

בתי ספר אנכיים

גבריאלה נוסבאום • רעות גורדון • עמירם רביב



משרד החינוך

המינהל לפיתוח מערכת החינוך

צוות המחקר (ותפקידם בעת עריכת המחקר):

אדר' גבריאלה נוסבאום

רעות גורדון, מנהלת בית הספר האזורי, רמת-אפעל

פרופ' עמירם רביב, החוג לפסיכולוגיה, אוניברסיטת תל אביב

חברי ועדת ההיגוי (ותפקידם בעת עריכת המחקר):

יו"ר הוועדה: גנאדי קמנצקי, ממונה מיפוי ותכנון

אודי כתריאל, מנהל אגף בינוי ותקצוב, משרד החינוך

פרופ' ארזה צ'רצמן, הפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים, הטכניון חיפה

אילנית שושני, ממונה על המחלקה לאישור תוכניות אדריכליות, משרד החינוך

רונית שרביט, מנהלת גף פיתוח פדגוגי, האגף לחינוך על-יסודי, משרד החינוך

בלהה ארצי, ממונה תיאום ותכנון פדגוגי, האגף לחינוך יסודי, משרד החינוך

אדר' עודד לילינטל, אגף מבני ציבור, מנהל המחלקה לתכנון מבנים, עיריית ירושלים

אדר' קרלוס קליימן, יועץ משרד החינוך

אדר' דוד נופר, לשעבר יועץ משרד החינוך

יועצים:

ד"ר דן סגל – כלכלה הנדסית

אינג' מאיר גרינברג – כמאי (מחשב כמויות)

המחקר התקיים בשנת 2007

עריכה לשונית: אורנה יהודיוף

על העטיפה: בית ספר קלהון, מנהטן, ניו יורק; צד קדמי – חתך סכימתי;

צד אחורי – גינת בית הספר על הגג

תוכן העניינים

הקדמה	5
א. מבוא	7
1.א. מטרות המחקר	7
2.א. נתונים סטטיסטיים	7
3.א. נתונים פרוגרמטיים קיימים	9
4.א. מיקום בית ספר אנכי	10
ב. בינוי וסביבה	11
1.ב. בנייה לגובה בשטחים מישוריים	11
2.ב. בנייה לגובה בשטחים הרריים	12
3.ב. איתור המגרש	12
ג. היבטים חינוכיים ותרבותיים	13
1.ג. הוראה ולמידה	13
2.ג. חברה	13
3.ג. ארגון וניהול	14
4.ג. תרבות	14
ד. תכנון	15
1.ד. פרוגרמה	15
2.ד. תכנון המבנה	18
3.ד. שטחים פתוחים	28
4.ד. ביטחון ובטיחות	29
ה. הפעלה ותחזוקה	31
ו. קריטריונים ופרמטרים	32
1.ו. פרמטרים כמותיים – שטחים, מספר קומות ושטח מגרש	32
2.ו. פרמטרים כלכליים – עלויות ומימון	37
3.ו. פרמטרים חברתיים	37
4.ו. פרמטרים ארגוניים	37
ז. היבטים כלכליים	38

ח. תהליך התכנון	41
1.ח. ועדת היגוי	41
2.ח. צוות יועצים	41
3.ח. מצוינות אדריכלית	41
ט. תהליך הביצוע	42
1.ט. מכרז מפורט	42
2.ט. ביצוע בשלב אחד	42
3.ט. ועדת משוב	42
י. בדיקת חלופות לבנייה של בתי ספר אנכיים	43
יא. מסקנות	47
יב. נספחים	51
1.יב. חתכים גרפיים אפשריים של בתי ספר אנכיים אדר' גבריאלה נוסבאום	52
2.יב. בנייה של מוסדות חינוך אנכיים – ההיבט הכלכלי ד"ר דן סגל, הטכניון, חיפה	71
3.יב. הקשר בין מבנה בית הספר לבין התנהגות התלמידים והמבוגרים איריס לביא	74
4.יב. מבט אל תנועה ולמידה רעות גורדון	84
5.יב. הפחתת אלימות ותכנון הסביבה הלימודית אדר' גבריאלה נוסבאום	87
6.יב. דוח סיור בבתי ספר אנכיים במנהטן, ניו יורק, אוקטובר 2007 אדר' גבריאלה נוסבאום	94
יג. מקורות	103
1.יג. רשימת אתרים העוסקים בתכנון בתי ספר	103
2.יג. רשימה ביבליוגרפית של ספרות בנושא בנייה לגובה ותכנון בתי ספר כבסיס לחשיבה	103

הקדמה

האילוץ הקרקעי הוא נקודת המוצא לבניית בתי ספר אנכיים. מיעוט עתודות הקרקע המיועדות לבניית בתי ספר ביישובים שונים בישראל מחייב היערכות שונה מזו שהיתה מקובלת בעבר. התפיסה הרווחת כיום גורסת הקצאת שטחים נרחבים למבנים של בתי ספר, שלא יעלו בדרך כלל על שתיים-שלוש קומות. לפי תפיסה זו, בתי ספר שגובהם מעל שלוש קומות הם קשים להפעלה, כיוון שהם מציבים בפני הצוות והתלמידים קשיים ואילוצים, שאינם קיימים בבתי ספר בבנייה נמוכה. יש חשש שאילוצים אלה יגרמו לבעיות תפקוד והתנהגות של התלמידים ויפגעו באיכות החיים של התלמידים ושל הצוות.

שני היבטים מרכזיים אמורים אפוא להנחות את תכנון בתי הספר האנכיים: א. התמודדות עם המגבלות הנובעות מבנייה לגובה: צמצום סיכונים, מניעת תקלות אופייניות, שמירה על איכות החינוך ואיכות החיים של התלמידים והצוות ומציאת פתרונות לבעיות נוספות העולות מן ההתוויות המופיעות בהמשך. ב. "להוציא מתוך מעוז"; כלומר, להפוך את הבנייה לגובה מכורח לתופעה בעלת יתרונות המספקת אתגרים חדשים ומבטאת תפיסות חינוכיות ואדריכליות חדשות.

מסמך זה מציע גישה המבקשת לחדש גם בתחום המבנה וארגונו וגם בתחום התאמתו של המבנה לאתגרי החינוך בעתיד. הוא נשען על האמונה כי למבנה ולסביבתו יש קשר חזק לתפקודם של השוהים בתוכו. המתכנן אמור לסייע ליצירת תנאים שיתרמו לאיכות החיים ולתפקוד החינוכי של כל באי בית הספר.

עקרונות הבנייה החדשה חייבים להתייחס לכל השינויים הטכנולוגיים בתחומי הבנייה: תקשורת, חומרי בנייה (שיגבירו עמידות, יקלו תחזוקה, יתייחסו להיבטים אקוסטיים ויתרמו לאקלים החינוכי). יש להתחשב בהיבטים אקולוגיים שונים הקשורים להשפעת המבנה על הסביבה (חניה, זיהום אוויר, רעש, צריכת אנרגיה). אין סיבה שבניית מבני חינוך תפגר בחדשנותה אחרי בניית מבני משרדים, מבני תעשייה ומבנים מסחריים. הבעיה העיקרית שתעמוד בפני המתכנן היא בעיה תקציבית. צמצום התקלות והמפגעים שמקורם בבנייה לגובה יחייב הקצאת משאבים ניכרת. כך גם חדשנות, מקוריות והכנסת אלמנטים מיוחדים. יש להביא בחשבון גם את גודל התקציב שיידרש להחזקת המבנה ולשמירה על תקינותו. לפעמים, השקעה גדולה יותר בבנייה עשויה לחסוך בעלויות תפעול בהמשך (למשל, שימוש באנרגיה סולארית או בחומרי בנייה וציפוי עמידים).

כיוון שהצורך בבנייה לגובה מתעורר לפי שעה בעיקר באזורים של אוכלוסיות מעוטות יכולת, יש חשש שהבנייה לגובה תיתפס כ"פתרון לעניים" ותעורר תחושה של אפליה לדעה. השקעת יתר ובנייה בעלת חזון, שתשמש דגם לחיקוי גם באזורים מבוססים יותר, עשויות למנוע תחושות אלה. אנו מדגישים שיש מקום להעזה ולחדשנות, לא רק מחמת האילוצים הכרוכים בבנייה לגובה, רק אם הן מגובות תקציבית. כמו כן, יש לציין שחלק מהפרטים המופיעים בהצעה יפים לכלל בתי הספר ולא רק לבתי ספר אנכיים.

מקרא צבעים לתרשימים בחוברת

מבנה בית ספר	
מבנה אולם ספורט	
חצר בית ספר	

הערה: חלק מן הסעיפים אינם עוסקים בתכנון, אולם יש להם משמעות בניהול ותפעול בית הספר. הם נגזרים מאופי המבנה ולכן חשוב להביאם לידיעת המתכננים ומקבלי ההחלטות. הם מופיעים בצבע כחול לצורך הבחנה.

א. מבוא

מקורו של המחקר בנושא "בנייה של מבני חינוך אנכיים" במצוקת הקרקעות באזורים צפופי אוכלוסין, שהם גם דלים בשטחים המיועדים לבניית מבני ציבור בתוכנית בניין עיר ("חומים" בת.ב.ע). המחקר מבקש לבחון את ההשלכות של בנייה לגובה במקרים מסוימים, כאשר היא כורח המציאות. כיום, משרד החינוך מאפשר בנייה של בתי ספר בני ארבע קומות באישור מיוחד בלבד.

1. א | מטרות המחקר

מטרת המחקר היא לבדוק את ההשלכות של בנייה של מבני חינוך אנכיים (מבנים בני יותר מארבע קומות) על שטח המגרש ותכנית הקרקע, וכן את ההשלכות הפדגוגיות, האדריכליות, הסביבתיות, החברתיות והכלכליות של בנייה שכזאת. הגישה העומדת ביסוד המחקר רואה בבנייה של מבני חינוך אנכיים הזדמנות להעניק לתלמידים ולצוות איכויות סביבתיות ברמה שאינה נופלת מזו שמעניק כל מבנה חינוך איכותי בבנייה נמוכה, ואפילו ברמה גבוהה יותר.

