

**דו"ח הועדה  
לבדיקת אפשרות  
הקמת מרכזי  
למידה למדע  
וטכנולוגיה**

**החלטת ממשלה מס' 1681**

**מוגש על ידי  
פרופ' יצחק פרנס  
יו"ר הועדה**

חברי הוועדה אשרו את הדו"ח באישור בדואר אלקטרוני:

פרופ' בני גיגר

פרופ' יצחק פרנס-יו"ר

מר יצחק כהן

גב' יפה ויגודסקי

פרופ' חגית מסר-ירון

דר' יוסף לאטי





מזכירות הממשלה

ירושלים, י"ב בניסן התשס"ב  
25 במרץ 2002

משרד המדע, התרבות והספורט  
מדעניות ראשית  
וראש מינהל המדע  
04-04-2002  
**התקבל**

אל : שר המדע, התרבות והספורט  
שר האוצר  
שרת החינוך

מאת : המשנה למזכיר הממשלה

שלום רב,

הבני מתכבד להביא לתשומת-לבכם את החלטה מס. מט/19 של ועדת השרים לעניני מדע וטכנולוגיה משיבתה ביום ד', כ"ט באדר התשס"ב (13.03.2002):

מרכזי למידה מדעיים וטכנולוגיים מט/19.

מ ח ל י ט י ס :

א. למנות צוות להכנת תוכנית למערך מרכזי למידה מדעיים וטכנולוגיים ברחבי הארץ.

ב. הרכב צוות ההכנה יהיה כדלקמן:

- פרופ' יצחק פרנס, מקים ומנהל מרכז מעבדות נוער ע"ש בלמונטה - יו"ר;
- נציג משרד החינוך;
- נציג משרד המדע, התרבות והספורט;
- נציג משרד האוצר;
- מדען, נציג האקדמיה הישראלית למדעים;
- איש ציבור שימונה על ידי יו"ר ועדת השרים לעניני מדע וטכנולוגיה.

ג. תפקיד צוות ההכנה הוא לגבש הצעה מפורטת להקמה ו/או למיטוד רשת של מרכזי למידה ברחבי הארץ במבנה היורכי, ולחאייע מודל להפעלתה, תוך התייחסות להיבטים המנהליים, התקאיביים והתוכניים השונים.

ד. צוות ההכנה יגיש את הצעתו ליו"ר ועדת השרים לעניני מדע וטכנולוגיה בתוך 4 חודשים.

ב ב כ ח  
  
אריה זהר

העתק: מנכ"ל משרד המדע, התרבות והספורט  
המדעניות הראשית, משרד המדע, התרבות והספורט

התוכנית המומלצת מבוססת על איגום משאבים, תקציבים, כוח אדם וידע. ניצול מקסימלי של ציוד ומבני המעבדות- בעלות יחסית נמוכה ובשיתוף מוסדות השכלה גבוהה, מחקר ותעשייה. הוראת מדעים וטכנולוגיה תעשה על ידי מתן תשתית ועזרה יום יומית למורים למדעים. תוכנית זו משתלבת בתוכניות הוועדה הלאומית בטכנולוגית חברת המידע ותשתלב גם בפעילות המרכז הישראלי להוראת המדעים.

## תקציר:

הוועדה התבקשה לבדוק אפשרות להקמת מרכזי למידה למדעים וטכנולוגיה אזוריים שישרתו (כל מרכז) מספר רב של בתי ספר באזור ויותאמו במיוחד לתלמידי החטיבה העליונה.

לאור הניסיון שנרכש במעבדות בלמונטה לנוער, באוניברסיטה העברית, מוצע לחקים רשת של כ-15 מרכזי למידה למדעים וטכנולוגיה, להוראת מדע וטכנולוגיה בבתי ספר בחטיבה העליונה וחטיבת הביניים.

כל מרכז שכזה יהיה בחסות של מוסד מוכר להשכלה גבוהה או מוסד מחקר ממשלתי.

רשת מרכזים שכזו תאפשר מתן שרות מעבדות ברמה גבוהה ביותר לכלל התלמידים.

הפעלה של מעבדות שכאלה תיתן את היתרונות הבאים:

1. שיפור הוראת המדעים והחדרת מודעות למדע בציבור, תעשה בפעולה משותפת של משרד החינוך, משרד המדע, משרד איכות הסביבה, משרד האוצר ומשרד התמי"ס.

2. הפתרון המוצע מבוסס על איגוס משאבים קיימים להפעלה שוטפת.

3. מתן שרות לכל בתי הספר בארץ ולכל התלמידים בצורה טובה.

4. הפעלת המעבדות, תתבצע (מעבר לצוות מקומי קטן) על ידי מורי בתי הספר. בכך תעלה רמת המורים. בצורה זו יהיה גיוון וחידוש בעבודתם ותמנע שחיקה של המורים.

5. תוכנית הניסויים תהיה בהתאם לתוכנית הלימודים הנקבעת על ידי משרד החינוך, אבל ברמה גבוהה ביותר.

6. מכיוון ומדובר במספר קטן של מעבדות, הנותנות שרות למספר רב של בתי ספר, ניתן לחדש את תוכנית הניסויים, הציוד וכוח האדם בצורה מתמשכת.

7. תוכנית ההוראה מתבססת על מספר השעות המוקצב להוראת המדעים הניסויים.

