

תל-אביב : 30/07/07

לכבוד : פרופ' יעקב זיו
יו"ר פורום תל"ם

א.ג.

הנדון : דו"ח מסכס – ועדת בדיקה מקצועית

הננו מתכבדים להגיש לכם דו"ח מסכס – ועדת בדיקה מקצועית עבור תשתית לרשת מחשוב גריד לאומית.

הועדה השתכנעה שמערכת גריד לאומית נדרשת לשימוש המדענים בארץ, חשובה להקמת תשתית הוראה ומחקר טכנולוגית גריד, להקמת תעשיות הזנק בתחום, לשימוש בטכנולוגיה במערכת הביטחון ובתעשייה בכללותה.

הדו"ח כולל תקציר מנהלים, המלצות הועדה, תקציב, ולוח זמנים ליישום המלצות הדו"ח, סקירת החומר שנדון בוועדה ונספחים.

בכבוד רב,

יהודה זיסאפל
יו"ר הועדה

ישראל-גריד – IsraGrid

תשתית לרשת מחשוב גריד לאומית

דו"ח מסכם – ועדת בדיקה מקצועית

מוגש ל:

פרופ' יעקב זיו, יו"ר פורום תל"מ
חברי פורום תל"מ
מר מאיר נצר, מרכז תל"מ

העתקים:

פרופ' מנחם יערי, נשיא האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים
פרופ' גיורא מיקינברג, מכון ויצמן למדע.
חברי הועדה
מר אדי אהרונוביץ'
מחב"א
האיגוד הישראלי לטכנולוגיות גריד
איגוד הגריד האקדמי

חברי הועדה:

מר יהודה זיסאפל
מר ג'וליאן סאטרן
דר' דורון חבצלת
פרופ' דוד הורן
דר' אסף מרון
פרופ' אליעזר רבינוביץ'
פרופ' יוסי מאטיאס
דר' שוקי גלייטמן
מר אבי שביט

תקציר מנהלים

מבוא

Grid Computing (GC) הוא תחום טכנולוגי מתפתח שמטרתו לאפשר העצמה וניצול של משאבי מחשב ע"י מקבול פעולות של מחשבים, שיתוף משאבי מחשב פנויים ואחסון נתונים. הטכנולוגיה G.C מיועדת ליישומים עתירי מחשוב ועתירי מידע שאינם ניתנים לביצוע במחשב בודד או שהמחשב הבודד הנדרש יהיה גדול ויקר, או כאשר מעוניינים לקצר את זמן עיבוד הנתונים.

טכנולוגית GC תוכל גם לסייע בניצול השקעות במחשבים באופן יעיל יותר.

GC משתלבת במגמת ההתפתחות של תחום התקשורת. רשת האינטרנט משמשת כרשת אוניברסלית המחברת את כל התקני התקשורת והמחשב. כדי להתגבר על צווארי בקבוק ברשת האינטרנט מתפתחים תקני P2P (Peer to Peer) המאפשרים ממחשבים שונים תפעול במקביל, לעבד נתונים, ולהזין נתונים במשותף מנקודות שונות בתקשורת אל יעד אחד או יותר.

GC ו-P2P מהוות שתי טכנולוגיות שיאפשרו להפוך את הרשת ואת משאבי המחשב לאוניברסליים על מנת לאפשר גישה אחידה ושירותים לכל ביעילות גבוהה.

הגדרת GC שהתקבלה על ידי הועדה היא ההגדרה של Buyya:

Buyya defines a Grid as "a type of parallel and distributed system that enables the sharing, selection, and aggregation of geographically distributed autonomous resources dynamically at runtime depending on their availability, capability, performance, cost, and user's quality-of-service requirements."

הועדה נועצה במומחים מהארץ ומחו"ל על מנת ללמוד מניסיונם על מצב GC בארץ ובעולם, הצרכים הקיימים והצפויים בתעשייה, באקדמיה ובמערכת הביטחון. רשימת מצגות חוץ בפני הועדה ראה נספח א'. שאלון משוב שהופץ לאקדמיה ולתעשייה ראה נספח ב'.

המלצות הועדה

מטרת הועדה (כפי שהוגדר בכתב המינוי): לבחון האם ממשלת ישראל צריכה לפעול להקמת, הפעלת, ומימון רשת "גריד" לאומית, ולהמליץ על כך, תוך התייחסות לתפוקותיה הצפויות של הרשת ולפוטנציאל הכלכלי שלה בהשוואה.

1. בהקמת Grid Computing הועדה רואה יעדים ברמה לאומית:

- צבירת ניסיון וידע, הכשרת כוח אדם מקצועי ואקדמי בנושאי טכנולוגיות גריד והחדרתן לתעשייה הישראלית.
- הגדלת משאבי המחשוב וניצול יעיל שלהם.
- הקמת גריד בין מוסדי בישראל.
- בניית תשתית לתעשיית ההיי-טק.

2. פירוט ההמלצות:

- 2.1. להקים מערכת מרכזית לחיבור ותפעול מערכות GC הפרושות בארץ, מחוברות ביניהן בארץ, ומחוברות למערכות GC בחו"ל באמצעות רשת אילן (רשת האינטרנט בין האוניברסיטאות) – תיאור הפתרון המוצע בפרק 6.
- 2.2. תפעול וניהול רשת הגריד והייצוג בקהילה הבינלאומית ע"י גוף מנהל עצמאי במסגרת מחב"א. הגוף ידאג לנושאים התפעוליים, מנהלתיים, טכנולוגיים, כללי השתתפות ברשת GC, נושאי אבטחת מידע, הרשאות, פיתוח הרשת, תקציב. הגוף יראה לפניו את טובת המחקר, ההוראה, ותמיכה בתעשייה בארץ. הגוף ינוהל ע"י ועדת היגוי שתקבע את התקנות שלו. בוועדת ההיגוי ישתתפו נציג אקדמיה, התעשייה, מערכת הביטחון, ומשרד התמ"ת. ועדת ההיגוי תהיה אחראית כלפי תל"ם. תאור הגוף המנהל ראה בפרק 7.
- 2.3. תמיכה במחקר GC ע"י הקרן הלאומית למדע בהיקף שנתי בס"ג של 1 מיליון ש"ח לטובת אוניברסיטאות שיקימו אצלן פעילות מחקר GC וגם הוראת GC. תמיכה בהוראה בהיקף שנתי של 100,000 ש"ח לכל אוניברסיטה שתקיים הוראת ומחקר GC. מידע נוסף בפרק 9.
- 2.4. תשתית GC תשרת את התעשייה בארץ ובמיוחד את תעשיית ההייטק. התעשייה תתחבר על חשבונה למערכת GC באמצעות רשת אילן. עלות השימוש במערכת GC יקבע ע"י הגוף המנהל, במטרה לעודד שימוש במערכת GC ע"י התעשייה. צרכי התעשייה מתוארים בפרק 3 והשתלבותה במערכת GC מתוארת בפרק 10.
- 2.5. מערכת הביטחון תסתייע בידע ובניסיון של מערכת GC כמודל להקמת מערכת GC ייעודית עבור מערכת הביטחון, וכן בידע במוסדות המחקר בארץ, ובקשרים למפתחים בעולם בתחום ה-GC ראה פרק 11.
- 2.6. רשת אילן פועלת היום תחת עומס נתונים כבד. לצורך תמיכת רשת אילן בדרישות GC של הפיזיקאים, ושל מערכות GC בכללותן. מומלץ להרחיב את רוחב הסרט של הרשת. ראה פרק 12.

3. תקציב (ראה פרק 8):

הערכת הועדה לתקציב הקמת ותפעול מערכת G.C :

סך כל עלויות משוערות:

עלות שנתית ממוצעת	תוספת 20% בלתי מתוכנן	עלות ל- 4 שנים	
\$192,500 לשנה	\$154,000	\$924K	כ"א
\$67,500 לשנה	\$54,000	\$324K	ציוד
\$300,000	-	\$1.2M	תקשורת
\$30,000	-	\$120K	נסיעות וכנסים
\$ 590,000			סה"כ:
	סה"כ ל 4 שנים:	\$ 2.6M	

4. לוח זמנים

- 4.1. הקמת Pilot המבוסס על המערכת המרכזית וחיבור שני אתרי GC ותפעולם במשך 3 חודשים לפחות – סה"כ 6 חודשים.

