



דו"ח כללי של הוועדה להערכת הלימודים
במדעי המחשב

**הלימודים במדעי המחשב במוסדות להשכלה גבוהה
בישראל**

תוכן עניינים

2-3	.....תמצית מנהלים	פרק 1 :
4	.....עבודת הוועדה - רקע	פרק 2 :
5	.....הלימודים במדעי המחשב בישראל – סקירה כללית	פרק 3 :
6-8	.....תכניות הלימודים – מבנה ותכנים	פרק 4 :
9-10	.....סגל ההוראה	פרק 5 :
11-12	.....סטודנטים ובוגרים	פרק 6 :
13-14	.....הוראה ולמידה	פרק 7 :
15	.....תשתיות	פרק 8 :
16-21	.....נספח: סטנדרטים ללימודי מדעי המחשב	
22	.....חוות דעת מיעוט	

פרק 1 – תמצית מנהלים

בישיבתה ביום 13.07.2004 החליטה המועצה להשכלה גבוהה כי בשנה"ל תשס"ה תערך הערכת איכות במוסדות להשכלה גבוהה המקיימים לימודים בתחום מדעי המחשב. בהתאם לכך מינתה יו"ר המל"ג בחודש מרץ 2005 ועדה להערכת הלימודים במדעי המחשב ב-16 מוסדות להשכלה גבוהה בישראל.

במסגרת עבודתה התבקשה הוועדה להגיש למל"ג – מעבר לדו"חות ההערכה ביחס לכל אחת מהמחלקות במוסדות השונים – חוות דעת באשר ללימודים במדעי המחשב במערכת ההשכלה הגבוהה בישראל. בהתאם לכך בחנה הוועדה את המחלקות השונות למדעי המחשב, ובהסתמך על תוצאות בחינה זו גיבשה את עמדתה ביחס למצב הלימודים במדעי המחשב בישראל.

ההתרשמות הכללית של הוועדה מהרמה האקדמית של הלימודים במדעי המחשב במרבית המוסדות להשכלה גבוהה בישראל טובה.

הוועדה מצאה הבדלים משמעותיים ביותר בין המוסדות בכל הנוגע לרמת הבוגר שהם מכשירים. אין בעובדה לכשעצמה כל פסול, אולם כאשר רמת הבוגרים בכמה מן המוסדות ירודה יש לאתר את הסיבות ולפעול במרץ רב להעלאת הרמה. הבעיה חריפה במיוחד לאור העובדה שעפ"י חוק המל"ג כל התארים שווים.

הוועדה מצאה בעיות במספר מוסדות בתחומים שונים, ולהלן עיקרי הדברים:

תכניות הלימודים

1. בחלק מהמוסדות התגלו בעיות בתכניות הלימודים לתואר הראשון והשני, לרבות רמת לימודי המתמטיקה. יש שונות בעייתית בתחום הביואינפורמטיקה, ואין חשיפה מספקת של הסטודנטים לתעשייה ולהשכלה כללית.
2. מירב הסטודנטים אינם עומדים בפרק הזמן הקשיח של הלימודים לתואר השני.
3. לימודים לתואר שני עם תיזה במוסדות שאינם מתאימים לעסוק במחקר אותרו כבעייתיים.
4. ממוצע הציונים בתואר השני במרבית המוסדות גבוה במיוחד ובמעוטן גם בתואר הראשון.

סגל ההוראה

1. מחסור בסגל הוראה בכיר מהליבה של מדעי המחשב, בעיקר במכללות.
2. מספר המונחים לאיש סגל בתארים המתקדמים במספר מוסדות גבוה בצורה לא סבירה.
3. רמת המתרגלים ובודקי הבחינות והעבודות, כולל אופן הנחייתם ומידת התיאום ביניהם לבין המרצים.

סטודנטים

1. ברוב המכללות תנאי הקבלה ללימודים נמוכים (עקב ביקושים נמוכים), ובמסגרת זו מתקבל אחוז גבוה של סטודנטים בסטטוס "על תנאי".
2. במספר קטן של מוסדות יש שילוב מסיבי של תלמידי כיתות ט'-י"ב בלימודים האקדמיים.
3. ברוב המוסדות אין מעקב אחר הבוגרים.

הוראה ולמידה

1. במירב האוניברסיטאות ובחלק מהמכללות לא ניתן דגש ראוי לחשיבות איכות ההוראה – משובי ההוראה, מידת התמיכה בסגל לרבות הכשרתו ללמד ומתן חשיבות לאיכות ההוראה בהליכי המינוי והקידום.
2. בחלק מהמוסדות התגלו קשיים בהערכת "תפוקות הלמידה": בחינות ברמה ירודה, הנהגת פקטור, בעיות רבות הנוגעות למתרגלים (איכותם), מידת הליווי המוענק להם ומידת התיאום ביניהם לבין המרצים) ואי מתן משוב ראוי לסטודנטים.

תשתיות

1. במירב המוסדות קיימת הקצאה מצומצמת ביותר (אם בכלל) של תקציבים לספריות.
2. הציוד במעבדות המחשבים מיושן בחלק מהמוסדות.
3. בחלק מהמוסדות קיים מחסור בסגל טכני לתחזוקה שוטפת של מעבדות המחשבים.

הוועדה סבורה כי על מנת לשפר את המצב על המל"ג להעלות בראש ובראשונה את דרישות המינימום להגשת בקשות לפתיחת תכניות לימודים ברמת התואר הראשון והתואר השני, ולדרוש מהמוסדות למלא אחר כל הקריטריונים – כתנאי לדיון בבקשות. על תנאי הפתיחה לכלול דרישות מינימום לקיום התכנית עם ההגעה למצב קבוע ולאחר מספר שנות פעילות. בנוסף, על המל"ג להציב דרישות פרטניות בפני המחלקות למדעי המחשב בנושאים שונים, וכן לבחון דרכים לתמיכה במחלקות – כפי שיפורט להלן. הוועדה מאמינה כי בדרך זו תצליח המל"ג: 1. למנוע פתיחתן של תכניות לימודים לא ראויות; 2. לדאוג לכך שהמחלקות למדעי המחשב תקיימנה לימודים אקדמיים ברמה גבוהה.

הוועדה מצאה כי חלק מהמוסדות מתקשים לגייס תלמידים ברמה נאותה לאור הביקוש הנמוך יחסית למדעי המחשב בימים אלה. הוועדה ממליצה למל"ג לבחון בזהירות פתיחת תכניות נוספות בתחום.

בנוסף, ולאור מגמת התחזקותו של שוק ההיי טק, סבורה הוועדה שיש צורך לבצע פעולות מניעה לפני "גל" ההיי טק הבא ולעודד את המוסדות לנצל את המצב הנוכחי ולגייס אנשי סגל בעלי תואר שלישי במדעי המחשב, כדי שימנע משבר חמור בו מחד חסרים אנשים טובים ומוכשרים באקדמיה, ומאידך יוכשרו בוגרי התחום על ידי מורים שאינם מהתחום, כפי שקרה בגל האחרון.

פרק 2 – עבודת הוועדה - רקע

בישיבתה ביום 13.07.2004 החליטה המועצה להשכלה גבוהה כי בשנה"ל תשס"ה תערך הערכת איכות במוסדות להשכלה גבוהה המקיימים לימודים בתחום מדעי המחשב. בהתאם לכך מינתה יו"ר המל"ג בחודש מרץ 2005 ועדה בהרכב הבא:

- פרופ' דני דולב - ביה"ס להנדסה ומדעי המחשב, האוניברסיטה העברית, יו"ר הוועדה.
- פרופ' צבי גליל - דיקן בית הספר להנדסה ולמדע יישומי, אוניברסיטת קולומביה, ארה"ב (The Fu Foundation School of Engineering and Applied Science, Columbia University).
- מר זהר זיסאפל - יו"ר חברת "רד תקשורת".
- פרופ' עמירם יהודאי - ביה"ס למדעי המחשב, אוניברסיטת ת"א. לשעבר, סגן נשיא לעניינים אקדמיים וראש המחלקה למדעי המחשב במכללה האקדמית של ת"א-יפו.
- פרופ' עזריה פז - הפקולטה למדעי המחשב, הטכניון (אמריטוס). לשעבר, דיקן בית הספר למדעי המחשב והמתמטיקה במכללה האקדמית נתניה.
- הדס קפל, מרכזת הוועדה.

במסגרת עבודתה התבקשה הוועדה:

1. להגיש למועצה להשכלה גבוהה דוחות מסכמים ביחס ליחידות האקדמיות ולתכניות הלימודים המוערכות.
2. להגיש למועצה להשכלה גבוהה חוות דעת באשר ללימודים במדעי המחשב במערכת ההשכלה הגבוהה בישראל.

בנוסף התבקשה הוועדה להציע סטנדרטים ללימודי מדעי המחשב.