8. המרכזים המוצעים יפעלו ללא הפסקה לאורך כל היום: בבוקר-שרות לכיתות בתי הספר, אחר הצהריים-קיום חוגי נוער ובערב-פעילות למבוגרים.

9. מרכז שכזה יבנה בשטח של כ-1,000 מ"ר. עלות בניה כ-7,500,000 ₪ עלות ציוד כ-2,500,000 ₪ (במחירי 2002, נספח תקציבי).

## המלצות הוועדה

**בשלב ראשון** הוועדה ממליצה להקים 5 מרכזי למידה למדעים וטכנולוגיה לפי הפיזור הבא:

1. קרית-שמונה בחסות מיג"ל ו/או מכללת תל-חי.
2. המגזר הערבי בגליל: אזור נצרת-שפרעם – בשיתוף עם מרכז מו"פ אזורי אגודת הגליל ובחסות אוניברסיטת חיפה.
3. אזור חיפה והקריות- בחסות הטכניון
4. אזור באר-שבע כולל ירוחם, מצפה רמון, ערד, רהט, אופקים, נתיבות, דימונה וכן ישובים בדואים באזור- בחסות אוניברסיטת באר-שבע או המכללה האקדמית להנדסה.
5. מעבדה באזור אשדוד-אשקלון בחסות מכון ויצמן.

### **בשלב שני**

הקמת מרכזים לפי הפירוט הבא:

1. מרכז ברחובות – בחסות מכון ויצמן ובקמפוס של מכון ויצמן. מרכז זה ישרת את האזור מבית דגן ועד גדרה כולל ראשון לציון ונס ציונה.
2. 2-3 מרכזים באזור תל-אביב, בחסות אוניברסיטת ת"א, בר אילן ומכון ויצמן (יתכן וניתן להקים מרכז במקווה ישראל).
3. מרכז בין הרצליה ונתניה- שישרת גם את הישובים בשומרון ובגדה.
4. מרכז באזור חדרה-עפולה.
5. מרכז באילת- שישרת ישובים מחצבה ועד אילת, בחסות המכון הבינאוניברסיטאי באילת.

פריסה מדויקת וצפופה יותר תיעשה ע"י וועדת ההיגוי (ראה/י להלן) תוך התחשבות במספר בתי הספר ומספרי התלמידים, או אילוצי בטחון ונסיעה. המיקום הפיסי של כל מרכז יקבע בהתאם לאזור, התנאים ונכונות המוסד המפקח על פעילות המרכז להקציב קרקע למטרת הקמת המרכז.

## הצגת הנושא:

הוראת המדעים והטכנולוגיה, בבתי הספר במדינת ישראל, אינה מדביקה את קצב התפתחות המדע. הנוער ובמידה רבה גם האוכלוסייה הבוגרת, אינם חשופים במידה מספקת למדע ולצורת החשיבה המדעית. הכשרת כוח אדם במקצועות מדע וטכנולוגיה מהווה (במידה מסוימת) גורם מגביל להתפתחות תעשיות עתירות ידע. עד לאחרונה השלימה המדינה את הדרישה לכוח אדם ע"י קליטת עליה, ובמיוחד מממדינות ברית המועצות לשעבר. היה זה פתרון זמני ולטווח זמן ארוך יש צורך להכשיר את כוח האדם הנדרש במדעים ובטכנולוגיה במוסדות ההשכלה הגבוהה במדינת ישראל.

איכות בוגרי בתי-הספר התיכוניים במקצועות המדעיים והטכנולוגיים אינה מבטיחה יתרון למדינת ישראל במאה ה-21.

בעיה חריפה נוספת, שיש לה השלכות חברתיות רחבות, היא כי מספר הילדים המגיע מהפריפריה ללימודי מדעים וטכנולוגיה הוא יחסית קטן למספרם באוכלוסייה. חייבים לתת הזדמנות שווה, אם לא מועדפת, לילדים מהפריפריה להשתלב במקצועות מדע וטכנולוגיה. חשיפה למדעים ומקצועות טכנולוגיים, ופתוח חשיבה מדעית תעלה את המודעות העצמית אצל הילדים. מעבר לזאת, ניתן באמצעות תכניות מיוחדות להגדיל את מספר הנערות הבוחרות במקצועות המדעיים.



## היעדים:

יש לחשוף את המורים ואת כל התלמידים להתקדמות המהירה שחלה במקצועות המדעיים והטכנולוגיים. יש לפתח את צורת החשיבה המדעית ולהחדיר את "רוח המדע". השגת מטרות אלה תעשה בהדרגה.

בשלב הראשון מוצע להתמקד במורי ובתלמידי החטיבה העליונה ובמיוחד באלה המראים עניין במדעים. יש לעודד את תלמידי כיתה י' לבחור בנושאים מדעיים ברמה גבוהה יותר.

בשלב שני, ייעשה מאמץ דומה עם מורי ותלמידי חטיבות הביניים וזאת לאור תוכנית הלימודים החדשה במדע וטכנולוגיה.

בשלב השלישי, יש לקדם את תוכניות הלימודים במדע בחטיבה היסודית ובגיל הרך (בגני הילדים) בעיקר בדרך חוייתית ופחות בדרך אנליטית כמותית.

