

תכנית לימודים

מדע וטכנולוגיה בחברה
לחטיבה העליונה

בבית הספר הממלכתי והממלכתי דתי

משרד החינוך, התרבות והספורט 

מסגרת לתכנית לימודים

מדע וטכנולוגיה בחברה

מוט"ב

לחטיבה העליונה

בבית הספר הממלכתי והממלכתי-דתי

משרד החינוך התרבות והספורט
המינהל הפדגוגי
האגף לתכניות לימודים

ירושלים, התשנ"ז

מהדורת ניסוי

מסגרת תכנית הלימודים במקצוע מדע וטכנולוגיה בחברה (מוט"ב) לחטיבה העליונה הוכנה על ידי ועדה מטעם מנהל האגף לתכניות לימודים.

חברי הוועדה הם אלה:

פרופ' דורון לנצט	יו"ר הוועדה, ראש המחלקה לממברנות-ביופיזיקה, מכון ויצמן למדע, רחובות.
ד"ר אביטל דרמון	מרכזת הוועדה, מנהלת המרכז הארצי למורי ביולוגיה, המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית ירושלים.
גב' ברוריה אגרסט	מפמ"ר להוראת הביולוגיה, משרד החינוך התרבות והספורט, ירושלים.
ד"ר ניר אוריון	מפמ"ר להוראת הגאולוגיה, משרד החינוך התרבות והספורט ירושלים, והמחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות.
פרופ' נאוה בן-צבי	מנהלת המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית, ירושלים.
פרופ' אורי גניאל	ראש המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות.
ד"ר אבי הופשטיין	מפמ"ר להוראת הכימיה, משרד החינוך התרבות והספורט ירושלים, והמחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות.
פרופ' מקס הרצברג	יו"ר הוועדה הלאומית לביוטכנולוגיה, ומנהל חברת אורגניקס.
גב' אורית הרשקוביץ	מורה לכימיה, והמחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, הטכניון, חיפה.
הרב זכריה טובי	מפקח ארצי למדע וטכנולוגיה, מינהל לחינוך דתי, משרד החינוך התרבות והספורט, ירושלים.
מר אלי טייכר	מנהל גף טכנולוגיה, המינהל למדע וטכנולוגיה, משרד החינוך התרבות והספורט, ירושלים (תשנ"ו).
מר דוד סלע	מפמ"ר להוראת הפיזיקה ומנהל גף מדעים וטכנולוגיה באגף לתכ"ל, משרד החינוך התרבות והספורט, ירושלים.
פרופ' רות סתוי	ראש החוג להוראת המדעים, אוני' תל-אביב.
פרופ' צבי פירן	מכון רקח לפיזיקה, האוניברסיטה העברית, ירושלים.
ד"ר חגית מאיר	מנהלת גף מדעים, המינהל למדע וטכנולוגיה, משרד החינוך התרבות והספורט, ירושלים.
ד"ר כאמל ח'ואלד	האגף לתכניות לימודים, משרד החינוך התרבות והספורט, ירושלים.
מר ירון להבי	מורה לפיזיקה, מכללת דוד ילון, והמחלקה להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית, ירושלים.

תוכן העניינים

5	א. מבוא
5	א.1 רציונל התכנית
5	א.2 עקרונות ל"מסגרת לתכנית לימודים"
6	א.3 הלומדים
7	ב. מטרות ההוראה
7	ב.1. כללי
7	ב.2. מטרות בתחום התוכן
8	ב.3. מטרות בתחום דרכי חשיבה, כישורי למידה ומיומנויות
8	ב.4. מפת התכנים, תאור מרחב מוט"ב
8	המארגנים
8	מפת התכנים – עקרונות
13	ג. התכנית, מבניות ומכלול (רצף, סך-כל הלמידה)
13	ג.1. מבנה הלימודים
13	ג.2. מאפייני מבנית מוט"ב
14	ג.3. מאפייני המכלול (סך-כל הלמידה)
14	ג.4. מפתח לתיאור מבנית ומקומה במכלול
14	ג.5. הערכת למידה
16	ד. הפעלה
16	ד.1. היערכות ארגונית
16	ד.2. המורים והכשרתם
17	ד.3. חומרי למידה
17	ד.4. ניסוי והערכה
19	ה. נספח – התשתית הארגונית – תנאי הכרחי ליישום

א.1 רציונל התכנית

מקצוע הלימודים החדש מדע וטכנולוגיה בחברה (מוט"ב) מתוסף לתכנית לימודי החובה של כל הלומדים בחטה"ע שאינם מתמחים במדעים או במקצועות טכנולוגיים-הנדסיים. החלת חובה זו על התלמידים בחטה"ע עונה להמלצה א/8 ב"מחר 98" (דו"ח הוועדה העליונה לחינוך מדעי וטכנולוגי, תשנ"ב, 1992), והמסגרת המוצעת בזה נגזרת מפירוט המלצה זו ומעובדת ברוח הדברים שנאמרו על המקצוע החדש בפרק הדו"ח הדן בלימודי המדעים "לכול":

המלצה א/8 מדע וטכנולוגיה לכול בחטיבה העליונה: הוועדה ממליצה על הנהגת מקצוע חובה חדש בחטיבות העליונות: "מדע וטכנולוגיה בחברה מודרנית". מדובר במקצוע שיילמד בכל בתי הספר בנתיבים העיוניים והטכנולוגיים והמיועד לתלמידים שאינם מתכוונים להמשיך לימודים בכיוון מדעי-טכנולוגי. ("מחר 98", עמ' 36)

"...בחטיבה העליונה רוב התלמידים אינם מתמחים במקצועות מדעיים – עבורם סבורה הוועדה כי יש צורך בבניית מקצוע חדש – **מדע וטכנולוגיה בחברה המודרנית**. מקצוע זה ייבנה מודולרית, ותפקידו להקנות את ההשכלה הראויה לאותם צעירים שאינם מתכוונים להתמחות בעתיד במקצוע מדעי. עיקרו של מקצוע זה איננו בהיקף החומר הכלול ובכיסוי פרקי המדע והטכנולוגיה כולם, דווקא, כי אם בלימוד מהנה שיש בו משום הקניית כלים והרגלי חשיבה מדעיים – טכנולוגיים". (שם, עמ' 20)

המערך הארגוני להחלת המקצוע החדש על כלל הלומדים מעוגן בחוזר המנהל הכללי של משרד החינוך כדלקמן: "תלמידים שלא בחרו במקצוע מדעי או במקצוע טכנולוגי-הנדסי, ימשיכו בלימודי מדע וטכנולוגיה בחברה' בהיקף של 8 ש"ש במהלך לימודיהם בחטיבה העליונה" (חוזר מיוחד כ', התשנ"ו, עמ' 33)

א.2. עקרונות ל"מסגרת לתכנית לימודים"

המסגרת מכוונת להבטיח שתלמידים המסיימים את חוק לימודיהם בבית הספר העל-יסודי יראו במדע חלק מתרבות; שיהיו להם הידע, היכולת והרצון לזהות, להבין ובמידת הצורך להכריע בסוגיות חברתיות-ציבוריות שבהן מרכיב מדעי או טכנולוגי, וכן שיוכלו להעריך את הממד המתפתח, האנושי, של יצירת מדע וטכנולוגיה.

