב הסיכון הגבוה וישנם רק מעט חוקרים העובדים על נושא הפרויקט. **תקציב horizon 2020** התקציב לשנים 2018-2020 הוכפל בהשוואה לתקציב של 2014-2017 ועומד על 200 מיליון יורו לשנה בממוצע, ומהווה 40% מתקציב ה-FET.
 - FET Proactive – מטפח טכנולוגיות מתקדמות, ומחפש להקים מסה קריטית של חוקרים אירופאים. תמיכה בתחומים שעדיין אינם מוכנים להיכלל במפות הדרכים של המחקר בתעשייה, במטרה לבנות קהילות מחקר בינתחומיות חדשות.
 - FET Flagships – תומך במחקרים שאפטיים בקנה מידה גדול, יוזמות של 10 שנים שבהם מאות של מדענים אירופאים מצטיינים מאחדים כוחות על מנת להתמקד בפיתור אתגרים טכנולוגיים ומדעיים אינטר דיסציפלינריים.

תקציב לקולות קוראים 2018-2020 (במיליון יורו) לטכנולוגיות עתידיות (Emerging technologies):

2020	2019	2018	קול קורא	
364	165.50	185.70	רעיונות חדשניים לטכנולוגיות חדשות: חדשנות מדעית, טכנולוגית, חברתית וכלכלית	FET Open
86		94.50	האצת טכנולוגיות מתפתחות: פרדיגמות וקהילות מתפתחות (אברים מלאכותיים, רקמות, תאים, ביולוגיה אבולוציונית, אתולוגיה, ביולוגיה מיקרו-צמחית ובעלי חיים, מערכות חיות, טכנולוגיות מיקרו-אנרגיה, טכנולוגיות אחסון משבשות); טכנולוגיות מחשוב נירור מורפיות	FET Proactive
100	68	4	מחשוב לביצועים גבוהים HPC	FET Proactive
15		148	התמודדות עם אתגרים בין מדעיים וטכנולוגיים: מידע ותקשורת ICT, מדעי הבריאות והחיים, אנרגיה, סביבה ואקלים, טכנולוגיות קוואנטום	FET Flagships

ה-FET נדרש להגיב לנושאים הבאים:

- חדשנות פתוחה ומשבשת (Disruptive and Open Innovation):** אירופה זקוקה לבסיס תעשייתי מודרני, הנתמך על ידי טכנולוגיות מפתח מתקדמות וחברות נוספות המייצרות חידושים קיצוניים פורצי דרך, המסוגלים להתרחב במהירות, והמוכנים להרחבה בשווקים חדשים ועולמיים. להשגת מטרות אלו יש לנקוט בחדשנות פתוחה בין-תעשיות.
- שוק דיגיטלי יחיד (Digital Single Market - DSM):** דיגיטציה של התעשייה האירופאית. מהפכה תעשייתית חדשה המונעת על ידי טכנולוגיה פורצת דרך כגון IOT, מחשוב ענן, בינה מלאכותית, ניתוח big data, רובוטיקה, והדפסה תלת ממדית, HPC, טכנולוגיות קוואנטום.
- דיגיטציה של המחקר והלימוד, ושל סביבת העבודה והבית:** מדבר על תחומים של בריאות, מזון, מים, חקלאות, אנרגיה, תחבורה, ייצור ועוד.

Horizon 2020 מציגה 66 פרויקטים של FET בעלי רעיונות חדשניים המיועדים לתקצוב.

מדעים ואמנות: אמנים ומדענים בשיתוף פעולה עמוק.

- FEAT - שיתוף פעולה בין חוקרי FET, יזמים לקידום מסחרי של פרויקטים של FET.

ביוטכנולוגיה:

- AMECRYS - שואפת לחולל מהפכה בייצור של ביו-פרמצבטיקה בטכנולוגיית התגבשות ממברנה חדשנית.
- Mara - יפתחו חיישני דנ"א, חסכוניים ואוטונומיים, וכן רובוטים מולקולריים מבוססי "DNA origami" על מנת לאתר ולהרוס תאים, לטיפול במחלות זיהומיות.
- MGR-Grammar - המטרה היא למנף את הביולוגיה הסינתטית עם טכנולוגיות DNA סינתטיות חדשניות ותהליכי תפוקה גבוהה ליצירת סוגים חדשים של מערכי נתונים ביולוגיים, שיחקרו באופן שיטתי את כל האפשרויות הרגולטריות ולא רק את הרצפים הרגולטוריים המתרחשים באופן טבעי לפענוח הקוד הרגולטורי.

5. PROSEQO - טכנולוגיות חדשניות שמקדמות רצף DNA וחלבון. זה עלול בסופו של דבר לשנות באופן קיצוני את הטיפול בחולה, ולאפשר מעקב מדויק של התגובה למחלות ברמה המולקולרית.
6. RECORD-IT - פיתוח התקן לחישה ביולוגית אינטליגנטי המאתר שינויים התנהגותיים מורכבים בריכוזי יונים.
- ניתוח מידע וקידום FET: פרויקטים של FET העוסקים בשיטות חדשות לניתוח מידע, ניתוח הפורטפוליו של FET וטרנדים מתפתחים.
7. DEDALE - שיטות ניתוח מידע חדשניות באמצעות מידול חדש המאפשר ששימור טוב יותר של מאפיינים פיזיקליים פנימיים של מידע אמתי.
8. FET2RIN - המטרה לסייע לשיתופי פעולה בין חוקרי FET ויזמים לכוונת של מסחור פרויקטי FET.
9. FET-EVENT - תמיכה בארגונים באירועי FET: תקשורת שלפני כנס, ארגון המקומי, סיוע למשתתפים ומעקב שלאחר הכנס.
10. FET_Traces - המטרה היא להעריך ולמדוד את ההשפעות הישירות והעקיפות של תכנית ה-FET על המדע והטכנולוגיה.
11. OBSERVE - זיהוי הזדמנויות וכיוונים חדשים במחקר אינטרדיסציפלינרי כלפי טכנולוגיה חדשה בעלת חזון.
12. SC-square - המטרה היא לאחד את הקהילות העוסקות בפתרון בעיות, כגון אבטחה ובטיחות של מערכות מחשב או בעיות מתמטיות גדולות, באמצעות פיתוח כלי תוכנה משופרים.
13. SENSE - יצור מפת דרכים לפיתוח של חיישן ברמת אור נמוכה על מנת לתאם בין מאמצי המחקר של קבוצות שונות.
14. TAIPi - תומכת ביוזמות של FLAFSHIP (פרויקטי Graphene והמוח האנושי).
- מדע המערכת הגלובלית: המטרה לעזור לשלב את שפע המידע של המערכות החברתיות, הכלכליות, הפיננסיות, הטכנולוגיות והאקולוגיות הקיימות.
15. CIMPLEX - יפתחו כלים לניבוי והשפעה של התפשטות מחלות במערכות חברתיות מורכבות.
16. DOLFINs - יספקו כלים לשיפור פיתוח המדיניות הקשורה לניהול של משברים פיננסיים וסיוע בהשקעות ארוכות טווח.
17. GRACeFUL - פיתוח כלי הערכה מהירים לצורך ביצוע מדיניות קולקטיבית במערכות הגלובאליות, ולבחון אותם על אקלים גמיש בתכנון העירוני.
18. IBSEN - יבנה רפרטואר של ההתנהגות האנושית בקבוצות גדולות (1000+ אנשים) באמצעות ניסויים מבוקרים. הפרויקט יחיל את המערך על שאלות מחקר ספציפיות, תוך התמקדות בפנומנולוגיה חדשה שעשויה להתרחש במערכות גדולות, על מנת למצוא את הכללים המסדירים את ההתנהגות האנושית.
- טכנולוגיה ירוקה:
19. GOTSolar - מטרתה לפתח את הדור הבא של תאים סולריים (solid-state perovskite solar cells - PSCs).
20. HELENIC-REF - מטרתה להקים מתודולוגיה ברת קיימא חדשה לתרמוליזה של מים בטמפרטורה של מתחת ל-3000C, ואת הייצור המקביל המידי של אנרגיה או דלקים, באמצעות מים כמקור דלק מתחדש.
21. LIAR - ארכיטקטורה חיה. מתכננת לפתח מתכננת לפתח bioreactor שניתן לתכנות והמסוגל לחלץ משאבים יקרי ערך ממי ביוב ואוויר ולייצר חמצן, חלבונים וסיבים.
- רפואה ונירו טכנולוגיות:
22. BREAKBEN - מבקשת לתת תמונה על הדינמיקה של פעולת המוח האנושי. באמצעות שימוש טכניקות רב אופניות ניתן יהיה לקשר מדידות מגנטיות מדויקות של פעילות עצבית עם מדידות כמעט בו זמניות ברמה גבוהה של מבנה המוח.
23. CellViewer - מבקשת לשקף בתאים בודדים עם פתרונות ברמת הננו מולקולות ענק, כגון פרוטאינים ומובילי מידע גנטי (DNA, mRNA) במקביל ברמת המערכת. זה יאפשר ללמוד את המכניזם של

- התחדשות עצמית והתמיינות של תאי גזע עובריים עכברים וכתוצאה מכך לחזות שינויים בתאי גזע הנובעים מגירויים ספציפיים.
24. CHROMAVISION - מטרתה לפתח **הדמיית כרומוזום** ומניפולציה שתניע את העשורים הבאים של מחקר מבנה הכרומוזום.
25. CONQUER - תחקור **מנגנון ניגודיות** חדש בעל פוטנציאל לדחוף את ה-MRI מעבר לגבולותיו עד להדמיה מולקולרית חזקה.
26. Lumiblast - מבקשת לחקור שינוי פרדיגמה **בטיפול בסרטן** על ידי שימוש בפליטת אור (chemiluminescence) המופעל על ידי מיטוכונדריה, על מנת לטפל בגידולים לא נגישים במוח באופן לא פולשני.
27. MAGNEURON - מציעה קונספט חדשני של **שליטה מרחוק על פעולות תאיות באמצעות מניפולציה מגנטית**. רכיבי ננו מגנטיים המתפקדים עם פרוטאינים יושתלו לתאי מטרה, שם ניתן יהיה לשלוט בהם באמצעות שדות מגנטיים חיצוניים. ישים למחלות השייכות להתנוונות של רקמות העצבים (neurodegenerative).
28. MESO-BRAIN - המטרה היא להביא לתהליך הגורם לשינוי צורה במדעי המוח ורפואה על ידי **פיתוח של תאי גזע אנושיים תלת ממדים הנגזרים מרשתות עצביות**.
29. MSMED - **פרוטאומיקה**, מחקר בקנה מידה גדול של חלבונים, בעיקר המבנים והתפקוד שלהם באמצעות פיתוח של ספקטרומטריה מסה.
30. NEURAM - הקמת דיסציפלינה חדשה, **גנטיקה ויזואלית**, על מנת לדמות תהליכים גרעיניים במוח של אורגניזמים חיים בזמן אמת שישמשו בהם בשלבים המוקדמים של אבחון מחלות.
31. VOXEL - ייצור אב טיפוס של מצלמות חדשות שישלבו **חדירה של קרני רנטגן** ושל רזולוציה מרחבית ברמת הנומטר.
- ננוטכנולוגיה:**
32. 2D-INK - פיתוח **דיו של חומרים מוליכים למחצה דו-ממדיים** לתהליכי ייצור בשטח גדול בעלות נמוכה על תשתיות מבודדות, באמצעות מתודולוגיה חדשה, בעלת מאפיינים עדכניים המבוססים על גרפן ותחמוצת גרפן.
33. CIRCLE - המטרה העיקרית היא לשלב איים של פעולות מחקר הטרוגניות למחקר אחד, ליצירת **רשת תקשורת מולקולרית** התומכת בשילוב המחקר בכל אירופה.
34. DIACAT - פיתוח של טכנולוגיה חדשה המבוססת על **יהלומים עשויים בידי אדם** עבור המרה של צילום קטליטי ישיר מ-CO₂ לכימיקלים ודלקים עדינים באמצעות שימוש של אילומינציה של אור נראה.
35. LiNaBioFluid - המטרה היא להשתמש באסטרטגיות מתקדמות של **עיבוד לייזר** המבוססות של ארגון עצמי, על מנת לחקות את הטופוגרפיה הספציפית ואת תכונות ההרטבה מעולה של שכבות ה-bark bugs ושל moisture harvesting lizards מהסתגלות לסביבתם.
36. MAGicSky - מבקשת ליצור הוכחה של **מתקנים לספינטרוניקה של טמפרטורת החדר** (room temperature spintronic) המבוססים על spintronic התקנים המבוססים על skyrmions מגנטיים.
37. ULTRAQCL - מציעה טכנולוגיה חדשה **לייצור של פעימות אור מהירים וחזקים על פני הספקטרום האלקטרומגנטי**, המאפשרת לימוד של אינטראקציות של אור-חומר ושל ניצול תעשייתי.
38. ZOTERAC - מציעה **גישה משבשת המבוססת על מוליכים למחצה מבוססי ZnO מהונדסים ננו** על מנת לממש חומרי THZ הפועלים בטמפרטורת החדר עם יכולת הספק של מילי וואט.
- טכנולוגיות קוואנטום:**
39. AQUUS - תפתח **פלטפורמות לסימולציות דינמיות**, ותשתמש בהן כדי לענות על שאלות מפתח שלא נחקרו לגבי כוחם של סימולטורים קוונטיים, כמו גם כדי לחקור שאלות חשובות בפיסיקה בסיסית ויישומית.
40. NanOQTech - תפתח **מתקני קוואנטום היברידיים ברמת הננו**, הנצמדים בצורה חזקה לאור. טכנולוגית קוואנטום אופטית חדשה זו יכולה להמיר תקשורת קוואנטום, עיבוד ושליחת מידע.

41. nuClock - מציעה לפתח סוג חדש של שעון, המבוסס על שינוי גרעיני ייחודי ב-Thorium-229.
42. RYSQ - המטרה היא ליישם סימולטורים קוונטיים של Rydberg עם יישומים פוטנציאליים במערכות קצירת אור (light harvesting) מלאכותיות.
43. Supertwin - המטרה היא לפתח טכנולוגיה עבור מיקרוסקופ אופטי מתקדם עבור הדמיה קוואנטית ברזולוציה גבוהה.
44. QCUMbER - המטרה היא לשפר באופן דרמטי את היכולות של ערוצי הקוואנטום עבור מצב אות בודד, המאפשרים מדידה מדויקת של זמן-תדירות מעבר לגבולות הקלאסיים הקיימים היום.
45. QUCHIP - יישום של סימולציית קוואנטום על מעבדים פוטונים, לביצוע משימות עם מערכות קוואנטום מבוקרות המסוגלות להגיע ליכולות שהן מעבר לגבולות הרגילים של המחשבים הדיגיטליים.
46. QUIC - הבנה כמותית של יחסי הגומלין העדינים של התופעות הקוונטיות במבודדים ובמוליכים, והנחת היסודות לתכנון החומרים הקוונטיים.
47. QuProCS - פיתוח גישה קיצונית חדשה לחקירה של מערכות קוונטיות מורכבות עבור סימולציות קוונטיות, המבוססת על כימות ואופטימיזציה של מידע.
רובטיקה:
48. ComplnNova - פיתוח רובוט רב שימושי המצויד במערך אולטרא-סוני (ultrasonic Phased Array - PA), ותרמוגרפיה אינפרא-אדום (Infrared Thermography) על מנת לאתר, להעריך ולתקן נזקים על מרכיבי מתכתיים או מרוכבים במטוסים.
49. DREAM - דור חדש של רובוטים אוטונומיים המשלבים תהליכי שינה מדמי חלומות, ארכיטקטורה קוגניטיבית לגילוי, אופטימיזציה ואיחוד של ידע.
50. FLORA ROBOTICA - לימוד צמיחה של צמחים באמצעות הדרכה פרוגרסיבית וסימביוטית של מערכת רובוטית, וכיצד מערכת אקולוגית זו של צמח-רובוט-אנוש יכולה להסתגל לסביבה האנושית.
51. GOAL-Robots - מציעים ליצור רובוט אוטונומי לומד מבוסס מטרה היכול לתפקד כרובוט שירות ולטפל בצרכים חברתיים חשובים.
52. PHOENIX - יחקרו קו חדש של טכנולוגיה שתאפשר חקר של סביבות שהנגישות אליהן אינן קלה, מסוכנת וחדשנית. מטרתו העיקרית של הפרויקט הן: פיתוח מסגרת אבולוציונית משותפת, תכנון טכנולוגיית סוכן רב-תכליתית ופיתוח ממשק אנושי ייעודי.
53. socSMCs - יישום של התנהגות אנושית ברובוטים באמצעות מידול של אינטראקציות חברתיות, תוך שימוש בדפוסים מבוססי מוטוריקה וחישה.
54. subCULTron - השגה של אוטונומיה ארוכת טווח בלימוד, ויסות עצמי, קיימות של חברה רובוטית תת מימית באזור יישום בעל השפעה גבוהה: ונציה, איטליה.
טכנולוגיות עם חומרים חדשים:
55. ABIOMATER - תספק מעמד חדש של מטא חומרים שניתן לשלוט בתפקוד שלהם באמצעות שדות מגנטיים חיצוניים. הפרויקט יפתח שיטות לשלב מנועים לתוך ממברנות אלסטיות (MEM) אשר ניתן להשתמש בהם כדי לייצר התקני אב טיפוס חדשים.
56. FLIPT - מקבלת השראה מהטבע על מנת ליצור פרדיגמת אנרגיה נמוכה חדשה לייצור פלסטיק.
57. ICARUS - מבקשת לפתח סגסוגות עמידות חדשניות עם טולרנטיות לקרינה משופרת ומבנה Ultra-Fine-grained עבור יישומי חלל.
58. InnoSMART - רעיונות לפיתוח של פתרונות חדשניים: ציפוי של שבירה הקרקע מסגסוגות זיכרון היכולות לשנות את תוחלת החיים של מבנים הנדסיים במגזרים שונים, כגון גשרים, מטוסים ותשתיות הנדסה.
59. LiRichFCC – פיתוח מחלקה חדשה של חומרים רבי עוצמה לאחסון אנרגיה אלקטרוכימית: אוקסיפולירדים עשירי ליתיום (oxyfluorides lithium) בעלת אריזה צפופה מעוקבת המאפשר אנרגיה חסרת תקדים וכוח צפיפות בסוללות.
60. Microflusa – המטרה באמצעות טכנולוגיה מיקרופלואידית (microfluidic), לשחרר את צוואר הבקבוק של חומרים מהפכניים. זה יאפשר ייצור מוגבר של אבני בניין מורכבות המחקים מבנים מולקולריים בתחום של המדעים הקלואידים.

פרויקטי FET אינטרדיסציפלינריים:

מדעים ואמנות, רפואה ונירו טכנולוגיות:

61. BrainHack - פלטפורמה לעידוד הלמידה והחלפת המידע בין אמנים, מדענים ומספקי טכנולוגיות לממשק מחשוב עצבי ומוח (brain and neural computer interface - BNCI).

ביוטכנולוגיה, טכנולוגיה ירוקה:

62. FutureAgriculture - מציעה מעקף מטבולי יעיל לתהליך מטבולי בצמחים (Photorespiration), המוביל לאובדן של CO2 וכתוצאה מפחית גידול בצמיחה.

ביוטכנולוגיה, רפואה ונירו טכנולוגיות:

63. Human Brain Project (HBP) - תשתית למחקר מדעי חדשני מבוסס ICT, המאפשר לחוקרים מדעיים ותעשייתיים לקדם את הידע בתחומים של מדעי המוח, מחשוב ורפואה הקשורה למוח.

64. SYMBIOTIC - פיתוח של סנסור ביולוגי אלקטרוכימי אוטונומי קל, לשימוש חד פעמי ובעלות נמוכה.

ביוטכנולוגיה, רפואה ונירו טכנולוגיות, טכנולוגיות עם חומרים חדשים:

65. Graphene - המטרה היא לקחת גרפן וחומרי שכבות (LM) קשורים ממצב של פוטנציאל לא ממומש לנקודה שבה הם יכולים לחולל מהפכה בתעשיות מרובות, מאלקטרוניקה גמישה, לבישה ושקופה, לביצוע מחשוב וספינטרוניקה גבוהים.

רפואה ונירו טכנולוגיות, ננוטכנולוגיה:

66. NANOSMELL - פיתוח פליטת ריח מבוקרת על מנת לפתור את הקוד הקומבינטורי של חוש הריח. הפרויקט מציע רכיב פולט ריח במתקנים כגון טלוויזיות, טלפונים ומחשבים.

מפת דרכים לאקדמיה בישראל – ות"ת

תאריך: 2016

לינק למפת הדרכים: <http://horn.tau.ac.il/publications/2016roadmap.pdf>

ארגון מבצע: הוועדה לתכנון ולתקצוב (ות"ת), המועצה להשכלה גבוהה. מפת הדרכים של ות"ת היא המהדורה השנייה של מפת הדרכים (הראשונה נכתבה בשנת 2013). מסכמת את תוצאות דיוני הוועדה המייעצת במהלך השנתיים עד לכתיבת הדוח. הוועדה המייעצת מינתה תתי-וועדה בתחומים: פיסיקה והנדסה, מדעי החיים והרפואה, אנרגיה, סביבה, מדעי החברה, מדעי הרוח, מחשוב ותקשורת (בתחום זה לא עלו הצעות חדשות).

מתודולוגיה לביצוע מפת הדרכים:

הוועדה המייעצת פנתה לסגני הנשיא למחקר באקדמיה וביקשה מהם לציין צרכים חדשים בתשתיות בנוסף, הופץ קול קורא בקרב כלל החוקרים מהמוסדות האקדמיים. בשלב הראשון, ההצעות שהתקבלו חולקו בין תתי-הוועדה השונים על פי נושאיהן. בשלב השני, נערכו דיונים על ידי הוועדה המייעצת לגבי ההמלצות שעלו מדיוני תתי-הוועדה, והתגבשו המלצות למפת הדרכים. מפת הדרכים כוללת גם חלק מההצעות שאותרו בתהליך הכנת מפת הדרכים ב-2013.

במקביל להמלצות על הקמת/הצטרפות לתשתיות מחקר, הוועדה המליצה על מהלכים נוספים שיאפשרו להמשיך ולפתח את המחקר בארץ:

1. **הקמת קרן לרכישת מכשור מדעי מיוחד** - פריטי ציוד ומכשור בעל חשיבות רבה למחקר בעלות של 1-2 מיליון דולר לפריט, לקידום הפעילות המחקרית (שאינם עונים על תנאי הסף של תשתית לאומית). ניהול הבקשות ייעשה על ידי ות"ת והקרן הלאומית למדע. תקציב: 10 מיליון דולר לשנה. תנאי המימון כוללים: השתתפות המוסד ב- 25% מעלות הציוד, והתחייבות לתשתית בנייה וכוח אדם. אם הציוד יאפשר עליית מדרגה בתחום המחקר, מומלץ להעלות את גובה הקרן ל- 20 מיליון דולר לשנה. עלות כללית לחמש שנים: 75 מיליון דולר.

2. **הקמת יחידה חדשה במסגרת ות"ת** שתהיה אחראית לתכנון, יישום ופיקוח על תשתיות מחקר מרכזיות. תפקידה: ריכוז עבודת הוועדה המייעצת לתשתיות ותתי הוועדה שלה; מעקב אחר יישום התשתיות המוקמות והחלטות ות"ת, פיקוח מדעי ומנהלתי על התשתיות, הערכת אופן הפעילות והשירותים הניתנים לחוקרים, ריכוז והסדרה של שיתופי פעולה עם ESFRI, פרויקטי תל"מ, קשר שוטף עם הקרן הלאומית למדע בנוגע ליישום התכנית לרכישת ציוד מדעי מיוחד ותכניות אחרות.
3. **פתוח בר קיימא של תשתיות מחקר** - שימור כדאיות ההשקעה הראשונית מעבר למסגרת תמיכה של חמש שנים.
4. **תפעול תשתיות סביבתיות** - בחינת סוגיית תפעול תשתיות מחקר סביבתיות בכלל ותשתיות מחקר ימיות בפרט. כיום לא ניתן לממש שימוש בימי ספינה או בציוד ימי כבד ממענקי מחקר רגילים.

