



**ועדת היגוי עליונה  
ללימודי מדע וטכנולוגיה**

---

# **דו"ח הוועדה לבחינת המגמות והמקצועות הטכנולוגיים**

# דו"ח הוועדה לבחינת המגמות והמקצועות הטכנולוגיים

חברי הוועדה:

ד"ר אלי איזנברג

פרופ' בת-שבע אלון

מר משה ארז

פרופ' שמעון בראון

גב' יפה ויגודסקי

תא"ל אבי זמיר

פרופ' יעקב כץ

מר גוריון מלצר

פרופ' קני פרייס – יו"ר

מרכזי הוועדה:

פרופ' דוד בן-חיים

ד"ר יפה קרת

## תוכן העניינים

### עמוד

2	פרק 1 - מבוא
3	פרק 2 - חינוך טכנולוגי בעולם – תמצית
6	פרק 3 - התפתחות החינוך הטכנולוגי בישראל – תקציר
8	פרק 4 - קריטריונים לבחינת המגמות והמקצועות הטכנולוגיים
10	פרק 5 - המלצות להחלטות באשר למגמות ולמקצועות הטכנולוגיים
10	5.1 כללי
12	5.2 מגמות הנדסיות מדעיות מומלצות
14	5.3 מגמות טכנולוגיות מומלצות
16	5.4 מגמות תעסוקתיות
18	פרק 6 - סיכום
	נספחים
20	א. כתב מינוי ורשימת חברי הוועדה
21	ב. מפרט להכנת חומר כתוב אודות מגמה
23	ג. הסמכה מקצועית ולימודי המשך לבוגרי המגמות בנתיב הטכנולוגי
24	ד. המלצות וחוות דעת מפורטות למגמות אחדות

## פרק 1 - מבוא

ועדת ההיגוי העליונה ללימודי מדע וטכנולוגיה פועלת מתוקף כתב המינוי של שרת החינוך. הוועדה ממליצה לשרת החינוך ולמנהלת הכללית, על מדיניות בנושאים הנזכרים. הוועדה גם נדרשת לסוגיות שעל סדר היום בלימודי מדע וטכנולוגיה.

תכנית העבודה של הוועדה לשנת תשס"ה כללה בדיקה ודיון בנושא המגמות הטכנולוגיות. אולם, סוכם עם המנהלת הכללית של משרד החינוך התרבות והספורט שבדיקה זו תסתיים בלוח זמנים קצר, במהלך הקיץ של שנת 2004. כדי לעמוד בלוח זמנים מקוצר זה, ועדת ההיגוי העליונה ללימודי מדע וטכנולוגיה מינתה ועדת משנה בת תשעה חברים, לבחון את המגמות והמקצועות הטכנולוגיים. כתב המינוי ורשימת חברי הוועדה, מופיעים בנספח א.

ראוי לציין במיוחד, שלא הופעל שום לחץ, או אפילו רמז של לחץ, על חברי ועדת המשנה בקשר למסקנותיהם. חברי הוועדה הביעו דעה בהתאם לניסיונם והבנתם, במטרה להגיע למסקנות הנכונות ביותר לטובת התלמידים והמדינה. כאזרחים ערים, האתגרים הכלליים של המדינה ובפרט אתגרי מערכות החינוך ידועים לחברי הוועדה. בישיבתה הראשונה, ועדת המשנה סיכמה לעצמה קריטריונים לבחינת המגמות והמקצועות הטכנולוגיים, והעבירה את הנוסח של הקריטריונים למפמ"רים של המגמות.

המפמ"רים של כל אחת מ-18 המגמות התבקשו להכין חומר כתוב על המגמה, לפי מפרט אשר מופיע בנספח ב, ולשלוח אותו לוועדה, על מנת שחברי הוועדה יוכלו ללמוד על המגמות מהחומר הכתוב.

המפמ"ר ונציגות של כל מגמה, הוזמנו לישיבה של הוועדה, על מנת להבהיר את הנקודות העיקריות בחומר הכתוב ולענות על שאלות.

לאחר הצגת המגמות על-ידי המפמ"רים וקבלת מענה לשאלות הרבות שנשאלו על-ידי חברי הוועדה, חברי הוועדה קיימו מספר ישיבות, כדי לסכם את המלצותיהם.

דו"ח זה מפרט את המלצות ועדת המשנה לגבי המגמות והמקצועות שמומלץ לקיים. שם של מגמה או מקצוע אשר אינו מופיע כאן – משמע שמומלץ לא לקיימו.

חברי הוועדה מודים לכל המפמ"רים וחברי הוועדות השונות אשר טרחו להכין חומר כתוב רב, תוך זמן קצר, ועל שהופיעו לפני הוועדה לשם מתן הסברים.

## פרק 2 - חינוך טכנולוגי בעולם - תמצית תמונת מצב\*

קיימת שונות רבה בין מערכות החינוך הטכנולוגי בארצות השונות, והבדלים אלה משקפים מגוון של תרבויות, ומדיניות של כלכלה, תעשייה וחינוך לאומיים. אין מטרתה של סקירה תמציתית זו לעשות איזו שהיא השוואה כמותית או איכותית בין מערכות החינוך הטכנולוגי בעולם.

יחד עם זאת ניתן להסיק מהסקירה שהמשותף למרבית הארצות המפותחות הוא:

א. לימוד אוריינות טכנולוגית מגן הילדים ועד לכיתה י לפחות (בגילאים מ-5 עד 16).

ב. חיזוק בהווה של מסגרות התכניות הטכנולוגיות ומסגרות ההכשרה המקצועית, בהשוואה לעבר.

נסקור להלן בקיצור נמרץ את מערכות החינוך הטכנולוגי במספר מדינות:

1. אנגליה: מקצוע חובה - Design & Technology (D&T) מגיל 5 ועד גיל 16 כולל עמידה במבחנים לאומיים GCSE בכיתה י. מקצוע D&T ומקצועות טכנולוגיים נוספים בתחומי הנדסה, כמו אלקטרוניקה, מכונות ומחשבים, מהווים מקצועות בחירה בכיתות יא-יב ובסיומם נבחנים בבחינות A-Level. בעת האחרונה החלו לפתח ולדון בתכניות להקמת בתי-ספר טכנולוגיים-הנדסיים איכותיים.

2. אירלנד: המקצוע D&T הינו חובה מגיל 4 ועד גיל 14 ומקצוע בחירה מגיל 14 ועד גיל 16. תכנית הלימודים כוללת נושאי אוריינות טכנולוגית והקניית מיומנויות בין אישיות, פתרון בעיות וחשיבה שיטתית טכנולוגית. בבית-הספר התיכון הלימודים נמשכים 3 שנים ובהם 3 תכניות עיקריות: Learning Certificate בהם לומדים למבחנים ב-5 מקצועות לפחות (כולל שפת אם), Learning Certificate Applied Programme, בגישה של לימודים לרוחב הקוריקולום עם הכנה להשתלבות בעולם התעסוקה, Learning Certificate Vocational Programme עם מיקוד בנושאים טכנולוגיים ומקצועיים.

3. פינלנד: בלימודי החובה מגיל 7 עד גיל 16 לומדים התלמידים את הנושאים הטכנולוגיים בשילוב עם לימודי הנושאים המדעיים: אדם וסביבה, חומרים ואנרגיה, וכדור הארץ. הפרויקטים הטכנולוגיים מכוונים בגישה של לימודי המלאכה, לה יש מסורת ארוכת שנים בתכניות הלימודים בפינלנד. בבית-הספר התיכון לומדים 3 שנים מקצועות עיוניים, או במשך שנתיים עד חמש שנים לימודי הכשרה מקצועית. בתיכון המקצועי נלמדים עשרות מקצועות, כאשר מבחני הסיום בחלק גדול מהם, מקנים אפשרות ללמוד באוניברסיטאות.

---

\* מבוסס על מידע שאותר ועובד מאתרי אינטרנט וסקירות על החינוך הטכנולוגי במדינות השונות.