"מסגרת לתכנית" נועדה בעיקר להציב את **גבולות התחום** ואת **כללי הפעולה** בו, שבמסגרתם יהיה אפשר להתנסות, ובשלבים שונים להעריך את הנעשה, תוך התייחסות למטרות ההוראה (תכנים וכישורים).

גבולות התחום – מבחינת התכנים; המסגרת קובעת (כ"מפת תכנים") את העניינים הבאים:

א. תחומי דעת, שמן הנושאים שמקובל לכלול בהם יש לבחור ולהרכיב את יחידות ההוראה.

ב. רעיונות או מושגי-על, המארגנים חשיבה מדעית או טכנולוגית היום, שנקבעו על ידי הועדה כחשובים ביותר.

ג. ממדים פילוסופיים, אתיים והיסטוריים של המדע ושל הטכנולוגיה כמרכיבים בכל מבנית במוט"ב.

כללי הפעולה בו – מבחינת דרכי ההוראה-למידה שייבחרו כדי להבטיח למידה בעלת אופי מסוים (כמוגדר במטרות ההוראה לתחום דרכי החשיבה וכישורי הלמידה); ומבחינת מבנה התכנית שמאפשר בניית רצפי הוראה שונים על פי הענין והידע של המורה והלומדים, ובתנאי שיענו על מאפיינים מסוימים (כמוגדר במאפייני המבניות והמכלול).

לאור זאת, ובהתבסס על הידע המשותף והנרחב שהוגדר כחובה בתכנית חטה"ב, לא נקבעה תוספת מידע מסוים כמרכיב חיוני בלימודי מוט"ב בחטיבה העליונה. לחלופין, הוחלט על הדגשת רעיונות מספר שנתפסו כחשובים, רעיונות המשתקפים בתחומי הדעת השונים של מוט"ב (ומכאן, במידת-מה, מאפיינים אותם), ועל הדגשת דרכי למידה שיזמנו לתלמידים התנסויות בדרכי חשיבה, בכישורי למידה, או בצורות פעולה המתקיימים בעשייה המדעית ו/או הטכנולוגית. ההתנסויות הנבחרות יהיו כאלה שעשויות לקרב את הלומדים להבנת דרכים של יצירת ידע והסכמה עליו במדע, או להכרת דרכי העשייה, לבניית מודל או ייצור בטכנולוגיה, או שהן תנאי להשגת יעדים אלה.

על כן אין במוט"ב רשימת תכנים שהבוגרים חייבים לדעת, או תכנית היררכית של צבירת ידע. יתר על כן, המרחב התוכני המוצע מאפשר בניית מסלולים שונים, ובתנאי שיענו על מטרות התכנית כפי שנוסחו.

מודל גמיש כזה מתאים לטבעו של מקצוע הלימודים החדש – מבחינת ארגון התכנים ושילובים שלהם, מבחינת אוכלוסיית הלומדים, וכן מן הניסיון להורות מקצוע לימודים חדש שאין מורים שהוכשרו במיוחד להוראתו. ייתכן כי עם הזמן יסתבר שמתפתחת מסגרת מוסכמת ומקובלת של ידע ודרכי הוראה המאפיינים את המקצוע החדש ובכך הם מגדירים תכנית לימודים מקובלת למקצוע, וייתכן כי יתברר שנוצרות דרכים רבות וטובות להבנת המקצוע ולהוראתו.

3.א. הלומדים

אוכלוסיית לומדי מוט"ב מגוונת ביותר כי היא כוללת את כל תלמידי החטיבה העליונה, שבחרו לא להתמחות (ולו ברמה של שלוש יח"ל) בתחום מדעי או טכנולוגי-הנדסי כלשהו [ר' חוזר מנכ"ל (מיוחד כ'), סיוון התשנ"ו סעיף 1.3 ונספח 3]. זוהי אוכלוסייה שהשונות בה גדולה מאוד – שונות מבחינת תחומי עניין, כישורים עיוניים ומעשיים, נטיות עיסוק וכיווני התמחות/התמקצעות. תכנית הלימודים תצטרך אפוא להתייחס לא ל"פרופיל ממוצע" של לומדי מוט"ב, אלא לאפשר את המגוון מחד-גיסא ואת הבחירה בתוכו מאידך-גיסא, כדי לענות על צרכי לומדים שונים.

ב. מטרות ההוראה

ב.1. כללי

מקצוע הלימודים מדע וטכנולוגיה בחברה (מוטי"ב) מיועד לתלמידים שבחרו לא להתמחות במדעים, והמטרות המנוסחות להלן מתחשבות במאפיין זה. המטרות, בתחום התוכן מתייחסות ליעדים כלליים, והדגש בהן הוא על הבנת המדע ומרכיבים עיקריים בו כחלק מתרבות האדם. המטרות בתחום דרכי החשיבה, הלמידה והמיומנויות מתמקדות בגישות ובדפוסי חשיבה החיוניים במדע (חשיבה ביקורתית והסקה הגיונית), בהתייחסות מושכלת למידע ובדרכי עשייה המאפיינות את המדע ואת הטכנולוגיה-הנדסה.