תקציב:

- עלות כוללת לחמש שנים עבור כל התשתיות: 143 מיליון דולר.
 הקמת קרן למכשור מדעי מיוחד בעלות כוללת לחמש שנים: 75 מיליון דולר.
 סך תקציב: 218 מיליון דולר.
הערכת עלות כוללת על פי תחומים:
 מדעים פיסיקליים והנדסה: 85 מיליון דולר.
 מדעי החיים והרפואה: 25 מיליון דולר.
 אנרגיה: 8 מיליון דולר.
 סביבה: 9 מיליון דולר.
 מדעי החברה: 4 מיליון דולר.
 מדעי הרוח: 9 מיליון דולר.
 העלות המצוינת לצד כל תשתית היא הערכה ראשונית וכוללת את עלויות ההקמה, עלויות התחזוקה ועלויות כוח אדם שוטף לחמש שנים.
 הקמת קרן לרכישת מכשור מדעי מיוחד: פריטי ציוד בעלות של 1-2 מיליון דולר לפריט, 10 מיליון דולר לשנה.

מפת הדרכים מציגה 17 תשתיות מחקר, מתוכם 6 תשתיות מחקר שנכללו במפת הדרכים לשנת 2013.

מדעים פיסיקליים והנדסה

1. חברות ישראל ב- ESO (European Southern Observatory) – **ארגון אסטרונומי בינלאומי הגדול** באירופה, מפעיל את הטלסקופים המתקדמים ביותר, בתחומי אינפרא-אדום, אופטיקה ורדיו. ESO כולל את ALMA, טלסקופ רדיו ענק ואת הפרויקט: E-ELT European Extremely Large Telescope (נכלל במפת הדרכים ESFRI). חברות ישראל ב- ESO תאפשר לאסטרונומים ישראלים להגיש בקשות לזמני תצפית. דמי חברות חד פעמיים: 20 מיליון יורו (ניתנים לחלוקה על פני 5 שנים), תשלום שנתי: 2 מיליון יורו. סה"כ עלות: 33 מיליון דולר. התשתית נכללה במפת הדרכים של 2013.
2. **מרכז למיקרוסקופית אלקטרונית חודרת (TEM)** - מיקרוסקופ אלקטרוני בעל ביצועים גבוהים המיועד לספק מידע מפורט על המבנה האטומי, ההרכב היסודי, האנרגיה והאלקטרוניקה המקומיים של האטומים. עלות מכשור עיקרי (שני מרכזים): 8 מיליון דולר. מכשור עזר וכוח אדם לחמש שנים בשני מרכזים: 4.4 מיליון דולר. סה"כ עלות: 12.4 מיליון דולר.
3. **מרכז למיקרוסקופית אלקטרונית קריאוגנית** – מכשור לחקר מבנים מולקולריים ברזולוציה גבוהה. מיקרוסקופ אלקטרוני קריוגני, בעל אוטומציה מלאה. לצרכי הכנת דגמים אפיון ראשוני ומחקרי: קריו אלקטרוני מיקרוסקופ מתקדם אך קונבנציונלי. לדיון בהקמה לאחר שנה. עלות משוערת: 15 מיליון דולר.
4. **מרכז לייזרים לאומי** – מערכת לייזר מתקדמת וסביבת ניסוי מבוקרת. מומלץ להקים מעבדה מרכזית למחקר בלייזרים רבי עוצמה ובמקורות קרינה חדשים בתחום ה-X. ישנה מעבדה כיום במקום וייצמן, אך בעלת מקום מוגבל. עלות צפויה: 25 מיליון דולר.

מדעי החיים והרפואה

5. **השתתפות בתשתית האירופאית Eu-Openscreen** – פיתוח של תרכובות כימיות קטנות חדשות ("probes"), המעוררות תגובות ביולוגיות ספציפיות על אורגניזמים, תאים או רכיבים סלולריים. תקרה שנתית של 55K דולר, עבור מימון דמי חברות, והשתתפות בוועדות המלוות את התשתית. 250K דולר לחמש שנים.
6. **השתתפות בתשתית האירופאית Euro Bio Imaging** – הצרכים הישראליים: טכנולוגיות הדמיה ביו-רפואיות מתקדמות מתפתחות ומתמחות במעבדות מחקר מרובות באוניברסיטאות, בתי חולים ומכוני מחקר בישראל, אך הידע אינו נגיש לקהילת המחקר הרחבה. טכנולוגיות מתקדמות מסוימות

בתחום הדמיה ביו-רפואית מתקדמות אינן זמינות לחוקרים במערכת האקדמית הישראלית. תקרה שנתית: 50K דולר, עבור מימון דמי חברות, והשתתפות בוועדות המלוות את התשתית, עלות מוערכת כוללת 250 דולר לחמש שנים. התשתית נכללת במפת הדרכים של ESFRI 2016.

7. **יחידה לייצור עכברים מהונדסים גנטית** – לתשתית שלוש יחידות: מעבדה לייצור עכברים מהונדסים גנטית בעלת יכולת הקפאה והפשרה של זנים. בית חיות סגור שיספק רקמות למחקרים גנומים וינפק עכברים על פי הזמנה. קליניקה לעכברים שתאפשר עריכת ניסויים תוך שימוש במכשור דימות מתקדם. עלות הקמה: 4.4 מיליון דולר, הוצאות שנתיות: 1 מיליון דולר, סה"כ עלות: 9.4 מיליון דולר. התשתית נכללה במפת הדרכים של 2013.

8. **מרכז לפנומיקה של צמחים** – תחנת מדידה נייחת, מבוקרת מחשב ובעלת הנעה רובוטית של צמחים. המערכת הנייחת תוקם בסמוך למבנה מבוקר ומשוכלל לגידול צמחים. עלות הקמה: 8.5 מיליון דולר, עלות שנתית: 0.3 מיליון דולר, סה"כ עלות: 10 מיליון דולר. התשתית נכללה במפת הדרכים של 2013.

9. **מרכז לייצור דגי זברה מהונדסים גנטית** – המרכז יאפשר ייצור דגי זברה מהונדסים גנטית, אחזקת קווי דגים מהונדסים גנטית, תשתיות וידע למחקר בדגי זברה, יבוא של קווי דגים מהונדסים גנטית מחו"ל, עזרה לקבוצות מחקר והדרכת סטודנטים, שירותים לתעשייה. עלות הקמה: 3 מיליון דולר, עלות שנתית: 200 אלף דולר, סה"כ עלות: 4 מיליון דולר.

10. **מכון אנליטי לחקר סוכרים** – פיתוח טכנולוגיות חקר סוכרים והכשרת מדענים. המרכז יספק שירות, הדרכה, פרוטוקולים וייעוץ למבנה סוכרים וחקר הרכבם. עלות הקמה: 6 מיליון ש"ח, עלות שנתית: 2 מיליון ש"ח לשנה, סה"כ עלות: 16 מיליון ש"ח (כ-4 מיליון דולר).

אנרגיה

11. **מרכז דלקים אלטרנטיביים מבוססי פחמן מימני** – קידום נושא GTL (תהליך הפיכת גז לנוזל) ועיבוד כימי של ביומסה לייצור דלקים נוזליים המבוססים על פחמן. עלות הקמה: 4 מיליון דולר, תחזוקה לשנה: 0.2 מיליון דולר, סך הכל עלות: 5 מיליון דולר. התשתית נכללה במפת הדרכים של 2013.

12. **מרכז לקרינה סולרית** – החלפת דלק המאובנים במקורות מתחדשים של אנרגיה חלופית. עלות ציוד: 2.3 מיליון דולר, עלות תחזוקה: 100 אלף דולר. סה"כ עלות: 2.8 מיליון דולר.

סביבה

13. **מצפה יבשתי – מצפה למחקר ומדידות אטמוספירה-ביוספירה**. עלות הקמה: 5.2 מיליון דולר, אחזקה שנתית: 700 אלף דולר, סה"כ עלות: 8.7 מיליון דולר.

מדעי החברה

14. **הנגשת נתוני למ"ס סודיים (חדרי למ"ס)** – תשתית טכנולוגית להנגשת קבצי למ"ס לעבודה מרחוק. עלויות ציוד: 1 מיליון דולר, עלויות כוח אדם: 200 אלף דולר שנתי, סך הכל עלות: 2 מיליון דולר. התשתית נכללה במפת הדרכים של 2013.

15. **מאגרי נתונים במדעי החברה** – ריכוז קבצי נתונים של סקרים חברתיים הנערכים בישראל, טיוב והנגשתם לחוקרים ולסטודנטים. עלות שנתית: 0.4 מיליון דולר, עלות כוללת לחמש שנים: 2 מיליון דולר. התשתית נכללה במפת הדרכים של 2013.

מדעי הרוח

16. **מרכז למדעי הרוח הדיגיטליים (כולל מאגר מרכזי של עבודות מחקר במדעי הרוח)** – פיתוח אוריינות טכנולוגית, כלי מחקר ותוכנות, יצירת שיתופי פעולה. תמיכה בפרויקטים בתכנון, בהקמה או בעבודה שוטפת בפקולטות למדעי הרוח, ייעוץ והנחיה, שיתוף בכלים דיגיטליים, הכשרת כוח אדם מומחה בתחום, ומוקד לניסוי ופיתוח כלים חדשים. עלות שנתית: 5.5 מיליון ש"ח, סה"כ עלות: 27.5 מיליון ש"ח.

17. **קורפוס עברי לאומי** – איסוף כל מה שאי פעם שנכתב בעברית מז'אנרים שונים, איסוף דוגמאות של עברית דבורה, קטלוג המידע לפי תקופות ולפי סוגות של דיבור וכתובה. עלות הקמה: 1 מיליון דולר, עלות שנתית: 1 מיליון ש"ח, סה"כ עלות: 2.2 מיליון דולר.

11.3 נספח ג- סיכום הראיונות שנערכו עד כה במסגרת המחקר לבחינת תשתיות לאומיות עתידיות במחקר, פיתוח וניסויים

חיים רוסי, יו"ר תעשיידע, מנכל לשעבר של אלאופ, סמנכ"ל לשעבר של אלביט מערכות, חבר בוועד המנהל של הרשות לחדשנות, חבר במולמ"פ- נערכו שני ראיונות

מאיר נצר, תל"ם

אילן פלד, ד"ר **אביב זאבי**, ד"ר **אמירם פורת**, **אניה אלדן** זירת תשתית טכנולוגית ברשות לחדשנות

ד"ר אורה דר, יועצת של הרשות לחדשנות במשרד הכלכלה, הערוץ לתשתיות

רפי קוריאט, מנכ"ל חברת קורל ביזנס בע"מ, חבר הנהלה בקמטק, יזם ומומחה לננטטכנולוגיה, וחבר הנהלת ארגון INNI. יזם ומייסד חברות טכנולוגיה

פרופ' דוד הורן, ביה"ס לפיזיקה ואסטרונומיה (אמריטוס), אוניברסיטת תל אביב יו"ר וועדה במפת הדרכים של ות"ת. נציג ישראל לשעבר ב- ESFRI

פרופ' אלוף במיל איציק בן ישראל, הפקולטה למדעי החברה, אוניברסיטת תל אביב. הפקולטה לניהול, לשעבר ראש מפא"ת, לשעבר ראש תכנית החלל הישראלית, לשעבר ראש תכנית הסייבר.

זאב שדמי, ראש תחום מחקר ופיתוח טכנולוגי בלשכת המדען הראשי של משרד התחבורה

ד"ר אירית אידן, סמנכ"לית למו"פ ברפאל

איתי שטרייכמן, מנהל מו"פ SCD

פרופ' אריה צבן, נשיא אוניברסיטת בר אילן

ד"ר נילי מנדלבלית, רכזת ננטטכנולוגיה, חומרים, תחבורה וחלל ב- ISERD.

דני ספירטוס, מנהל ומייסד חברת NSL satellites Ltd

פרופ' שפרה שוורץ, מהמרכז לחינוך רפואי על שם משה פריבס, הפקולטה למדעי הבריאות אוניב' בן גוריון

ד"ר ברכה חלף, מדענית ראשית במשרד האנרגיה

ד"ר רפי לביא, מנהל מרכז הפוטוניקה.

הלל קיין, מנהל ארגון המו"פ בתעשייה האווירית

ישראל שמר, ראש מנהל ניסויי טיסה בתעשייה האווירית

פרופ' מוטי שגב, פרופ' מחקר בטכניון פקולטה לפיזיקה. חבר באקדמיה הלאומית למדעים

פרופ' גדי אייזנשטיין, טכניון, מנהל RBNI

פרופ' נדב כץ, האוניברסיטה העברית

פרופ' ראם סרי, סגן נשיא למחקר באוניברסיטה העברית

פרופ' בלומברג, סגן הנשיא למחקר באוניברסיטת בן גוריון

סיכום ריאיון עם חיים רוסי

יו"ר תעשיידע, מנכ"ל לשעבר של אלאופ, סמנכ"ל לשעבר של אלביט מערכות, חבר בוועד המנהל של הרשות לחדשנות, חבר במולמ"פ.

תאריך 18.1.18

מראיינת: ורד גלעד

חיים מחדד את ההגדרה שלנו לתשתית מחקר שצריכה לתפישתו להיות גם תשתית ניסויית.

במשרד הביטחון עשו עבודה מאוד גדולה שנקראת תלמ"י- תשתית לאומית ומרכזי ידע לפני 4 שנים. עשו מיפוי של כל מוקדי הידע ומוקדי התשתית שקיימים בתעשיות הביטחוניות: רפאל, אלביט, תע"ש והתעשייה האווירית.

הגדירו הגדרה דומה לזו שהגדרנו במחקר הנוכחי למוקדי תשתית. בעיקר תשתיות פיזיות.

האחראי למיפוי היה אמיר עוזיאל, שהיה עוזר מדעי של ראש מפא"ת. חלק מהעבודה מסווג.

העבודה נעשתה רק עבור המגזר הביטחוני. באלביט למשל אחת התשתיות שהגדירו זה תא ערפל- תא שמייצר ערפל מבוקר. התשתית מדמה מצב ערפל בתנאים מבוקרים. זו למשל תשתית שיכולה לשמש גם לשימושים אזרחיים. רוב התשתיות הן ביטחוניות. חייבו שכל מי שהוגדר ככזה שמקבל כסף ממשרד הביטחון כדי לתחזק, להפעיל, לשפר את התשתית, ייתן שירותים לכל התעשיות האחרות במחירים מבוקרים. אם זו תשתית לאומית היא מחויבת למתן השירות.

הגדירו מנגנון על מנת לוודא שתשתית לאומית לא תהפוך לאמצעי לאותו שחקן שקיבל את המימון. פעם בשנה כל תשתית חייבת לעשות יום עיון, להזמין את כל המשתמשים הרלבנטיים ולהציג מה יש בתשתית, איזה עבודות נעשו, אם שכללו את התשתית וכדו'. יש הרבה מה ללמוד מהתהליך. לקבלת מידע נוסף כדאי לדבר עם משה גולדברג, ראש מת"ת.

לפני מספר שנים החליטו להקים את מרכז הפוטוניקה. חיים רוסי היה יו"ר הוועדה שהחליטה להקים אותו. טענו שיש בתחום הפוטוניקה צורך בציוד מאוד יקר. יש הרבה שחקנים גם באקדמיה וגם בתעשייה ורוצים לתקצב אותו ולהעמיד מרכז כזה שכל מי שיבוא חייבים לתת לו שירות.

זו תשתית תל"ם. עשו סקר, נפגשו עם כל התעשיות הרלבנטיות, עם האקדמיה ועם מערכת הביטחון. שאלו מה הם חושבים שחסר ובאיזה סדרי עדיפויות והגישו המלצה שהייתה מדורגת עפ"י סדרי עדיפויות. כשהחליטו על גובה התקציב, זה קבע מה יוכל להיכלל בתשתית.

יצאו למרכז, הוגשו הצעות וממ"ג עם אוניברסיטת בן גוריון זכו. הוועדה הגדירה שזו חייבת להיות ישות עצמאית. בעיני חיים זה מאוד עקרוני. חיים לא מאמין בתשתית לאומית שמוקמת בתוך האקדמיה או בתוך התעשייה, מכיוון שזה מהר מאוד יהפוך להיות כלי בידי אותה תעשייה או אותה אקדמיה. זו חייבת להיות יחידת שירות. תעשייה לא תיתן שירותים. היא לא בנויה במודל לתת שירות. יש לה ציוד אז היא משתמשת בו בשביל עצמה.

חיים לא חושב שיש כיום תשתית כזו.

לגבי תשתית ניסויי טיסה בתעשייה האווירית. חיים אומר שזה של התעשייה האווירית וכשאלביט צריכה ניסויי טיסה היא לא משתמשת בתשתית של התעשייה האווירית כי היא לא רוצה לחשוף בפניה את הפיתוחים שלה, כיוון שהן בד"כ נמצאות בתחרות.

התנאי להקמת תשתית הפוטוניקה בממ"ג היה שזו תהיה יחידה נפרדת, אמרו להם להקים חברת בת. יש יתרונות בלהקים את התשתית בסמוך למתקן קיים.

זה קיים בטכניון, למשל במכון המתכות שקנו לו כעת ציוד בתקציב מיוחד, שאמור לתת שירותים להרבה תעשיות.

איך בונים רשימה כזו של תשתיות?

כשהגדירו פוטוניקה זה היה יחסית פשוט כי יש 20 תעשיות רלבנטיות. קבעו מועד שבו לכל חברה נקבע פרק זמן להעלות את הצרכים שלה. במחקר הנוכחי, אפשר לפרסם קול קורא בעיתון ולבקש מכל התעשיות הרלבנטיות וגם מהאקדמיה, למי שמעוניין להציג את הצרכים שלו בתשתיות מחקר.

אפשר בכל אחד מהתחומים לזהות 10 תעשיות ואז לפנות אליהן ולקבל מהן הפניות נוספות.

ללכת לאיגוד התעשיינים, לרשות החדשנות ולשאול מי השחקנים הראשיים.

חשוב שדברים יעשו גם מבחינת הנראות שלהם.

בתל"ם שאם אין עניין אצל לפחות שניים משלושת המגזרים: ביטחון, אקדמיה ותעשייה, זה לא יקרה. למשל, עלה פעם הצורך ברובוטיקה ולא הצליחו להגיע להסכמה. כל אחד משך לכיוון אחר. זה לא אומר שלא צריך.

נושאים שחיים מעלה ככאלה שיש בהם צורך בתשתיות: רובוטיקה, פוטוניקה נכון וצריך להרחיב אותו, עשו מעט מידי.

ראיון שני עם חיים רוטו לגבי חברות שכדאי לראיין לגבי צרכים בתשתיות עתידיות בתעשייה

מראיינת: ורד גלעד

תאריך: 31.1.18

לדברי חיים תשתיות מחקר הינו מושג שאינו מתאים לצרכי התעשייה. תשתיות המחקר באוניברסיטאות מספיק טובות כדי לשרת גם את התעשייה. התשתיות שחסרות לתעשיות אלה בעיקר **תשתיות של ניסויים**. מספר דוגמאות:

בעולם האנרגיה מנסים לקדם ולא כ"כ מצליחים - **smart grid** - הרבה חברות קטנות מנסות לפתח אלגוריתמים ופתרונות ואין איך לבדוק את זה. עלה רעיון שיוקם אתר שיש בו רשת חכמה וכל אחד יוכל להשתמש בו כמעין פיילוט.

דוגמא אחרת בעולם **הרובוטיקה והרכבים האוטונומיים**. אם היה מתקן שהיה יכול לשמש לניסויים. מסלול/מתקן ניסויים ששם ניתן לנסות מערכת שמפתחים.

חברות שחיים מציע שנדבר איתם על צרכים בתשתיות:

תחום חלל: בחלל יש מספר תעשיות גדולות ויש תעשיות קטנות, שיכול להיות שהן יוכלו להעלות צרכים בתשתיות, היות שהן עוסקות יותר בעולם של הננו לוווינים.

התעשיות הגדולות הן **התעשייה האווירית, אלביט ורפאל**.

תעשיות קטנות: **Active Space, SNL, SpacePharma**

רעיון שעלה לאחרונה ע"י אחת מהתעשיות. חברות ישראליות נוסעות לחו"ל לעשות ניסויים ב- **Drop tower**. כשרוצים לבדוק דברים בתנאים של חוסר כבידה. זה רעיון שעובדים עליו בעולם ועכשיו עלה הנושא של להקים אותו בארץ- להקים מגדל שמימנו מטילים דברים ואז ניתן לבחון אותם במצב של חוסר כבידה.

לחברות הגדולות יש תשתיות. מדינת ישראל הקימה תשתיות בהרבה כסף. תשתיות ללוויינים בתעשייה האווירית, תשתיות לעולם המצלמות באלאופ, תשתיות ברפאל. קיימות תשתיות. השאלה אם מישהו חיצוני רוצה להשתמש בהן האם הוא יכול.

חיים לא מאמין בתשתיות שנמצאות בתעשייה אחת ומשרתות תעשיות אחרות. לדבריו 'זה לא בתרבות שלנו'.

באלביט - עולם המצלמות - **אילן פורת** באלאופ ברחובות. בחיפה הם רק בתחילת הדרך.

תעשייה אווירית - מנהל המפעל - עופר דורון. כדאי לדבר עם **ענבל קרייס** הסגנית שלו.

מדעי הטבע:

כימיה: כיל, כימיקלים לישראל

ניר קנטור-ראש אגף הכימיה בהתאחדות התעשיינים. מכיר מצוין את התעשייה.

עולם הכימיה הולך יותר ויותר לכיוון של חומרים וננו-טכנולוגיה.

בננוטכנולוגיה יש תשתיות- את מרכזי הננו.

בנושא חומרים יש את המכונים: **מכון המתכות בטכניון, מכון הפלסטיקה בטכניון ומכון הקרמיקה**. אלה שלושה מכונים שיש להן תשתיות טובות. מכון המתכות קיבל לאחרונה כסף לתשתיות. למכון הקרמיקה יש הרבה מה להשלים וכך גם למכון הפלסטיק בשנקר. חיים ממליץ שנדבר עם המנהלים של שלושת המכונים.

ביולוגיה:

OrbiMed - חברת השקעות. גוף שמשקיע בחברות. יש להם תמונת רוחב על מה צריך. (ד"ר ניסים דרוויש, שותף מנהל באורבימד ישראל)

נורית אייל, הייתה בלשכת המדען הראשי עוסקת בתושבים חוזרים. 054-4801733. יש לה תמונה טובה של מיקרוביולוגיה, ביולוגיה.

אורה דר

מחשבים: Super computers. במסגרת המולמו"פ נעשתה עבודה כי הייתה בקשה לרכוש מחשבי על. המסקנה הייתה שלא צריך לקנות כי יש בארץ תשתית חזקה. עדיין יתכן שיש צורך. פרופ' איציק בן ישראל היה מעורב.

אלקטרו אופטיקה - הקימו תשתית מסוימת- מכון הפוטוניקה במסגרת תל"ם. המכון נותן מענה לדברים מסוימים אבל לא לכל מה שצריך. רמה בסיסית של יצירת החומרים שמהם מייצרים אח"כ את הרכיבים. בעולם הרכיבים אין תשתית. יש תשתית מסוימת ב-SCD אבל היא מאוד ייעודית רק למטרות שלהם. כדאי לדבר עם- **בורך גליק**.

פיסיקה: ממ"ג שורק

מכוני מו"פ - המודל שקיים בכל העולם. כשתעשייה צריכה תשתית ידע ולא יכולה ללכת לאוניברסיטאות, היא פונה למכונים שנותנים שירותים לתעשייה. חיים מאמין שזה מה שמדינת ישראל צריכה לעשות.