4. זמרק: בחינוך החובה מגיל 7 עד גיל 16 - לימוד הנושאים הטכנולוגיים מהווה חלק מלימודי המדע, ומדגישים את האינטראקציה בין התפתחות הטכנולוגיה לבין הטבע ותנאי החיים של האדם. מגיל 16 ועד גיל 19 בתי-הספר התיכוניים מחולקים ל- 3 סוגים: עיוני, טכנולוגי ומסחרי. בבתי-הספר הטכנולוגיים והמסחריים קיימות 90 תכניות לימוד שונות עם 210 התמחויות המתאפיינות ב- 4 קטגוריות: תכניות טכנולוגיות, תכניות מסחר, תכניות חקלאיות ותכניות חברתיות ובריאותיות.
5. גרמניה: לימודי הטכנולוגיה בגרמניה הם בעיקרם במטרה להכשיר מקצועית ופחות לכיוון של אוריינות טכנולוגית לכל. החל משנת הלימודים החמישית מחולקים בתי-הספר ל- 3 סוגים: GYMNASIUM (עד גיל 19) מכשיר את התלמידים ללימודי המשך באוניברסיטה. REALSCHULE (עד גיל 16) מכשיר את התלמידים ללימודי המשך מקצועיים במכללות טכנולוגיות. HAUPTSCHULE (עד גיל 15) מכשיר את התלמידים לתעסוקה במקומות עבודה בתעשייה ובמשק הגרמניים.
6. יפן: לימודי הטכנולוגיה בחטיבת הביניים הנם בגישה רחבה ומגוונת לנושאים טכנולוגיים שונים, כמו: עיבוד חומרים, אלקטרוניקה, מזון וכלכלת בית (105 שעות בכל אחת משלוש השנים), וקורס בחירה, שהינו מאוד פופולארי, באוריינות טכנולוגית. בחטיבה העליונה משולבת הטכנולוגיה בלימודי מדע והשפעותיהם על החברה, בלימודי מידע. מרבית הלימוד הטכנולוגי ההכשרתי מתחיל בבתי-ספר טכנולוגיים (בהם לומדים כשליש מהתלמידים) וממשיך במכללות העל-תיכוניות. בבתי-הספר הטכנולוגיים נדרשים התלמידים ללמוד קורסים בטכנולוגיות מידע הרלבנטיות למקצוע התמחותם.
7. טייוואן: בחטיבת הביניים מגיל 12-15 נלמד המקצוע Living Technology כאוריינות טכנולוגית הקושרת את הטכנולוגיה לשלושה תחומים: הסביבה הטבעית, החברה והמשפחה, ועולם התעסוקה, הקריירה והתעשייה. בחטיבה העליונה יש בתי-ספר מקצועיים בהם מתקיימת הכשרה טכנולוגית, אותה יכולים התלמידים להמשיך בלימודים במכללות טכנולוגיות מגיל 18 ועד גיל 22.
8. אוסטרליה: בבית-הספר היסודי מגיל 6 ועד גיל 12 נלמד מקצוע החובה מדע וטכנולוגיה על-ידי כל התלמידים. בחטיבת הביניים קיים מקצוע חובה D&T – Design & Technology המשלב ארבעה נושאים מרכזיים: תיכון וייצור, מערכות, חומרים ומידע. בחטיבה העליונה מגיל 15 ועד גיל 18 נלמד המקצוע D&T כמקצוע בחירה. בחינוך העל תיכוני יכולים התלמידים להירשם להכשרה במקצועות טכנולוגיים, במכללות טכנולוגיות ובפקולטות להנדסה באוניברסיטאות.

9. ארה"ב: במדינת ניו-יורק, למשל, אין לימודי טכנולוגיה בבית-הספר היסודי, אם כי יש חשיפה לקריירות תעסוקתיות. בחטיבת הביניים (כיתות ז ו-ח) קיים מקצוע חובה "מבוא לטכנולוגיה" אשר מדגיש את היישומים של עקרונות תיאורטיים ופתרון בעיות מעשיות. המקצוע נלמד בגישה התנסותית ומשלב הקניית מיומנויות, כמו: חשיבה יצירתית, קבלת החלטות, חשיבה ביקורתית ופתרון בעיות. בחטיבה העליונה של בית-הספר התיכון (כיתות ט-יב) קיים מקצוע בחירה "עקרונות ההנדסה" הכולל נושאים של: תיכון הנדסי, מודלים, מערכות, אופטימיזציה, אינטראקציה בין חברה לטכנולוגיה ואתיקה בהנדסה. במקביל לחטיבה העליונה יכולים התלמידים בעלי הנטייה הטכנולוגית ללמוד ב- COLLEGE PREP (כיתות ט-יב) לימודי טכנולוגיה בתכנית הנקראת TECH- PREP. בתכנית זו נכללים נושאים כמו: מתמטיקה יישומית, עקרונות הטכנולוגיה, כימיה וביולוגיה יישומית ויישומי תקשורת. ניתן להמשיך אחר כך בלימודי ההכשרה בלימודים דו-שנתיים ב- Community Technical Junior Senior College לתואר Associate Degree בקורסים, כמו: תקשורת, מחשבים, ייצור, לייזרים ואופטיקה ומערכות מידע. לאחר מכן אפשר להמשיך בעוד שנתיים לימודים ב- Senior College ל- Bachelor's Degree בתחומים של טכנולוגיה מתקדמת, ניהול עסקי וחינוך טכנולוגי. בשנת 2000 פורסמה תכנית מקיפה ללימודי הטכנולוגיה בבית-הספר בשם: Technology For All Americans. התכנית גובשה כשיתוף פעולה בין אנשי חינוך, אקדמיה, תעשייה וציבור, ומיושמת בהדרגה במדינות שונות בארה"ב.

10. קנדה: במחוז אונטריו למשל קיים בבית-הספר היסודי (כיתות א-ח) מקצוע משולב של מדע וטכנולוגיה המקיף את הנושאים: מערכות חיים, חומרים, אנרגיה ובקרה, מבנים ומנגנונים כדור הארץ והיקום. בחטיבת הביניים (כיתות ט ו-ז) נלמדת הטכנולוגיה על-פי המאפיינים הקוריקולריים הבאים: יסודות ותיאוריה (רכיבים ומערכות, חומרים, מוצרים, שירותים וכד'), תהליכים ומיומנויות (אלה הדרושים להתמודד עם פתרון בעיות ואתגרים) ותוצאות והשפעות (סוגיות בטיחות, קריירה והשלכות הטכנולוגיה). בבית-ספר התיכון (כיתות יא ו-יב) קיימים קורסי בחירה בטכנולוגיה, כמו: טכנולוגיות תקשורת, טכנולוגיות מחשבים, טכנולוגיות מבנים, טכנולוגיות תחבורה, טכנולוגיות מידע ועוד.

### פרק 3 - התפתחות החינוך הטכנולוגי בישראל - תקציר\*

בשנים הראשונות להקמתה של מדינת ישראל הייתה מערכת החינוך העל-יסודית סלקטיבית במהותה. בתי-הספר התיכוניים היו עיוניים ותלמיד שלא יכול היה להתקבל לתיכון העיוני, ולא יצא לשוק העבודה בגיל 14, השתלב במסגרת הכשרה מקצועית בבתי-ספר מקצועיים שבפיקוח משרד העבודה. בבתי-ספר אלה היו מסלולים דו-שנתיים ותלת-שנתיים, ובוגריהם עבדו עד לתחילת שירותם הצבאי.

בשנות השישים החל המשק הישראלי לעבור בהדרגה מכלכלה מבוססת חקלאות לכלכלה של תעשייה ושירותים מתמחים, ובאותה עת החלה קליטה מסיבית של עלייה ממזרח אירופה ומדינות ערב. משנות השישים ההכשרה המקצועית עברה לתכנית ארבע שנתית, ללא זכאות לתעודת בגרות, במקצועות כמו: מכונאות רכב, חרטות ומסגרות, במסגרת של בתי-ספר מקצועיים בפיקוח משרד החינוך. היעד היה "לעצב דמות של פועל משכיל ואזרח נאמן" (אביגד).

בשנות השבעים התחילה בישראל התפתחות התעשיות הביטחוניות ותעשיות המתכת הכבדה. התחילה עלייה רחבת היקף מברית המועצות, והיה קיים ביקוש לכוח אדם מקצועי בתעשייה: טכנאים, הנדסאים ופועלי ייצור. בשנים אלה נעשתה רפורמה גדולה במערכת החינוך שבמסגרתה התבצע מעבר מהכשרה מקצועית לחינוך הטכנולוגי תוך קליטה רחבה של תלמידים בעלי יכולות ברמות שונות ונטיות מגוונות. הוקמו בתי-ספר מקיפים שמתפקידם לתת מענה לכלל התלמידים בקהילתם. בתי ספר אלה כללו נתיב עיוני סלקטיבי שמוביל את תלמידיו לזכאות לבגרות, ונתיב טכנולוגי, הכולל שלושה מסלולי לימוד: מסלול מקצועי מעשי (מסמ"מ) - לתלמידים חלשים מאוד, מסלול מקצועי רגיל (מסמ"ר) - לתלמידים בינוניים, ומסלול מקצועי תיכוני (מסמ"ת) - לתלמידים ברמת לימודים המאפשרת להם להשיג זכאות לבגרות. לכל מסלול הייתה תכנית לימודים, מערכת בחינות משלו וכמעט ולא התאפשרה ניעות של תלמידים בין המסלולים השונים.

בשנות השמונים התפתחו בישראל תעשיות הכימיה, הפלסטיקה והמזון, התעשיות הביטחוניות הצטמצמו והתחילה התפתחותם של תעשיות ההיי-טק עם ביקוש גדול לכוח אדם הנדסי בעל יכולות גבוהות. בתקופה זו חלה הרפורמה בחינוך הטכנולוגי, שיעדיה העיקריים היו: ביטול המסלולים, פיתוח השיטה המודולרית בלימודים ובבחינות, פיתוח מגמות חדשניות המבוססות על בסיס מדעי רחב, ויצירת סביבות למידה עתירות טכנולוגיה. רפורמה זו הביאה לשוויון הזדמנויות בין הנתיב העיוני והנתיב הטכנולוגי בבית-הספר התיכון המקיף. במסגרת השיטה המודולרית התלמיד למד את המכלול של מקצועות המגמה וניגש לבחינות הבגרות המודולריות (1, 3 או 5 יחידות לימוד - יח"ל) על-פי יכולתו ורצונו. המורים נדרשו להשלים את השכלתם האקדמית, עברו מערך מקיף של השתלמויות והוכשרו להורות את תכניות הלימודים החדשניות, בעזרת ספרי הלימוד ועזרי ההוראה והלמידה שפותחו. כל מגמה כללה 3 סוגי מקצועות: מקצועות מבוא, מקצועות ליבה ומקצועות התמחות.