דו"ח זה נותן מענה למשימה השניה שהוטלה על הוועדה: חוות דעת באשר ללימודי מדעי המחשב במערכת ההשכלה הגבוהה בישראל. הוועדה מצרפת לדו"ח זה את הצעתה לסטנדרטים ללימודי מדעי המחשב, שכן הללו נגזרים מתוך הדו"ח (נספח).

הוועדה מבקשת לציין כי חלק מהמוסדות שנסקרו מקיימים תכניות לימודים בתחומים משיקים למדעי המחשב. כחלק מההערכה שהוועדה עשתה, נבדקו חלקית התכניות בביו אינפורמטיקה. תכניות אחרות, כגון מערכות מידע, הנדסת מחשבים והנדסת תוכנה לא נבדקו, אך ניתן לבדוק אותן בנפרד, בהתבסס על כך שהמחלקה כולה, והקורסים במדעי המחשב נבדקו והוערכו. אולם יש לתת את הדעת לכך שיש מכללות אקדמיות להנדסה שמקיימות תכניות לימודים בהנדסת תוכנה ואין להן תכניות במדעי המחשב. מוסדות אלה לא נבדקו כלל. לימודי הנדסת תוכנה מתבססים על תכני הליבה של מדעי המחשב, ומוסיפים לימודים נוספים (ושנת לימודים רביעית). על כן הוועדה ממליצה שתכניות הלימודים בהנדסת תוכנה יוערכו בעתיד ביחד עם התכניות במדעי המחשב, או לפחות בזיקה להערכת מדעי המחשב, כדי לוודא שבכל הקשור ללימודי מדעי המחשב (שהם כאמור מרכזיים לתכנית טובה בהנדסת תוכנה) המאפיינים השונים של תכנית לימודים, סגל וכ"ו הם ברמה משביעת רצון. ללא מנגנון הערכה משותף, יש חשש שתכניות לימודים בהנדסת תוכנה במוסדות שאינם מעניקים תואר במדעי המחשב יהיו ברמה בלתי מספקת.

פרק 3 – הלימודים במדעי המחשב בישראל – סקירה כללית

הלימודים במדעי המחשב בישראל החלו בשנות ה-60, כאשר המוסד האקדמי הראשון לקיימם היה הטכניון בחיפה. לאחריו, ועד למחצית שנות ה-80, נפתחו תכניות לימודים במדעי המחשב ביתר האוניברסיטאות. בסוף שנות ה-80 נפתחה לראשונה תכנית לימודים במדעי המחשב במוסד להשכלה גבוהה שאינו אוניברסיטה - ביה"ס הגבוה לטכנולוגיה בירושלים (מכון לב), והחל מאמצע שנות ה-90, עם הקמתן המאסיבית של המכללות בארץ, נפתחו תכניות לימודים נוספות במדעי המחשב במכללות. התחום של מדעי המחשב התפתח מתוך תחום המתמטיקה, כאשר בהדרגה הפך לדיסציפלינה עצמאית העומדת בפני עצמה. בשנים האחרונות השלימו אחרוני המוסדות (אוניברסיטת בר אילן ואוניברסיטת חיפה) את הליך ה"ניתוק" של מדעי המחשב מן המתמטיקה.

כיום מקיימים בארץ 16 מוסדות להשכלה גבוהה לימודים במדעי המחשב על פי הפירוט הבא:

- **8 אוניברסיטאות** – האוניברסיטה העברית; הטכניון; מכון ויצמן*; אוניברסיטת בר אילן; אוניברסיטת ת"א; אוניברסיטת בן גוריון*; אוניברסיטת חיפה*; האוניברסיטה הפתוחה* (*במכון ויצמן מתקיימות תכניות לתואר שני ושלישי בלבד; באוניברסיטאות בן גוריון, חיפה והפתוחה מתקיימות תכניות לתואר ראשון ושני בלבד).
- **8 מכללות** – ביה"ס הגבוה לטכנולוגיה – מכון לב בירושלים; האקדמית הדסה; המסלול האקדמי של המכללה למינהל; מכון אקדמי טכנולוגי חולון; המכללה האקדמית של ת"א-יפו; המרכז הבינתחומי בהרצליה; המכללה האקדמית נתניה; המכללה האקדמית תל חי (במכללות מתקיימות תכניות לתואר ראשון בלבד, להוציא המכללה האקדמית של תל אביב-יפו והמרכז הבינתחומי בהרצליה המקיימים גם תכנית לתואר שני).

בעקבות המשבר בשוק ההיי טק לפני כחמש שנים והירידה בביקושים לעובדים בתחומי ההיי טק, חלה ירידה משמעותית בביקושים ללימודי מדעי המחשב ברמת התואר הראשון. אם בשנה"ל תשס"א (2001-2002) למדו לתואר ראשון במדעי המחשב למעלה מ-12,000 סטודנטים¹, הרי שבשנה"ל תשס"ה (2005-2006) למדו לתואר ראשון רק כ-8,000 סטודנטים. בו בזמן בתארים המתקדמים (תואר שני ושלישי) חל גידול במספרי הסטודנטים. אם בשנה"ל תשס"א למדו לתואר שני כ-1000 סטודנטים ולתואר שלישי כ-200 סטודנטים, הרי שבשנה"ל תשס"ה למדו לתואר שני למעלה מ-1300 סטודנטים ולתואר השלישי כ-400 סטודנטים.

תקופה זו לא היתה קלה למחלקות למדעי המחשב, בעיקר במכללות, שם משמעות הירידה במספרי הסטודנטים קשה ביותר, שכן מדובר בד"כ במוסדות קטנים הן מבחינת מספרי הסטודנטים והן מבחינת מספר התחומים הנלמדים אצלם. התופעה גרמה במוסדות לבעיות תקציביות שלעיתים פגעו במגוון הקורסים אותם מציעים לתלמידים.

הוועדה מבקשת להביע הערכה כלפי המוסדות שהמשיכו להחזיק את המחלקות למדעי המחשב על אף הקשיים הרבים הכרוכים בכך, ולא מיהרו לבחור בפתרון הקל של סגירת המחלקות.

¹ מדובר בנתוני הלמ"ס. מספר הסטודנטים בתואר הראשון כולל את הסטודנטים הלומדים מתמטיקה, סטטיסטיקה ומדעי המחשב. מספר הסטודנטים בתארים המתקדמים מתייחס לתלמידי מדעי המחשב בלבד.

פרק 4 – תכניות הלימודים – מבנה ותכנים

א. מבנה תכניות הלימודים –

תכניות הלימודים לתואר ראשון במדעי המחשב במרבית המוסדות הינן תלת שנתיות (שישה סמסטרים), היקפן כ- 130 ש"ס (שעות סמסטריאליות), והן מזכות את בוגריהן בתואר בוגר במדעים (B.Sc.).

יוצאים דופן בעניין זה הם: א. הטכניון בו קיימות שתי תכניות לתואר ראשון – האחת נפרסת על פני שישה סמסטרים ולבוגריה מוענק התואר B.A., והאחרת נפרסת על פני שמונה סמסטרים, היקפה כ- 160 ש"ס ולבוגריה מוענק התואר B.Sc.; ב. המכללה האקדמית הדסה בה נפרסה התכנית על פני שמונה סמסטרים ולבוגריה הוענק התואר B.Sc. בהתאם להחלטת המליג' ולבקשת המכללה - החל משנה"ל תשס"ז תתפרס התכנית עפ"י שישה סמסטרים, והתכנית בת 8 הסמסטרים תחדל מלהתקיים.

עוד יצוין כי התכניות לתואר ראשון נלמדות במתכונת חד חוגית ובמתכונת דו חוגית (עם מגוון רחב של תחומים).

עם התפתחותו של תחום הביואינפורמטיקה בארץ, החלו המוסדות לפני כארבע שנים – בעידוד הוועדה לתכנון ולתקצוב – לשלב גם במסגרת התכניות למדעי המחשב כמסלול/חטיבה/התמחות, ולעתים אף כתכניות נפרדות לתואר.

תכניות הלימודים לתואר שני הינן דו שנתיות (ארבעה סמסטרים), והיקפן 30-34 ש"ס לערך לתואר עם תיזה ו- 35-40 ש"ס לערך לתואר ללא תיזה.

הוועדה שמעה בכל המוסדות המקיימים לימודים לתואר שני כי פרק הזמן הקשיח של 4 סמסטרים, שהינו זמן התיקצוב התקני שקבעה ות"ת בתואר השני, קצר מדי, ומוביל בהכרח להורדת הדרישות והרמה שכן הסטודנטים אינם עומדים בעומס המוטל עליהם. מספר חוגים נאלצים (עקב לחץ מצד הסטודנטים והסגל) לאפשר לסטודנטים לפרוס את לימודיהם מעבר ל- 4 הסמסטרים, והמשמעות מבחינת המוסד הינה כי הוא לא יוכל לקבל מות"ת את התקצוב המלא בגין אותם סטודנטים. הדבר הוביל לכך שכמה מוסדות הודיעו כי יקנסו סטודנטים שלא יסיימו את הלימודים בתוך 4 סמסטרים.