בנוסף, יש לחשוף את הקהילה למדעים וטכנולוגיה בסביבה ממוחשבת ומתוקשבת.

מעבר למטרות כלליות אלה מומלץ:

1. במידת האפשר להדליק "ניצוץ מדעי" אצל מספר גדול של תלמידים.
2. לפתח את צורת החשיבה המדעית, דהיינו להציג בעיה, להניח הנחות בסיסיות, לנתח את הבעיה באופן כמותי ואיכותי, לתכנן ניסוי או ניסויים לבדיקת הבעיה, לבצע ניסויים ולקלוט את תוצאות הניסוי ישירות למחשב, לנתח את התוצאות באופן איכותי וכמותי ולדווח עליהן.
3. בנוסף לגישת ההוראה בה מבצעים ניסויים במסגרת הלימודים הרגילה, יש לפתח מערכת למידה מרחוק ב-E-Learning, מעקב אחרי ספרות ומידע באמצעות מערכות מחשבים ותקשורת.
4. לפתח, ברמה גבוהה, נושאים רב-תחומיים מדעיים וטכנולוגיים.
5. פיתוח עבודה קבוצתית במחקר מדעי תוך פיתוח הייחודיות של כל תלמיד ותלמיד.

## הסיבות לקשיים בהוראת מדעים וטכנולוגיה

סיבות אלה מתחלקות לסיבות אובייקטיביות, סובייקטיביות ותקציביות.

### הסיבות האובייקטיביות:

1. המדע והטכנולוגיה מתקדמים בקצב מהיר. לכן, תוכנית הלימודים, הנקבעת ע"י משרד החינוך, אינה מתעדכנת במידה מספקת.
2. החשיבה המדעית והדיווח המדעי מאופיינים בניתוח כמותי ותמציתי בצורת נוסחאות מתמטיות. לתלמידים ולמבוגרים ישנה רתיעה מהצגת נושאים בצורה מתמטית ואפילו היא פשוטה.
3. באופן טבעי האוכלוסייה והתלמידים נחשפים לנושאים במדעי הרוח והחברה. הטלביזיה והעיתונות כמעט ואינם עוסקים בנושאים מדעיים.
4. קצב חידוש תוכנית הלימודים דורש זמן ממושך- כתיבת תוכניות, אישורים, הדרכת מורים ופיתוח ניסויים.

### הבעיות הסובייקטיביות:

1. המורים נדרשים "לדעת" ולהבין נושאים שונים ומגוונים במדע- (מה שלא נדרש מהפרופסורים באוניברסיטה). המורה צריך להכיר מגוון רחב של נושאים.
2. קשה לבצע ניסויים מדעיים במרבית מעבדות בית הספר. הציוד הקיים (שהוא מועט ביותר) לא תמיד מתוחזק בצורה טובה. מערכת התמיכה במעבדות כמעט ולא קיימת. מכיוון ואין מספיק ציוד "התלמידים עומדים בתור" והזמן אינו מנוצל ביעילות. אין חידוש מתמיד של ציוד המעבדות ולכן אין עדכון בנושאי הניסויים.
3. בגלל התקדמות המהירה של המדע, המורים לא תמיד מעודכנים בשטחי המדע השונים. ישנה "שחיקה" מתמדת של המורים.
4. מערכת ההשתלמויות במתכונת הנוכחית, אינה עונה במידה מספקת על עדכון המורים, בהקניית ידע מדעי ובמיוחד לפיתוח חשיבה מדעית.
5. ישנו מספר ניכר של מורים המלמדים במדע וטכנולוגיה מקצועות אותם הם לא למדו באוניברסיטה או במכללה.
6. אצל מרבית המורים הידע בביצוע ניסויים מדעיים הוא דל. המורים אינם מכירים את שיטות המחקר החדישות או את הציוד החדיש.

7. בדרך כלל, בבתי הספר, ניתן וכדאי לבצע רק ניסויים פשוטים ביותר. אין קליטה ישירה של תוצאות הניסוי למחשבים ובמיוחד אין שימוש במחשבים לתכנון ניסוי ולאנליזה של התוצאות.

#### **הסיבות התקציביות:**

1. בתי הספר אינם מתוקצבים במידה מספקת. כוח האדם המתמצא בנושאים מדעיים ובניסויים הוא קטן והתקציב לרכישה, חידוש ציוד ותחזוקה, רכישת חומרים וציוד מתכלה, כמעט ואינו קיים.
2. לא תמיד נותנים מנהלי בתי הספר קדימות לנושא המעבדות בבית ספרם.
3. אף בית ספר אינו יכול לרכוש ולתחזק ציוד יקר ומתוחכם אשר סביר להניח שישתמשו בו מספר ימים בשנה.

