

דו"ח הוועדה המייעצת לות"ת בנושא תשתיות מחקר מרכזיות לאקדמיה

מפת הדרכים 2016

מסמך שהוגש לות"ת באפריל 2016

דו"ח זה מסכם את תוצאות דיוני הוועדה המייעצת ותתי-הוועדה שמונו על ידה, במהלך השנתיים האחרונות. בדו"ח הראשון שלנו, הגדרנו את מהותה של תשתית מרכזית, ובחרנו ברשימה של תשתיות לקידום בתחומים שונים. מפת דרכים זו קבלה את אישור ות"ת, ובמרוצת המחצית הראשונה של 2014 הופקה כחוברת והופצה באקדמיה. מקצת הפרויקטים עברו לשלב יישום, אך מרביתם נשארו בגדר תכנית בשלב זה. התכניות שיושמו הן כדלקמן:

- **השתתפות ישראל בפרוקט האירופי ESSurvey.** הוקמה וועדה מדעית והפרויקט הורץ לתרופה ראשונה של שנתיים. לאחרונה הוחלט על המשך התמיכה בו.
- **הקמת יחידה להנגשת מחשוב בענן (CSU).** היחידה הוקמה במחב"א לפני כשנתיים ותמומן עד סיום שנה"ל הנוכחית.
- **מרכז לעכברים מהונדסים גנטית.** הנושא הועלה בתל"ם ומונתה וועדה מקצועית בראשות פרופ' צ'חנובר, אשר הגישה לאחרונה את הדו"ח שלה. ההצעה לפעולה היא הקמה לאלתר של המעבדה לייצור עכברים מהונדסים גנטית (חלק א מההצעה של 2013).

בבואנו לבנות את המהדורה השניה של מפת-דרכים, פנינו לסגני הנשיא למו"פ בבקשה לפרויקטים חדשים, והפצנו קול קורא להצעות בקרב כלל החוקרים, מתוך רצון לקבל הצעות בעלות עניין רב של חוקרים ממוסדות שונים. תהליך העבודה התמשך למעלה מהצפוי, בגלל העיכוב בחילופי יו"ר ות"ת. יחד עם זאת ניסינו לקדם את התהליך במרץ בחודשים האחרונים. אנו תקווה שהדו"ח הנוכחי יזכה להכלל בתכנית הרב-שנתית של ות"ת, והתשתיות המרכזיות תהפוכנה מחזון למציאות.

את ההצעות השונות שקבלנו חילקנו בין תתי-הוועדה השונים על פי נושאיהן. שתי תתי-וועדה חדשות התווספו בתחומים סביבה ומדעי הרוח. בשני תחומים (אנרגיה ומחשוב) לא קבלנו הצעות חדשות. בשאר התחומים נותרו על כנן תתי הוועדה הקודמים פרט לשינויים פרסונליים קטנים. בשלב שני ערכה הוועדה המייעצת דיונים בהמלצות שעלו מדיוני תתי-הוועדה וגיבשה המלצותיה למפת הדרכים.

בנוסף להמלצות על הפרויקטים במפת הדרכים ראינו לנכון להוסיף מספר המלצות אשר עלו מתוך הדיונים שלנו. אחת נוגעת לקרן למכשור מדעי מיוחד, שהיתה קיימת גם במפת הדרכים הקודמת, ולובשת עתה צורה יותר קונקרטיה. מתוך הדיונים עלה גם הצורך להכיר ולקדם היבטים שקשורים לכח אדם טכני מקצועי לטיפול בתשתיות ותמיכה בשרות ובשימוש בהן לחוקרים. ההמלצות האחרות

מתיחסות למדיניות לטווח ארוך ולמסגרות ברות-קיימא של תשתיות מרכזיות. המלצות אלה כוללות גם את קריאתנו לות"ת להקים צוות מיוחד ליישום ולפיקוח על תשתיות המחקר המרכזיות. הצוות והוועדה צריכים לבחון במשולב באופן שוטף את הביצועים של התשתיות שהוקמו ולדון בשאלות שנוגעות לבחינת והקמת תשתיות חדשות. במפת הדרכים 2016 כללנו שתי המלצות לתשתיות (במדעים פיסיקליים והנדסה) שדורשות דיונים נוספים והחלטות בשנים הקרובות.

תודתנו נתונה לכל חברי הוועדה ותתי הוועדה, ולצוות של ות"ת שטיפל בנושא, על עבודתם לקידום תשתיות המחקר המרכזיות.

דוד הורן, יו"ר הוועדה

תוכן העניינים:

תוכן

4.....	תקציר מנהלים.....	1.
7.....	פירוט הפרויקטים במפת הדרכים 2016.....	2.
7.....	מדעים פיסיקליים והנדסה.....	
13.....	מדעי החיים והרפואה:.....	
19.....	מחשוב.....	
19.....	אנרגיה.....	
22.....	מדעי סביבה.....	
23.....	מדעי החברה.....	
26.....	מדעי הרוח.....	
31.....	המלצות נוספות לפעולה.....	3.
31.....	א. הקרן לרכישת מכשור מדעי מיוחד.....	
32.....	ב. צוות ייעודי לריכוז נושא תשתיות מחקר מרכזיות:.....	
32.....	ג. פתוח בר-קיימא של תשתיות מחקר.....	
32.....	ד. תפעול תשתיות סביבתיות.....	
33.....	נספחים.....	4.
33.....	נספח א: תשתיות מרכזיות קיימות.....	
35.....	נספח ב: הרכב הוועדה ותתי הוועדה.....	

1. תקציר מנהלים

מפת הדרכים 2016 כוללת את התשתיות המפורטות דלהלן. מפת הדרכים אינה מתעדפת בין תחומי המחקר השונים אלא רק בתוך תחומי המחקר. ברשימה זו מסודרות ההצעות ע"פ סדרי העדיפות שקבעה הוועדה (הרשימה כוללת גם חלק מההצעות שאותרו בתהליך הכנת מפת הדרכים 2013).

העלות הכוללת לחמש שנים עבור כל התשתיות המפורטות במפת הדרכים 2016 מוערכת ב-\$143M. בנוסף ממליצה הוועדה על הקמת קרן למכשור מדעי מיוחד בעלות כוללת לחמש שנים של \$75M. על כן התקציב הכולל עומד על \$218M לחמש שנים.

העלות המצויינת לצד כל תשתית היא הערכה ראשונית בלבד של העלות הכוללת של התשתית וכוללת את עלויות ההקמה, תחזוקה וכ"א שוטף לחמש שנים. הערכה זו עשויה להשתנות בבדיקה מעמיקה יותר קרוב להקמה, בהתאם לשינויים טכניים, מבנה הקמה, כח אדם מקצועי תומך וכדומה.

תחום מדעים פיסיקליים והנדסה, עלות כוללת מוערכת: \$85M

- **חברות בתשתית הבינלאומית ESO - European Southern Observatory**¹, דמי חברות חד פעמיים 20M יורו (ניתנים לחלוקה על פני 5 שנים). דמי השתתפות שנתיים 2M יורו. סה"כ \$33M
- **מרכז למיקרוסקופית אלקטרונית חודרת** - מכשור עיקרי (בשני מרכזים) \$8M. מכשור עזר וכח אדם לחמש שנים בשני מרכזים \$4.4M. סה"כ \$12.4M.
- **מרכז למיקרוסקופית אלקטרונית קריאוגנית** מכשור לחקר מבנים מולקולריים ברזולוציה גבוהה. לדיון בהקמה בעוד שנה, בהתאם לטכנולוגיה שתגבש עד אז. עלות משוערת \$15M
- **מרכז לייזרים לאומי** - הקמת מרכז ארצי בנוסף למרכז המוקם כעת במכון וייצמן ובכפוף להצלחתו לדיון בעוד 2-3 שנים. עלות צפויה \$25M

תחום מדעי החיים והרפואה, עלות כוללת מוערכת: \$28 M

- **השתתפות בתשתית האירופאית Eu-Openscreen** - עד תקרה שנתית של \$50 K, עבור מימון דמי חברות, והשתתפות בועדות המלוות את התשתית. \$250 K לחמש שנים
- **השתתפות בתשתית האירופאית * Euro Bio Imaging** עד תקרה שנתית של \$50 K, עבור מימון דמי חברות, והשתתפות בועדות המלוות את התשתית, עלות מוערכת כוללת - \$250 K לחמש שנים. מומלץ

¹ הסימון * מציינ תשתיות זהות או דומות לאלה שנכללו במפת הדרכים 2013.

שמכשור להגדלת היכולת הישראלית בדימות באוניברסיטאות השונות יירכש במסגרת התחרות על תקציבי התכנית לרכישת מכשור מדעי מיוחד.

- **יחידה לייצור עכברים מהונדסים גנטית** * עלות הקמה (הערכה מעודכנת לאור דו"ח הוועדה של תל"מ שהוגש לאחרונה) השקעה \$4.4M הוצאות שנתיות \$1M סה"כ \$9.4M
- **מרכז לפנומיקה של צמחים** * עלות הקמה \$8.5 M עלות שנתית \$0.3M. סה"כ \$10M
- **מרכז לייצור דגי זברה מהונדסים גנטית** - הקמה \$3M עלות שנתית \$200K. סה"כ עלות \$4M
- **מכון אנליטי לחקר סוכרים** - הקמה 6 מליון ₪, עלות שנתית 2 מליון ₪ לשנה, סה"כ עלות כ- \$4 M (16 מלש"ח)

תחום מחשוב: אין המלצות חדשות

תחום אנרגיה, עלות כוללת מוערכת \$ 8 M:

- **מרכז דלקים אלטרנטיביים מבוססי פחמן מימני** * הקמה \$4M. תחזוקה לשנה \$0.2M. סה"כ \$5M
- **מרכז לקרינה סולארית** * ציוד \$2.3M תחזוקה \$100K לשנה. סה"כ \$2.8M

תחום סביבה, עלות כוללת מוערכת \$ 9 M:

- **מצפה יבשתי** - עלות הקמה \$5.2M. אחזקה שנתית \$700K. סה"כ \$8.7M

תחום מדעי החברה, עלות כוללת מוערכת - \$ 4M:

- **הנגשת נתוני למ"ס סודיים (חדרי למ"ס)** * ציוד \$1M. כח אדם \$200K שנתי. סה"כ \$2M.
- **מאגרי נתונים במדעי החברה** * עלות שנתית \$0.4M. עלות כוללת לחמש שנים \$2M.

תחום מדעי הרוח, עלות כוללת מוערכת - \$9 M:

- **מרכז למדעי הרוח הדיגיטליים (כולל מאגר מרכזי של עבודות מחקר במדעי הרוח)** עלות שנתית \$5.5M ש"ח סה"כ 27.5M ש"ח
- **קורפוס עברי לאומי הקמה \$1M, עלות שנתית 1M ₪, סה"כ \$2.2M**

במקביל להמלצות על הקמת או שותפות בתשתיות אלה ממליצה הועדה על מספר מהלכים נוספים אשר יאפשרו להמשיך ולפתח את תשתיות המחקר המרכזיות ואת המחקר בארץ:

- א. **הקמת קרן לרכישת מכשור מדעי מיוחד.** הכוונה לפריטי ציוד בעלות גבוהה של 1-2 מליון דולר לפריט, עבור ציוד שישביח את הפעילות המחקרית בתחום, אך אינו עונה על הדרישות של תשתית לאומית. הבקשות תוגשנה על ידי האוניברסיטאות. הניהול יעשה על ידי ות"ת והקרן הלאומית למדע בתקצוב של \$10M לשנה. תנאי המימון יתבססו על השתתפות המוסד ב- 25% מעלות הציוד, והתחייבות לתשתית בנייה וכח אדם. קריטריון חשוב לאישור בקשה הוא שכל מכשיר יאפשר עליית מדרגה של התחום אליו הוא מיועד (השלמת חוסרים או ציוד חדש) בפרספקטיבה לאומית. אם תתברר כהצלחה, מומלץ להעלות את תקציב הקרן עד לגובה של-\$ 20 M לשנה. **עלות כללית לחמש שנים \$ 75M.** ראה פירוט בעמ' 31.
- ב. הקמת יחידה חדשה במסגרת ות"ת שתהיה אחראית לתכנון, יישום ופיקוח על תשתיות מחקר מרכזיות. אותה יחידה תעמוד גם בקשר עם גופים ממשלתיים אחרים בנושאי תשתיות בינלאומיות ולאומיות שעיקרן הוא מחקר מדעי. רשימה של תשתיות מסוג זה נכללת בנספח א'.
- ג. קיום דיון מעמיק והחלטה על תכנון בר-קיימא לתשתיות מחקר, מעבר למסגרת תמיכה של חמש שנים.
- ד. בחינת סוגית תפעול תשתיות מחקר סביבתיות קיימות ומתוכננות בכלל, ותשתיות מחקר ימיות בפרט. כיום לא ניתן לממש שימוש בימי ספינה או בציוד ימי כבד ממענקי מחקר רגילים.

מדעים פיסיקליים והנדסה

חברות בתשתית הבינלאומית ESO - European Southern Observatory

תיאור מדעי: ESO הוא הארגון האסטרונומי הבינלאומי הגדול ביותר באירופה. הוא מפעיל את הטלסקופים המתקדמים ביותר המוצבים על כדור הארץ (בתחומים האופטי, אינפרא-אדום, ורדיו). נכון לעכשיו, זהו המצפה הפורה ביותר מבחינה מדעית. העניין המדעי ב"שמיים הדרומיים" (כלומר חלק השמיים הנצפה מחצי הכדור הדרומי) הוא רב יותר מהצפוניים (בשמיים הדרומיים נמצאים, לדוגמה, מרכז הגלקסיה וה"עננים המגלניים"), ולכן הוחלט להקים את המצפה בצ'ילה, בחצי הכדור הדרומי.. ESO חונך בימים אלה את ALMA, טלסקופ רדיו ענק, וכן יוצא לדרך כעת פרויקט עצום- ממדים, הנקרא E-ELT: European Extremely Large Telescope, אשר נמצא על מפת הדרכים של ESFRI.