אין לוועדה הערות מיוחדות באשר להיקף הלימודים במדעי המחשב ולמבנה שלהם. עם זאת, הוועדה מצאה לנכון להעיר בשני נושאים:

1. הוועדה התרשמה כי פרק הזמן הקשיח של הלימודים לתואר השני שקבעה ות"ת, קצר מדי, וזאת בהתחשב בעובדה שמרבית הסטודנטים עובדים. אין מחלוקת באשר לצורך להגביל את פרק הזמן של הלימודים לתואר שני בכלל, קל וחומר במדעי המחשב, אולם יש לקבוע פרק זמן ריאלי לפריסת הלימודים.

2. הוועדה מצאה כי ממוצע הציונים בתואר השני במרבית המוסדות גבוה במיוחד, ובמעוטם גם בתואר הראשון, והיא סבורה שיש לפעול להשגת פיזור ציונים גדול יותר).

ב. התכנים של התכניות במדעי המחשב –

תואר ראשון:

תכניות הלימודים במדעי המחשב במוסדות השונים שונות לעיתים זו מזו בהדגשים שלהן, והוועדה רואה זאת בחיוב. לצד ההדגשים השונים כוללות התכניות למדעי המחשב גרעין של קורסי חובה במסגרתו לומדים הסטודנטים: מתמטיקה, תאוריה, תכנות, שפות תכנות, מערכות הפעלה, ומגוון תחומים המשתנים ממוסד למוסד. הוועדה רואה חשיבות רבה בהקניית לימודי המתמטיקה ברמה מספקת במסגרת התואר הראשון, שכן המתמטיקה נותנת את הבסיס הנדרש למדעי המחשב.

בנוסף לומדים הסטודנטים קורסי בחירה בד"כ מהתחום של מדעי המחשב ומתחומים משיקים (כמו: גריקה, עבוד תמונות, מערכות מבוזרות ומקבילות, מערכות משובצות מחשב ועוד). בד"כ הם אינם כוללים קורסי ידע כלליים. במרבית המוסדות הסטודנטים עורכים פרויקטים (גם בתעשייה), אולם בחלק מהמוסדות פעילות זו איננה מוגדרת כחובה.

הוועדה התרשמה כי תכניות הלימודים מעניקות בד"כ את הידע הנדרש, אולם מצאה כי בכמה מן המוסדות קיימת בעיה רצינית עם רמת הלימודים במתמטיקה בתואר הראשון, אם עקב מתן חשיבות משנית ללימודים בתחום זה, אם עקב מחסור בסגל הוראה בכיר שילמד את התחום ברמה ראויה ולעיתים עקב רמת מתקבלים נמוכה מדי. כמו כן התרשמה הוועדה כי מידת החשיפה של הסטודנטים לתעשייה במהלך בלימודים איננה מספקת.

עם התפתחותו של תחום הביואינפורמטיקה בארץ, החלו המוסדות (משנה"ל תשס"ג) לשלב גם במסגרת התכניות למדעי המחשב כמסלול/חטיבה/התמחות, לעיתים כתכנית משותפת עם מדעי החיים, ולעיתים אף כתכנית נפרדת לתואר. מדיווחי המוסדות עולה כי חלה ירידה בביקושים לתחום זה. הוועדה התרשמה כי בחלק מהמוסדות שולבו לימודים בביואינפורמטיקה רק משום ה"אופנתיות" שבעניין, ללא תכנון ראוי והבנייה נכונה של התחום במסגרת הלימודים במדעי המחשב. מעבר לכך, הוועדה משוכנעת כי ללא מתן לימודי השלמה מינימליים מתחומי הביולוגיה והכימיה אין לקיים תכנית המתיימרת להעניק ידע בתחום הביואינפורמטיקה.

תואר שני:

הוועדה סבורה כי תשומת לב מיוחדת צריכה להינתן ללימודי התואר השני עם תיזה, המכשירים את עבודת החוקרים. לדעת הוועדה, אין לאפשר קיומן של תכניות לתואר שני עם תיזה במחלקות החסרות מסה קריטית של סגל חוקר. זאת ועוד, לא ייתכן שמנחה עבודת תיזה לא יהיה בעל תואר שלישי, ולא יעסוק באופן פעיל במחקר (כפי שקורה במספר קטן של מוסדות).

ברמת העקרון סבורה הוועדה כי העיסוק במחקר חייב לעלות בקנה אחד עם יעדי המוסד והמחלקה ועם האמצעים העומדים לרשותן בנושא. דהיינו: מוסדות שלא מתאימים לעסוק במחקר אינם יכולים להכשיר תלמידי מחקר. לצרכי קידום עוסקים חלק מחברי הסגל במכללות במחקר. המחקרים המוצלים מתבצעים בדרך כלל עם חוקרים מהאוניברסיטאות, או בשיפוף האוניברסיטאות. המסר הכפול היוצא מות"ת/מל"ג באשר לצורך במחקר לשם קידום יוצר אנומליה בשטח, מפתח ציפיות ושאיפות בלתי ראליות בקרב הסטודנטים ובעיקר בקרב חברי הסגל.

הוועדה מודעת לכך שהמליג קיבלה ביום 26.10.2004 החלטה בנושא לימודים לתואר שני עם תיזה במוסדות שאינם אוניברסיטאות והיא למדה אותה.

הוועדה מציעה למליג לוודא כי הקריטריונים שנקבעו בהחלטה זו מתקיימים – כמינימום הכרחי – גם באוניברסיטאות (הוועדה מצאה אוניברסיטה אחת שבוודאות איננה עומדת בקריטריונים אלה).

המלצות:

1. יש לקבוע מתכונת מינימום לקורסי חובה בתחום, כולל דרישות מינימום במתמטיקה בתכניות לתואר ראשון במדעי המחשב.
2. הוועדה סבורה כי המחלקות למדעי המחשב צריכות לשלב כחלק אינטגרלי של הלימודים פרויקטים מעשיים המתאימים במידה מסויימת לדרישות התעשייה.
3. יש לחזק את לימודי המתמטיקה במסגרת הלימודים במדעי המחשב באמצעות קביעת מספר קורסי חובה במתמטיקה והגדרת רמת הסגל שילמדם.
4. יש לוודא כי המנחים בעבודות התיזה הינם בעלי תואר שלישי ועוסקים באופן פעיל במחקר.
5. מוצע כי המליג והות"ת ידרשו מהאוניברסיטאות למלא את ייעודן המחקרי, ויתבעו מהן לקיים מסלול לימודים לתואר שני מחקרי, כאשר המסלול ללא תיזה יוצע אך ורק כאפשרות למקרים בהם לא מתאפשר לסטודנטים להשלים את התואר המחקרי. יש להגביל את הנגישות לתואר שלישי לתלמידים ללא תואר שני מחקרי ושלא הוכיחו יכולת עמצאית לבצוע מחקר.
6. מוצע כי המליג תבחן את הכללים לתכניות תואר שני מחקרי בכדי להבטיח שמדריכי המחקר בתכנית יהיו בעלי תואר שלישי לפחות. כמו כן יש להבטיח שמבחר אנשי הסגל יבטיח כסוי הולם לרוחב הנושאים השונים בתחומי המחקר האפשריים. יש להבטיח כי מספר המונחים לאיש סגל לא יעלה על סף אותו תקבע מליג, ללא אישור מיוחד שידון בכל מקרה לגופו.
7. על ות"ת לקבוע לוח זמנים גמיש יותר לתואר השני, ולהאריך את משך פריסת הלימודים האפשרי ל-3-4 שנים (6-8 סמסטרים) לכל היותר.
8. יש לקבוע שלפחות 50% מתכנית הלימודים (ני"ז) לתואר השני יהיו מקורסים ייחודיים לתארים גבוהים. הוועדה סבורה כי מצב כזה יוביל להורדת הממוצע בתואר השני ויבטיח דיפרנציאציה בין ציוני הסטודנטים.
9. מוצע כי המליג תאמץ כמדיניות כללית דרישה לכלול במסגרת הלימודים לתואר הראשון קורסי ידע כלליים לצורך הרחבת ההשכלה הכללית של הסטודנטים.

פרק 5 – סגל ההוראה

מאחר שהתחום של מדעי המחשב התפתח מתוך תחום המתמטיקה (כמוזכר בפרק 3 לעיל), חברי הסגל הבכירים שלימדו במחלקות הראשונות למדעי המחשב שהוקמו, באו בד"כ מתחום המתמטיקה. לפני המשבר בתחום ההיי טק היתה עתודת הסגל במדעי המחשב מצומצמת ביותר, שכן שוק העבודה (ובעיקר שוק ההיי טק), הציע משכורות גבוהות ביותר בהן לא יכלה האקדמיה להתחרות. התחרות על הבוגרים הטובים הביאה את שוק העבודה להתקשר עם הסטודנטים במהלך לימודיהם (לעתים אף במהלך השנה הראשונה ללימודיהם), כדי "להבטיח לעצמם" את הבוגרים עוד לפני שהללו סיימו את לימודיהם לתואר הראשון.