\* מבוסס על מצגות של הגב' יפה ויגודסקי, מנהלת המנהל למדע וטכנולוגיה, משרד החינוך.



**בשנת התשעים** התרחשה התפתחות מואצת של תעשיית ההיי-טק ותחומי התוכנה והתקשורת. ישראל הרחיבה את הסכמי הסחר ובמקביל נפתחה לתחרות בינלאומית, והתהווה ביקוש גדול להנדסאים, מהנדסים ואנשי תוכנה. באותן שנים הייתה עלייה מסיבית מחבר העמים מחד ומאתיופיה מאידך. בשנת 1992 הוקמה ועדת הררי לבחינתו של החינוך הטכנולוגי מדעי בישראל. ב-1993 התפרסם דו"ח הוועדה הידוע כ"מחר 98" שעיקרו היו: חינוך מדעי טכנולוגי לכל התלמידים מגן הילדים ועד גמר התיכון; פיתוח מקצוע לימוד חובה חדש "מדע וטכנולוגיה" ברצף החל מגן הילדים, עבור בבית-הספר היסודי ועד חטיבת הביניים; שילוב התקשוב בתהליכי הוראה ולמידה; ופיתוח סביבות למידה עתירות מדע וטכנולוגיה.

**בשנת האלפיים** התפתחו בישראל תעשיות בתחומים מבוססי מדע כמו הביוטכנולוגיה, תהליכי הגלובליזציה התחזקו וחייבו פיתוח הון אנושי ברמה בינלאומית וניעות של עובדים בין תחומים שונים במשק. בעקבות דו"ח מבקרת המדינה על יישום הרפורמה בחינוך הטכנולוגי של סוף שנות השמונים הוקמה ועדה מייעצת ליד המנהל למדע וטכנולוגיה, שמתפקידה להתמודד עם דו"ח "מחר 98", שינוי חוקת הזכאות ודו"ח מבקרת המדינה. גובש מבנה חדש לחינוך הטכנולוגי במערכת החינוך בחטיבה העליונה, שהעיקרון המנחה בו הוא שילוב של מדעים מדויקים עם טכנולוגיות מתקדמות, תוך כדי עדכון נושאי לימוד – הפיכתם לרלבנטיים ולעדכניים יותר. במבנה החדש לומד התלמיד בכל מגמת לימוד 3 מקצועות: מקצוע מדעי (פיזיקה, כימיה או ביולוגיה) או מקצוע חדש שפותח – "מדעי הטכנולוגיה" (בהיקף של 2 עד 5 יח"ל), מקצוע מוביל אחד לכל מגמת לימוד (1, או 3 או 5 יח"ל), ומקצועות התמחות (1, או 3 או 5 יח"ל) בו מרבית התלמידים עושים פרויקט גמר. במבנה חדש זה של החינוך הטכנולוגי בחטיבה העליונה התבססה התשתית המדעית של המגמות הטכנולוגיות, צומצמו מספר מקצועות הלימוד ושאלוני הבגרות, והוטמעה גישת המודולריות בלמידה ובבחינה.

## פרק 4 - קריטריונים לבחינת המגמות והמקצועות הטכנולוגיים

### הוועדה אימצה את השיקולים הבאים לשיפוט המגמות:

- לימוד במגמה טכנולוגית לא תפחית או תפגע בלימוד נושאי יסוד ומיומנויות הנדרשות לכל אזרח במאה ה-21, כגון: הבנת הנקרא, חשיבה לוגית, היסטוריה, ערכים, ועוד. ועדה זו לא קובעת את הנושאים האלה, אבל היא מודעת לחשיבותם. הכתוב להלן מניח שנושאי יסוד אלה יהיו חלק מהחינוך במגמות הטכנולוגיות, ואין צורך לרשום זאת במפורש.
- על המגמה לספק סביבה לימודית מאתגרת וחוייתית.

### בתהליך בחינת המגמות והמקצועות, הוועדה מיינה את המגמות לשלושה סוגים:

מגמה הנדסית-מדעית: מהווה תשתית להמשך לימודים באוניברסיטאות ובמכללות הטכנולוגיות. במגמה מסוג זה ילמדו כמקצוע מבוא מדעי יסוד (פיזיקה, כימיה, ביולוגיה) בדומה לתלמיד המתמחה בנתיב עיוני מדעי. לימוד המקצוע "מדעי הטכנולוגיה" לא כלול במגמה מסוג זה.

מגמה טכנולוגית: מהווה תשתית לקידום לימודים ותעסוקה עתידית המבוססת על טכנולוגיה מתקדמת ותורמת לתלמיד עצמו, לקהילתו ולכלכלה הלאומית. תכניות הלימודים במגמה יתבססו על ההנחה שמהות הידע והמיומנות המקצועיים מן ההכרח ישתנו עם הזמן. תכניות הלימודים וכל הפעילות הנובעת מתכניות אלו תותאמנה ותהיינה המשך רציף ללימוד המקצוע "מדעי הטכנולוגיה" אשר מהווה מבוא חובה למגמה. דבר זה אינו מונע מתלמיד ללמוד גם מקצועות מדעיים יסודיים במקום המקצוע "מדעי הטכנולוגיה", אבל לימוד מקצוע מדעי יסודי אינו כלול בתכנון המגמה.

מגמה תעסוקתית: מהווה תשתית לפיתוח קריירה תעסוקתית במהלך חיי התלמיד, ומאפשרת לו ולמשפחתו ניעות חברתית וכלכלית. הלימודים ישלבו מרכיב ניכר של התנסות מעשית, רלבנטית ועדכנית כדי לקדם את התלמיד לתעסוקה יצרנית, התורמת לו, למשפחתו ולמשק הלאומי. הלימודים במגמה יתבססו על ההנחה שמהות המיומנות המקצועית מן ההכרח תשתנה עם הזמן. הדרישה ללימוד מקצוע מבוא תהיה דומה לזאת שבמגמות הטכנולוגיות.

**הוועדה רואה צורך בהמשך קיום החינוך הטכנולוגי על מגמותיו השונות לאחר השינויים המומלצים במסמך זה מהסיבות הבאות:**

- ישנם תלמידים שללא תחושה שהידע הנלמד יהיה שימושי, לא יתאמצו ללמוד את מקצועות מדעי היסוד. לדוגמה: תלמיד המתלהב מלימוד מקצוע הביוטכנולוגיה יכול לחשוב שלימוד ביולוגיה לבד הינו דבר משעמם. תלמיד המתלהב מבניית רובוט, עלול לא להתלהב מלימוד פיזיקה לבד. קיום מגמה הנתפסת על-ידי התלמיד כרלבנטית וחדשנית מקדמת את התלמיד ללימוד מעמיק של מדעים.
- במדינות מפותחות כמו גרמניה אנגליה או הולנד, לא כל תלמיד לומד לבגרות. מדינות אלה מקיימות מערכות חינוך מקצועי מסועפות, הנועדות למי שלומד מקצוע בשנות נעוריו. השאיפה הנפוצה שכל תלמיד יהיה זכאי לתעודת בגרות אינה סיבה לשלול את האפשרות של לימוד תשתית מקצועית בגיל הנעורים שתעזור לו בפיתוח קריירה תעסוקתית בהמשך חייו.
- מקצועות טכנולוגיים והנדסיים הדורשים גם ידע וגם מיומנות בהפעלת כלים ומערכות טכנולוגיות הם מרכיב חיוני בכלכלת מדינה מודרנית, גם בתעשיית טכנולוגיה עילית. הגישה החינוכית המומלצת ומוכחת היא שמי שעתיד להיות טכנאי יתרגל להבין ולהפעיל כלים ומערכות טכניות כבר בגיל הנעורים, ולא בשנות העשרים לחייו. ניסיונות בצה"ל לאייש את המקצועות הטכניים בבוגרי עיוני נכשלו. נציג צה"ל הדגיש שישנה חשיבות רבה להתנסות המקצועית הנרכשת במהלך הלימודים תוך כדי שימוש בכלים טכניים הלכה למעשה.
- ביטול הלימוד הטכנולוגי או תעסוקתי בגילאי בית-הספר היה מוסיף הוצאה לתקציב הממשלתי. החיסכון לתלמיד בגילאי בית-הספר יהיה יחסית קטן, כי במקום המקצועות המבוטלים התלמיד ילמד מקצועות אחרים. מאידך, על מנת לתת חינוך או הכשרה מקצועית בגיל מבוגר יותר, השירות הציבורי יהיה חייב להעמיד מערכת הכשרה או חינוך נוספת, וזה יוסיף להוצאות הציבוריות.
- ביטול הלימוד הטכנולוגי או תעסוקתי היה מטיל עומס בלתי סביר על כלכלת משפחת התלמיד. לגבי הרבה משפחות תעודת בגרות אינה מבטלת את הכורח בתרומת הצעיר לכלכלת המשפחה. להרבה משפחות חשוב שהבן או הבת יוכלו לעזור בפרנסת המשפחה וזה מתאפשר מעיסוק מקצועי. ביטול האפשרות הזו, ודחיית הלימוד המקצועי עד לאחר השירות הצבאי, עלולים להוות פגיעה בלתי סבירה באוכלוסייה גדולה, שהיא בדרך כלל חלשה יותר.
- לימוד מקצוע טכני בגיל הנעורים נחוץ לא רק להרבה תלמידים ולמשק הלאומי, אלא גם לצבא. החיוניות של כוח אדם טכני מקבלת ביטוי במדיניות השיבוץ של חיילי החובה. צה"ל משבץ יותר בוגרי מגמות אלקטרוניקה במקצוע מאשר בעבר, גם בעדיפות על שיבוץם כלוחמים. צה"ל מוותר על לוחמים לטובת בעלי מקצוע בתחום האלקטרוניקה. לצה"ל יש צורך גם בבעלי מקצוע בתחומים נוספים כגון מכונות ועוד.