המחקר מתמקד בארבעה היבטים:

- פרוגרמה
- תכנון אדריכלי
- כלכליות
- הפעלה ותחזוקה

היעד הסופי של המחקר הוא מתן המלצות למיקום בתי ספר אנכיים וגיבוש הנחיות לתכנונם ולהפעלתם, כלומר, מדריך תכנוני למתכננים אורבניים ולאדריכלים. המדריך מורכב משלושה חלקים עיקריים: תכנון, תחזוקה וניהול.

2. א | נתונים סטטיסטיים

מרבית בתי הספר בישראל נבנים בקומה אחת עד שלוש קומות לכל היותר. יש כמה בתי ספר בני ארבע קומות, למשל בבני ברק ובירושלים, שנבנו כך משום שיפועי קרקע גדולים ומחסור בקרקע לבנייה ציבורית. (בבנייה "פרטית" יש גם בתי ספר בני חמש ושש קומות, אבל הם אינם תקינים).

שטח המגרש ומספר הקומות של מבנה בית הספר עולים לדיון לעיתים תכופות עקב מצוקת הקרקעות של מדינת ישראל, במיוחד באזורים מטרופוליטניים במרכז הארץ. באזורים מסוימים, ישראל היא אחת המדינות הצפופות בעולם.

השוואת צפיפות לפי נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, 2007

מדינה	שטח בקמ"ר	אוכלוסייה (באלפים)	צפיפות נפש לקמ"ר
הולנד	41,526	16,149	395
הודו	3,287,260	1,065,460	358
לבנון	10,400	3,653	351
בלגיה	30,538	10,318	343
יפן	377,829	127,654	339
ישראל	22,145	6,743	316
הממלכה המאוחדת	242,900	60,769	250
גרמניה	357,022	82,600	231
איטליה	301,318	58,877	195
שווייץ	41,284	7,484	181
לוקסמבורג	2,856	467	163
סין	9,596,961	1,328,630	138
צ'כיה	78,866	10,188	129
פולין	312,865	38,082	122
פורטוגל	91,982	10,623	115
צרפת	551,500	61,647	112
אוסטריה	83,858	8,361	100
סוריה	185,180	19,929	108
טורקיה	7,883,562	74,877	96
ספרד	505,992	44,279	88
ירדן	89,342	5,924	66
מקסיקו	1,958,201	106,535	54
שבדיה	449,964	9,119	20
פינלנד	338,145	5,277	16

צפיפות לפי מחוזות

מחוז	צפיפות נפש לקמ"ר
ירושלים	1,303
הצפון	265
המרכז	1,275
תל אביב	6,918
הדרום	70

צפיפות לפי אזורים מטרופוליטניים

מטרופולין	צפיפות נפש לקמ"ר
חיפה	960
תל אביב	2,009
באר שבע	60

צפיפות עירונית בישראל

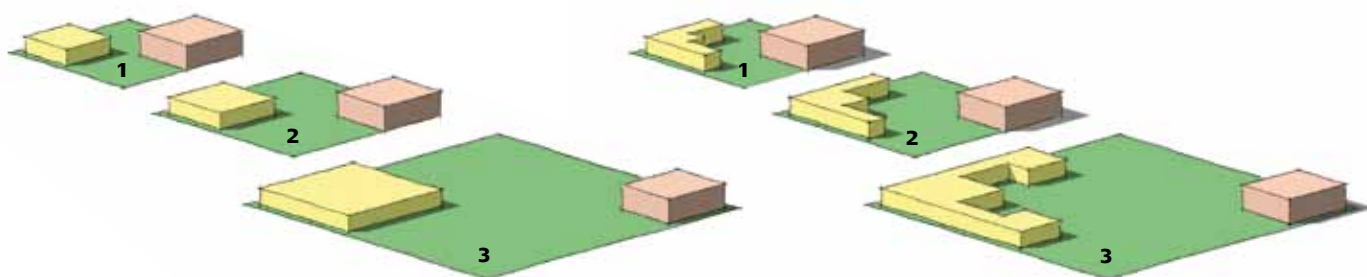
מחוז	צפיפות נפש לקמ"ר	מחוז	צפיפות נפש לקמ"ר
בני-ברק	19,871	תל-אביב	7,314
גבעתיים	15,216	ירושלים	5,750
בתי-ים	14,816	מודיעין-עילית	5,426
קריית מוצקין	10,463	פתח-תקווה	4,996
רמת-גן	9,725	ראש-ל"צ	3,739

3.א | נתונים פרוגרמטיים קיימים (בעת עריכת המחקר)

חוקים, תקנות וחוזרי מנכ"ל: חוק התכנון והבנייה, חוזר מנכ"ל, הוראות הבטיחות משה"ח, הל"ת, דרישות משרד הבריאות, חוק ותקן הנגישות, המלצות המכון למחקר ופיתוח מבני חינוך ורווחה ופרסומי משרד החינוך.

פרוגרמות קיימות של משה"ח (ללא אולם ספורט), 2007: שטחים נדרשים – לתכנון בתי ספר

פרוגרמה	מספר כיתות	שטח בניין מ"ר	שטח בניין מ"ר ברוטו	שטח בנוי לכיתה מ"ר ברוטו	שטח מגרש לכיתה מ"ר
בי"ס יסודי	12	6000	1440	120	500
בי"ס יסודי	18	9000	2160	120	500
בי"ס על-יסודי	36	27,000	7060	196	750



תכנית קרקע ביחס למגרש – [1] בתי ספר יסודיים – 12 כיתות;
 [2] בתי ספר יסודיים – 18 כיתות; [3] בתי ספר על-יסודיים – 36 כיתות

4.א | מיקום בית ספר אנכי

א.4.1: איתור

- באזורים צפופי אוכלוסין שיש בהם מחסור בקרקע זמינה לבנייה ציבורית, כלומר, שטחים המיועדים למבני ציבור בת.ב.ע מאושרת (צבע חום בת.ב.ע).
- אזורים בעלי טופוגרפיה קשה, תוך ניצול השיפוע התלול.

א.4.2: סיווג הבנייה – חלוקת הבנייה של בתי ספר אנכיים לכמה מצבים:

בנייה חדשה

- בסביבה קיימת על מגרש פנוי המיועד מראש למבנה ציבור לפי ת.ב.ע.
- בסביבה קיימת על מגרש שיש בו מבנה קיים (לשימור או לא), תוך השתלבות בקיים.
- בסביבה חדשה מתוכננת.

תוספת בנייה לבית ספר קיים יכולה להתבצע בכמה אופנים, בהתאמה לאתר:

- על חשבון חצר משחקים ושטחים פתוחים קיימים במתחם.
- בצמידות לקיים, ללא שטח פתוח ביניהם, תוך חיבור אגפים.
- תוספת מבנה "מרוחק" ממבנה קיים, תוך השארת שטח פתוח ביניהם לחצר.
- תוספת קומות לבנייה קיימת, לפי מצב המבנים הקיימים (חלופה לא מועדפת).
- התחפרות – מתחת לחצרות בית הספר.
- מתחת למבנים קיימים של בית הספר.
- תוספות של בנייה קלה על גג בית ספר קיים.

ב. בינוי וסביבה

בנייה של מבנה חינוכי אנכי יש בה משום התערבות במרחב הפיזי הציבורי בדרך שונה מן הדרכים המקובלות. בדיקת התאמתו של מבנה שכזה לסביבה, השתלבותו בה והשפעתו על הסביבה הקרובה והרחוקה דורשת בחינה יסודית של כמה נושאים פיזיים וחברתיים.

1. בנייה לגובה בשטחים מישוריים

1.1. גורמים המשפיעים על קבלת החלטה לבנייה לגובה

- **צפיפות** – בנייה גבוהה תתאים בעיקר לאזורים כמו:
 - **מרכזים עירוניים** – במסגרת חידוש המרקם העירוני וניסיון למשוך אוכלוסייה צעירה למרכז, תוך התאמה (במקרים מסוימים) לתוכניות שימור מבנים.
 - **ריכוז אוכלוסין** – בערים בעלות צפיפות אוכלוסין גבוהה במיוחד, שבהן יש דרישה מוגברת למבני חינוך, כמו, למשל, אזורים שמתגוררת בהם אוכלוסייה ברוכת ילדים.
- **שילוב במתחם של בנייה לגובה** – באזורים שבהם מתוכננים מגדלי מגורים ועל היום להפריש קרקעות לצורכי ציבור, מומלץ לבדוק (במחקר המשך) את משמעות השילוב של בית ספר במבנה גבוה רבי-יעודי בחלק מן הקומות.
- **שימושי קרקע** – חסר ברורבות קרקעיות למבני ציבור ("חומים") בתוכניות בניין עיר סטטוטוריות בערים מסוימות.
- **לוח זמנים** – להכנת שינוי תוכניות בניין עיר להפשרת שטחים "חומים" נוספים. שינוי ת.ב.ע. הוא תהליך שעשוי להימשך כמה שנים ויש לו השלכה על שימושי הקרקע הגובלים באתר.

2.1. איכות אורבנית וסביבתית

- להעמדת מבנה ציבורי גבוה יש משמעות סביבתית רבה, כיוון שהבניין מקרין על סביבתו. התאמתו של הבניין למרקם העירוני, הקיים או המתוכנן, והשתלבותו בו מחייבים להגדיר את יחסי הגומלין ביניהם ולבחון את השפעתו של הבניין על הסביבה הקרובה והרחוקה. מומלץ להגדיר את המרחק הנדרש מן המבנים האחרים בסביבה, את יחסי השכנות ביניהם, לבדוק את הטלת הצל, להימנע מפגיעה בזכויות שמש של המבנים הסמוכים, לנסות לתת מענה תכנוני להתנגדויות וכד'.
- קומת הקרקע של מבנה ציבורי גבוה יכולה להשתלב ברצף של פעילויות ציבוריות בקומות הקרקע של הבניינים בסביבה.
- חוות דעת סביבתית – מומלץ להיעזר בחוות דעת סביבתית של מומחים המתמחים בתחומים כמו: מיקרו-אקלים, אקוסטיקה, תנועה ותשתיות.