לגבי המסמך שחיים הגיש בנושא- זה מתקדם לאט. צריך לצאת בימים אלה קול קורא להקמה של מכון לייצור מתקדם באזור כרמיאל בצפון. זה בטיפול של הרשות לחדשנות. שם פחות מדובר בתשתיות. זה באחריות של ד"ר מלכה ניר ברשות לחדשנות.

ההמלצה שלהם בדו"ח הייתה כללית מה צריך להיות המודל. בחירת הנושאים לדעתו של חיים תבוא מלמטה- גורם שיזהה שיש לו יכולות, יבקש עזרה כדי להקים את המכון שהוא צריך.

יש חברות שעוסקות בספקטרום רחב של נושאים, מולטי דיסציפלינאריות, שיכולות להעלות צרכים. חברות כמו: **אורבוסק, אפלייד, KLA**

רפואה: אינסייטק

חברות בינלאומיות: פיליפס

רוב החברות הרב לאומיות בארץ הן חברות תוכנה והם יגידו שמה שחסר להן אלה אנשים. השאלה אם לקבוצות הפיתוח שלהן יש צרכים.

גוגל, אמזון, פייסבוק- החברות האלה עוסקות בתוכנה- הן לא צריכות תשתיות.

בעולם ה-big data יתכן שיש צורך בשתיות כמו פס רחב מאוד. אולי תשתית רשת מהירה.

פרופ' שלומי דולב מאוניברסיטת בן גוריון בנגב.

חקלאות:

מכון וולקני, הזרע, נטפים, אבוג'ין

וולקני גם ספקי תשתיות בעיקר כדאי לדבר איתם.

ראיון עם מאיר נצר, תל"ם

מראיינת: ורד גלעד

תאריך: 1.2.18

תל"ם קיים 20 שנה. 15 שנים של פעילות נמרצת שנחלשה בחמש השנים האחרונות. בפעם האחרונה שתל"ם אישר פרויקט תשתית היה ב-2012 אז אושרה הקמת מרכז פוטוניקה שהקמתו נמשכת גם כיום ופרויקט המוח שגם הקמתו נמשכת כיום. היה מדובר שם על קניית מכשיר MRI עוצמתי.

בחמש השנים האחרונות לא אושרו פרויקטים. הסיבה העיקרית היא שות"ת כמעט ירדה מהבמה.

הפעם האחרונה שות"ת הגישה לתל"ם פרויקט שאושר, הייתה במרץ 2009. מזה 9 שנים שבמהלכן ות"ת לא הגישה לתל"ם פרויקטים שאושרו. הוגש פרויקט אחד לפני 3 שנים שלא אושר "תשתית לעכברים מהונדסים גנטית".

יש צרכים אובייקטיביים בהקמת תשתיות גדולות. בתשתיות גדולות הכוונה לתשתיות שחוצות גבולות ארגוניים, כאלה שארגון אחד מבין אלה המאוגדים בתל"ם אינו יכול להרים אותו לבד.

רוב הפרויקטים הוקמו בתוך חצר האוניברסיטאות, למעט שני פרויקטים שהוקמו בממ"ג שורק.

יחסי המימון הם שות"ת שילמו עבור הפרויקטים של תל"ם 30% מעלות הפרויקטים ו-70% שולמו ע"י שאר השותפים.

כשות"ת לא מגישים פרויקט ושאר השותפים מגישים, ות"ת חייבת להשתתף במימון הפרויקטים שאחרים מציעים, דבר שגורם לכך שסדר העדיפויות של ות"ת משתבש והיא נאלצת להתאים את עצמה לאחרים.

שתי הצעות שהוגשו לתל"ם בשנים האחרונות הן:

הפרויקט הראשון היה יזמה של פרופ' דני וייס מהטכניון, חבר האקדמיה הלאומית למדעים. הוא הגיש הצעה להקמת תשתית לרובוטיקה אוטונומית יבשתית. הכוונה הייתה להקים שדה ניסוי לרובוטים אוטונומיים יבשתיים. ההצעה הזו הוגשה על רקע העובדה שלמדינת ישראל יש יתרון יחסי ביחס לעולם ברובוטיקה אוטונומית אווירית ואפילו ימית. פרופ' דני וייס הציע להשתמש ביתרון זה לטובת הקמת שדה ניסויים לרובוטיקה יבשתית. פרויקט זה לא אושר בשל שתי סיבות: מפא"ת חשב שההצעה אינה ברמה מספקת מבחינה מדעית טכנולוגית והמדען הראשי במשרד הכלכלה היה אדיש להצעה. מאיר נצר לא שותף לעמדה זו.

בתל"ם כשמתקבלת הצעה מוקמת ועדת בדיקה מקצועית-טכנולוגית ברמה מאוד גבוהה. זו ועדה שהמנדט שלה רחב. היא לוקחת את ההצעה, בוחנת אותה ומשליכה על הצרכים הלאומיים הכלליים. לוועדה של תל"ם יש מנדט לתקן, לשנות את ההצעה ולהרחיב אותה לכלל צרכי המדינה התעשייתיים, האקדמיים והביטחוניים. לכן, העמדה של מפא"ת בעניין הצעה זו, לא נראתה נכונה למאיר, כי וועדת בדיקה מדעית-טכנולוגית הייתה מתקנת את ההצעה של פרופ' דני וייס במידת הצורך. זה לא קרה כי חברי תל"ם לא הסכימו והסירו את ההצעה מעל הפרק. מאיר ממליץ שנדבר עם פרופ' דני וייס.

גם פרופ' רות ארנון, יו"ר תל"ם, חשבה שיש להקים ועדה לבחינת ההצעה היא זו שהגישה את ההצעה לתל"ם.

ההצעה השנייה שלא אושרה, היתה הצעה של ות"ת שהוגשה לפני 3 שנים- שדנה בנושא הקמת תשתית לעכברים מהונדסים גנטית. כאן הוקמה ועדת בדיקה מדעית-טכנולוגית בראשותו של פרופ' צ'חנובר. הועדה הזו הוקמה למרות שמאיר הבהיר לפרופ' טרכטנברג שהיה יו"ר ות"ת באותה תקופה, שאין בהצעה זו עניין, לא למשרד הביטחון ולא למדען הראשי במשרד הכלכלה, שכן ההצעה הזו היא רק בתחום המחקר הבסיסי ומערכת ההשכלה הגבוהה. למרות זאת, פרופ' טרכטנברג הגיש את ההצעה. פרופ' צ'חנובר ואחרים השקיעו בבדיקה עבודה רבה שארכה כשנה ותוצאותיה הוגשו לתל"ם. כצפוי, לא משרד הביטחון ולא משרד הכלכלה, מצאו עניין בהצעה. ההמלצה של הוועדה הייתה להקים תשתית אבל זה לא ענה על צרכי ביטחון ומשרד הכלכלה. לדברי מאיר בוזבזה כאן שנה וחצי של אנשים שבדקו את ההצעה למרות שהיה ברור מלכתחילה שאין לחלק מהגופים שיושבים בתל"ם עניין בהצעה והם לא ימננו אותה.

תל"ם בנוי על שלוש רגליים. צרכי מערכת ההשכלה הגבוהה-צרכי המחקר הבסיסי שמיוצגים ע"י ות"ת, צרכי הביטחון שמיוצגים בעיקר ע"י מפא"ת וצרכי התעשייה שמיוצגים בתל"ם ע"י המדען הראשי וכיום גם ע"י רשות החדשנות.

לפחות שניים מבין השלושה צריכים לתמוך בהצעה כדי שהיא תתממש, מכיוון שאם הצעה נתמכת רק ע"י גוף אחד זה לא חורג מגבולות הגזרה של המציע ולכן אין מקומו בתל"ם.

מאיר יודע שות"ת מנסים לממן מודל מוקטן של ההצעה ושל תוצאות העבודה של פרופ' צ'חנובר. כדאי לשוחח על כך עם גדי לוי, סמנכ"ל האקדמיה הלאומית למדעים. שהיה מרכז הוועדה מטעם תל"ם ועבד עם פרופ' צ'חנובר ועד היום מלווה את הנושא.

איך מתמנות ועדות הבדיקה של תל"ם?

הוועדות מתמנות ע"י יו"ר תל"ם וגם הצ'רטור שלהן נקבע ע"י יו"ר תל"ם. הוועדות הן בלתי תלויות בחברי תל"ם.

יו"ר תל"ם מייצג ידע, סטטוס מדעי וכו'. את הכסף מייצגים יתר החברים בתל"ם. הרמה של הוועדות מעולה. למשל בנוסכנולוגיה השתתפו פרופ' יהושע יורטנר, דן מיידין. פרופ' צ'חנובר בעכברים מהונדסים גנטית ועוד אנשים משכמם ומעלה בתעשייה, בביטחון ובאקדמיה.

פרופ' רות ארנון היא זו שבחרת וממנה את חברי הוועדה תוך שאיפה לאיזון בין התחומים השונים, בין הצרכים של האקדמיה, הביטחון והתעשייה.

בוועדה יושב באופן קבוע כלכלן ומרכז ועדה שמאיר ממליץ עליהם. חברים אחרים מתמנים תוך התייעצות עם הקרן הלאומית למדע בכל הקשור לאנשי אקדמיה ומאיר מייעץ לגבי תעשיינים ואנשי ביטחון. ההחלטה היא של יו"ר תל"ם כיום פרופ' רות ארנון. יו"ר תל"ם הוא נשיא או נשיא לשעבר של האקדמיה הלאומית למדעים.

לגבי התעשייה, מאיר ממליץ שנדבר עם **דן וילנסקי, חיים רוטו**. בתחום הבי-**פרופ' חיים אביב, פרופ' מישל רבל**- בעל ידע נרחב גם באקדמיה וגם בתעשייה. הוא המדען הראשי והבעלים של קדימהסטם בנס ציונה החובות. הוא עמד בראש שתי ועדות של תל"ם: בנק רקמות (מידג"ם) ושל מאגר גנומי קליני שנמצא עכשיו על השולחן בדיונים.

כנראה בחודש אפריל עדיין לא ודאי- טרם הוגש. ידונו **במרכז קוואנטום**.

מידג"ם - בנק רקמות עובד. מנהל אותו **שמעון רייסנר**

מאגר גנומי נמצא על שולחן הדיונים.

דר' אירית אידן, סמנכ"לית מו"פ, רפאל

תאריך 24.10.2017

מראיינות: ורד גלעד, מעיין זרביב, סימה ציפרפל

לגבי קריטריון הנגישות לכלל החוקרים בישראל, ברפאל ישנה הגבלה מבחינה ביטחונית על שימוש פיזי במתקנים של רפאל, ולכן המתקן סגור לכניסה פיזית של חוקרים חיצוניים, אך מנגד יש עידוד לשיתופי פעולה עם חוקרים חיצוניים. דוגמא לשיתופי פעולה: המעבדה לאופטיקה קוונטית היא דוגמא לתשתית לאומית הממוקמת ברפאל (לא מתאימה לקריטריונים של המחקר מבחינת תקציבים). חברי הסגל של מכון ויצמן, ניר דוידסון ועופר פירסטנברג, משתמשים בתשתית וכך גם הסטודנטים שלהם (מסטרנטים ודוקטורנטים). יש עידוד מצד רפאל לפרסום מאמרים של החוקרים מהאקדמיה שמשתמשים במתקן. הפתיחות לחוקרים אחרים קיימת ומעודדת ברפאל. רפאל מוכנה לשיתופי פעולה עם האקדמיה ועם חברות אחרות, אך בפועל בעייתי מאוד לקיים שיתופי פעולה בתוך התעשייה.

תשתיות לאומיות ברפאל

1. **מתקן הערכה למנועי חלל**- תשתית לאומית במימון מפא"ת. בדו"ח מיפוי התשתיות של מוסד נאמן מופיע המתקן, כמתקן ללא משתמשים חיצוניים, וזאת כי לא ניתן להכניס חוקרים חיצוניים למתקן. יש אפשרות לשיתופי פעולה עם חוקרים מהאקדמיה, וניתן להזמין ברפאל עבודות, ורפאל מעוניינים בזה, ללא כניסה פיזית של החוקר למתקן. לדוגמא, קבוצה שבנתה מנוע ללוויין צרפתי ("ונוס") שעלה לחלל, ומערכת ההנעה שלו פותחה ברפאל בשיתוף עם מוסדות אחרים שמקדמים ידע בתחום זה. ברפאל ישמחו לקבל הזמנות במתקן תמורת תשלום מחוקרים ומוסדות חיצוניים. איש קשר למתקן: אלון פלד, סגן מו"פ חטיבת מנור.
2. **מיק"א** – מיקרואלקטרוניקה. תשתית לאומית במימון מפא"ת. יש להם קשרים עם האקדמיה (כנראה שכרגע אין הזמנות אצלם אך אין מניעה לכך). בתשתית זו מושקע כסף רב לאורך השנים גם ממפא"ת וגם מרפאל, ואין תשתית מקבילה לה באקדמיה, אך ישנן חברות שעוסקות במיקרואלקטרוניקה, למשל, חברת הבת "גל-אל" שיושבת בתעשייה אווירית, ומייצרת רכיבי תקשורת למיקרואלקטרוניקה, וכן חברת כגון טאוור סמיקונדקטור. איש קשר: יעל סמדר - סגנית למו"פ בחטיבת הרלבנטיות או נפתלי סלע, המדען הראשי.
3. **הנדסת סביבה**- בתשתית זו מושקע כסף רב. התשתית עוסקת בבדיקות מוצר, תגובות חומר, חוזק והתיישנות (מרעדים, טמפרטורות, לחות). משתמשים בה גם סטודנטים למאסטר ולדוקטורט והיא משרתת כמעט את כל התעשיות הביטחוניות. הידע המחקרי שנעשה במתקן משותף לאקדמיה ולרפאל.
4. **בריכה אקוסטית** – מתקן תשתית לאומי של בריכה אקוסטית בגודל של 10 מטרים. עובדים עם האקדמיה (טכניון, אוניברסיטת חיפה). עלויות ההקמה של התשתית היו גבוהות מאוד.
5. **שדמה** (שדרת ניסויים) – בדרום הארץ. חבר סגל מירושלים ביקש לשים טלסקופים בשדמה, לרפאל אין בעיה לאשר זאת אם למבקש תנאי השימוש בתשתית מתאימים (עושים שם ניסויים בפצצות).
6. **מיגום** – ניסויים בליסטיים ובדיקת חומרים.

חברות בת

לקבלת אינפורמציה על חברות בת, יש לפנות למנהל מו"פ בכל חברה. חברות הבת אינן תשתיות לאומיות אך יכולות לשמש כתשתיות, כי ניתן להזמין מהן עבודות. **SCD** - חברת בת של רפאל ואלביט (50% רפאל, 50% אלביט), העוסקת בגלאים אופטיים, ממוקמת ברפאל במכון לשם.

גל-אל-חברת בת של רפאל והתעשייה האווירית. ממוקמת בתעשייה האווירית ומייצרת רכיבי תקשורת למיקרואלקטרוניקה.

- לכל מתקן ברפאל יש תכנית השקעה ארוכת טווח. בניתוח צרכים קדימה, אם יש צורך במתקן עתידי, מפא"ת מממנת תשתיות לאומיות ומתקנים עתידיים. זהו תהליך של שנים רבות ותקציבי השקעה (יחד עם רפאל) הנעים בין 100 ל-150 מיליון שקל. החשיבות העיקרית בהחלטה, היא לא הכסף אלא הנחיצות לביטחון ישראל.
- הקריטריון החשוב ביותר בהקמת תשתית, הוא האם יש באותו מקום כוח אדם מקצועי ומיומן להקמה ותמיכה בתשתית. קיימת תחרות גדולה בין התעשיות הביטחוניות, ותיאורטית יש אפשרות לשינוף פעולה בהקמת תשתית בין התעשיות, אך מעשית זה בעייתי בשל תחרות בין החברות על אותם המכרזים. המטרה היא לפתח כוח אדם מדעי טכנולוגי, כי קיים קשר חזק בין פיתוח כוח אדם מדעי טכנולוגי לשינוף לשינוף לשינוף פעולה אקדמיה-תעשייה.
- למפא"ת 10-15 מוקדי תשתיות לאומיות (ההגדרה שלהם לתשתית לאומית שהיא אחת ויחידה בארץ, מפא"ת משקיעים בה כספים בכל שנה, תכניות ארוכות טווח והיא נדרשת בראייה הלאומית של ישראל ומחויבות לשמור את הידע בחזית הטכנולוגיה. מתקן התשתית הלאומי מחויב לתת שירות לחברות הבטחוניות האחרות). כל התשתיות מוקמות לצרכים ביטחוניים, אך אין מניעה לשימושים של מוסדות וחוקרים שלא עוסקים בביטחון. בנוסף, למפא"ת יש כ-40 מוקדי ידע (לא תשתיות לאומיות).
- בממ"ג יש תשתית פוטוניקה.
- בתעשייה אווירית יש מתקן תשתית לאומית של שח"ם.
- הטכניון לא השכיל עדיין למנף את נושא המולטי-דיסציפלינריות, למשל, תחום הננוטכנולוגיה הוא מולטי-דיסציפלינרי ולכן הננוטכנולוגיה בטכניון אינו מתפתח כפי שהיה ראוי. במרכז הסייבר ומערכות אוטונומיות, יש חברי סגל מפקולטות שונות, אך חסרה העבודה המשותפת בין חברי הסגל בגלל הדרישה של הטכניון לקבלת בונוס והכרה מפרסום מאמרים המבוסס על עבודה של חוקר בודד ולא בשיתוף פעולה. צריך לעודד את החוקרים לשיתופי פעולה, וזה צריך להגיע מלמעלה.

אנשי קשר לנושא התשתיות:

- אלון פלד, סגן למו"פ חטיבת מנור, מכון דוד, רפאל, עבור התשתית של מנועי החלל (המופיעה במיפוי מפת הדרכים) (במקום מיכאל זברצ'יק)
- נפתלי סלע, מדען ראשי רפאל – 0528514349, בתפקיד עד ל-1 לינואר 2018, ניתן לפנות אליו לגבי תשתיות לאומיות מדעיות (תלמ"י) ברפאל.
- משה גולדברג, ראש מת"ט (תשתיות וטכנולוגיות), מפא"ת - אחראי על כל התשתיות הלאומיות. יכול לתת מיפוי של מה קיים בתשתיות.
- מנהל מו"פ של SCD.

עבור מידע על חברות הבת ניתן לפנות ל:

- שוקי יהודה, סמנכ"ל למו"פ, אלביט
- רוני שדה, סמנכ"ל למו"פ, תעשייה אווירית

זירת תשתיות טכנולוגיות רשות החדשנות, משרד הכלכלה

אילן פלד, ד"ר אביב זאבי, ד"ר אמירם פורת

משתתפים ממוסד נאמן ד"ר דפנה גץ וורד גלעד

משתתפים מרשות החדשנות במשרד הכלכלה:

אילן פלד, סמנכ"ל, מנהל תשתית לתעשייה, זירת תשתיות טכנולוגיות במשרד הכלכלה. הראיון נערך כשבוע לפני יציאתו לגמלאות.

ד"ר אביב זאבי יחליף את אילן פלד בתפקידו. נמצא שנה בזירה. לפני כן היה 8 שנים ב-ISERD.

ד"ר אמירם פורת, מנהל תכניות אקדמיות, זירת תשתיות טכנולוגיות במשרד הכלכלה. אחראי בעיקר על קמ"ן.

תאריך 24.12.17

לפי אילן לא נעשה מעולם ניתוח במה צריך להשקיע. מנסים להגיב לצרכים שמזהים בתעשייה.

בנק רקמות- רצו לשלם לבית חולים כרמל כי מישהו שם התחיל את נושא בנק הרקמות. זה לא שעשו ניתוח וחשבו שהנושא הזה יותר חשוב מכל דבר אחר באו נעשה את זה. זה צורך שעלה ורצו עם זה קדימה. המולמו"פ מסתכל בצורה יותר אסטרטגית. יכול להיות גם Top-down צרכים שהמדינה מעריכה שצריך. אין מסמך שאומר מה צריך.

תל"ם אומרת באו נקים תשתיות על בסיס כסף קיים, הכסף התוספתי קטן מאוד כ-15%. הקמה מתוך המקורות של השותפים וזה גם מלמד על צורך אמיתי.

קיים מיזם ממשלתי של המדינה שנקרא **בריאות דיגיטלית כמנוע צמיחה**. הולכים להשקיע הרבה כסף בקידום בריאות דיגיטלית בעיקר בפעילויות/חסמים שמונעים התפתחות טבעית. התשתית הכי מהותית של זה היא **מאגר גנומי**. הגוף שדוחף זה הוא המשרד לשוויון חברתי- ישראל דיגיטלית. מאמץ בין משרדי- בריאות, ות"ת, כלכלה. מתכוונים לעשות שלל פעילויות.

עכברים מהונדסים גנטית לא יצא לפועל במסגרת תלם כי זה מעניין רק את האקדמיה. יתכן שות"ת מקדמים את זה.

לתל"ם יש ארבעה פרויקטים:

1. **מרכז פוטוניקה**- מרכז לאומי. הוקם ע"י ממ"ג. יוקם מחוץ לממ"ג. המוביל מטעם תל"ם זה מפא"ת- רב סרן שי. ממ"ג-ברונו ספז'. **רפי לביא הוא מנהל תכנית ההקמה.**

2. **מידג"ם** -מאגר ישראלי של **דגימות ביולוגיות למחקר** – הינו ביו-בנק (biobank) שמטרתו להבטיח גישה זמינה למידע ודגימות עבור חוקרים מבתי חולים, מהאקדמיה ומהתעשייה.

אנשים שכדאי לדבר איתם לגבי התשתית: **אורה דר**, למידג"ם יש מנהל חדש. המדען הראשי במשרד הבריאות **פרופ' אבי ישראלי**, אחראי על ההקמה וההוצאה לפועל של המיזם.

3. **מרכז בנושא מוח**- מרכז מבוזר. נמצא בשני מקומות. במכון וייצמן ממנים MRI 7 טסלה. לבנות אותו לוקח שלוש שנים ומרכז שני בבר אילן. מוציא לפועל- ות"ת. לדבר עם **אורה דר**.

4. **מאגר גנומי- פסיפס**. רוצים להיקרא **מעבדה לאומית**. יהיה פרויקט של 260 מיליון שקל לחמש שנים. לפסיפס יש מנהל פרויקט איש מחשבים. גם כאן לדבר עם **אורה דר**. נמצאים בישראל האחרונה.

אביב זאבי: לגבי **תשתיות בחו"ל**: בתור חברים בהורייזן חוקרים מישראל רשאים להשתמש בכל תשתית שיש עליה תג של התכנית אירופאית. אנחנו משלמים דמי חבר מאוד גבוהים והתנאי שחוקרים מישראל יוכלו להשתמש בהן. לדבר על כך עם **נילי מנדלבלט מ-ISERD**.

ב-CERN ישראל משקיעה בצורה עקיפה בפרויקטים. ישראל אינה תורמת דבר למיפוי של SFRI מכיוון שאין לנו אסטרטגיה. הנורבגים למשל הם מדינה שמאוד תורמת לכך. חלק מהקולות הקוראים זה עבור design או pre-design וההחלטה איפה להקים את התשתית מתקבלת בהתאם לתפישה שרוצים להשקיע כמה שפחות כסף אירופאי ושכמה שיותר השקעה תגיע מהמדינה עצמה. זה ישרת גם את המדינה וגם את כל אירופה. בד"כ הורייזן מממן- 20% מהעלויות והמדינה עצמה 80%. לתפעול שוטף נדרש כסף נוסף עפ"י שלוש עקרונות. אחד, מדבר על העובדה שעושים מחקרים משותפים גם עבור התשתית וגם עבור אקדמיות בכל אירופה. נייודות של חוקרים, התשתית פתוחה לכולם וגם עושים dissemination הדרכות לקהילה. על התפיסה הזאת הם מקבלים את ה-label האירופאי והישראליים זכאים להשתמש בכל התשתיות האלה. זה לא אומר שזה קורה מכיוון שהתשתיות רחוקות ולא תמיד כדאי להגיע אליהן. לחלק גדול מהתשתיות האלה יש גישה וירטואלית. אביב חושב שאין מודעות. זה תפקיד של ISERD.