## פרק 5 - המלצות באשר למגמות ולמקצועות הטכנולוגיים

### 5.1 כללי

הערה כללית לגבי מבנה המסמך הזה: נספח ג מפרט את תעודות הרישוי שכל מגמה מחנכת לקראתן.

1. נקודת ההתחלה הקיימת בתכנון לימודי המגמות הטכנולוגיות בכיתה י היא ההנחה שברוב כיתות בתי הספר עד כיתה י, כל התכנים של תכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה אינם נלמדים באופן ראוי, או שאינם נלמדים כלל. לימוד פרקים בחטיבה העליונה, אשר היו צריכים להילמד לפני כיתה י מהווה בזבוז משאבי זמן כיתה עם כל המתלווה לכך. שיפור לימודי המגמות הטכנולוגיות מתחיל מעבודה נכונה בכיתות הקודמות לכיתה י, ויש לעמוד על מציאת פתרונות לכך.
2. יש לקיים ועדת מגמה אחת לכל המקצועות במגמה. תפקידה יוגדרו כמו לוועדת המקצוע לפי ההגדרה הקיימת במשרד החינוך. אחריות הוועדה תהיה לכל מקצוע במגמה, וגם למגמה כמכלול. למגמות הנדסת מכונות ומערכות מכאניות תהיה ועדת מגמה אחת, כמו כן גם למגמות הנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ומערכות בקרה ואקלים. לכל אחת מהמגמות האחרות תהיה ועדה נפרדת.
3. קיימות מגמות שבהן מנסים בו זמנית להגשים מטרות סותרות או בלתי ממוקדות, דבר אשר עלול ליצור חוסר מיקוד וחוסר יעילות. בנוסף, בחלק מהמגמות יש מספר רב, אולי רב מדי, של פרקי בחירה במקצועות ההתמחות.  
יש לדרוש מהוועדה של כל מגמה מומלצת (הכוללת את המפמ"ר) להכין מסמך עם הסעיפים הבאים:
  - ◆ הגדרת מטרת המגמה אשר תכלול:
    - ניסוח כללי ותמציתי של מטרת החינוך במגמה.
    - פירוט של תעודות הרישוי שלקראתן מחנכת המגמה (לדוגמה, הכשרה חלקית או מלאה לתעודת טכנאי מסוג מוגדר) תוך ציון כמות התלמידים הכללית המתוכננת למגמה, והכמות המתוכננת של התלמידים הצפויים ללמוד לקראת כל אחת מהתעודות המוזכרות.
    - פירוט של סעיפי החובה והבחירה במקצוע המוביל.
  - ◆ שמות כל מקצועות ההתמחות, ופירוט נושאי חובה ובחירה בכל מקצוע התמחות.
  - ◆ מאחר וחשיבה כמותית מהווה מרכיב חשוב בעיסוק טכנולוגי או הנדסי המסמך יתאר את ההיקף והסוגים של חשיבה מסוג זה הכלולים במקצועות המגמה.
  - ◆ הצגה של בחינות בגרות או אחרות אשר תוודאנה את השגת היעדים של תכנית הלימודים.מסמך זה יוגש לאישור ועדה בת חמישה חברים, הכוללים את יו"ר המזכירות הפדגוגית, מנהלת המנהל למדע וטכנולוגיה ושלושה חברים (ובניהם יושב הראש) אשר ימונו על-ידי ועדת ההיגוי העליונה ללימודי מדע וטכנולוגיה. ועדה זו רשאית לדרוש שינויים במסמך לפני אישורו. לאחר האישור, המסמך יחייב את ועדת המגמה ואסור יהיה לה לחרוג מהנאמר בו.

4. בחלק מהמגמות והמקצועות, השמות לא תואמים את תוכן הלימודים. דבר זה יוצר אי הבנות וציפיות לא מעשיות, וגם מהווה מסר חינוכי רע. ההמלצות לגבי מגמות ומקצועות בהמשך כוללות הצעות לשינוי שמות אחדים.
5. מגבלה עיקרית בקידום מגמות מדעיות-הנדסיות וטכנולוגיות היא חוסר במורים איכותיים לפיזיקה. יש להכין תכנית רב-שנתית להגדלת מספר המורים לפיזיקה ולשיפור איכותם.
6. באוניברסיטאות בישראל נמצאים אנשי אקדמיה בעלי מעמד מדעי מהמובילים בעולם בתחומי הנדסת מכונות וחשמל. אנשים בעלי רמה זו, המצויים והמוכנים לתרום לחינוך, ברובם אינם נמצאים בוועדות של המגמות הנדסת מכונות, מערכות מכאניות, חשמל ואלקטרוניקה, ומערכות בקרה. יש לבנות את ועדות המגמות מחדש ולכלול בהן אנשים בעלי מעמד בכיר מהאקדמיה, מהתעשייה ומצה"ל. המינוי יהיה אישי. אנשים אלה לא ייצגו מוסד, ולא יהיו רשאים למנות ממלא מקום לישיבות של ועדת המגמה. בין יתר התרומות של אדם בעל מעמד בכיר, היא יכולתו לא להתרשם מאופנות חולפות, ויכולתו להתרכז בעיקר.
7. מערכות דיגיטליות הופכות לחלק אינטגרלי של מערכות מכאניות, בקצב מהיר וגובר. יש לעודד שיתופי פעולה בין מקצועות המגמות הנדסת מכונות והנדסת אלקטרוניקה ומחשבים. פיתוח מקצועות לימוד בין תחומיים ורב-תחומיים יקדם בניית תשתית מדעית-טכנולוגית מודרנית להמשך לימודים ותעסוקה בתחומים עתירי מדע וטכנולוגיה. השיטה המומלצת לעודד זאת היא על-ידי מינוי של שני חברים בכל אחת משתי ועדות המגמה. בין משימותיהם המוגדרות תהיה קידום שיתופי פעולה מתאימים בין המגמות.
8. יש להמשיך לעודד ביצוע פרויקטים כחלק של הלימודים במקצועות ההתמחות של המגמות המדעיות-הנדסיות וטכנולוגיות, תוך הקפדה על שמירת רמה נאותה בביצועם. חברי הוועדה מודעים לכך שלימוד ובחינה על-ידי ביצוע פרויקט דורשים יותר משאבים מאשר לימוד פרונטלי עיוני ובחינה מסוג רגיל, אבל אין להרפות מקיום פרויקטים.
9. מקצועות מובילים אחדים במגמות יוכלו להתאים גם כמקצועות עצמאיים, ויוכלו לשרת תלמידים גם בנתיב העיוני. מצב זה קיים כעת במגמת הנדסת תוכנה. מומלץ שהוועדה המוזכרת בהמלצה 3 לעיל, תטפל בסוגיה זו.

## 5.2 מגמות הנדסיות-מדעיות מומלצות

בפרק זה רשומות המגמות המומלצות, הסוג המומלץ למגמה, רשימת מקצועות ההתמחות המומלצים, והמלצות נוספות לגבי המגמה. אם שם של מגמה או מקצוע אינו מופיע בדפים הבאים, פירושו שאין הוועדה ממליצה לקיימו.

### שם המגמה: הנדסת מכונות

- ◆ כ- 550 תלמידים בשנה.
- ◆ מגמה זו תוגדר כמגמה מדעית-הנדסית. תלמיד אשר לומד כמקצוע התמחות את מקצוע המכטרוניקה יהיה חייב בבחינה במקצוע הפיזיקה ברמת 5 יחידות לימוד. תלמיד הלומד מקצוע התמחות אחר יהיה חייב בבחינה במקצוע הפיזיקה ברמת 3 יחידות לימוד. יישום המלצה זו תדרוש תכנון רב-שנתי המביא בחשבון את הזמינות של מורים ראויים לפיזיקה. מומלץ שאזורי פריפריה חלשים יזכו בקדימות בשינוי זה.
- ◆ מקצוע מוביל מומלץ: *בקרה במכונות.*
- ◆ מקצועות התמחות מומלצים:
  - מערכות תעופה;
  - מכטרוניקה;
  - מכונאות ימית.

מספר הלומדים במקצוע זה הוא קטן, אבל קיום המקצוע מהווה צורך לאומי הן לצה"ל והן לצי הסוחר.