ב.2. מטרות בתחום התוכן

1. פיתוח הכרה במדע ובטכנולוגיה כחלק מתרבות האדם ופיתוח מודעות ליחסי הגומלין מדע-טכנולוגיה-חברה.
2. פיתוח סקרנות ועניין בסוגיות ובנושאים מדעיים-טכנולוגיים, במיוחד כאלה העומדים על סדר היום הציבורי ו/או נוגעים לחיי הפרט ולסביבתו.
3. רכישת ידע והבנה בנושאים מדעיים וטכנולוגיים אחדים (כמפורט לעיל).
4. פיתוח מודעות לאופן שבו נבנים ידע מדעי וטכנולוגי (כולל היבטים היסטוריים) והבנה של הממד המתפתח, הלא מוחלט, שלהם.
5. פיתוח היכולת להתייחס באופן מושכל וביקורתי למידע.
6. פיתוח מודעות לשיקולים סיבתיים ולשיקולים הסתברותיים במדע ובטכנולוגיה.
7. פיתוח מודעות לכך שפתרונות לשאלות מדעיות וטכנולוגיות מבוססים על ידע שנלמד ועל דרכי חשיבה הגיוניות.
8. פיתוח ידע והבנה של יחסי הגומלין בין האדם לסביבתו הקרובה והרחוקה.
9. פיתוח עמדות חיוביות והערכה כלפי נושאים מדעיים וטכנולוגיים וכלפי העיסוק בהם.
10. פיתוח מודעות לכך שחוקי הטבע משותפים לתחומים שונים של המדע והטכנולוגיה.
11. פיתוח מודעות ושיקול דעת להכרה בקיומם ולטיפול בקונפליקטים אפשריים בין מדע-אתיקה-דת, המתעוררים עם התקדמות המדע והטכנולוגיה, ופיתוח הכרה כי ידע מדעי עשוי לסייע בקבלת החלטות חברתיות, אישיות וציבוריות שונות.
12. חשיפה לסוגיות מדעיות-טכנולוגיות בעלות חשיבות מיוחדת למדינת ישראל.
13. יכולת להבין שימוש בידע מדעי ובטכנולוגיה כעזר למציאת פתרונות לבעיות ערכיות/הלכתיות.*

* היבט זה יודגש בהוראה לתלמידי המגזר הדתי.

ב.3. מטרות בתחום דרכי חשיבה, כישורי למידה ומיומנויות

1. התלמידים יוכלו לתת הסברים המבוססים על ידע מדעי לתופעות טבע ולפיתוחים טכנולוגיים.
2. התלמידים יכירו אסטרטגיות חשיבה שונות, הן כלליות והן האופייניות למדע או לטכנולוגיה, וידעו לזהות אותן בפעילותם.
3. התלמידים יוכלו לקרוא מאמר מדעי פופולרי ולהסביר את הנאמר בו.
4. התלמידים יוכלו להבחין בין עובדות להשערות, בין סיבות לתוצאות, בין תצפיות למסקנות.
5. התלמידים יוכלו להבין מערך ניסוי ומגבלותיו ויתנסו בעבודת מעבדה מודרכת.
6. התלמידים יוכלו להבין מהלך היסטורי של התפתחות רעיון / מושג מדעי.
7. התלמידים יוכלו לפרש צורות שונות להצגת מידע (מילולית, גרפית, סכמטית, נוסחה) וקשרים ביניהן.
8. התלמידים יכירו מקורות מידע מסוגים שונים (מודפס, אלקטרוני, מעובד, ראשוני, עיתונאי ועוד) ויוכלו לאתר בהם ידע, להעריכו ולעשות בו שימוש.
9. התלמידים יתנסו בעבודת צוות.
10. התלמידים יידרשו לבטא ידע ולנמק דעות הן בכתב הן בעל־פה.
11. התלמידים יכירו שימושי מדע וטכנולוגיה בפתרון בעיות ערכיות/ הלכתיות.*

ב.4 מפת התכנים, תיאור מרחב מוט"ב

המרחב בו מוגדר הנושא "מדע וטכנולוגיה בחברה", הוא עצמו אינו תחום באופן מוסכם. מפת התכנים המצורפת מאפשרת התווית "מסלולים" הנוגעים בתחומי הדעת השונים תוך התייחסות לרעיונות או לעקרונות משותפים. נושא שייבחר כמתאים למבנית יהיה מעוגן בתחומי הדעת (הטורים בטבלה) ויבהיר רעיונות/ מדעי-טכנולוגי נבחר (שורות הרחב בטבלה). כפי שעולה מן התיאור הסכמתי, דיון בסוגיות אתיות (אישיות או חברתיות) או הסטוריות-פילוסופיות הוא עניין צפוי בכל מסלול שהוא.

המפה גם מאפשרת לקבוע מה אינו כלול בתחום "מוט"ב" ולא יילמד במסגרת המקצוע החדש, וכן לבדוק לאורך רצף הלימודים כיצד נפגשו הלומדים עם כל אחד מתחומי הדעת ועם אלו מן הרעיונות הנבחרים.

* היבט זה יודגש בהוראה לתלמידי המגזר הדתי.

מפת התכנים – עקרונות

טכנולוגיה	מדעי כדור"א והיקום	מדעי החיים	מדעי החומר	מארגונים
<ul style="list-style-type: none"> - בקרה ומשוב 	<ul style="list-style-type: none"> - מערכות אסטרונומיות וקוסמיות - מערכת כדור"א 	<ul style="list-style-type: none"> - ארגון ביצורים חיים כתופעה תלית אנרגיה - התאמה בין מבנה ותפקוד - אחידות בודגם ושני בצורה כמבנים ובחלליות ביצורים חיים 	<ul style="list-style-type: none"> - המודל האטומי והמבנה החלקיקי של החומר - כוחות בטבע 	<ul style="list-style-type: none"> - מודלים ומערכות מורכבות וארגון
<ul style="list-style-type: none"> - התפתחות טכנולוגיות ומתכונות טכנולוגיות 	<ul style="list-style-type: none"> - ראשית והתפתחות היקום וכדור"א - גלגול חומר ואנרגיה בכדור"א - שוניים ומחזוריות עונתיים ושניונים בזמן גיאולוגי 	<ul style="list-style-type: none"> - התפתחות המינים ממינים קדומים - עקרון הביררה הטבעית - בקרה וויסות, שיווי משקל דינמי - גודל והתפתחות המשניות 	<ul style="list-style-type: none"> - תומרים בטבע וחומרים מעשה ידי אדם - עקרונות שימור - קצב שינוי - חוקי התרמודינמיקה 	<ul style="list-style-type: none"> - קביעות ומחזוריות, שימור ושינוי
<ul style="list-style-type: none"> - עיבוד תומרי גלם - תומרים חדשים - קחזור 	<ul style="list-style-type: none"> - מדידה וחינוי של תופעות על פני כדור"א 	<ul style="list-style-type: none"> - קיום יחסי גומלין ברמות ארגון שונות ביצורים חיים, בתוכים ובייחם, מתנה בקיום תקשורת 	<ul style="list-style-type: none"> - מדידה - תעברת מידע 	<ul style="list-style-type: none"> - מידע ותקשורת
<ul style="list-style-type: none"> - התווך המתאים את חסביבה למשתמש בה - אמצעים טכנולוגיים מודלים את טווח הקשרים של אדם-סביבה 	<ul style="list-style-type: none"> - מחזורים בינואוקיימים במערכות כדור"א 	<ul style="list-style-type: none"> - יצורים חיים נבדלים מסיביתם, משפיעים עליה, ומושפעים ממנה - קיימים יחסי גומלין בתוך גופם של היצורים ובייחם, בתוך המין ובין מינים 	<ul style="list-style-type: none"> - סיבתיות - שיקולים תרמודינמיים וקיינטיים בחלליות כימיים ופיזיקליים 	<ul style="list-style-type: none"> - יחסי גומלין