בעקבות המשבר בתחום ההיי טק חזרו בוגרים רבים בעלי תואר ראשון במדעי המחשב אל ספסלי האקדמיה כדי לרכוש תארים מתקדמים. כך נוצרה עתודת הוראה טובה, ששיפרה את היצע הסגל במדעי המחשב, אולם לא הביאה לידי פתרון כולל.

באופן כללי יכולה הוועדה לקבוע כי קיים עדיין מחסור בסגל בכיר במדעי המחשב, ובכמה מחלקות ניכרת הבעיה באופן חריף ומדאיג ביותר. מחסור בסגל והתפשרות בנושא זה מכתביבים בהכרח רמה נמוכה, שכן יש לכך השפעה על מבנה תכנית הלימודים, תכניה ופיתוחה וכן על הכשרת הסטודנטים והכוונתם. מספר חברי הסגל המינימלי **הקטן** (3-4) הנדרש לפתיחת תכניות חדשות עפ"י דרישת מ"ג, וחוסר הדרישה למספר גדול יותר בהמשך, אינם מסייעים לבניית מחלקות חזקות למדעי המחשב.

מעבר למספר חברי הסגל מצאה הוועדה בעיות נוספות הנוגעות לסגל ההוראה וטעונות טיפול. להלן פירוט הדברים:

ראש החוג/המחלקה – בכמה מחלקות מצאה הוועדה כי לעיתים ראש החוג/המחלקה אינו בדרגה אקדמית ראויה.

מינויים – הוועדה הופתעה למצוא במספר לא מבוטל של מחלקות התייחסות בלתי רצינית לנושא מינוי המורים, כגון: העדר מחשבה ביחס לפרק הזמן של המינוי ולאופן המעבר ממינוי זמני למינוי קבוע או ארוך טווח (אם קיים כזה). במחלקות רבות הארכת מינוי נחשבת עניין טכני-פרוצדורלי חסר כל משמעות עניינית, הנערכת לעתים ע"י גורמים אדמיניסטרטיביים. הוועדה העירה למחלקות השונות כי מינוי חברי הסגל והארכת מינויים צריכים לשמש בידם מנוף לקידום ולפיתוח סגל אקדמי איכותי כמו גם לסינון סגל שאינו איכותי, תוך הצבת דרישות אקדמיות (כמו: מחקר) כתנאי להארכת חוזה או להעברה ממינוי זמני למינוי קבוע.

מספר מונחים לאיש סגל – הוועדה מצאה כי במספר מוסדות לא מוטלת בפועל מגבלה על מספר המונחים בתארים המתקדמים לחבר סגל, דבר המוביל ליצירת עומס בלתי סביר בתחום זה על כמה מן המורים ולפגיעה ברמת ההכשרה של תלמידיהם. על המוסדות לייחס תשומת לב רבה לנושא זה, שכן אין ספק כי בהעדר מגבלה אמיתית וראויה על מספר המונחים בתארים המחקריים (שני ושלישי) לא רק הכשרת הסטודנטים עלולה להפגע, אלא גם משך לימודיהם עלול להתארך ללא צורך.

היקף ההעסקה – הוועדה מצאה, בעיקר במכללות, מקרים רבים של חריגות מהיקפי ההעסקה המותרים עפ"י הנחיות ות"ת. חריגות אלה, הנובעות משיקולים כספיים, פוגעות באיכות הלימודים, שכן על חברי הסגל מוטל עומס רב.

מידת ההתאמה בין ההתמחות של חברי הסגל לבין תחומי ההוראה שלהם – במספר מכללות מצאה הוועדה כי בעקבות מחסור בסגל מתאים קיימת אי התאמה בין תחומי ההוראה של חלק מאנשי הסגל לבין הכשרתם והרקע שלהם.

מחסור של סגל בתחום מערכות מחשב ומבנה המחשב – הוועדה מצאה כי ברוב התוכניות יש מיעוט סגל בתחומים היותר ישומיים במדעי המחשב עם מחסור בולט בתחום מבנה המחשב.

התעדכנות חברי סגל במכללות – הוועדה סבורה כי חברי סגל במכללות אינם מתעדכנים בתחומם במידה הדרושה מתחום כה דינמי כמו מדעי המחשב. התעדכנות כזו, הכרוכה בהשתתפותם בכנסים, השתלמויות והדרכת פרויקטים הכרחית ומונעת התנוונות מקצועית ומחקרית של הסגל.

מתרגלים – נושא זה יידון בהרחבה בפרק 7 להלן, העוסק בהערכת תפוקות הלמידה.

המלצות:

1. על המל"ג לקבוע כי ראש חוג/מחלקה למדעי המחשב יהיה בדרגת פרופסור או בדרגת מרצה בכיר בעל ותק של 10 שנים לפחות באקדמיה.
2. על המל"ג להעלות את דרישת המינימום למספר חברי הסגל הבכיר הנדרש לפתיחת תכניות לימודים חדשות מ- 3-4 חברי סגל במשרה מלאה ל- 6. אפשר שעם פתיחת התכנית יעסיק המוסד רק שלושה חברי סגל בעלי תואר שלישי במדעי המחשב (ולא בתחומים משיקים), אולם בכדי לקבל אשור להמשך רישום תלמידים לאחר מחזור לימודים אחד או שניים עליו להעסיק במשרה מלאה לפחות שישה אנשי סגל בכירים בעלי תואר שלישי במדעי המחשב.
3. יש לדרוש מהמוסדות להפקיד את הוראת קורסי החובה בידי סגל המוסד, ולקבוע כי לפחות 80% מקורסי החובה בתכנית לתואר ראשון במדעי המחשב יילמדו ע"י חברי סגל המועסקים במשרה.
4. על המל"ג לקבוע כי יחס סגל בכיר במשרה מלאה-סטודנטים יהיה בתואר הראשון לא יעלה על - 60:1 במכללות (בהעדר מחקר) ו- 35:1 באוניברסיטאות. **חבר סגל בכיר במשרה מלאה** ייחשב מי שנושא בדרגת מרצה ומעלה – עפ"י הגדרות ות"ת).
5. מספר חברי הסגל הבכירים (שהתמחותם מדעי המחשב) בתכניות לתואר שני צריך להיות גבוה בהרבה. על הסגל לכסות את תחומי הידע השונים במדעי המחשב, כך שניתן יהיה לאפשר חשיפה מקסימלית של הסטודנטים לתחומים השונים. הוועדה מציעה לדרוש מהמכללות להעמיד בתואר השני לפחות 12 חברי סגל בכירים, ומהאוניברסיטאות לפחות 20 חברי סגל בכירים.
6. הוועדה מציעה להגביל את מספר המונחים בתארים המתקדמים ל- 6-7 לחבר סגל. הוועדה מודעת לכך שלעתים נוצר מצב המחייב חריגה ממספר זה. במצב זה חייבת החריגה לקבל אישור מיוחד ומוגבל מועדה אוניברסיטאית הכוללת חברי סגל מתחומי ידע שונים.
7. חידוש המינוי של חברי הסגל האקדמי חייב להעשות עפ"י קריטריונים אקדמיים ובאמצעות ועדה – כמקובל באקדמיה.
8. יש לדרוש מהמוסדות להעסיק מורים בהתאם להיקפי ההעסקה שקבעה הות"ת. על ות"ת לאכוף את הכללים שקבעה בנושא זה.
9. על המוסדות לחזק את סגל ההוראה במחלקות למדעי המחשב באנשים מהתחומים הישומיים במדעי המחשב.
10. על המכללות להעניק לחברי הסגל תמריצים להשתתף בכנסים, בהשתלמויות ובהדרכת פרויקטים.
11. תכניות שלא תעמודנה בדרישות המינימום של מל"ג לא יפתחו (תכניות חדשות) או ייסגרו (תכניות שכבר נפתחו).

פרק 6 – סטודנטים ובוגרים

א. סטודנטים –

תנאי קבלה

הוועדה מצאה הבדל רב בין המחלקות למדעי המחשב גם בנושא של תנאי הקבלה. אין ספק כי הירידה בביקושים למדעי המחשב לצד הצורך למכסות מינימום של סטודנטים במחלקות למדעי המחשב, הובילה להורדת סף הקבלה (ובחלק מהמוסדות להורדה דרסטית של הסף) וכן לקבלת מסה גדולה של סטודנטים במעמד "על תנאי" בכמה מהמוסדות. פעולות אלו יצרו במספר מוסדות פער גדול ביותר בין הסטודנטים (מבחינת רמתם), והובילו בהכרח להורדת הרמה של הלימודים האקדמיים. הוועדה סבורה כי כמה מוסדות הרחיקו לכת בהורדת סף הקבלה, ללא מתן עזרה מתאימה לסטודנטים להבטחת יכולתם להדביק את הפער בתחומי הידע.