חברות ישראל ב-ESO תאפשר לאסטרונומים ישראלים להגיש בקשות לזמני תצפית. החוקרים הישראלים מקבלים כיום זמן תצפית דרך הערוץ המוגבל לחוקרים ממדינות שאינן חברות, או דרך הצטרפות כשותפים זוטרים בקבוצות מחקר אותן מובילים חוקרים ממדינות חברות. חברות תאפשר לחוקרים ישראלים להוביל מחקרים. תחום האסטרופיזיקה הינו אחד מ"ספנות הדגל" של המדע הישראלי, והחוקרים הישראלים בתחום נמצאים בשורה הראשונה העולמית. ללא הצטרפות ל-ESO, יש חשש שהחוקרים הישראלים ישארו מאחור בעשור הבא, כאשר ההתרחשויות המדעיות החשובות תתמקדנה בתצפיות שיערכו ב-ALMA וב-E-ELT.

אופי החברות: החברות ב-ESO היא על בסיס מדיני, והיא מאפשרת לכל החוקרים במוסדות של מדינות חברות להתחרות על זמן תצפית, וכן לתעשיות במדינות אלה להשתתף במכרזים רלוונטיים בבניית ותחזוקת התשתיות. מכיוון שבקשות זמן תצפית ע"י חוקרים ממדינות חברות נשפוטות ומדורגות על פי איכותן המדעית, איכותו הגבוהה של המדע הישראלי בתחומים אלו צפויה להניב לחוקרי ישראל נתח גדול יחסית של זמן שימוש בטלסקופים.

רמה אקדמית: כבר כיום נהנית האסטרופיזיקה הישראלית מיוקרה עולמית רבה מאוד: מספר הציטוטים לחוקר ישראלי הוא גבוה ביותר, 6 חוקרים זכו במענק היוקרתי ERC של האיחוד האירופי, ודוקטורנטים ישראלים זוכים במלגות פוסט-דוקטורט יוקרתיות ביותר בארה"ב. לעומת זאת, ישראל היא המדינה המערבית היחידה שאין לה גישה מובטחת לטלסקופים המודרניים והגדולים. ההשלכה על בריחת מוחות היא ברורה. קהילת החוקרים הרלבנטית כוללת, במעגל הראשון, כ-15 אסטרונומים, ובמעגל השני את שאר קהילת האסטרופיזיקאים: כ-35 חברי סגל נוספים, כ-30 פוסט דוקטורנטים, וכ-70 סטודנטים לתארים מתקדמים באוניברסיטאות ומכללות שונות בישראל.

חברות ב-ESO תאפשר לחוקרים ישראלים בתחום להישאר בארץ, וכן לחוקרים בין-לאומיים מעולים לשקול שהות בארץ. אין ספק שהיכולת של ישראלים לשתף פעולה עם מדענים אירופאים מובילים (וגם להתחרות בהם) תשתפר. **השפעות רחב:** החברות תאפשר לחברות תעשייה בישראל להשתתף במכרזים מטעם ESO. E-ELT הוא פרויקט מסדר גודל של מיליארד יורו, שייבנה במשך כעשור, ויספק פרויקטים לתעשיות בתחומים שונים כגון: אופטו-

אלקטרוניקה מתקדמת, ציפוי מראות, תוכנה, אלקטרוניקה, בניה בחומרים מורכבים, תשתיות בנייה ועוד. כמו כן תחזוקת הטלסקופים הקיימים ב ESO, וכן בניית מכשירים חדשים שיוצבו עליהם, פותחות באופן שוטף מכרזים רבים נוספים. מעבר לכך, אסטרונומיה היא המדע הבסיסי הנגיש ביותר לקהל הרחב. קידומה יאפשר לקרב את לב הנוער למחקר מדעי, ולכן גם התועלת החברתית והחינוכית מרובה. עלות מוערכת: 20 מיליון יורו דמי הצטרפות חד פעמיים ; 2 מיליון יורו תשלום שנתי.

מרכז למיקרוסקופית אלקטרונית חודרת בכושר הפרדה אטומי - Atomic-Resolution Transmission Electron Microscopy (TEM)

Background: High-performance electron microscopy may be used to provide detailed information on the atomic structure, the elemental composition, the energy landscape and the local electronic states of atoms. While spherical and chromatic aberrations limit the resolution of conventional electron microscopes, the successful implementation of aberration correctors during the last two decades has brought a revolution in the capabilities of resolving and imaging at the atomic level. Today's instruments have reached high resolution, due to new hardware components that were developed for decades, and finally became operable through modern ultra-stable electronics and computer control. It is now possible to carry out imaging of non-periodic atomic structures, such as surfaces, interfaces, and defects. Advanced electron microscopy also allows the performance of in-situ experiments in liquid environment, different temperatures, and under electric and magnetic biasing. The new instruments allow both high-resolution imaging and high-resolution spectroscopy, providing a multitude of characterization tools within one instrument.

Scientific scope and impact: Atomic resolution TEM and scanning TEM (STEM) open new horizons in fundamental research in the fields of solid-state physics, chemistry, materials science, and nanotechnology, where the structure and properties of complex materials and hetero-interfaces may be characterized in detail, along with non-periodic structures, imperfections, and nanoparticles. Advanced microscopy enables 3D chemical mapping and tomography for 3D reconstruction of nano-structures and interfaces. In addition, the techniques provide detailed characterization of functional nano-structures of different composition, shape and functionality, such as catalytic nanoparticles, photoactive semiconducting structures, ferroelectric and magnetic nanoparticles.

The scientific community in Israel is aware of the advancement made in the field and the expected benefits from upgrading the current abilities of electron microscopy. Based on the broad usage of the existing facilities, and the potential benefits for the relevant community, it is expected that the availability of cutting-edge microscopy will serve many research groups from universities, research institutes, and industry. The foundations for the highly

professional and experienced operation by well-trained personal in Israel are excellent, since existing microscopy facilities have experienced and knowledgeable staff scientists in the field.

Current situation: A single-monochromated, image-corrected FEI Titan TEM of the first generation is operating at the Technion since 2005, as part of the Technion Russell Berrie Nanotechnology Institute (RBNI).

While the new hardware of the third generation microscopes for quantitative analytical microscopy is now becoming the standard worldwide, they are not yet available in Israel. Thus, scientists and students from various universities and research institutes in Israel rely on European and American facilities for aberration corrected microscopy.

The suggested infrastructure: Given the needs of the Israeli scientific community, there is need for two atomic-resolution microscopes (ARMs). Those could be placed in one central facility or in two laboratories that are expected to collaborate closely. In either case the facility or facilities will offer measurement and analysis services for academia and industry. Qualified users, including graduate students, will be trained to operate the equipment and analyze the data. The centers will maintain technical support for maintenance and operation, and carry out method development, training, and data analysis. While all electron microscopy data require careful analysis, interpretation of atomic resolution information is probably the most demanding, requiring modeling, taking into account not only the specimen, but also all the parameters of the microscope. Failing to do that properly leads to erroneous data interpretation. Thus the facility should also have the physical and computational expertise to assure full and correct interpretation of the data collected by the sophisticated equipment.

Each atomic-resolution microscope (ARM) facility requires dedicated personnel: a Ph.D. level technical manger and operator, a high-level microscopy technician, and, most important, an academic supervisor, namely a faculty member who has high-level expertise in ARM.

Estimated budget for one facility with one instrument:

Instrument (incl. 5 yr warranty/service)	4.0M\$	
Lab	0.7M\$	
2x5-year salaries	1.5M\$	
Total for one facility (incl. unexpected expenses)	6.2M\$	

Total costs for two facilities \$12.4M for 5 years.

מרכז למיקרוסקופית אלקטרוניים קריאוגנית: קריו-מיקרוסקופיה למולקולות ביולוגיות גדולות

רקע: המדע העוסק בפינוח מבנים של חלבונים ומקרומוולקולות ביולוגיות גדולות אחרות התקדם בצעדי ענק בעשורים האחרונים תודות לפיתוח שיטות חדישות לגיבוש מולקולות אלו, והקמה ושכלול מתמידים של מיכשור ושיטות קריסטלוגרפיות מבוססי-סינכרוטרון. קושי מרכזי בשיטות אלו הוא גיבושן של המולקולות לגבישים מושלמים דיים, ובגדלים מספיקים דיים, לשימוש בשיטות קריסטלוגרפיות. פותחו מקורות קרינת-X עם גודל קרן תת-מיקרוני, אמצעים רובוטיים משוכללים, ותוכנות מתקדמות לפינוח מבנים, המאפשרים סריקה יעילה ומהירה של מספר רב של גבישים בזמן קצר יחסית למציאת אותם גבישים מושלמים מועטים מהם ניתן לקבל את המבנה בכושר הפרדה גבוה. שיטות קרינת-X אלו מאפשרות היום מדידות מבנה בכושר הפרדה שמתחת ל-1 Å מגבישים בגודל מיקרוני ואף פחות.

לפני כשנתיים חברו יחד מספר התפתחויות טכנולוגיות וחישוביות כדי לקדם שיטה חדשה-ישנה לקביעת מבנה של מולקולות ביולוגיות גדולות: מיקרוסקופיה אלקטרונית קריאוגנית חודרת. התפתחויות אלו כוללות פיתוח מתקדם של המיקרוסקופים עצמם (תיקוני אברציה, מתח גבוה וכו'), אוטומציה של המדידות, גלאי אלקטרוניים מסוג חדש ומהפכני, ושיטות מחשב חדשות של מיצוע רב-היטלים ממולקולה בודדת. שיטות אלו מאפשרות היום לקבל מבנה חלבון בכושר הפרדה של כ-2-3 Å ממולקולות בודדות, ללא צורך בגיבוש, אם כי רק עבור מולקולות גדולות, ממספר מאות קילו-דלטונים ומעלה. השימוש בשיטות אלו התפתח ומתפתח בצורה מטאורית בעולם ובמידת מה גם בישראל. מספר חוקרים ישראלים, כולל פרופ' עדה יונת, כבר ביצעו עבודות בשיטה זו במיקרוסקופים בחו"ל. חשוב לציין כי שיטות אלו משלימות, אך לא מייצרות, קריסטלוגרפיה "מסורתית" של חלבונים בשיטות של קרינת-X לאור חשיבות הנושא והתפתחותו המטאורית בשנים הקרובות. תיבחן הקמתו של מרכז ישראלי למיקרוסקופיה אלקטרונית קריאוגנית למקרומוולקולות.

תיאור מדעי של התשתית-

המרכז יכלול מיקרוסקופ אלקטרוני קריאוגני, בעל אוטומציה מלאה (תכונה חשובה ביותר בגלל מספר ההיטלים הרב הנמדד על מולקולה) כדוגמת Titan Krios. לצרכי הכנת דגמים אפיון ראשוני ומחקרי הכנה צריך המרכז לכלול גם קריו-אלקטרוני-מיקרוסקופ מתקדם אך קונבנציונלי. המרכז צריך להיות מצויד לפחות ע"י איש סגל בכיר בעל התמחות במיקרוסקופיה אלקטרונית, וטכנאים לטיפול ואחזקת המיקרוסקופים. בגלל השימוש האינטנסיבי במחשוב לניתוח ומיצוע תמונות יש צורך גם באיש תכנה בעל התמחות בניתוח תמונות.

משתמשים צפויים: בישראל קיימות עשרות קבוצות מחקר (באוניברסיטאות ובמכוני מחקר) המתמקדות בחקר מבנים של מולקולות גדולות וביו-מולקולות בשיטות של קריסטלוגרפיה בקרינת-X. אנו מעריכים כי לפחות מחצית מקבוצות אלו, כ-20 במספר, תעשנה שימוש אינטנסיבי במרכז כזה למיקרוסקופיה קריאוגנית. סביר להניח כי חלק ניכר מן הקבוצות האחרות יעשו גם הן שימוש במרכז כזה מדי פעם.

עלות מוערכת:

העלות הכוללת לרכישת הציוד עומדת על כ-15M\$. חשוב לציין כי לאור ההתפתחות המהירה בשטח הערכת העלויות הנ"ל משוערת בלבד. יש להניח כי עם הגידול בשימוש במיקרוסקופים אלו ירד גם

מחירים. מאידך, ככל שיגבר השימוש במכשירים אלו בארץ יתכן שיהיה צורך להוסיף למרכז מיקרוסקופ קריוגני נוסף.

מרכז לייזרים לאומי: מרכז ללייזרים רבי עוצמה ומקורות אור חדשניים

רקע:

בשנים האחרונות חלה פריצת דרך של ממש בתחום הלייזרים האולטרה-מהירים רבי עצמה, בהבנת האינטראקציה שלהם עם חומר ובמיוחד בפתוח טכניקות של האצת חלקיקים באמצעות לייזרים. התחום הזה משלב בין תחומי פיסיקת הלייזרים, פיסיקת הפלזמה ופיסיקה של מאיצים וצפוי להשפיע רבות על שטחים נוספים, במיוחד בתחום מקורות קרינת X, פענוח מבנים דרך קריסטלוגרפיה ויישומים רפואיים וביוולוגיים אחרים. אחת המטרות היא להגיע באמצעות מערכות קטנות וזולות יחסית ליכולות מחקר שקיימות היום רק במרכזים גדולים דוגמת LCLS שב-SLAC או ה-XFEL המתוכנן ב-DESY.

בארץ התפתחה בשנים האחרונות פעילות מחקרית אינטנסיבית באינטראקציה של אור וחומר בתחום האטו-שניות, שמצריך לייזרים בעצמות של 0.1-5 TW, ששה מדענים צעירים נקלטו באוניברסיטאות השונות. עבורם הוקמו מעבדות בעלות של כ-1-2 מיליון דולר כל אחת. כמו כן יש כמה חוקרים ותיקים יותר בתחום פיסיקת הפלסמה ופיסיקה של האצת אלקטרונים. התפתחות משמעותית בשנה האחרונה היא הצטרפותו של מדען מוביל בשטח האצה בלייזר למכון ויצמן. ובנייה של מעבדה במכון ויצמן סביב לייזר של 200 TW (כלומר יותר מסדר גודל מעבר למה שקיים עד כה) ובעלות של כ-6M\$.

כאמור, העניין בהאצה בעזרת לייזרים התגבר בעקבות ההתפתחויות המרשימות בתחומים של מאיצי חלקיקים ומקורות קרינה קוהרנטית בתחום האינפרה-אדום ועד קרני רנטגן המבוססים על אלקטרונים מואצים, כגון לייזרים אלקטרוניים חופשיים (FEL). התפתחויות אלו יצרו מהפכה של ממש בתחום הקריסטלוגרפיה. הפיתוח של לייזרים אולטרה-מהירים בעוצמה גבוהה מאפשר כיום האצת אלקטרונים (והדרונים) לאנרגיות שעד כה הושגו רק במתקנים גדולים. מאיצי לייזר של חלקיקים לא רק שהם מספקים פולסים אולטרה-מהירים של חלקיקים שהם סינכרוניים עם פעימות לייזר שיצרו אותם, אלא שחלקיקים אלו יכולים לשמש כמקור ליצירת קרינה קוהרנטית בתחומים חשובים אחרים. למרות שמדובר במערכות יקרות למדי, עדיין עלותן היא בסדרי גודל נמוכה מזו של מתקני המאיצים הגדולים (למשל זה ב-SLAC) שהחלו את המהפכה הזו.