ב.1.3: עיצוב אדריכלי

- **היבטים אסתטיים** – התאמה למדיניות העיצוב העירוני של בנייה לגובה. בניין גבוה כמוקד חזותי בסביבה ולמשתמשים בו.
- **מאפייני הרחוב** – טיפול מיוחד לקומת הקרקע של הבניין, תוך השתלבות בבנייה הקיימת במפלס הרחוב, במיוחד במרכזים עירוניים.
- **ראייה אקלימית** – זכוכית (שקיפות) לכיוון דרום וצפון, והגנה משמש (משטחים אטומים יותר) לכיוון מערב, כולל פתרונות הצללה מתאימים לבנייה לגובה.
- **היבטים נפחיים** – מומלץ על בדיקה תלת־ממדית של השתלבות המבנה בסביבתו הקרובה בעת התכנון.

ב.2 | בנייה לגובה בשטחים הרריים

- בנוסף על האמור לעיל לגבי בנייה לגובה במישור, יש לבחון כמה מצבים נוספים ביחס לבנייה לגובה בשטחים הרריים. יתרונותיה בנגישות נוחה יותר לכמה מפלסים.
- **פיתוח** – בשטחים הרריים עלות פיתוח השטח גבוהה, ולכן יש לדאוג לתכנון יעיל של תכנית הקרקע. ניצול שיפועי קרקע לחיסכון בעבודות עפר, תשתיות וקירות תומכים, ריכוז יסודות ודרכי גישה.
 - **הפרשי מפלסים** – ניצול הפרשי גובה בין רחובות קיימים או מתוכננים על מנת ליצור כמה קומות נגישות מכל רחוב.
 - **ריבוי כניסות** – במקרה של מבנה גבוה, יש יתרון לפתרון של כניסות ממפלסים שונים, כאשר מכל אחד מהם יש עלייה או ירידה למספר קטן יותר של קומות.
 - **קשר לקרקע** – בנייה לגובה בשטחים הרריים מאפשרת יצירת יציאות לחצרות צמודות למפלסים רבים, בהתאמה לטופוגרפיה.
 - **תנועה אנכית** – התנועה האנכית בתוך הבניין (מעלית ומדרגות) מנקזת את התנועה מכל המפלסים ומכל הכניסות. הגברת התנועה האנכית בתוך הבניין יכולה ליעל את התכנון מבחינה פונקציונאלית וכלכלית, לעומת התנועה האופקית המתפרסת למרחקים ובמקרים של טופוגרפיות קשות דורשת גם עבודות עפר ליישור מפלסים.

ב.3 | איתור המגרש

- מאפיינים של מגרש לבניית בית ספר אנכי:
- **שטח** – הגדרת גודל מגרש מינימלי מומלץ להעמדת מבנה אנכי.
 - **מיקום** – בסביבה שאינה מחדירה רעש חיצוני לקומות הגבוהות.
 - **גודל בית הספר** – הגדרת בית ספר מינימלי ומקסימלי מומלץ ביחס לשטח המגרש מבחינת מספר התלמידים, מספר הכיתות ומספר הקומות.
 - **צורת המגרש** – הגדרת צורת המגרש, מלבן או ריבוע, והימנעות ממגרשים בעלי צורות לא רגילות, המשאירות שאריות שלא ניתן לנצלן.

ג. היבטים חינוכיים ותרבותיים

בית הספר הוא אחד המוסדות הראשונים שהילד פוגש מחוץ לביתו ויש לו תפקיד חשוב בעיצוב אישיותו של התלמיד. בעת התכנון יש להתחשב במיטב ההמלצות בנושאי סביבות למידה.

חלק מן ההמלצות וההתוויות העוסקות בסדרי הפעלת המבנה ודרך ניהולו אינן יכולות להיקבע בידי המתכננים, אולם עליהם להיות מודעים להן ולהתאים את התכנון אליהן.

1.ג | הוראה ולמידה

כמה מההנחיות מתייחסות לכלל בתי הספר ולא דווקא לבתי ספר אנכיים.

סביבות למידה

- תינתן תוספת שטחי טרה מחוץ לכיתות שתיקרא "טרה פונקציונאלית".
- יתוכננו מרחבים לתנועה ולפעילות מוטורית הזמינים לכל ילד.
- כל חלל בית הספר יוכל לשמש כסביבת למידה.
- שטח הכיתה יאפשר הוראה בקבוצות גמישות.
- יעוצבו חללים ומתקנים להצגת תוצרי למידה בכיתה ומחוץ לכיתה.
- תודגש חזות אסתטית וייקבעו חללים לתצוגת יצירות אמנות.

תשתיות הוראה

- יוכנו תשתיות שתאפשרנה שימוש במולטימדיה בכיתות.

חדרי ספח

- סדנאות אומנות ומעבדות מדע וטכנולוגיה תמוקמנה במקום נגיש לכל התלמידים.
- ספרייה/מרכזי מידע פדגוגיים יכולים להיות תת־קרקעיים אבל נגישים.
- חדרי מחשבים יכולים להיות תת־קרקעיים אבל נגישים.

2.ג | חברה

יצירת מקומות למפגשים חברתיים ברמות שונות עבור תלמידים ומורים במפלסים שונים. לדוגמה:

- מקום מפגש לתלמידים בני אותו "בית" בכל קומה.
- מקום מפגש/התכנסות לשכבה בסמיכות לחללי הלמידה.
- מקום מפגש לכל בית הספר – אולם רב־תכליתי, אולם ספורט וכד'.
- חללים למפגשי מורים־תלמידים־הורים.

- חדרים לישיבות הצוות המקצועי של המורים בקבוצות קטנות.
- חללים למפגשים של כל צוות המורים, לישיבות, להשתלמויות וכד'.
- פינות עבודה למורים הכוללות מחשבים.
- מתן אפשרות לשימוש בעגלות להעברת ציוד נישא.
- שליטה ובקרה – ניצול גובה המבנה והקומפקטיות שלו לצורכי שליטה וצפייה.
- קביעת מיקום המנהלה ביחס למספר הקומות ולגודל בית הספר.

3.ג | ארגון וניהול

- **פיזור כמויות תנועה ככל האפשר, גם באמצעים אדמיניסטרטיביים, כגון: שוני במערך השעות, ההפסקות והצלצולים (תוך מניעת הפרעה הדדית), קביעת משך השיעורים, זמני המעבר בין השיעורים ומשך ההפסקות, לפי שיקול מנהל בית הספר.**
- **פיזור נוכחות מבוגרים במפלסים השונים.**
- **מרכז משאבים, מרכזייה פדגוגית ומחסנים שונים – פיזור וריכוז החומר לפי תוכנית הלימודים.**
- **המתכנן יתחשב בתקנות לגבי מספר מורים תורנים המשפיעות על מספר כיתות בקומה.**

4.ג | תרבות

יש חשיבות רבה להתאמת המבנה לתרבות של האוכלוסייה המיועדת ולצרכיה הייחודיים. מומלץ לערוך בדיקת צרכים ייחודיים מראש. לדוגמה – במגזר החרדי – צניעות והסתרת הבנות, כיורי נטילת ידיים וכד'.

ד. תכנון

כיוון שבית ספר בבניין אנכי הוא רעיון שונה וחדשני, יש להשקיע מאמץ גדול בתכנון, בליווי ועדת היגוי מקומית ומקצועית, כדי להשיג תוצאות טובות. התכנון כולל את תהליך עיבוד הפרוגרמה, תכנון אדריכלי ומקצועי והכנת מכרז לביצוע. תכנון של מבנה אנכי נמשך זמן רב יותר מתכנון של מבנה נמוך ודורש יותר יועצים מקצועיים ויותר חוות דעת של מומחים, ולכן הוא יהיה יקר יותר.

1. ד | פרוגרמה

התאמת הפרוגרמה למבנה אנכי.

גודל בית הספר – מומלץ להגביל את ממדי בית הספר ולקבוע מספר תלמידים אופטימלי בבניין אנכי, בכך שייקבע מקסימום של 35 תלמידים לכיתה ולא 40, כפי שמקובל כיום. המחקר מתייחס לפרוגרמות הקיימות בעת עריכתו עבור בית ספר יסודי ובית ספר על-יסודי מבחינת שטחי נטו.

שטחי טרה – לאור מצוקת המרחב במבנה בעל שטח קומה קטן, הצפיפות והמרחק לחצרות, נעשתה בדיקה לקביעת פרמטרים מינימליים להגדלת שטחי טרה. שטחים אלה הוגדרו כ"טרה פונקציונאלית".

תוספת שטחי טרה פונקציונאלית נבדקה בכמה רמות:

- הגדלת שטחים בסמוך למקבצי כיתות על מנת למתן את הצפיפות והעומס בצירי התנועה.
- תוספת שטחים עבור סביבות שהייה וסביבות פעילות בקומות בסמוך לכיתות.
- תוספת בית-ספרית מרכזית לריכוז של שכבת גיל אחת או יותר.
- תוספת שטחי אחסון קומתיים בסמוך לכיתות.

הפרוגרמה תקבע את היחס שבין שלושת הגורמים – **שטח בית הספר, שטח המגרש ומספר הקומות**.

ד.1.1: חלוקה פונקציונאלית

פרוגרמה ייעודית למבנה גבוה באתר מסוים תוצע על ידי משה"ח כנגזרת מתחזיות אוכלוסין, מספר כיתות ותלמידים. תוקם ועדת היגוי שתציג את התייחסותה לאתר המסוים ולנושאים הרלבנטיים למבנים גבוהים, כמו:

תפקוד – חלוקה פונקציונאלית וקשרים בין קומות – חללי למידה, חדרי ספה, מעבדות וסדנאות, ספריות ומרכזי מידע, אזורי שהייה, משחק, שטחים פתוחים וכד'.