הוועדה איננה רוצה ואיננה יכולה לקבוע את תנאי הקבלה התלויים במגמות של היצע וביקוש, באופי המחלקה ובאופי המוסד (למשל: מידת התמיכה המוענקת לסטודנטים), אולם היא חשה שעליה לציין את הנושא לאור הממצאים הקשים בחלק מהמוסדות. מובן שאילו הוועדה היתה מתרשמת כי רמת הבוגרים בכל המוסדות ראויה, הרי שהיתה מסירה כל טענה בעניין סף הקבלה. הוועדה מתרשמת כי לא צפוי שהקף הביקוש למדעי המחשב בעתיד הקרוב יחזור להקפים שהיו בזמן הקמת חלק מהמוסדות, ולפיכך על המוסדות לבחון את עתיד תכניות הלימוד שלהם לאור זאת.

תלמידי בתי"ס

הוועדה נתקלה בתופעה הולכת וגוברת של שילוב תלמידי בתי"ס (החל מכיתה ט') במחלקות למדעי המחשב. הדבר מתבצע במתכונות שונות בהן: קבלה פרטנית של סטודנטים (מצטיינים ולא מצטיינים) למחלקות; קבלת קבוצות תלמידים והוראה פיזית של הקורסים בבתי"ס עצמם או במוסד האקדמי; בניית כיתות ייעודיות של תלמידים (מצטיינים ולא מצטיינים) הלומדים כקבוצה אחת, בד"כ מחוץ למוסד האקדמי.

היקף הלימודים המוצע לתלמידים משתנה ממוסד למוסד. הוועדה הופתעה ללמוד כי באחד המוסדות יכולים התלמידים לצבור עד 70% מתכנית הלימודים במדעי המחשב במהלך לימודיהם בביה"ס (מכיתה ט' עד כיתה י"ב), ולהשלים את התואר האקדמי במהלך סמסטר אחד או שניים לאחר סיום לימודיהם בביה"ס.

הוועדה התרשמה כי לעיתים היוזמה נועדה בכדי להגדיל את מכסת התלמידים במוסד וכי באחד המוסדות כמות תלמידי התיכון מהווה חלק מאד משמעותי מכלל תלמידי המוסד בתחום מדעי המחשב.

הוועדה סבורה כי תופעה זו שלילית ביותר, ויש לה השלכות חברתיות – לאומיות והשלכות אקדמיות ספציפיות למדעי המחשב.

באופן כללי סבורה הוועדה כי תלמידי חטיבות הביניים ובתי"ס התיכוניים – מוכשרים ככל שיהיו – לא הגיעו לבשלות הנדרשת באקדמיה, ובד"כ אין בידם את הכלים הנדרשים ללימודים אקדמיים. במסגרת זו יצויין כי לעתים מתייחסים התלמידים הצעירים ללימודים האקדמיים כ"מנוף חברתי", שכן יש בכך יוקרה רבה, ולמעשה הם אינם מצטרפים ללימודים האקדמיים מתוך רצון אמיתי לקבל הכשרה ותואר אקדמיים במדעי המחשב. כמו כן, מספר לא מבוטל של תלמידים חוזר בו מהחלטתו להמשיך בלימודים האקדמיים מטעמים שונים (כאמור, בכל זאת מדובר באוכלוסיה צעירה ולא בוגרת

דיה). לעיתים החלטה זו הרת גורל, שכן היא מותירה את התלמידים ללא תואר אקדמי מחד תוך פגיעה בלימודיהם בבתי"ס מאידך (בתי"ס אינם מתירים להם למשל לגשת לבחינות הבגרות במדעי המחשב). הנזק במקרים אלה קשה ובלתי הפיך. נמצא שהסטודנטים אינם משקיעים את כל מרצם בלימודים התיכוניים ובבחינות הבגרות (בעיקר במקצועות ההומניים) וכך עומדים בפניהם קשיים בעתיד אם הם בוחרים באפשרות אקדמית אחרת ממדעי המחשב.

לא בכדי נקבע בחוק המל"ג כי תנאי קבלה ללימודים אקדמיים הינו: תעודת בגרות (שהוא התנאי היחיד שנקבע בחוק). יש בצירוף תלמידי בתי"ס ללימודים האקדמיים משום עקיפת תנאי זה.

הוועדה מודאגת ביותר מתופעה זו, ומציעה למל"ג לפעול בדחיפות לצמצומה. למען הסר ספק מבקשת הוועדה להבהיר כי היא איננה רואה בעיה עם קבלת מספר קטן של תלמידים מצטיינים למדעי המחשב, המצטרפים ללימודים בקמפוס האקדמי ולומדים כסטודנטים מן המניין, כפי שהיה בעבר. הוועדה מציעה לקיים מעקב אחר אותם תלמידי תיכון שכן יתקבלו כדי למנוע פגיעה בעתידם.

ב. בוגרים –

הוועדה מצאה כי ציוני התואר הראשון ובעיקר התואר השני גבוהים במיוחד. הוועדה ממליצה לחייב מוסדות לרשום על כל תעודת גמר את הציון הממוצע של המסיימים באותה שנה.

מרבית המוסדות להשכלה גבוהה בישראל – צעירים כוותיקים – אינם מקיימים מעקב מוסדי רציף ורציני אחר הבוגרים, ואינם בוחנים האם, כיצד ובאילו תפקידים הם השתלבו בשוק העבודה ובאקדמיה.

הוועדה רואה חשיבות רבה למעקב אחר בוגרי תכניות הלימודים בכל רמות התואר בהיותו אמצעי חשוב: 1. להערכת איכות הבוגרים (outcomes); 2. לעמידה על העוצמות והחולשות של הלימודים האקדמיים שהם מקיימים; 3. לביסוס המוניטין של המוסדות; 4. לגיוס כספים.

הוועדה קוראת למוסדות להשכלה גבוהה ללמוד את הנושא ולהשקיע במפעל הבוגרים (Alumni) כמקובל בחו"ל, וקוראת למועצה להשכלה גבוהה ולות"ת לעודד את המוסדות לפעול לקידום הנושא.

המלצות:

1. על המוסדות להשכלה גבוהה להישמר מהורדת סף הקבלה מתחת לרף מסויים. הוועדה מציעה לכלול בתנאי הקבלה ציון סף בבגרות במתמטיקה ברמה של 4 ו-5 יחידות ומערך השלמה קדם אקדמי לתלמידים שאינם עומדים בקריטריונים.
2. על המוסדות להימנע מקבלה מסיבית של סטודנטים על תנאי. יש מקום לקבוע אחוז מסויים לקבלה בסטטוס זה. הוועדה מציעה לקבוע **עד 10%**.
3. על המוסדות להעניק תמיכה ראויה לסטודנטים החלשים (במידת הצורך עוד קודם לתחילת לימודיהם - במתכונת של מכינה), ולהביאם לרמה הנדרשת, כך שאיכות הלימודים לא תיפגע.

4. על המל"ג לצמצם בדחיפות ובאופן משמעותי את תופעת שילובם של תלמידי בתי"ס בלימודים האקדמיים ולהיכנס לעובי הקורה בנושא זה. על המל"ג לקבוע כללים ברורים וקשיחים בנושא זה, ולעמוד על כך שהמוסדות יפעלו בהתאם לכללים.
5. על המל"ג לדרוש מהמוסדות לפתח מנגנונים למעקב אחר הבוגרים בכדי להעריך את יעילות תכניות הלימוד ולעודד אותם להפקת לקחים מהמשובים.
6. לחייב מוסדות לרשום על כל תעודת גמר את הציון הממוצע של המסיימים באותה שנה.
7. יש לקבוע שלפחות 50% מתכנית הלימודים (ני"ז) לתואר השני יהיו מקורסים ייחודיים לתארים גבוהים. הוועדה סבורה כי מצב כזה יוביל להורדת הממוצע בתואר השני ויבטיח דיפרנציאציה בין ציוני הסטודנטים.

פרק 7 – הוראה ולמידה

השאלה המרכזית בהערכה של איכות לימודים הינה: מהי איכות הבוגר (תפוקות ההוראה והלמידה – teaching & learning outcomes) וכיצד ניתן להעריכה.

במסגרת זו בחנה הוועדה את נושא ההוראה והלמידה במחלקות למדעי המחשב.

איכות ההוראה:

הוועדה מצאה כי בשנים האחרונות מוקדשת במוסדות מחשבה רבה לנושא איכות ההוראה תוך נקיטת פעולות שונות לשיפור. כך, למשל, בחלק ניכר מן המוסדות מהווה איכות ההוראה קריטריון לקידום הסגל ובכמה מוסדות אף הוקמו יחידות/מחלקות לקידום ההוראה המקיימות סדנאות לשיפור ההוראה. בנוסף, מוסדות רבים מעודדים את הסטודנטים למלא משובי הערכה ולעיתים אף "מתגמלים" אותם על כך. הוועדה התרשמה שהמכללות מייחסות חשיבות רבה יותר לאיכות ההוראה והיא מקווה שגם באוניברסיטאות יינתן המשקל לנושא.