לדעתו של אביב חוקרים מישראל משתמשים מעט מאוד בתשתיות האלה וזה חבל מאוד מכיוון שיש מלגות חינם.

יש נתונים ב-ISERD לגבי מספר המשתמשים מישראל בתשתיות ויש גם פורטל אירופאי של מיפוי של כל תשתיות המחקר הקיימות באירופה, שמראה מה קיים ועם מי צריך ליצור קשר על מנת להשתמש בתשתיות.

לפי אביב אנחנו לא תורמים לתשתית האסטרטגית את הצרכים שלנו, אנחנו לא שולחים כמעט חוקרים ישראלים להשתמש בתשתיות למרות שיש מלגות ואנחנו לא מנסים ליזום ומעדיפים להקים לעצמנו את התשתיות שלנו. הקמת תשתית כמו CERN העלות מאוד גבוהה ולכן חוקרים מישראל משתמשים בה. יש תשתיות שעלויות ההקמה שלהן לא מאוד גבוהות ומחליטים להקים אותן בארץ.

לדוגמא, מכון הקרמיקה בטכניון שמשרד הכלכלה תומך בו- תשתית קיימת לא מספיק מעודכנת ופרויקטים מסוימים אלביט ורפאל עושים בגרמניה, כי הם זקוקים לציוד שלא קיים היום בתשתית.

מרכזי מו"פ בינלאומיים. אינטל למשל לא תפתח את התשתית שלה. זה יכול ליצור בעיות IP.

קיימת מעבדה במכון וייצמן שיושב בה נציג של חברת ויזר. דויטשה טלקום בבן גוריון.

נועם ברגל מרשות החדשנות אחראי לשת"פים עם תאגידים בינלאומיים. רובם עובדים ישירות מול האקדמיה ומול התעשייה ולא דרך משרד הכלכלה.

בתחום הפרמה חברות רב לאומיות מתעניינות שמה שמפתחים בארץ. חברה רב לאומית תרצה לתת שימוש בתשתית למי שמעניין אותה. יש עניין של ניצולת, חיסון וצוות מפעיל.

אילן: אחד הנושאים שאנחנו חושבים שצריך התערבות זה **פלטפורמות אוטונומיות**- למשרד הכלכלה אין דרך להקים תשתית לאומית. אנחנו יכולים להיענות לצרכי התעשייה ולהקים איתם משהו משותף אבל זה לא יהיה תשתית לאומית כי לא כל אחד יוכל להשתמש בה מתי שירצה. מתעניינים בתשתית כזו התעשייה האווירית, GM, מובילאי הם מגישים בקשות למשרד הכלכלה שמנסים לעזור להם.

מרכז תחבורה חכמה עדיין לא קיים יצא כמכרז. מנהלת תחבורה חכמה בין פעילויותיה לצאת במכרז יקדם שיתופי פעולה אקדמיה-תעשייה, ימצב אותנו ברמה העולמית כמובילים בתחומי המחקר והפיתוח בנושא זה. זה יהיה מרכז וירטואלי מבוצר. לדבר עם **ענת בונדשטיין** במשרד ראש הממשלה. ראשת מטה לתחבורה חכמה.

מאגד teps מומן בחלקו על ידם.

במאגד הייפר הוקמה **מעבדת VLSI** בבר אילן. ראש המעבדה **פרופ' אלכס פיש**. לא ברור אם יצליחו לשרוד כשהמאגד יסתיים. עובדים עם תעשייה למשל עם מלנוקס.

אילן: יש אנשים שחושבים שישראל חייבת מעבדה לאומית לרובוטיקה.

הוגדר מרכז סייבר בבאר שבע. נמצא בקשיים.

רוצים להגדיל את הפיריון להקים **מכון ליצור מתקדם**. לא ברור מה זה ואיך זה יעבוד. אם יוקם בצפון ישרת חברות בצפון. משנה למנכ"ל משרד הכלכלה, הממונה על התעשייה, **נעמה קאופמן** אחראית על הנושא.

אניה אלדן, זירת הזנק רשות החדשנות, משרד הכלכלה

מראיינות: ד"ר דפנה גץ וורד גלעד.

תאריך 24.12.17

איך לגרום לחברות ישראליות ובינלאומיות להנגיש תשתיות לייזמים?

לחברת Stratasys יש מעבדת מחקר מדהימה שלא פתוחה לחברות הזנק.

מרכזי הננו בנו תשתיות מחקר, אך לא עבדו עם התעשייה ועם יזמים. נשאר באקדמיה.

סביב תשתית טכנולוגית יקומו רעיונות לסטרטאפים אם הבעלים יעשו הקטונים, כנסים, קול קורא, ויסבירו ויתקשרו מה צריך.

אניה מספרת שהם השקיעו הרבה זמן בלהבין צרכים. יצאו עם מכרז ראשון לתעשייה המסורתית, יצור מתקדם.

נבחרו 5 תעשיות מסורתיות, שכולם מעמידים תשתית טכנולוגית שתאפשר ליזמים לפתח טכנולוגיה. הדגש על איך לפתח אקוסיסטם. רנו, חומרים חכמים, HP 3D Printing, Merc Performance, המלט, פרוטרם-מקימים מעבדה בתחום חומרי גלם לתעשיית המזון.

אמרו לחברות שסביב המעבדה שהם עוזרים להם להקים, יוכלו לשתף פעולה עם אקדמיה וחברות גדולות.

רנו, ניסן, מיצובישי, GM, מקימים בתחבורה חכמה. סטרטאפים יוכלו להתחבר לכלי אנליזה. המטרה להנגיש ידע בארץ.

חברות זרות במקום scouting או מו"פ שלא תורמים לאקוסיסטם.

אין הרב מוטיבציה לסטרטאפים לעבוד עם חברות ישראליות כי יודעים להגיע לחברות זרות.

תחומים שנראים לאניה חשובים:

רובוטיקה, 3D Printing, איכות סביבה קימות וטיפול במזהמים, חקלאות.
הייתה שמחה ליצור סביב מרכזי המו"פ תשתיות.

ד"ר אורה דר, יועצת של הרשות לחדשנות במשרד הכלכלה, הערוץ לתשתיות; CO-CHAIRPERSON של כנס ביומד

תאריך 27.11.2017, במוסד שמואל נאמן.
מוסד נאמן: דר' דפנה גץ, סימה ציפרפל

הפרויקטים שאורה מדברת עליהם הם פרויקטים של אקדמיה, תעשייה ומעבר בין האקדמיה לתעשייה. במפת הדרכים של ות"ת המליצו על שני פרויקטים: מרכז לעכברים מהונדסים גנטית ופנומיקה של צמחים. תל"ם לא אישר את שני הפרויקטים ולכן ות"ת לקחו את זה על עצמם. התכנית הראשונה שהוגשה בנושא הפנומיקה לא הייתה מספקת, בשנה השנייה הוגשה תכנית מפורטת יותר, וככל הנראה יאושר מאגד פנומיקה בקרוב מאוד. תחום הפנומיקה מאוד בעייתי, משום שמצד אחד יש את חברות הזרעים ומצד שני יש חברות של סנסורים ו-data.

יש עכשיו מיזם מאוד גדול בתחום ה-big data (תכנית חומ"ש), שבה הוגדר חוסר במדעני מידע (data scientists), מקצוע המחבר בין מחשבים ומדעי החיים והרפואה (ביו-אינפורמטיקה, גנומיקה, רפואה ותהליכים נוספים). זיהו צורך של הכשרת סטודנטים בתחום זה והומלץ לפתוח תארים מתקדמים בתחום. ישנו שיתוף פעולה של אוניברסיטת חיפה עם שלוחת ווטסון מ-IBM, להכשרת בוגרים בתחומי מדעי החיים לתחום ה-data scientists.

הרשות לחדשנות מקדמת את נושא **הייצור המתקדם**, כלומר, להכניס לתעשייה המסורתית טכנולוגיות מתקדמות ICT (טכנולוגיות מידע ותקשורת) להגדלת הפריון ושיפור התחרותיות.

דוגמאות לתשתיות המעניקות שירות:

- בממ"ג יש אפשרות לסמן סימונים תרופתיים, כשירות לתעשייה.
- מאגר בנק רקמות (מדגם) (תל"ם) - מאגר קיים בישראל. החוקר בישראל צריך את בנק רקמות שיש בו את השונות שקיימת בישראל. ישנם ארבעה מרכזי איסוף בהם נאספות הדגימות כולל ציוד שבו הדגימות נשמרות (למשל, מקררים) בבתי חולים: רמב"ם, הדסה, שיבא, איכילוב, סורוקה מצטרפים עכשיו כמרכז חמישי. המרכזים נמצאים בבתי חולים על מנת לענות על כללי הרגולציה של משרד הבריאות. מנהל המאגר: דר' שמעון רייסלר.
- מרכז חקר המוח (תל"מ) - מרכז הדמיה (מכון ויצמן, בר אילן, תל אביב - תלמה הנדלר). במרכז ציוד גדול, MRI7 Tesla במכון ויצמן. זהו MRI בעל יכולת מחקרית וניתן לעבוד עליו. במרכז זה קיים חסר רגולטורי בעייתי מאוד (הרגולטור - משרד הבריאות), היות ומכשיר ה-MRI עובד על בני אדם ולא חיות, יש צורך באישור של ועדת הלסינקי. אישור זה יכול להיות מוגש על ידי רופאים בלבד. מנסים היום לשנות את הרגולציה, כך שגם חוקר יוכל להגיש בקשה להלסינקי ולא רק רופא.

צורך בתשתיות עתידיות:

- בתל"ם דנים במאגר גנומי-קליני (מצטרפים המשרד לשוויון חברתי ומשרד הבריאות). זו תשתית גדולה מאוד בעלויות גבוהות מאוד. המאגר עדיין לא יצא לדרך. זהו מאגר מבוסס מתנדבים (100 אלף מתנדבים). המאגר יקבץ מידע על מחלות שונות בהרכבי אוכלוסייה מיוחדים, למשל, השונות באוכלוסייה בקרב החולים בסרטן שד (בישראל יש שונות אחרת באוכלוסייה שניתן לגזור מימנה גם תובנות כלליות יותר). חשוב מאוד שתהיה תשתית ישראלית כזאת, כדי שהיא תהיה מותאמת למאפיינים הישראליים, ותקדם את המחקר הישראלי.
- **חברות שירות** כשתשתיות מחקר, בעיקר **חברות תרופות**. חוקר לא יכול לפתח לבדו תרופה, הוא נזקק לשירותים ומשאבים של גורמים אחרים. יש תשתית קטנה במכון ויצמן אך היא לא מספקת שירותים החוצה. קיימת תשתית בינלאומית EATRIS (תשתית של ESFRI), שמיועדת בעיקר למחקר ואינה מתאימה לתעשייה. יש צורך בחברות שירות לחוקרים שמבקשים לפתח תרופה. היתרון של תשתיות שירות בארץ זה נגישות של חוקרים ללמידה ובניה של עקומת ידע. חברות שירות צריכות לתת, מעבר לשירות, גם את הידע וההדרכה. יתרון נוסף של תשתית שירות הוא שעלות תשתית השירות פחותה מעלות של חברת פיתוח. הבעיה בהקמה של חברות שירות היא שמישהו ירצה להקים את זה, כי זה לא משהו שהממשלה תקים.
- בתחום של חברות שירות **חיות גדולות** יש אצלנו שימוש רק בחזירים. בתחום זה ישנן שלוש חברות הנותנות שירותים, ויש בשוק ביקוש לחברות נוספות.

- **סינתזה כימית** - אין בארץ תשתית שתענה על נושא זה (ביוטכנולוגיה, מולקולות מהונדסות). בחוץ לארץ יש מענה לתחום, ומאוד רצוי שזה יעשה גם בארץ.

כיוונים עתידיים במדעי החיים והרפואה:

- **רפואה אישית** - טיפול אישי ומותאם לאדם (super personalized). הפרסונליזציה מתמקדת בתהליך שבו מוציאים דגימות מהאדם ומחזירים אותן אליו לצורך ריפוי המחלה. ישנם וקטורים ספציפיים למחלה שמרכיבים אותם על התאים של האדם, מחברים ביניהם ומחזירים בחזרה לגוף האדם. כבר אושרה תרופה כזאת (של קייט פארמה).
- ברפואה זו, גם מודל התגמול של המבוטחים משתנה, מודל מבוסס הצלחה, בו מקבלים כסף רק במקרה של הצלחה (הטיפולים מאוד יקרים בעלות של מספר אלפי דולרים). השאלה שעולה בטיפול מסוג זה היא, לאחר כמה זמן מודדים הצלחה.
- צריכות להיות טכנולוגיות שתומכות בסוג זה של רפואה וכן תמיכה כלכלית בפיתוח טכנולוגיות אלה. במכון ויצמן נותנים שירות בתחום הרפואה האישית. צריך לבדוק מה הפילוח של מבקשי השירות (בין התעשייה והמחקר, ובין חוקרים ממכון ויצמן לחוקרים חיצוניים).
- **מכשור רפואי-IOT**, מערכות תומכות החלטה (**decision support system**) מותאם לאדם על פי פרמטרים מסוימים. הדיווח יהיה פתוח ותהיה למידה (מידע פתוח ללימוד). מערכות כאלה יאפשרו לרופא להגיע להחלטה מושכלת יותר בטיפול בחולה. לשם כך יש להשקיע הרבה באלגוריתמיקה.
- רפואה מסוג זה תהיה חלק מהמהפכה התעשייתית הרביעית (טכנולוגיה ומידע). בארץ כבר עובדים על התחום (גם האקדמיה וגם חברות התרופות). אין בחו"ל מחקר מתקדם יותר משלנו בתחום. יש בעיה במחקר בישראל, חלק מזה בגלל תשתיות ומוסדות אקדמיים שלא עומדים בקצב מבחינת מכשור מתקדם.

פיתוח כוח אדם: יכולות של פיתוח וניהול. אין בארץ יכולות של פיתוח וניהול בתחומים אלו. מחפשים מנכ"לים מתאימים בעלי ניסיון. בארה"ב מובילים את התחום אנשים בעלי ניסיון רב. צריך להביא את הידע הזה גם לארץ על מנת לקיים מחקר ופיתוח גם בארץ. למשל, קייט פארמה התחילה בישראל אבל שלב הפיתוח עבר לקליפורניה. כלומר, יש רעיונות בארץ, אבל אין מי שיקדם את הרעיונות לשלבים הבאים של פיתוח ושיווק. על מנת ללמוד את הידע צריך לשלוח משתלמים לתקופה ארוכה (מספר שנים) בחו"ל, דבר שלא קורה.

זאב שדמי, ראש תחום מחקר ופיתוח טכנולוגי בלשכת המדען הראשי של משרד התחבורה

תאריך 21.02.2018.

ממוסד נאמן: ורד גלעד, סימה ציפרפל

קיימים שני צרכים בתחום הרכבים האוטונומיים:

הצורך הראשון הוא לטובת פיתוח מערכות תחבורה בישראל למשק הישראלי. האוריינטציה של משרד התחבורה היא לפעול בכיוון של **תחבורה ציבורית** ששם יש הרבה מקום לאוטומציה המחייבת פיתוח, מחקר וניסויים. לא יודעים עדיין אם צריך תשתית ניסויים לתחבורה ציבורית. כנראה יתחילו ניסויים במתקני תחזוקה ובהדרגה יצאו לדרכים ציבוריות. צריך להכשיר כוח אדם שיערוך את הניסויים.

הצורך השני הוא לטובת כלכלת מדינת ישראל ועידוד עסקים וחברות קטנות ובינונית, לפיתוח התחום בארץ. אם רוצים שעבודות הפיתוח של **רכבים אוטונומיים** יתבצעו בישראל, החברות העוסקות בזה צריכות שתהיה להן אפשרות לערוך ניסויים בישראל. לשם כך, משרד התחבורה, כרגולטור, צריך לאפשר קיום ניסויים כאלה בארץ ולהסדיר את התיקון בפקודת התעבורה שיתן סמכויות מתאימות למפקח על התעבורה לעריכת ניסויים בדרכים ציבוריות. עדיין חלק גדול מהניסויים יצטרכו להתקיים במתקנים סגורים, מכיוון שאלו ניסויים שעדיין לא הגיעו לבשלות של עריכתם בדרכים ציבוריות. קשה להעריך מראש מה יידרש במתקנים כאלו, ולכן חושבים על קשת של אפשרויות וגמישים לערוך שינויים באם יהיה צורך.

יש היום פתרונות אד-הוק לחברות שצריכות לעשות ניסויים, למשל, קטע מכביש 20 בנתיבי איילון, שעדיין לא פתוח לתנועה ציבורית. במקביל, מבקשים למצוא מקומות שניתן לייעד אותם לניסויים, ולהשקיע בתשתיות מתאימות: מתאר של כבישים, דימוי של מבנים (הגלאים צריכים להתנסות בסביבה הדומה למציאות), שירותי תקשורת, צילום ותיעוד לליווי הניסויים.

תשתית כזו היא יקרה, והכיוון היום הוא לשתף פעולה בין משרד התחבורה למשרד הביטחון וצה"ל. לצה"ל מתקן צבאי בפלמחים. הרעיון הוא לאזרח שטח בתוך המתקן, ליצור אליו גישה אזרחית (לא דרך המתקן הצבאי) ולהפוך אותו למתקן הניסויים העיקרי (בבעלות המדינה). גם מפא"ת מעורב בנושא והביע נכונות לרעיון. הצבא יוכל להשתמש במתקן הניסויים כלקוח. כרגע ישנה הצעה ראשונית להקצאת השטח והעלויות, אך עדיין לא התקבלה החלטה האם לממש אותה, כרגע זה נמצא בתהליך של הבנה מה נדרש מהמתקן כך שיהיה גמיש לשינויים בהתאם לצרכים שיעלו בהמשך.

למשרד התחבורה יש קשר עם מספר משתמשים פוטנציאליים, למשל, מובילאיי ומרכז הפיתוח של ג'נרל מוטורס (חברה אמריקאית שמרכז הפיתוח שלה יושב בהרצליה פיתוח). ישנם גם מתעניינים מחו"ל שרוצים לעשות פה ניסויים. לישראל מוניטין גבוה של הייטק ויכולות פיתוח, וחברות זרות רואות בכך יתרון לפתיחת מרכזי פיתוח בישראל. בנוסף, לישראל יש יתרון בעריכת ניסויים כאלה בשל מזג האוויר הנוח גם בחורף.

בחו"ל ישנם לפחות 10 מתקנים מאובזרים ברמה גבוהה (תשתיות בסדר גודל של 100 מיליון דולר). בארץ אנחנו לא יכולים להגיע לסטנדרטים כאלו. דוגמאות למתקנים: שבדיה, איטליה, אנגליה (MIRA- Vehicle testing facilities), ארה"ב (MCT - מתקן ניסויים באוניברסיטת ויסקונסין ומשמש מודל למתקני ניסוי אחרים). לפני שנה משרד התחבורה הפדרלי של ארה"ב הוציא קול קורא למתקני ניסויים, 10 בקשות קיבלו אישור למתקן כזה, חלק מהמתקנים כבר פועלים וחלק נמצאים בשלב של תכנון.

בחו"ל קל יותר להקים ולתפעל מתקן ניסויים, גם חברות הרכב נמצאות שם, ונעשה שימוש במתקנים גם לספורט מוטורי, כלומר, מסלולי מרוצים שמשמשים גם לניסויים. בבאר שבע מוקם מרכז ספורט מוטורי על ידי ציון עפרי (יזם פרטי). היזם רואה אפשרות לשיתוף פעולה לעריכת ניסויים במרכז. המרכז הזה לא עונה על כל הצרכים לתשתית בתחום (כפי שמייעדים את התשתית בפלמחים).

כיום חברת מובילאיי עושה ניסויים בארץ, אבל בניסויים שלהם יושב נהג מאחורי ההגה, ולכן היא יכולה לערוך אותם בדרכים ציבוריות.

שימוש בתשתיות בחו"ל הוא בעייתי משתי סיבות: האחת, עלות כספית גבוהה מאוד; והשנייה, שנדרש לעשות רילוקיישן על מנת לערוך ניסויים בחו"ל, והחשש הוא שחברות יעזבו לחו"ל.

אנשי קשר: הגוף שמנהל את הנושא מטעם משרד התחבורה היא חברת נתיבי איילון: יוסי מרגלית ואלדד שחם.

ראיון עם פרופ' שפרה שוורץ, מרכז לחינוך רפואי על שם משה פריבס, הפקולטה למדעי הבריאות, אוניברסיטת בן גוריון בנגב. המכון הלאומי לחקר שירותי הבריאות ומדיניות הבריאות.

תאריך: 18.2.18

ממוסד נאמן: ד"ר דפנה גץ, ורד גלעד, סימה ציפרפל

צרכים בתשתיות מחקר:

מרכז ארצי למחקר שיאגד את כל המערכת הקהילתית הרפואית בארץ

מערכת הבריאות שלנו ובכל העולם המערבי עומדת בפני נקודת מפנה המעלה את הצורך במעבר מסיבי גדול ורחב של שירותי הבריאות מבתי החולים לקהילה.

כיום, התשתית המחקרית נמצאת בבתי החולים. חלק גדול מהרפואה והאשפוז כבר לא צריכים להיעשות בבתי החולים אלא בקהילה (בדיקות, ניתוחים מסוימים ואשפוזי בית). המחקר הרפואי כיום מתקיים בבתי החולים ובבתי הספר רפואה (סטודנטים לרפואה מתמחים כמעט בלעדית בבתי החולים ומתמחים בקהילה במשך שישה חודשים בלבד).

במכון הלאומי לחקר שירותי הבריאות ומדיניות הבריאות מבצעים את תכנית המדדים הלאומית: עד היום, לא בדקו את המדדים הרפואיים במידע הממוחשב שקיים בתיקים הרפואיים (למשל, מה הנתונים המיטביים של חולי סוכרת ומחלות כרוניות אחרות). השאלה היא, האם הרופא בקהילה מבצע ועוקב אחר מדדים אלו על מנת להגיע למצב של רפואה מיטיבה בקהילה? בהסכמת ארבעת קופות החולים, הוחלט שיש לבדוק ולעקוב אחר המדדים בקהילה על מנת לקיים רפואה מיטבית. בדיקת המדדים זולה ומהווה רפואה מונעת וחיסכון כלכלי.

יש צורך בתשתית מחקרית שתבטא את הצורך של מעבר שירותי הבריאות על כל גווניה לקהילה. התשתית המחקרית הארצית צריכה לקשר בין כל המרפאות הרפואיות. יכולה להיות לכך התנגדות מצד בתי החולים. זה פרויקט גדול מאוד ברמה הלאומית. מרכז ארצי כזה יאסוף את כל הנתונים שמגיעים מהקהילה. המרכז יכלול מאגר מידע (באמצעות מחשבי על), חוקרים ומתמחים, שגם יזמו פעולות ומחקר. המרכז יתרום למחקר, מדיניות רפואית והכשרת דור העתיד לקהילה. מרכז כזה חשוב מאוד לתחום הרפואה המונעת, באמצעות מעקב אחר החולים. נושא הבריאות הדיגיטלית קשור לכך, אך אינו עוסק במעבר לקהילה, היות ונושא הבריאות הדיגיטלית מתייחס לנושא המחשוב בלבד. מבקשים לבדוק האם המעבר לקהילה נכון גם מבחינה מחקרית.