רציונל:

פתוח מחקר בהאצת לייזרים, ביצירת מקורות קרינה חדשים (בתחום קרני הרנטגן) ובשימוש במקורות כאלה הוא תחום מאוד פעיל בעולם עם סיכויים להשפיע על שטחי מחקר נוספים. הוא מחייב הוצאה בסדר גודל שמעבר ליכולותיהם של מוסדות בודדים אבל עדיין כזה שניתן להיעשות בעלות סבירה במעבדה לאומית מרכזית אחת המשרתת מספר משתמשים. זהו כיוון טבעי להתפתחותן של מעבדות האטו-שניות, שכאמור הוקמו בשנים האחרונות ברוב האוניברסיטאות בהשקעה כוללת של כ-10M\$. חלק מקבוצות אלה מרחיב את פעילותו לכיוונים אלו כבר כיום ע"י שתופי פעולה בחו"ל. עד היום לא הייתה בארץ המומחיות הדרושה לבצע את קפיצת המדרגה הדרושה להיכנס לתחום חשוב זה, אך המצב הזה עומד לפני שינוי. אמנם כיום מספר המשתמשים הפוטנציאליים הוא קטן (בין חמש לעשר קבוצות) אך יש לצפות שלא מעטים מהסטודנטים המתמחים כיום במעבדות האטו-שניות יתכוונו בעתיד לתחום זה המתפתח במהירות בעולם. יש לציין שבעולם מוקמות היום מעבדות מרכזיות למחקר בלייזרים חזקים

עוד יותר – למשל מרכז ELI המוקם כיום באירופה כשהוא מבוזר בין צ'כיה, הונגריה ורומניה. רבים סבורים שהיכולת לבצע מחקרים משמעותיים במרכזים כאלה חייבת להיות מבוססת על ידע וניסיון שיירכש במעבדות מקומיות. המרכז המוצע יאפשר את ביסוסם של החוקרים בארץ בתחום והכשרה של דור צעיר.

תיאור התשתית הרצויה

כאמור מחקר מתקדם בתחום מחייב מערכת לייזר מתקדמת שעלותה ועלות החזקתה גבוהים, וסביבת ניסוי מבוקרת (כולל מיגונים המתאימים לעבודה באנרגיות גבוהות). אנו ממליצים להקים מעבדה מרכזית למחקר בלייזרים רבי עוצמה ובמקורות קרינה חדשים בתחום ה-X (המעבדה המוקמת כיום במכון וייצמן אכן תכיל יכולות כאלה, אך בגלל המקום המוגבל לא תוכל לשרת בצורה משמעותית קבוצות נוספות). לאור ההתפתחויות בתחום בארץ ובעולם והזמן שכרוך בהקמת מעבדה כזו, אנו צופים שמעבדה כזו תהיה מבוססת על מערכת לייזר בעוצמה של כ-PW 1, כלומר שלב נוסף מעל המערכת שמוקמת כיום. על המערכת להיות ממוקמת במתקן מרכזי שיאפשר שליחת הקרן למעבדות היקפיות שתועמדה לרשות המשתמשים. מעבדות היקפיות אלו ישמשו בחלקן למחקרים ישירים באמצעות קרן הלייזר, ובחלקן תשמש קרן הלייזר ליצירת מקורות משניים – של אלקטרונים מואצים, קרני X ויונים, שגם הם יעמדו לשימוש קהילת החוקרים. מרכז כזה עשוי להזדקק לשטח בנוי של כ- 1500-2000 מ"ר שכאמור צריך להיות מותאם לדרישות המיוחדות של המרכז. הלייזר המרכזי יתופעל ע"י סגל קבוע של כחמשה אנשים טכניים וינוהל ע"י מדען שימש ראש המרכז. המרכז יהיה בנוי סביב מספר קבוצות מחקר שיעשו שימוש קבוע במתקניו, וקבוצות מזדמנות שיהיו מעוניינות בשטח ניסויים זמני, ובכלל זה משתמשים שיהיו מעוניינים במקורות המשניים.

אופן הקמה והערכת עלויות

אנו מעריכים את עלות הלייזר המרכזי והציוד המידי שמסביבו בכ- 20 מליון \$. תחזוקה של מערכת כזו עשויה להגיע לכ- 1 מליון \$ בשנה. עלויות אלו לא כוללת את המבנה הנדרש ועלויות כוח אדם. אנו ממליצים להכין תכנית מפורטת בעוד כשנתיים, לאור הניסיון שיצטבר בינתיים במעבדה המוקמת עתה במכון וייצמן ובמעבדות נוספות הפועלות בשטחים אלו.

השתתפות בתשתית האירופאית Eu-Openscreen

The aim of EU-OPENSREEN is the development of novel small chemical compounds ("probes") which elicit specific biological responses on organisms, cells or cellular components. Such compounds are used eg. as drugs or antibiotics on humans or as plant protective agents, but could also be used as research 'tools' to interrogate molecular mechanisms of physiological and pathological processes. These bioactive compounds are identified by screening large collections of >100,000 molecules in a highly automated process using large scale high-throughput screening platforms. The majority of scientists in Europe, however, do not have access to such technology platforms and compound collections. As a large-scale RI with an 'open' pre-competitive character, EU-OPENSREEN is ideally suited to cost-effectively overcome this limitation, by involving (and providing access to) Europe's leading screening platforms and chemistry groups, constructing a jointly used compound collection and operating an open-access database accessible on a global basis. In Israel there has not been a comprehensive infrastructure initiative for chemical probe discovery.

The research sectors benefiting are primarily biologists intending to discover small organic compounds and chemists wishing to expose their synthetic compounds to new targets. This can be academic or industrial (discovery level biotechs). Defense industry may be interested as well, in a limited format. In addition to the academic stakeholders which provide the physical screening infrastructure at the Partner Sites, the other key stakeholder group are industrial companies (large, medium and small) on the Pharmaceutical, AgriScience and Biotechnology sectors. The ambition of EU-OPENSREEN is not to be a "Service Provider" to industry by rather a "Scientific Partner" which can meet the needs of small and large commercial stakeholders across a wide range of scientific disciplines and within a flexible partnership model. The starting point will be an 'Industrial Associate' status for SMEs, biotechnology and pharmaceutical companies.

We propose to establish an annual budget of up to 50K\$ to sustain the membership fee and the necessary expenditure for maintaining a secretariat which will coordinate the ties with the OPENSREEN ESFRI project. The same secretariat will disseminate the information among the Israeli user groups, encourage collaborative efforts among them, and coordinate individual or joint proposals for major equipment submitted to the Special Equipment Fund.

Euro Bio Imaging התשתיות בתשתית האירופאית

Euro-BioImaging is a large-scale pan-European research infrastructure project on the ESFRI 2016 roadmap. Euro-BioImaging is now in the interim phase, with representatives of 14 countries and EMBL as international organisation working together towards the implementation of the infrastructure and governing Euro-BioImaging development through Euro-BioImaging Interim Board. The infrastructure is supported by the national imaging communities of 25 European countries and by the official Euro-BioImaging Industry Board. Euro-BioImaging will provide open user access to a complete range of state-of-the-art imaging technologies in biological, molecular and medical imaging for life scientists in Europe. Euro-BioImaging will offer image data support and training for infrastructure users and providers and continuously evaluate and include new imaging technologies to ensure cutting-edge services in a sustainable manner. Through Euro-BioImaging, investment in imaging infrastructure will be used in the most cost-effective and efficient way by applying the highest quality standards in management, open user access and service of imaging facilities.

The Israeli needs for advanced biomedical imaging was recently studied by a steering committee of MOST. Its main conclusions are that

- Advanced biomedical imaging technologies are developed and practiced in multiple research laboratories in Israeli universities, hospitals and research institutes; yet this knowhow is not accessible to the broad research community.
- Certain key advanced biomedical imaging technologies are not available to researchers in the Israeli academic system, including specific cutting-edge advanced whole-body imaging technologies such as preclinical PET and combined PET-MRI, magnetic particle imaging, photoacoustic imaging, spinning disk intravital imaging, and the development and production of imaging reagents for both microscopy and whole-body imaging.

Israel joined the Euro-BioImaging preparatory phase. We propose to establish an annual budget of up to 50K\$ to sustain the membership fee and the necessary expenditure for maintaining a secretariat which will coordinate the ties with the Euro-BioImaging ESFRI project. The same secretariat will disseminate the information among the Israeli user groups, encourage collaborative efforts among them, and coordinate individual or joint proposals for major equipment submitted to the Special Equipment Fund.

יחידה לייצור עכברים מהונדסים גנטית

א. ההצעה ממפת הדרכים 2013

תיאור תמציתי של ההצעה: התשתית מורכבת משלוש יחידות:
א. מעבדה לייצור עכברים מהונדסים גנטית בעלת יכולת הקפאה והפשרה של זנים, מכשור מודרני למניפולציה גנטית ולדימות, ומרחב לאכסון זנים חדשים.
ב. בית חיות סגור שיספק רקמות למחקרים גנומיים וינפק עכברים על פי הזמנה.
ג. קליניקה לעכברים שתאפשר עריכת ניסויים תוך שימוש במכשור דימות מתקדם, יאוכלס במכשור מגוון ויעסיק מומחים לאבחון פיזיולוגי, פתולוגי מטבולי, ופתוגני של החיות.

רצינו לתועלות התשתית: קיימות מאות מעבדות מחקר במוסדות האקדמיים בישראל שמעונינות בשמוש בעכברים מהונדסים גנטית. לעתים ההוצאה הכרוכה בדבר היא מעל ליכולותיהן ועל כן הן פונות לערוצי מחקר פחות מתקדמים או נסמכות על שיתופי פעולה עם חוקרים בחו"ל. בנוסף, השטח הקיים היום בבתי גדול לחיות במוסדות בארץ, נמוך בצורה משמעותית מהמקובל בעולם. הקמת התשתית תפתור את שתי הבעיות הללו ובנוסף- תעלה את המחקר הישראלי לרמה חדשה במפה העולמית. תאפשר לישראל להתמקם בין הארצות המובילות בעולם, להתחרות כראוי על תקציבי מחקר חיצוניים ולקדם פריצות דרך במחקרים ביו-רפואיים. כמו כן הקמת תשתית זאת תאפשר להתחבר למספר תשתיות דומות באירופה כדי להרחיב ולהעמיק את היכולת הטמונה בשיתופי פעולה. כמו כן קיומה של תשתית כזו תפתח לחוקרים הישראלים הזדמנות להשתתף בפיתוח טכנולוגיות חדשות במכשור המתקדם בעידן הגנומי.

קהל היעד: 250-300 קבוצות מחקר מכל מוסדות המחקר בארץ, שעוסקות במחקר ביולוגי ובמחקר רפואי. חברות הזנק בביוטכנולוגיה וחברות תרופות.

עלות מוערכת: עלות ההקמה של שלוש היחידות מוערכת כדלהלן: א. 8 מליון דולר ב. 16 מליון דולר ג. 27 מליון דולר. ניתן להקים את היחידות בצורה מודולרית. העלויות כוללות בינוי. עלות התפעול לשלוש היחידות מוערכת בכ-5 מליון דולר לשנה.

הצעה זו הועברה על ידי ות"ת לבחינה בפורום תל"מ, המלצת הוועדה המקצועית של תל"מ² כוללת הקמת יחידה לייצור עכברים מהונדסים גנטית. היחידה תזדקק ל300 מ"ר בבית חיות קיים, ול1000 כלובים. היחידה תכלול מנהל, מטפל חיות ראשי (2 משרות) 3 לבורנטים ושני מטפלי חיות. היחידה תזדקק לציוד וחומרים. תקציב מומלץ לעשר שנים 41M ש. הצעה זו חופפת לסעיף א בהצעתנו מ-2013. הוועדה ממליצה לא לבנות בית חיות חדש (סעיף ב בהצעתנו מ-2013) ובמקומו להשתמש בבתי חיות באוניברסיטאות השונות. מאידך ממליצה הוועדה להקים יחידה לתשתית ידע שתכלול מנהל ופתולוג וטרינרי (וטכנאי). היחידה תזדקק לציוד וחומרים שוטפים. תפקידה הוא להנחיל ידע לחוקרים בישראל ולקיים קורסי קיץ לתלמידים שכוללים התנסות מעשית. תקציב מומלץ לעשר שנים 15M ש.

אנחנו ממליצים להסתמך על דו"ח וועדת צ'חנובר ולפעול ליישומו. בהתאם, המלצתנו היא להקים את היחידה לייצור עכברים מהונדסים גנטית לאלתר.

² בראשות פרופ צ'חנובר

מרכז לפנומיקה של צמחים

תיאור תמציתי של התשתית - תחנת מדידה נייחת, מבוקרת מחשב ובעלת הנעה רובוטית של צמחים הכוללת: מדידות באמצעים אופטיים של פרמטרים פיסיולוגיים (טמפרטורת עלה ב-IR, מצב המים בצמח ב-NIR, יעילות פוטוסינתטית במדידות פלורוסצנטיות), פרמטרים מורפולוגיים והתפתחותיים, מערכת ממוחשבת לאכסון מידע, עיבוד, ניתוח והדמיה של נתוני מצב הצמחים. בנוסף, מערכת ניידת לאיסוף נתונים דומים מצמחים בתנאי שדה תעבירם לתחנה הנייחת לאכסון עיבוד וניתוח. המערכת הנייחת תוקם בסמוך למבנה מבוקר ומשוכלל לגידול צמחים.