יחד עם זאת, שמעה הוועדה בביקוריה במחלקות טענות (לעיתים קשות) על איכות ההוראה בהתייחס למתודות ההוראה, מקצועיות הסגל, אי פרסום תוצאות משובי ההוראה, והיחס לסטודנט. הוועדה בדעה כי על אף ההתקדמות, על המוסדות (ובעיקר האוניברסיטאות) ללכת עדיין כברת דרך בנושא זה ולפעול במרץ רב לשיפור איכות ההוראה ולהעלאת המודעות לחשיבות של איכות ההוראה.

איכות הלמידה:

לצורך הערכת איכות הלמידה בחנה הוועדה נושאים שונים בהם: הבחינות במקצועות החובה; אופי הפרוייקטים; ממוצע הציונים בתארים השונים; ממוצע הציונים של עבודות התיזה; תפקיד בודקי הבחינות, התרגילים והעבודות ואופי הבדיקה.

בנוסף ניסתה הוועדה לערוך סקר בין מפעלי התעשייה הפועלים בתחום הטכנולוגיה העילית בכדי לבדוק את מידת שביעות הרצון של מפעלים אלה מבוגרי המוסדות להשכלה גבוהה בתחום מדעי המחשב. לצורך זה נשלח שאלון מתאים לעשרות רבות של מפעלים כאלה. המפעלים התבקשו למלאו ולהחזירו לוועדה. מכיוון שרק מספר מועט של מפעלים (13) נענו לבקשתנו וענו על השאלון באופן מלא, התשובות שנאספו לא תארו מדגם מייצג של התעשייה. אנו ממליצים למל"ג לשקול את האפשרות לקיים סקר בנושא על ידי

גוף מקצועי מתאים שיבחן את פילוח תחומי הפעילות וההתמחות של העסקים ומידת שביעות הרצון שלהם מבוגרי התכניות השונות.

יצויין כי ברי לועדה כי מטרת תכניות הלימוד אינה רק הכשרה מקצועית, וכי לנדבך ההכשרה האקדמית מחקרית יש חשיבות רבה. אך עדיין סקר שכזה יאפשר לקבל משוב על אספקט ההכשרה המקצועית בתכניות הלימוד.

הוועדה מצאה מספר בעיות בנושא איכות הלמידה, כפי שיפורט להלן:

- רמת הבחינות בחלק מן המוסדות נמוכה (כפועל יוצא מהרמה הנמוכה של הסטודנטים באותם מוסדות).
- בחלק גדול של המוסדות קיימות מספר בעיות הנוגעות למתרגלים: א. רמתם לעתים איננה גבוהה; ב. לאור התגמול הנמוך המתרגלים אינם מקדישים מספיק זמן למלוי תפקידם; ג. לא תמיד קיים קשר בין המרצה לבין המתרגל, הכולל תיאום, הנחיית המתרגל ע"י המרצה ועוד; ד. אין תמיד עקביות בבדיקת התרגילים; ה. בדיקת הבחינות והעבודות נעשית פעמים רבות באופן טכני ללא מתן משוב אמיתי לסטודנטים ולכן מספר רב של סטודנטים אינו מקבל לעתים משוב על העבודות המוגשות (מאחר שלעתים המתרגלים בודקים מדגם).
- מוסדות רבים מנהיגים פקטור בחלק מקורסי החובה. המשמעות היא שהציונים אינם משקפים באופן אמיתי את הישגי הסטודנטים.
- רק חלק מהמוסדות כוללים בתכנית התואר השני בחינת רוחב המקיפה את לימודי החובה במדעי המחשב.
- אין מעקב אחר הבוגרים וכן לא מתקיים קשר רציף עם המעסיקים/התעשייה כדי לעמוד על טיב הבוגר. הדבר אינו מאפשר הסקת מסקנות והפקת לקחים במידה שהדבר נדרש.

המלצות:

הוראה:

1. על המוסדות לייחס חשיבות רבה יותר לאיכות ההוראה באמצעות, למשל, כריכת הנושא בקידום חברי הסגל, תגמול עבור הצטיינות בהוראה ועוד. על המוסדות להכשיר את חברי הסגל בתחום ההוראה, ולחייב חברי סגל שאיכות ההוראה שלהם ירודה להשתתף בסדנאות לשיפור ההוראה.
2. על המוסדות לוודא שתמצית משובי ההוראה תהיה זמינה לסטודנטים.

למידה:

1. על המוסדות לטפל באופן יסודי בסוגיית המתרגלים, ולוודא כי המוסדות מייחסים משנה חשיבות לנושא זה תוך הכשרת מתרגלים ראויים, הנחייתם ודאגה לכך שכל סטודנט יקבל את המשוב הראוי לבחינה או לעבודה שביצע.
2. על המוסדות לבחון את מדיניות מתן הציונים והקושי בבחינות בכדי למנוע סחף בציונים, מחד, והצורך התמידי בפקטור מאידך.
3. הוועדה ממליצה לכלול בדרישות התואר השני (גם במסלול הלא מחקרי) בחינת רוחב על לימודי החובה בתואר הראשון.
4. על המוסדות להשכלה גבוהה ועל המל"ג לעקוב אחר מסיימי הלימודים האקדמיים ולעמוד בקשר עם המעסיקים, כדי לעמוד על טיב הבוגרים ולשפר את הלימודים האקדמיים במידת הצורך.

פרק 8 – תשתיות

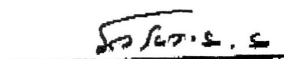
בבדיקה כוללת ומקיפה של התשתיות העומדות לרשות המחלקות למדעי המחשב ניכרת השפעת המצוקה הכספית במוסדות. במעבדות המחשבים מצוי לעתים ציוד מיושן (מחשבים, שרתים ותוכנות הפעלה), וכן ניכר חוסר בתקנים של מהנדסים וטכנאים האמורים לתחזק ולתפעל את התשתיות. כמו כן נמצא כי מירב הספריות במדעי המחשב מיושנות, חסרות את כתבי העת המובילים, וחסרות נגישות מספקת למאגרי מידע אלקטרוניים. הוועדה מתריעה על כי רמת ההכשרה במדעי המחשב במוסד הלוקה בתשתיות ההוראה והמחקר, איננה ולא יכולה להיות גבוהה. על המוסדות להקדיש תשומת לב מיוחדת לנושא זה, ולהשקיע את המשאבים הנדרשים לפיתוח התשתיות.

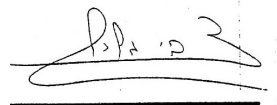
הוועדה למדה כי השינוי שהנהיגה ות"ת בתקציב הספריות, כאשר ביטלה את ההקצבה הייעודית, פגע בספריות במדעי המחשב באופן משמעותי, שכן המוסדות אינם מפנים את התקציבים הנדרשים לפיתוחן. הוועדה מניחה כי לשינוי זה השפעה על ספריות בתחומים אחרים.

המלצות:

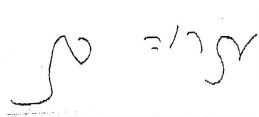
1. הוועדה ממליצה לות"ת להנהיג שנית את ההקצבה הייעודית לספריות, וזאת כדי להבטיח את פיתוחן. חידוש ההקצבה הייעודית צריך להבטיח נגישות לעתונות אלקטרונית תוך שתוף אמצעים בין המוסדות.
2. על המוסדות להעמיד תשתיות פיזיות ראויות במחלקות למדעי המחשב, לרבות מעבדות המחשבים, הצוות הטכני האמון על תפעולן והספריה.

חתימות


מר זחר זיסאפל


פרופ' צבי גליל


פרופ' דני דולב
יו"ר


פרופ' עזריה פז


פרופ' עמירם יהודאי

* מצורפת בזאת חוות דעת מיעוט של מר זחר זיסאפל.

נספח

נספח לדו"ח הכללי – סטנדרטים ללימודי מדעי המחשב

1. מבוא

בנספח זה יפורטו סטנדרטים הדרושים, לדעת חברי הוועדה, לצורך הבטחת האיכות של מסלולי הלימודים השונים, בתחום מדעי המחשב, במוסדות להשכלה גבוהה בישראל. סטנדרטים אלה, אם יאושרו על ידי המועצה להשכלה גבוהה, יוכלו לשמש כאבן בוחן לצורך אשרור תכניות לימוד חדשות או המשך קיומן של תכניות שאושרו בעבר.

בקביעת הסטנדרטים התחשבו חברי הוועדה בהחלטות קודמות של המועצה להשכלה גבוהה והתבססו בעיקר על ההמלצות הכלולות בדו"ח הכללי המוגש בזה מטעם הוועדה להערכת הלימודים במדעי המחשב, תוך הרחבות והבהרות כפי שנדרש.