מפת תכנים – דוגמאות					
מארגנים	מדיעי החומר	מדיעי החיים	מדיעי כדח"א והיקום	טכנולוגיה	לשנים תכניותיים ופילוסופיים
מורלים ומערכות מורכבות וארגון	יצירה והיפוך של קשרים כמינים המודל האטומי	מודל פיזי : ממשל-מפתח (אנטוניו גרנדו, אנוניס-סובסטראט) מודל מתמטי : יחסי שטח ונפח ביצורים חיים מודל מושגי : הומואטיסטיים	מבנה תגליתיה מערכת השמש המאופיינת של כדח"א	מערכות תמורה מערכות ייצור כולל אוטמטית ורובוטיות) אנרגיה בשימוש האדם ומקורותיה	תקליאות וסמים עישון רחוק
קביעות ומחזוריות, שימור ושינוי	תומרים	התפתחות המינים, מוצא האדם מוצא החיים הסתגלות	המשך תגדול היווצרות מערכת השמש התפתחות גאולוגית של כדח"א.	תומרים מושג ירי אדם תומרים חרשים (מורכבים, פלסטיות)	ארכיאולוגיה ארבע כישות מתפתחות המגיע לשיבת כדח"א התפתחות לחנת כדח"א מדיעות
מירע ותקשורת	קרינת אלקטרומגנטית תנועה	חשים, רגישות ותגובות, חסוואה, אהרה, התנהגות תקשורת מולקולרית, מודע בחומר הננוי, תקשורת בין תאים	כדח"א ומסלולי מחזור חמים	עבוד חומרים מערכות חיימום וקורור הגדסת מזון	שימור מול הסביבה איכות המחזוריות במה קביעות העבר (שנת חמה שנת לבנה)
יחסי גומלין	סטטיסטיקה ומשמעותה	ויסות תהליכים אוטומטיים, ויסות עיי גורמי סביבה, תגובה חיסונית, יחסי טורף-נטרף, התאמה לסביבה, דאגה לצאצאים	חקר החלל חקר כדח"א מהחלל חקר קרקעות האוקיינוסים חקר האטמוספירה	סמלים וסימונים תקשורת לא מילולית (אבן וצליל) עיבוד מידע ומחשבים) פיסוס ושינוק	מדיקות המיליקה הכתובה תקשורת בני אדם לצורתיה
			אדם וסביבה מחזור הפמון	תנועה ותגובה מניס ומחשבות בראות ואורח חיים	מדיע ואמנות משטרה מדבריה מניס ומחשבות אתיקה רמאית

מארגנים

הגבולות בין המארגנים אינם חדים, ומתקיימים קשרי גומלין ביניהם. (ראו דוגמאות בטבלה.)

מודלים ומערכות מורכבות וארגון

הרעיון המנחה הוא שבבסיסן של תאוריות מדעיות קיימים מודלים – חיקויים ממושטים של תופעות ואשר מבקשים להקל על הבנתן. מבחינת רמת ההפשטה, ניתן לתאר שלושה סוגי מודלים: מודלים פיזיים, מודלים מושגיים (קונספטואליים) ומודלים מתמטיים. הבחירה במודל מסוים תלויה בתכונה או בהיבט שמעוניינים לחקור או להדגים וכן בממדים ובסדרי הגודל של ה"מקור".

"מערכת" ניתן להגדיר כאוסף של גורמים או מרכיבים שקיימים ביניהם קשרים, יחסי גומלין והשפעה הדדית. תכונותיה של מערכת נקבעות לא רק על ידי תכונות מרכיביה, כי אם גם על ידי האינטראקציה בין מרכיבים אלה לבין עצמם. מערכת מתאפיינת לא רק על ידי אפיון תכונותיה, כי אם גם באמצעות האינטראקציה בינה לבין מערכות אחרות.

אבולוציה

הרעיון המנחה הוא שמצב הדברים בהווה נובע מחומרים ומצורות מן העבר, אשר התפתחו בהדרגה לאורך ציר הזמן באופנים שניתן להסבירם (מתקשר לסעיף קביעות ומחזוריות, שימור ושינוי).

בהתייחסנו לאבולוציה יש להביא בחשבון כי קיימות אפשרויות שונות של התפתחות מצורת מוצא אחת, כי לא לכל תהליכי ההתפתחות קצב זהה וכי קיימות אינטראקציות המשפיעות על הגורם העובר שינוי.

קביעות ומחזוריות, שימור ושינוי

אחד ההיבטים הנחקרים במערכות הוא האופן שבו הן משתנות. בניסיון להבין את ההשתנות, יש להתייחס לגורמים אשר מפגינים יציבות ואינם משתנים. גורמים אלה יכולים להיות קבועים או נתונים בשיווי משקל.

בהקשר זה יש להתייחס למושגים הבאים: יציבות, אקראיות, תהליכים הפיכים ובלתי הפיכים, מנגנוני בקרה (מתקשר למארגן מודלים ומערכות).

היבט מרכזי הוא קיומם של חוקי שימור בטבע, כגון שימור האנרגיה ושימור המסה.

ניתן לאפיין שינויים על פי קצב ומגמה: שינויים יציבים במגמתם ובקצבם, שינויים מחזוריים (כולל מחזורי חיים) ושינויים שאינם סדירים (מתקשר גם למארגן "אבולוציה").

מידע ותקשורת

בקשר למידע מתייחסים להיבטים של איסופו, עיבודו, ארגונו, אחזורו והעברתו.

תקשורת עוסקת בהעברת מידע בין פרטים או בין מערכות. בהתייחסות לתקשורת עוסקים בייצוג מידע, בשידורו, בקליטתו ובמהימנות ההעברה. ייצוג מידע כרוך בהצפנתו או בבחירת המדיום שבאמצעותו יועבר. מהימנות מתייחסת להבטחה כי האות ששוגר הוא אכן האות שנקלט.

יחסי גומלין

יחסי תלות והשפעה הדדיים מתקיימים בין פרטים, בתוך פרטים (ברמות הארגון השונות), בין פרטים לבין מערכות שבהן הם מצויים, בין מערכות. יחסים אלה מתפרסים על פני טווח רחב של אפשרויות ושל עצמות ומעצבים את הפרטים ואת המערכות.