### שם המגמה: הנדסת תוכנה

- ◆ כ- 4500 תלמידים בשנה.
- ◆ מגמה זו תוגדר כמגמה מדעית-הנדסית, דבר אשר אוטומטית ידרוש בחינה במקצועות פיזיקה, כימיה או ביולוגיה ברמת 3 יחידות לימוד לפחות.
- ◆ מגמה זו היא אחד היהלומים שבכתר החינוך. בחינת הברורות במקצוע מדעי המחשב היא ברמה גבוהה מאוד. יש לציין בסיפוק שכ- 7000 מהצעירים מצליחים בבחינה ברמת 5 יחידות לימוד במקצוע זה (המקצוע קיים כמקצוע מוביל במגמה זו וגם כמקצוע עצמאי, ולכן מספר הנבחנים עולה על 4500).
- ◆ מקצוע מוביל מומלץ: *מדעי המחשב.*
- ◆ מקצוע ההתמחות מומלץ: *תכנון ותכנות מערכות.*

שם המגמה: הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

- ◆ כ- 3600 תלמידים בשנה.
- ◆ המגמה תוגדר כמגמה מדעית-הנדסית, כאשר המבוא הנדרש הוא פיזיקה ברמת 3 יחידות לימוד לפחות, אך מומלץ ללמוד ברמת 5 יחידות לימוד. בגלל חוסר במורים בפיזיקה, השינוי יוכנס בהדרגה במשך מספר שנים. קצב השינוי יהיה במהירות האפשרית בכפוף לתנאי שחוסר במורים לא יפחית את מספר הבוגרים כל שנה. מומלץ שאזורי פריפריה חלשים יזכו בקדימות בשינוי זה.
- ◆ מקצוע מוביל מומלץ: אלקטרוניקה ומחשבים.
- ◆ מקצועות התמחות מומלצים:
  - מערכות תקשורת;
  - מערכות מחשוב ובקרה;
  - מערכות מחשבים.

שם המגמה: ביוטכנולוגיה

- ◆ כ- 1700 תלמידים בשנה.
- ◆ מגמה זו תוגדר כמגמה מדעית-הנדסית, כאשר מקצוע המבוא הוא ביולוגיה או פיזיקה והבחינה הנדרשת היא ברמת 5 יחידות לימוד לפחות.
- ◆ מקצוע מוביל מומלץ: ביוכימיה כחלק של המקצוע כימיה, כפי שנכנס לתכנית הלימודים משנת הלימודים הנוכחית.
- ◆ מקצוע התמחות מומלץ: מערכות ביוטכנולוגיות.

שם המגמה: מדעית טכנולוגית

- ◆ כ- 500 תלמידים בשנה.
- ◆ מגמה זו מוגדרת כמגמה מדעית-הנדסית, כאשר מקצוע המבוא הוא פיזיקה, ביולוגיה או כימיה והבחינה הנדרשת היא ברמת 5 יחידות לימוד לפחות.
- ◆ מקצוע מוביל מומלץ: מדעי ההנדסה.
- ◆ מקצוע התמחות מומלץ: טכנולוגיה מוכללת.
- ◆ מגמה זו מיישמת גישה פדגוגית שונה מהגישה שהייתה מקובלת בעבר בישראל, והיא קרובה לגישה הנהוגה בצרפת. אם הגישה תצליח במציאות הישראלית, התלמידים גם ילמדו יותר חומר מאשר בשיטות הנהוגות היום וגם יעמיקו בו יותר. מגמה זו מבטאת ניסוי רצוי. יש לדאוג למעקב ובקרה על הנעשה במגמה, וכעבור מספר שנים, יש להחליט כיצד לשלב אותה עם שאר המגמות.

### 5.3 מגמות טכנולוגיות מומלצות

שם המגמה: מערכות ייצור ממוחשבות

- ◆ כ- 3000 תלמידים בשנה.
- ◆ מומלץ לשנות את שם המגמה למערכות מכאניות.
- ◆ מגמה זו תוגדר כמגמה טכנולוגית אך יש לעודד בחינה בפיזיקה במקום במדעי הטכנולוגיה כמקצוע מבוא.
- ◆ מומלץ לשנות את השם של המקצוע מערכות סיב"ם ותיב"ם לשם שרטוט, תיכון וייצור ממוחשבים.
- ◆ מומלץ לאחד את המקצועות מערכות ממוחשבות ברכב ומערכות מכונאות רכב למקצוע אחד בשם "מערכות ברכב". בעקבות זאת יש להכין תכנית לימודים בהתאם.
- ◆ מקצוע מוביל מומלץ: מכאניקה הנדסית.
- ◆ מקצועות התמחות מומלצים:
  - שרטוט תיכון וייצור ממוחשבים;
  - מערכות רכב;
  - תחזוקת מערכות מכאניות.

שם המגמה: מערכות בקרה ואנרגיה

- ◆ כ- 2500 תלמידים בשנה.
- ◆ מגמה זו תוגדר כמגמה טכנולוגית אך יש לעודד בחינה בפיזיקה במקום במדעי הטכנולוגיה כמקצוע מבוא.
- ◆ מקצוע מוביל מומלץ: מערכות חשמל.
- ◆ מקצועות התמחות מומלצים:
  - מערכות פיקוד, הספק ובקרה;
  - מערכות בקרת אקלים. מקצוע זה נמצא כאן משום שטכנאי מיזוג אוויר חייב להיות בעל רישיון של חשמלאי מוסמך.

שם המגמה: אמנות העיצוב

- ◆ כ- 5000 תלמידים בשנה, במתכונת הנוכחית.
- ◆ מגמה זו תוגדר כמגמה טכנולוגית.
- ◆ מומלץ שמגמה זו תעסוק בנושא עיצוב תעשייתי ושמה ישונה לשם זה. המונח עיצוב תעשייתי כולל עיצוב המוצר ועיצוב גרפי תעשייתי.
- ◆ מומלץ שוועדת המגמה תתאים את תכניות הלימודים במקצוע המוביל ובמקצועות ההתמחות לנושא זה, ותביא אותם לאישור, בהתאם להמלצה כללית מס' 3.



שם המגמה: טכנולוגיית תקשורת

- ◆ כ- 650 תלמידים בשנה במתכונת הנוכחית, ועוד כ- 2000 תלמידים בשנה, במגמת מדיה ופרסום.
- ◆ מגמה זו תוגדר כמגמה טכנולוגית;
- ◆ מומלץ לשלב את מגמת מדיה ופרסום עם מגמה זו. מטרת המגמה היא להכין אנשים אשר יהיו מסוגלים ומוסמכים להפעיל מערכות לקליטה, שידור והצגה של תוכן קולי וויזואלי, מכל הסוגים, לרבות סוגים שיהיו בעתיד. משמעות הדבר שעליהם ללמוד עקרונות תמידיים, אשר היום מיושמים על סוגי המערכות הקיימות, תוך יכולת להתקדם לסוגי מערכות חדשניות בעתיד.
- ברור שעל מנת לבצע את העבודה בצורה נכונה, על אנשים אלה להכיר לא רק שיקולים טכניים **אִךְ** להציג מידע, אלא גם להכיר שיקולים של **מה** להציג, שיקולים של במאי ועורך. נושא זה יהיה במינון נכון במגמה ולא יהפוך לעיקר.

שם המגמה: הנדסת בנייה ואדריכלות

- ◆ כ- 650 תלמידים בשנה.
- ◆ מגמה זו תוגדר כמגמה טכנולוגית אך יש לעודד בחינה בפיזיקה במקום במדעי הטכנולוגיה כמקצוע מבוא.
- ◆ מקצוע מוביל מומלץ: טכנולוגיית הבנייה.
- ◆ מקצועות התמחות מומלצים:
  - תכנון הנדסי של מבנים;
  - אדריכלות.

שם המגמה: תעשייה וניהול

- ◆ כ- 1300 תלמידים בשנה.
- ◆ מומלץ לשנות את השם להנדסת תעשייה.
- ◆ מגמה זו תוגדר כמגמה טכנולוגית אבל יש לעודד בחינה בפיזיקה במקום במדעי הטכנולוגיה כמקצוע מבוא.
- ◆ מקצוע מוביל מומלץ: ניהול התפעול.
- ◆ מקצועות התמחות מומלצים:
  - ניהול הייצור;
  - ניהול השיווק;
  - ימאות ספינות והובלות;

מספר הלומדים במקצוע זה הוא קטן, אבל קיום המקצוע מהווה צורך לאומי הן לצה"ל והן לצי הסוחר.

#### 5.4 מגמות תעסוקתיות

ההמלצות בפרק זה מתייחסות לכ- 10,000 תלמידים בשנתון, שהם כ- 10% מהשנתון. כל מגמה מתוארת בתמציתיות. הוועדה לא מחווה דעה לגבי ביטול או המשך של המגמה או המקצועות שבה. יש כאן שאלות ערכיות וחברתיות אשר חורגות מתחומי הידע של חברי הוועדה. על משרד החינוך ברמות הבכירות להחליט האם לקיים או לבטל כל מגמה או מקצוע ברשימה זו.

מגמות אלה נותנות היום בדרך כלל מענה חינוכי לתלמידים בעלי הישגים נמוכים, אשר לעיתים מרוכזים במגזר ספציפי. חברי הוועדה מדגישים שלפני שמגמה תבוטל, יש להכין מענה חינוכי מתאים לתלמידיה. אם לא, התלמידים עלולים לנשור מבית-הספר, או להיות נוכחים בבית-הספר אבל בפועל להתנתק ולהתנכר. חברי הוועדה מדגישים שיש כאן נושא חשוב ומרכזי.