4.2. חיבור אתרים נוספים בקצב של אתר GC לחודש.

4.3. חיבור GC של הפיזיקאים לרשת הבינלאומית תוך 6 חודשים.

4.4. הועדה ממליצה לממן את הפרויקט למשך ארבע שנים. להלן הפעילות המשוערת:

מספר אתרים	פעילות	
5 אתרים, אחד מהתעשייה	הקמת התשתיות של Isragrid	שנה ראשונה
10 אתרים, 3 אתרי תעשייה	גיוס גופים המודעים לצרכי הגריד שימוש בקורסים אקדמיים	שנה שנייה
מעבר לתשתיות Self Sustained	פניה לתעשייה שאינה מודעת לגריד	שנה שלישית
התקנת ממשקי Web נוחים לאדמיניסטרציה ומשתמשים	הכשרת גורמים מסחריים להקמת אתרים ותפעולם	שנה רביעית

תוכן עניינים

2	מבוא
2	המלצות הועדה
3	פירוט ההמלצות
3	תקציב
3	לוח זמנים
6	פרק 1 - המטלה ויעדי הבדיקה
7	פרק 2 - רקע והגדרות
9	פרק 3 - שימושים לישראל-גריד
11	פרק 4 - גישות טכנולוגיות
12	פרק 5 - אסטרטגיה
13	פרק 6 - המלצה ליישום - אפיון טכנולוגי
15	פרק 7 - המלצה ליישום - תפעול וניהול רשת הגריד
19	פרק 8 - המלצה ליישום - שכר, ציוד ותקציב כולל
21	פרק 9 - המלצה ליישום - הוראה ומחקר בנושאי הגריד
21	פרק 10 - המלצה ליישום - תעשייה
22	פרק 11 - המלצה ליישום - מערכת הביטחון
22	פרק 12 - המלצה ליישום - תמיכה בתשתיות מחשוב גריד באוניברסיטאות
24	נספח א - רשימת מצגות חוץ בפני הועדה
25	נספח ב - שאלון משוב שהופץ לאקדמיה ולתעשייה
26	נספח ג - דרישות תשתית אטלס בישראל

1. המטלה ויעדי הבדיקה

פורום תל"מ החליט בישיבתו מיום 4/1/2007 להקים ועדת בדיקה מקצועית שתבחן את הצורך והאפשרות להקמת והפעלת רשת 'גרید' לאומית בישראל. ב-22/1/07 מונתה וועדה כנ"ל בראשותו של מר יהודה זיסאפל ובהשתתפותם של מומחים מהתעשייה ומהאוניברסיטאות.

בראיה לאומית ה'גריד' צריך לאפשר יכולת ביצוע פרויקטי מחקר ופיתוח באקדמיה ובתעשייה בהיקפים גדולים שלא התאפשרו עד היום תוך חיסכון בהוצאות המחשוב. ה'גריד' אמור לאפשר שיתוף משאבי מחשוב בין גורמים בתעשייה ובאקדמיה העוסקים במחקר ופיתוח, להוזיל עלויות ולבסס תשתית לקידום המו"פ עתיר כושר חישוב במגוון תחומים רחב.

היות ומדובר בתשתית לאומית שעשויה לסייע לאקדמיה ולתעשייה, למגזר המסחרי ולמגזר הביטחוני, יש מקום לבחון את הצורך בהתערבות הממשלה (באמצעות פורום תל"מ) לסיוע בהקמת רשת 'גריד' לאומית, לתקופת זמן של עד 4 שנים.

תפקידי הוועדה:

1. הנכם מתבקשים לבחון האם ממשלת ישראל צריכה לפעול להקמת, הפעלת ומימון רשת 'גריד' לאומית, ולהמליץ על כך, תוך התייחסות לתפוקותיה הצפויות של הרשת ולפוטנציאל הכלכלי שלה בהשוואה לעלויותיה החזויות.
2. איתור הנושאים ותחומי העניין לשימוש ברשת ה'גריד'.
3. זיהוי המשתמשים הפוטנציאליים בהתאם לתחומי העניין השונים.
4. איפיון טכנולוגי – מבנה הרשת, ארכיטקטורה, חומרה, תוכנה, מנגנוני אבטחת הנתונים, מערכות ניהול וכו'.
5. הערכת עלויות הקמה, שימוש ותחזוקה.
6. פריסה גיאוגרפית וארגונית.
7. מודל הפעלה מומלץ.
8. הגדרת משך הזמן להפעלת הרשת בתמיכה ממשלתית/ ציבורית.

עקרונות פעולה:

1. הרשת תוגדר כרשת למחקר ופיתוח בלבד.
2. החברים ברשת הלאומית ישתתפו במימון ההוצאות המשותפות להקמה ותפעול שוטף של רשת ה- GRID.
3. כל מוסדות המחקר והתאגידים העסקיים העוסקים במו"פ יוזמנו להצטרף לרשת, בתנאים שווים שיוגדרו מראש.
4. הרשת תהיה זמינה לשימוש חבריה, בגישה מאובטחת.
5. כל חבר ישא בעלויות הפנימיות שלו ויוכל להוסיף משאבים (מחשבים, יחידות אחסון וכו'), המותקנים באתרו, לשימושם של כלל החברים ברשת.

2. רקע והגדרות

הגדרות:

בדרך כלל, משאביה של מערכת מחשוב (כגון מעבדים, זיכרון, שטחי אחסון, ונתונים) עומדים אך ורק לרשות מספר קטן יחסית של יישומים קבועים המותקנים ופועלים על מערכת זו. תקשורת עם מערכות אחרות כפופה אף היא לצרכיהם של אותם יישומים קבועים.

לאחרונה התפתחו בעולם טכנולוגיות וסטנדרטים המאפשרים חיבור מערכות מחשב מבודדות למערכת מקבילית ומבוזרת, בצורה המאפשרת שיתוף, בחירה ואיחוד של משאבים אוטונומיים ומבוזרים גיאוגרפית, באופן דינאמי בזמן פעולתם, בכפוף לזמינות המשאבים, יכולותיהם, ביצועיהם, עלויות, ורמת השירות הנדרשת.

מערכות מבוזרות אלה נקראות "גרید" - מושג הלקוח מרשת אספקת החשמל. (בעברית הוצע המושג "מחשוב שריגי", שטרם נקלט).

יתרונות:

יתרונות מיחשוב הגריד כוללים בין היתר:

- העמדת כמות גדולה מאד של משאבים לרשות יישומים ומשתמשים שלא היו יכולים להרשות לעצמם כלל נפחים כאלה, והקטנת העלויות של יישומים עתירי משאבים.
- שימוש יעיל במשאבים פנויים ויכולות מחשוב שאחרת היו מתבזבזים, העברה וחלוקה של עומסים בין מחשבים עמוסים לפנויים, ומתן גמישות רבה לארגון הזקוקים למשאבים.
- ביצוע חישובים במקביל על מספר רב של מחשבים לקיצור הזמן הכולל הנדרש לביצועם.

בעולם קיימות מספר רשתות גריד המחברות מוסדות רבים וביניהן:

- EGEE: רשת אירופאית המחברת גורמי מחקר ואקדמיה, ופתוחה אף לתעשייה. ב EGEE למעלה מ 40,000 מעבדים, בלמעלה מ 150 אתרים, ביותר מ 30 מדינות. משתמשיה עוסקים ביישומי פיזיקה של אנרגיות גבוהות, רפואה וביז-אינפורמטיקה, מדעי כדור הארץ, אסטרופיזיקה ועוד. הרשת משמשת בין היתר את פרויקט מאיץ החלקיקים של CERN, לצורך איסון כמיות המידע האדירות והחישובים המורכבים במסגרת Large Hadron Collider Computing Grid.
- בתעשייה מיושמות מערכות גריד בדרך כלל באופן פנים ארגוני – בשל צרכי אבטחת מידע. בחברת אינטל למשל, שותפים מחשבים בכל רחבי החברה בסימולציות ובבדיקות של שבבים חדשים ובחברה פיננסית JPMORGAN מתבצעים חישובי סיכונים ועסקאות מורכבים בעזרת גריד פנימי על חוות מחשבים מרכזית ועל מחשבים המפוזרים בארגון.