## אילוצים בחיפוש הפתרון

1. הוראת המדעים וקידום רמת הוראת המדעים חייבת להתבסס על המערכות הקיימות: משרד החינוך, והמורים הקיימים בכל הארץ.
2. הפתרון חייב להיות כללי ומתאים לכל הארץ ובמיוחד לפריפריה, כולל מקומות קטנים ומרוחקים מהמרכז.
3. הפתרון חייב להיות אטרקטיבי למורים ולתלמידים. חשוב שגם המורים וגם התלמידים יראו בפתרון חלק אינטגרלי ואפילו הכרחי בתהליך הלמידה.
4. הפתרון צריך להתקבל בשיתוף ובהסכמת כל הגורמים העוסקים בחינוך מדעי וטכנולוגי ואוריינות מדעית קרי: משרד החינוך, משרד המדע התרבות והספורט, משרד התמי"ס, משרד הביטחון, משרד איכות הסביבה, משרד האוצר, האוניברסיטאות ומוסדות השכלה גבוהה, ובמידת האפשר תעשיות המבוססות על ידע מדעי (קונבנציונליות והייטק) במילים אחרות יש לאגם את הכוח האנושי והתקציבי.
5. הפתרון חייב להיות מסוגל להתחדשות מתמדת, עדכון מהיר של תכניות הלימודים, עדכון מורים, עדכון ציוד וכו'.
6. הפתרון חייב להתבסס על מספר השעות המוקצב כיום למדעים. להערכתנו לא ניתן להגדיל בצורה משמעותית את מספר השעות להוראת מדע וטכנולוגיה. יש לנצל את הזמן המוקצב למדעים וטכנולוגיה ביתר יעילות.
7. הפתרון חייב להיות כלכלי ובמידת האפשר להתבסס על מקורות כספיים קיימים (איגוס משאבים).
8. אחד האילוצים הקשים ביותר הוא כי הידע המדעי המתקדם קיים למעשה אך ורק במוסדות מחקר והשכלה גבוהה ובמידה מסויימת בתעשיות עתירות ידע. לכן, הפתרון חייב לשלב כוחות אלה ביחד עם הגורמים המטפלים כיום בהוראת מדע וטכנולוגיה.
9. אין ליצור התנגדות אצל המורים. יש לשתף עימם פעולה, ולשפר את תדמיתם.

## התוכנית המוצעת:

התוכנית המוצעת מבוססת על הניסיון שנרכש במרכז מעבדות בלמונטה באוניברסיטה העברית בירושלים. מוצע להקים רשת של מרכזי למידה מדעיים וטכנולוגיים אזוריים אשר יתנו שרות למספר רב של בתי ספר השייכים לאזור. מרכזים אלה יהיו מצוידים במיטב הציוד המדעי ברמה של מחקר מדעי.

מרכזים אלו יהיו שייכים במידה שונה לכל בתי הספר, ולא לאף אחד מהם. לכל בית ספר ולכל כיתה תהיה הזכות (והחובה) להשתמש במרכזים האזוריים.

דוגמא למרכז למידה למדע וטכנולוגיה היא מרכז מעבדות בלמונטה באוניברסיטה העברית-המשרת מעל 70 בתי ספר תיכוניים וחיבתוניים בירושלים ובסביבתה.

מרכז למידה למדע וטכנולוגיה יכול מעבדות במדעי החיים, ביוטכנולוגיה, איכות הסביבה, מחשבים, פיסיקה, כימיה, אלקטרואופטיקה, מיקרואלקטרוניקה, רובוטיקה, ונושאים טכנולוגיים נוספים שיקבעו ע"י משרד החינוך.

בכל מרכז למידה למדע וטכנולוגיה יהיה מיטב הציוד החדש ביותר, בכמויות מספיקות להפעלה ע"י קבוצה של 20 תלמידים (בכל נושא). מגוון הציוד יקבע ע"י צוות מומחים (מהמקצועות השונים), כאשר הניסיון שנרכש במעבדות בלמונטה יעמוד לרשות צוות זה.

מעבר לתוכנית בסיסית משותפת לכל המרכזים בארץ, כל מרכז יתמחה ויפתח נושאים מדעיים וטכנולוגיים המתאימים לאזור בו הוא נמצא. לדוגמא: באר-שבע: מדבר ומחצבים, אילת: מדבר וים, קרית-שמונה: נושאים סביב שמורת החולה, חיפה: השפעת תעשיות כבדות, נפט וכו', תל-אביב – רחובות: תעשיות היי-טק. בתקופת הקיץ מרכזים שונים שכאלה יקיימו מחנות מדע לתלמידים מאזורים אחרים.

כל מרכז למידה למדע וטכנולוגיה ינוהל ויהיה בחסות אוניברסיטה או מכללה המתוקצבים ע"י ות"ת או מכון מחקר הנמצא באותו אזור. לדוגמא: אילת-המכון הבינאוניברסיטאי, באר-שבע-אוניברסיטת בן-גוריון או המכללה האקדמית להנדסה, קרית שמונה-מכללת תל-חי או מיגל. פיזור האוניברסיטאות, המכללות ותעשיות עתירות הידע מאפשר חסות אקדמית-טכנולוגית לכל מרכז. מרכזי למידה מדעיים וטכנולוגיים ישמשו אך ורק למטרות שהוגדרו בדו"ח זה וינוהלו כמשק כספים סגור.

מרכז למידה למדע וטכנולוגיה יקבל כיתות מהאזור (מרחק נסיעה עד 45 דקות) פעמיים ביום 8:30-12:30, 13:00-17:00. בערבים ובחופשות ימלא המרכז תפקידים נוספים (המפורטים להלן). באופן רגיל תבקר כל כיתה במרכז 4-5 פעמים בשנה בכל נושא, (כ-20 שעות מעבדה לנושא). קשה להגדיל מספר ביקורים מכיוון וכל ביקור בא על חשבון מקצועות אחרים הנלמדים במסגרת הזמן של 4 השעות.