#### שם המגמה: מלונאות

- ◆ כ- 100 תלמידים בשנה.
  - ◆ מקצוע מוביל: *מדעי התזונה*. בדיקה של ד"ר חנה ויניק, מנהלת תחום מדעים ומפמ"ר מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים, המובאת בנספח ד, מראה שרוב הפרקים במקצוע זה מופיעים בתכנית הלימודים של מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים.
  - ◆ מקצוע ההתמחות: *אומנות הבישול והאפייה המלונאית*.
- נמסר לוועדה שעבור כ- 100 הילדים בשנתון, לימוד הבישול כחלק מצוות של מלון וכמקצוע התמחות הוא חשוב וחיוני לעתידם.

#### שם המגמה: תיירות ופנאי

- ◆ כ- 300 תלמידים לשנה.
- ◆ מקצוע מוביל: *תיירות*.
- ◆ מקצועות ההתמחות: *ניהול תיירותי*; *ניהול מלונאי*.

#### שם המגמה: חינוך

- ◆ כ- 700 תלמידים לשנה.
- ◆ מקצוע מוביל: *פסיכולוגיה התפתחותית*.
- ◆ מקצועות ההתמחות: *חינוך לגיל הרך*; *הוראה והדרכה*.

שם המגמה: מערכות בריאות

- ◆ כ- 400 תלמידים בשנה.
- ◆ מקצוע מוביל: מדעי הבריאות.
- ◆ מקצועות ההתמחות: סיעוד ;  
מערכות רפואיות.
- ◆ לוועדה הוצגו שלוש מטרות למגמה זו:
  - הכנת מועמדים לבחינות רישוי למקצוע סיעוד.
  - קידום הרישום של תלמידים איכותיים לבתי-ספר לרפואה באוניברסיטאות.
  - הרחבת תודעת שימור ושיפור הבריאות האישית לסוכני שינוי בחברה.
- ◆ יו"ר הוועדה ביקש מהמפמ"ר לביולוגיה, גבי רות מנדלוביץ, לבדוק את תכניות הלימודים בהשוואה למקצוע ביולוגיה ולברר אם קיימת כפילות מיותרת. מכתבה בעניין מופיע בנספח ד להלן.

שם המגמה: ניהול עיסקי

- ◆ כ- 7000 תלמידים בשנה.
- ◆ מקצוע מוביל: מנהל וכלכלה.
- ◆ מקצועות ההתמחות: ניהול ומשאבי אנוש ;  
חשבונאות.
- ◆ המגמה עוסקת בפועל בנושאי פקידות משרד וחשבונאות, ולא בניהול עסקי. שם הקרוב יותר למציאות הוא "מנהל".
- ◆ המגמה מהווה מענה למספר רב של תלמידים, רובן בנות, המעוניינות ללמוד נושאים רלבנטיים להן, ובמקרים רבים יהוו תשתית לעיסוקן בצבא ובמשק הישראלי בהמשך.

## פרק 6 – סיכום

כל אדם, כל יום, מחליט החלטות רבות ומבצע פעולות רבות. החלטות ופעולות אלה מוזנות מהמונות והידע של כל אחד. היום לעומת העבר, מושגים הנובעים מהידע המדעי הפכו לחלק של תפיסות היסוד של כל אדם מודרני. לדוגמה, הבנת תפקיד החיידקים כגורם לתחלואה הביאה להכרה שניקיון בבית וברחוב מוסיף לבריאות, תובנה שלא הייתה קיימת לפני 200 שנה. עם חלוף הזמן, הבנת מדעי הטבע הופכת לחלק הולך וגובר של תפיסות היסוד (הפרדיגמות) של כל אחת ואחד.

תהליך כללי זה מורגש ומודגש במקצועות הטכנולוגיה וההנדסה. לפני כמאה שנה עבודת המהנדס והטכנאי התבססה כמעט כולה על "כללי אצבע" וניסיון אישי ולא על ידע מדעי. היום, ללא ידע במדעי הטבע, מהנדס או טכנאי לא יהיה מסוגל לתפקד. אחוז הידע המדעי לעומת כל הידע המקצועי, עולה משנה לשנה. ההתפתחויות בחינוך הטכנולוגי בארץ משקפות, בין היתר, את הגברת כמות הידע המדעי לו זקוק כל מהנדס, כל טכנאי וכל אזרח. המלצות ועדה זו מהוות צעד נוסף בכיוון "המדעיזציה" של החינוך הטכנולוגי.

באותה נשימה ניתן לומר שהחינוך המדעי המודרני מתקדם ומתפתח בתלות הדוקה בהתפתחותם של הטכנולוגיה וההנדסה. המדען זקוק כיום: לביצוע מחקריו המדעיים, להמצאות, לחידושים, ולפיתוחים של מוצרים טכנולוגיים. הממשקים הבין-תחומיים והרב-תחומיים בין תחומי המדע השונים ובין המדע והטכנולוגיה מדגישים את הצורך בקשרים ההדדיים בין הטכנולוגיה וההנדסה למדע, לשם התפתחותם האיכותית והמתמדת.

כחכנה לדיוני הוועדה התבקש המפמ"ר של כל מגמה להכין חומר כתוב לפי מפרט שנשלח עוד קודם, (ראה נספח ב) ולהעביר את החומר שבועיים לפני תאריך הישיבה המיועדת. חברי הוועדה השקיעו שעות רבות בלימוד חומר זה. מפגשים עם נציגי המגמות נועדו לאפשר להם לציין נקודות עיקריות ולאפשר שאלות ודיון. מסקנות הוועדה מתבססות על החומר הכתוב שהגיש המפמ"ר של כל מגמה; המפגש האישי והדיון נועדו להבהרות בלבד.

הוועדה לבחינת המגמות והמקצועות הטכנולוגיים קיימה שמונה ישיבות בנות ארבע שעות בממוצע. על-פי הקריטריונים שסוכמו בישיבה הראשונה, דנה הוועדה בכל מגמה ומקצוע, ולאחר מכן סיכמה את המלצותיה בדו"ח זה.

במגמה טכנולוגית קיימים שלושה מקצועות לימוד:

מקצוע א – הינו מקצוע מדעי יסודי (פיזיקה, כימיה או ביולוגיה) או מקצוע "מדעי הטכנולוגיה".

מקצוע ב – הינו המקצוע המוביל של המגמה.

מקצוע ג – הינו מקצוע התמחות ובדרך כלל מתבצע בו פרויקט או עבודת גמר.

יש להדגיש את חשיבות הפרויקט, או בשמו האחר עבודת הגמר, בחינוך הטכנולוגי. הפרויקט הינו אינטגרציה של ידע, מיומנויות וערכים בהפקתו של מוצר, תהליך או תכנית טכנולוגית-הנדסית. במהלך העבודה על הפרויקט עובר הלומד שלבים של זיהוי הזדמנויות וצרכים, תכנון ותיכון, ייצור, אריזה ועוד. בעבודת הפרויקט הלומד משלב נושאים טכנולוגיים שלמד במספר תחומים מחד, ומתעמק ומתמחה בנושא הפרויקט מאידך. הפרויקט מאפשר ללומד ליישם את הידע התיאורטי ולהתנסות במיומנויות המשמעותיות לבוגר מערכת החינוך, כמו: קבלת

החלטות בסביבה של אי-ודאות, עבודה קבוצתית, אחריות ואחריותיות לתפקודו של המוצר או התהליך, גישה מערכתית, איתור תקלות, יזמות, יצירתיות וחדשנות.

מפאת רגישות הנושא הוועדה מבקשת לחזור ולהדגיש כי כל ההמלצות המובאות כאן הן פרי דיוניה, סיכומיה ושיקול דעת חבריה והם בלבד, משוחררים מכל לחצים ומבוססים אך ורק על ידיעתם, ניסיונם, הבנתם, ורצונם של חבריה לתרום לעתיד החינוך בישראל, ובמיוחד לפרק המדעי-טכנולוגי שבו, ככל שרק ניתן.

## נספח א

א' תמוז תשס"ד  
20 ביוני 2004

### **תפקידי הוועדה:**

1. לבחון את המדיניות לפיה מקיימים את המגמות הטכנולוגיות והמקצועות הכלולים בהן, ואם תראה לנכון, להמליץ על שינוי במדיניות זו.
2. בהתאם למדיניות אשר תאומץ על-ידי הוועדה, למיין את המקצועות הקיימים במגמות הטכנולוגיות ולהמליץ על מקצועות שרצוי לשנות או לבטל, אם יש כאלה.
3. ללמוד מה היא המערכת המקצועית והאקדמית המלווה והמנחה את קביעת תכניות הלימודים והנהלים של הלימודים הטכנולוגיים. הוועדה תמליץ האם לשנות את המבנה והנהלים במערכת ליווי והנחיה זו, ואם כן, תמליץ על עקרונות לפיהם ייושמו השינויים.

### **חברי הוועדה**

**פרופ' קני פרייס**, חבר סגל במחלקות להנדסת מכונות ומנהל עסקים, באוניברסיטת בן-גוריון בנגב. מכהן כיו"ר הוועד המנהל של המרכז הישראלי לחינוך מדעי טכנולוגי ע"ש עמוס דה-שליט ויו"ר ועדת ההיגוי העליונה ללימודי מדע וטכנולוגיה.

**ד"ר אלי איזנברג**, סמנכ"ל וראש המנהל למו"פ ולהכשרה של אורט ישראל, בעבר חבר סגל בטכניון, מקים מרכז לחינוך טכנולוגי באנגליה ומייסד של רשת ארצית להכשרת מורים לחינוך טכנולוגי בדרום אפריקה..