שטח טרה – הגדלת שטח הטרה (טרה פונקציונאלית) ומתן שטחים נרחבים יותר בקומות עבור צירי תנועה, סביבות שהייה, מרחבי פעילות, שטחי התכנסות לכלל בית הספר ולאחסון בקומות.

גילאים ובתים – קביעת מספר כיתות בכל קומה בהתחשב בשטח ובגובה, חלוקות לבתים ו/או לשכבות גיל, עירוב שכבות גיל או פיתוח מרכזי מקצוע יכולים להשפיע על שטחי הקומות כנגזרת מהפרוגרמה וממספר חללי למידה ל"בית". יש להקדיש מחשבה למשמעות של ה"קומה" מבחינת הקשרים בין התלמידים לבין הצוות ומבחינת נושאי הלימוד.

מרחבי למידה מחוץ לכיתות – קשר בין מרחבי למידה משותפים יכול להיות קשר אנכי בין שתי קומות או יותר, או על ידי יצירת גלריות להגדרת מרחבים משותפים במבנים שבהם מספר רב של קומות.

מיקום פונקציות ייחודיות – מיקום מעבדות עתירות תשתיות בקומות קרקע או בקומות עליונות. מיקום בתים לגילאי יסוד בקומת קרקע צמוד לחצרות חוץ, או לחלופין בקומות העליונות, עם חצר משחקים צמודה בפיקוח מבוגר, מכיוון שגילאים אלה ניידים פחות לחדרי ספח ומקצוע.

מבנה הכיתה – שטח הכיתה, צורת הכיתה, חלוקה לאזורים, מבטים וקשרי עין לחללים נוספים, שקיפות בין כיתות למסדרונות וכד'.

שירותים – פיזור יחידות קטנות של חדרי שירותים קרוב לכיתות, שירותים לבנים ולבנות בכל קומה, פיזור שירותי נכים. מתן פתרונות אסתטיים לנושא נטילת הידיים במגזר החרדי.

מתקני שתייה – הקפדה על מיקום ועיצוב מתקני "מי קר" בשטחי בית הספר למניעת מטרדים של רטיבות והחלקה בפנים ובחוץ והרחקתם מאזורי מדרגות, מעליות ותנועה מהירה.

אחסון – פתרונות אחסון עבור ציוד הוראה סמוך לחללי הלמידה ופיזורם לפי נושאים ותוכנית לימודים בקומות בית הספר. אחסון לציוד מתכלה בקומות השונות של בית הספר עבור התלמידים והצוות. חדר משאבים יכול להיות משולב במרכזייה פדגוגית.

לוקרים לתלמידים – מתוכננים ומעוצבים מראש, למניעת נשיאה של ספרי לימוד כבדים.

התחפרות – מיקום פונקציות מתחת לקרקע – ניצול תת-קרקעי לחללים ייעודיים ושילובם במערכת התנועה של הבניין, כמו גם מתן אפשרות לשימוש הקהילה (כניסות חיצוניות), כפי שמומלץ בכל תכנון קהילתי של בית ספר.

גגות – מיקום פונקציות על הגגות – בנייה קלה עבור פונקציות הדורשות נפחים גדולים עם מעט עמודים, כמו למשל אולם ספורט.

מרחבים מוגנים – מרחבים מוגנים קומתיים דו-תכליתיים – עבור למידה בקבוצות, פינות עבודה, חדרי מקצוע וכד', מותאמים לתקנות התגוננות אזרחית של פיקוד העורף.

גמישות

- התאמת הקונסטרוקציה לחלוקה פונקציונאלית גמישה בתוך הקומות ובין הקומות, לטווח הארוך ולטווח הקצר.
- "חלל פתוח" – יצירת מרחב פתוח לחלוקה בבנייה יבשה, גמישות לשינויי תכנים פדגוגיים ותפקודיים, תוך מתן טיפול אקוסטי למרחב.
- גמישות בהפעלה – חלוקות משנה בקומות – לפי גילאים, עירוב שכבות, חלוקה לקבוצות, שינויים תפקודיים בטווח הקצר ובטווח הארוך.

חצרות

- חצרות "על" – מרחבים להפסקות ולמשחק, חצרות בקומות עליונות עם משטחים רכים וגינון.
 - חצרות "פנים" – מרחבים פנימיים פעילים בין חללי למידה, חללים בין קומות.
- פעילות** – מרחבים לתנועה ולפעילות מוטורית – יצירת חללים לפעילות בתוך הבניין גם בהפסקות, ריהוט בנוי לפינוק שהיה, ספסלים בנויים שלא ניתן להזיזם בעת ריצה, יצירת תדמית ה"רחוב" הפנימי של בית הספר.
- ספורט** – פתרון לשטחים לפעילות ספורט כגון ריצה, קפיצות ומשחקי כדור בשטח המבנה, בקומות מפולשות, על הגגות, במרפסות קומתיות, במרתפים וכד'. תכנון אולם הספורט חייב להיעשות כחלק מן המבנה, בקומות תת־קרקעיות או בקומות גג, מכיוון שלא יוכל כנראה להיבנות בחוץ (שטח אולם הספורט אינו מופיע בפרוגרמות המוצגות של משה"ח, ויש להתייחס אליו בתהליך התכנון).
- חדרי מורים** – בבית ספר גדול יש מקום לחדר מורים מרכזי ולחדרי מורים קטנים נוספים המפוזרים בקומות, בשילוב עם פינוק עבודה למורים (לפי הרפורמה).
- אולם רב־תכליתי** – לקיום אירועים כלל בית־ספריים יש חשיבות רבה, גם כדי ליצור תחושת שייכות של כל התלמידים עם בית ספרם. אפשר לשקול בניית אולם עם במה למופעים מתחת לחצר או למבנה ולשלבם כאולם קהילתי עם כניסה נפרדת נוספת.
- ניהול** – **מיקום חדרי מינהלה, ריכוז בקומות אמצעיות או פיזור בין הקומות. מומלץ לפזר או לא לפי גודל בית הספר. בית ספר עד 18 כיתות ממורכז, בית ספר עם מספר כיתות גדול מ־18 – מפוזר.**
- מערכת** – **ניתן לתכנן את תזמון ההפסקות בין אגפי בית הספר השונים, בין שכבות גיל וכד'.**

2.ד | תכנון המבנה

2.ד.1: תכנון מרחבי

מבנה אנכי יכול לאפשר מגוון של חללים ונפחים.

חללים

- חללים פנימיים דו־קומתיים, תלת־קומתיים ורב־קומתיים בחלקים שונים של הבניין מאפשרים קשר עין ופעילות בין קומות ויכולים ליצור מעין "מבנה בתוך מבנה" או "בית בתוך בית".
- ניצול חללים בני קומה וחצי ויותר – ליצירת גלריות וחללים הדורשים יותר מקומה אחת, כגון אולמות ספורט וכינוסים, סדנאות, מרכזי תקשורת וכד'.

נפחים

- ניצול הפרשי טופוגרפיה ו/או בנייה תת־קרקעית של אולמות גדולים כמו אולמות הרצאות ואולמות ספורט.
- שטח ונפח משתנה בין קומות – למשל, קומות תחתונות רחבות יותר וקומות עליונות צרות יותר, או להפך, נפחי בנייה גדולים בקומות עליונות או בקומות תת־קרקעיות לפי תפקוד.
- גריעות של נפחים בקומות מסוימות ליצירת חללים לפעילות חיצונית, לגינון, להחדרת אור ולעיצוב אדריכלי.
- **גובה קומות** – לא חייב להיות אחיד בכל המבנה, אלא בהתאמה לתכנים. אפשר לקבל תוספת שטחים בגלריות ולא בקומות שלמות, ולא כולם בגובה מלא. כך אפשר להקטין את הגובה הכולל של המבנה ולפזר את התנועה בתוך חללים מוגדרים, כאשר מספר ידוע של תלמידים נמצאים בתנועה אנכית בחלל מוגדר.
- **גגות ומרפסות** – שימוש במרב השטחים הבנויים, כמו למשל בנייה על הגג העליון, ניצול מרפסות בכל קומה עבור שטחי חוץ מידיים וקרובים לכיתות, כולל משטחים רכים ומתקני משחק וספורט.
- **קומות מפולשות** – מומלצות כמקומות לפעילות חוץ מבוקרת ומוצללת. יש חשיבות רבה למיקומן, לאופיין ולשטחן. מומלץ להימנע משטחים אפלים ונמוכים ולהקפיד על תאורה טבעית. קומות מפולשות גבוהות יותר בקצות הבניין יכולות להחדיר אור ושמם ללב המבנה.

תוספות והרחבה

- בנייה פתוחה – בבנייה תמירה קשה יותר לתכנן מבנה פתוח, שיכול לקבל הרחבות בעתיד.
- בנייה סגורה – מבנה קומפקטי מופנם – ניתן לתכנן גידול פנימי בתוך חללים מוכנים מראש כמו גלריות, מרתפים, ניצול גגות וכד'.

ד.2.2: שיקולים אדריכליים

עיצוב עירוני – בניין גבוה הוא נקודת ציון עירונית הן ברמת המקרו והן ברמת המיקרו, ויש לו השפעות סביבתיות רבות כמו: הטלת צל, פגיעה בזכויות שמש של שכנים, מטרדי רעש, סנוור, קרינה, שינוי משטר הרוחות, רעש, זיהום אוויר. חשוב לדאוג למניעת מטרדים חיצוניים ופנימיים.

לעיתים יש במבנה משום התערבות במרקם היסטורי קיים או שעליו להשתלב ככל האפשר במבנים היסטוריים קיימים. לאור זאת, יש משמעות רבה גם לפיתוח הסביבתי בקומת הקרקע ולהתייחסות לפעילות העירונית הקיימת במבנים הסמוכים.