על מנת לבסס זאת, יש צורך בתכנית לאומית של רפואה בקהילה הכוללת כוח אדם וסטודנטים שיתמחו ברפואה בקהילה. כיום, התמחות של סטודנטים מחוץ לבתי החולים הינה בעייתית, מבחינת תנאים, מחקר וקידום מקצועי (כיום מחקר בקהילה נע בין 0% ל- 5% בלבד מסך המחקר הרפואי). חלק גדול מהרפואה (ניתוחי עיניים, גניקולוגיה, ניתוחי הרניה ועוד) נעשה בקהילה. מצד אחד, כל המחקר נעשה בבתי החולים, אך מצד שני המחקר צריך להיות מותאם למה שקורה בשטח. על מנת לקדם את הנושא, יש צורך שמוסד אקדמי ניטרלי ייקח על עצמו את ההובלה וההנהגה של הנושא, ושתהיה מעורבות של משרד הבריאות.

דוגמאות למדיניות אחרות בהם נושא זה מקודם: בהולנד ובפינלנד עוסקים בנושא.

המודל של קופות החולים בארץ נעשה על פי מודל גרמני, והיצע השירותים הרפואיים שלנו נעשה על פי המודל הקנדי.

כרטיס בריאות לאדם הכולל את כל המידע הרפואי עליו: הרעיון של כרטיס זה הוא שבכל מקום יוכלו לקבל את כל המידע והתיק הרפואי של המטופל. רעיון זה בעייתית מבחינה אתית ומוסרית משתי סיבות: בשל סכנה של זליגת אינפורמציה על החולה והסיבה השנייה הינה זכותו של האדם לשמור את המידע הרפואי לעצמו ולא לחשוף אותו בפני כל גורם רפואי.

בנושא של המדדים כדאי לפנות אל: **פרופ' אורלי מנור**, הפקולטה לרפואה, האוניברסיטה העברית ירושלים. יו"ר המכון הלאומי לחקר שירותי הבריאות ומדיניות הבריאות.

בנוסף, כדאי לדבר על הנושא עם **פרופ' אבי ישראלי**, המדען הראשי במשרד הבריאות.

ראיון עם פרופ' אריה צבן, נשיא אוניברסיטת בר אילן

תאריך 20.02.2018.

מוסד נאמן: ד"ר דפנה גץ, ורד גלעד, סימה ציפרפל

קיים צורך חשוב בקניית ציוד מדעי חדש המיועד למחקר. הטכנולוגיה מתקדמת ומפתחת כל הזמן, ואילו התשתיות מתיישנות ואנו לא מחדשים אותן בקצב הנדרש, דבר שפוגע בביצוע מחקר ברמה גבוהה. הציוד הוא צורך בסיסי למחקר, וחייבים לתחזק, לשמר ולחדש אותו כל הזמן באמצעות תקציב שנתי קבוע שמיועד למטרה זו. כיום, המקורות התקציביים למטרות קניית ציוד הם דלים מאוד. חוקרים באקדמיה וברפואה אינם יכולים להתקדם במחקר בגלל נושא הציוד, בניגוד לתעשיית ההייטק, שבה החידוש הטכנולוגי מתקדם תמידית ובמהירות.

תחומים שנדרש להתייחס אליהם בנושא תשתיות מחקר:

- קוואנטום (ות"ת) – איש קשר בנושא: פרופ' אורי סיוון.
- רפואה מותאמת אישית (ות"ת) – בעבר עבדה על הנושא בות"ת ליאת מעוז (כבר לא עובדת שם). פרופ' יפה זילברשץ - יו"ר ות"ת.
- מדעי החומרים (Material Science), כולל ננוטכנולוגיה. איש קשר: פרופ' יובל גרעיני, המחלקה לפיסיקה, אוניברסיטת בר אילן.
- אנרגיה – זו התעשייה הגדולה ביותר בעולם. אנשי קשר: ענת בורשטיין, ראש תחום מנהלת תחליפי נפט, משרד ראש הממשלה, ברכה חלף, משרד האנרגיה.
- בינה מלאכותית (AI) ו- data science – מחשבי על וענן. זה נושא רחב מאוד וחלק גדול מהפעילות בו נמצא בתעשייה. גם באקדמיה יש עשייה גדולה בתחום. יש לבחון את השאלה, על איזה תחום ב-AI מתמקדים. אנשי קשר:
 1. ברמת התעשייה – אהרון אהרון מהרשות לחדשנות.
 2. מחלקות מדעי המחשב באוניברסיטאות. באוניברסיטת בר אילן: פרופ' קמינקא גל, ופרופ' אמנון שעשוע.

ניצול תשתיות באירופה: יש תשתיות באירופה שאין הצדקה להקים אותן בארץ (למשל CERN), אבל יש תשתיות שהקרבה הפיזית אליהן מהווה ערך חשוב. המרחק הפיזי מעלה את האפשרות לחוקרים לבצע מחקר מתקדם, כי הזמן שהחוקר יכול להשקיע במחקר הוא מוגבל. חוקרים רבים מתקשים לבצע מחקר טוב בגלל מחסור בצידוד מתאים ואי יכולת להתמיד בניסיעה למתקנים בחו"ל. מצד שני, יש ערך חשוב גם למומחיות נוספת ולשיתופי פעולה עם חוקרים נוספים. אם מדובר בתשתיות גדולות מאוד, כדאי להשתמש בתשתיות אירופאיות.

ראיון עם ד"ר נילי מנדלבלויט, ISERD - מנהלת תחום ננוטכנולוגיה, חומרים וייצור מתקדם, תחבורה וחלל.

תאריך: 20.02.2018

ממוסד נאמן: ד"ר דפנה גץ, ורד גלעד, סימה ציפרפל

צרכים עתידיים בתשתיות:

הדפסת תלת ממד (תחום הייצור המתקדם) - נושא שיש התעניינות גדולה מאוד בתעשייה ואין עדיין תשתית ברמה הלאומית שמוכוננת לנושא.

חברות רבות צריכות שירות בתחום של **חומרים** (למשל חומרים קרמיים וחומרי פלסטיקה). יש בארץ מכוני מחקר בתחום (למשל, מכון המתכות בטכניון ומכון הפלסטיקה בשנקר שנותנים שירות גם לתעשייה), אך הם לא מספיקים.

השתתפות ישראל בתשתיות באירופה:

קיימים שלושה מסלולים של מימון אירופאי בנושא של תשתיות:

יש להפריד בין תשתיות של האיחוד האירופי ותשתיות שאינן מנוהלות על ידי האיחוד האירופי: CERN היא דוגמה לתשתית שאינה שייכת לאיחוד האירופי. ישראל משלמת כסף רב על מנת להשתמש בתשתית, וכרגע התחושה היא שאין מספיק שימוש ונגישות לתשתית. ל-CERN יש ועדת היגוי, בה משתתפת גם ועדת היגוי ישראלית, שיש בה נציגים מהאקדמיה וממשרד הכלכלה.

המסלול הראשון: שימוש בתשתיות אירופאיות במימון Horizon (תשתיות של האיחוד האירופי): ישראל יכולה לקחת חלק בתהליך היות ואנחנו חברים ב-Horizon. ב-Horizon יש תקציב המופנה לתמיכה בתשתיות מחקר שנכנסו למפת הדרכים של ESFRI. Horizon מסתכלים בעיקר על צרכי המחקר באקדמיה, אבל היום אחת המטרות שלהם היא לתמוך גם במחקר בתעשייה ובחדשנות, גם על מנת שהתעשייה תוכל להשתמש בתשתיות וגם על מנת שתוכל לספק תשתיות (למשל ציוד מ"פ).

תהליך בחירת התשתיות על ידי Horizon:

בשלב הראשון, נעשה מיפוי של תשתיות מחקר עבור מפת הדרכים של ESFRI. לאיחוד האירופי יש ועדה שבוחנת אלו תשתיות חשובות וגדולות דרושות לחוקרים באירופה. התשתיות שנבחרות נכנסות למפת הדרכים של ESFRI מפרסמת כל שנתיים. בוועדה הזו משתתפים נציגים מאירופה וגם מישראל.

בשלב השני, Horizon מפרסמת קול קורא עבור תשתיות שנכללות במפת הדרכים של ESFRI. לא כל התשתיות הניגשות לקול קורא מקבלות מימון, אלא רק התשתיות שנבחרות על ידי Horizon על סמך תעודת תחרות.

אין כרגע גוף שמרכז את איסוף המידע לגבי החוקרים שמשתתפים בתשתיות האירופאיות. ISERD עושים את העבודה הזו בשנתיים האחרונות ומקבלים מידע מ-Horizon על החוקרים שמשתתפים בתשתיות. ב-ISERD היו רוצים לקבל את המידע על החוקרים האלה לפני שהם מקבלים את המימון מ-Horizon. הקול קורא הקרוב של Horizon אמור לצאת ב-2019 (לאחר פרסום מפת הדרכים של ESFRI ב-2018).

ב-ISERD נספרו 11 תשתיות שמופיעות במפת הדרכים של ESFRI של 2016 ושמשותפים בהן חוקרים מישראל. ידוע על עוד שני פרויקטים שרוצים להיכנס לעדכון של מפת הדרכים של ESFRI לשנת 2018. אחראית על איסוף המידע לגבי משתמשים בתשתיות דקלה שעובדת עם נילי.

חוקר שמעוניין להצטרף לפרויקט אירופאי, יוצר קשר באופן עצמאי עם הקהילה הפועלת בתחום. צריך שיהיה גוף שירכז את הבקשות האלה.

המסלול השני: Integrating activities, אינטגרציה של תשתיות לאומיות שקיימות במדינות האירופאיות השונות וגם בישראל. חוקרים שרוצים להתארגן יחד למטרות מחקר, עושים איגום של משאבים וציוד מכל המדינות. התאגדות כזו יכולה לבקש מימון מ-Horizon עבור האינטגרציה של מה שקיים ופתיחה של

התשתית לתעשייה (המימון להתאגדויות כאלה הינו 5 מיליון יורו בשלב ההתחלתי ולאחר מכן ניתן לבקש עוד 10 מיליון יורו). דוגמה להתאגדות: הקמה של פורטל באינטרנט שמאגד את כל בסיסי הנתונים הקיימים וכל חוקר יכול להיכנס לפורטל. כל תשתית מקבלת מימון על השתתפותה בהתאגדות וגם התשתית המארכת את שיתוף הפעולה מקבלת מימון על החזקת הציוד אצלה.

יש תשתיות פיזיות כאלה בהן ישראל חברה, לדוגמה, מחקר בנושא השואה שאותו מוביל יד ושם - ארכיון, דיגיטציה של חומרים מתקופת השואה וחיבור עם ארכיונים ומוזיאונים במקומות אחרים. בתשתית זו יש גם בסיס נתונים וגם ציוד יקר מאוד לשימור כגון חומרים כתובים מקוריים. דוגמאות נוספות לתשתיות מסוג זה הן: ביולוגיה ימית ו-share. המסלול השלישי: תשתיות תקשורת אינטרנט - e-infrastructure: מחשבי על שנמצאים באירופה (גרמניה, ספרד). אלה תשתיות יקרות מאוד. חוקר שמבקש להריץ סימולציות צריך להגיש בקשה לתשתית, אם הבקשה מאושרת הוא מקבל הדרכה איך לעבוד עם מחשבי העל על מנת להריץ את הנתונים שלו. ישראל מיוצגת בנושא זה על ידי מחב"א.

פרסום התשתיות בישראל: ל- ISERD אין דרך לדעת על הפצת הקול הקורא ומי ניגש לקול קורא. הנציג שמייצג את ישראל בתשתית אמור לפרסם את זה לקהילת החוקרים בישראל.

ראיון עם רפי קוריאט

מנכ"ל חברת קורל ביזנס בע"מ, חבר הנהלה בקמטק, יזם ומומחה לננוטכנולוגיה, וחבר הנהלת ארגון INNI. יזם ומייסד חברות טכנולוגיה

תאריך: 3.1.18

מראיינות: דפנה גץ וורד גלעד

יש צורך במחקר יישומי שיכול להזין את עצמו ולתת החזר כספי לתשתית המחקר. המדינה לא יכולה לקיים בעצמה את תשתיות המחקר לאורך זמן. המדינה נותנת תקציב ל-3-5 שנים.

מרכזי הננו הם הצלחה כי התחילו מהגדרה כוללת של מה האקדמיה והתעשייה צריכים ועשו איגום משאבים. עדיין אין הצלחה יישומית. איך מממנים את 'עמק המוות' בין האקדמיה לתעשייה. צריך ליצור מודל מתמשך ונתמך, לא באותה עלות של החמש שנים הראשונות, שירד לחצי ואח"כ שוב לחצי.

המודל של תרומה של התעשייה חזרה, לא קיים במדינה. סטנפורד לדוגמה הקיפה עצמה במעגלים של תעשייה שהחזירה לה כסף. זה לא קיים במדינה כי האקדמיה לא השכילה ליצור חיבור נכון עם התעשייה. חברות היישום לדעתו של רפי הן כישלון. המודל הנכון לדעתו היה לומר לאקדמיה שה-IP יישאר שלה והם יתנו תמלוגים לאוניברסיטה כדי לממן את המחקר הבא.

מכונים שעושים יישום ממחקר בסיסי לתעשייה. לפראונופור יש כ-80 מכונים ברחבי העולם ואין להם סניף בישראל. הם חוששים לתת את השם שלהם בארץ. השאלה האם הידע ישמר אצל פראונופור או בארץ?

בונים מכונים כדי להגדיל את רמת הידע הכולל בארץ במעבר ליישום. רפי נפגש עם ראשי מכונים של פראונופור מחוץ לגרמניה-בארה"ב. לפי המודל של פראונופור, המדינה משקיעה כסף, התעשייה חלק ואח"כ הפרויקטים שהמכון יקבל. יש 3-4 מכונים בארה"ב סביב מרכזי תעשייה.

תחומים שיש בהם צורך בתשתיות:

סייבר צמח מתוך צורך לאומי של הגנה על תשתיות. יש כ-400 חברות הזנק בתחום הסייבר. **בינה מלאכותית**, **מדעי המוח**, **פרמקולוגיה**, **רפואה מותאמת אישית**. אין היום מרכז/מכון שבודק **סנסורים**. **חומרים**.

ראיון עם דני ספירטוס, מייסד החברה וסמנכ"ל טכנולוגיה NSL satellites Ltd

תאריך: 18.02.2018

ממוסד נאמן: ורד גלעד, סימה ציפרפל

ישנם שני תחומים מרכזיים בהם יש צורך בתשתיות:

1. **רובוטיקה** - בעיקר רובוטיקה לשימושי outdoor. בתחום זה הצורך הוא בתשתיות hardcore.
 2. **חלל - ננו לווניים**. מזה מספר שנים מב"ת חלל (התעשייה האווירית) מחזיקה את רוב המעבדות הלאומיות בנושא, אך המעבדות מיועדות בעיקר לתחום הביטחוני ופחות לתחום האזרחי. איש קשר בתעשייה האווירית: עופר דורון, מנהל מפעל חלל.
- כיום, סטארטאפים בתחום החלל שצריכים לעשות בדיקות שונות עושים אותם בחו"ל היות ואין בארץ יכולות מתאימות. לדעתו, צריך תשתיות כאלו בארץ. בנוסף, אין מספיק מחקר בנושא החלל בארץ.
- נושאים של בדיקות, עמידות, שרידות ופונקציונליות של מוצרים שפותחו עבור תחום החלל, נעשים בעיקר בחו"ל. ישנם סוגים שונים של מעבדות שצריכים לבנות בארץ על מנת שיהיה ניתן לערוך סימולציות ולבדוק דברים על הקרקע. למשל, מעבדות לבדיקות של תאימות, כוח אלקטרומגנטי, ביצועים חשמליים, תאי ואקום לבדיקות המדמות סביבת חלל, מערכות מדידת לווניים, מערכות תקשורת וחלל, מעבדת חומרים, סימולציות ופיתוחים של דברים חדשים ועוד. ניתן לבנות מעבדה אחת גדולה שתכלול את כל היכולות הנדרשות ואת כל הציוד הנדרש במקום אחד, כך שחברות וחוקרים יוכלו לערוך בה בדיקות על המוצרים.
- על מנת להקים מעבדה כזו, יש צורך במאמץ משותף של גופים מהאקדמיה והתעשייה וכן של משרד המדע. גוף אזרחי הוא זה שצריך להחזיק מעבדה כזו ולטפל בה. גופים שיכולים להיות מתאימים ומעוניינים: אלביט, רפאל, מב"ת תעשייה אווירית, ממ"ג (מוכוונות יותר לתעשייה ביטחונית), לדעתו, גם גוגל ומייקרוסופט יהיו מעוניינים לקחת חלק בנושא זה.
- כיום ב- NSL עורכים את הבדיקות הרצויות ומייצרים את פס המוצרים שלהם במעבדות באנגליה, שם יש ציוד ספציפי לבדיקות שאין בארץ.
- היתרון של להקים את המעבדה והיכולות בארץ** - מעבדה כזו תוכל לייצר עשייה נוספת בתחום בארץ כך שמחזור הפיתוח יעלה באופן משמעותי. ניתן יהיה לייצר פלטפורמות (systems) ולא רק ברמת המכלול. כל הידע נמצא בפלטפורמות והמכלול הוא רק חלק קטן ממנו.

ראיון עם ד"ר רפי לביא, מנהל המרכז הישראלי לפוטוניקה

תאריך: 7.02.2018

ממוסד נאמן: ד"ר דפנה גץ, ורד גלעד, סימה ציפרפל

מרכז הפוטוניקה היא תשתית לאומית שאושרה על ידי תל"ם ופועלת בממ"ג שורק בשיתוף עם אוניברסיטת בן גוריון.

תחום הפוטוניקה עוסק בכל הקשור לפוטונים (חלקיקים חסרי מסה), בכל הקשור לאור בתחום הנראה והלא נראה, ונוגע בכל מעגלי החיים (תאורה, טלפונים, תקשורת אופטית, קומפקט דיסקים ועוד).

הרציול שהניע את המהלך להקים את מרכז הפוטוניקה נע על פני שלושה צירים:

1. יש תשתית נרחבת של תעשייה ואקדמיה בנושא הפוטוניקה בארץ: 350 חברות, היקף פעילות של 5 מיליארד דולר לשנה. בנוסף, יש כוח אדם מיומן.
2. זוהו שיש חסר בתשתית פיזית בתחום הפוטוניקה, מכונות כבדות בעזרתן ניתן לייצר ויאפשרו להתקדם ב'שרשרת המזון' מרכיבים ועד מערכות.
3. יש בעולם כבר תשתיות כאלה.

ניתן לציין שלוש תופעות מרכזיות שהניעו את מקבלי החלטות בעולם לתמוך בתחום:

1. תופעת ה- vertical integration. חברות על קונות את החברות שמתחתן בשרשרת המזון. למשל, חברת רובוטיקה שזקוקה ללייזרים תקנה את חברת הלייזר, וחברת הלייזר שזקוקה לסיבים תקנה את החברה שמייצרת סיבים ואת החברה שמפתחת את הרכיבים ההיקפיים. כך נוצרת שרשרת מזון אחת: מחול ים (הסיליקון) ועד מערכות. בתהליך כזה נוצרת בעיה שנובעת מכך שחברת העל מוכרת את המערכת עצמה ולא את הלייזרים והסיבים, מכיוון שהיא מעוניינת להרוויח על המערכת.
2. סין מובילה בעולם בנושא הפוטוניקה. 40% מהייצור של הפוטוניקה מתבצע בסין. תופעה זו בעייתית לתעשייה בארץ שמבקשת לעשות דברים בתחום בעצמה (בגלל צרכי בטחון, למשל).
3. הצהרות משתמש. הייצור בתחום ברובו מוגדר כ- dual use ולכן צריך לתת הצהרות משתמש - לנמק לאיזו מטרה משמשת העשייה בתחום, end user ו- end user. בישראל יש לעיתים חסמים בנושאים אלו.

בישראל יש כוח אדם מיומן בנושא הפוטוניקה (באקדמיה ובתעשייה), אך יחד עם זה, יש חסר במכונות וביכולות לקדם את הפעילות לחזית.

בסין אפשר לראות גם את תופעת ה- vertical integration וגם, היות שהשוק גדול מאוד, יש עדיין חברות שמוכרות את הרכיבים לטובת הייצור של מרכיבים גדולים יותר בשרשרת המזון.

רפי מספר של ישראל אין יכולות גידול של החומר גליום ניטריט, יכולת שקיימת כמעט בכל מדינה בעולם המערבי. מרכז הפוטוניקה יאפשר לסגור את הפער, לאו דווקא לצרכים ביטחוניים אלא גם לצרכים אזרחיים.

תיאור התשתית:

התשתית תכלול: 25 אנשי צוות, רובם דוקטורים לפיזיקה וחומרים, שיפעילו את המכונות וישרתו את האקדמיה והתעשייה במו"פ. אנשים מממ"ג שנסעו לחו"ל על מנת להתאמן וללמוד את העבודה על המכונות. המכונות הן בעלות שתי זרועות. זרוע של סיבים (סיבים חכמים של לייזר וחישה), שעשויים זכוכית וזרוע של התקנים.

יצירת סיב חכם נעשית בשני שלבים:

1. יצירת הגלם (free form) - המכונה מייצרת גליל זכוכית בגודל אינץ' וה"תבלינים" מסודרים בריכוז ובמיקום שרצים.

2. מעבירים את הגלם למגדל משיכה, ומושכים אותו מקוטר של אינץ' לקוטר של 100 מיקרון. בתהליך זה, ההרכב של החומרים בחתך נשאר כפי שהיה ב- free form.

לישראל, בניגוד למדינות באירופה ויפן, אין כמעט ידע בנושא גידול זכוכית ומרכז הפוטוניקה יאפשר לרכוש ידע זה.

זרוע הסיבים כוללת עוד מערכות לעיבוד זכוכית. הפעילות הזאת כבר קיימת: רתכות, מערכות לעיבוד זכוכית, ופועלת בצורה של מו"פ, וכן משתתפת במגנט.

הזרוע השנייה היא זרוע של התקנים. יהיו את היכולות לגידול שכבות של חומרים שיש להם היגב לאור, מצעים שטובים לגלאים, ומצעים שאפשר לעשות מהם דיודות, התקנים פולטי אור והתקנים לאלקטרוניקת הספק. הגליום ניטריט הוא אחד החומרים שנוכל לגדל על המכונות. הייצור לא יהיה רק במצעים אלא יעשו התקנים היכן שנדרש.

המנדט של מרכז הפוטוניקה מיועד לתת שירות לאקדמיה ולתעשייה עם הפנים למדע היישומי. במסגרת המרכז יעשה שימוש בידע המדעי שיש באקדמיה לסגירת הפער שיש בתעשייה. סגירת פערי הידע תאפשר לתעשייה לעבור לשלב הייצור. ייצור בכמויות קטנות יעשה במרכז עצמו. בייצור בכמויות גדולות, יהיה צורך למצוא פתרון אחר, יחד עם התעשייה (בתעשייה עצמה או בשיתוף גוף שלישי יחד עם התעשייה שיבנו במרכז את יכולות הייצור).

אחת המכשלות לעבודה עם האקדמיה היא בד"כ נושא ה-IP. ממ"ג יצרו מתווה דומה למכוני פראונופור בגרמניה. במכונים אלו, כאשר התעשייה מגיעה עם ידע שלה, הידע נשאר בתעשייה. ידע המפותח תוך כדי תהליך המו"פ במרכז, הידע הגנרי נשאר במרכז לצורך שימוש לטובת תעשיות אחרות או האקדמיה. כלומר, מגדילים את מרחב הידע של המכון. אם התעשייה תרצה בלעדיות על הידע לשימוש ספציפי, זה יתאפשר לה בהמשך למשא ומתן ובתמורה לתמלוגים.