## עקרונות הפעולה של מרכז למידה מדע וטכנולוגיה:

בהפעלת מרכז למידה מדע וטכנולוגיה וניהולו צריכים להשתתף נציגים ממוסדות על-תיכוניים המתוקצבים על ידי ות"ת. לכל מרכז יהיה ועד מנהל קטן ויושב/ת ראש בעל/ת רקע אקדמי מחקרי. הוועד המנהל יקבע את מדיניות ההפעלה של המרכז במסגרת המדיניות הכללית.

על כל המרכזים בארץ יחלוש ועד מנהל כללי, שבראשו יעמוד אקדמאי בדרגה של פרופסור מן המניין, העוסק במחקר מדעי והמוכן להקדיש מזמנו לחשיפת מדע לנוער בבתי ספר ולאוכלוסייה בכלל. הוועד המנהל הכללי יכלול 2 נציגים של משרד החינוך (האגף למדע וטכנולוגיה והאגף הפדגוגי) נציג משרד המדע, נציג התמ"ס, איכות הסביבה, הביטחון והאוצר, נציג השלטון המקומי, שני תלמידים שיבחרו ע"י מועצת התלמידים והלומדים אחד ממקצועות המדע ברמה של 5 יחידות וכן נציגי משרדים נוספים שירצו להשתתף תקציבית בהפעלת המרכז. חשוב שיהיו בו מורים או המפקחים האזוריים בנושאים השונים. בנוסף יכלול הוועד המנהל הכללי נציג ההורים מהחטיבה העליונה ונציג הורים מחטיבת הביניים. חשוב כי בוועד המנהל הכללי יהיו נציגי אקדמיה ותעשייה מהמקצועות אותם מלמדים במרכז (פרופ' למדעי החיים, פרופ' לביוטכנולוגיה וכו'). לוועד המנהל הכללי תהיה ועדת היגוי קטנה אשר חבריה יהיו יו"ר הוועד המנהל, נציג אחד ממשרד החינוך (האגף למדע וטכנולוגיה), נציג משרד המדע ופרופ' באחד ממקצועות המדע. הוועד המנהל הכללי יתכנס פעמיים בשנה. ועדת ההיגוי תיפגש לפחות פעם בחודש.

לכל מרכז יהיה מנהל אקדמי בעל תואר דוקטור עם ניסיון מחקרי. בראש כל תחום מעבדה יהיה רכז בעל תואר דוקטור שיש לו ניסיון מחקרי. מספר הלבורנטים ייקבע בהתאם לאופי המעבדות. לדוגמא: לבורנט אחד לנושא הכימיה, לבורנט משותף לנושא ביולוגיה וביולוגיה מולקולרית וכו'.

לפיכך, עקרון הפעולה של המרכז מבוסס על ריכוז מאמצים, צוות קטן, ציוד המנוצל פעמיים ביום במשך כל השנה, מופעל ומתוחזק על ידי גוף בעל רקע אקדמי, או תעשייתי.





13. מרכז למידה מדע וטכנולוגיה שיש לו קשר מתמיד עם המפקחים הארציים בנושאים השונים מהווה מערכת היזון-חוזר (Feedback) למשרד החינוך להתאמת תוכנית הלימודים ודרכים להעלאת רמה.
14. מהירות עדכון תוכניות הלימודים- תגבר ותתאים לקצב השינויים בעולם המערבי.

## פעילויות נוספות של מרכז למידה מדע וטכנולוגיה:

1. המרכז יקיים הרצאות וימי עיון לקהלים שונים: קהילה, מורים, תלמידים וכן בעלי מקצוע שונים.
2. מכיוון ולא כל בתי הספר מסוגלים לקיים כיתות ברמה של 5 יחידות לימוד, ניתן לקיים כיתות על אזוריות ברמה גבוהה שילמדו במרכז.
3. המרכז יהווה מקום לביצוע עבודות גמר על ידי התלמידים.
4. בנושאים מסוימים- המרכז יקבל כיתות פעם בשבוע לתוכניות מיוחדות לדוגמא: אלקטרואופטיקה, כימיה מכשירית וכו' (בחנינות בגרות מיוחדות).
5. קיום חוגים (כנוער שוחר מדע) אחר הצהריים במספר נושאים.
6. השתלמות מורים ולבורנטים- בערבים ובחופשות הקיץ לפי תוכנית הלימודים של משרד החינוך תוך כדי ביצוע הניסויים.
7. מחנות מדע בקיץ.
8. פיתוח קשרים בינלאומיים עם מרכזים דומים (הוקמו לאחרונה באירופה ובארצות הברית לפי המודל של מעבדות בלמונטה). פעילות זו תיעשה ע"י הגוף אשר יעמוד בראש הפעלת מרכזים אלה.
9. השתלמויות בהפעלת מחשבים ושימוש באינטרנט- בערבים לקהל הרחב ואנשי השירות הציבורי.
10. חשיפת הקהילה הבוגרת למדע וטכנולוגיה והקמת חוגים למבוגרים שוחר  
מדע.