- Open Science Grid (OSG =): מערכת גריד אמריקאית הקושרת 11 אוניברסיטאות ו-4 מעבדות לאומיות. בין נושאי המחקר: היתוך גרעיני (fusion), כימיה, פיסיקה של אנרגיות גבוהות, מדעי הסביבה ונושאים רבים אחרים.
- מערכות גריד נוספות מפותחות בסין ובסינגפור.
- קיימים מספר יישומי גריד כלל עולמיים, המסתמכים גם על מחשבים ביתיים. למשל בפרויקט SETI@HOME של NASA, הבוחן אותות מן החלל בחיפוש אחר סימנים המעידים על קיום אינטליגנציה חוצנית משתתפים למעלה מ-1.5 מיליון מחשבים. בפרויקט Rosetta@home מסייעים למעלה מ-300,000 מחשבים בנייתו חלבוניים לפיתוח תרופות.

גריד בישראל:

בישראל חברות כל האוניברסיטאות בארגון הגריד האקדמי הישראלי (IAG), ובו כרגע 5 אתרים הרשת מחוברת ל EGEE המוזכרת לעיל.

הגריד האקדמי הישראלי נחשב לקטן ותרומתו ל EGEE מבחינת משאבי מחשוב ומהירות תקשורת היא קטנה מאד, ובהשוואה לשאר חברי ה EGEE, ישראל נמצאת הרחק מאחור, בין מדינות שבדרך כלל פיגרו מאחוריה בתחום המדע והטכנולוגיה.

בנוסף קיים בארץ איגוד משתמשים הנקרא האיגוד הישראלי לטכנולוגיות גריד (IGT), המאגד כ-40 חברות לצורך שיתוף מידע, למידה וניסיון בתחום. הארגון מקושר גם לארגוני גריד בעולם, ולאחרונה הזקמה בו מעבדה לשימוש התעשייה. הארגון נתמך ע"י משרד התמ"ת.

מערכת גריד כארגון:

מערכת גריד אינה רק רשת מחשבים – היא ביסודה קודם כל ארגון של מוסדות אשר מצאו דרך ליצור ביניהם קשרים שיאפשרו מצד אחד שיתוף ושימוש יעיל במשאבים יקרים, ומצד שני, פיתוח מנגנונים המאפשרים הקצאת משאבים, שליטה ובקרה, הסכמה על סטנדרטים טכנולוגיים, ואבטחת מידע. מנגנונים אלה אינם קבועים אלא מתפתחים בצורה דמוקרטית מוסכמת עם התקדמות הטכנולוגיה, השינויים בצרכים, והתפתחות הארגון עם הצטרפות חברים חדשים וחיבור לרשתות גריד אחרות.

רק מיעוט ממשאבי הגריד הם מערכות מרכזיות הנמצאות בבעלות הקבוצה. ברובם הם משאבים אוטונומיים הנמצאים בבעלות מוסדות חברים, וכל מוסד מחליט בעצמו להקצות את כולם או חלקם לשימוש בגריד בו הוא חבר. לעתים קרובות, הקצאת משאבי הגריד למשתמש כלשהו תלויה בין היתר בכמות תרומת המשאבים שהקצה אותו משתמש לטובת הגריד.

מוסד יכול להיות חבר ביותר מגריד אחד, וארגון גריד יכול להכיל בתוכו מספר ארגונים וירטואליים (Virtual Organizations). בדרך כלל לכל VO יש נושא מאחד, וכל VO יכול לקבוע לעצמו כללים נוספים על אלה המחייבים את חברי ארגון הגג, למשל הקצאת משאבים מתוך אלה שנתרמו על ידו, בצורה המעדיפה פרויקטים במסגרת הנושא המאחד, על פני פעילויות אחרות באותו גריד.

אלטרנטיבות לגריד:

פתרונות אחרים לצרכים למשאבי מחשוב רבים כוללים רכש עצמאי, פנים מוסדי, או שימוש במחשבי על הנרכשים ומנוהלים על ידי גורם מרכזי.

3. שימושים לישראל-גריד

מדע עתיר-מחשוב (e-science)

תחומים שונים במדע זקוקים לאמצעי מחשוב שחורגים מהיכולת של אוניברסיטה בודדת או של ארץ אחת. הגריד מאפשר מחשוב בכל סקאלה ועל כן הוא התשתית הנחוצה בתחומים אלה. הגריד מאפשר בצורה זו לפתור בעיות של נושאים עתירי מידע, נושאים עתירי חישוב ומאפשר עבודה משותפת של קבוצות בינלאומיות בנושאים משותפים.

נושאים עתירי מידע

בתחומים מדעיים בהם יש לטפל במאגרי מידע ענקיים, הגריד נותן מענה על ידי ביזור המידע על פני מערכות מחשוב במקומות גיאוגרפיים שונים. זהו הפתרון הדרוש על מנת לקיים המחויבות הישראלית במסגרת פרויקט ATLAS ב-CERN. מערכת זו תטפל במחקר מדעי בנושא פיסיקת החלקיקים ותפקידה לנתח מאגרי נתונים ענקיים שיצטברו בניסיונות שיערכו ב-CERN. הקבוצה הישראלית תורמת קצת יותר מאחוז אחד מכלל המשאבים של פרויקט בינ"ל זה.

תחומי מדע אחרים שמתאימים לקטגוריה זו הם מדעי כדור הארץ (תחזיות מזג אוויר), מדעי הרפואה (דימות (imaging) והשימוש בתמונות וסרטים רפואיים), מדעי החיים (מאגרים ביואינפורמטיים) וכו'.

נושאים עתירי חישוב

בעיות חישוב כבדות - כגון בעיות זרימה (CFD – Computational Fluid Dynamics), בעיות אסטרופיזיקליות, בעיות מבנה כימי של חומרים - מבוצעות כיום במרכזי מחשבים בעלי מחשבי-על או בחוות מחשבים גדולות. במוסדות האקדמיים בישראל אין כיום מחשב-על אך קיימים כמה חוות מחשבים שנותנות מענה חלקי בלבד לבעיות אלה. בשל כך, חלק מהמשתמשים נאלצים להריץ את עבודותיהם בחו"ל. הגריד יכול לתת מענה לאותם משתמשים, ובמיוחד אם ניתן יהיה גם לגשת למחשבי-על באמצעותו.

היתרונות של הגריד לתעשייה

הגריד הישראלי - בנוסף להיותו ממשיך לגרידים בינלאומיים - יהווה גם תשתית למחשוב ולפיתוח טכנולוגי בתוך ישראל. הפעילות הפנים-ישראלית תתרחש במסגרת VO (קבוצת משתמשים - Virtual Organization) ישראלי, שכל צמתי הגריד הישראלי יהיו פתוחים בפניו. צרכן תעשייתי - כגון תעשיית הזנק צעירה - יוכל להשתמש בגריד הישראלי

כמשאב לפיתוח טכנולוגי, שיהווה פתרון יעיל וחסכוני לחברה קטנה, שאין ביכולתה להשקיע בחוות מחשבים גדולה ובתצורות מורכבות של יחידות מחשוב.

צורכי התעשייה היום כוללים בעיקר רשת מבוזרת לסביבת פיתוח ובדיקות מבוזרת במעבדה וירטואלית, דבר שאינו זמין היום למרבית חברות התעשייה וחברות ההזנק. בנוסף יש דרישות ידועות למשאבי חישוב ואחסון למחקר ופיתוח, ואנו צופים כי הן יגדלו עם זמינות המשאבים. כמו כן יהיה ערך רב לשיתוף. תכני הדרכה והכשרה מקצועית מתקדמים, ולתשתיות חומרה ותוכנה לשיתופי פעולה בין התעשייה והאקדמיה.

חשיבות הגריד למשתמשים בסדר גודל בינוני בתעשייה ובאקדמיה

קיימים תחומי מו"פ רבים שזקוקים למשאבי מחשוב בסדר גודל בינוני (חוות מחשבים בעלות 10-50 מעבדים). כיום נמצא מענה לרבים מהצרכים הללו במסגרות הקיימות באקדמיה ובתעשייה. להערכתנו עוצמת כלל חוות המחשבים באוניברסיטאות בישראל עולה על 4,000 מעבדים, וגדלה ברמה של 1,000 בשנה. צריכה של משאבי גריד יכולה להיות פתרון יותר יעיל מהקמת חוות מחשבים נפרדות, במיוחד עבור צרכנים שאינם מנצלים את מאגרי המחשוב באופן קבוע. על מנת שאלטרנטיבה זאת תהיה בת ביצוע יש להעמיק הדרכה בנושאי גריד ולבנות אמון של המשתמשים במערכות אלה.