השלב בו נמצאת התשתית:

בסביבות מאי/ יוני השנה יתחילו להכניס את המכונות הכבדות למרכז הפוטוניקה, חלקן כבר נמצא בארץ, והערוץ הקריטי כרגע הוא הכנת המבנה. בסוף שנת 2018, באשכול הגידולים/ ההתקנים כל המכונות אמורות כבר להיכנס כך שהמרכז יהיה עם הפנים החוצה. באשכול הסיבים המרכז יכלול את כל המכונות אך הוא עדיין יהיה בשלב הלימוד של המערכות. כלומר, חצי מהמרכז יעבוד כבר בסוף השנה הנוכחית ועוד שנה חצי המרכז וכלל הפעילויות שלו יהיה עם הפנים החוצה.

מדיניות גישה למשתמשים:

המרכז נמצא מחוץ לגדר ממ"ג (סיווג בלמ"ס), והגישה אליו חופשית לכל אחד תמורת תשלום. תפעול המכונות מורכב ולכן הפעלתן תצטרך להיות ע"י צוות המרכז.

יש בארץ מכשירי MBE (ב-SCD קיימת מכונה ביצור ובמכון ויצמן מכונה שמשמשת רק לצרכים פנימיים). אין בארץ מערכות סיבים.

מבחינת המודל של מרכזי מו"פ יישומיים, ישראל נכנסת לתחום בשלב מאוד מאוחר יחסית לעולם. בחו"ל מכוני מו"פ ליישום תעשייתי פועלים כבר הרבה זמן (באנגליה, ארה"ב, צרפת, קוריאה, גרמניה, קנדה, סינגפור).

עלויות ומימון: הערכת עלות הקמה של המרכז: 200 מיליון ש"ח ב- 5 שנים. הערכת עלות התפעול הכוללת: 15 מיליון ש"ח בשנה.

מקורות מימון: רפי מביא דוגמא של המימון בגרמניה שמגיע משלושה מקורות: שליש ממומן על ידי הממשלה לפרויקטי תשתית ארוכי טווח, שליש הם פרויקטים שיכולים להיות ממומנים בין תעשייה גדולה (כמו רפאל ואלביט) לבין שיתוף של גורמים במדינה (כמו מפא"ת והרשות לחדשנות). את השליש הנוסף המרכז צריך לגייס בעצמו (חו"ל, סטארטאפים).

מבנה מימון כזה עדיין לא קיים בישראל. 200 מיליון השקלים שמיועדים לעלות ההקמה היא השקעה בסיסית בלבד ויש צורך במימון נוסף. רפי מתכוון להגיש למדינה תכנית עסקית מעודכנת. 15 מיליון השקלים, שזו עלות התפעול (כולל כוח אדם) יכוסו על ידי הפרויקטים.

תהליך הקמת מרכז הפוטוניקה:

מפא"ת זיהו צורך שהגיע מהערוצים הביטחוניים, אך לא יכלו להרים את הפרויקט לבד. לכן, הם הכינו מסמך צרכים שהוגש לפורום תל"ם. פורום תל"ם הקים ועדה מייצגת (בראשות חיים רוסי). השתתפו בוועדה: רפי לביא, ברוך פישר מהטכניון, נציג ממפא"ת ונציג מהחשב הכללי. הועדה כתבה מסמך הנמקה מדוע ראוי לבנות את המרכז והעבירה אותו לפורום תל"ם. פורום תל"ם אישר את המסמך ויצא למכרז. בהתחלה הרימו את הכפפה הטכניון, אוניברסיטת בן גוריון וממ"ג. הטכניון פרש בהמשך ואוניברסיטת בן גוריון הצטרפו לממ"ג להגשת הצעה משותפת שהייתה ההצעה היחידה שהוגשה במענה לקול קורא. ההצעה עמדה בתנאי הסף וזכתה במכרז. ההתנעה של המרכז החלה באוקטובר 2014.

איתי שטרייכמן, מנהל מו"פ SCD

תאריך: 2.3.18

ממוסד נאמן: דפנה גץ וורד גלעד

במסגרת מאגד MOMS נקנה ציוד-תשתית ליצור גלאים. אפליקציות צבאיות ואזרחיות. בשנות המאגד התשתית שימשה משתמשים חיצוניים. לא בשנים האחרונות. במידה ומישהו ירצה להשתמש כנראה יתנו שירות.

יש ב-SCD ציוד שנקנה בסיוע תקציבים שהתקבלו ממשרד הביטחון. זה ציוד שאינו ייחודי וקיים גם באוניברסיטאות. נותנים שירות תמורת תשלום לרפאל ולמערכת הביטחון.

SCD לא רואה עצמה כחברה שנותנת שירותים אלא מוצרים. לא מחפשים לשווק יכולות. מידי פעם פונים אליהם ואז בוחנים את הבקשה ונותנים עדיפות לתעשיית הביטחון. יש אפשרות גם לאזרחי.

יש ב-SCD ציוד ייחודי MBE מוליכים למחצה. מערכת פיתוח ושתי מערכות ייצור. יש תשתית כזו גם במכון וייצמן אצל פרופ' הייבלום מוטי.

גם במרכז הפוטוניקה שמוקם בממ"ג שורק יעשה גידול שכבות שיש בו MBE.

התשתית שקיימת ב-SCD לא נותנת שירותים. עקרונית יש אפשרות כזו אך זה יהיה יקר ולא בזמן שנוח למשתמשים. היעוד של SCD זה למכור מוצרים. ב-SCD משתמשים בחומרים שונים מאלו שבהם ישתמשו במרכז הפוטוניקה.

מציע לדבר עם אלאופ- בועז וייזר מנהל המו"פ

אלביט-שוקי יהודה CTO

חברת אופיר אופטרוניקה בירושלים- ניסים אסידה

ריקור קראוגניקה- דן גובר מנהל המו"פ

טאוור-אדרעי יצחק

תמ"ם-אבי אלישע

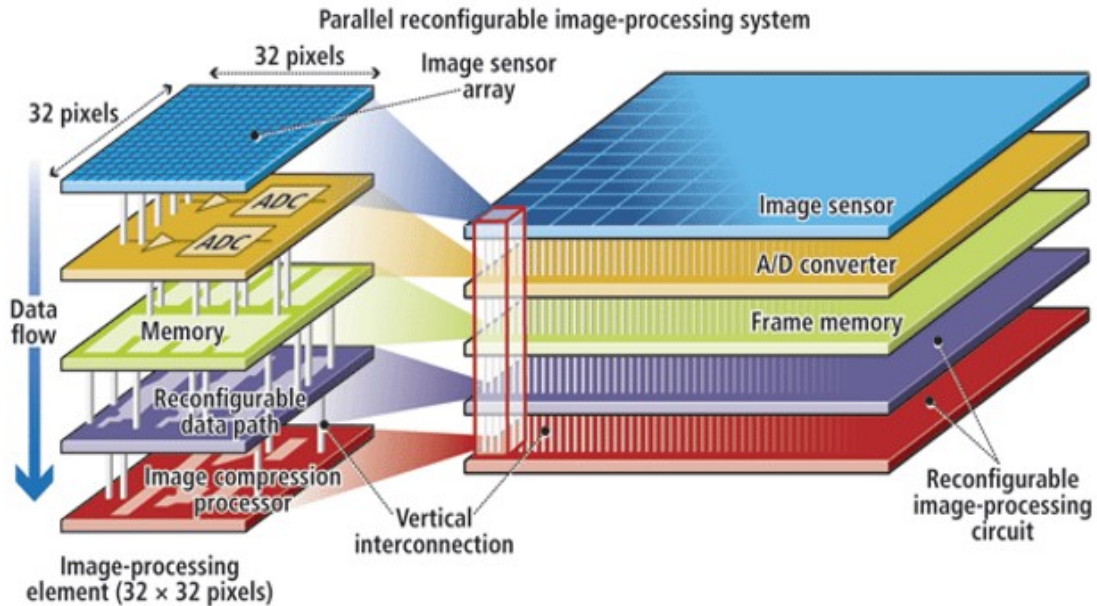
בהמשך לראיון איתי שלח לנו צורך בתשתית Advanced Semiconductor 3D Integration Process Center- מרכז כזה יוכל לתת שירותים למחקר ופיתוח ישראלי בתחום אינטגרציית 3D של שבבי מוליכים-למחצה (מל"מ), תחום בעל חשיבות בתעשייה המתקדמת של מל"מ אשר אין לו מענה כיום בישראל

Advanced Semiconductor 3D Integration Process Center

In recent years, Three-dimensional (3D) integration technology has been identified as a possible route to enable the continuous growth of performance in integrated circuits (IC) because the conventional scaling approach is starting to face unprecedented challenges in both its fundamental and economic limits. Likewise, 3D technology is already being used to package CMOS imagers and also high-bandwidth DRAM memory stacks for use in high-end computing and advanced graphics cards. 3D integrated circuits (3D-ICs), which contain multiple layers of active devices, have the potential to enhance chip performance,

functionality, and device packing density quite dramatically. They also provide more advanced microchip architecture and may facilitate the integration of heterogeneous materials, devices, and signals as well as offering a promising solution for reducing both the silicon footprint and interconnect length without shrinking the transistors.

An example of the 3D integration of an image processor is shown in the following figure:



ZyCube has used TSV technology to demonstrate a novel 3-D image processor that incorporates an image sensor, A/D converter, frame memory, and reconfigurable image processor in a four-layer stacked configuration.

3D integration flow requires specialized equipment for the development of key process steps, such as Through Silicon VIAs (TSVs), bonding – de bonding of temporary substrates, Chemical Mechanical Polishing (CMP), Cu electro-plating etc. adjusted for specific products and applications. At present, there are no micro-electronic facilities of this type in Israel, which can provide both the essential process steps and their integration. The following table presents a list of the basic equipment required for 3D integration at the wafer level:

Equipment	Process
Spin coating system	Adhesive deposition
Spin coating system	Wafer cleaning
Wafer bonding system	Temporary and permanent bonding
Wafer de bonding system	Temporary bonding release
Plasma cleaning	Cleaning and surface activation
Saw	Edge trimming
Grinder	Wafer thinning
CMP	Final thinning stage; planarization

Fusion bonding system	Fusion/anodic wafer bonding
Deep RIE	TSV process VIA opening
ALD	TSV process VIA isolation
Cu electroplater	TSV process VIA metallization

All equipment is for 8" wafers*

The rest of the required equipment, such as lithography, PECVD, RIE, Wet processing ** is already present at SCD

About 70m² of clean room is required for installation of the above equipment.

הלל קיין, מנהל ארגון המו"פ בתעשייה האווירית

תאריך 8.02.2018.

ממוסד נאמן: דפנה גץ, ורד גלעד, סימה ציפרפל

עדכון תשתיות קיימות בתעשייה האווירית:

גישה למשתמשים חיצוניים: בכל אחת מהתשתיות יש גישה למשתמשים חיצוניים, אך היות והמכשור הקיים בתשתיות מורכב, ניתן לעשות זאת בשני אופנים: 1. לבצע עבודה עבור הלקוח ללא נוכחותו. 2. הלקוח יכול להיות נוכח ופעיל בניסוי תוך שיתוף הטכנאים של התשתית. הטכנאים חייבים להיות בניסוי על מנת להפעיל את המערכות. הלל מבקש להדגיש, שהם מאוד מעוניינים במשתמשים חיצוניים בתשתיות שלהם. יחד עם זאת, הגישה למתקנים היא תלויה עיתוי. כלומר, כאשר בתעשייה האווירית נמצאים בעיצומו של ניסוי, קשה לקבל משתמשים חיצוניים.

מרכז מנהרות רוח (התשתית מופיעה בדוח מיפוי תשתיות מחקר מ-2013).

תשתית לאומית ייחודית במינה, בעלת יכולות ברמה בינלאומית. אין תשתית נוספת בארץ בעלת יכולות הכוללות ניסויים בגובה רב בתאי מנהרות רוח. בחו"ל יש מנהרות רוח בהן ניתן לעשות ניסויים במהירויות גבוהות, יכולת שלא קיימת בארץ, כך שניסוי מסוג זה דורש להגיע לתשתית בחו"ל. לדעתו של הלל, לא משתמשים בארץ בתשתית כזו לעתים קרובות, אלא אחת לכמה שנים, בנוסף התשתית יקרה מאוד, ולכן אין צורך להקים תשתית כזו בארץ.

כוח אדם: התשתית כוללת כוח אדם מיומן ומקצועי.

גישה למשתמשים חיצוניים: התשתית פתוחה למשתמשים חיצוניים במגבלות מסוימות ותמורת תשלום כספי. אין סיבות שימנעו את השימוש בתשתית על ידי משתמשים חיצוניים, היות ובתעשייה האווירית מתחייבים לשמור על סודיות המשתמש והקניין הרוחני שלו. כאשר משתמשים חיצוניים משתמשים במתקן, אין כניסה לאנשי התעשייה האווירית.

מטווחים למדידות שח"מ (התשתית מופיעה בדוח מיפוי תשתיות מחקר מ-2013)

הלל מבקש לא להרחיב על תשתית זו מסיבות של סודיות.

התשתית אינה משמשת לשימושים אזרחיים, אך יכולה לתת שירותים אזרחיים לבדיקת יעילות של אנטנות תקשורת. לדעתו של הלל, אין כרגע משתמשים חיצוניים לאנטנות תקשורת, היות ומתקן כזה אינו יקר, ולכן כנראה שחברות העוסקות בתחום בונות אצלן את המתקן לניסוי.

ניסויי טיסה (התשתית מופיעה בדוח מיפוי תשתיות מחקר מ-2013)

בתשתית זו ניתן לבצע ניסויים על כל סוגי כלי הטיס. נערך ראיון נפרד עם מנהל התשתית.

ניסויי התעייפות במטוס (התשתית מופיעה בדוח מיפוי תשתיות מחקר מ-2013).

התשתית מבצעת ניסויי התעייפות במטוס וכן ניסויי סביבה.

בתשתית זו עורכים בדיקות וניסויים על מטוסים על מנת לבדוק שהם עומדים ברעידות ובלחצים הנדרשים. התשתית בודקת את מחזור ההתעייפות של גוף המטוס, בדיקה שמבצעים אותה בכל טיסה בשל העומס הנוצר על גוף המטוס כתוצאה מהלחץ האטמוספירי הרב המופעל עליו כשהוא טס בגובה רב. ישנה תשתית גדולה מאוד העורכת את ניסויי הקרקע בתנאים אטמוספיריים מבוקרים.

מנהרת קרח (התשתית מופיעה בדוח מיפוי תשתיות מחקר מ-2013)

בתשתית ניתן לבדוק כיצד גוף מתנהג בתנאי התקרחות, בתחום מסוים של טמפרטורות. בתשתית זו עורכים ניסויים לגופים קטנים. ניסוי התקרחות למטוסים בזמן אמת באוויר עושים בעיקר בחו"ל (בדרך כלל בארה"ב, במקום המספק את תנאי ההתקרחות הנדרשים).

הלל לא יודע אם יש שימוש אזרחי למתקן, אך מדגיש שיש אפשרות לשימוש אזרחי בבדיקת התקרחות לאנטנות.

תשתית של תהליכים מיוחדים במתכות

התשתית כוללת ציוד יקר לתהליכים כימיים וטיפולים תרמיים שאין במקומות אחרים בארץ. בנוסף, התעשייה האווירית היא היחידה שקיבלה הסמכה מתעשיית התעופה לבצע תהליכים אלו. התשתית מייצרת חלקים עבור הלקוח, והיא משמשת גם לתעופה וגם למוצרים אחרים. יש אמנם תשתיות דומות במקומות אחרים, אך אין להן יכולות מסוימות שיש רק בתשתית הזו.

מפעל מנועים

מפעל מנועים גדול בעל מתקני ניסוי למנועים בכל הגדלים. זו תשתית ייחודית בארץ. אין עוד תשתית שמבצעת דברים דומים. התשתית נועדה גם לשימוש אזרחי של מטוסי סילון. התשתית כוללת כוח אדם מקצועי ומיומן ומנהרת ניסוי למנועי סילון. בנוסף, התשתית עורכת גם פעולות שיפוץ, תחזוקה ובדיקת תהליכים מטלורגיים למנועי סילון, וכן שיפוץ של מטוסי נוסעים גדולים שנרכשו בחו"ל. המנועים של המטוסים האזרחיים מגיעים מחו"ל. ניתן לעשות במנועים אלה שימושים נוספים מלבד השימוש למטוסי סילון למשל, גנרטורים לחברת החשמל (הלל חושב שכיום חברת החשמל לא עורכת אצלם ניסויים, אך יש לתשתית פוטנציאל לשמש כתשתית שירות גם עבורם).

על מנת שיגיעו משתמשים רבים יותר למפעל, יש צורך לפרסם אותו בקרב הלקוחות הפוטנציאליים. התעשייה האווירית לא מפרסמת.

מתקן drop test

מתקן שבדק עמידות בנפילה, על ידי הדמיה של הנחיתה על הקרקע, מבחינת חוזק, ריאקציה וכו'. המתקן פתוח למשתמשים חיצוניים.

מערכות מחשוב

הלל חושב שמרכז המחשוב שלהם הוא אחד הגדולים. לתשתית מערכות מחשוב, יכולות עיבוד וכוח חישוב ברמה הגבוהה ביותר. הלל לא בטוח אם התשתית פתוחה למשתמשים מבחוץ, אך חושב כי התשתית יכולה לתת שירות גם לאקדמיה תחת מגבלות מסוימות.

איש קשר: רמי סרטני, מנהל המפעל האחראי על נושא המחשוב, 052-3663414.

צרכים עתידיים בתעשייה האווירית:

הדפסת תלת ממד (3D Printing)

התעשייה האווירית משתפת במאגד בנושא ושוקלים להשקיע הרבה בנושא זה על מנת להוות מקור לידע ויכולות בתחום.

התשתית מורכבת משני אלמנטים:

1. המכונות עצמן - עלות המכונות נעה בין מאות אלפי דולרים למיליון דולר.
2. ידע - הידע נובע מהבשלת התהליכים של המכונה. למכונה יש עשרות פרמטרים לתהליכים וחשוב ליצור בתהליכים אלו פעולות הדירות (repeatability). החשיבות של יצירת פעולות החוזרות על עצמן נובעת מהעובדה שבתעופה החוזק ותכונות החומר חשובים ולכן חשוב לוודא שהתהליך חוזר על עצמו בכל פעם אותו הדבר.

בתעשייה אווירית יש כוח אדם מתאים לנושא (פיזיקאים וכימאים) וכן את המכשור המתאים.

התעשייה האווירית נמצאת בתהליך של הקמת התשתית, והם ישמחו אם מישהו יציע להפוך את התשתית למוקד ידע לאומי. הפיכת התשתית למוקד ידע לאומי דורשת רכישת מכונות נוספות. כרגע התשתית נמצאת בפן המחקרי והתיאורטי והפיכתה למוקד ידע לאומי תקדם אותה לעסוק גם באלמנט התעשייתי.

איש קשר: ארנולד נתן, ראש מנהל המו"פ במרכז ההנדסה, 052-8340433. ארנולד נתן מרכז את נושא תלת הממד בחומרים מתכתיים ועל מתכתיים.

נושאים של חומרים מרוכבים

ניתן להפוך לתשתית לאומית. מדובר על נושאים של חומרים, כימיה, פיזיקה, חוזק והרכבות. בנושאים אלו יש לתעשייה האווירית כוח אדם עם יכולות וידע. הם כבר עובדים על נושאים אלה עשרות שנים, אך קיים צורך נוסף מעבר ליכולות הקיימות.

חלק מהדברים עליהם עובדים בתעשייה האווירית מגיעים כטכנולוגיה חיצונית (מיצרן המטוס). מדינת ישראל מוגבלת בשימוש של טכנולוגיה מבחוץ, ולכן כדאי שיהיו לה את היכולות הטכנולוגיות האלו. הקמת יכולות מתאימות לפיתוח עצמי בארץ תחסוך למדינה מאות מיליוני דולרים ותהיה טובה גם לאקדמיה וגם לתעשייה. כל חברה בתעשייה שבונה מבנים מחומרים מרוכבים תרצה להשתמש בתשתית כזו (דוגמאות: לווייניות אזרחית, כלי שיט אזרחיים, מבני אנטנות ועוד).

לתעשייה האווירית יש את הידע בתחום, הבעיה נעוצה בכסף הפנוי למחקר ופיתוח. המימון הנדרש מיועד לצידוד, שעות כוח אדם, תהליכים, חומרים ושעות ניסויים. איש קשר: ארנולד נתן.

תשתית בנושא רובטיקה קרקעית

לתעשייה האווירית תשתית רחבה בנושא בה ניתן לקיים ניסויים גם למערכת הביטחון וגם לשימושים אזרחיים. איש קשר: מאיר שבתאי, 054-2509922.

אנרגיה מתחדשת ומערכות היברידיות

לתעשייה האווירית יש יכולות בתחום החשמל. הם לא מייצרים או מפתחים סופר קבלים אבל כן המרות אנרגיה, מצברים וגנרטורים למערכות מכניות. הלל חושב שניתן להפוך את התחום למוקד ידע לאומי, היות ובתחום זה יש לתעשייה האווירית גם תשתית מתאימה וגם כוח אדם בעל ידע.

איש קשר: יוסי בן נון, ראש מנהל חשמל ואוויוניקה, 052-8340494.

ישראל שמר תעשייה אווירית, מנהל תשתית ניסויי טיסה

מראיינות: ורד גלעד, סימה ציפרפל

תאריך: 3.1.18

ישראל עדכן את הנתונים של תשתית ניסויי טיסה שמופיעה במיפוי תשתיות מחקר שמוסד נאמן ביצע בשנת 2013.

תיאור התשתית: תכנון וביצוע טיסות ניסוי לפיתוח ולשדרוג של כלי טיס מאוישים ובלתי מאוישים. התשתית משרתת מוקדי ידע בכל תחומי ההנדסה, לרבות אווירונאוטיקה, מכניקה, אוויוניקה, מערכות משימה ונשק וכו'. לרשות המשתמשים עומדת מערכת תומכת המאפשרת תכנון והתאמה של מכשור ניסויי טיסה לצרכים, פיתוח, ייצור עצמי ורכש של מערכות המתמחות בהפקת ידע מהניסויים, מגוון תחנות טלמטריה אשר מאפשרות שידור בזמן-אמת של אלפי פרמטרים מכלי הטייס לעמדות שליטה ובקרה ייעודיות ופענוח הנתונים בתוכנות ייחודיות אשר רובן נכתבו על ידי אנשי המרכז. הפקת הדו"חות מהווה את הנדבך הסופי בנייתו הידע, והיא אף מהווה את הבסיס לרישיון כלי הטייס ולהמשך המחקר.

לדבריו, לא ניתן לאפשר למשתמשים חיצוניים להיכנס לתשתית (מסיבות בטחון), אפשר שאנשי התעשייה האווירית יבצעו עבודות עבור משתמשים חיצוניים, וניתן גם להוציא קבצי מידע עבור משתמשים.

מימון התשתית: 2-5 מיליון ₪ (מו"פ ופרויקטים, למשל גם פיתוח מטוס חדש לצורך מחקר). התשתית היא לא רק למחקר, אלא משמשת גם לפרויקטים, לא תשתית לאומית, כי גם רפאל וגם חיל האוויר נותנים שירותים דומים. לאלביט אין תשתית ניסויי טיסה.

המו"פ הוא חלק קטן יותר בתשתית.

המימון השותף של תפעול התשתית מגיע ממשד הביטחון וגם מימון עצמי.

שדרוג התשתית נעשה לפני 3 שנים. מתוכנן ב- 5 השנים הקרובות המשך שדרוג בהיקף של מעל מיליון דולר.

איש קשר עבור שירותים בנושא טלמטריה וניסויי טילים: מוטי הייפרמן, רפאל (אחראי גם על שדמה).