## המבנה הפירמדלי

להערכתנו יש צורך בכ-15 מרכזים שכאלה לכל הארץ לשרות החטיבה העליונה וחטיבת הביניים. לדוגמא: מעבדה בקריית שמונה-בחסות מכללת תל חי או מיגל תתן שרות מרמת הגולן ועד צפת. מעבדה במכללת הירדן תיתן שרות מבית שאן והאזור ועד טבריה והאזור. מוצע כי יהיה מרכז ארצי שיחלוש על פעילות כל המרכזים.

כל מרכז כזה יעזור אקדמית (ולא תקציבית) בהפעלת מספר מרכזי פיס למדע ואומנויות, וכל מפעל פיס יתן שרות למספר בתי ספר. הסכימה מתארת את המבנה הפירמדלי. מודגש כי ההיררכיה היא אקדמית ולא מנהלית תקציבית.

ידע ותוכניות ניסויים יוחלפו בין המרכזים השונים ויוקם מאגר מידע משותף לכל המרכזים האזוריים. מאגר זה יכלול תכניות ניסויים, חומר תיאורטי, תוכנות אנליזה וכו'.

המרכזים יהוו גם מרכזי מידע למתן תשובות על שאלות של מורים המתקשים בשאלה ספציפית. המרכז הארצי יהיה בעל מנגנון שיענה על שאלות אותן המרכזים האזוריים לא יכולים לפתור, כולל מידע על תחזוקה שוטפת של הציוד (כנ"ל לגבי הזמנות ציוד).

המרכז הראשי, מעבר לכך שיתן שרות באזור בו הוא נמצא, תהיה לו יחידת פיתוח ניסויים ותכניות שיועברו למרכזים אחרים.

מרכז אזורי- מעבר להוראה לפי תוכנית משותפת, יפתח תוכניות המתאימות לאזור בו הוא נמצא. לדוגמא: שמורת החולה, מדבר ומחצבים, ים שונית-אלמוגים, חקלאות וכו'. הכיתות תבקרנה 4-5 פעמים בשנה בכל נושא לביצוע ניסויים מתקדמים במיוחד.

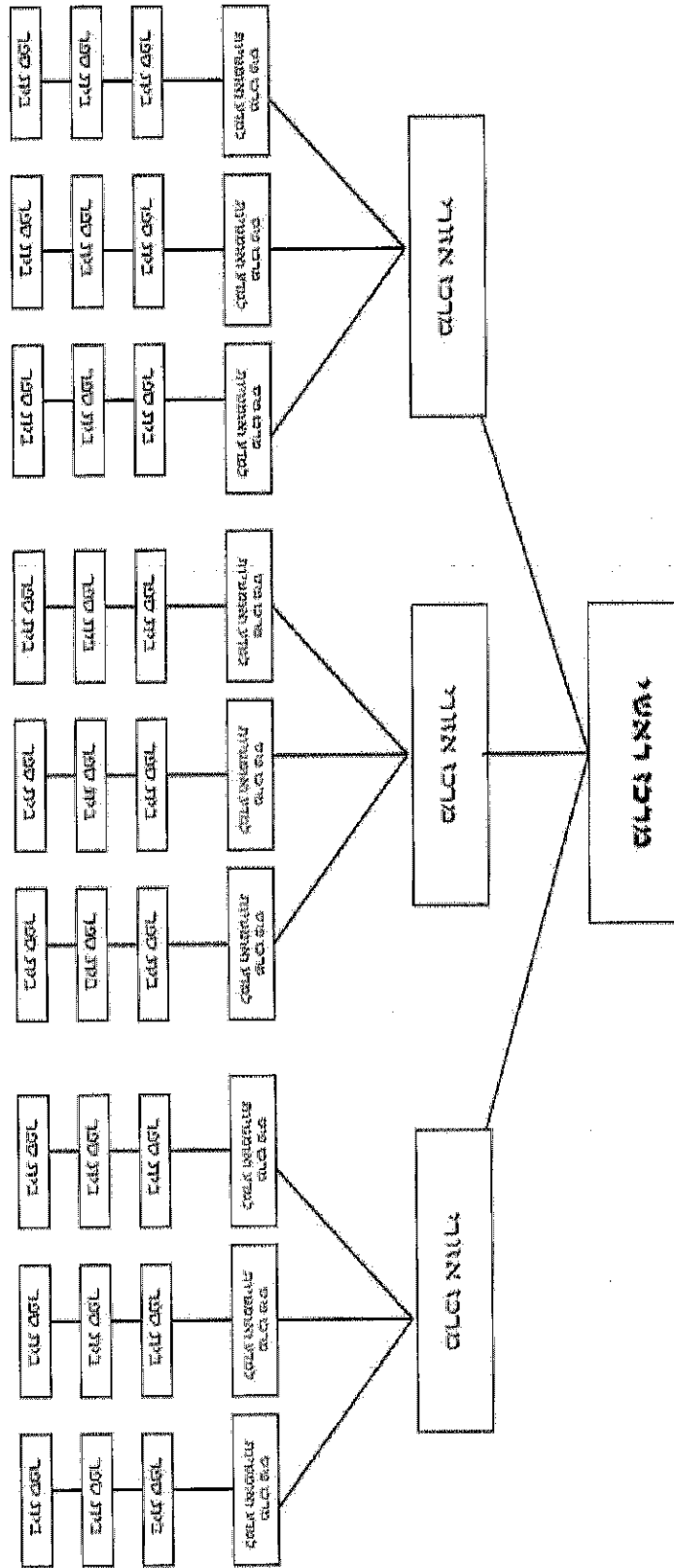
מרכזי הפיס- יקבלו גיבוי ידע מהמרכז האזורי. יבצעו בהם ניסויים יחסית פשוטים, הכיתות תבקרנה במפעל הפיס עם מוריהם בתדירות גבוהה.