בהקשרים מסוימים התייחסה הוועדה באופן שונה לאוניברסיטאות ולמכללות תוך התייחסות נפרדת לתוכניות הלימוד לתואר ראשון, לתואר שני לא מחקרי, לתואר שני מחקרי ולתואר שלישי.

2. תואר ראשון

2.1 דמות הבוגר

לצורך קביעת הקריטריונים, מצאה הוועדה לנכון להגדיר את "המוצר הסופי" או את דמות הבוגר של תכנית לתואר ראשון במדעי המחשב:

- 2.1.1 הבוגר צריך להיות בעל הבנה רחבה בתיאוריה של מדעי המחשב, של מהות החישוביות ושל היסודות המתמטיים של החישוביות, ובעל ידע מתמטי איתן.
- 2.1.2 הבוגר צריך להיות בעל ידע רחב בתחומים יישומיים של מדעי המחשב (שפות תכנות, הנדסת תכנה, מערכות הפעלה, מבני מחשבים).
- 2.1.3 הבוגר מסוגל להשתלב בצוות פיתוח במפעל הפועל בטכנולוגיה עילית מבוססת מחשוב.
- 2.1.4 הבוגר יכול לבצע פרויקט תעשייתי המבוסס על מחשוב.
- 2.1.5 הבוגר מסוגל לנתח בעיה יישומית, לפתח אלגוריתמים יעילים ולשלב אותם במערכת תכנה המיועדת לפתרון הבעיה.
- 2.1.6 הבוגר הוא בעל יכולת לימוד עצמי ומסוגל להציג נושאים במדעי המחשב בפני קהל שומעים.
- 2.1.7 הבוגר מודע להשלכות של המחשוב על הפרט, על ארגונים ועל החברה, והוא מודע להיבטים שונים של המחשוב, מבחינה אתית, חוקתית ופוליטית.
- 2.1.8 הבוגרים המצטיינים מסוגלים להשתלב בהצלחה בתכנית ללימודי המשך לתואר שני.

על מנת להגיע ליכולות אלה, מפורטים להלן קריטריונים החייבים להתקיים בתכנית הלימודים לתואר הראשון. הקריטריונים מפורטים לפי הנושאים השונים המרכיבים את התכנית לתואר.

2.2 תכנית הלימודים

תכנית הלימודים צריכה לכלול מקצועות חובה ומבחר סביר של מקצועות בחירה.

- 2.2.1 מקצועות החובה (הליבה) צריכים לכלול:
- חבילת מקצועות במתמטיקה, בהיקף סביר וברמה גבוהה, שינתנו על ידי מורים מנוסים בעלי תואר שלישי בתחום המתמטיקה. במקצועות המתמטיקה יכללו: מתמטיקה דיסקרטית, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי, אלגברה ומבוא להסתברות.
 - חטיבת מקצועות בתיאוריה של מדעי המחשב בהיקף סביר הכוללת: תורת האוטומטים (או מקצוע דומה), מבני נתונים, תורת האלגוריתמים ותורת החישוביות.
 - לפחות סמינר אחד ולפחות פרויקט מעשי הכולל את שלבי הפיתוח של פרויקט כמקובל בתעשייה.
 - חטיבת מקצועות יישומיים בתחום שפות התכנות, הנדסת תכנה, מערכות הפעלה, מבני מחשבים ותוכן לוגי.
- 2.2.2 התכנית צריכה להציע מבחר רחב ככל האפשר של מקצועות בחירה בתחום מדעי המחשב וגם אפשרויות בחירה בתחומים קרובים (כלכלה, ניהול, מתמטיקה) ובתחומים הומאניים לצורך הרחבת ההשכלה הכללית של הסטודנט.
- 2.2.3 לימודי התואר צריכים לעודד לימוד עצמי.

2.3 סטודנטים, הוראה ולמידה

- 2.3.1 ככלל, יש להקפיד על סף הקבלה ללימודים שנקבע בחוק המל"ג: תעודת בגרות.
- 2.3.2 תלמידים שרמת המתמטיקה בתעודת הבגרות היא בהיקף של 3 יחידות לימוד לא יתקבלו אלא אם כן עברו בהצלחה (עמדו בבחינה סופית) מכינה המיועדת להעלות את הידע המתמטי של הסטודנט לרמה של 4 ו-5 יחידות לימוד.
- 2.3.3 לא יתקבלו ללימודים יותר מ-10% תלמידים על תנאי.
- 2.3.4 המחלקה תציג תכנית מפורטת לתמיכה בסטודנטים חלשים אשר התקבלו בתנאים מיוחדים.
- 2.3.5 המחלקה תקבע תנאי מעבר קשוחים משנת לימודים אחת לשנייה, ותנאים ברורים לזכאות לתואר.
- 2.3.6 המחלקה תקים מערך מתרגלים ראוי ותציג תכנית מפורטת של תירגול משוב לסטודנטים והתנסות במעבדות בצמוד לקורסים השונים.
- 2.3.7 לפחות 80% מקורסי החובה יינתנו על ידי חברי סגל במשרה.

3. סגל

- 3.1 מספר חברי הסגל הבכיר בעלי תואר שלישי במדעי המחשב ובמשרה הדרוש לצורך פתיחת תכנית לימודים יהיה לפחות שישה – שלושה מהם עם פתיחת התכנית ושאר חברי הסגל הנ"ל יגויסו לכל המאוחר עד לפתיחת ההרשמה למחזור השלישי.
- 3.2 לא תינתן הסמכה לתכנית לימודים אם אין במצבת הסגל חברי סגל במשרה המסוגלים ללמד לפחות 80% ממקצועות החובה בתכנית.

- 3.3 יחס סגל בכיר במשרה לסטודנטים יהיה לפחות 60:1 במכללות ולפחות 35:1 באוניברסיטאות המחקר.
- 3.4 גם במכללות המעודדות מחקר תיקבע מכסת ההוראה של חבר סגל העוסק במחקר פעיל בדומה למכסת חבר סגל כזה באוניברסיטאות.²
- 3.5 על המכללות להעניק לחברי הסגל תמריצים להשתתף בכנסים, בהשתלמויות ובהדרכת פרויקטים ולעודד מחקר.
- 3.6 על המכללות לקבוע הליכי מינוי, כפי שמקובל באקדמיה, עבור חברי סגל העוסקים במחקר. ולקבוע מסלולי קידום והליכי חידוש מינוי לחברי סגל אלה.
- 3.7 על המכללות לקבוע הליכי מינוי וקידום ייחודיים לחברי סגל שאינם עוסקים במחקר.
- 3.8 על המוסדות לאפשר מינוי חברי סגל לפרק זמן ארוך של לפחות שלוש שנים, לאחר המינוי הראשוני.
- 3.9 על המוסדות להבטיח תנאי עבודה ומחקר סבירים לחברי הסגל, גישה לאמצעי מחשוב, משרד מצויד כהלכה, תמיכה של מזכירות, תמיכה לביצוע מחקר, שרותי ספרייה הולמים.
- 3.10 בראש המחלקה יועמד חבר סגל במשרה בדרגת פרופסור חבר לפחות. במידה וזה איננו מתאפשר יועמד בראש המחלקה חבר סגל במשרה בדרגת מרצה בכיר עם ניסיון של לפחות 7 שנים באקדמיה. על המחלקה לקבוע ועדות אשר ינהלו את המחלקה מבחינה אקדמית (כגון: ועדת מינויים, ועדה לתכניות לימודים, ועדה לבעיות הוראה). במחלקות בהן אין אנשי סגל בכירים (בדרגת פרופסור חבר לפחות) יש להקים ועדה מלווה של אנשי סגל בכירים מחוץ למוסד.

4. תשתיות

על המוסד להבטיח קיום תשתיות הולמות אשר יאפשרו את קיום תכניות הלימודים ואת המחקר של חברי הסגל: מעבדות ייחודיות, כח מחשוב הולם, תמיכה טכנית ראויה, ספרייה חדשנית ומתחדשת, כיתות לימוד המצוידות כהלכה, מזכירות המסוגלת לטפל בצרכי הסגל והסטודנטים ומשרדי סגל מצוידים וראויים.

5. מחקר

על מוסד מחקר להקים רשות מחקר (אם אין רשות כזאת) אשר תעזור לחברי הסגל המבצעים מחקר לקדם ולבצע את המחקר שלהם ולהשיג מקורות מימון לפי הצורך.

6. תואר שני לא מחקרי

ההנחה היא כי תכניות כאלה יתקיימו בעיקר במכללות, בעוד שבאוניברסיטאות תכניות כאלה מיועדות לסטודנטים שלא מצליחים להשלים מחקר אותו התחילו, או לתכנית מיוחדת שמטרתה לאפשר לסטודנטים מוכשרים במיוחד לעבור ישירות ללימודי התואר השלישי, כאשר מתברר שתוצאות המחקר שהם התחילו בו מאפשר זאת.

² עפ"י הנחיות הות"ת, היקף משרה באוניברסיטאות הינו 8 ש"ש ובמכללות 12 ש"ש.