חזות – המבטים אל הבניין ונראותו מדגישים את חשיבות העיצוב האדריכלי והטיפול בחומרי הגמר בחזיתות שלו. בחירת החומרים תיעשה על פי שיקולים אדריכליים, ביניהם: הענקת תחושה של קלילות מבנית, התייחסות לגוונים, להצללות, לחיפויים מסוגים שונים וראייה אקלימית.

ביטוי אדריכלי ידגיש את הגיאומטריה – גובה, דירוגים, מרווחים וגושים.

הפניות – מבטים לנוף – מן הבניין ואל הבניין.

עיצוב פנים – על מנת להשיג יעילות, התאמה, נוחות ואסתטיות, מומלץ לא להפריד בין תכנון הבניין לבין עיצוב הפנים שלו ולשלב את שניהם בתהליך שלם (הוליסטי) אחד. כמו כן, חשוב לקבוע את הביצוע באופן המשכי, כך שבסופו של התהליך יתקבל בניין מושלם הכולל את כל הריהוט הקבוע והנייד שבתקציבי ההצטיידות. תכנון מושלם כזה יהיה יעיל יותר מבחינת פרטים וגימורים ולא יהיה צורך בהשלמות ובשינויים לאחר תום הבנייה. מומלץ שעיצוב הפנים יביא בחשבון נושאים כגון:

– **יצירת אווירה של "קלילות"** כדי למתן את תחושת גודל המבנה, משקלו והקישורים התדמיתניים שלו למבנה משרדים.

– **פרטיות** – יצירת אזורים אינטימיים לקבוצות קטנות של תלמידים תוך הקפדה על נראות ומוגנות, על אף השהייה במבנה גדול וגבוה. פיתוח יחידות פנימיות מוגדרות.

– **אסתטיקה** – התאמה בין צבעים לפעילויות, לריהוט ולאביזרים.

– **צבעוניות** – שימוש בצבעים מרגיעים וצבעים ניטרליים לאלמנטים קבועים בבנייה (כמו משקופי אלומיניום לחלונות וכד'). מומלץ לעין בספר "צבע במבני חינוך – תיאוריה ויישום" מאת פרופ' רחל זבה.

– **שקיפות** – שימוש בחומרים שקופים באזורים המיועדים לפעילות חופשית או תנועה מצטברת.

– **תחזוקה** – חומרי גמר פנימיים שיאפשרו תחזוקה נוחה ויעילה.

קריאות המבנה והתמצאות במרחב

- במקרים רבים, מבנה קומפקטי בעל תכנית קרקע קטנה הצומח לגובה יכול לאפשר התמצאות קלה יותר מאשר מבנה מפוזר בעל תכנית שטח גדולה. יש משמעות רבה להתמצאות מרחבית בכל הבניין, בנוסף על ההתמצאות בכל קומה וקומה.
- דרכים להתמצאות קלה: יצירת מערכת תנועה ברורה, מיקום מדרגות ומעליות, מבטים תלת־ממדיים פנימיים, צבעים, שילוט הולם, תאורה טבעית רכה ומניעת



בנין משרדים סנטרל בהר, אפלדורן, הולנד, 1972 (אדר' הרמן הרצברגר)
 חלוקות פנימיות למרחבים קטנים עבור פעילויות יחידניות.

סנוור מקצה מסדרונות. (מומלץ להציב את תוכנית בית הספר ומודל תלת-ממדי שלו בכניסה).

קנה מידה

רצוי שהתכנון ישאף לשמור על קנה המידה של "עולם הילד", על אף שהמבנה הוא גבוה ו"גדול" ובעל חזות קשיחה ואולי מנוכרת, המזכירה מבנה משרדים. (אפשר ללמוד מהתכנון של אדריכל הרמן הרצברגר בבניין המשרדים "סנטרל בהר" באפלדורן, הולנד, שיצר חלוקות פנימיות למרחבים קטנים עבור פעילויות יחידניות).

- **ארגונומטריה** – התאמה לממדי הילד (כמו גובה) בעיצוב ספסלים בנויים, גובה פתחים ומתן אפשרות למבטים לנוף חיצוני.

- **הגבלה של גודל בית הספר מבחינת מספר התלמידים – במבנה גבוה חשוב לדאוג להקטנה של תחושת הצפיפות והעומס האנושי.**

ד.3.2: מערכות תנועה

התנועה בבניין – שוני בין מערכות תנועה מבחינת כיוון, קצב, מהירות ועוד.
תנועה אנכית ביחס לתנועה אופקית – טיפוס במדרגות לעומת הליכה במישור – היבטים של קצב, צפיפות, קושי פיזי, רעש, שחיקה ובטיחות. אפשר לבדוק את קצב התנועה בהליכה במדרגות ולהבדיל בין תנועה אנכית מהירה, כמו למשל במדרגות חירום, לבין תנועה איטית במדרגות פתוחות יותר ומרכזיות בחלל, שיוצרת חוויה מרחבית.

תנועה אופקית – קצרה

- יחס בין תנועה אנכית לאופקית כדי ליעל את מערכת התנועה בבניין.
- תנועה בצירקולציה פתוחה – הימנעות מיצירת מסדרונות "ללא מוצא", גם אם הם עומדים בתקני בטיחות.

נוחות

- הארה טובה של מערכת התנועה, במיוחד במדרגות, מניעת סנוור הן על ידי תאורה טבעית והן על ידי תאורה מלאכותית.
- טיפול אקוסטי ייחודי למדרגות, למעברים ולצמתים, גם מבחינת רטט.
- טיפול מרחבי לנקודות הצטלבות של מערכות אופקיות ואנכיות, זוויות ראייה, גבהים וכד'.

עומס

- הקטנת עומס התנועה בבניין – חלוקה בין קומות ובין חלקי קומות.
- פיזור כמויות תנועה – מספר רב של חדרי מדרגות.

אופי המעברים

- מומלץ להימנע מתכנון מסדרונות ארוכים המשמשים רק ל"מעבר" ולאפשר מיקום פינות עבודה, מרחבי פעילות ושהייה לאורך המעברים, או לחילופין לא ליצור כמעט מסדרונות. בכל מקרה, רצוי להגדיר אזורי שהייה ותנועה ולתאם ביניהם.
- שקיפות מקסימלית – קשר עין בין מבוגרים לילדים, דלתות שקופות ו/או מחיצות שקופות בין חללי למידה לבין מעברים. הימנעות מיצירת נקודות "מתות" ונסתרות מעין המבוגרים.
- מתן אפשרות למבטים בין חללים, טיפול אקוסטי ותאורה טבעית.
- חללים פנימיים דו־קומתיים או רב־קומתיים יכולים ליצור כעין "מבנה בתוך מבנה".

מוביליות וניידות – תלמידים וצוות – בין כיתות לחדרי מקצוע – השפעה על מערכת השעות של ביה"ס.

מערכות תנועה אנכיות

מסלול

- תנועה אנכית ברצף לכל הגובה (מדרגות חירום, מוגנות), תנועה מהירה ולא נצפית.
- תנועה אנכית מופסקת עם "הזזות" או "הסטות" להאטת הקצב ולניצול מפלסי ביניים.

מדרגות

- מיקום מדרגות – סוג, כיוון, רוחב, מעקות, מאחזי יד וחומרים.
- מדרגות חירום ומדרגות מוגנות אש לפי התקנות, עם דלתות אש.
- מניעת מצבים של עומס יתר בעת פינוי.

מעליות – על פי החוק בארץ, ילדים עד גיל 14 אינם מורשים לנסוע במעלית ללא ליווי מבוגר. לפיכך, יש לבדוק את דרכי הפעלת המעלית בבית ספר יסודי על ידי מבוגר (איש שירות). יש אפשרות להפעיל את המעלית בידי מבוגר (איש שירות) בשעות העומס, החלטה זו דורשת כוח אדם נוסף או שילוב בין תפקידים. בכל מקרה, כדאי להפריד בין מעלית לתלמידים לבין מעלית לצוות ולנכים, שיכולה להיות קטנה יותר. גודל המעלית לתלמידים חייב להיקבע על ידי חישוב מספר התלמידים שתשרת המעלית ומספר המעליות לתלמידים במבנה. בדרך כלל מומלץ להתקין לפחות שתי מעליות מחשש לתקלות של הפסקת הפעילות.

מספר מעליות – לא קיים תקן למספר מעליות בבתי ספר לפי מספר תלמידים או לפי מספר קומות. יש לתכנן באופן פרטני כל מבנה ומבנה, כיוון שמספר המעליות מושפע גם מן המבנה הגיאומטרי וגם מן המרחקים בבניין. עם זאת, מומלץ להתקין לפחות שתי מעליות (עבור 21 נוסעים) בבית ספר בן 4 קומות, 3 מעליות בבית ספר בן 6 קומות, ו-4 מעליות בבית ספר בן 8 קומות. בכל מבנה מעלית אחת תהיה מעלית מותאמת לנכים.

מיקום המעליות – במקום מרכזי, כך שניתן יהיה לצפות בהן, סמוך למעברים, בחללים פתוחים, בחללים משותפים למקבץ כיתות, בסביבת חדרי המדרגות וכחלק ממערכת התנועה. ריכוז מעליות או פיזורן בקומה על פי המבנה הגיאומטרי של הקומה ופיזור כיתות־אם ביחס לחדרי ספח וחדרי מדרגות הם נושאים הדורשים ייעוץ הן של מומחה לתכנון מעליות והן של מנהל בית ספר.

שקיפות – אין ליצור קופסה אטומה ללא בקרה. מומלץ על שקיפות של תא המעלית ופיר המעליות כדי למנוע יצירה של מקומות "נסתרים" מעינים המפקחת של מבוגרים, במיוחד בבתי ספר תיכוניים, שבהם התלמידים יכולים לנסוע לבדם במעלית. (במקרה זה אפשר להתקין גם מצלמת אבטחה).