חשיבות הגריד למערכת הביטחון

מערכת הביטחון הנה צרכנית של משאבי חישוב גדולים. תעשיות הביטחון וכן גם זרועות של מערכת הביטחון מקימות חוות מחשבים גדולות וזקוקות להגדלות משמעותיות נוספות. מבחינה לאומית זהו בזבז. אם ניתן היה לאפשר לגופים אלו לעבוד במערכת גריד – היו נחסכים משאבים לאומיים רבים וגם מוסדות אלו היו זוכים לכושר חישוב גדול יותר בזמן קצר יותר מאשר דרך גיוס משאבים והקמה של מערכת פרטית.

הגריד הישראלי יהווה בנוסף לתפקידיו וחשיבותו למחקר ולתעשייה גם מודל הקמה לגריד נוסף שישרת את מערכת הביטחון בלבד. הניסיון שיירכש בהקמת הגריד הישראלי, הקשר למפתחים בעולם והניסיון שיירכש בנושאי אבטחה ופרטיות יסייע בשכנוע מערכת הביטחון בהקמת "אוטוטרואדת תקשוב ביטחונית" שתאפשר כושר חישוב ענק לגופי ביטחון שאינם קיים היום וזאת במחיר זול בהרבה מהמחיר שהיה מושקע בצורת העבודה הנוכחית כאשר כל גוף מקים מערכת נפרדת.

חשיבות הגריד להתפתחות הדיגיטלית בישראל

לגריד יש חשיבות רבה לפתוח מערכות שישתמשו בהם צרכנים שאין להם קשר ישיר למחשוב. כמה דוגמאות לכך הם:

ספריות דיגיטליות. מערכות אלה, כדוגמת הפרויקט Diligent, אמורות לאפשר הצלבה של נתונים מתחומים שונים ולפתח אסטרטגיות חדשות על בסיס מידע שלא היה זמין לפני כן.

ממשל דיגיטלי (e-government). פתוח נרחב של מערכות אלה מחייב קישוריות בתצורת גריד. שילובם במערכות אירופיות או אחרות דורש חיבוריות גריד בינלאומית.

מידע רפואי. אחוז מאגרי מידע של מרכזים רפואיים טבעי שייעשה בגריד לאומי שיאפשר, תוך שימוש באתר ידידותי למשתמש, גישה לכל המאגרים תוך שמירה על סודיות מקצועית.

להשוואה ניתן לציין שמערכת השאילתות של גוגל מבוססת על מערכת דמוית-גריד הנחוצה לתיווך בין מערכות מבוזרות לניהול המידע הרב שעליו היא מסתמכת.

אין ספק שהעתיד הטכנולוגי יכול לנשאים אלה ואחרים שיצטרפו להתבסס על מערכות מחשוב ותקשוב גדולות ומבוזרות. ישראל צריכה להשתלב בהתפתחות הדיגיטלית העולמית, והקמת ישראגריד היא צעד חשוב בכיוון זה.

4. גישות טכנולוגיות

הועדה החליטה להגדיר את הגריד באופן הבא :

"A type of parallel and distributed system that enables the sharing, selection, and aggregation of geographically distributed autonomous resources dynamically at runtime depending on their availability, capability, performance, cost, and users' quality-of-service requirements."¹

רשת הגריד תאפשר קישוריות ושיתוף משאבים של ארגונים בישראל בינם לבין עצמם וקישוריות לתשתיות גריד לאומיות מהעולם.

בפני הועדה הוצגו גישות שונות הנהוגות במקומות שונים בעולם :

- **הגישה הריכוזית** – להקים מספר מצומצם של מרכזים גדולים ולחבר ביניהם באמצעות רשת תקשורת מהירה מאוד. כך יכולה כל עבודת עיבוד לנצל את מלוא עוצמת המחשוב בכל אתר ולאפשר פתרון של בעיות חישוביות שאין אפשרות לפתור בדרך אחרת. חיסרון הגישה הזו הוא המחיר היקר לתחזוקה ושדרוג, הריכוזיות שיוצרת תלות רבה וחוסר האפשרות לשתף משאבים עם גורמי חוץ.²
- **הגישה המבוזרת** – מאפשרת לחבר בין מערכות מחשב נפרדות. גישה זו מתאימה להגדרת הגריד כפי שקבעה הועדה ויתרונה הגדול הוא בניצול יעיל את משאבים מצד אחד, שרידות גבוהה וחוסר תלות בגורם מרכזי מצד שני. החיסרון הוא הצורך

¹ <http://www.gridcomputing.com/gridfaq.html> (Buyya)

² בעבר היה ברשות האקדמיה מחשב על עבודת בעיות שזו הדרך ה"טבעית" לפתור אותן. בשל עלויות גבוהות וחוסר עניין לא שודרג המחשב וכיום אינו זמין.

בקישוריות וניהול של תצורת עבודה זו. תצורה זו נהוגה כתשתית גריד באירופה³ ובארה"ב⁴.

לפי הגדרת הוועדה, מתבקש לבחור בתצורה של הגישה המבוצרת. התוכנות המאפשרות קישוריות ושיתוף משאבים הנקראת תווכה (middleware) ותבסס על סטנדרטי ה-Open Grid Forum (OGF)⁵. מומלץ לבחור תצורת עבודה שקיימת המאפשרת קישור לפרויקטי גריד נוספים. באחריות ה-Isragrid לדאוג להתקנה ותפעול המערכת המאפשרת עבודה בגריד בין האתרים השונים בישראל והקישוריות לפרויקטים אחרים. כל משתתף רשאי לבחור לעצמו את סט התוכנות המועדפות עליו ובתנאי שידאג לקישור למערכת המרכזית ויתאימו למדיניות החיבור.

5. אסטרטגיה

רצ"ב טבלת ניתוח של 3 אסטרטגיות הפעולה האפשריות ומשמעותה של כל אסטרטגיה. לצד כל פרמטר מופיע משקלו היחסי בחשיבות הלאומית של אותו פרמטר ובטבלה מופיע ציון מ 0 עד 10 של הפתרון אותו מציעה אותה דרך לכל אחד מהפרמטרים הרלוונטים לשקלול. בסוף הטבלה – ציון מסכם לכל דרך נבחרת.

יכולת חישוב 35%	כל משתמש לעצמו	סיוע בהתקשרות	הקמת גריד לאומי
ייוצר חוסר יכולת להתחרות בשטחים בהם נדרשת יכולת עיבוד גדולה. (7)	מנגנון לא שוויוני ולא מספק. לא נגיש ולא זמין מיידית. (8)	מספק צרכים מידיים ופותח אופק לא מוגבל לצרכים עתידיים. (9)	
בעיה חמורה מאד בנושאים בהם נחוצה גישה למאגרי מידע ענקיים. (5)	לא ישים, לא נגיש ולא זמין. (6)	מאפשר עיסוק בנושאים הדורשים גישה למאגרי ענק (9)	
אין תשובה לפרויקט אטלס. עיכוב במחקר ועמדת נחיתות לנושאי עתירי משאבי חישוב. (4)	ניתן לסייע לאקדמיה דרך מנגנון קבע. יחד עם זאת יינזק שיתוף אקדמיה-תעשייה. (8)	פתרון מלא וגמיש לאקדמיה כולל סיוע שלה בפיתוח התחום והנחלתו לתעשיות. (9)	
כרגע אין דרישה חריגה וגם לא תיווצר דרישה אם היכולת לא תהיה זמינה. בעיה קשה לחברות הזנק. (7)	מנגנון מנופח, מפלה ומעכב צמיחה. (7)	גישה פשוטה וזמינה, מעודד צמיחה וטכנולוגיות חדשות, גיבוי אקדמי. (9)	
קבורת הנושא. (4)	קבורת הנושא (6)	מעבדה נוחה לקידום הטכנולוגיה (9)	
אפס. אך גם פגיעה בצמיחה הכלכלית והטכנולוגית. (4)	מחיר ללא שליטה, בזבוז משאבים. (6)	מחיר מוגדר, בשליטה וניתן להחליפו אחר תקופת הרצה בדמי שימוש. (8)	
סה"כ שקלול	5.35 מתוך 10	7 מתוך 10	8.9 מתוך 10