ג. התכנית, מבניות ומכלול (רצף, סך-כל הלמידה)

ג.1. מבנה הלימודים

תכנית לימודי מוטי"ב היא מודולרית ולא היררכית. הלימודים יורכבו מפרקים ("מבניות") בני שלושים עד ארבעים וחמש שעות כל אחד. (המאפיינים הנדרשים ממבנית מתוארים להלן). בסך הכול זכאים כל תלמיד/ה למאתיים וארבעים שעות לימוד במקצוע הלימודים מוטי"ב, שבמהלכן ילמדו שש עד שמונה מבניות. הלימודים יימשכו לפחות לאורך כיתות י-י"א, ורצוי שיימשכו גם בכיתה י"ב.

הבחירה בין מבניות קיימות תהיה של המורה המלמד. מתפקידו של מרכז המקצוע/המנהל לוודא כי צירוף המבניות של כל תלמיד ותלמידה יענה על מאפייני המכלול כפי שהם מופיעים להלן. ככל שהמורים יקנו ידע ויצברו ניסיון ועם ההתקדמות בפיתוח מבניות ובהכשרת מורים, יועבר ולו חלק מחופש הבחירה גם ללומדים. ניתן לתאר מצב, שבו בית הספר מציע לתלמידי השכבה מבניות אחדות שייקמדו במקביל, וכל תלמיד/תלמידה בוחרים את המבנית הנראית להם בכל פרק זמן.

ג.2. מאפייני מבנית מוטי"ב

1. כל מבנית תתמקד בנושא מרכזי מדעי או טכנולוגי. בחירת הנושא ועריכת המבנית יביאו לידי ביטוי רעיונות מארגנים או חוקי יסוד בתחום מדעי הטבע ויישומיהם, תוך שימת דגש על האופי ההתפתחותי של מדע וטכנולוגיה.
2. מבנית רבת-תחומית תאפשר למידת עומק בנושא אחד, ומבנית הממוקדת בתחום דעת תאפשר ממשק עם תחומי דעת אחרים.
3. כל מבנית תתמקד בסוגיות או בנושאים מרכזיים שניתן לשבצם באורח טבעי וברור בתוך המארג של תחומי הדעת והמארגנים המצ"ב (מפת התכנים).
4. מבנית צריכה לאפשר השגת מטרות מתחום התוכן כמפורט בסעיף ב.2.
5. מבניות תבוססנה על ידע מעודכן הן בתחומי הדעת והן בתחומי הוראת המדעים והדידקטיקה.
6. המבנית צריכה לכלול כמרכיב אינטגרלי מיומנויות מתוך המיומנויות המפורטות בסעיף ב.3.
7. כל מבנית תבנה כך שתוכל לעמוד בפני עצמה ללא תלות הכרחית במבניות אחרות. עם זאת ראוי להתייחס לתכנים ולמיומנויות שנלמדו בחטיבת הביניים (מוטי"ט) וכן לקשרים אפשריים עם מבניות אחרות.
8. מבנית תכלול, במידת האפשר, היבטים וסוגיות בעלי חשיבות אזורית ולאומית ובעלי רלוונטיות ללומדים.
9. יש לתכנן את חומרי הלימוד באופן שיענו על הגיוון והייחודיות באוכלוסיות לומדים שונות מבחינת מגזרי אוכלוסיה, מסגרות מיוחדות, כישורים ותחומי עניין.

10. מבנית תכלול אמצעי למידה מגוונים כגון: שיעורי מעבדה, יישומי מחשב (לומדות, חיפוש מידע, עיבוד מידע, הצגת עבודה), סיורים לימודיים ולמידה עצמית וקבוצתית, שמתוכם יבחר המורה את המתאים לו ולכיתתו.
11. יש לכלול כחלק אינטגרלי בכל מבנית מגוון של דרכים להערכת הישגי התלמידים (דרכים "חלופיות") ולמתן משוב למידת ההבנה וליכולת יישום הנלמד.
12. היקף מומלץ למבנית הוא 30 עד 45 שעות לימוד.
13. פיתוח מבנית יכלול תמיד חומרים לתלמידים וחומרים למורה.

ג.3. מאפייני המכלול (סך-כל הלמידה)

- בית הספר ידאג לכך שלכל לומד ולומדת תהיה הזדמנות ללמוד ולהתנסות:
- א. בכל אחד מתחומי הדעת ובמגוון מתוך המארגנים, ההיבטים והנושאים השונים.
 - ב. במגוון דרכי הוראה, כך שתובטח התנסות והכרה של דרכי החשיבה והמיומנויות כנדרש בתכנית.
 - ג. במגוון דרכי הערכה.

ג.4. מפתח לתיאור מבנית ומקומה במכלול

לכל מבנית יצורף עמוד פותח, בו יוצגו נתונים על המבנית על פי המאפיינים הנ"ל. המפתח מיועד לשמש הן את המפתחים ואת מל"מ בבואם להציע/לאשר או לפתח/להעריך מבנית והן את הצרכנים – מנהלים, מנחים, רכזי מקצוע, מורים (תלמידים?) בבואם לבחור בחירה ראשונית בין מבניות להוראה או לבדיקת רצפי למידה שונים.

ג.5. הערכת למידה

הערכת הלמידה במוט"ב תהיה בית ספרית ותשקף את מגוון דרכי הלמידה המתאימות למקצוע. הציון הסופי ייקבע על סמך הערכת התלמיד/ה בכל אחת מן המבניות שלמדו. ביצוע הערכה מסוג זה מותנה הן בהכשרת המורים במגוון דרכי הערכה והן בבדיקה מדגמית (על ידי גורמי המשרד). ועדת המקצוע תקבע סטנדרטים להבטחת רמת הלמידה והגינות בהערכה.