ממדי המעלית – מידות תא המעלית – מעליות גדולות כמו ברכבת תחתית או בחנויות כל-בו. אפשר לרכז כמות גדולה של תלמידים במעלית אחת על ידי תכנון מעליות גדולות לקבוצת תלמידים כמו כיתה שלמה. קיימות מעליות ל-21 נוסעים (חצי כיתה) או ל-41 נוסעים (כיתה שלמה) בלוי מבוגר.

זמנים – שימוש יומי מבוקר במעליות בבתי ספר יסודיים בלוי מבוגר. אפשר להפעיל את המעלית בבוקר ובסוף היום בצורה מבוקרת על ידי מבוגר, כך שהתלמידים יעלו בבוקר לבית הספר שלמעלה וירדו יחד בסוף יום הלימודים.

עלויות – עלות המעלית נקבעת לפי כמה גורמים: בניית הפיר בשלב בניית השלד, התקנת המעלית והציוד, הפעלה שוטפת, תחזוקה, בקרה ואחריות. (לא ייפתח בית ספר ללא מעלית פועלת ובטוחה וללא אחראי להפעלתה). מומלץ להשוות עלויות של התקנה, תפעול ותחזוקה באופן יחסי למספר התחנות.

תחזוקה – גופים מתחזקים ומבקרים בהגדרה מחמירה יותר, עם עדיפות לחברת תחזוקה מקצועית. (החוק מחייב ביקורת חצי-שנתית. מומלץ לנסח הוראת מנכ"ל).

רמפות – תנועה משופעת עד 8% בין חלקי קומות. הפתרון האופטימלי הוא להקים מבנה ללא מעליות ולתכנן את מערכת התנועה ברמפות שתקשרנה בין המפלסים השונים. אורך הרמפה בשיפוע של 8% הוא 9 מ' ברצף וניתן לעלות כך 70 ס"מ. כל 9 מ' יש צורך במשטח ביניים. במקרה כזה אפשר לתמרן בתכנון גמיש של גבהי קומות שונים, לפי הנדרש בהתאם לייעודי החללים. עם זאת, אורך הרמפות הנדרש כדי להתגבר על הפרשי מפלסים מטיל בספק את האפשרות ליישם פתרון זה במבנה קומפקטי.

דרגנועים – תכנון מבנה המבוסס על תנועה בדרגנועים במקום במעליות יכול לענות על בעיית הנסיעה לגובה של ילדים עד גיל 14. הדרגנועים דורשים מרחב פתוח מסוים מבחינת גישה לתפעול, וממוקמים בדרך כלל במקביל למדרגות ואינם תחליף להן. במקרה של התקנת דרגנועים הם ילוו במערכת מדרגות ומעליות וישמשו תחליף רק ל"מעלית לתלמידים". אף על פי שהנסיעה בדרגנועים נראית כביכול בטוחה יותר, מכיוון שאינה דורשת לווי של מבוגר, יש בעיות של דחיפות, היתקעות של עקבים וחפצים בחריצים ומעשי "קונדס" של תלמידים. בכל מקרה, יש צורך בייעוץ של יועץ בטיחות בנושא. התקנת דרגנועים היא יקרה וכך גם הוצאות התחזוקה שלהם, ולכן לא נראית ישימה בשלב זה.

ד.2.4: נגישות

- יצירת בניין "נגיש לכול" ונגישות לכל החללים שבו – תכנון אוניברסלי.
- **נגישות חיצונית** – אל המבנה ברגל וברכב, נראות ברורה של הכניסות והגעה נוחה מתחבורה ציבורית.
- **פריקה וטעינה** – מתן פתרונות נוחים להעלאת ולהורדת של נוסעים ולאספקת ציוד וחומרים.

כניסה לבניין

- באזורים מישוריים – מיידיות – נקודות בקרה סמוכות או מצומצמות.
- באזורים משופעים – נקודות בקרה רב-כיווניות בהתאמה למפלסים.
- **חניה** – פתרונות לחניית אופניים וקטנועים, במיוחד בבתי ספר על-יסודיים, עבור התלמידים. לאור מצוקת הקרקעות, הקצאת חניה למורים על חשבון המגרש אינה ניתנת למימוש ויש לבדוק כמה אלטרנטיבות, כגון:
 - חניה תת-קרקעית – תוך שילוב עם פונקציות תת-קרקעיות נוספות של המבנה כגון: מרחבים מוגנים, ספרייה, סדנאות, אולמות רב-תכליתיים, אולמות ספורט וכד'. (השטח הנדרש לחניה הוא לפי מפתח של 25 מ"ר לכל מקום חניה).

– תוספת חניה למורים – מתן פתרון להגדלת מספר מקומות החניה מ־1 לכיתה ל־1.5 לכיתה (עם הארכת שעות ההוראה והשהייה של המורים בבתי הספר).

ד.5.2: קונסטרוקציה

מבנה אנכי – מבנה אנכי יכול להיבנות בשיטות בנייה קונסטרוקטיביות שונות, כגון: שלד בטון, שלד פלדה. עלות השלד גבוהה יותר מאשר בבניין נמוך. כמו כן, דרישות קונסטרוקטיביות נוספות, כמו עמידה בכוחות אופקיים ועמידה בתקן רעידות אדמה מייקרות את העלות. **טכנולוגיות בנייה** – בנייה מתקדמת, בנייה טרומית, בנייה מתועשת, אלמנטים מתועשים ותעשייתיים, קירות מסך, בנייה יבשה (מחיצות גבס "עלה כפול" עם בידוד), זיגוג כפול, מעטפות כפולות, חיפויים יבשים, טיפול אנרגטי – לכל אלה יש השפעה על עלות ומהירות הביצוע ועל עלויות התחזוקה.

ד.6.2: מערכות תשתית

מבנה אנכי (גבוה) המיועד לבית ספר דומה במידה מסוימת לבניין משרדים, מבחינת תכנון תשתיות – ריכוז מערכות, סניטציה, מיזוג אוויר, מעליות, כיבוי אש, חשמל ותקשורת.

בנייה ירוקה וחכמה

מבנה בר־קיימא – פיתוח מודל של מבנה ציבורי גבוה, בר־קיימא, ירוק וחכם יש בו משום הזדמנות לקידום טכנולוגי של בניית בתי ספר באמצעות שימוש בטכניקות חדישות.

אנרגיה

- העמדת המבנה בהתאמה למסלול קרינת השמש ותכנון הצללות חיצוניות לפתחים בהתאם לכך (אפשר לבצע חישוב מדויק בעת התכנון).
- בידוד תרמי לכל מעטפת הבניין (מבנה גבוה יעיל יותר כיוון ששטח הפנים שלו קטן יותר משל מבנה נמוך) בהתאם לת"י 1045 למוסדות ציבור.
- פיתוח מעטפות כפולות לטיפול בפתרונות אנרגטיים וסולאריים.
- שימוש בזיגוג מבודד ולא מחזיר אור למניעת סנוור השכנים.
- שילוב אלמנטים סולאריים באלמנטים של הבניין.

מערכות

- יעילות בהתקנת מערכות – ריכוז צנורות ותכנון פירים למעברי צנרת – חשמל, תקשורת, מים, מיזוג אוויר, גז וכד'. מיזוג אוויר עם הפעלות מקומיות. (בדיקת מערכות חשמל סולאריות).

- פתרונות אקולוגיים אנרגטיים מתקדמים למיזוג אוויר ואוורור במשך כל שעות הפעילות של בית הספר.
- בידוד אקוסטי לצנרת של מיזוג אוויר והתקנת מערכות שקטות.

תחזוקה

- יעילות באפשרויות התחזוקה של המערכות – השקעה מתוך מחשבה על "מחזור החיים" של הבניין ולא רק על חיסכון בהשקעה ראשונית.
- שימוש בחומרי בנייה עמידים ובאביזרים חסכניים למים ולחשמל.
- גינון בצמחיית בר הצורכת פחות מים.
- **מעברי צנרת** – תקרות תותבות בכל המבנה לצנרות ולכבלים. הזדמנות לטיפול אקוסטי כוללני גם בכיתות, שיעניק איכות אקוסטית טובה יותר בכל הבניין ויתרום גם לאווירה רגועה יותר.
- **אחסון** – פתרונות אחסון מפוזרים בין הקומות לתחזוקה שוטפת, כמו ארונות בנויים.
- **מיחזור** – פתרונות יעילים לפינוי אשפה, להפרדת אשפה ולמיחזור אשפה ופתרונות למיחזור מים, כמו אגירת מי גשם ומי מזגנים וניצולם להשקיה (מי מזגנים אינם זקוקים לטיהור).
- **מתקנים** – בדיקת הצורך בגנרטור חירום, במגדלי קירור לספרינקלרים, וכד'.

ד.2.7: היבטים פסיכולוגיים – אקלים בית-ספרי

אווירה מרגיעה

- בבית ספר במבנה גבוה יש חשש גדול להתפתחות של מצבי אלימות פיזית ותאונות יותר מאשר בבית ספר במבנה נמוך. לפיכך, יש לנסות ולמנוע את הסיכוי להתפתחותם תוך הדגשת כמה תחומים:
- יצירת חללים מרווחים המעניקים תחושת מרחב.
 - מניעת צפיפות בכיתות, במרחבים המשותפים, במעברים, בכניסות וביציאות למבנה.
 - תכנון פינות ישיבה לשעת ההפסקות.
 - תכנון פינות הפגה (משחקים) לשעת ההפסקות.
 - הנמכת מפלס הרעש בכל המרחב הפרטי והציבורי – טיפול אקוסטי בכל המרחב של בית הספר.
 - דאגה לרווחת המורה ולרווחת התלמיד, פיתוח סביבות עבודה וסביבות למידה ידידותיות למורים ולתלמידים.
 - יצירת זיקה בין שטחי למידה לבין שטחי פעילות חופשית של קבוצות תלמידים לצורך יצירת תקשורת טכנולוגית ותקשורת בין-אישית.
 - הקטנת הסכנה לתאונות על ידי שימוש בחומרים סופגים, רכים, פינות מעוגלות וכד'.
 - טיפול במרחב התת-קרקעי תוך התמקדות מיוחדת ביצירת מרחבים עם אווירה, תאורה, אוורור מבוקר וממוזג, צבעים מרגיעים, חומרים רכים ותמונות אסוציאטיביות.