הפתרון המומלץ הנו הקמת גריד לאומי. פתרון זה ייתן תשובה לצרכים, יעודד צמיחה ופריצות דרך תעשייתיות, יאפשר תמיכה וגידול של מומחים לכל הצרכים הלאומיים ויהיה במחיר נשלט

³ [http://www.eu-egi.org/public/EGI%20Vision%20\(v1.1\).pdf](http://www.eu-egi.org/public/EGI%20Vision%20(v1.1).pdf)

⁴ <http://www.opensciencegrid.org/>

⁵ <http://www.ogf.org/> and mainly: OGSA (<http://www.ogf.org/documents/GWD-I-E/GFD-I.030.pdf>)

. תפקידה של המדינה היא

להקים את ה"אוטוסטראדה" והציבור ישתמש בה ויחזיר את ההשקעה דרך צמיחה ואח"כ דמי שימוש.

6. המלצה ליישום - אפיון טכנולוגי

העבודה בגריד מורכבת מרכיבים שונים אשר איחודם נותן למשתמש את התחושה של עבודה במערכת אינטגרטיבית. ה- OGF הגדיר את הארכיטקטורה כ- Open Grid Architecture (OGSA) Services Architecture והמבוססת על המרכיבים והשירותים הבאים:

תוכנת המסגרת (Fabric)

התוכנה הדרושה לכל משאב בכדי לזהותו ולעבוד עימו בגריד. כל משאבי מצריך תכנת ניהול עצמאית עם קישור לתוכנה. ניתן להבחין ב-שלושה סוגי משאבים:

- מעבדים - להתקין תוכנת ניהול תורים מקומית (queuing system) המאפשרים הרצת עבודה על מספר מעבדים באתר אחד כגון: Condor, LSF, Torque, Sun Grid Engine.
- אחסון - ניתן לעשות שימוש בכל אמצעי אחסון שיתופי וכדאי לשים לב לתכנת ייעודיות לתחום תוכנות מערכות קבצים לצבירי מחשבים המיועדים לאפשר עבודה בקצבים גבוהים כמו Lustre ו- PVFS2.
- תקשורת - ניהול רוחב פס (בד"כ ע"י QoS) ע"י הקצאת רוחב פס ותעדוף Sessions.

קישוריות (Connectivity)

אופן ביצוע החיבור בין המשאבים והמשתמשים מרמת פרוטוקולי התקשורת, דרך אמצעי האבטחה ועד לאופן יצירת יחסי האמון בין משאבים ומשתמשים. השירותים הדרושים לפעילות הגריד:

- Single Sign On - מנגנון המאפשר הזדהות חד פעמית ללא תלות במספר המערכות שעימן עובדים.
- Delegation - היכולת להאציל הרשאות ממשתמש לתכנית הרצה בשמו לתכניות הבנות.
- יחסי אמון מבוססי משתמש המאפשר לכל משתמש לגשת למשאב מהנתונים של המשתמש עצמו וללא תלות באתרים אחרים.
- ציות למדיניות אבטחת מידע של כל אתר.

שיתוף משאבים

- בכדי לשתף משאבים הממוקמים באתרים שונים יש צורך במנגנונים להקצאת המשאבים:
- מידע על משאבים - מאפשר קבלת מידע אודות המשאבים הקיימים, מצבם ומדיניות השימוש בהם.

- פרוטוקול ניהול – אחראי על הקצאת המשאבים, ניהול תור ושחרור המשאבים.

שיתופיות

שכבה האחראית על התקשורת בין אוסף של משאבים.

- שירותים לקהילות משתמשים – המאפשרים ניהול של משתמשים (כולל הרשאות), משאבים וחשבונאות עבור ה-VO הקיימים.
- ניהול הקצאות ועדיפויות – המאפשרים פיקוח על הקצאות של משתמש ב-VO על משאבי ה-VO, יצירת שירותי broker להקצאות משאבים פנויים וכד'.
- ניהול קבצים כמו שירותי Catalog ו-Replications של מידע על פני אתרים שונים.
- ניטור משאבים, אבחון תקלות, חשבונאות וכד'.
- סביבת פיתוח ותכנות התומכת בסביבה מבזרת לפי הצורך.

כיום סט הכלים של Globus 6 הם הסטנדרט דה-פאקטו בתחום זה והם כוללים כלים המיישמים חלק משירותי הקישוריות, שיתוף המשאבים ושיתופיות. לא לכל השירותים המוזכרים ב-OGSA קיימים כיום וחלק מהשירותים מיושמים באופן חיצוני (כמו CA⁷).

באופן אנלוגי לעולם האמיתי, המשאבים והמשתמשים שייכים ליחידת ניהול של הגריד הנקראת Virtual Organization (VO). המשתמשים מזדהים כנגד VO ובעלי המשאבים מאפשרים גישה למי שחבר ב-VO מסוים. באמצעות מערכת VOMS ניתן לנהל מערכת משתמשים היררכית בה יש לכל משתמש בכל VO תפקיד מוגדר וההרשאות באתר היעד מוגדרות בהתאם להגדרה זו.

אבטחת מידע

אבטחת המידע הוא אחד הנושאים ה"פתוחים" בנושא ה-Grid. ישנם שלושה היבטים שונים לנושא:

- זיהוי משתמשים (ע"י בעלי המשאבים) והמשאבים (ע"י המשתמשים) וקביעת הרשאות בהתאם למשאבים. ניתן ליישם זאת ע"י שימוש ב-PKI Certificates ע"י CA שיוכרו ע"י Isragrid. זיהוי המשתמשים ייעשה באמצעות VOMS - Virtual Organization Management System ומיפוי לקודי משתמש מקומיים ייעשה בכל אתר. בכדי להאציל סמכויות ייעשה שימוש ב-myproxy עם התייחסות ל-VO שבו מוכר ה-Certificate של המשתמש.
- הגנה על ה-site תוך כדי אפשרות שיתוף משאבים ונתינת הרשאות למשתמשים חיצוניים יהיה לפי מדיניות הארגון. אין כוונה לשנות מדיניות אבטחת מידע של ארגונים. במקרים מיוחדים יתבקשו האתרים לשים את הציוד ב-DMZ או במקום פחות מוגבל מבחינת אילוצי אבטחת מידע.

⁶ <http://www.globus.org/>

⁷ ה-Certificates Authorities נגשים ביניהם ומחליפים מפתחות של ה-CA המאושרים.

- טיפול באירועים חריגים ייעשה ע"י צוות ה-CERT - Computer Emergency Response Team של מחב"א או צוות מקביל כפי שתמצא לנכון מנהלת Isragrid ובתיאום עם צוותי ה-CERT בפרויקטים ש-Isragrid מעורב בהם. במידה וישנה בעיית אבטחת מידע מיוחדת יהיה צוות ה-CERT אחראי על התיאום הנדרשים לפתור את הבעיה.

Genius - ו- Gilda

ישנם מספר אתרי גריד למשימות ממוקדות. אחד הידועים שבהם הוא Gilda⁸ ופורטל Genius⁹ המשמש VO להדרכה והתנסות ב-Grid. למעשה Gilda מוגדר כ-VO המיועד להתנסות בטכנולוגיית Grid ומאפשר קבלת Certificates קצרי טווח לשימוש מוגבל במשאבים שלו ללא צורך בהזדהות ארוכה כפי שמחייבים ה-Certificates Authorities השונים. הפעילות מרוכזת ע"י INFN¹⁰ וישראל משתפת אתר בעל מעבדים חלשים מאוד.