תשתיות נוספות גדולות בתעשייה האווירית:

שלמה לוי, ראש מנהל מנהרות רוח.

בני דואניס, ראש מנהל ניסויי קרקע.

בכל אחד משניהם התשתיות עושות גם מו"פ וגם נותנות שירותים ללקוחות.

נתן ארנולד, ראש מנהל המו"פ של חטיבת ההנדסה, מרכז את כל פעילות המו"פ בחטיבה. הוא יוכל להפנות לעוד גורמים בתעשייה האווירית מחוץ לחטיבה (למשל, תשתיות רובוטיקה).

הילל קין, מנהל ארגון המו"פ של התעשייה האווירית.

הנרי צימרמן, יו"ר איגוד התעשיינים בצפון, מנכ"ל טרלידור

תאריך: 13.11.17

מראיינות: ורד גלעד ומעיין זרביב ציון

בתחום התעשיות המסורתיות כמעט ואין מו"פ. זה מאפיין 90% מהמפעלים באר. יש יוצאים מהכלל אבל זה בשוליים לחלוטין.

חברה כמו כתר מנסה ליצור קשר עם אורט בראודה ועם הטכניון למציאת פולימר שייתן תכונות קצת יותר חדשות עם סיבי זכוכית על מנת להוריד עלויות ייצור. ברוב המקרים זה מו"פ זה מו"פ על תהליכי ייצור.

בתעשיית התרופות כל הזמן מפתחים. מושקע הון עתק במו"פ. מנסים כל הזמן למצוא את הפתרון הבא. לתרו נפתח מפעל מדהים ביוקנעם.

בונים חממות למו"פ. הלקוחות הם או חברות פרטיות למיקרוביולוגיה או מוסדות. שדה בוקר קנו חממה בשלושה וחצי מיליון ש"ח להנדסים שלהם. בנושא החממות ממליץ לדבר עם מלאכי דמטי. פרופ' ממכון וייצמן שעוסק בכך.

פונטיפקס הינה קרן שמשקיעה בחברות מיקרוביולוגיה שעוסקות במחקר. הן נוסבאום. בחברות מסורתיות כמות המחקר אפסית.

צריך לחלק את המו"פ לחדשנות ואז לאזורים. מו"פ של שיווק. פילוח שוק, מציאת מוצרים, דרכי שיווק כל נושא תהליכי הייצור.

פרופ' אלוף במיל איציק בן ישראל

הפקולטה למדעי החברה, אוניברסיטת תל אביב. הפקולטה לניהול, לשעבר ראש מפא"ת, לשעבר ראש תכנית החלל הישראלית, לשעבר ראש תכנית הסייבר.

תאריך: 14.1.18

מראיינות: ד"ר דפנה גץ וורד גלעד

בות"ת מתקיימים עכשיו ארבעה מאמצים מרכזיים עליהם אחראית -יפה זילברשץ ראש ות"ת. שלושה מהם בתחום המדע: מרכז קוואנטום שפרופ' אורי סיוון ראש הוועדה. השני, data science. השלישי בנושא יזמות.

data science - בימינו מצטברות כמויות אדירות של מידע. השאלה איך מוציאים ממנו את הערמונים.

זו שאלה שמשותפת לכל התחומים הקיימים. מנוע חיפוש, סטטיסטיקה, data mining. כל אחד קורא לזה בשם אחר. מכיוון שזה כ"כ לא מוגדר לא קורה עם זה כלום.

לפני כ-8 שנים איציק הקים ועדת סייבר. חלק מהדיון היה בתשתיות. השתתפו צוותים מהממשלה, תעשייה ואקדמיה. אין פעילות תעשייה מלבד בצ'ק פוינט. ב-2010 דיברה על תשתיות ל-fire wall.

מחשבי על. ההערכה שמחשב אחד עולה 20-30 מיליון דולר ויש להשקיע בתחזוקה. אנטען שאין צורך מכיוון שאין תעשייה בתחום. 20 מיליון דולר עבור תעשייה באם היא חושבת שיהיו לה רווחים בקצה זה לא סכום רציני.

ליאת מעוז רכזה את הנושא בות"ת מול האוניברסיטאות וטענה שאין צורך. לכל האוניברסיטאות יש מרכז קטן למחקר בסייבר מלבד אריאל.

חיזוי מזג אוויר לדוגמא עושים עם לוויינים ומכשירים. איציק דיבר עם אנשי חיזוי שאמרו שהם משתמשים בתשתיות בחו"ל.

ראש הממשלה קיבל את כל 13 ההמלצות שהגיש איציק. מצאו שהשקעת המדינה בסייבר זה מיליארד ש"ח בשנה. לא קראו לזה סייבר. הוסיפו עוד חצי מיליארד מעל התקציב. 2 וחצי מיליארד לחמש שנים שנתנו למטה הסייבר. האלמנט היחיד שהיה מומלץ ולא מומש עד היום זה מחשב על. אוניברסיטת ת"א מנסים כבר שנה לדחוף לרכישת מחשב על. אחראי על זה גיורא ירון ד"ר לפיסיקה ויו"ר הוועד המנהל. הוא מבין גדול בטכנולוגיה והוא מבין את הפוטנציאל. הקים צוותים באוניברסיטה שיבדקו והאוניברסיטה החליטה שהיא צריכה את זה.

כיום את הפתרון של נפח חישוב פותרים בענן. לאוניברסיטה אין שום דבר מסווג. עדיין יש בעיה עם המהירות. כי מחשוב הענן בעייתי במהירות. יש במדינה מחשבי על במערכת הביטחון.

העלות 15 מיליון דולר למחשב שטוב לארבע שנים ואז יש להחליף.

יש חוקרים שלא יכולים לנסוע להשתמש בחול. יש צורך בכל אוניברסיטה. גיורא ירון מציע שיהיה אחד בין אוניברסיטאי, כי הסיבים האופטיים פרושים. החיבור קיים מבחינת התשתיות. יש צורך בבניין עם קירור. זה תשתית מחקר. מי יממן? כשנדון בתל"ם, משרד הביטחון אמר שאינו שותף כי כבר יש לו ובנוסף יש בעיות של ביטחון שדה.

חלק מהתעשיות אומרות שהן צריכות.

צריך למצוא את האנשים שייקחו ויבילו ויריצו ולא לעשות סקר דעת קהל. הרבה יגידו שאפשר בלי.

כשבאים לנושא חדש צריך מישהו שידחוף את זה.

חיזוי הכיוונים הנכונים/התחומים שיש צורך להקים בהם תשתיות:

קוואנטים- לא רק מחשוב קוואנטי. מחשוב קוואנטי צריך להיות בנפרד משאר הדברים. Quantum science and technology יש סנסורים והרבה דברים נוספים. quantum computers הוא אלמנט אחד שלו שהוא נושא יקר מאוד. זה תחום שעוד לא מפותח בעולם. יש גם צורך של התעשייה למשל אקווביט- עושים שעונים אטומים.

כל תחום הרובוטיקה- באריאל מסתכלים יותר על רובוטיקה תעשייתית. רובוטיקה תחום רחב.

Artificial Intelligence- קשור לרובוטיקה אבל יש גם מעבר לרובוטיקה. הרעיון של איציק בן ישראל לקחת את ה-data science ולשים דגש בישראל כתכנית לאומית על החלקים שמתאימים לנו-צריך אנשים עם לומדות- תחום המכונות הלומדות ה-Deep learning יכול להיכנס בכל דבר. בתוך ה-AI יש כיוונים. תחום שאנחנו טובים בו כבר הרבה שנים של Vision Analysis. מובילאיי זה הדוגמא שבולטת בו. הם עושים ניתוח של צילום בווידאו כדי להבין את המצב על הכביש.

בתחום הרפואה- Vision analysis מוטה דיאגנוזות של MRI ו-CT. יש באוניברסיטת ת"א מרכז אצל פרופ' חייט גרינשפאן. יש באינטליגנציה מלאכותית. Machine Learning.

איציק חושב שבזה אנחנו יכולים להיות מובילים עולמיים. יש קבוצה מאוד גדולה של חוקרים בארץ שעוסקים בזה.

כדאי לדבר עם פרופ' ליאור וולף מדעי המחשב. שי מנצור. עירד בן גל הנדסה.

בחלק מהדברים צריך תשתית.

רוצה לקרוא לזה AI and data science.

תחומים: סייבר, ביטחון, בריאות, data science ופיזיקה.

פרופ' דוד הורן, הפקולטה לפיזיקה, אוניברסיטת תל אביב. יו"ר הוועדה המייעצת לות"ת בנושא תשתיות מחקר באקדמיה, לשעבר נציג ישראל ב-ESFRI.

ממוסד נאמן: ד"ר דפנה גץ וורד גלעד

תאריך: 14.12.17

פרופ' דוד הורן התפטר מתפקידו כנציג ישראל ב-ESFRI לפני כחודש. יקבל את המינוי במקומו פרופ' משה דויטש שהינו פרופ' לפיזיקה בבר אילן. ניסיונאי של חומר מעובה. היה חבר בוועדה לתשתיות מחקר בות"ת. ישראל חלשה יחסית לאירופה במדיניות. איפה מתקבלות החלטות? מי מממן? איך נעשית בקרה? כל זה חסר.

פרופ' הורן היה נציג ישראל ב-ESFRI במשך 12 שנים שבהם הוא ניסה לקדם את נושא תשתיות המחקר בישראל. הוא מרגיש שאין המשך לעבודה שעשה. אין גוף שדן בדברים.

באירופה ובארה"ב יש מועצה מדעית שיועצת לשר המדע ובהתאם נקבעת מדיניות מדע. בארץ אין מדיניות מדע. יש את האקדמיה. אין בארץ ראייה של תשתיות מחקר.

ישנה רמה מוסדית אוניברסיטאית. ניסיון לקדם מחקר לפי תחומים, לפי לחצים מלמטה ולא לפי תכנון לאומי. התפיסה של תל"ם הינה של איגום משאבים. זה לא מקום לדון באסטרטגיה.

הרעיון של תשתית לאומית הוא של מתן שירות לכולם ואין בארץ דבר כזה. שת"פ אקדמיה-תעשייה בתשתיות הינה בעייתית מכיוון שהתעשייה דורשת רמת ניקיון גבוהה יותר מהאקדמיה והאקדמיה לא מוכנה לשלם 20% מערך המכשיר כדי להגיע לרמה הזו. ולכן התעשייה מעדיפה להקים אצלה תשתיות ברמת ניקיון ותחזוקה שאין באקדמיה.

מכון וייצמן הינו המוסד היחיד שיכול להקים תשתית מחקר לאומית ולקחת את המדענים המובילים אליו. יש להם כספים.

תשלום משתמשים הינו רק למשתמשים ממוסדות אחרים. אנשי מכון וייצמן לא משלמים. גם בחו"ל ברגע שיש הרבה בקשות לביצוע מחקרים בתשתיות, הן אמורות להיבחן לפי ה-merit של הבקשה. יש רצון להעלות שני פרמטרים:

1. מצד אחד ישראל אמורה לתת כספים לאנשים עם הצעות בעלות merit.

2. הקבלה לפי merit ולא רק לפי תשלום.

כשהקבלה לפי תשלום, המוסד יעדיף לתת את המכונה שלו ללקוחות עם הרבה כסף על חשבון החוקרים שבמוסד.

בות"ת מימשו 3 פרויקטים. כשהוגשה מפת הדרכים, רצו המלצה מה מוכן לביצוע, מה לעשות ובאיזה שנה. בניגוד לדיון שהיה בות"ת לגבי מפת הדרכים 2013, זה לא קרה עם מפת הדרכים של 2016 שלא הגיעה לדיון.

גבי פרנק מנהל ות"ת החליט שיש לחלק תשתיות שווה בין האוניברסיטאות ובמשך 6 שנים יהיה צ'אנס לכל אוניברסיטה להקים תשתיות ב-6 מיליון דולר.

הועדה ברשות פרופ' הורן הגישה המלצות למפת דרכים לחמש שנים בעלות של 120 מיליון דולר ובנוסף, להגדיל את הקרן לצידוד של הקרן הלאומית למדע, שמוסדות יוכלו לקבל 1-2 מיליון דולר שעבורם לא צריך לקבל את התיוג של תשתית לאומית. יחד הבקשה לתקציב הייתה בגובה 200 מיליון דולר לחמש שנים. בות"ת החליטו במקום זה על תקצוב Big data.

AI הוא מונח שהוטבע לפני 50 שנה. המונח המודרני הוא Machine learning.

המושג Data science הוא לא באמת מדע. זה אוסף טכנולוגיות שצריך כדי לנהל data.

לדעתו של פרופ' הורן לא כדאי ברמה לאומית לתמוך ב-Big data מכיוון שיש בנושא הזה תמיכה עצומה של חברות מסחריות. אין בנושא זה כשל שוק כי לכל אוניברסיטה יש מימון לכך. זה לא דבר שנחוץ היות שזה יתפתח בכל מקרה.

המשתמשים בגריד כיום זה CERN. הגריד לא עבד כי רצו שזה לא ישנה באיזה אוניברסיטה, באיזה מדינה-שתיה מערכת שתדע לסנכרן את כולם וזה לא הצליח.

התעשייה מימשה את ה-cloud. בנוי על מכירת צ'אנק מתוכו למי שצריך. הקימו במחב"א יחידה שאם איש אקדמיה רוצה להשתמש ב-cloud עוזרים לו. יש תשתית ל-Big data לפי תחומים. יש מרכז בגרמניה של Big data center ששולט בכל ה-data לגבי סרטן. יש כ-50 בתי חולים שמעבירים אינפורמציה שנאגרת. אנשים מעדיפים להשתמש ב-cluster אפשר ליצור שותפויות בינלאומיות בין clusters אם יושב בענן. הקבוצות יכולות לעבוד על אותו cluster דרך הענן.

האם לתעשייה יש צורך במשהו שהמדינה צריכה להשקיע בו?

שרות, תכנון ורגולציה הם לא במנטליות שלנו. יזמות כן. כשאנחנו נדרשים לסטנדרטים של חברות אירופאיות, קשה לתעשייה להסתגל לזה.

תשתיות של חברות בינלאומיות:

מובילאי-- אמנון שעשוע-פיתוח יזמי מקומי שמביא חברות בינלאומיות ופותח עסקים בירושלים. זיקוק חומרי אמוניה- חומר גלם שאינם בארץ. מיובא. בישראל אין רגולציה וזו סיבה נוספת לחברות להקים כאן.

תשתיות עתידיות:

Cryogenic lasers כתוב בהמלצות שהגישו לות"ת. תוך שנתיים צריך לדון במרכז לאומי בנושא לייזר.

פוטוניקה (מוטי שגב)

גנומיקה- הוחלט לא לעסוק כרגע כי INCPM the Nancy and Stephen Grand Israel National Center for Personalized Medicine. במכון וייצמן

תשתית בנושא רקמות- בווייצמן יש משהו

ד"ר אלישע רבינוביץ' מדען ראשי ב-Given imaging.

פרופ' הורן רצה שנהיה חלק מבנק רקמות האירופאי. אנחנו לא חברים. the European Association of Tissue Banks

התהליך של עבודת הוועדה: ביקשו התייחסות של כל הסגנים למו"פ במוסדות האקדמיים. קיבלו 45 הצעות. חלק פסלו. כל נציג נקרא לוועדה להציג את הדברים.

הגיעו לשתי המלצות:

קרן לציווד מיוחד

אסטרונומיה ואסטרו-פיזיקה הם הנושאים עכשיו.

לראיין את פרופ' גידי גרדר. דיקן הפקולטה להנדסה כימית בטכניון.

תשתיות ESFRI שאנו חברים בהן. חותם שר המדע. אם יש צורך במימון הוא מגיע או מהחוקרים או ממכון וייצמן. המליצו על מימון מרכזי מות"ת ברמה של 50,000 דולר לשנה וועדה קבועה שתדון בנושאים האלה.

פרופ' מרדכי שגב, הפקולטה לפיזיקה בטכניון.

מראיינות: ד"ר דפנה גץ, ורד גלעד, סימה ציפרפל

תאריך: 2.1.18

פרויקט הקוואנטום - הפרויקט עדיין לא מתקצב על ידי תל"ם, כרגע מתקצבים על ידי ות"ת ומשרד הביטחון בסך של 300 מיליון ש"ח, ומקווים לצמיחה של התקציב ל- 700-800 מיליון ש"ח.

ישראל לא נמצאת בכלל על המפה העולמית בנושא זה. אין בישראל אפילו מדען ניסיוני ולא מדען תיאורטי אחד בנושא. דורית אהרונוב (מהאוניברסיטה העברית) עוסקת ב-complexity, קשור לנושא הקוואנטום אך לא בדיוק. אי אפשר להקים את התחום כשאינן מדענים מובילים.

אנחנו מומחים בנושא של Quantum science engineering – שעון אטומי שיושב בטילים מונחים. אנחנו מצוינים בזה. פותח על ידי גדי אייזנשטיין מהטכניון (קשור לנושא של קוואנטום ופוטוניקה), ומוכרת אותו חברת AccuBeat.

החזון היה שחלק מהפרויקט יהיה קשור לפוטוניקה אבל לא כולו. התחום כולל חמישה נושאים שסובבים את נושא הקוואנטום והפוטוניקה: מחשוב קוואנטי, תקשורת (אינפורמציה) קוואנטית, סימולטורים קוואנטיים, סנסורים קוואנטיים, חומרים קוואנטיים (quantum materials). יש מצינות לאומית ועל בסיס זה אפשר לבנות מערכת בעלת חשיבות לאומית. הראייה הייתה, שבין היתר, זה יעזור לקלוט אנשים חדשים בתחום (תחום עדיפות לאומית). בנוסף, זה מהווה כלי לשדרוג היכולות הקיימות בתחום הננו. הדבר הכי חשוב זה הכשרת כוח אדם, הדור הבא של המהנדסים היות והעולם הולך לכיוון הקוואנטום.

כיום, גם האירופאים הכריזו על הקוואנטום כפרויקט דגל. ישראל צועדת יחד עם אירופה וארה"ב, ואנחנו לא משיגים את העולם (בעבר היינו לפנייהם).

התשתית מבוצרת במוסדות המחקר השונים, על בסיס שיקול מקצועי. הועדה המקצועית מורכבת מנציגים מכל מוסד השכלה גבוהה.

כמדיונית, כשליש מהכסף של הקוואנטום הולך לתשתיות.

כשהתשתית תקום, זו תהיה תשתית לאומית והשימוש בהן יהיה תמורת מחיר מתאים. זה יוצר קשר עם התעשייה ומממן תחזוקה. התשתית לא מוכוונת תעשייה אבל כן נותנת לה שירותים.

מה תחום הקוואנטום נותן לעולם?

מחשוב קוואנטי – ישנן בעיות רבות שהמחשוב הקלאסי אינו יכול לפתור אותן. למחשוב הקלאסי אין מספיק זיכרון ומהירות, ואופטימיזציה של תהליכים. 95% מהנתונים (למשל, נתונים רפואיים) לא ניתן לטפל בהם בצורה הקלאסית.

דברים הקשורים לחישוביות – למשל, התנהגות של תאי דלק של רקטות, אין יכולת סימולציה בשיטה הקלאסית. לכן, חברת לוקהיד מרטין (Lockheed Martin) ביצעה פרויקט של מחשוב קוואנטי (פתרון בעיות מסובכות, סימולציות דלק נוזלי). אלה אפליקציות אזרחיות חשובות שמשנות את העולם. למשל, תכנון תאי שריפה של מטוסים ומנועים רקטיים. להעברת מידע במהירות גבוהה מאוד דרושה מערכת קוואנטית, ויש לנושא הזה פוטנציאל לאימפקט גדול מאוד על הכלכלה והתעשייה.

חומרים קוואנטיים מתנהגים כמו מוליכי-על בתנאים מסוימים (למשל, רכבות ביפן עושים אותם עם אלקטרומגנטים המבוססים על מוליכי-על). חומרים אלו ישנו את התעשייה באופן משמעותי. אוניברסיטת תל אביב, האוניברסיטה העברית, מכון ויצמן וגם בר אילן החלו כבר לטפל בתחום. בטכניון, פרופ' עמית קניגל עוסק בחומרים קוואנטיים (המחלקה לפיזיקה), פרופ' אלכס חייט ודר' איליה גויכמן (המחלקה להנדסת חשמל), פרופ' יכין כהן (המחלקה להנדסה כימית). נושא זה לא נמצא בתוך הפלטפורמה האירופאית (באירופה קיבלו החלטה שהם מוציאים את זה החוצה). בטכניון מתוכנן להקים מרכז לחומרים קוואנטיים, כרגע יש מספר מעבדות שעוסקות בנושא. במכון ויצמן יש כבר מרכז כזה ורוצים להגדיל אותו. בעוד כחודש יצא קול קורא בנושא, מעוניינים שהאוניברסיטאות יתחרו.

בין הקבוצות המובילות בעולם בתחום נמצאים ישראלים יורדים, וקשה מאוד להחזיר אותם לארץ. אנשי קשר:

אורי סיוון – ראש הועדה הלאומית בנושא קוואנטום. מתאם בין כל האוניברסיטאות בנושא (ניתן לבקש ולקבל ממנו מסמכים בנושא).

טכניון – פרופ' מרדכי שגב, פרופ' גדי אייזנשטיין

מכון ויצמן – פרופ' ניר דוידסון (דיקן פיזיקה), נירית דוידוביץ'

אוניברסיטת תל אביב – פרופ' עדי אריה (הנדסה), חיים סוחובסקי

האוניברסיטה העברית – פרופ' נדב כץ (תקשורת קוואנטית שמפא"ת מממנים), אוריאל לוי

אוניברסיטת בר אילן – פרופ' מיכאל רוזנבלום, עמנואל דה לה טורה

אוניברסיטת בן גוריון – פרופ' רון פולמן, פרופ' אמנון אהרוני

תל"ם פוטוניקה (photonics) – הטכניון לא היה מעוניין בפרויקט, כי לא ניתן לבנות מרכז תשתית גדול ללא חבר סגל שיעמוד מאחוריו. התקבל בממ"ג בשיתוף עם אוניברסיטת בן גוריון. לדעתו של פרופ' שגב זה היה צריך לקום ברפאל. זה פרויקט של ועדת פוטוניקה שתל"ם וממ"ג עומדים בראשו. הבעיה היא שאין חוקרים בעלי יכולות עולמיות. לדעתו, זה כישלון וחלק גדול מהכסף שהוזרם לשם הולך לטמיון. לייזר סיב בשורק (ממ"ג), תשתית שנקנתה מהעולם. יש בישראל תשתיות של פבריקציה במיקרואלקטרוניקה ברמה גבוהה (טאוור ואינטל). עם טאוור ניתן לעשות שיתוף פעולה עם אינטל לא. במיקרואלקטרוניקה בטכניון המכונות לא עושות את מה שנדרש לתחום הפוטוניקה. באוניברסיטה העברית יש מכונה, אך לא מתקדמת. על מנת לעשות דברים מתקדמים עושים שיתוף פעולה עם הגרמנים. איש קשר: ד"ר רפי לביא – מוביל הפרויקט (ממ"ג)

לייזר סיב רב עוצמה – יש צורך גדול בנושא זה בישראל. פרופ' שגב קורא לנושא זה כבר משנת 2000. הנושא התעורר אחרי מלחמת לבנון השנייה, ומטפל בו אופיר שוהם. הבעיה שבישראל אף אחד לא יודע

לייצר את זה. הגדילו את התקציב ל- 50 מיליארד דולר, אך הבעיה שלא הגיעו לשלב הייצור. הטכניון לא הלך על זה כי צריך חבר סגל לכל מכונה כזו, מהנדס לא יכול להפעיל את המכונה, אלא נדרש חבר סגל שהמכונה תהיה המחקר שלו. גם מכון ויצמן לא לקח את זה עליו מאותה הסיבה. זה היה צריך לקום במרכז תשתית לאומית כמו רפאל, אבל לא רצו לתת להם את זה. הטכניון שקל לקחת את זה חלקית אבל לא הסכימו לכך, רצו שמישהו ייקח את הכל.