נוחות תרמית ואקוסטית

אקלים

- התכנון יענה על דרישות ת"י 1045 (טיפול במעטפת הבניין) למבני חינוך ויוגש חישוב תרמי לפי אזורי אקלים. כמו כן, מומלץ לערוך חקירה מוקדמת וניתוח של משטר הרוחות הקיים והשפעת התכנון על המבנה ועל הסביבה.
- בבית ספר אנכי אפשר ליצור "מיקרו-אקלים" על ידי מערכת מיזוג אוויר מרכזית עם אפשרות להפעלה אזורית לצורך בקרה מקסימלית וניצול יעיל.
- שימוש במשאבים טבעיים למיזוג אוויר בקיץ ולחימום בחורף, בנייה ירוקה לחיסכון באנרגיה של הפעלת מערכות מיזוג אוויר בקיץ וחימום בחורף.

אוויר טבעי

- לצד התקנת מערכת מיזוג מרכזית יש לדאוג לאוויר טבעי ולמצוא פתרונות שיאפשרו פתיחת חלונות בטיחותית בקומות הגבוהות, גם אם אלה ייפתחו רק בצורה חלקית.
- הצללה על גגות משחקים – לפחות 15% משטח ה"חצר", לפי משרד הבריאות, ורצוי יותר.

אקוסטיקה – טיפול אקוסטי

- רעש מבחוץ – מניעת חדירה של רעש חיצוני והפצה של רעש מן המבנה החוצה אל דיירי הסביבה על ידי זיגוג כפול.
- רעש פנימי – מומלץ להעניק טיפול אקוסטי לכל בית הספר, כולל כל חללי הלמידה וחדרי הספה, ולא כמו שנהוג היום להתקין תקרות אקוסטיות רק במסדרונות. (מומלץ להוסיף טיפול אקוסטי בקירות וברצפות).
- מבנה הכיתה – מתן פתרונות גיאומטריים נוספים לארגון החלל לפי מגוון הפעילויות והריהוט, כך שישפרו גם את האקוסטיקה.

תאורה טבעית ומלאכותית

- **הארה** – רצוי להקפיד על הארה מתאימה לייעודים בכל חלל וחלל, תאורה טבעית במשך היום ותאורה מלאכותית בשעות הערב. לאור התכנון המורכב, חשוב להקפיד על החדרת אור לקומות נמוכות, מפולשות, אמצעיות או תת-קרקעיות.
- **קרינת שמש** – החדרת שמש לתוך המבנה, לחצרות עליונות ולחללים פנימיים.
- **סנוור** – מניעת סנוור במסדרונות (במיוחד אור בקצה המסדרון) והקלה על מוגבלי ראייה. מניעת סנוור בכיתות ובמבט ללוח הכיתה.

נוף חיצוני

- מומלץ לשמור עד כמה שניתן על מבטים החוצה במגבלות הבטיחות כדי שלא לנתק את הקשר ל"עולם החיצון". קשר עם החוץ יכול להתקיים בכמה מקומות: חלונות, מרפסות, קומות מפולשות וגגות.

- גובה סף תחתון של חלון קבוע לצפייה יכול להיות נמוך (60-70 ס"מ מהרצפה), כך שאפשר יהיה לצפות החוצה גם בישיבה. פתיחת החלון תתאפשר רק מעל גובה 150 ס"מ מהרצפה, וגם אז בצורה ניתנת לצפייה.
- קומות מפולשות, מרפסות מקורות ולא מקורות תתוכנה בסמיכות לחללי למידה, בבטיחות מרבית.
- **מבטים פנימה** – הסתרת מבטים מן החוץ פנימה במקרים של צניעות, כמו במגזר החרדי.

3.ד | שטחים פתוחים

מבנה אנכי עבור בית ספר על מגרש מצומצם מעלה מיד את השאלה של שטחים לפעילות חוץ בעת ההפסקות – שטחים שנדרשים למשחקים, לפריקת מתחים ולשיעורי ספורט החיוניים להתפתחות מוטורית בריאה בגיל הילדות. לאור מצוקת הקרקע והבעייתיות בניוד התלמידים אל החצר בזמן ההפסקה, יש למצוא פתרונות אלטרנטיביים לפעילויות אלו במסגרת השטחים הבנויים של הבניין.

ד.3.1: נוף ושטחי חוץ

- שטחים פתוחים בקומות ביניים, על גגות, בקומות עליונות כמו קומות מפולשות, במרפסות מקורות ולא מקורות, יהוו פיצוי על העדר שטח קרקע ועל מרחק ירידה לחצר.
- קביעת ממדים מינימליים לשטחים הפתוחים במקומות המוצעים כפיצוי על העדר חצר בקומת הקרקע.
- מבט אל נוף רחוק יתאפשר יפה מן הקומות העליונות.
- נוף פנימי – יצירת חללים בתוך הבניין – חללי פנים, חללי חוץ ומה שביניהם.

ד.3.2: גינות

- שטחים צמודי קרקע בקומות תחתונות, גם אם מצומצמים, יטופלו בגינות. בחירת העצים תיעשה על פי תכונותיו המרחביות של העץ. מומלץ להגדיר את התכונות ואת צורת העצים הרצויים כמו: עצים נשירים, עצים רחבי עלים או צדיפיים (צמיחה לגובה), שייראו גם מן הקומות העליונות, עצים ירוקי עד, מחטניים או פורחים, וכד'. בחירת הזן הספציפי תיעשה בהתאמה לאתר ולסביבה. יש להתחשב בנושא השורשים ובסכנת הפגיעה בתשתיות.
- גינות על גגות ומרפסות – יצירת דופן ירוקה וגושים ירוקים בגגות הפתוחים, שישמשו את התלמידים הן כחצרות למידה והן בשעת ההפסקה. לצורך כך יש לדאוג למערכת השקיה יעילה וממוחשבת ולאיתום טוב של הקומות התחתונות.

- כאשר המגרש קטן, יש לבדוק את המשמעות האקוסטית והתפקודית של מיקומם של מגרשי ספורט בחצר, בסמיכות לבניין, למניעת הפרעה ללמידה בעת פעילות במגרש.

ד.3.3: חצרות משחקים

- מומלץ לפתח חצרות קומתיות, נגישות מהכיתות, חלקן מקורות וחלקן לא מקורות.
- חצרות במבנה מדורג – על גגות (בשטחים הרריים).
- חצרות לא מקורות במבנה פירמידה – בהיקף המבנה.
- חצרות לא מקורות בלב הבניין לחדירת אור השמש.
- חצר מרכזית נמוכה, שמתחתיה מבנה בעל מפתחים רחבים.

ד.4.3: שטחי ספורט

- פתרונות קומתיים על גגות ומתחת לקרקע לכל סוגי הספורט הנדרשים בתוכנית הלימודים, כגון:
 - כדורסל / כדורעף / כדוריד / כדורגל
 - בור קפיצה לרוחק ולגובה
 - מסלול ריצה 60 מ'

ד.4 | בטיחות וביטחון

- נושא הביטחון האישי של התלמיד הוא בעל משמעות גדולה ביצירת אווירה רגועה בבית הספר. בארץ מקבל הנושא משנה תוקף, ואנו מחויבים להקפיד הקפדה יתרה בנושאים אלו במבנים גבוהים, שבהם יתקיימו תנאים שונים מאלה הקיימים בבתי ספר אחרים ומאלה שהילדים רגילים להם בסביבות המגורים שלהם.

ד.1.4: ביטחון חיצוני

- קיים קושי בתצפית כלפי מעלה אל המבנה מבחוץ.
- מבנה ייחודי במרחב יכול לשמש יעד לפיגועי אלימות בשכונה ומוקד תשומת לב.
- ביטחון מפני פריצות פנימה (גניבות).

ד.2.4: ביטחון פנימי

- יש הכרח בקיום קשר עין בין המבוגרים לתלמידים.
- **שקיפות** – עיצוב קירות שקופים בין חללים בסדרי גודל שונים ושימוש בחומרים שקופים באזורים המועדים לפעילות חופשית או לתנועה מצטברת.
- בקרה אלקטרונית של מצלמות לא הוכיחה עצמה עד עתה ויש לבחון את יעילותה.
- מערכת כריזה.

פיזור מוקדי שמירה ובקרה של צוות בית הספר בכל הקומות.
השגחה של מורה תורן בכל מרחב, בכל גג ובכל חצר.

ד.3.4: בטיחות

- הנחיות הבטיחות של משרד החינוך תשודרגנה כדי להתאימן לצרכים המיוחדים של מבנה גבוה.
- קביעת גובה סף תחתון של חלונות ופתחים, גובה מעקים, אבטחת משחקים במרפסות גבוהות על ידי מעקים או קירות גבוהים למניעת נפילות והתקנת רשת עליונה להגנה מפני נפילת כדורים.
- פתרון לפתיחת חלונות בקומות גבוהות, סוג פתיחה (מניעה של השלכת חפצים).
- מענה להנחיות כיבוי אש למדרגות מוגנות, גלאי עשן וספרינקלרים.
- פינוי וחילוץ – הקפדה על דרכי מילוט בעת סכנה. תוספת חדר מדרגות מוגן והימנעות ממסדרונות ארוכים.
- הנחיות בטיחות של משה"ח – בדיקת יישומן במבנה גבוה, כמו למשל: סורגים כן או לא.
- אמצעי בטיחות למניעת פציעות ותאונות (דלתות, חלונות).
- הקפדה על עמידה בתקני קרינה של חברת החשמל ותקשורת, לפי הנחיות המשרד לאיכות הסביבה.