רציונל ותועלות התשתית - בעקבות התקדמות מהירה בגנומיקה של צמחים, גדל הפער בין האינפורמציה הגנטית המצטברת לגבי מיני צמחים רבים לבין הבנתנו את הפנוטיפ של הצמח, קרי, צורה, התפתחות, מטבוליזם, ומנגנוני עמידות של הצמח בתנאי עקה. לשם סגירת הפער נדרשות מערכות משוכללות למחקר הפנוטיפ של הצמח במקביל למחקר הגנומי. מערכות אלה מתוכננות לנטר פרמטרים רבים של תכונות הצמח (מכלול הפנוטיפים נקרא "פנום" Phenome) באופן אוטומטי, לא הרסני, וברזולוציה גבוהה של מרחב וזמן. מערכות כאלה הוקמו במדינות מתפתחות כתשתיות לאומיות בגלל מחירן הגבוה. הקמת תשתית כזו בישראל חיונית ביותר על מנת להישאר בחזית המחקר הגנטי-מולקולרי בצמחים ויישומו בחברות זרעים ובחברות אג-ביוטק. התשתית המוצעת תאפשר לשמור על מובילות התחום, ותתמוך במחקר של חוקרים חדשים אשר גויסו לאחרונה.

קהל היעד- בין 30 ל-40 קבוצות מחקר מכל מוסדות המחקר בארץ, מטפחים ממוסדות אקדמיים וממנהל המחקר החקלאי, מחברות זרעים וחוקרים מחברות אג-ביוטק העוסקים בפיתוחים ביוטכנולוגיים בצמחים, סה"כ מעל למאה קבוצות מחקר.

עלות מוערכת- 8.5 מיליון דולר לתשתיות (חד פעמי), ועוד כ- 0.3 מיליון דולר לשנה לכוח אדם מקצועי ייעודי לתשתית.

מרכז לייצור דגי זברה

בשני העשורים האחרונים הפך דג הזברה למודל מועדף במחקר ביולוגי ורפואי ותרם להבנת תהליכים ביולוגיים רבים מהרמה הגנטית והתאים ועד רמת האורגניזם השלם. כיום משמש כמודל למחלות הומניות, במחקר טוקסיקולוגי ולגילוי תרופות חדשות. היתרונות של מודל זה הינם העובדה כי דג הזברה הינו חולייתן ודומה מבחינה גנטית לאדם; מחיר אחזקתו זול יחסית; כל נקבה מטילה מספר גדול של ביצים; ההתפתחות העוברית מהירה, והעוברים שקופים ונגישים. תכונות אלו מאפשרות ביצוע מניפולציות גנטיות בקלות יחסית, סריקות פרמקולוגיות וגנטיות נרחבות, והדמיות ברזולוציה גבוהה בחיה השלמה עד כדי מעקב אחרי פעילות של תאי עצב בודדים.

בעידן הגנומי שבו אנו נמצאים, המלווה בשטף גילויים של גורמים גנטיים למחלות, מודל דג הזברה הופך רלוונטי אף יותר, ומספר החוקרים שמנצלים את יתרונותיו הולך וגדל בעולם כולו. המצב בארץ אינו שונה: עשרות קבוצות מחקר באוניברסיטאות, בבתי חולים ובתעשייה אשר זיהו את הפוטנציאל הגלום במודל דג הזברה החלו להשתמש בו ולקדם בכך תחומי מחקר מגוונים באמצעות שיתוף פעולה עם מעבדות דגי הזברה הייעודיות הספורות הקיימות בארץ. עוד ועוד קבוצות מחקר מעוניינות להשתמש במודל דג הזברה, אך המתקנים ואמצעי המחקר הקיימים אינם מספיקים, ומשרתים רק את אלו

המשתפים פעולה עם מעבדות דגי זברה ייעודיות. לפיכך אמצעי מחקר בדג הזברה הם צוואר הבקבוק בהתפתחות תחומי מחקר רבים.

הקמת מרכז דגי זברה לאומי למחקר ביו-רפואי יפתור את צוואר הבקבוק, יאפשר שיתוף פורה בין מומחים מתחומים שונים עם מומחים בדגי זברה, יעלה את קרנם של חוקרים ישראלים רבים כשותפי מחקר בינלאומיים, יתמוך בקליטה של חוקרים חדשים ובשיתופי פעולה עם התעשייה. על מנת לנצל באופן יעיל את יתרונות המודל, יספק המרכז:

- ייצור דגי זברה מהונדסים גנטית.
- אחזקת קווי דגים מהונדסים גנטית עבור כלל המשתמשים.
- תשתיות וידע למחקר בדגי זברה.
- יבוא של קווי דגים מהונדסים גנטית מחו"ל.
- עזרה לקבוצות מחקר והדרכת סטודנטים לצורך השגת תוצאות ראשוניות שיאפשרו גיוס מענקי מחקר.
- שירותים לתעשייה, כגון סריקות פרמקולוגיות נרחבות.
- ארגון של רשת חוקרים בעלי עניין משותף, ארגון כנסים וימי עיון.

המרכז ינוהל ע"י מומחה בתחום. בראש המרכז יעמוד מנהל מדעי אשר יחד עם ועדה מדעית מלווה ייעץ ויפקח על פעילות המנהל והעובדים. המחקר ואחזקת הדגים יתבצעו על פי אמות מידה אירופאיות.

עלויות מוערכות (לא כולל מבנה): עלויות הקמה - כ-3 מיליון דולר; עלויות שוטפות: אחזקה ומשכורות כ-200 אלף דולר לשנה. סה"כ ל-5 שנים: כ-4 מיליון דולר.

מכון לאנליזה של סוכרים

רקע: עידן הפוסט-גנום סיפק תובנות משמעותיות לתוך מורכבות אורגניזמים, אך עם זאת, הדגיש את מוגבלות מכלול הגנום והחלבונים בהגדרת הבדלים מהותיים בין אורגניזמים, והוביל להבנה כי יתכן שמודיפיקציות לאחר תרגום, ובייחוד באמצעות סוכרים (גליקוזילציה), יכולות להסביר פער זה. הסוכרים מהווים את הקבוצה הגדולה ביותר של אבני הבניין של תאים, לצד חומצות גרעין, חומצות אמינו ושומנים. למעשה, כל התאי החיים מכוסים בשכבה עבה של שרשראות סוכריות, (glycans) שלעיתים מצומדות לחלבונים או שומנים. שרשרות סוכריות אלו מאוד מגוונות ובעלות תפקידים מרכזיים בזהות תאית, בתקשורת בין-תאית, בהכרה חיסונית ובאיתות כמו גם בחילוף חומרים ובפוטוסינתזה.

glycosciences, המחקר של glycans והשלכותיהם, הוא שדה מחקר רב-תחומי הכולל מדעי ביו-רפואה, אנרגיה וטכנולוגיה. המגוון העצום של השרשראות הסוכריות, ומורכבות השיטות לחקר הסוכרים, מקשים על מעבדה יחידה להצטיין בתחום זה ללא מערכת תמיכה לאומית רחבה. ב-15 השנים האחרונות, הוקמו מרכזים לחקר הסוכרים בכל רחבי העולם (הוקמו מרכזים לאומיים כמעט בכל מדינה בצפון אמריקה, אירופה ואסיה). עם זאת, בישראל עדיין לא קיים מרכז לאומי כזה, למרות שקיימות מעבדות רבות ברחבי ישראל העוסקות בתחום זה, ושלחם כיום אין נגישות למשאבים מודרניים והכרחיים למחקר. נדמה כי למרות ההתקדמות הבינלאומית בתחום זה, המרכזים הלאומיים במדינות אחרות לא יכולים לתמוך בצרכים המיוחדים של הקהילה הישראלית. הצורך במרכז לאומי לעומת מוסדי נובע מהשילוב בצורך של ציוד יקר עם מדענים בעלי הכשרה ייחודית לתמיכה בתחום מסובך ומגוון זה. לפיכך, הקמת מרכז מקביל ישראלי לאומי, המותאם לקהילה שלנו, תוכל ללא ספק לשפר את יכולתם של מדענים ישראלים להצטיין בתחום זה ולשתף פעולה עם עמיתים מובילים בעולם.

תיאור התשתית: המרכז יתמקד בפיתוח טכנולוגיות חקר סוכרים ובהכשרת מדענים, זאת באמצעות הקמת מרכז אנליטי שיספק שירות, הדרכה, פרוטוקולים וייעוץ למבנה סוכרים וחקר הרכבם בדגימות שונות. שירותי המרכז יכללו: ניתוח תכולת סוכרים, ניתוח סוגי הקשר בין יחידות סוכריות, ניתוח חומצת סיאליות, ניתוח מבני של גליקופרוטאינים, ניתוח מבני של פולימרים סוכריים מחיידקים, ניתוח מבני של glycosaminoglycan (GAG), זיהוי של נוקלאוטיד-סוכר ונוקלאוזידים שונים, איתור וכימות של חומצות שומן סוכריות, ואיתור וכימות של מודיפיקציות סולפט ופוספט בסוכרים. להקמת המרכז נדרש ציוד ייעודי וייחודי הכולל HPLC וסוגים שונים של ספקטרומטר-מסות. בנוסף, יבסס המרכז תכניות שותפות עם מרכזים מובילים בעולם, שיספקו נגישות לשירותי סנתזה וסריקת סוכרים אשר הכרחיים להעלאת תחום זה בישראל למצוינות בינלאומית. המרכז ירכז את כל הבקשות מהקהילה המדעית הישראלית ויבטיח שירותים ברמה בינלאומית, בזמן סביר ובעדיפות גבוהה. מרכיב מרכזי נוסף של המרכז הוא לחנך את הדור הבא של מדענים ישראליים שיהיו מסוגלים להבין ולנצל glycosciences באופן שוטף ובדומה לחקר הגנום וחקר החלבונים.

המרכז צפוי להביא לגיבוש הקהילה המדעית בחקר הסוכרים בישראל, ולהרחבתה. המרכז יאפשר אינטגרציה של ידע ועידוד צוותי מחקר רב-תחומיים, לדוגמה על ידי שילוב של כלים כימיים חדשניים ומשאבים שעלולים להיות מיושמים במחקר הביו-רפואי לפיתוח חיסונים חדשים, טיפולים, תרופות או שיטות לשיגור תרופות. כלים אנליטיים אחרים עשויים לתמוך במאמצים המכוונים לייצור דלקים ביולוגיים חדשניים. המרכז יוכל לזהות צרכים אלה בקהילה הלאומית ולתרגםם לשיתופי פעולה אסטרטגיים במחקר במסגרת המרכז ובשיתוף עם מוסדות מובילים בעולם. מאמצים אלה גם יכולים להיות מכוונים ליצירת שיתופי פעולה במחקר ופיתוח בתעשיית הביו-פארמה.

המרכז צפוי לשרת 30-40 מעבדות מהמוסדות האקדמיים הגדולים ובתי החולים השונים בארץ, וכן תעשייה במגוון תחומים. בנוסף, תכניות ההדרכה במרכז ירחיבו את הקהילה המדעית הקיימת בתחום זה וכך יתרום לקידום נראות של מדענים ישראליים בתחום זה בקהילה הבינלאומית.

מודל ניהולי הצוות הדרוש להקמה ואחזקה של התשתית יכלול: (1) שני מדענים מובילים בתחום. (2) חוקר עמית בכיר כמנהל טכני בפועל של הקמת התשתית ואחזקתה. (3) חוקר עמית בכיר שיהיה אחראי על מתן שירותים והדרכה במרכז. (4) שתי ועדות יעוץ חיצוניות, לאומית ובינלאומית. הקמת המרכז תארך כשנה, מתן שירותים צפוי להתחיל בשנה השנייה להקמתו. עם זאת, שירותים הנתמכים על ידי שותפות עם מרכזים בינלאומיים יחלו מייד.

תקציב מוערך- עלויות הקמה כ- 6 מיליון ₪. עלויות שוטפות - כ- 2 מיליון ₪ לשנה עבור כוח אדם, ציוד, חומרים, הדרכה ופעילויות המרכז.

מחשוב

מפת הדרכים 2013 הציעה הקמת יחידת שרות למחשוב ענן - Cloud Service Unit. פרויקט זה הוקם על ידי ות"ת והופעל במהלך השנתיים האחרונות במסגרת מחב"א. הוא יסתיים בסוף שנה"ל הנוכחית ומחב"א תמשיך לספק את השירות ככל שיידרש. אין הצעות חדשות בשלב זה.

אנרגיה

מרכז דלקים אלטרנטיביים מבוססי פחמן מימני - Hydrocarbon Based Alternative Fuels

רקע: שינוי האקלים והאמרת מחירי הנפט בעשורים האחרונים עוררו אתגרים חדשים בפיתוח מקורות אנרגיה חלופיים. בהתחשב בגידול האוכלוסייה ובהתאם בגידול המספר כלי הרכב המיוצרים, כדי לענות על הצרכים יש צורך בייצור דלקים חלופיים לתחבורה. ישנם כמה קריטריונים שישלהביא בחשבון בחיפוש אחר מקורות דלק נוספים או חלופיים לדלקים הזמינים עכשיו לתחבורה, והם: צפיפות האנרגיה, יעילותה ואחסונה. כתחליף לדלק, גז טבעי הוא מקור אנרגיה נקי יחסית שהשתמשו בו כדלק להובלה מאז שנות ה-30 במאה שעברה והשימוש בו עלה ל-1.5% מכלל כלי הרכב בעולם. אולם אחד החסרונות המשמעותיים בשימוש בגז הוא הצורך במכלי אחסון מיוחדים. כדי להשיג צפיפות אנרגיה מספקת יש לדחוס את הגז במכלים בלחץ גבוה (200-250 בר) או במכלים מיוחדים של גז נוזלי טבעי (LNG) המקורר לטמפרטורה נמוכה מאוד (-162°C).

גז טבעי יכול לשמש חומר גלם בסינתזה של בנזין סינתטי, דיזל, דלק מטוסים וחומרי סיכה באמצעות תהליך (FTS) Fischer-Tropsch. זהו שלב מפתח בתהליך הפיכת גז לנוזל (Gas To Liquid=GTL) לצורך המרה של גז סינתטי, פחמן חד-חמצני (CO) ו-מימן (H_2) או חומרי גלם ביולוגיים לפחמן מימני נוזלי. בגלל המורכבות של חומרי הגלם, יש צורך בתהליכים כימיים מורכבים, חלקם בטמפרטורות ולחצים גבוהים כדי להפוך את חומרי הגלם לבנזין בצורה יעילה. אולם השקעת ההון ההתחלתית העצומה והתנאים הנוקשים הדרושים FTS^A ולשלבם המלווים את התהליך, הופכים לכלכליים רק כאשר מחיר הנפט עולה על מחיר הגז הטבעי. זה המצב הנוכחי בשוק היום ובתחזיות העתידיות, ולכן כניסת הגז הטבעי לשוק הישראלי יוצרת הזדמנות לפיתוח וייצור של דלקים סינטיים ממנו.