**פרופ' בת-שבע אלון**, חברת סגל במחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע, ויו"ר ועדת המקצוע פיזיקה.

**מר משה ארז**, יועץ כלכלי לחברות, היה בזמנו מנכ"ל תדיראן מוצרי צריכה ומנכ"ל גרנית הכרמל השקעות וסונול, חברות אשר מפעילות הרבה טכנאים והנדסאים מסוגים שונים.

**פרופ' שמעון בראון**, פרופסור אמריטוס בפקולטה להנדסת מכונות בטכניון.

**גב' יפה ויגודסקי**, מנהלת של המנהל למדע וטכנולוגיה במשרד החינוך.

**תא"ל אבי זמיר**, ראש חטיבת תכנון כוח-אדם בצה"ל, הוצג בדיוני הוועדה על-ידי **סא"ל שלומי אברהם**, ראש ענף תכנון ומחקר.

**פרופ' יעקב כץ**, יו"ר המזכירות הפדגוגית במשרד החינוך, וחבר סגל בית-ספר לחינוך, אוניברסיטת בר-אילן.

**מר גוריון מלצר**, מנהל בעל שנות ניסיון רבות בתעשיות אלקטרוניות, וחבר בוועדות רבות, משך תקופה ארוכה, בנושאי חינוך מדעי וטכנולוגי.

## נספח ב

כ"ג תמוז, תשס"ד  
12 ביולי, 2004

לכבוד  
גב' יפה ויגודסקי  
מנהלת המנהל למדע וטכנולוגיה  
משרד החינוך התרבות והספורט  
ירושלים 91911

שלום רב,

### הנדון: הכנות לדיון בוועדה לבחינת המגמות והמקצועות הטכנולוגיים

כמסוכם, להלן הצעתי לרשימת נתונים אשר יש להכין לדיונים על כל מגמה ומגמה. תוכלי כמובן להנחות את אנשיך להוסיף נתונים נוספים כראות עיניך.

החומר הכתוב יוגש ב- 9 עותקים בתחילת ההצגה. הזמן המוקצב להצגה של כל מגמה יהיה 30 דקות ועוד 20 דקות לשאלות ותשובות. בהצגה יש להדגיש נקודות עיקריות, מבלי להסביר את כל החומר הכתוב. מציג נבון יציג את המגמה בפחות מ-30 דקות המוקצבות לכך וישאיר יותר זמן לשאלות. תהיה הקפדה על לוח זמנים ולא תהיה אפשרות לחרוג מהזמן המוקצב.

לוי"ז אשר יפרט מי מוזמן מתי יגיע בהמשך.

החומר הכתוב יכלול:

1. מטרת המגמה - משפט אחד
2. הגדרת קהל היעד של תלמידי המגמה
3. כמות נבחנים לבגרות במגמה על ציר הזמן משנת 1994 עד היום.
4. כמות בתי הספר בהם נלמדת המגמה, על ציר הזמן משנת 1994 עד היום.
5. רשימת מקצועות המגמה

5.1 שם מקצוע מדעי או מדעי הטכנולוגיה

5.2 שם מקצוע מוביל

5.3 שמות מקצועות התמחות או בחירה

6. תכניות הלימודים של המקצועות בסעיפים 5.2, ו-5.3.

בברכה,

פרופ' קני פרייס  
יו"ר ועדת ההיגוי העליונה  
ללימודי מדע וטכנולוגיה

הערה : ביום-15.08.04 נשלחה בטלפון וגם בכתב ההודעה הבאה.

1. יש להוסיף אוסף של בחינות בגרות, או הנחיות לפרויקטים (היכן שמתאים) לכל מקצוע ומקצוע.
2. הדגשת הנקודה שהוועדה דנה על סמך החומר הכתוב שהוגש, והדגשת העובדה שאם מקצוע כלשהו לא הוצג, הוא לא יידון וממילא לא יאושר.



נספח ג

**הסמכה מקצועית ולימודי המשך לבוגרי המגמות בנתיב הטכנולוגי**

(המצב בטרם ההתכנסויות של ועדה זו)

שם המגמה	סיווג מקצועי	גורם מסמך	לימוד המשך בכיתות י"ג, י"ד
הנדסת מכונות	קצין מכונות שלישי (לבוגרי מקצוע התמחות מכונאות ימית)	משרד התחבורה	טכנאים מוסמכים והנדסאים
הנדסת תוכנה			טכנאים מוסמכים והנדסאים
הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים			טכנאים מוסמכים והנדסאים
ביוטכנולוגיה			הנדסאים
מערכות ייצור ממוחשבות	חשמלאי ומכונאי רכב	משרד התחבורה	טכנאים מוסמכים והנדסאים
מערכות בקרה ואנרגיה	חשמלאי וחשמלאי מיזוג אוויר	משרד התמ"ת	טכנאים מוסמכים והנדסאים
אומנות העיצוב	עיצוב שיער (לבוגרי מקצוע התמחות עיצוב שיער, קוסמטיקה ואיפור)	משרד התמ"ת	טכנאי מוסמך עיצוב מוצר
טכנולוגיית תקשורת	צלם טכני	משרד העבודה	טכנאים מוסמכים והנדסאים
הנדסת בנייה ואדריכלות	שרטטים	משרד התמ"ת	הנדסאים
תעשייה וניהול			טכנאים מוסמכים והנדסאים
מלונאות	טבחות וקונדיטאות	משרד התמ"ת	דיפלומת שף
תיירות פנאי	סוכן נסיעות	התאחדות סוכני נסיעות	דיפלומת מומחה
חינוך	פקיד קבלה במלון	משרד התמ"ת	דיפלומת מומחה לניהול בכיר בבתי מלון
	מטפלות	משרד התמ"ת	
	מסייעת בגני ילדים	משרד החינוך	
מערכות בריאות	אחות מעשית	משרד הבריאות	מסלול ישיר למוסדות להכשרת הוראה + הקרידיטציה
ניהול עיסקי	מזכירות	משרד התמ"ת	דיפלומת מנהל רפואי/משפטי
	הנהלת חשבונאות	משרד התמ"ת	דיפלומת חשבונאי בכיר

לימודים בחטיבה העל תיכונית (כיתות יג – יד) מעניקים קרדיטציה אקדמית בהיקף של עד 40 נקודות זכות על-פי החלטת המלי"ג

המקור משרד החינוך – המנהל למדע וטכנולוגיה

## נספח 1

### המלצות וחוות דעת מפורטות למגמות אחדות

נספח זה כולל מספר המלצות וידיעות מפורטות המתייחסות למספר מוגבל של מגמות. חומר זה מובא כאן על מנת שלא יישכח בהמשך הדרך בטיפול במגמות השונות.

#### מגמת מערכות מכאניות

מאחר ושני מקצועות הדנים במערכות רכב יואחדו למקצוע אחד, יהיה צורך בצמצום היקף הלימודים הנוכחי. מומלץ לוועדת המגמה לצמצם בעיקר את הלימוד העיוני, תוך הקפדה שהמקצוע יטפל גם בהיבטים מכאניים וגם בהיבטים חשמליים ברכב, ברמות עומק דומות. בהתנסות בעבודה מעשית ובמעבדות, מומלץ להפריד את התלמידים לקבוצות אשר יעסקו בהיבטים מכאניים ובהיבטים חשמליים, בהתאמה.

במקצוע תחזוקת מערכות מכאניות מומלץ לוועדת המגמה לבדוק שהחלק העיוני בתכנית הלימודים יכלול גם היבטים מכאניים וגם היבטים חשמליים של השיטות והכלים הרלוונטיים. בחלק המעשי של ההתנסות בכלים השונים, מומלץ שכל כיתה תתרכז בעיקר בהיבטים המכאניים, או בהיבטים החשמליים.

#### מגמת הנדסת מכונות ומגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

השוואה בין המקצועות מכטרוניקה (הנדסת מכונות) ומערכות מחשוב (הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים) מראה שלמרות שקריאה שטחית של תכניות הלימודים מעלה חשש לכפילויות מיותרות, יש הבדל משמעותי באופי ותוכן הלימודים, דבר אשר מצדיק קיום שני מקצועות נפרדים. יחד עם זאת, אם שני מקצועות אלה נלמדים בבית-ספר אחד מומלץ לקיים את התנאים הבאים:

א. אין לאפשר לתלמיד אחד להבחין בשני המקצועות.

ב. בביצוע פרויקטים קבוצת פרויקט תורכב מתלמיד מכל מגמה, כך שתלמיד מגמת הנדסת מכונות יעבוד בשיתוף עם תלמיד מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים על משימה משותפת.

## מגמת מלונאות

להלן מכתבה של ד"ר חנה ויניק, מנהלת תחום מדעים ומפמ"ר מדע וטכנולוגיה, אשר התבקשה לחוות דעה לגבי כפילות אפשרית בין תכניות הלימודים של מדעי התזונה ומדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים.