מפתח לתאור מבנית מוט"ב

- 1 שם המבנית _____
- 2 פותח ע"י: (א) המחברים: _____
- | | | |
|----|----------|-------|
| שם | תחום דעת | עיסוק |
| שם | תחום דעת | עיסוק |
| שם | תחום דעת | עיסוק |
- (ב) הגוף המפתח: _____
- 3 תחום דעת ראשי: _____
- 4 אם המבנית רב־תחומית, ציינו:
 א תחומי דעת (דיסציפלינות) נוספים הבאים לידי ביטוי במבנית: _____
- ב דוגמא לנושא בו מוצעת העמקה ולמידה היררכית: _____
- 5 אם המבנית ממוקדת דיסציפלינה יחידה – הדגם ממשקים לתחומים נוספים:
 א. _____
 ב. _____
- 6 רעיון מרכזי (מדעי או טכנולוגי מיוחד): _____
- 7 נושאים הנידונים במבנית שנבחרו להעמקה:
 א. _____
 ב. _____
- 8 מיקום התכנית עפ"י מפת התכנים (סעיף 4ב) במסגרת לתכנית הלימודים
- | מארגנים | תחום הדעת |
|---------|-----------|
| | א. |
| | ב. |
| | ג. |
| | ד. |
- 9 דרכי הוראה/למידה מיוחדות להוראת המבנית כגון: אישית, בניית דגם, עבודה בקבוצות, מעבדה, סקר ועוד.
 א. _____
 ב. _____
 ג. _____
- 10 האם במבנית יש היבט היסטורי/פילוסופי? (כן/לא); אם כן, פרטו: _____
- 11 האם במבנית יש היבט אתי/ערכי/הלכתי? (כן/לא); אם כן, פרטו: _____
- 12 האם במבנית יש היבט חברתי/אישי? (כן/לא); אם כן, פרטו: _____
- 13 **מטרות עיקריות בתחום התוכן:** הקיפו בעיגול את ארבע המטרות העיקריות שאת הגשמתן מאפשרת המבנית – מתוך רשימת המטרות שבסעיף 2. במסגרת לתכנית הלימודים.
 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
- 14 **מטרות עיקריות בתחום דרכי החשיבה...** הקיפו בעיגול את ארבע המטרות העיקריות שאת הגשמתן מאפשרת המבנית – מתוך רשימת המטרות שבסעיף 3. במסגרת לתכנית הלימודים.
 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
- 15 **דרכי הערכה מוצעות** (הקיפו בעיגול):
 1. מבחנים (עיררון ונייר)
 2. מבחני מעבדה
 3. עבודה אישית או קבוצתית
 4. קריאה וניתוח מאמרים
 5. תלקיט Portfolio
 6. בניית מודל (דגם)
 7. אחר (פרטו): _____
- 16 המבנית מתאימה במיוחד לתלמידים אשר _____
 או המאופיינים ב _____

ד. הפעלה

ד.1. היערכות ארגונית

הצורך באיזון בין תחומי הדעת השונים ובינם לבין הממדים החברתיים והאתיים, הצורך בהמצאת דרכי הוראה, השתלמות, הכשרה והערכה חדשות וההישענות על מורים המלמדים כיום את תחומי הדעת המדעיים או הטכנולוגיים-הנדסיים – כל אלה מחייבים גורמים רבים במערכת החינוך לשתף פעולה ביניהם ביצירה, בהוראה ובהערכה המעצבת של מוטי"ב. חשיבה חדשה נדרשת מרמת המטה (ר' פרק ה, נספח) ועד לרמת בית הספר והמורים. תרבות של שיתוף פעולה בין מומחים בתחומים שונים היא מאפיין מתאים למוטי"ב כמקצוע לימודים, וראוי שתשתקף במבנה הגופים האחראים על התכנית והמפעילים אותה.

ד.2. המורים והכשרתם

מורה שילמד* מוטי"ב בחטה"ע יהיה בעל תואר אקדמי-אוניברסיטאי באחת מן הדיסציפלינות המדעיות או הטכנולוגיות-הנדסיות ובעל תעודת הוראה אוניברסיטאית בתחום הדעת שלו, כנדרש לגבי כל תפקיד הוראה בכיתות אלה.

עם זאת, מובן כי לא די בהסמכה זו להכשיר מורה להוראת מקצוע הלימודים החדש. מכאן שלפחות בשנות ההוראה הראשונות יידרש מערך השתלמויות נרחב (להשתלמות in service), ועם הזמן ראוי שיחולו שינויים בהכשרה עצמה (pre-service). כבר בטווח הקרוב, ראוי שהמוסדות האוניברסיטאיים להכשרת מורים יכללו במסלולי ההכשרה שלהם הזדמנויות לשיתוף פעולה בין-תחומי במדעים – הן ברמת הכשרת מכשירי המורים והן ברמת המתכשרים להוראה. לטווח הארוך ייבדקו אפשרויות לבניית מסלולי השתלמות באוניברסיטאות, ייעודיים להוראת מוטי"ב, כתוספת התמחות עבור מורים מוסמכים במקצועות המדעיים והטכנולוגיים-הנדסיים. ועדת המקצוע תגבש הצעה ודרך הפעלה לאישור הסמכה נוספת זאת.

מכיון שהמקצוע חדש ומצריך התייחסות רחבה ומקיפה, רצוי שמנהלי בתי הספר יעודדו מורים מנוסים בעלי השכלה רחבה להורות מקצוע זה. יש ליצור מנגנון ליווי, הכרה והתמחות במסלול זה. ההנחה היא, כי מורה שילמד הן אחת הדיסציפלינות המדעיות או הטכנולוגיות-הנדסיות ובמקביל ילמד מוטי"ב – הוראתו בשני המסלולים תהיה עשירה וטובה יותר.

הכשרה והשתלמות תוך כדי ההוראה

עיקר הכשרת המורים להוראת המקצוע מוטי"ב תיעשה תוך כדי ההוראה, בהתבסס על עבודה משותפת של צוותי המורים בתחומי הדעת השונים של המדעים בבית הספר ובאזור,

* לנוחיות הניסוח נקטנו לשון-זכר. כמובן שמדובר במורים ובמורות גם יחד.

בליווי ובהדרכה מקצועיים ברמה האזורית. צוותי הליווי יורכבו ממנחים אזוריים בתחומי המדעים השונים (כנ"ל) ויהיו קשורים במידת האפשר למרכזי המורים האזוריים.

ההשתלמויות למורים הפעילים תיועדנה הן להתפתחותם, בעיקר על ידי עבודת צוות בית ספרי, כמורים המסוגלים לפתח חומרים להוראת מבנית במסגרת מוט"ב בכיתותיהם, הן לליווי מרכזי של מורים המתנסים בהוראת מבניות המצריכות דרכי הוראה והערכה חדשות. כמו כן יש להביא בחשבון הכשרה של "מורים מובילים" וניסוי מבניות על ידי מורים משתלמים (ר' פרק ה, נספח).