7. המלצה ליישום - תפעול וניהול רשת הגריד

- תפעול רשת הגריד והייצוג בקהילה הבינלאומית ע"י רשות הגריד שתהיה גוף עצמאי במסגרת מחב"א. בראש רשות הגריד יעמוד מנהל והאנשים יקבלו משכורתם דרך רשות הגריד. הגוף ינהל ע"י ועדת היגוי שתקבע את התקנות שלו.
- ה-IsraGrid יהיה ה-NGI (National Grid Infrastructure) הישראלי (כנדרש על ידי רשתות גריד בין לאומיות) וייצג בהקשר זה את ישראל בעולם.
- מדיניות מוצעת עבור IsraGrid: לתת שירותי שיתוף משאבים ושיתופיות ולהימנע מלתת שירותי תוכנות המסגרת והקישוריות.
- מומלץ כי ל-Isragrid לא יהיו משאבי מחשוב (לעיבודים כבדים) עצמאיים ופעילותו תתבסס על משאבי מחשוב שיתרמו ע"י האתרים השונים.
- יש לאפשר לכל site שיחפוץ להתחבר לרשת וכן לאפשר למשתמשים להשתמש ולגשת למשאבים ב-sites השונים בכפוף לצרכים ונהלי תפעול מתאימים
- ה-Isragrid יתפעל גם VO עצמאי שישרת את האקדמיה והתעשייה בישראל.
- מומלץ כי כל אתר המתחבר ל-Isragrid יתרום ממשאביו ל-VO של Isragrid כפי שנהוג בפרויקטים כדוגמת EGEE.
- התעשייה תוכל להגדיר לעצמה VO לפי הצורך.
- ה-Isragrid יעודד חברות תעשייתיות להצטרף ולהציע שירותים מבוססי גריד.

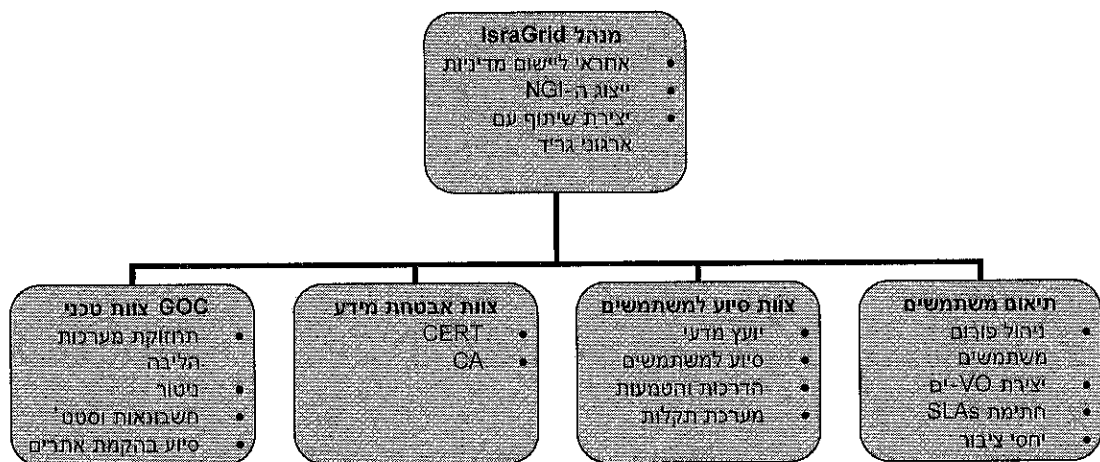
⁸ <https://gilda.ct.infn.it/>

⁹ <https://genius.ct.infn.it/>

¹⁰ <http://www.infn.it>

- ה-IsraGrid יסייע להקמת אתרי Grid בהתאם לתמחור שתקבע מנהל IsraGrid או באמצעות הפנייה למומחים בתחום.
- Isragrid יתבסס בשלב הראשוני על תשתיות פרויקט EGEE בתכנית המסגרת השישית. במשך הזמן יבחר את התשתיות המתאימות לצרכנים הישראליים ולמדינות שתקבע על ידו.
- כדאי להשתמש באתר Gilda ובפורטל Genius להדרכת Grid באקדמיה ולטובת התנסות של משתמשים בתעשייה.

מבנה ארגוני של IsraGrid



סבב אחריות (On Duty)

נהוג לחלק חלק מעבודת התחזוקה הטכנית של התקשורת Network Operation Center (NOC) או גריד (GOC) Grid Operation Center בין האנשים טכניים בעלי יכולות טכניות גבוהות אשר שייכים לארגונים שונים. בנושא Security ונושאים טכניים מתקדמים כדאי להקים צוותים שיתנו את השירות בתורנות.

מנהל הפרוייקט

- מנהל את פעילות ה-IsraGrid
- אחראי על ביצוע מדיניות ועדת ההיגוי
- מייצג את ה-NGI הישראלי
- אחראי על התחברות לפרוייקטי גריד נוספים

היקף משרה: בתחילת הפעילות 30% משרה. יש לשקול הרחבת המשרה לעד 50% כאשר מספר האתרים גדול מ-15 או מספר המשתמשים גדול מ-200.

משכורת: 25K ₪ לחודש לפי היקף המשרה.

צוות טכני – Grid Operation Center(GOC)

- אחריות על שרתי הליבה (כיום: Information Services , Global catalog, Broker, (VOMS
- איסוף מידע חשבונאי (צריכת משאבים) וסטטיסטי.
- מערכת ניטור

היקף משרה: שני אנשים, כל אחד ב 50% שיגבו אחד את השני. לצוות יצטרפו נציגים מכל האתרים לצורך תאום טכני בין כולם. הצוות המורחב יקיים תורנות יומית עבור פתרון בעיות במסגרת הגריד הישראלי.

אם תהיה חברה שתמכור שירותי גריד או יותר מ- 5 חברות תעשייתיות יש לשקול הגדלת הצוות ל- 2 אנשים משרה מלאה (בנוסף ל- On duty).

משכורת: 20K ₪ לחודש לפי היקף המשרה

צוות אבטחת מידע

צוות אבטחת מידע יעסוק בשני נושאים הראויים להתייחסות ותשומת לב:

- צוות (CERT) Computer Emergency Response Team
- אחראי על טיפול באירועי אבטחה בין ארגונים שונים.
- פרסום המלצות ואזהרות למדיניות אבטחת מידע לכלל האתרים.
- עבודה עם צוותי CERT אחרים בארץ ובעולם
- Certification Authority
- ניהול רישיונות דיגיטאליים לשימוש בגריד ב- Isragrid ופרויקטים מסונפים.
- קביעת מדיניות רישיונות עבור Isragrid
- עדכון מערכת ה-VOMS עם הרישיונות המתאימים

היקף משרה: בהתחלה 25% משרה עבור ה- CA ועוד 25% משרה עבור ה-CERT. הקמת אתר CA וקביעת נהלי עבודה שיאפשרו עבודה רציפה כמעט ללא התערבות תארך כ- 3 חודשי אדם כולל אישור ב- EUGridPMA. מיד עם תחילת הפעילות יש להפעיל מנגנון של On Duty בנושא Security. אפשר לבקש את השירות מה- CERT של מחב"א, IL-OPS, או ה-CERT של תהי"לה.

כאשר מספר האתרים יגדל הפעילות תהפוך למבוזרת וארגונים גדולים ידרשו להנפיק רישיונות בעצמם.

משכורת: 15K ₪ לחודש לפי היקף המשרה.

צוות סיוע למשתמשים

הצוות יעסוק בבעיות שבהם נתקל משתמש המעוניין לעבוד במערכת ה-Grid בשני היבטים:

- יועץ מדעי – יסייע למשתמשים "למקבל" את עבודת המשתמשים לתצורה חדשה
 - יועץ למשתמשים – סיוע helpdesk בנושאים הקשורים לתשתית המחשוב שעימה עובד ה-Isragrid.
 - הצוות יסייע בהכנת הדרכות למשתמשים לפי הצורך
- היקף הצוות:** בהתחלה יש צורך ביום בשבוע סיוע מדעי ועוד כ-20% משרה סיוע helpdesk. הרחבת הצוות לפי הצורך. ייתכן שבעתיד פעילות זו תמומן ע"י המשתמשים או שתהיה חברה שתתן את השירות בתשלום.
- משכורת: לפי 10K לחודש לאנשי HD בהתאם להיקף המשרה וכ-3500 ש"ח לחודש ליועצים מדעיים (לפי שכר של מתרגל)

תיאום משתמשים

אחריות על גיוס משתמשים, הטמעת הטכנולוגיה והפעלת צוותי עבודה מתאימים. נראה שעיקר המיקוד של הצוות יהיה על הבאת משתמשים מהתעשייה להשתמש ב-Grid. פעילויות הצוות:

- ניהול קבוצות עניין של משתמשים בישראל.
 - יצירת VO-ים לכל קבוצת עניין שיש בה צורך ויכולת לנהל VO עצמאי.
 - חתימת Service Level Agreement (SLA) עם הארגונים השותפים ב-VO כדי לאפשר שימוש הגון במשאבים.
 - יחסי ציבור כנדרש כדי להטמיע את הטכנולוגיה בישראל.
- היקף העבודה** יהיה בתחילה 20% ועם הגדלת הפעילות (מספר משתמשים ומספר אתרים) המשרה תגדל לעד 50%.
- שכר: לפי 25K לחודש בהתאם להיקף המשרה.