איש קשר: ד"ר דני גולד – ראש מפא"ת.

האם ישראל שותפה בפעילות אירופאית? רוב הציוד קיים באירופה, ולרוב האוניברסיטאות יש שיתוף פעולה איתם. לטכניון יש שיתוף פעולה בנושא הקוואנטים עם אוניברסיטאות באירופה (באוניברסיטת וירצבורג (Würzburg) ובאוניברסיטת אאכן (Aachen) בגרמניה יש מרכז תשתית; בארה"ב יש עבודות משמעותיות: אוניברסיטת קליפורניה (UCSD) בסן דייגו ואוניברסיטת קורנל (Cornell) בניו יורק.

פרופ' נדב כץ

הפקולטה לפיסיקה באוניברסיטה העברית בירושלים. מנהל המכון לאינפורמציה קוונטית.

מראינת: ורד גלעד

תאריך: 23.1.18

יש מערכת שמקימים בשורק אבל היא באוריינטציה מאוד תעשייתית. צריך תשתית אוניברסיטאית שתיתן אפשרות לגדל חומרים חדשים ולאפיין אותם בתוך האוניברסיטאות עם דגש על אוקסידים ומבנים מורכבים יותר. זה לא רק מוליכים למחצה. התשתית בשורק הלכה מאוד חזק על הכיוון של מוליכים למחצה בשביל בניה של לייזרים, משהו מאוד ספציפי שלא משרת את הקוונטים. צריך משהו אחר נפרד בתחום הזה שיתן שירות רחב. מתאר 'מפלצת אורגנית' של תאי וואקום ומנדפות שהם משולבים זה בזה ואפשר להעביר דגמים מצד אחד של המכשיר לצד שני וזה גדל כל הזמן. כל פעם מוסיפים עוד תהליך שאפשר לעשות בלי לשבור את הוואקום כי ברגע שפותחים את הדגמים לאוויר הם נחשפים וכבר לא יכולים להגיע לביצועים הגבוהים ביותר. אלה תשתיות שעולות מיליונים. זה משהו שחסר בארץ ומפריע לנו להיות בטופ מבחינה של חומרים קוונטים מתקדמים מבחינה של דגמים אנחנו תלויים באחרים וזה לא טוב.

קוואנטים בחלל - זה נושא שהולך ומתפתח ולישראל יש אפשרות להיות מובילה בו. זה תחום שיש לנו חוקרים עם מומחיות בנושא. באוניברסיטה העברית שני חוקרים ובעוד מקומות ואפשר למנף את זה. להעלות לווייני תקשורת קוואנטי וניסויי חישה מתקדמים לחלל. דברים שעולים הרבה זו השקעה גדולה. מבחינת האימפקט המדעי טכנולוגי אפשר להגיע לטופ ומהר. כרגע יש שיתופי פעולה. כרגע אין תכנון ארוך טווח בישראל אז ישראלים מצטרפים ליוזמה אירופאית, משתפים פעולה עם הסינים אבל אנחנו לא יכולים להוביל. צריכה להיות תכנית ישראלית עצמאית של קוואנטים בחלל שכוללת גם מדידות וגם תקשורת. יש לנו גרעין של חוקרים מעולים שאפשר להיבנות מהם צריך כסף ורצון לאומי להיכנס לזה.

בחול קיימות תשתיות לא בהרבה מקומות. אם רוצים לתפוס מנהיגות יש חלון של 10 שנים עד שלכולם יהיה כאלה תשתיות.

זמן מדידות ותשתיות מטרולוגיות

מטרולוגיה - מדידות מדויקות של מדע בסיסי. מוביל את הנושא פרופ' עופרי עוזרי ממכון ויצמן. יש לו מאגד ישראלי שהוא הולך לפתוח ולהוביל בנושא.

יש צורך בכספים כדי להקים תשתית לאומית שתאפשר לסנכרן מעבדות ברחבי הארץ ולעבוד ברמה הגבוה ביותר.

יש עניין של לשבור מסגרות מבחינת הבין תחומיות של הקוואנטים. לעזור לאוניברסיטאות להקים **בניין קוואנטים** - זה קיים באירופה. מדעי מחשב, פיסיקאים, מתמטיקאים מהנדסים יושבים ביחד באותו בניין. זה תשתית מחקרית שעולה עשרות מיליונים לבנות בניין חדש.

צריך גם מעבדות וגם אנשים תאורטיים שיושבים יחד סביב נושא הקוואנטים. קיימים בחול מודלים מוצלחים של זה. נותן אפשרות למנף את התחום נותן אפשרות לחבר בין מעבדות שונות וכיווני מחקר שונים. יכול להוות מוקד לאומי לנושא בדומה למה שקרה בבנו. שם חיברו בין הנדסה, הנדסת חשמל ופיסיקה ויצר מצוינות. קשה לאוניברסיטאות להקים את זה ללא עזרה. צריך מודל תקצוב שהאוניברסיטאות יתנו את הרוב בגיוס כספים אבל שהמדינה תיתן גרעין שאפשר להתלכד סביבו.

עניין החלל לאומי. מבחינת ההתמחות באוניברסיטאות- הטכניון יש לו מיקוד בנוו לוונינים באוניברסיטה העברית יותר חזקים בנושא תקשורת קוואנטית ויחד אפשר להרים פרויקט לאומי. בנושא של נידוף שכבות דקות זו תשתית שיכולה קום באוניברסיטה מסוימת. אם יוקצה לזה שטח למשל ב-airport city ואנשים יוכלו לעבוד שם זה גם בסדר. צריך לראות שנותן שירות בתנאים אקדמיים ושהאוניברסיטאות יוכלו להשפיע.

מרכזי הננו הם דוגמא למחירים אקדמיים. מרכזי הננו לא רווחיים. גישת חלק מאנשי התעשייה בוועדת ביקורת הננו היתה למה לא מבקשים יותר כסף ונעשים רווחיים. פרופ' כץ לא מאמין בזה.

כל תשתית שהזכרנו יכולה לעניין תעשייה.

בנושא מטרולוגיה- אקיוביט ורפאל. יש להם עיסוק בשעונים ומדידות מדויקות. בנושא בקרה אלקטרונית מתקדמת חברת תבור ויבמ קשורה לפרויקט חישוב קוואנטי שקיים בארה"ב.

פרופ' גדי אייזנשטיין, מנהל המכון לננוטכנולוגיה בטכניון RBNI

מראיינות: דפנה גץ וורד גלעד

תאריך: 21.1.18

מקימים מרכז להנדסה קוואנטית. הכוונה בות"ת שתהיה תכנית לאומית בנושא. אורי סיוון מרכז את הצרכים עבור כל השותפים. הגישו מסמך מפורט להנהלת הטכניון.

ב-RBNI קיימת בעיה שרוב הציוד נקנה בין 2005 ל-2008. הרבה מהציוד התיישן. ב-2017 עשו שדרוג של הציוד בקמפוס ב-8 מיליון דולר. 5 מיליון דולר של RBNI, מיליון מהמנל"ם והשאר מהפקולטות השונות שמשמשות בציוד. מהתרומה החדשה של ראסל ברי ממשיכים לקנות ציוד ולהקים תשתיות.

16-17 מרכזי תשתית שנבנו ע"י RBNI או ש-RBNI שדרג מבחינת איכות הציוד. כל מרכז מתנהל כמשק סגור. ההכנסות הן מהשימוש בציוד.

צרכים בתשתיות: מערכת לאפיון חומרים, מקרוסקופיה, ציוד אפיון למערכות קוואנטיות ואלקטרוניות מתוחכמות, מרכז לאנרגיה, למערכות אוטונומיות, Deep learning.

ד"ר ברכה חלף, מדענית ראשית במשרד האנרגיה

תאריך 8.02.2018

ממוסד נאמן: ורד גלעד, סימה ציפרפל

תחומים בהם יש צורך בתשתיות לאומיות:

תשתית לאומית למחקר ופיתוח של רשת החשמל: בוועדה לאנרגיה ניסו לגבש תשתית לאומית למחקר ופיתוח בנושא רשת החשמל: יכולת לעשות הדגמות, הדמיות ומחקרים על רשת חשמל מלאה (אמצעי אגירה, אמצעי יצור, תוכנה וחומרה, ותוכנות לניהול המערכת לעיבוד מידע). נערכו מספר פגישות על מנת לדון בנושא, אחת מהן עם חברת החשמל. תוכנן שחברת החשמל תוביל את התשתית. השלב האחרון שנעשה בנושא היה הקמת וועדה של המולמו"פ אנרגיה, אבל זה לא הגיע לידי מימוש.

בתשתית זו יש צורך בציוד רציני ומומחיות ידע גדולה: האגודה הישראלית לאנרגיה חכמה, חוקרים של אגירת אנרגיה, יצור אנרגיה מתחדשת, מחקר אקדמי ומחקר תעשייתי. התעשייה יכולה לגלות עניין בשימוש במתקן כזה היות והמתקן מוכוון לתעשייה (ישנם חברות הזנק שעוסקות בנושאי אגירת אנרגיה, וכן מבחינת תוכנה של ניהול של מערכת - מניות חכמות, מניפולציות על הרשת לזמני יצור שונים, אופני יצור שונים וביקושים שונים).

על מנת לבחון מה מתקן כזה צריך לכלול, ניתן להסתכל על מתקנים כאלו בחו"ל: בארה"ב ישנן שתי מעבדות לאומיות (אחת מהן היא National renewable energy laboratory), באירופה יש את Joint research center ועוד.

כיום, רק חוקרים מעטים בארץ נוסעים לחו"ל על מנת להשתמש במתקנים, או שהם מבצעים רק חלק מסוים בעבודה, ולכן אין להם הדמיה של המציאות וקשה להם לעבור לשלב המסחור.

בחברת החשמל יש מערכת של דימוי הרשת, שאינה פתוחה למשתמשים חיצוניים. (לגבי המערכת והנגישות שלה ברכה ממליצה לפנות לצביה בראון ולדב שוורץ – ראש ועדת האנרגיה במולמו"פ).

תשתית של מימן כדלק העתיד לרכבים חשמליים: תשתית המיועדת בעיקר לתחבורה. המימן משמש כדלק לרכבים חשמליים. במקום שהרכבים החשמליים יהיו מונעים באמצעות סוללות, המנוע החשמלי יתודלק במימן. המימן הוא החומר הכי נקי שיש, ולכן זה סוג התחבורה הנקייה ביותר שיש. ישנן תשתיות רבות שהן Capital incentive. מעבר לעלותן הגבוהה, יש הגיון לבנות את התשתית במקום אחד בגלל נושאי תקינה ובטיחות. אי אפשר לתדלק במימן בכל מקום. במעבדות לאומיות עם תשתיות של מימן, ניתן לבדוק שיטות יצור, דחיסה והובלה של מימן, וגם אפשרות לתדלוק באמצעות מימן ברכבים עם תאי דלק. בארץ אין בכלל תשתיות כאלה. בחו"ל ישנן תשתיות ביפן, ארה"ב וגרמניה, תשתיות במימן המדינה שמשמשות גם לניסויים לשימוש במימן בתחבורה (Hydrogen fueling infrastructure). במשרד האנרגיה מנסים לקדם את הנושא. ברשות לחדשנות- קמין רוצים להקים פרויקט סביב נושא זה. כדאי לדבר על הנושא עם היועץ במשרד האנרגיה: מיכאל קובי, 058-7749080.

לדעתה של ברכה, ישנם גופים שיוכלו לקחת את האחריות על תשתית כזו. למשל חברת Jensen (עוסקת בתאי דלק כגון גנרטורים, פחות בתחבורה), אלביט ועוד.

רכבים חשמליים ורכבים אוטונומיים יכולים להיכנס גם בהיבט של רשת החשמל: השתלבותם של הרכבים החשמליים ברשת החשמל מבחינת ביקושים, כיצד הרכבים החשמליים יכולים להיות חלק מהאגירה, וכיצד הרשת יכולה להשתמש בהם. מכאן, שהם קשורים גם לרשת ההדמיה של רשת החשמל.

תשתית גז טבעי: בהיבט של קטליזה, שימוש בגז טבעי כחומר גלם לתעשיות המשך ולחומרים. מדובר בעיקר על היבט כימי. יש צורך בתשתית גדולה. ברכה חושבת שהטכניון מעוניין להקים תשתית כזאת. איש קשר: פרופ' גידי גרדר, הפקולטה להנדסה כימית, הטכניון

תחומים נוספים:

1. מזון העתיד – חלבון סינתטי והינדוס של מזון, למשל גידול בשר במעבדה. הנושא מקודם בכל העולם וכבר עוסקים בו.
2. בינה מלאכותית.

פרופ' דן בלומברג, סגן הנשיאה ודיקן למחקר ופיתוח, אוניברסיטת בן גוריון

תאריך 21.02.2018.

ממוסד נאמן: ורד גלעד, סימה ציפרפל

צרכים בתשתיות מחקר:

מיקרוסקופיה

יש צורך במיקרוסקופים מאוד גדולים ויקרים גם לעולם הביולוגי וגם לעולם הכימי.

אנשי קשר: פרופ' וויין קפלן, משנה לנשיא למחקר, פרופ' יובל גולן, המחלקה להנדסת חומרים, אוניברסיטת בן גוריון.

מערכת מחשוב מקבילי (cluster), big data

כיום העבודה הגדולה במחשוב נעשית במחשוב מקבילי, צבירים של מחשבים מבוססי GPU ו-CPU עם מערכות תקשורת גדולות ומהירות ויכולת אחסון גדולה.

מכון ויצמן ואוניברסיטת בן גוריון הם המתקדמים ביותר בנושא זה מבין האוניברסיטאות. בתחום זה יש צורך עתידי גדול מאוד יחד עם הכניסה לעולם הקוואנטים ומדעי הרוח הדיגיטליים, הדורשים גם יכולות אחסון גבוהות וגם מערכות מחשוב גדולות.

אפשר להקים את התשתית ברמה המקומית אך גם ברמה הלאומית תוך שיתוף פעולה לייצור צבירים המשלבים את מה שקיים ברמה המקומית ליצירת צביר אחד גדול. לא בטוח שהשיתוף יעבוד טוב, כי זה עניין של הסכמים בין הגורמים השונים ואיך מבקשים לבנות את התשתית.

יש מערכות כאלה לבן גוריון, מכון ויצן וקמ"ג. הצורך הוא בהרחבת והגדלת התשתית. מדובר בהשקעות ענק בקנייה של מחשבים חדשים ליצירת תשתית פיזית של מערכות מחשוב מקבילי (clusters). בבן גוריון השקיעו לאחרונה 3 מיליון שקלים בתשתית כזו, אבל ההשקעה הנדרשת היא הרבה יותר גדולה.

אנשי קשר: פרופ' ברכה שפירא, המחלקה להנדסת מערכות תכנה ומידע, אוניברסיטת בן גוריון

שמואל גרובר, מנהל מערך המחשוב באוניברסיטת בן גוריון, לגבי פירוט טכני לתשתית

אתר ניסויים לרובוטיקה אוטונומית

בתחום זה מתמקדים בנושאים של ניסויים ברכבים אוטונומיים וסייבר ברכבים קיימים.

היום אי אפשר לבדוק ולערוך ניסויים של רכב אוטונומי בכבישים בארץ ואין אתר ניסויים המיועד גם לרכבים אוטונומיים וגם לבחינת עמידות לסייבר של רכבים קיימים. כיום, עדיין לא נעשים ניסויים בתחום זה. בבן גוריון הציעו הצעה למשרד ראש הממשלה להקמת אתר לניסויים, שותפים להצעה החברות: פולסווגן, וולוו, ב.ג. נגב, עריית באר שבע ועוד.

איש קשר: דני שטייר, ב.ג. נגב טכנולוגיות ויישומים בע"מ (חברת המסחור של בן גוריון).

ראיון עם פרופ' ראם סרי, סגן נשיא למו"פ ויו"ר הרשות למו"פ, האוניברסיטה העברית בירושלים

תאריך 14.02.2018.

ממוסד נאמן: ורד גלעד, סימה ציפרפל

צרכים בתשתיות מחקר:

מודלים ביולוגיים - בתי חיות (עכברים)

יש צרכים הולכים וגוברים בתחום. בתי החיות הקיימים היום הם בקנה מידה קטן ולא מספק ויש צורך להגדיל את מספר בתי החיות.

חלק מתשתית כזו יכול להיות משותף למספר מוסדות אקדמיים וחלק לא. בהתמחויות מסוימות בתחום ניתן לרכז מאמצים ולבנות את התשתית במקום אחד.

לכל האוניברסיטאות יש בתי חיות והחיה העיקרית בהם היא עכברים. בית חיות גדול יכול לכלול עשרות אלפים של כלובי עכברים בתוכו. המחקר הרפואי באוניברסיטה העברית הוא מהטובים בעולם ועל מנת להמשיך ולאפשר אותו יש צורך באופרציה נרחבת של עכברים. רוב הניסויים דורשים שהעכברים יהיו במקום שבו מתבצע הניסוי ולכן כלוב חיות גדול לא יוכל לשרת את כלל האוניברסיטאות. מצד שני, אפשר להכין את העכברים למחקר על פי דרישה מסוימת- את זה ניתן יהיה לעשות במקום אחד ואז לספק אותם למקומות אחרים. לדעתו של פרופ' סרי, גם בתעשייה יהיו מעוניינים בשירות כזה.

באוניברסיטה העברית יש אוסף של מספר בתי חיות (בגלל שהאוניברסיטה מורכבת מקמפוסים נפרדים), והם צריכים את כל בתי החיות עבור הצרכים שלהם. בית החיות הגדול ביותר נמצא בעין כרם (שם נערכים גם מחקרים של החוקרים מבית חולים הדסה).

באוניברסיטה העברית מעוניינים להרחיב ולהגדיל את בתי החיות, ויש לכך תקציב חלקי בלבד של האוניברסיטה (כ- 5 מיליון דולר), תקציב זה לא מספיק לצרכים הנדרשים.

פרויקט עכברים מהונדסים גנטית של הוט"ת: הוקצבו לו כ-12 מיליון ₪. תשתית כזו יכולה להיות שיתופית לאוניברסיטאות השונות וניתן לרכז אותה במקום אחד. האוניברסיטה העברית ישמחו לארח את התשתית. לדעתו של פרופ' סרי, תקציב זה לא מספיק עבור התשתית המשותפת. הרעיון של התשתית: מהנדסים את העכברים במקום אחד, ואז מעבירים אותם לאוניברסיטאות השונות.

תכנית הננו

בתכנית זו יש צורך בשדרוג וחדוש של כל התשתיות הקיימות וקניית מכשור מסוגים שונים. איש קשר בתכנית: פרופ' אוריאל לוי, הפקולטה למתמטיקה ולמדעי הטבע, האוניברסיטה העברית.

אינפורמציה קוואנטית

אמור לצאת קול קורא לתכנית (מרכז פרופ' אורי סיוון ומוגש לתל"ם בימים אלה).

חלק מהמכשור בתשתית זו דומה למכשור שצריך בתכנית הננו.

מחשבי על

איש קשר: פרופ' יאיר וייס, הפקולטה למתמטיקה ולמדעי הטבע, האוניברסיטה העברית.

תשתיות אסטרונומיות

יש צורך בטלסקופים בעלי קוטר מראה גדול מאוד שיכולים לאסוף יותר אור ולראות אובייקטים יותר חיוורים. בעולם קיימים טלסקופים בקוטר מראה של 10 מטר ובונים כיום טלסקופ בקוטר מראה של 40 מטר. טלסקופ בסדר גודל כזה מצריך הוצאה של לפחות מיליארד דולר. לדעתו של פרופ' סרי אין צורך להקים בישראל טלסקופ בסדר גודל כזה (יקר מדי והאזור לא מתאים), אבל ישראל יכולה להשתתף בארגון עולמי של מערכות טלסקופיות. סוכנות החלל במשרד המדע הביעה בעבר נכונות לתמוך בהצטרפות לארגון עולמי מתאים.

אחת האפשרויות, הנרחבת והרצינית ביותר העונה על צורך ההסתכלות באובייקטים חיוורים, היא להצטרף ל-ESO (European Southern Observatory) - איגוד הטלסקופים האירופי. הם אלו שמובילים את בנית הטלסקופ של ה-40 מטר, ויש להם כבר ארבעה טלסקופים של 8 מטר בדרום אמריקה. כל מדינה באיחוד האירופי משלמת סכום בסדר גודל של 20 מיליון דולר בשלב ההתחלתי עבור חברות באיגוד ועוד כ-2 מיליון יורו דמי השתתפות שנתיים, על מנת לקבל את הזכות להגיש הצעה לזמן תצפית. הגשת ההצעה אינה מבטיחה שאכן אותה מדינה תקבל זמן תצפית, זה מתבצע על בסיס תחרותי. הצטרפות לאיגוד פותרת את הצורך בטלסקופים גדולים.

אפשרות זוהי יותר, היא להסתכל על חתיכות גדולות יותר מהשמיים ולא דווקא על אובייקט חיוור, כלומר, גישה של **אסטרונומיה של דברים התלויים בזמן** (Time domain astronomy). בגישה זו מסתכלים על שטח גדול יותר של השמיים על מנת למצוא דברים שלא ראו אותם קודם. לישראל אין טלסקופ כזה, ולדעתנו של פרופ' סרי, אין צורך לבנות אותו בארץ.

ארגונים אליהם ניתן להצטרף:

LSST (Large Synoptic Survey Telescope) - פרויקט גדול שמוביל את התחום.

LCOGT (Las Cumbres Observatory) - יש לנו איזשהו חלק בהשתתפות (באוניברסיטת תל אביב) ואולי כדאי למסד את זה בצורה רחבה יותר.

אנשי קשר: ד"ר אסף חורש, פרופ' צבי פירן.

11.4 נספח ד- קול קורא

נוסח הקול קורא המוצג להלן לא קיבל עד שליחת דו"ח זה אישור לפרסומו ממשד המדע והטכנולוגיה ולכן לא יצא לפועל.

הועדה הלאומית לתשתיות מחקר של המולמו"פ במשרד המדע והטכנולוגיה עורכת סקר לבדיקת צרכים עתידיים בהקמת תשתיות לאומיות למחקר, פיתוח וניסויים.

במסגרת בדיקה זו הוועדה פונה לחוקרים מהאקדמיה, ממכוני המחקר ומבתי החולים ואנשי מו"פ מהתעשייה להגיש בקשות לגבי תחומים אותם ניתן לקדם באמצעות הקמת תשתיות מחקר, פיתוח וניסויים בישראל.

התחומים הנסקרים במסגרת זו הם: מדעי הטבע והסביבה, הנדסה, רפואה, חקלאות, מדעי החברה, מדעי הרוח, סייבר וחלל ובתתי התחומים הנגזרים מהם.

התשתיות הלאומיות למחקר, פיתוח וניסויים עתידות לשרת את כל המשתמשים העוסקים במו"פ אזרחי. ההצעות שיוגשו יהיו בסיס להכנת מפת דרכים לתשתיות מחקר ופיתוח שתוגש לממשלת ישראל במטרה להוביל להקצאת כספים להקמת תשתיות אלה.

מוסד שמואל נאמן מבצע עבור משרד המדע והטכנולוגיה עבודה זו.

הנחיות להגשת הצעות: עד 2 עמודים שיכללו את תיאור התשתית שיש צורך בהקמתה, רקע לבקשה, שלבים ליישום, הערכה כללית של לוחות זמנים ועלויות.

מועד אחרון להגשת הצעות מיום פרסום קול קורא זה ועד ליום _____.

ההצעות ישלחו למייל: vered@sni.technion.ac.il

לשאלות וברורים ניתן לפנות לורד 077-8871809.

מדע וטכנולוגיה



מוסד שמואל נאמן
למחקר מדיניות לאומית

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