ד.3. חומרי למידה

חומרי הוראה יפותחו ייעודית כמבניות על ידי גופי הפיתוח של המרכז לחינוך מדעי וטכנולוגי (מל"מ). אלה יכללו תמיד חומרים הן ללומדים, הן למורה. כמו כן תהיה פנייה אל מומחים, במטרה ללמוד על היצע של חומרים נוספים המצוי בארץ שעשוי לשמש מרכיב בהוראה. ועדת המקצוע/המפמ"ר ימליצו על מאמרים, ספרים, סרטים ולומדות שעשויים להשתלב בהוראה – אם כחלק מחומרי הלמידה למבניות או כפרקים שיוכנו על ידי צוותים מקומיים. ברוח זו, חברי הוועדה מניחים כי יש מקום ליזום כתיבה ויצירה של חומרים שונים (ספרים, סרטים, ירחונים) של מדע פופולרי המיועד לקהל משכיל כללי. פרסום חומרים כאלה משתלב בתפיסת "מדע וטכנולוגיה כחלק מהתרבות", ויכול להיות בהם מאגר חומרי עזר למורה. כמו כן יש לשקול שימוש בחומרים משולבי מדע, טכנולוגיה וחברה, כגון ספרות מדע בדיוני (מסוג "הגרעין הקשה") אשר תיבחר בקפידה לפי קריטריונים מתאימים. לשם כך, יקבעו הפיקוח/ועדת המקצוע קריטריונים לחומרי ההוראה ולבדיקת התאמתם.

ד.4. ניסוי והערכה

מוט"ב הוא מקצוע לימודים חדש, שאינו מבוסס על מבנה דעת מוכר. אין מורים שהוכשרו להוראתו, והמיועדים ללמוד אותו באים מכל מגוון תלמידי החטיבה העליונה בארץ, ומאוחדים רק בבחירה להימנע מהתמחות בלימודי מדע או מקצוע טכנולוגי-הנדסי. מכל אחת מסיבות אלה לבד, קל וחומר מכולן יחד, יש להתייחס אל המהלכים השונים בהפעלת מוט"ב כאל ניסוי ולבנות מערך להערכה מעצבת.

ראויים לבקרה עניינים אלה:

- החלטות הנוגעות לקצב הפעלת הוראת מוט"ב ברחבי הארץ;
- הכשרת המורים המובילים (היקף, איכות, כישורים למבנית/לתכנית, פיזור ארצי);
- בדיקת מבניות מועדפות ואיתור נושאים חסרים;
- שיפור יכולת הערכת הישגי הלומדים על ידי בתי"ס;
- הפיתוח והשימוש במגוון חומרי הוראה;
- הערכת פיתוחים בית ספריים;

השפעת ההשתלמויות, הפנימית והאזורית, על עבודת המורים ;
בדיקת השפעת האפשרויות שנפתחו עם מוטי"ב על ה"מתמחים".

ה. נספח – התשתית הארגונית – תנאי הכרחי ליישום

היות ומוט"ב הוא מקצוע לימודים השונה במובנים רבים מתחומי דעת מקובלים בהוראה ולאחר שהוכר כמקצוע "תרבות כללית" – נדרשת המערכת להכין תשתיות אנושיות, תוכנית-פדגוגית וארגונית שעשויות להיות תנאי הכרחי להצלחת היישום של התכנית בטווח הארוך. הכנת התשתית הנדרשת היא אפוא חלק מן התכנית:

ועדת מקצוע; מפמ"ר ומנחים:

ועדת המקצוע – תוקם ועדת מקצוע למוט"ב, כמקובל. נוסף לחברים שימונו לוועדה על פי הנהוג, יהיו חברים בוועדה המפמ"רים למדעים ונציגי המקצועות הטכנולוגיים-הנדסיים וכן נציג מדעי החברה.

פיקוח מרכזי על המקצוע – למקצוע הלימודים מוט"ב יהיה מפמ"ר, שימונה כמקובל במערכת לגבי מקצועות הלימודים של החטיבה העליונה לבגרות. מידת שיתוף הפעולה לה יידרש המפמ"ר מצד המערכות הקיימות והפועלות כיום, הצורך באיזון בין התחומים השונים, הצורך בהמצאת דרכי הוראה, השתלמות, הכשרה והערכה חדשות וההישענות על מורים המלמדים כיום את תחומי הדעת המדעיים או הטכנולוגיים-הנדסיים – כל אלה מחייבים כי לצדו של המפמ"ר למקצוע החדש יוקם מנגנון שיבטיח את השתתפות המפמ"רים למדעים ונציגי הטכנולוגיה בעיצוב התחום ובליווי הוראתו במערכת.

לרשות המפמ"ר על הוראת המקצוע החדש יועמדו ימי הדרכה וצוותי מנחים, מיועדים למקצוע זה בלבד, שיפעלו במתכונת מחוזית או ארצית. (ימים אלה לא ייגרעו מימי ההדרכה בדיסציפלינות, אלא יתוספו להם.)

התכנית, היקף הלימודים וארגון:

היקף הלימודים הכולל הוא שמונה שעות שבועיות ללומדים, כלומר מאתיים וארבעים שעות בסך הכול במשך שנתיים או (רצוי) שלוש שנות לימוד. (ש"ש, שעה שבועית, כמוה כשלושים שעות לימוד.)

מטבעה, תכנית לימודי מוט"ב היא מודולרית ולא היררכית. הלימודים יורכבו מפרקים ("מבניות") בני שלושים עד ארבעים וחמש שעות כל אחד; כלומר, בסך הכול ילמדו כל תלמיד/ה שש עד שמונה מבניות; בסיום לימודי כל מבנית יוערכו התלמיד/ה על הישגיהם באותו פרק על ידי המורה המלמד (ר' סעיף ג.5).

מוט"ב היא תכנית מודולרית, אך בר־זמן יש בה דרישות מן המכלול. כלומר, לא כל שמונה מבניות עונות על דרישות המקצוע, אלא רק צירוף (ברצף כלשהו) של מבניות, המאפשר את ההתנסויות המפורטות בסעיף זה. עמידה בדרישה זו מחייבת תכנון בית ספרי המביא בחשבון את הזדמנויות הלמידה של תלמידיו במהלך כל שנות החטיבה העליונה. המפמ"ר

וועדת המקצוע ינחו את בתי הספר כיצד להבטיח את העמידה בדרישות, הן הפורמליות לעיל והן מבחינת משמעות ההיענות למטרות השונות.

הלומדים, החלטה על "התמחות במדעים" ומשמעותה:

יוצאים מן הכלל: ככלל לא יוכלו לימודי מוט"ב לשמש בסיס ל"התמחות" במדעים. עם זאת, מומלץ לבתי הספר לאפשר – במקרים מיוחדים – לתלמידים שלמדו מוט"ב בכתה י', ובסופה שינו את דעתם ובחרו "להתמחות" באחת הדיסציפלינות המדעיות או הטכנולוגיות הנדסיות, לעשות כן.