תחזית פעילות

הועדה ממליצה לממן את הפרויקט למשך ארבע שנים. להלן הפעילות המשוערת:

פעילות	מספר אתרים
שנה ראשונה	הקמת התשתיות של Isragrid
שנה שנייה	5 אתרים, אחד מהתעשייה
שנה שלישית	10 אתרים, 3 אתרי תעשייה
שנה רביעית	מעבר לתשתיות Self Sustained
	התקנת ממשקי Web נוחים לאדמיניסטרציה ומשתמשים
	הכשרת גורמים מסחריים להקמת אתרים ותפעולם

8. המלצה ליישום – שכר, ציוד ותקציב כולל

שכר¹¹ משוער (כ"א שנתיים במודל התחלתי ושנתיים במודל מורחב כולל תקורה)

	Monthly salary	%Job time 1 st stage	Salary for 1 st stage	%Job time 2 nd stage	Salary for 2 nd stage
Project manager	25000	30%	7500	50%	12500
Technical staff	20000	2X50%	20000	2X100%	40000
CA	15000	25%	3750	25%	3750
CERT	15000	25%	3750	25%	3750
User Assistance	10000	20%	2000	100%	10000
Scientific assistance (32 monthly hours = 100%)	3500	100%	3500	200%	7000
Users coordination	25000	20%	5000	50%	12500

שכר עובדים ל- 4 שנים בהנחה של שנתיים בכ"א ממוצם ושנתיים בכ"א מורחב כולל תקורה.

	כ"א ממוצם	כ"א מורחב
Per Month (₪)	45,500	89,500
Per Year (₪)	546,000	1,074,000
For 2 years (₪)	1,092,000	2,148,000
Total (4) years (₪)	₪ 3,240,000	
Total (4) years (\$)	(שער 4.2) \$ 770,000	

עלויות נסיעה והשתתפות בכנסים: \$30K לשנה, \$120K לארבע שנים.

משאבי מחשוב

Role	Description	(\$)		First 2 years		3-4 years	
		Cost/unit	Quantity	Cost	Quantity	Cost	
Operation servers	Information Services	2,500	1	2,500	1	2,500	
	Replica catalog	2,500	1	2,500	1	2,500	
	VOMS	2,500	1	2,500	1	2,500	
	Accounting	2,000	1	2,000	0	0	
	Ticketing system	2,000	1	2,000	0	0	
	Monitoring	2,000	1	2,000	1	2,000	
	WMS/RB	2,000	1	2,000	1	2,000	
	Web server	2,000	1	2,000	0	0	
	Testing	2,500	2	5,000	1	2,500	
	50TB of CHEAP storage	30,000	1	30,000	0	0	
Security	Network	5,500	1	5,500	0	0	
	Laptop + HD + DOK	3,000	1	3,000	0	0	
Lab	HSM	30,000	1	30,000	0	0	
	Servers	2,000	4	8,000	0	0	
	20 nodes	3,000	20	60,000	0	0	
Communication	Network	4,500	1	4,500	0	0	
	Participation in backbone operation uplink costs			0	0	0	
Cupboards electricity (inc. UPS), A/C	\$70,000 for 4 years						
		17,500	2	35,000	2	35,000	
Computer for workers	Laptops	2,200	6	13,200	1	2,200	
	Desktops	1,000	4	4,000	0	0	
		Total:		215,700		51,200	
Total cost:				\$ 266,900			

¹¹ השכר מוערך כשכר ברוטו ולא עלות שכר

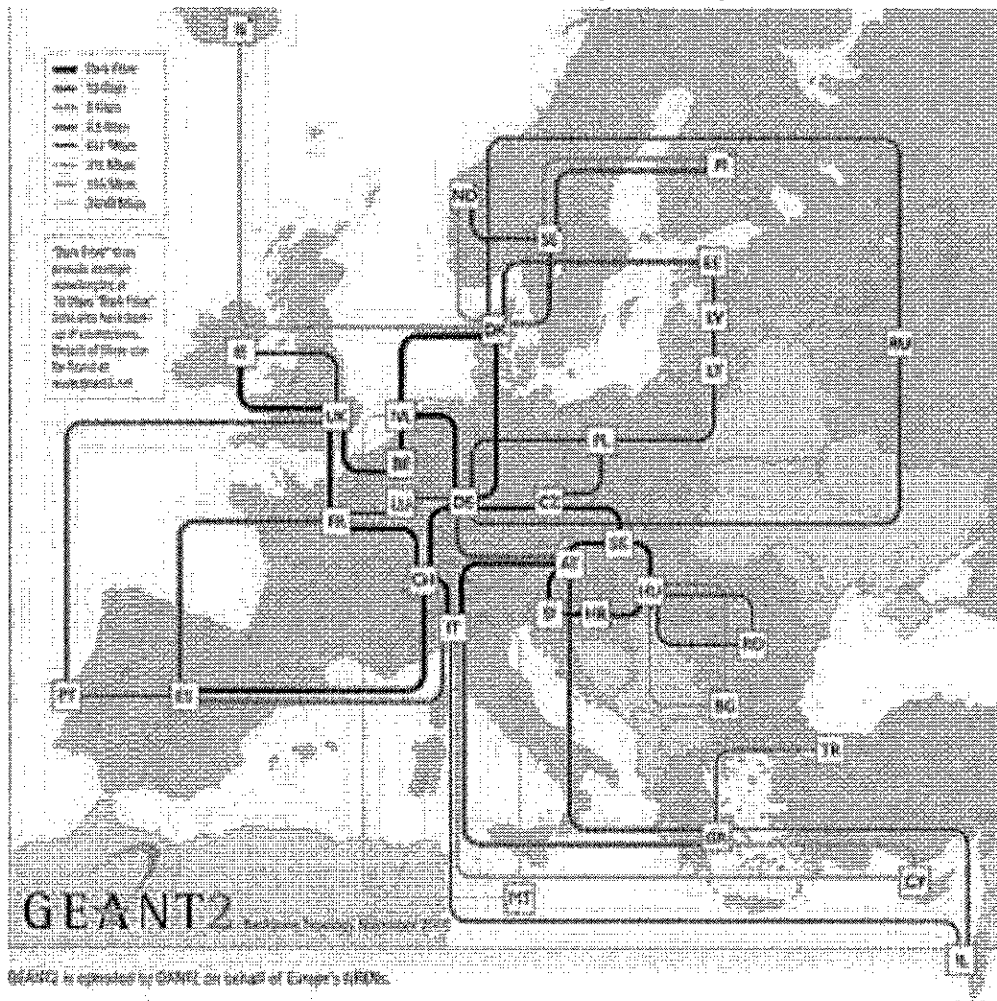
על פי הטבלה לעיל סה"כ עלויות חומרה, חשמל, מיזוג ל- 4 שנים מוערכות ב \$270K.

משאבי רשת

רשת איל"ן המשרתת את כל האוניברסיטאות ומנהלת ע"י מחב"א היא ה-backbone הישראלי למחקר ופיתוח. יו"ר ומנכ"ל מחב"א הציגו בפני הועדה נתונים המראים כי הרשת הישראלית היא מהאיטיות במדינות אירופה ובקצבים הדומים למזרח אירופה לשעבר (האיור מצורף). הועדה ממליצה להשתמש ברשת הקיימת כתשתית תקשורת ל- IsraGrid כאשר עלויות החיבור יהיו על המתחברים לרשת.