חשיבות מערכתית: גילוי מאגרי הגז הגדולים לאורך חופי ישראל מעלים צורך לאומי וכן מספקים הזדמנות נדירה לפתח בישראל מחקר ותשתית בקנה מידה קטן FTS^A והטכנולוגיות הנלוות. בנוסף, פיתוח תשתית GTL^A יאפשר מחקר ופיתוח של טכנולוגיות קשורות, כמו התמרה כימית של מולקולות שנובעות מביומסה לתוספי דלק עתירי אנרגיה.

פעילות שוטפת בתחום: מעבדות רבות ברוב האוניברסיטאות בישראל שוקדות על מחקרים אקדמיים בריאקציות ובתהליכים אלה. פעילות מו"פ דומה מתרחשת גם בתעשיות כמו רפאל ותמי. בשל המחיר הגבוה הכרוך בפיתוח טכנולוגיות אלה, תהליכים גדולים יותר של הרצה בקנה מידה קטן או אפילו בקנה מידה מעבדתי מוגבלים רק לכמה חברות הממומנות בעיקר בידי המגזר הפרטי בחו"ל.

התשתית המוצעת: כדי לקדם את נושא GTL ועיבוד כימי של ביומסה לקראת ייצור דלקים נוזליים מבוססים על פחמן, מוצעת התשתית החדשה אשר תכלול את הציוד הבא:

1. ציוד אנליטי לאנליזה של חומרי גלם, הכנת קטליזטורים (catalysts), ואפיון ואנליזה של תוצרי ריאקציה שרלוונטיים

לדלקים נוזליים.

2. מערכות ריאקטור בקנה מידה מעבדתי מתאים להרצת תהליכי FTS ושדרוג של ביומסה.
 3. מתקן חלוץ (פילוט) להרצת תהליכים בקנה מידה קטן שתאפשר גמלון (Scale-up) של תהליכים רלוונטיים שיפותחו בארץ.
- קהל היעד - כ-30 קבוצות מחקר ממוסדות שונים בישראל, וכ-20 קבוצות מחקר מגופים תעשייתיים שונים בישראל ומחוצה לה.
- עלות מוערכת - 4 מליון דולר עלויות חד פעמיות להקמה, ו-0.2 מליון דולר לשנה עבור כ"א תומך

מרכז לקרינה סולארית – Solar Harvesting Center

רקע: מאז פרוטוקול קיוטו ב-1997 הולכת וגוברת ההסכמה הבינלאומית בצורך להפחית את רמת הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה, רמה שעולה בקצב של יותר מ-2 חלקים פר מיליון בכל שנה - קצב השווה בערך ל-30% מהפליטה השנתית מדלק מאובנים. לפיכך, מתעורר הצורך להחליף את דלק המאובנים במקורות מתחדשים של אנרגיה חלופית. אנרגיית השמש היא אחת מכיווני המחקר למציאת מקור חלופי לדלק, בדגש על יעילות גבוהה של המרה, עלות נמוכה של המערכת ואפשרויות אגירה. דוגמה ליעילות גבוהה של המרה גבוהה היא תאים פוטו-וולטאים (סולריים) רבי צמתים שהשיגו לאחרונה יעילות המרה של 43%, ועשויים, עם התפתחות המחקר, להגיע ל-70%. התאים הפוטו-וולטאים האורגניים מהווים דוגמה לתאים שעלותם נמוכה אך יעילות ההמרה שלהם מגיעה ל-10%. מטרת המתקן המוצע היא להגדיל את אפשרויות המחקר של תאים חדשים.

בישראל קיימות כעשרים קבוצות מחקר באנרגיה סולארית. התשתית שמשמשת את כולן לצורך ניסויים שנערכים בתנאי קרינת שמש חזקה היא המעבדה שכוללת את צלחת השמש של אוניברסיטת בן-גוריון בשדה בוקר, הידועה גם בשם BGNSEC. זו היא תשתית "חודית שתוכננה לאפשר מחקרים כמותיים בפיזיקה, כימיה וחומרים בתנאי שימוש באור שמש טבעי המרוכז לעוצמה של עד 30,000 פעם מזו של יום בהיר בצהריים.

רמות גבוהות של ריכוז סולארי מוליכות ליעילות המרה גבוהה יותר ועלות חומרים נמוכה יותר, אבל מעוררות אתגרים רבים ברמות הבסיסיות והטכנולוגיות. אחד האתגרים העיקריים הוא שרבים מסוגי התאים הסולאריים בעלי יעילות גבוהה מתנהגים באופן שונה באור טבעי ובאור מלאכותי - בעיקר בריכוזים קיצוניים של אור. על כן יש צורך לבדוק אותם במתקן מרכזי מחוץ לתנאי מעבדת מחקר אוניברסיטאית.

למרות ייחודה העולמי של המעבדה הקיימת באיכות קרינת האור, המעבדה לוקה בחוסר של ציוד לבחינת תאים פוטו-וולטאיים, והשוואת הנתונים של פעילותם בתנאי הקרינה הסולארית לעומת קרינה מלאכותית ולסימולציות. התשתית המוצעת היא הרחבת היכולות של התשתית הסולארית הקיימת של אוניברסיטת בן-גוריון בשדה בוקר על ידי הקמת מעבדה לבדיקות של תאי שמש, כולל אמצעים לקישור בין בדיקות מעבדתיות לבדיקות חוץ. הציוד המוצע הכרחי על מנת לבחון תאים חדשניים שיציבותם חלשה בכל המערכות באותה מעבדה. כמו כן מומלץ להרחיב את ההיקף של המחקר הסולארי ולכלול גם אפשרות לחקר המרה תרמו אלקטרית ותאי דלק. התשתית המחקרית

שכוללת את שני מתקני הריכוז הקיימים ותוספת המעבדה לאפיון תאי שמש תהווה תשתית מובילה למחקר באנרגית שמש, ותהיה אטרקטיבית עבור מדענים גם מישראל וגם מארצות אחרות. הציוד הדרוש כולל מיקרוסקופ אטומי AFM, מערכת Lab Versa, ספקטרומטר ראמאן ועוד.

קהל היעד - חוקרים ותלמידי מחקר מכ-20 קבוצות מחקר בישראל. בנוסף צפויים גם משתמשים מחו"ל, בעיקר מארצות אירופה.

עלות מוערכת - 2.4M מליון דולר עלויות חד פעמיות להקמה, 0.1 מליון דולר לשנה עבור כ"א מקצועי תומך.

מדעי סביבה

מצפה למחקר ומדידות אטמוספירה-ביוספירה

רקע:

שינויי אקלים, שימושי קרקע על ידי האדם, והתפתחות כלכלית מואצת, משפיעים על הסביבה בה אנו חיים. הבנת התהליכים המשפיעים על הסביבה מהווה אתגר מדעי והיא גם חיונית למקבלי החלטות על מנת לנהל את הסביבה ומשאבי הטבע בדרך בת קיימא. על מנת להבין את התהליכים השונים ולזהות מגמות של שינוי, יש צורך בתצפיות לאורך זמן של מרכיבי הסביבה השונים. היכולת לבצע ניסויים מבוקרים בסקלה איזורית תורמת אף היא להבנת יחסי גומלין מורכבים.

הקמת מצפי מחקר גדולים לטווח ארוך, המשלבים תשתיות מחקר מדיסציפלינות שונות היא נדבך מרכזי לקידום מחקר סביבתי. בשנים האחרונות הוקמו מספר רשתות של מצפים ברחבי העולם ומצפים נוספים צפויים לקום בעתיד הקרוב. ישראל נמצאת באיזור מעבר בין תחומי אקלים שונים ולמרות שטחה הקטן מכילה מערכות אקולוגיות שונות. מאפיינים אלו מגדילים את היכולת לזהות מגמות שינוי ולבצע ניסויים מבוקרים. לפיכך, להקמת מצפה שיספק נתונים איכותיים באיזור זה, אטרקטיביות מדעית רבה ובשל יחודיות האתר קיים סיכוי גבוה למשיכת מומחים מרחבי העולם.

כבר כיום מגיעים חוקרים רבים לבצע מחקרי סביבה שונים, אך בשל מחסור בתשתיות מקומיות הם נאלצים לשנע את המיכשור שלהם. לרשות החוקרים הישראלים לא עומדים אמצעי מחקר דומים-מרבית הציוד הקיים אינו מספק ואינו עומד בסטנדרטים בינלאומיים.

תיאור התשתית:

מצפה המחקר יהיה מתקן ייחודי וראשון מסוגו בארץ. המצפה יוקם על שטח יעודי ויכלול ציוד מדעי המאפשר מיגוון מדידות וביצוע ניסויים מבוקרים.

המצפה יכלול:

- מגוון מערכות לחישה מרחוק של ארוסולים, גזים עננים, ורוחות בשיכבת הגבול האטמוספירית
- מערכות למדידת שטפים (עבור גזים שונים, חום, אדי מים, ועוד) וניטור התנאים הסביבתיים (רוח, קרינה וכו')
- מערכות לביצוע ניסויים מבוקרים במערכת האקולוגית (השקיה, טמפרטורה, קרינה, חומרי דשן וכדומה)

בנוסף, המצפה יאפשר גישה לבסיסי נתונים, שיפור מתודולוגיות וסטנדרטיזציה של מדידות, תכניות הכשרה לסטודנטים ויכול לתמוך בתכניות לימודים במערכת החינוך.

התשתית צפויה לשרת מעל ל-60 חוקרים ישראלים מכל אוניברסיטאות המחקר ממגוון תחומים-אקלים, פיסיקה וכימיה של האטמוספירה, חקלאות, אקולוגיה, חישה מרחוק ועוד, וקרוב לוודאי גם גופים תעשייתיים כמתקן לבחינה ולפיתוח טכנולוגיות חדשות, וכן מכוני מחקר, גופים קובעי מדיניות וגופים חינוכיים.

קיימות מספר רשתות בינלאומיות מקבילות בהן יכולה ישראל להשתלב³, הצטרפות לתשתיות אלה לאחר הקמת המצפה תוביל לקידום והגדלת מספר הקבוצות מרחבי העולם המגיעות לביצוע מחקרים בארץ.

עלות מוערכת: הקמה 5.9 M דולר. אחזקה שנתית 700K דולר.

מדעי החברה

הנגשת נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה לחוקרים

רקע- בלשכה המרכזית לסטטיסטיקה נתונים רבים בתחומים שונים- אוכלוסייה, בריאות, רווחה, השכלה, חינוך, כוח העבודה ושכר, תשתיות ועוד, המשמשים בסיס למחקרים אקדמיים ומחקרים תומכי מדיניות - הן באקדמיה והן במשרדי ממשלה.

נתוני הלמ"ס מסווגים בהתאם לרמה הנדרשת של הגנה על המידע: קבצי PUF (public use files)- קבצי פרט בלתי מזוהים סטנדרטיים העומדים לרשות הציבור הרחב; קבצי MUC (micro data under contract) – קבצי פרט בלתי מזוהים שהסיכוי לזיהוי פרט בהם הוא מזערי (אך קיים); וקבצים ברמת חיסיון גבוהה, אשר הסיכוי לזיהוי פרט בהם גדול מעט יותר. הגישה לקבצים הללו אפשרית ביום רק בחדרי המחקר של הלמ"ס בירושלים, כדי לשמור על חיסיון המידע הכלול בהם.

רציונל: חוקרים המבקשים לעשות שימוש בנתוני הלמ"ס בקבצים מסוג MUC ובקבצים ברמת חיסיון גבוהה, נאלצים כיום להגיע לחדרי המחקר בלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, שם הם מקבלים גישה מוסדרת לקבצי נתונים. ההגעה לחדרי הלמ"ס נועדה בין היתר להגן על סודיות המידע המועבר לחוקרים. תהליך זה אורך זמן רב ומהווה בחלק המקרים חסם לקיומם של מחקרים, ומשמעותי במיוחד עבור חוקרים במוסדות מרוחקים. תהליך קבלת המענה לבקשות חוקרים מהלמ"ס (הכנת הקבצים, הצלבת המידע בין יחידות שונות בלמ"ס ווידוא שמירת החיסיון בהם) מנוהל על ידי צוותים שונים בלמ"ס, בקשות רבות לקבלת קבצי נתונים מצד חוקרים דורשות תיאומים מורכבים ממספר יחידות שונות, אשר אורכים לעיתים תקופה זמן ארוכה מאוד. הדרישה לשימוש בקבצי מחקר המבוססים על נתונים מסווגים הולכת וגוברת, התשתית המוצעת תאפשר גישה מרחוק לנתוני הלמ"ס בדרגת הסודיות המתאימה, ותאפשר תיאום והכנה יעילים ומהירים יותר של קבצי הנתונים לטובת עבודת החוקרים.

³ דוגמת התשתיות האירופיות: ANAEE, ICOS, ACTRIS, כמו כן NEON בארה"ב, ועוד

תיאור התשתית - התשתית המוצעת מכילה שני רכיבים :

א. תשתית טכנולוגית להנגשת קבצי למ"ס לעבודה מרחוק

על מנת לאפשר לחוקרים לגשת מרחוק לנתוני הלמ"ס, מוצע להקים מערכת טכנולוגית של גישה מרחוק, שתתמוך בעבודה על קבצי הנתונים מסביבתו הקרובה של החוקר. המערכת תאפשר גישה לנתונים מסוג MUC, שעוברים כיום תהליך של עיבוד סטטיסטי על מנת להקטין את סיכויי האפשרות לזיהוי הפרט בהם. תהליכי עיבוד אלו מאפשרים שימוש בהם ע"י מערכת של גישה מרחוק. המערכת המוצעת תאפשר ללמ"ס לעקוב באופן שוטף אחרי כל דרישה למידע ומחקר. במסגרת זאת, תאפשר המערכת מעקב אחרי תהליך כניסת חוקר לעבודה: כולל חתימות על חוזה, הכנת הקבצים וכו'; מעקב אחרי עבודת חוקרים בפועל: זהות המשתמשים במערכת בכל עת, פניות ובקשות מיוחדות של החוקרים ובדיקת פלטים. במערכת צפויים להשתמש כ-100 חוקרים ותלמידים בשנה הראשונה לפעילותה בכל המוסדות בתחומי מדעי החברה, חינוך, משפטים, ועם התבססותה צפוי גידול משמעותי ועקבי במספרים אלו מדי שנה.