מעבדות בית הספר (שקרוב לודאי יעודכנו וישתפרו בעזרת מרכזי המדע) ישמשו להוראה שוטפת ולביצוע ניסויים איכותיים בלבד בצידוד הפשוט ובזמן המוקצב לניסוי (שעה וחצי).

**המבנה האקדמי ההיררכי מאפשר ניצול כוח אדם בצורה מקסימלית, כאשר המורים, לאחר השתלמות, מהווים את הכוח העיקרי להוראת המדעים.**

ראוי להדגיש כי 4-5 ביקורים בשנה בכל נושא (כ-20 שעות מעבדה) מסיט, במידה ניכרת, את הוראת המדע מצורה של "שיעורים רגילים" לצורת עבודה של לימוד תוך כדי ביצוע ניסויים. ייעשה מאמץ לפתח ביקורים מאורגנים בתעשייה ובמיוחד בתעשיות עתירות הידע שישתתפו בפיתוח הפרויקט.

מבנה פירמידלי של מרכזי מידע להוראת מדעים וטכנולוגיה



## תקשורת מחשבים

מרכזי המדע יהיו מצוידים במחשבים מתקדמים שיאפשרו:

1. תכנון ניסוי על ידי התלמידים.
2. קליטת תוצאות הניסוי.
3. ניתוח תוצאות (כולל טיפול סטטיסטי) והצגתם.
4. הוראת מחשבים ושימוש במחשבים ובמיוחד טיפול באינפורמציה.
5. שימוש נכון באינטרנט לכל.
6. חיזוק הוראת המחשבים הנעשית בבתי הספר.
7. בשעות הערב המרכז יהיה פתוח לקהל הרחב, לשימוש במחשבים כולל עובדים מהמשרדים השונים. תוכניות אלה תוכרנה לגמול השתלמות.
8. ארגון שכזה יחייב חידוש מחשבים כל 3-4 שנים ועדכון תוכנות.

## ניתוח שטח ותקציב כוח אדם

### שטח

כל מעבדה תהיה בנויה לקליטה של 20 תלמידים. היא צריכה להיות בשטח של כ-80 מ"ר + 20 מ"ר חדר הכנה.

מהנסיון במעבדת בלמונטה, לכ-80-70 בתי ספר, יש צורך בשתי מעבדות לביולוגיה (המשמשות גם לביוטכנולוגיה ואיכות הסביבה), מעבדה אחת בפיסיקה, שתי מעבדות בכימיה, חדר מחשבים עם 25 מחשבים + תקשורת, מעבדת אחת לאלקטרואופטיקה (אופציונלי), מעבדה למיקרואלקטרוניקה ומעבדה לרובוטיקה. חמישה חדרים קטנים (16 מ"ר כל אחד) לתלמידים לביצוע עבודות גמר, 4-5 חדרים מורים וצוות, לובי כניסה כ-100 מ"ר, חדר מנהל, מטבח, שירותים, חדר למורים המגיעים עם כיתותיהם. מכיוון ובאזורים שונים מספר התלמידים קטן יותר ניתן להקטין את שטח המרכז. באזורים בהם מספר התלמידים גדול ייבנו מרכזים גדולים יותר.

## המבנה המינימלי - שטחים

|                  |   |
|------------------|---|
| <u>מ"ר</u>       |   |
| 100              | מעבדה לביולוגיה, ביוטכנולוגיה, איכות הסביבה |
| 100              | מעבדה לכימיה                                |
| 100              | מעבדה לפיסיקה                               |
| 60               | מעבדה לרובוטיקה                             |
| 60               | מעבדה לאלקטרואופטיקה                        |
| 160              | חדר מחשבים                                  |
| 120              | אולם כניסה                                  |
| 80               | אודיטוריום קטן בשיפוע ל-60 תלמידים          |
| 16               | חדר מנהל                                    |
| 64               | 4 חדרי צוות+מורים                           |
| 40               | שירותים                                     |
| 30               | מחסנים                                      |
| <u>60</u>        | <u>מקלט</u>                                 |
| <b>990 מ"ר</b>   | <b>סה"כ</b>                                 |
| <u>250 מ"ר</u>   | <u>תוספת שטחי ברוטו 25%</u>                 |
| <b>1,240 מ"ר</b> | <b>סה"כ</b>                                 |

תכנון המבנה יאפשר הגדלה עתידית. באם תהיה תפוסה מלאה יורחב השטח בהתאם לצרכים הנוספים.



## כוח אדם

מנהל-בעל תואר דוקטור באחד מהמקצועות המדעיים (כימיה, פיזיקה, ביולוגיה) ובעל ניסיון מחקרי.

רכזי מקצועות- בעלי תואר דוקטור, כל אחד בשטחו, וניסיון מחקרי.