חשיבותו של התואר השני הלא מחקרי בכך שהוא "מייצר" בוגרים בעלי ידע רחב והתנסות מוגברת בפרויקטים יישומיים. המורכבות המתרחבת של מדעי המחשב הגיעה היום למימדים כאלה שהצורך לבוגרים מסוג זה ילך ויגבר.

הוועדה מצאה כי ממוצע הציונים בתואר השני (מחקרי ולא מחקרי) גבוה מדיי בכל האוניברסיטאות. כדי לפתור את הבעיה מציעה הוועדה לקבוע כי לפחות 50% מקורסי החובה לתואר השני יהיו קורסים מתקדמים ייחודיים לתואר השני.

תנאים מפורטים לפתיחת תכנית לתואר שני לא מחקרי נקבעו על ידי המועצה להשכלה גבוהה (ההחלטה מיום 15.7.2003 מצורפת כנספח 1). חברי הוועדה סבורים שיש להקפיד על כללים אלה, **ובנוסף** ממליצים על הוספת הקריטריונים שלהלן:

- 6.1 תכנית הלימודים תכלול פרויקט יישומי בהיקף גדול (שנתי).
- 6.2 סטודנטים בתכנית לתואר שני יידרשו להגיש עבודת סיכום ו/או להיבחן בבחינת רוחב, בה ייבחנו על רוחב הידע במדעי המחשב אותו רכשו.
- 6.3 לפחות 50% מקורסי החובה (ני"ז) לתואר השני יהיו קורסים ייחודיים לתארים מתקדמים.

7. תואר שני מחקרי

- 7.1 מוסמכי תואר שני מחקרי צפויים להיות בעלי יכולות המפורטות להלן:
 - 7.1.1 יכולת מוכחת לנהל מחקר עצמאי ולערוך את תוצאות המחקר בכתב.
 - 7.1.2 יכולת לחפש ולמצוא בספרות המקצועית חומר עכשווי הנוגע לנושא אותו הם חוקרים.
 - 7.1.3 יכולת רחבה ללימוד עצמי.
 - 7.1.4 שליטה רחבה בנושא אותו חקרו והבנה מעמיקה של הנושא.
 - 7.1.5 ידע תיאורטי ומעשי רחב בתחומים רבים של מדעי המחשב.
 - 7.1.6 יכולת להשתלב בפרויקט תעשייתי בתחום הטכנולוגיה העילית ואף יכולת לנהל פרויקט כזה.
 - 7.1.7 המצטיינים שבין המוסמכים יוכלו להשתלב בהצלחה בתכנית לימודי המשך לתואר שלישי.
- 7.2 תנאים מפורטים לפתיחת תכנית לתואר שני מחקרי במוסדות להשכלה גבוהה שאינם אוניברסיטאות נקבעו על ידי המועצה להשכלה גבוהה (ההחלטה מיום 26.10.2004 מצורפת כנספח 2). חברי הוועדה סבורים שיש להקפיד על כללים אלה ובנוסף ממליצים על הוספת הקריטריונים שלהלן:
 - 7.2.1 לא יוכל מוסד אקדמי לפתוח תכנית לימודים לתואר שני מחקרי אם אין במצבת הסגל שלו לפחות: עבור מכללות – לפחות 10 חברי סגל בכיר במשרה, בעלי תואר שלישי במדעי המחשב והעוסקים במחקר פעיל; באוניברסיטאות – 20 חברי סגל כאלה.

- 7.2.2 חברי הסגל העוסקים במחקר פעיל כמפורט בסעיף 4.2.1 פעילים בלפחות שלושה תחומי מחקר שונים וזכו על כך להכרה בינלאומית (לפי קריטריונים במקובלים באקדמיה).
- 7.2.3 כיוצא מהכלל המפורט בסעיף 4.2.2 יתאפשר מתן אישור פתיחת תכנית לתואר שני מחקרי במוסד שאינו עומד בתנאים המפורטים בסעיף 4.2.2, אם התמקדה המחלקה למדעי המחשב במוסד בתחום ייחודי, והצליחה לפתח אותו ולקבל הכרה בינלאומית באותו תחום.
- 7.2.4 המחלקה תפרט הליכי אישור נושא מחקר לסטודנטים, הליכי מעקב אחר הסטודנטים והליכי אישור גמר, כמקובל באקדמיה.
- 7.2.5 מנחה עבודת המחקר יהיה בדרגת מרצה לפחות ובעל תואר שלישי.
- 7.2.6 מספר המונחים הכולל (תואר שני ותואר שלישי) לחבר סגל יוגבל ל- 5-7. תתאפשר חריגה רק באישור ועדה מיוחדת של המוסד.
- 7.2.7 סטודנטים בתכנית לתואר שני מחקרי יידרשו – בנוסף לתיזה – להיבחן בבחינת רוחב, בה ייבחנו על רוחב הידע במדעי המחשב אותו רכשו.
- 7.2.8 לפחות 50% מקורסי החובה (ני"ז) לתואר השני יהיו קורסים ייחודיים לתארים מתקדמים.

8. התואר השלישי

על מוסמכי תואר שלישי להגיע ליכולות שלהלן:

- 8.1 המחקר שהם ביצעו מהווה פריצת דרך או מרחיב בצורה משמעותית את הידע בתחום אותו חקרו.
- 8.2 תוצאות המחקר שלהם ראויות לפרסום בכתב עת מקצועי מוביל.
- 8.3 הם מסוגלים להשתלב בהצלחה בסגל הבכיר של מוסד אקדמי.
- 8.4 הם בעלי ידע רחב והבנה עמוקה של תחומים רבים במדעי המחשב, הן תיאורטיים והן יישומיים.

חברי הועדה מצאו שתכניות הלימודים לקראת תואר שלישי בארץ הן ברמה גבוהה ואינם מוצאים לנכון לקבוע סטנדרטים או קריטריונים לתכניות אלה בשלב זה.

9. מעקב אחר הבוגרים

כל מחלקה למדעי המחשב תתחייב לקיים מעקב אחר בוגרי תכניות הלימודים שהיא מקיימת, ותפעל לקיימו.

11.12.2006

חוות דעת מיעוט של חבר הוועדה, זהר זיסאפל

הנני שותף לכל מסקנות הוועדה פרט לשלשת הנושאים הבאים :

יותר מדי מוסדות שמלמדים מדעי המחשב.

לדעתי, לא די בהמלצת הוועדה להימנע מלאשר מוסדות נוספים למדעי המחשב, אלא, נדרשת פעולה נמרצת יותר למיזוג מוסדות קיימים. טוב עשתה מלי"ג שהקימה מכללות, אך עתה, משהתברר שמספרן גדול מדי, טוב תעשה אם תפעל לצמצום המספר ולחיזוק המוסדות הממוזגים. הוועדה הקפידה בקלה כבחמורה והעירה הערות נכונות לכל מוסד שהרמה בו נמוכה. אולם, אני חשתי תסכול מביקורת ללא תכלית, כי רוב המוסדות הללו תקועים במעגל שוטה. מספר המועמדים הפונים אליהם קטן למרות שספי הקבלה כבר נמוכים. הם פועלים בגרעון הנובע ממספר קטן של תלמידים, ואינם יכולים להשקיע כנדרש בגיוס סגל מקצועי ובתשתית מעבדות ומחשוב. הורדת ספי הקבלה תוריד את הרמה עוד יותר, והעלאתם תגדיל את הגרעון. אמנם, ניתן לצפות להמשך הגידול בביקוש לבוגרי מדעי המחשב אך לא במידה שתאפשר למכללות החלשות לצאת בעתיד הנראה לעין מהסחרור שבו הן נתונות.

אינפלציית הציונים

זוהי בעיה חמורה בעיני מאחר שהיא מובילה לירידת הרמה. מדוע יתאמץ סטודנט מוכשר אם ללא כל מאמץ מתקרבים ציוניו ל-90? אינפלציית ציונים מצביעה, לדעתי, גם על עצלות חברי הסגל. שהרי קל לתת ציון גבוה מלהשקיע מאמץ בבדיקה יסודית של העבודה או הבחינה. לדעתי, חשיפת הנתונים לאור השמש היא הדרך הטובה ביותר להתמודד עם הבעיה. לפיכך, חשבתי שנכון לפרסם את הנספח המסכם את הציונים הממוצעים בתואר הראשון ובתואר השני בכל המוסדות שבדקנו.

סקר המעסיקים

אינני מסכים עם דעת חברי המכובדים באשר לסקר המעסיקים. גם אני התאכזבתי מההיענות הנמוכה יחסית של המעסיקים (כשני תריסרים ענו, ומהם בחרנו להציג שלוש עשרה חברות שענו באופן מלא). לדעתי, היה מקום לצרף את הטבלה שבה רוכזו התגובות כנספח לדו"ח. המעסיקים הם הלקוחות העיקריים, וההיזון החוזר מהם, גם אם אינו מלא, הוא מאיר עיניים.