ב. הקמת יחידה בלשכה המרכזית לסטטיסטיקה להנגשת מידע לחוקרים

על מנת לקצר את זמני מתן המענה לחוקרים ולטייב את איכות הנתונים המועברים אליהם, מוצע להקים יחידה בלמ"ס, אשר תהיה אחראית על הנגשת מידע לחוקרים, תטפל בתהליך עיבוד הנתונים עבורם ובעבודה מול וועדת הסודיות בלמ"ס, תבצע מעקב וטיפול אחרי עבודתם ותהיה בקשר עם צוות המחקר לאורך התהליך. הקמת היחידה תאפשר התמקצעות ומיקוד בממשק אל מול חוקרים. יחידה זו תתמוך גם בהכנת נתונים וקבצים ברמת חיסיון גבוהה, אשר עבורם לא תתאפשר גישה מרחוק במערכת הטכנולוגית שתפותח. קבצים ונתונים אלו, שיטופלו ע"י היחידה, יסופקו לחוקרים באמצעות חדרי מחקר שיוקמו ע"י המוסדות. עלות התשתית הטכנית 4M ש"ח, כולל עלות אבטחת מידע ועלות מערכת לניהול המידע המונגש לחוקרים. עלות היחידה להנגשת מידע, הכוללת שלושה עובדים, היא 1 מליון ש"ח לשנה.

• מאגרי נתונים במדעי החברה

מטרת התשתית המוצעת הינה להעשיר את אפשרויות המחקר במדעי החברה ולהבטיח את איכותו הגבוהה. לצורך כך יש לרכז קבצי נתונים של סקרים חברתיים הנערכים בישראל, לטייב אותם, ולהנגישם לחוקרים ולסטודנטים באקדמיה ומחוץ לה. יחידת המאגר תבטיח שמירה קפדנית על זכויות יוצרים וכללי הסודיות הסטטיסטית, כך שחוקרים, גופים ממשלתיים, מוסדות ציבוריים וגופים פרטיים יפקידו במאגר נתונים ללא חשש.

המשימות העיקריות של מאגר הנתונים הן :

1. לאסוף באופן רציף נתונים חברתיים וכלכליים פומביים מהלמ"ס ולהנגישם לחוקרי מדעי החברה.

לעבד ("לטייב") את הנתונים הגולמיים שמתקבלים לפני מסירתם לשימוש החוקרים על מנת להבטיח איכות נתונים ברמה גבוהה, כך שהמחקר האמפירי יהיה אמין וברמה הנדרשת בחזית המחקר העולמית של מדעי החברה.

2. איסוף והנגשה של נתונים ממקורות ציבוריים ופרטיים שאינם נאספים על ידי הלמ"ס. מאגר הנתונים ירכז באופן רציף נתונים חברתיים כלכליים של החברה הישראלית ממקורות שונים- משרדי ממשלה, מוסדות ציבוריים (ביטוח לאומי, משטרה) רשויות ציבוריות וכד'. בנוסף ירכז וישמר נתונים מסקרים הממומנים מכספי ציבור, ינגיש אותם לחוקרים ויעודד שימוש חוזר בהם תוך שמירה על זכויות יוצרים המאגר ישמש כמתווך בין חוקרים לרשויות השונות למטרת השגת נתונים וכן יעבד ויטיב את הנתונים במטרה להבטיח איכותם ואמינותם

נתונים רבים בישראל ממקורות שונים אינם מוצגים באופן שניתן להשתמש בהם לטובת מחקר חוזר וכן אינם נשמרים לאורך שנים. יחידת המאגר תרכז את הטיפול בנתונים ובכך תעודד הן מחקר בסיסי בתחומים אלה, והן מחקר אמפירי של האוכלוסייה, החברה והכלכלה בישראל. בכך היא תמריץ חוקרים וגופים ציבוריים לפתוח נתונים למחקר נוסף ותאפשר חיסכון בעלויות הכרוכות בהפקת נתונים.

עלות מוערכת - \$0.5M לשנה

מרכז ארצי למדעי הרוח הדיגיטאליים

רקע- המהפכה הדיגיטלית טומנת בחובה סיכויים גדולים להתחדשות מדעי הרוח ולקידום מעמדם הציבורי. בישראל יכולים ללמד על כך מפעלי דיגיטציה גדולים בתחומים מגוונים של מדעי היהדות והיסטוריה כמו אתר בן-יהודה, פרי יזמה של "משוגעים לדבר" לספרות העברית המעמידים לרשות הכלל את מכמניה, או האתר "עיתונות יהודית היסטורית" המעלה מאוב את מכלול העיתונות היהודית בלשוניות השונות ומשנה לחלוטין את מעמד המידע העצום האצור בה. מפעלים אחרים, כמו אלו של השו"ת והגניזה, נגישים פחות לקהל הרחב אך הם משנים מקצה אל קצה את אפשרויות המחקר ותורמים ישירות לזינוק ביעילותו ולהשבחה פוטנציאלית חסרת תקדים שלו. אולם, משאבים אלה לא הצמיחו קהילות ידע המשלבות כישורים דיגיטליים עם מומחיות בתחומי התוכן. הידע הטכנולוגי הנדרש נותר נחלת אנשי המחשב, ותחום מדעי הרוח נותר תלוי ביוזמה, וברצון הטוב של אנשי מחשב בודדים בארץ בעלי העניין והיכולת, המפנים את מרצם לשיתופי פעולה.

במהלך שני העשורים האחרונים נפתחו מרכזים למדעי הרוח הדיגיטליים ברחבי העולם, בעיקר באירופה ובארה"ב, והללו מגובשים כקהילה בין לאומית שוקקת. מרכזים אלו תומכים בפיתוח אוריינות דיגיטאלית בקרב חוקרי מדעי הרוח, מסייעים בפרויקטים גדולים של דיגיטציה ומסייעים בפיתוח והנגשת כלים חדישים למחקר. בארץ, למרות פוטנציאל משמעותי לפיתוח של תחום מדעי הרוח הדיגיטאליים, קיומם של מספר פרויקטים חלוציים בתחום, וצורך קיים בפיתוח מוקדי מומחיות בתחום, הפקולטות למדעי הרוח בארץ טרם התחברו אל מגמה עולמית חשובה זו.

רציונל- המודעות לחשיבות הממד הדיגיטלי במחקר במדעי הרוח כבר קיימת במספר אוניברסיטאות בארץ, ומזה זמן מה מנסה קומץ של חוקרים צעירים להוביל מהלכים במוסדות השונים לקידום התחום, אך בהצלחה מוגבלת. הצעה להקמת מרכז למדעי הרוח הדיגיטליים מתמודדת עם בעיה זו ע"י יצירת כלים להטמעת האוריינות הדיגיטאלית בקרב חוקרים בישראל, פיתוח והתאמת כלים טכנולוגיים למחקר מתקדם בתחום זה, תמיכה וליווי בפרויקטי דיגיטציה חדשים ומתן מענה לשימור והמשכיות של פרויקטים קיימים. הצעה זו עשויה לתרום תרומה משמעותית לניצול כוחה המהפכני של הדיגיטציה בהעניקה למחקר במדעי הרוח ובמדעי היהדות בפרט, וכן לחברה הישראלית בכללותה תמיכה בתשתיות דיגיטליות חדשות ומתבקשות.

מרכז ארצי למדעי הרוח הדיגיטליים (Digital Humanities) יאפשר לחוקרים במדעי הרוח לפתח אופני מחקר חדשים - באמצעות פיתוח אוריינות טכנולוגית, פיתוח כלי מחקר ותוכנות חדשות ויצירת שיתופי פעולה עם מחקר בתחום המחשוב. מרכז זה יוכל לתמוך בפרויקטים בתכנון, בהקמה או בעבודה שוטפת בפקולטות למדעי הרוח; לשמש כתובת לייעוץ ולהנחה, לשיתוף בכלים דיגיטליים מוכרים; להכשיר כוח אדם מומחה בתחום, ולהוות מוקד לניסוי ופיתוח כלים חדשים.

תחום מדעי הרוח בישראל סובל מהיעדר כלים טכנולוגיים מתאימים לשימור ופיתוח המחקר בתחומו, ומרמה נמוכה של אוריינות דיגיטאלית בקרב החוקרים בתחום. השלכות של מצב זה על התחום ניכרות במספר היבטים: נתונים ותוצאות מחקרים נשמרים באופן לא נגיש ולא באמצעות כלים טכנולוגיים, דבר המביא עם השנים לקשיים ולפיגור באחזור מידע, ולעתים גם לאיבוד מוחלט של נתוני מחקר שנאספו בעמל רב. העדרם של כלים טכנולוגיים זמינים

ומותאמים, מעכב התפתחות של מחקר מתקדם ברמה גבוהה בתחום מדעי הרוח; ולבסוף, יוזמות המגיעות מהשטח חסרות מענה טכנולוגי ומוקד מומחיות שיתמוך ויביא להוצאתן לפועל.

הקמת מרכז ארצי למדעי הרוח הדיגיטליים תיתן מענה לבעיה קריטית ומורכבת זו. המרכז יאפשר לחוקרים בתחום מדעי הרוח לשמר ולאחזר את אוספיהם המדעיים באופן בטוח ולאורך שנים, להתמצא בעולם המחשוב, ולמספר גדל והולך מביניהם אף להיות פעיל בתחום התכנות וביזמות דיגיטלית. המרכז שיוקם ישאף להיות תשתית הנענית לצרכי החוקר הבודד כמו לאלו של קבוצות מסוימות בתחום מדעי הרוח ולציבור החוקרים כולו. הוא יאגם כוחות ומשאבים, ייצור רשת של גרעיני התמחות ושיתופי פעולה, ויטפח דור מוכשר שיוכל להזניק את היוזמות הללו בהמשך גם באוניברסיטאות.

המרכז יכלול שלשה רכיבים עיקריים:

מעבדה: המעבדה תהווה את הליבה המקצועית של התוכנית ותוביל את הפיתוח והמחקר המתנהל במרכז. היא תהיה אחראית לכינון משאבים המלווים בארגז כלים דיגיטליים הולם במרכז, תדאג לעדכוןם השוטף וליצירת סביבת עבודה וירטואלית המתאימה למדעי הרוח. היא אף תנחה מקצועית את אגף ההדרכה ושאר משימותיו החדשות של המרכז. צוות המעבדה יהיה מורכב מצוות פיתוח, ובו מומחים בתכנות ובהנדסת תוכנה, ומצוות המשלב מומחיות במדעי הרוח, בדיגיטציה ובתכנות.

מפעל שימור: מפעל השימור יקדם שימור של משאבים ונתוני מחקר במדעי הרוח, כחלק מעבודת המעבדה. משימותיו יהיו איסוף, התאמה ואיגום של משאבים במדעי הרוח (גופי טקסט, נתוני מחקר ומדיה מגוונים), התאמתם לסטנדרטים המקובלים וקידום עקרונות ידע פתוח ומקושר לגביהם.

אגף הדרכה: אגף זה יכשיר מתמחים לעבודה במרכז ומדריכים שיפיצו ויטמיעו את הידע, העניין והכלים במוסדות השונים להשכלה גבוהה בארץ. הוא ילווה בנוסף פרויקטים נבחרים בתחום. האגף יתמוך בהקמת חטיבות לימוד ומיזמי מחקר במוסדות השותפים לתשתית.

אופן הקמה: המרכז למדעי הרוח הדיגיטאליים ימוקם באחת האוניברסיטאות (או במוסד מרכזי הולם אחר) בראשו יעמוד מדען ראשי בעל תואר פרופסור חבר לפחות, המוכר כסמכות באחד מן התחומים הרלוונטיים למרכז ובעל ניסיון בניהול. פעילות המרכז תתבסס על כוח אדם בעל הכשרה בתחומי הטכנולוגיה ופיתוח התוכנה, עם זיקה למדעי הרוח. חברי ועדה מדעית, נציגי התחומים השונים של מדעי הרוח, יסייעו לראש המרכז לפי בקשתו, כגוף אחד או כבודדים, בעניינים הנוגעים לתחומם. המרכז יופעל לתקופה של חמש שנים לפחות – זמן הנדרש לתכנון, ביצוע והרצה של תכניותיו ולהטמעת לקחיו ופיתוחיו בפעילות השוטפת של הפקולטות.

לאחר הקמת המרכז ועם פיתוח הפעילות בו, תיבחן הצטרפות לתשתיות בינלאומיות רלוונטיות בתחום דוגמת CLARIN⁵ ו-DARIAH⁴, שמקדמות מאמצים דומים בתחום מדעי הרוח הדיגיטאליים באירופה ובעולם

פרויקט מרכזי שיופעל במסגרת המרכז הוא פרויקט ליצירת ופיתוח מאגר לאומי של נתונים ועבודות מחקר בתחומי מדעי הרוח. מאגר זה יאחסן פריטים מסוגים שונים, כגון: תעתיקים של כתבי יד, מאגרי תמונות וצילומים (של חפירות, למשל), קבצי שמע שונים (ראיונות, מוזיקה), ארכיונים, נתונים סטטיסטיים, ועוד. המרכז למדעי הרוח הדיגיטליים יחזיק את המשאבים הדרושים להעביר את המידע מן המדיות הישנות אל האחסנה הדיגיטלית החדשה, תוך תיוג והצמדת כמות רבה של נתוני-רקע (metadata) לכל פריט-אם באופן ידני או אלגוריתמי-כדי להקל על

מחקרים עתידיים. התמיכה ברמה הלאומית תאפשר למרכז לעדכן את אחסנת המידע ולהעניק לה מימד של יציבות לאורך שנים.

הנתונים מתוך מאגר זה יעמדו לרשות הציבור, תוך שמירה על זכויותיהם של החוקרים המקוריים, לפי התנאים המוכרים בהסכמים בינלאומיים של רישיון creative commons. בעלי הנתונים יוכלו גם לפרסם מבוא לאוסף שלהם בממות חדשות לפרסום נתונים שקמות (באירופה למשל) למטרה זאת, כך שהפקדת הנתונים תיחשב לסוג של פרסום. חוקרים וחוקרות חדשים יוכלו להשתמש במידע הרב הזה כתשתית למחקריהם מכאן ואילך, תוך שהם נותנים הכרה לחוקרים ולחוקרות שקדמו להם באיסוף המידע.

לצורך הקמת המאגר יידרש שת"פ מצד האוניברסיטאות, ISF, וגופים נוספים אשר תומכים במחקר ויכולים לתמוך בתיעול נתוני המחקר המצטברים אל המאגר הלאומי.