### **משרד החינוך התרבות והספורט**

### **המזכירות הפדגוגית      המנהל למדע ולטכנולוגיה**

ט' אלול, תשס"ד  
26 באוגוסט, 2004

לכב': פרופ' קני פרייס, יו"ר ועדת היגוי עליונה ללימודי מדע וטכנולוגיה, מטה מל"מ

מאת: דר' חנה ויניק, מנהלת תחום מדעים ומפמ"ר מדע וטכנולוגיה

### הנדון: מדעי התזונה

לבקשתך, עיינתי במפרט הנושאים שצוינו בחומר שהעברת אליי ובדקתי אילו מהנושאים מטופלים במסגרת לימודי מדע וטכנולוגיה בחטה"ב. להלן התייחסותי.

✓ מדעי התזונה (1 יחידות לימוד - יח"ל): כל הנושאים המפורטים בעמודים 13 - 17 נלמדים בחט"ב.

✓ תזונה במעגל החיים (2 יח"ל): נושאי לימוד 1, 2, 4, 5, (כמתואר בעמודים 18 - 20) נלמדים בחטה"ב. לחלקם יש חזרה על נושאים שטופלו גם במדעי התזונה (1 יח"ל).

נושא מס' 6 (צמחונות וטבעונות) אינו מטופל בחטה"ב לעומק, אך בהחלט מוזכר. נושא מס' 3 אינו נלמד בחטה"ב (למעשה הנושא היחידי שאינו נלמד בחטה"ב).

✓ מדעי המזון (2 יח"ל): הפרק המתואר בעמוד 21-28 עוסק בטכנולוגיה של מזון. מרבית הנושאים מטופלים בחטה"ב ברמת מושגים, תופעות ותהליכי יסוד. במדעי המזון תוארו אלה בהרחבה ובהעמקה יתרה (יחסית לחטה"ב).

✓ נושא ההזנה נלמד במרבית חטה"ב בכיתות ט. קיצוצי השעות בחטה"ב אינם פוגעים בלימוד הנושא, אשר נחשב לרלוונטי מאוד, ולפיכך עוסקים בו (למרות הקיצוצים).

יש להניח שבמדעי התזונה מתכוונים לטפל בנושאים הרלוונטיים ברמה ספירלית גבוהה יותר מזו שבחטה"ב. עם זאת (ובמידה שיוחלט על קיום המקצוע), להערכתי - לא ניתן להעמיק ולהרחיב את הנלמד בחט"ב ללא כימיה וביולוגיה ברמת התמחות בסיסית (של 1 יח"ל לפחות בכל מקצוע).

## מגמת מערכות בריאות

מכתבה של גב' רותי מנדלוביץ, מפמ"ר ביולוגיה אשר התבקשה לחוות דעתה לגבי כפילות אפשרית בין תכניות הלימודים של ביולוגיה ומדעי הבריאות.

**מדינת ישראל**  
משרד החינוך, התרבות והספורט  
המזכירות הפדגוגית  
אגף המפמ"רים  
**הפיקוח על הוראת הביולוגיה**

ירושלים, י"א/תשרי/תשס"ה

26 ספטמבר, 2004

### לכבוד

ד"ר יפה קרת  
רכזת ועדת ההגוי העליונה ללימודי מדע וטכנולוגיה  
מטה מל"מ  
מכון ויצמן למדע

שלום רב,

הנידון: השוואה תוכני "מדעי הבריאות" במגמה של "מערכות בריאות" למקצוע הביולוגיה

קראתי בעיון את תכנית הלימודים של מדעי הבריאות במגמה של מערכות בריאות, על מנת לקבוע לפי בקשתכם, עד כמה התכנים של המקצוע המוביל "מדעי הבריאות" חופפים לתכנית הלימודים של הביולוגיה.

**מסקנתי היא, שחלק גדול מהנושאים, התכנים ומילות המפתח של מדעי הבריאות, כלולים במפרט התכנים של ביולוגיה בנושאים של ביולוגיה של האדם, מערכות הובלה הפרשה והכרה, גנטיקה, מיקרואורגניזמים, תקשורת ויסות ותיאום.**

אך בכל זאת, קשה להשוות בין שתי התכניות כי הן מציינות תפיסות חינוכיות שונות. מקצוע הביולוגיה מהווה חלק מתרבות האדם והיא מטען הכרחי לאזרח משכיל ואמצעי חשוב להבנת העולם. על כן, אחת המטרות העיקריות של הוראת הביולוגיה היא פיתוח אוריינות מדעית. בצד העיסוק בתכנים, תכנית הלימודים בביולוגיה מגדירה מגוון רחב של מיומנויות חשיבה ולמידה ועוסקת בהיבטים ערכיים וחברתיים.

**מטרות אלה באות לידי ביטוי לא רק במפרט התכנים של התכנית, אלא גם בהוראה ובדרכי ההערכה בבחינות הבגרות.**

לפי התכנית שנשלחה אליי, לא ברור מה הן המטרות העיקריות של "מדעי הבריאות", מה היקף הלימודים, מה היקף יחידות הבגרות בהן מדובר. באתר שלהם נכתב, שהמטרות העיקריות של התכנית (אינני יודעת אם זה כולל גם את המגמה לסיעוד?), הן הקניית היכולת לראייה כוללת של מערכת הבריאות, והבנת יחסי הגומלין שבין המדע, הטכנולוגיה והאדם.

פיתוח מיומנויות של חשיבה ועשייה, ניתוח ביקורתי של מחקרים ומאמרים בתחום הרפואה. פיתוח גישה אנושית ויחסי אנוש מעולים. גילוי הבנה, סבלנות ואמפטיה לצרכים המיוחדים של כל חולה. פיתוח יכולת עמידה במצבי לחץ משתנים, הפעלת שיקול דעת הולם והתמודדות עם אי-ודאות תוך מתן טיפול איכותי לחולה.

**נראה לי כי מטרות אלה אינן באות לידי ביטוי במפרט התכנים של התכנית וגם לא בסוג וברמת השאלות בבחינות הבגרות של מדעי הבריאות.**

במפרט התכנים של מדעי הבריאות ובמבחנים שבדקתי, יש דגש על רמות חשיבה בסיסיות שדורשות רק ידע והבנה, תיאור תופעות, הכרת מבנים ותסמינים. יש פירוט רחב מאוד בתחום האנטומיה. פירוט שבעיני, מיותר לתלמידי תיכון. פירוט זה, אף אינו תואם את התפיסות החינוכיות של בתי ספר לרפואה. השימוש הרב במילים לועזיות, גם כאשר יש חלופה בעברית, מוגזם.

מבדיקת בחינות הבגרות, ניתן לראות כי:

בחינת בגרות (סמל שאלון 889202) "מדעי הבריאות- היבטים כלליים ורפואיים", מקנה לתלמיד **2 יחידות לימוד** ומבוססת בעיקר על שני נושאים הנלמדים גם בביוֹלוגיה: מיקרוביולוגיה והובלה, הפרשה והגנה.

בחינת בגרות (סמל שאלון 889102) "יסודות במדעי הבריאות", מקנה לתלמיד **יחידת לימוד אחת** ומבוססת בעיקר על נושא אחד הנלמד גם בביוֹלוגיה: מבוא לגוף האדם.

בחינת בגרות (סמל שאלון 889203) "יישומים רפואיים במדעי הבריאות", מקנה לתלמיד **2 יחידות לימוד** ומבוססת בעיקר על שני נושאים הנלמדים גם בביוֹלוגיה: מיקרוביולוגיה והובלה, הפרשה והגנה. לא ברור לי אם מדובר באותם תלמידים, אך למעשה התלמידים נבחנו בשני שאלונים 889202 ו- 889203 על אותם שני נושאים.

לדעתי, הבעיה היא גם ברמת הלימוד וגם בהיקף יחידות הבגרות שמקצוע זה מקנה לתלמידים. מקצוע מדעי שנלמד ברמה מוגברת של 5 יח"ל אמור לבטא למידה בהיקף מתאים מבחינת התוכן וברמות חשיבה גבוהות, ולא רק ידע ושינון. צריך לזכור שהמטרה העיקרית של ההוראה הדיסציפלינרית בחטיבה העליונה, היא לפתח אצל התלמידים הבנה ולהקנות כלים מושכלים להסתכל על העולם. אלה כוללים פיתוח אוריינות, כישורים ורמות חשיבה שיאפשרו לתלמידים להיות אזרחים נבונים בכל תחום שבו יעסקו.

נראה לי על כן, שתלמידים הלומדים "מערכות בריאות" בהיבט הטכנולוגי, ראוי כי ילמדו ביוֹלוגיה כאחד ממקצועות היסוד שלהם. התכנית בביוֹלוגיה מאפשרת כיום גם בחירה שנותנת מענה לכל התכנים הנכללים בתכנית שהם מציעים ושאינן טעם לקיימה כתכנית נפרדת.

הנושא: "מבוא לביוֹלוגיה של האדם" הוא נושא חובה, והנושאים "מערכות הגנה והפרשה" ו"מיקרואורגניזמים" הנכללים בתכניתם, הם נושאי בחירה ועל כן ניתן לבנות מבחר נושאים במסגרת הביוֹלוגיה שיתן מענה גם למתמחים ב"מערכות בריאות" ברמה נאותה ללא קיום כפל מקצועות שלא לצורך.

בברכה

רותי מנדלוביץ- מפמ"ר ביוֹלוגיה

העתק:

פרופ' י. כץ – יו"ר המזה"פ משה"ח  
פרופ' קני פרייס- יו"ר ועדת ההגוי העליונה ללימודי מדע וטכנולוגיה