1/2 מזכיר/ה (ידע בהתקשרויות עם בתי ספר, הדפסה, ידע בעברית ואנגלית)

1 עובד/ת ניקיון

2 טכנאים-לבורנטים בעלי תואר מוסמך (כימיה, ביולוגיה, פיזיקה, איכות הסביבה)

ככלל המשרות תהיינה ללא קביעות, האנשים יתחלפו בהדרגה כל 5 שנים.

האנשים יעבדו "במשרות אוניברסיטאיות", והמנוי ייעשה דרך המוסד המפעיל את המרכז (אוניברסיטה, מכללה, תעשייה וכו').

לפיכך שעות העבודה יהיו כמקובל באוניברסיטה לחוקרים בדרגת מרצה ומרצה בכיר. כלומר עבודה ללא שעות, וכל השנה, פרט לחופשה שנתית כמקובל. העלות לפי שיטה זו זולה מעלות הסכם שכר של מורים (24 שעות שבועיות + חופשות).

### ציוד:

לכל מעבדה יהיה הציוד המספיק להפעלה על ידי כ-20 תלמידים (10 קבוצות של שניים או 7 קבוצות של 3 תלמידים).

ההערכה היא כי לכל מרכז יש צורך בהצטיידות ראשונית של כ- 2,500,000 ₪ ותקציב לחידוש ציוד של כ-200,000 ₪ לשנה (מהשנה השלישית).

### תקציב בינוי:

בינוי של בניין חדש, ברמת מעבדות עם תשתיות כמעבדת הוראה אוניברסיטאית כ-7,500 ₪ למ"ר כולל מע"מ ושכר תכנון ויועצים (כולל ריהוט מעבדה מתקדם).

חידוש בניין קיים יכול לעלות כ- 2,000-3,000 ₪ למ"ר.

### תקציב שוטף:

לפי הניסיון של מעבדות בלמונטה, לשרות של 70-80 בתי ספר, ומספר תלמידים של כ-17,000 ביקורים בשנה- התקציב השנתי הוא: 2,000,000 ₪. זהו תקציב של כ-25,000 ₪ לבית ספר, כולל השתלמות מורים ולבורנטים, חוגי קיץ, כיתות על

אזוריות וכו'. עלות ביקור תלמיד, בממוצע 20 ₪ לשעה (במחירי 2002) וזאת מבלי לקחת בחשבון השתלמויות מורים ולבורנטים.

**תקציב הוצאות לשנה (במחירי 2002)**

| <u>סה"כ</u>        | <u>עלות<br/>באלפי ₪</u> |  |
|--------------------|-------------------------|--|
| 250                | 250                     | 1 מנהל                                 |
| 690                | 230                     | 3 רכזים (חלק ב-1/2 משרה)               |
| 230                | 115                     | 2 טכנאים (4 אנשים ב-1/2 משרה)          |
| 300                | 300                     | סטודנטים-הדרכה לפי שעות-פעילות         |
| 50                 | 50                      | 1/2 מזכירה                             |
| 96                 | 96                      | 1 מנקה                                 |
| 150                | 150                     | חומרים וציוד מתכלה                     |
| 150                | 150                     | הוצאות שונות, ביטוח, חשמל, מים ותחזוקה |
| 200                | 200                     | חידוש ציוד                             |
| <b>1,916,000 ₪</b> |                         | <b>סה"כ</b>                            |

**הכנסות: (במחירי 2002)**

|                    |  |
|--------------------|--|
| 260,000 ₪          | חוגי נוער שוחר מדע, 200 ילדים לשנה<br>1300 * 200, 50 שעות שנתיות |
| 390,000 ₪          | מחנות קיץ 1300 * 300 ילדים<br>6 שעות ביום במשך שבועיים           |
| <b>650,000 ₪</b>   | <b>סה"כ</b>  |
| <b>1,350,000 ₪</b> | <b>רשות מקומית + משרדי ממשלה</b>                                 |
| <b>2,000,000 ₪</b> | <b>סה"כ</b>  |

## אחריות מינהלית

כל מרכזי למידה מדע וטכנולוגיה יהיו באחריות מנהל מדע וטכנולוגיה של משרד החינוך. בנושא אוריינות מדעית לקהל הרחב והנוער, משרד המדע יהווה שותף באחריות המנהלית. האחריות הממשית תהיה לפי הנהלים הקיימים במוסד המפעיל את המרכז.

### **מומלץ כי התקציבים ואיגום המשאבים יהיה מהמשרדים הבאים:**

- משרד החינוך- במה שקשור לחינוך הפורמלי
- משרד המדע- במה שקשור לאוריינות מדעית
- משרד איכות הסביבה (לתוכנית אוריינות מדעית באיכות הסביבה)
- משרד התמ"ס (אלקטרואופטיקה, מיקרואלקטרוניקה, רובוטיקה ומחשבים)
- משרד הביטחון (תוכניות כתוכנית "עתידים"- מחנות קיץ וכן אלקטרואופטיקה ומיקרואלקטרוניקה).
- משרד האוצר (תגבור ראשוני להקמת המרכזים, הפעלה שוטפת במסגרת התקציבים הרגילים של הרשויות המקומיות ומשרד החינוך).

### **תקציב בניה:**

הוועדה מתרשמת כי ניתן לגייס חלק מהתקציב לבניית המרכזים מתרומות כאשר כל מרכז יקרא ע"ש התורם. (ראה מרכז בלמונטה).