התועלת הצפויה מהתשתית: המרכז למדעי הרוח דיגיטאליים יהווה בסיס לטיפול פרויקטים דיגיטאליים ויגדיל את מספר היוזמות בתחום מדי שנה, תוך תמיכה בהוצאה לפועל של היוזמות הטובות שבהן. קיומם של כלים מתקדמים לשימור ולאחזור של מידע, בהם יתמוך המרכז, יתרום לאיכות המחקר, ויעל את רמת הניתוחים ואת טיב המסקנות ותקפותן.

בנוסף צפויה התשתית לתרום לשיפור מצב האוריינות בתחום המחשוב בקרב חוקרים ותלמידים בתחום מדעי הרוח: הן בשיפור ההיכרות והטמעת מיומנויות דיגיטאליות בקרב אלו שהיכרותם עם התחום ראשונית או לא קיימת; והן במתן ופיתוח כלים מתקדמים עבור חוקרים שכבר פעילים בתחום מדעי הרוח הדיגיטאליים – כלים שיאפשרו להם להיות יזמים ומובילים בתחום בישראל.

המרכז למדעי הרוח הדיגיטאליים אף צפוי להיות מוביל בתחומי העבודה הדיגיטאלית בלשון העברית, בתרבות ובהיסטוריה היהודית – ובמובן זה אף להיות פורץ דרך גם במחקר העולמי.

עלות כוללת מוערכת: כ- 5.5 מלש"ח שנתי; 27.5 מלש"ח לחמש שנים.

קורפוס לאומי עברי

רקע: קורפוס הוא אוסף רחב ומקיף של היצירה – הכתובה ו/או המדוברת - בשפה מסוימת, שנועד להוות בסיס למחקר ולביצוע אנליזות מורכבות בתחומי הלשון, התרבות, הדת, ההיסטוריה, והספרות של אותה שפה. ככל שהקורפוס גדול ומקיף יותר, ומתעד נתוני רקע (metadata) רבים יותר, כך גדל ערכו כבסיס למחקר. קורפוסים הוקמו עבור שפות שונות, והם מהווים מצע למחקרים בכל תחומי מדעי הרוח. מדינות רבות אחרות הקימו בעשורים האחרונים קורפוס לאומי, ובהן למשל בריטניה שהקימה את ה-British National Corpus, המציע להורדה מאגר בן 100 מיליון מילים לכל דורש.

בעשורים האחרונים עוסקים בישראל גופים שונים בפיתוח ושימור חלקים שונים בקורפוס העברי, ובהם מפעל 'המילון ההיסטורי' באקדמיה ללשון עברית; הפרויקטים MILA, DICTA המופעלים בידי אנשי מדעי המחשב באוניברסיטאות שונות ומפתחים כלים לבלשנות חישובית; פרויקט השו"ת באוניברסיטת בר אילן; פרויקט בן-יהודה המרכז חומר עברי כתוב מתקופת ההשכלה ואילך; החלק העברי הגדול של האתר "עיתונות יהודית היסטורית"

מיסודן של אוניברסיטת תל-אביב והספרייה הלאומית; מאגר העברית המדוברת בישראל, ועוד רבים וטובים. קיים צורך מחקרי-מדעי דחוף בכינוס שיטתי של כל החומר שנכתב בעברית אי פעם, בהתבסס בין היתר על מאמצים קודמים אלה, לכדי קורפוס לאומי מקיף, המתבסס על סטנדרט משותף. כינוס מסוג זה ראוי שיכלול איסוף ושימור מסודר, ריכוז כל החומר שנאסף תחת סטנדרט שימור אחיד ותחת ממשק משותף, הנחת תשתית לאיסוף שוטף של חומר עתידי, כמו גם ניתוח ותיוג החומר המתועד בכלים של בלשנות חישובית. האחדת הסטנדרט תאפשר הפעלה של כלים דיגיטליים מתקדמים יותר על גבי חומר הגלם שיתקבל מן הקורפוס, ותקדם את אפשרויות המחקר בתחומי מדעי הרוח השונים.

רצינוּל- החוקר או החוקרת, המבקשים לגשת כיום אל קורפוס רחב כזה של העברית, ייאלצו להסתפק בפתרונות חלקיים. ספרות ההשכלה, למשל, נאספת והולכת בעבודה של מתנדבים בפרוייקט בן יהודה. חרף ההתקדמות העצומה שהושגה בפרוייקט זה, אין לתאר את העוצמה שתתווסף לו עם הכללתו בתחומי הקורפוס הלאומי. מאגרים אחרים, שחשיבותם החלוצית רבה, נעשו על ידי הוצאות מסחריות והם מוגנים כעת על-ידי זכויות יוצרים. הגישה אליהם עולה כסף רב, והמשתמש מוגבל בשימוש שאפשר לעשות בטקסט שנמשך מן המאגר. בדור החדש של פתיחת המידע, הגיע הזמן להעמיד לרשות הציבור – במימון ציבורי- מאגר אמין וחופשי של השפה שבה כולנו מדברים.

מגבלה משמעותית של החומר העומד כיום לרשות הציבור היא היעדרות כמעט מוחלטת של טקסט מנותח מבחינה דקדוקית העומד לרשות הציבור. מאגרים אחדים – הן מסחריים והן ציבוריים, כמו המילון ההיסטורי של האקדמיה ללשון עברית - התחילו לצבור טקסט כזה. אך הדרך עוד רבה. פרויקטים אוניברסיטאיים אחדים פועלים לקידום הטקסט ברמות כאלה, אך היכולות שלהם מוגבלות ביחס לכמות העצומה של חומר המצריך טיפול.

זאת ועוד, החוקר או החוקרת יתקשו מאד בעבודה עם חומר המפוזר בין מפעלים ואתרים שונים, בעוד כל אחד מן המפעלים הללו מקדד את הטקסט בסטנדרט שונה ומציג אחרת את המידע שלו. קיים צורך דחוף בהאחדה של כל הכלים השונים, וביצירת סטנדרט שבו יעמדו כלים עתידיים.⁶

תיאור התשתית המוצעת:

הקורפוס הלאומי העברי המוצע ישאף לאסוף את כל מה שנכתב בעברית אי פעם: מן הכתובות הראשונות על חרט ועד מסמכים ברשת של ימינו. יקובץ חומר מז'אנרים שונים: ספרות יפה, מסמכים מנהליים, נאומים, מודעות, מכתבים ועוד. הקורפוס יאסוף גם דוגמאות של עברית דבורה, מושרת ומבוצעת, שהיקפן ייקבע בידי המומחים לכך ועל-ידי הנהלת הקורפוס. כל המידע יקוטלג לפי תקופות ולפי סוגות של דיבור וכתובה, ועוד מגוון רחב של קטגוריות למיון, על מנת לאפשר חיפוש יעיל בתוך כמות המידע הרבה שתיאסף.

הקורפוס ייצור מודל לשיתוף פעולה עם האוספים הקיימים כיום (שנזכרו לעיל), על מנת לאפשר איסוף יעיל ומקיף של כל המידע והצגתו בצורה יעילה לציבור. אפשרות אחת היא להקים את הקורפוס בצורה של מטריית-על, כמנגנון של קישוריות בין האוספים השונים. הקורפוס יציע לפלטפורמות הקיימות אפשרויות נוספות למימון עבודתו, ועל ידי כך יחזק הן את המסגרות הפרטיות והן את מבנה העל.

הקורפוס המוצע יאסוף נתוני רקע (metadata) רבים ככל האפשר על כל פריט, כולל קישור אל האיורים המלווים אותו ואל הקלטות של ביצועו, וזאת כדי שהטקסט שייאסף בקורפוס יהווה בסיס להמשך מחקר, בכלים דיגיטליים

⁶סטנדרט מעין זה הוקם – בקנה מידה קטן יותר – על ידי מפעל כמו Perseus digital library, המרכז כמויות גדולות של חומר מן התרבות הקלאסית. קשה למנות את הכלים החישוביים והדקדוקיים שהתפתחו סביב מפעל זה.

או מסורתיים רבים ככל האפשר. הקורפוס יבצע דיגיטציה של מספר רב ככל הניתן של עדי נוסח; כך תינתן בידי החוקרים האפשרות המיטבית ליצירת "מהדורה ביקורתית" בעצמם, או להשתמש בכלים ממוחשבים שיכולים לחולל מהדורה כזו בצורה אוטומטית (textual collation). נוסף על כך, הטקסט יפעל כמידע מקושר (linked data, interoperability), כדי שיהיה ניתן לחברו לנתונים נוספים כנזכר לעיל.

הטקסט יקודד במלואו, כולל ניתוח מורפולוגי מתקדם, וכן תגיות תחביריות וסמנטיות. הנהלת הקורפוס תיתן מענה ברמה הלאומית לבעיית ההתאמה של העברית עם הסטנדרט הבינלאומי של Text Encoding Initiative (TEI). הפרויקט יקדם גם כלים מיחשוביים לניתוח אוטומטי של טקסט, לצד הניתוח ה"ידיני" של מילים שנעשה עד כה במאגרים השונים.

הקורפוס ילווה על-ידי ועדה מדעית, ממגוון תחומים רלוונטים, ויכלול צוות מאנשי מדעי הרוח המתמחים ביצירה העברית, והן אנשי תוכנה שביכולתם לתכנן ולהקים את הקורפוס. הקורפוס אף ימלא תפקיד בהכשרתם של בוגרי אוניברסיטה שיש ביכולתם לפעול בשני התחומים גם יחד.

צורך מדעי והתועלת הצפויה מהתשתית:

הקורפוס יהיה בעל ערך עצום למחקר בתחומים רבים מאד. אוסף יעיל וגמיש של טקסט עברי מכל התקופות, בליווי של ממשק משתמש (GUI) בעל עוצמה, יפתחו דרכים חדשות שכרגע הדרך אליהן חסומה. ראשית כל תעמוד התועלת שבעצם איסופו של כל החומר והעמדתו לרשות ציבור דוברי העברית וחוקריה ללא תשלום. זו לכשעצמה משימה לאומית ראשונה במעלה. נוסף על כך תצמח תועלת מחקרית בתחומים רבים: ניתוח ספרותי וסגנוני, לימודי תרגום, פסיכולוגיים וסטיטיסטיקה ומדעים קוגניטיביים. חקר הלשון. לצד שימושיו המתקדמים, הקורפוס ישמש גם את הציבור הרחב של דוברי העברית וקוראיה, כולל תלמידי בית ספר, סטודנטים באוניברסיטה, לומדי עברית מחו"ל, והציבור העברי המשכיל.

הקורפוס העברי הלאומי הוא צעד חשוב לקידום של מדעי הרוח הדיגיטליים – תחום חדש, מרענן ומאתגר. חוקרים ישראלים רבים במגוון תחומי מדעי הרוח פועלים כעת בתחומים המשיקים לפעולתו של הקורפוס הלאומי המוצע. הקמת הקורפוס תעניק תנופה לפעילות ענפה זו ותמשוך אליה תלמידי מחקר נוספים, תגדיר כיוונים מחקרניים פוריים שיש לתעל את תשומת הלב אליהם, ותעניק אפשרויות מימון נוספות לחוקרים.

עלות צפויה: עלות הקמה: כ-4 מיליון ₪; עלות תפעול כ-180 אלף ₪ לשנה (כוללת כוח אדם ותחזוק תשתיות תוכנה וחומרה).

3. המלצות נוספות לפעולה

א. הקרן לרכישת מכשור מדעי מיוחד

בדיונינו בבקשות שהוגשו לוועדה על ידי סגני הנשיאים למו"פ, וכן בניירות עבודה שהוכנו על ידי חברים מתוכנו, נתקלנו בבקשות לתשתיות שעיקן היה רכישת מכשור מדעי יקר, מכשור בעל עלות של \$ 1 M - \$ 2.5 M לכל פרט. מכשור כזה יכול להיות בעל חשיבות מרובה (למשל מיקרוסקופיה אלקטרונית בהנדסת חומרים ופיסיקה, ודימות בביוולוגיה וברפואה), וסביר בדרך כלל שישתבץ ביחידת מחקר אוניברסיטאית. התכנית הנוכחית תתמוך במכשור זה מתוך הפרספקטיבה של חשיבותו הלאומית בתחומי מחקר שונים. על מנת לתמוך ברכישת ציוד בעלות כזאת, ומבלי ליצור לכל פריט יקר מסגרת חדשה של תשתית מרכזית אלא לאפשר שילובו במסגרות קיימות, אנחנו ממליצים על הקמת "קרן לרכישת מכשור מדעי מיוחד" שתאופיין בעקרונות הבאים:

- התכנית תופעל בתקציב שנתי משמעותי (תתחיל מס"ג של \$10 M ועד סוף החומש תגיע ל \$20M)
 - התכנית תפיץ קול קורא שנתי ותבחר במכשירים שירכשו בעזרתה
 - כל מכשיר יאפשר עליית מדרגה של התחום אליו הוא מיועד (השלמת חוסרים או ציוד חדש)
 - קריטריון נוסף הוא צפי שימוש של חוקרים מחוץ למוסד הרוכש
 - רכישתו תמומן ברבע על ידי המוסד בו ימוקם ובשלושה רבעים על ידי התכנית
 - תפעול ואחזקת המכשיר ייעשו על ידי המוסד הרוכש
 - התכנית תלווה כל מכשיר שנקנה על ידה בחמש השנים הראשונות לפעולתו
 - תשלום המשתמשים החיצוניים למוסד הרוכש יינתן רק עבור השרות למכשיר ויפוקח על ידי התכנית
 - תתקיים בקרה וגישה אינטרנטית להפעלה והקצאת זמני שימוש של כל מכשיר שתאפשר שקיפות מירבית של השימוש בו
- הקמת התכנית הזאת אינה מייטרת את תשתיות המחקר המרכזיות, שעיקרם מתן שרות לחוקרים בכל מוסדות המדע. כמו כן תכנית זו אינה מייטרת את תמיכת הקרן הלאומית למדע ב"ציוד מוסדי", ויש חשיבות לתיאום בין כל התכניות הללו.
- התכנית יכולה להיות מופעלת על ידי הקרן הלאומית למדע, בתנאי שעקרונותיה והחלטותיה יישמרו: השיפוט של הצעות שתוגשנה לתכנית צריך להתייחס לקריטריונים הנ"ל. בנוסף צריך להתקיים תאום עם עבודת הוועדה לתשתיות מרכזיות, ועם היבטים של תכנון כללי של ות"ת בנושאי תשתיות. בוועדות של התכנית ישתתפו נציגי וועדת התשתיות של ות"ת ונציגים נוספים של ות"ת. הקול הקורא יאושר על ידי ות"ת.