הועדה ממליצה לשקול בחיוב הרחבת הרשת לקצבים גבוהים יותר במיוחד לאור העובדה שהעלות אינה גבוהה במיוחד. רשת זו תשמש את המחקר המתבצע בתעשייה באמצעות חיבור למחב"א. מחב"א מעודדת חיבור של גופי מחקר תעשייתיים לרשת שלה.

עלות הרחבת הרשת לקצב של 2.5Gbps היא \$300K לשנה.



סך כל עלויות משוערכות:

עלות ל- 4 שנים	תוספת 20% בלתי מתוכנן	עלות שנתית ממוצעת	
\$924K	\$154,000	\$192,500 לשנה	כ"א
\$324K	\$54,000	\$67,500 לשנה	ציוד
\$1.2M	-	\$300,000	תקשורת
\$120K	-	\$30,000	נסיעות וכנסים
		\$ 590,000	סה"כ:
\$ 2.6M	סה"כ ל 4 שנים:		

9. המלצה ליישום – הוראה ומחקר בנושאי הגריד

המלצות ליישום ע"י ות"ת

- מומלץ על עידוד הוראת הגריד בלמודי תואר ראשון של מדעי המחשב או הנדסת מחשבים באוניברסיטאות בארץ. ההוראה צריכה להתבצע ביחידה שבה קיים מחקר פעיל בנושאי מחשוב גריד.
- כל אוניברסיטה שתקיים קורס סמסטריאלי במחשוב גריד בתנאים הנ"ל, במבנה של 3 שעות הוראה ושעת תרגיל לשבוע, והקורס יכול 25 תלמידים לפחות, תזכה מות"ת לתמריץ של 100,000 ₪ לשנה, לתקופה של עד שלוש שנים.
- ההוראה תשתמש בצומת "גילדה" שתתחזק על ידי מנהלת הגריד.

מחקר בנושאי גריד - הקרן הלאומית למדע

- על מנת לעודד ההתרחבות האקדמית בנושאים אלה תייעד הקרן הלאומית למדע כשלושה עד חמישה מענקי מחקר לנושאים העוסקים במחשוב גריד.
- התחומים האקדמיים יכולים להשתרע על פני מחשוב מקבילי, תורת המשחקים, תורת התורים, חקר האינטרנט וכיו"ב, בתנאי שיש להם רלבנטיות ברורה ואפליקציה אפשרית לבעיות בתחום הגריד. הצעות המחקר צריכות לעמוד בקריטריונים המדעיים של הקרן.

10. המלצה ליישום – תעשייה

- חברות בתעשייה יתחברו לישראל גריד על חשבון, על פי קריטריונים, סטנדרטים, תעריפים, והתחייבויות (כגון תרומת משאבים) שייקבעו על ידי המנהלת.
- חברות יכולות לפנות לישראל גריד ישירות, או להתאגד ב VO אחד או יותר של התעשייה, ולפנות לישראל גריד כ- VO.
- לתעשייה יש צרכים שונים מהאקדמיה בכל הנוגע לשימוש ברשתות גריד. במיוחד דרישות בנושאי אבטחת מידע, שאין להן מענה כיום ברשתות הגריד האקדמיות.
- בארץ קיים ופועל האיגוד הישראלי לטכנולוגיות גריד - (IGT), המרכז פעילות התעשייה בתחום טכנולוגיות הגריד בתעשייה והמאגד בתוכו כ- 40 חברות העוסקות במחקר ופיתוח בתחומי הגריד, ובעלות עניין בתחום, והמהווה גם נציג הארגון העולמי OGF בארץ.

מעבדת ה- IGT שמומנה ע"י חברי האיגוד והתמ"ת, ומשמשת את חברי האיגוד לצורכי מחקר ופיתוח בנושאי גריד, יכולה אף היא לשמש צומת בישראל, ופיתוחה יכול לשמש ערוץ יעיל למינוף חיבור התעשייה לישראל.

11. המלצה ליישום – מערכת הביטחון

רשתות התקשוב של מערכת הביטחון מנותקות פיזית מהרשת הכללית ולפעמים גם מבודדות אחת מהשנייה ולכן לא סביר שמערכת הביטחון תצטרף למערכת הגריד הישראלית.

יחד עם זאת, למערכת צרכי מחשוב גדולים ביותר שמערכת של צביר (cluster) של מאות בודדות של מחשבים לא תספק אותה בעתיד הקרוב.

היות שכך, תעמוד המערכת בפני החלטה האם להקים מערכות ענק (אלפי מעבדים ויכולת אחסון מתאימה) לכמה גופים או לרכז משאבים ולהקים מספר צבירים גדולים מבודדים או צביר או שניים ענקיים על בסיס תשתית נוסח גריד שיהיה פרטי של המערכת.

החלטות אלו תתקבלנה עם הקמת הגריד הישראלי האזרחי, צבירת הניסיון לגביו ובחינת יכולת האבטחה והפרטיות שכל גוף במערכת הביטחון יכול להבטיח לעצמו.

על מנת לצבור את הניסיון הזה מומלץ לגופים מקצועיים של מערכת הביטחון כמו גם לתעשיות הביטחוניות להצטרף לגריד הישראלי ע"י העמדת חוות מחשבים, (stand alone), בתצורת הכניסה המינימלית במוסדותיהן לצורך התחברות לגריד הישראלי.

מערכת הביטחון תוכל להתרשם ממוצרי האבטחה והפרטיות שיפותחו, ליהנות מיכולת חישוב גדולה כאשר מדובר בחישובים שאינם מסווגים ולצבור ניסיון חיוני להקמת גריד ביטחוני מבודד.

על כן, הקמת הגריד הישראלי עשויה לתרום להקמת גריד בטחוני פרטי ובכך לחסוך משמעותית במשאבים ציבוריים ולהחזיר את ההשקעה ומעבר לכך בגריד האזרחי.

12. המלצה ליישום – תמיכה בתשתיות מחשוב גריד

באוניברסיטאות

צרכי הגריד המחשובי באוניברסיטאות בישראל.

הפעילות הראשית של הגריד בשנותיו הראשונות תהיה זו של קבוצות הפיסיקאים השותפות בפרויקט אטלס. דרישותיהם שהוגשו על ידי הוועדה הישראלית לאנרגיות גבוהות כוללות תוספת ממוצעת של 450 ליבות מידי שנה ותוספת יחידות אחסון איכותיות של עשרים טרה-בייט מידי שנה. כמו כן הם מבקשים תמיכה בכוח אדם טכני בצמתי ויצמן ת"א וטכניון. הערכה כוללת של התקציב היא אלף דולר לשנה. הדרישות מפורטות בנספח ג.

מומלץ להתייחס בצורה חיובית לבקשה ולאפשר את הרחבת הרשת הקיימת (הגריד האקדמי הישראלי שכולל את צמתי ויצמן ת"א והטכניון) ולהפוך אותה לרשת הראשונית של ISRAGRID.

בנוסף לפיסיקאים מסתמן כיום עניין של ביז-אינפורמטיקאים ברשת הגריד. יש לשער שעם הזמן יתרחב העניין גם לתחומים מדעיים נוספים, כפי שקורה בעולם. לפי הערכתנו הגידול בחוות מחשבים באוניברסיטאות בישראל הוא כ-750 ליבות ו-30 טרה-ביט לשנה. אנחנו ממליצים לנתב כשליש מגידול זה לכוון הגריד על ידי תמרוץ או התניית רכישות של חוות מחשבים חדשות בהתקשרותם לגריד. המלצה זו מופנית לקרן הלאומית למדע וכן לסגני הנשיא למו"פ באוניברסיטאות.

מומלץ להגדיל את רוחב הפס מישראל לאירופה מ-1.2 ל-2.5 גיגה-ביט לשנייה. הכפלה זו נחוצה לאור העומס הקיים על הקו העכשווי. ראה גם ההערות בנושא זה בפרק 8. כמדיניות כללית מוצע שאם העומס הממוצע של התעבורה בתקשורת לרשת האירופית עולה על 35% יש לפעול להגדלת רוחב הפס.

כמו כן מומלץ שעם הגדלת רוחב הפס לתקשורת בינלאומית יוגדל גם רוחב הפס בין מוסדות אקדמיים בישראל.