כמו כן, תלמידים שבחרו "להתמחות" ושינו דעתם עד סוף כיתה י', יוכלו, אם ירצו בכך, להצטרף ללא מתמחים וללמוד מוט"ב בהמשך לימודיהם.

הרחבה: אין להוציא מכלל אפשרות, שבעתיד יותר לבתי הספר להציע ל"מתמחים" מן התלמידים לבחור לימודי מוט"ב כלימודי רשות נוסף ללימודיהם בתחומי המדעים או הטכנולוגיה הנדסה.

המורים והכשרתם:

אין חולק, כי על המורים תיפול או תקום התכנית. לאור הקביעה כי עיקר ההכשרה ייעשה תוך כדי ההוראה, בהתבסס על המורים המלמדים כיום במערכת את המקצועות המדעיים או הטכנולוגיים הנדסיים, חיוני ליצור מערך השתלמויות שיש בו אתגר וליווי למורים שירצו להרחיב את אופקי עבודתם ולהתפתח.

הוראת מוט"ב תיושם בהדרגה, תוך הנחת תשתית לפיתוח "מורים מובילים" ולניסוי המבניות בהיקף מצומצם בתשנ"ח ולהרחבתו בתשנ"ט. דגם ההשתלמויות המוצע הוא מעורב – מחצית ההשתלמות סביב מבנית ומחציתה האחרת סביב נושאים שמעבר למבנית. כך יתאפשר למורים לבחור ללמוד בתחומים הקרובים ללבם ולהשכלתם ולהרחיב בביטחון את תחומי הידע שלהם – הפדגוגיים והתוכניים. במקביל ניתן יהיה ללמוד כיצד לבנות את ההשתלמויות בחלקיהן שאינן מבוססי מבנית. הגופים המפתחים ישתלבו במערך ההשתלמויות בפזור ארצי ויחויבו להבטיח עם הזמן הקמת נבחרת מורים מצטיינים שיהפכו "מובילים" בהוראת המבניות השונות ואחר כך – בהוראת המקצוע על פי המסגרת לתכנית הלימודים.

אופי ההשתלמות הכשרה:

מתמחים כ"מובילים", המיועדים להשתלמות ייחודית זו, יאותרו בתשנ"ז על ידי המפ"מרים. הם יפעלו בתשנ"ח בקבוצות של כעשרים מתמחים, בהיקף של שמונה ש"ש – כמחציתן בהדרכה ישירה של צוותי הפיתוח – במטרה להכשירם כ"מובילים" להוראת אותה מבנית – וכמחציתן במטרה לענות על דרישות ההוראה המיוחדות של המקצוע החדש. יש להבטיח כי המשתלמים במסגרת זו יוכלו לפעול בעתיד בפזור ארצי מלא.

מורים: כל מורה המתחיל בהוראת מוט"ב יידרש לארבע שעות השתלמות שבועיות בשנתיים הראשונות להוראת המקצוע. בכל השתלמות הכשרה, מחצית השעות תהיינה שעות של עבודת צוות בית ספרי (לפחות שני מורים) ומחציתן האחרת שעות "מרכזיות". השעות הבית ספריות מיועדות לליבון הוראת מבנית ובניית חומרי הוראה על ידי מורים המכינים (יחד) תחום חדש, ותהינה מלוות על ידי המורים ה"מובילים", שהוכשרו להוראת מבניות אלה. השעות ה"מרכזיות" תאורגנה על ידי צוות המנחים באזור ותיועדה ללמידת מורים בתחומי הדעת השונים, הפחות מוכרים להם, להזכרה על ידי צוותי הפיתוח וכן להשתלמות בנושא־רוחב, כגון חיפוש מידע והערכתו, הדרכה בקריאת מאמר פופולרי, עריכת סקר דעת קהל, מגוון דרכים להערכת הישגי לומדים וכיו"ב הנדרש במקצוע החדש. השעות הבית ספריות תוכרנה לגמול השתלמות. (על המשרד להיערך ארגונית לרישומן ולבקרתן. ייתכן כי תידרש אחריות הצוות האזורי לביצוע). השעות ה"מרכזיות" תכלולנה את הדרוש להכרה בגמול עם ציון. הביצוע והאחריות, כאמור, על־ידי המפמ"ר, תוך כדי קשר עם מרכזי הפיתוח מחד גיסא, ועם המנחים והמרפזים האזוריים מאידך גיסא.

מעריך שעות השתלמות הנדרש לשלבים הראשונים של הפעלת מוטי"ב
(תשנ"ח – תשנ"ט):

על מנת לאפשר את מעריך העבודה הנדרש, על המשרד להבטיח מספר שעות השתלמות כדהלן ולהעמידן לרשות המפמ"ר:

- לתשנ"ח – א. ניסוי בהיקף של מאה בתי ספר.
הניסוי הן למבניות והן לדגמי השתלמויות ולמעריך המציע אותן.
ב. הכשרה / פיתוח של מאה מורים מתמחים בהוראת מוטי"ב המיועדים להיות "מובילים" בתשנ"ט.
לתשנ"ט – א. הוראת מוטי"ב בחמש-מאות בתי ספר, על ידי אלף מורים (מן הביולוגיה, מן הכימיה ומן הפיזיקה). חלק מן הליווי למורים החדשים יתבצע על ידי המתמחים בתשנ"ח.
ב. המשך השתלמות למורים ה"מובילים"; מחציתה כהנחייה מודרכת.

מספר השעות הדרוש (שעות מרצים, ללא קשר לגמולים):

בתשנ"ח 3,360 ש':

א. להשתלמות המתמחים כ"מובילים", חמש קבוצות, שמונה ש"ש לכל קבוצה:
 $1120 = 5 \cdot 224$ ש'.

ב. למורים המתנסים בהוראה.

I. מאה בתי"ס, שתי ש"ש, רובן למידה עצמית, כחמישית כולל שכר מדריך-מרצה:
 $1120 = 0.2 \cdot 56 \cdot 100$ ש'.

II. במסגרות מרכזיות, מאתיים מורים, עשרים קבוצות (עשרה מורים כמינימום) שתי ש"ש:
 $1120 = 56 \cdot 20$ ש'.

בתשנ"ט 12,320 ש':

א. המשך השתלמות המתמחים כ"מובילים" תוך הנחייה מודרכת, כנ"ל:
 1120 ש'.

ב. לאלף מורים, פי חמש מהנדרש בתשנ"ח, על פי אותה חלוקה (I+II):
 $11200 = 5600 + 5600$ ש'.