רשימת מכשור – דוגמאות אפשריות

מדע חומרים:

מאיץ אלקטרוני של 40MEV \$2.5M

מאיץ אלקטרוני של 5MEV \$1M

מדפסת תלת-ממדית גדולה בהתמחות מסוימת \$2M

TEM .SEM

ביורפואה:

\$1M CT.SPECT.PET

\$2.5M MRI BIOSPEC

\$1M MULTIPHOTON מיקרוסקופ

\$1M CARS ספקטרוטר ראמן

ב. צוות ייעודי לריכוז נושא תשתיות מחקר מרכזיות:

הקמת תשתיות מחקר מרכזיות דורשת ליווי ובקרה תקופתיים הקשורים למספר שלבים: תכנון פרטני של התשתיות, הקמתן, הפעלתן וקיימות לטווח ארוך. הוועדה ממליצה שבמסגרת ות"ת יוקם צוות קבוע שתפקידו יהיו:

- לרכז את עבודת הוועדה המייעצת לתשתיות ותתי הוועדה שלה
- לעקוב אחר יישום התשתיות המוקמות מכוח מפת הדרכים והחלטות ות"ת
- לפקח מדעית ומינהלתית על אותן תשתיות (למשל באמצעות וועדות אד-הוק) על פי העקרונות וההנחיות שיקבעו ע"י וועדת התשתיות
- הערכת אופן הפעילות והשרותים הניתנים במסגרתן לכלל החוקרים
- **ריכוז והסדרה של שיתופי פעולה עם גורמים ממשלתיים אחרים בנוגע לתשתיות ESFRI, פרויקטי תל"מ, וכו'.**
- לעמוד בקשר שוטף עם הקרן הלאומית למדע בנוגע ליישום התכנית לרכישת ציוד מדעי מיוחד, ותכניות אחרות שעשויות להתווסף בנושאים תשתיתיים.

ג. פתוח בר-קיימא של תשתיות מחקר

העלות המוערכת של התשתיות השונות תוכננה במסגרת תקציבית משוערת לפי עלות הקמה + עלויות שוטפות (אחזקה וכ"א תומך) למשך חמש שנים.

התשתיות השונות מצופות, תוך מספר שנים, לפעול כ"משק סגור", פרוש הדבר הוא שבמצב האופטימאלי העלות השוטפת בלבד תהיה מכוסה על ידי חוקרים שמשתמשים בתשתית, הן מתוך המוסד שהתשתית ממוקמת בו, וגם מחוקרים ממוסדות אחרים.

יחד עם זאת, השחיקה והפחת של חלק מהמכשור הטכני עשויים להיות מהירים. תשתיות מחקר מרכזיות בדרך כלל עוברות שדרוג מתמיד בזמן תקופת ההפעלה שלהן, שדרוג זה קריטי על מנת לשמר הובלה של התשתית בתחומה. יש לקחת אלמנט זה בחשבון הן מבחינה תקציבית והן מבחינה תכנונית, על מנת לשמר את כדאיות ההשקעה הראשונית ולקיינ מוניטין מחקר לטווח ארוך הוועדה ממליצה על כן כדלהלן:

- תשתיות לאומיות שצריכות להחליף מכשור יקר תקבלנה תעדוף בפנייה לתכנית לציוד מדעי מיוחד.
- כל תשתית חדשה תגיע מחדש לדיון והערכה בוועדה לתשתיות בתום 4 שנים לפעולתה (תקופה ראשונה להפעלתה). הוועדה תדון על תפקוד התשתית, הפקת לקחים מהשרותים שסיפקה, ותמליץ לות"ת אם וכיצד לתמוך בהמשך פעילותה.
- בעוד כארבע שנים יקיימו ות"ת והוועדה דיון בהפקת לקחים ממימוש 4 שנתי של תכנית החומש החדשה. נושא פיתוח בר-קיימא יעלה לדיון על מנת לגבש מסגרת תקציבית ייעודית לנושא זה.
- בשנה הקרובה יתקיים דיון בנושא המימון הרב-שנתי להשתתפות הישראלית בתשתיות של ESFRI. כעת הן ממומנות בצורות שונות ועל ידי משרדי ממשלה שונים. ראוי שהטיפול בנושא זה יהיה מתואם בין ות"ת למשרדי המדע והכלכלה.

ד. תפעול תשתיות סביבתיות

הוועדה רואה צורך בפתרון סוגיית תפעול תשתיות סביבתיות בכלל, ותשתיות ימיות בפרט. הוצאות התפעול השוטף (כגון ימי ים של ספינות מחקר) הינן גבוהות, ולא ניתן להכלילן בהצעות מחקר רגילות המוגשות לקרנות המחקר הבסיסי בארץ. בעולם קיימים מודלים שונים שיש לבחנם ולהתאימם לישראל.

4. נספחים

נספח א : תשתיות מרכזיות קיימות

רשימת מחויבויות קיימות לתשתיות הממומנות בידי רשויות ממשלתיות (כולל ות"ת).
הרשימה נועדה לצורך רקע. ייתכן ויש נושאים שנשמטו ממנה. הרשימה איננה כוללת תשתיות שמימון הממשלתי הסתיים או תשתיות שהוקמו ללא תמיכה ממשלתית ריכוזית (כגון ות"ת או תל"מ). כמו כן אין הרשימה כוללת תשתיות מו"פ ששרותם העיקרי איננו אקדמי.

תשתיות בינלאומיות

פיסיקה :

- **CERN** (חברות במרכז האירופאי לפיסיקת החלקיקים) עלות שנתית 15.6M פר"ש (שותפות בינמשרדית)
- **ATLAS** (השתתפות בגלאי ב-CERN במימון ות"ת). עלות שנתית: דמי חבר 200K פר"ש. הגריד המחשובי \$640K. הגלגל הקטן \$100K. סה"כ עלות שנתית של כ-1M\$.

ביולוגיה:

- **EMBL** (חברות בארגון האירופאי לביולוגיה מולקולרית, במימון משרד המדע)

מתקנים של קרינת סינכרוטרון (למחקרים במדע החומרים וביולוגיה):

- **ESRF** (חברות במתקן אירופאי בגרנובל, במימון ות"ת והאוניברסיטאות, ובעלות שנתית של 1.5M יורו)
- **SESAME** (חברות במתקן מזרח-תיכוני בירדן) במימון ותת, משי' המדע והאוצר: עלות הקמה \$5.25M.

מחשוב:

- **GEANT** (רשת אינטרנט אוניברסיטאית אירופית בהובלת מחב"א ובמימון האוניברסיטאות)

תשתיות ותיקות ממפת הדרכים ESFRI של הקהילה האירופית

סביבה:

- **EMBRC** (רשת לביולוגיה ימית. ניהול החברות הישראלית בידי המכון הימי באילת ובמימון משרד המדע)

מחשוב:

- **PRACE** (רשת למחשוב-על. ניהול החברות הישראלית בידי מחב"א ובמימון האוניברסיטאות)

ביולוגיה:

- **INSTRUCT** (רשת לביולוגיה מבנית. ניהול החברות הישראלית בידי מכון וייצמן ובמימון חלקי של משרד המדע)
- **ELIXIR** (מסדי נתונים בביולוגיה מולקולרית. ניהול החברות הישראלית בידי האטניברסיטה העברית ובמימון משרד המדע)

מדעי החברה:

- **SHARE** (סקר מעקב של אוכלוסיות מזדקנות, ניהול החברות הישראלית בידי האוניברסיטה העברית ובמימון המשרד לשוויון חברתי)
- **ESS** (סקר נתונים במדעי החברה. ניהול החברות הישראלית בידי אוניברסיטת ת"א ובמימון ות"ת)

תשתיות ישראליות

- **ספינת מחקר** (משרד התשתיות) במרכז לחקר הים התיכון (במימון ות"ת)
- **המכון הבינאוניברסיטאי למדעי הים באילת**
- **סקר מעקב משקי בית** (בהובלת למ"ס)
- **אוסף מגוון המינים הלאומי** (מוזיאון טבע חדש באוניברסיטת ת"א)
- **מידגם** (מאגר רקמות ישראלי לדגימות ביולוגיות למחקר, פרויקט תל"מ)
- **SARAF** (מאיץ פרוטונים בנחל שורק, פרויקט תל"מ)
- **INNI** (תשתיות ננו באוניברסיטאות, פרויקט תל"מ)
- **מכשור במדעי המוח** (MRI של 7T במכון וייצמן. פרויקט תל"מ)
- **פוטוניקה** (בהובלת מפא"ת, פרויקט תל"מ)

נספח ב: הרכב הוועדה ותתי הוועדה

חברי מליאת הוועדה

יו"ר – פרופ' דוד הורן, ביה"ס לפיזיקה ואסטרונומיה, אוניברסיטת ת"א, ונציג ישראל ב- ESFRI
נציג ות"ת: פרופ' ישעיהו טלמון, הפקולטה להנדסה כימית, טכניון
פרופ' אלפרד ברוקשטיין, הפקולטה למדעי המחשב, טכניון
פרופ' איתן גלון, המכון לתרפיה גנטית, בי"ח הדסה עין כרם והאוניברסיטה העברית
פרופ' משה דויטש, המחלקה לפיזיקה, אוניברסיטת בר אילן
פרופ' שמעון ינקלביץ', ביה"ס לפיזיקה ואסטרונומיה, אוניברסיטת ת"א, יו"ר ועדת ההיגוי לתכנית מרכזי
המצוינות⁷ נציג ות"ת עד אוקטובר 2013.
פרופ' דוד פיימן, המרכז לאנרגיה סולרית, אוניברסיטת בן גוריון
פרופ' אשר קוריאט, החוג לפסיכולוגיה, אוניברסיטת חיפה
פרופ' אורלי ריינר, המחלקה לגנטיקה מולקולרית, מכון ויצמן (עד 2014)
מרכזת הוועדה מטעם ות"ת היא גבי נועה בינשטיין, מהיחידה לפרוייקטים בתכנון ותקצוב.

תת-וועדה לפיסיקה והנדסה

יו"ר – פרופ' שמעון ינקלביץ', ביה"ס לפיסיקה ואסטרונומיה, אוניברסיטת תל אביב, יו"ר ועדת ההיגוי לתכנית מרכזי
המצוינות
פרופ' משה דויטש, המחלקה לפיסיקה, אוניברסיטת בר אילן
פרופ' אבישי דקל, מכון רקח לפיסיקה, האוניברסיטה העברית (עד 2013)
פרופ' ירון זילברברג, המחלקה לפיסיקה של מערכות מורכבות, מכון ויצמן למדע
פרופ' ישעיהו (איש) טלמון, הפקולטה להנדסה כימית, הטכניון, חבר ות"ת
פרופ' רחל ירושלמי-רוזן, המחלקה להנדסה כימית, אוניברסיטת בן-גוריון (החל מ-2014)

תת הוועדה בתחום מדעי החיים והרפואה

יו"ר – פרופ' איתן גלון, המכון לתרפיה גנטית, בי"ח הדסה והאוניברסיטה העברית
פרופ' עודד בזיה, הפקולטה לביולוגיה, הטכניון (עד 2013)
פרופ' הלל פרום, הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת תל אביב
פרופ' אורלי ריינר, המחלקה לגנטיקה מולקולרית, מכון ויצמן למדע (עד 2014)

ד"ר נועם שומרון, הפקולטה לרפואה, אוניברסיטת תל אביב (עד 2013)

פרופ' רות שלגי, אוניברסיטת תל-אביב (החל מ-2014)

פרופ' אריה אדמון, הטכניון (החל מ-2014)

תת הוועדה בתחום אנרגיה – לא קיימה דיונים בפרויקטים חדשים במהלך 2013-2014

יו"ר- פרופ' דוד פיימן, המרכז לאנרגיה סולארית, אוניברסיטת בן גוריון בנגב

פרופ' דורון אורבך, המחלקה לכימיה, אוניברסיטת בר אילן

פרופ' אדוארד באייר, הפקולטה לביוכימיה, מכון ויצמן למדע

פרופ' גדעון גרדר, הפקולטה להנדסה כימית, הטכניון

פרופ' אבי קריבוס, הפקולטה להנדסה, אוניברסיטת תל אביב

תת הוועדה בתחום סביבה

פרופ' דן יקיר, הפקולטה לכימיה, מכון ויצמן למדע (עד 2013)

פרופ' יוחאי כרמל, הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית, הטכניון (עד 2013)

הרכב תת הוועדה ב-2014-2015:

יו"ר – פרופ' חזי גלדור, האוניברסיטה העברית

פרופ' מיכל ארצי, אוניברסיטת חיפה

פרופ' אילן קורן, מכון ויצמן למדע

תת הוועדה בתחום מדעי החברה והרוח - המשיכה ב-2014-2015 כתת-וועדה למדעי החברה

יו"ר- פרופ' אשר קוריאט, הפקולטה למדעי החברה, אוניברסיטת חיפה

פרופ' נח לוין אפשטיין, הפקולטה למדעי החברה, אוניברסיטת תל אביב

פרופ' יוחנן פרידמן, הפקולטה למדעי הרוח, האוניברסיטה העברית (עד 2013)

פרופ' אייל קמחי, הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית

פרופ' יעקב שוייקה, המחלקה למדעי המחשב, אוניברסיטת בר אילן (עד 2013)

פרופ' אורית קדר, האוניברסיטה העברית

תת-וועדה בתחום מדעי הרוח (החל מ-2014)

יו"ר – פרופ' ירון צור, אוניברסיטת תל-אביב

פרופ' נחום דרשוביץ, אוניברסיטת תל-אביב

תת הועדה בתחום מחשוב ותקשורת - (לא קיימה דיונים בפרויקטים חדשים במהלך 2014-2015)

יו"ר- פרופ' אלפרד ברוקשטיין, הפקולטה למדעי המחשב, הטכניון
פרופ' דוד הורן, ביה"ס לפיסיקה ואסטרונומיה, אוניברסיטת תל אביב
פרופ' חיים וולפסון, הפקולטה למדעי המחשב, אוניברסיטת תל אביב
פרופ' דוד פלג, המחלקה למדעי המחשב ולמתמטיקה יישומית, מכון ויצמן למדע
פרופ' סקוט קירקפטריק, ביה"ס להנדסה ולמדעי המחשב, האוניברסיטה העברית
מר אדוארד אהרונוביץ' משמש כיועץ לועדה

עבודות הוועדה ותתי הוועדה רוכזו בידי גב' נועה בינשטיין, גב' קתרין תריה, וגב' רעות מרציאנו.