ד.4.4: מרחבים מוגנים

מרחבים מוגנים יתוכננו בכל קומה שנמצאות בה כיתות־אם. הם יכולים להיות רב־תכליתיים ולשמש למגוון רחב של פונקציות. שטח הממ"מ לפי תקנות להתגוננות אזרחית של פיקוד העורף (כפי שהיו בעת עריכת המחקר) הוא 15 מ"ר לכיתת־אם (7.5 מ"ר לכיתות יא יב), כאשר הממ"מ ימוקם באותה קומה לפי מספר הכיתות (ללא צורך לרדת קומה לממ"מ). ניתן לפתוח דלת נוספת לחילוץ מכיוון אחר, או פתחי מילוט בין הקומות במידות 70/70 ס"מ. שטח החלונות המאושר הוא 9%-12% משטח רצפה.

ה. הפעלה ותחזוקה

- הוצאות הניהול של אחזקת מבנה גבוה גדולות יותר מאשר אלה של בניין נמוך בעל מערכות פשוטות יותר. הוצאות אלו מתייחסות לאחזקת מעליות, מערכות הגנה מאש, אספקת מים וחשמל ושירותי פינוי פסולת. הוצאות אלו כוללות תחזוקה ובקרה שוטפת, ניקיון לאורך כל היום ותיקונים מיידיים על מנת שלא להשאיר אלמנטים מפורקים או מקולקלים לאורך זמן. אי־טיפול בפגמים יוצר תחושה של הזנחה המעודדת זלזול ברכוש בית הספר והשחתה.
- הקפדה על חומרים טובים וסטנדרטים גבוהים להשגת עמידות ארוכת טווח, כיוון שהתחזוקה במבנה גבוה קשה יותר, כולל נושא ניקוי חלונות מבחוץ.
- פיזור חדרים לצוות אחזקה וייעוד שטחים למחסנים של צוות האחזקה.
- חיוב הימצאות של אנשי אחזקה מיומנים בהפעלה יומיומית – המלצה לקיום חברת אחזקה.
- תכנון כלכלי של "מחזור חיים" של בניין בעלויות תחזוקה אפשריות.
- הכשרת הצוות לקראת אכלוס הבניין.
- קביעת מועדי ותקציבי החלפת מתקנים, ציוד ותשתיות, כמו למשל מערכת מיזוג אוויר מרכזית.
- אב הבית – הגדרת תפקיד בתקן לפי דרגות (בכיר/זוטר) ברמה מקצועית מיומנת.
- עריכת בחינות רישוי (מעשיות) ותגמול הולם לאנשי התחזוקה.
- בתי ספר בניהול עצמי יקבלו סיוע בתחזוקת מערכות משוכללות כמו מיזוג אוויר מרכזי וכד'.

ו. קריטריונים ופרמטרים

בנייה של מבנה חינוכי אנכי חייבת להיבחן לגופו של עניין בכל מקרה ומקרה. עם זאת, מומלץ לפתח מערכת קריטריונים לבחינת הפתרון האופטימלי מבחינה תכנונית, כמותית, כלכלית וערכית.

1.1 | פרמטרים כמותיים – שטחים, מספר קומות ושטח מגרש

1.1.1: תוספת שטחי טרה פונקציונאלית

- קביעת פרמטרים מספריים לקבלת החלטה מנהלתית על בנייה בקומות ועל מספר הקומות – לפי צפיפות בנייה, נטו וברוטו, תחזיות דמוגרפיות, תפוסת קרקע לבנייה.
- הגדלת שטחים** – הגדלת שטחי טרה ל-100% לפחות, כאשר ייעוד תוספת השטחים בסדר גודל של 40%, המוגדרים מראש כטרה פונקציונאלית, יצורפו לשטחים שמחוץ לחללי המידה (וכל שטחי הנטו כפי שהם מוגדרים בפרוגרמות) ויאפשרו פעילות חוץ-כיתתית של תלמידים בהפסקות. הטרה הפונקציונאלית תכלול:
 - הגדלת המעברים** למניעת עומס בתנועה (רוחב מסדרון חד-סטרי מינימלי יהיה 3 מ').
 - אזורי שהייה שקטים בקומות.**
 - אזורי פעילות מוטורית** בקומות, שירוצפו במשטחים בולמי זעזועים (כמו משטח גומי וכד').
 - אזורי התכנסות** כלל בית-ספריים – אולם רב-תכליתי.
 - אזורי אחסון** בקומות, בקרבת חללי למידה.
 - בנוסף יתוכננו **שטחים פתוחים**, שאינם נכללים בשטחי טרה (ואינם שטח עיקרי בחישוב שטחים), תוך הקפדה על בטיחות.

הגדלת הברוטו ל-100% טרה

בית ספר	שטח נטו מ"ר	ברוטו לפי טרה 60%	תוספת טרה פונקציונאלית 40%	סה"כ ברוטו מ"ר
בי"ס יסודי 12 כיתות	890	1,424	356	1,780
בי"ס יסודי 18 כיתות	1,350	2,160	540	2,700
על-יסודי 36 כיתות	4,500	7,200	1,800	9,000

הערה: מתייחס לפרוגרמות שהיו בתוקף ב-2007 (בעת עריכת המחקר).

טבלת חלוקת שטחי הטרסה הפונקציונאלית באחוזים ובמ"ר

בית ספר	תוספת שטח מ"ר	אולם רב־תכליתי		מעברים		שהייה		פעילות		אחסון	
		שטח	אחוז	שטח	אחוז	שטח	אחוז	שטח	אחוז	שטח	אחוז
יסודי 12 כיתות	356	106	30	55	15	70	20	107	30	18	5
יסודי 18 כיתות	540	162	30	81	15	108	20	162	30	27	5
על־יסודי 36 כיתות	1,800	270	30	360	15	330	30	450	20	90	5

א. בית ספר יסודי 12 כיתות – לפי הפרוגרמה, השטח נטו כיום הוא 890 מ"ר. הגדלת הטרסה ל-100% מאפשרת בניית בית ספר בשטח ברוטו של 1,780 מ"ר (תוספת 40% לטרסה – טרסה פונקציונאלית). החלוקה המוצעת של השטחים הנוספים תהיה כדלקמן: 30% לאודיטוריום בשטח של כ-100 מ"ר – חלל סגור ומבוקר ולא חלק מחלל פנימי פתוח של המבנה כולו מסיבות אקוסטיות, 15% להגדלת רוחב המעברים למניעת צפיפות בזמן תנועה בסמוך לכיתות, 20% לאזורי שהייה שקטה בקומות, 30% לאזורי פעילות מוטורית בקומות, 5% לשטחי אחסון עבור מורים וחומרי לימוד מקצועיים בארונות, חדרי ארונות כד'.

ב. בית ספר יסודי 18 כיתות – לפי הפרוגרמה, השטח נטו כיום הוא 1,350 מ"ר. הגדלת הטרסה ל-100% מאפשרת בניית בית ספר בשטח ברוטו של 2,700 מ"ר (תוספת 40% לטרסה – טרסה פונקציונאלית). החלוקה המוצעת של השטחים הנוספים תהיה כדלקמן: 30% לאולם רב־תכליתי בשטח של כ-160 מ"ר – חלל סגור ומבוקר ולא חלק מחלל פנימי פתוח של המבנה כולו מסיבות אקוסטיות, 15% להגדלת רוחב המעברים למניעת צפיפות בזמן תנועה בסמוך לכיתות, 20% לאזורי שהייה שקטה בקומות, 30% לאזורי פעילות מוטורית בקומות, 5% לשטחי אחסון עבור מורים וחומרי לימוד מקצועיים בארונות, חדרי ארונות וכד'.

ג. בית ספר על־יסודי 36 כיתות – לפי הפרוגרמה, השטח נטו כיום הוא 4,500 מ"ר. הגדלת הטרסה ל-100% מאפשרת בניית בית ספר בשטח ברוטו של 9,000 מ"ר (תוספת 40% לטרסה – טרסה פונקציונאלית). החלוקה המוצעת של השטחים הנוספים תהיה כדלקמן: 30% להגדלת אולם רב־תכליתי (מ-240 מ"ר ל-400 מ"ר), 5% להגדלת רוחב מעברים למניעת צפיפות בזמן תנועה בסמוך לכיתות, 30% לאזורי שהייה שקטה בקומות, 20% לאזורי פעילות מוטורית בקומות, 5% לשטחי אחסון עבור מורים וחומרי לימוד מקצועיים בארונות, חדרי ארונות וכד'.

2.1.1: מספר קומות

מדובר בבניין גבוה ולא בבניין רב-קומות.

המלצות:

- מומלץ לבנות קומה אחת תת-קרקעית. במקרה של בית ספר יסודי יש פחות פונקציות שמתאימות לבנייה תת-קרקעית, אך אפשר לבנות כתת-קרקעיים את האולם הרב-תכליתי (הנוסף), הספרייה, חדר המדעים, חדר אב-בית, מחסן וחדרי טכנולוגיה הממוקמים במרחבים מוגנים.
- בבית ספר על-יסודי יש מגוון רחב יותר של פונקציות המתאימות לבנייה תת-קרקעית. ניתן למקם מתחת לקרקע: אולם רב-תכליתי, ספרייה, חדרי מחשבים וחלק מהסדנאות וחדרי מדעים. שטחים אלו יכולים להגיע עד 1,000 מ"ר נטו, שהם כ-1,600 מ"ר כיום, בהיותם נגישים לכול.
- בנייה בגובה של 4-8 קומות, כולל קומה תת-קרקעית (שיכולה להתפרש גם מתחת לחצר) ושימוש בגג לספורט, כאשר מעלית נכים מגיעה גם לקומות המרתף והגג.
- במסגרת ניצול הקרקע ניתן להקצות אזורים ירוקים בפאתי המגרש, שיטופלו מיידית בגינון ונטיעות עצים בוגרים ירוקי עד, ששורשיהם אינם פוגעים ביסודות הבניין.
- פיתוח נוסחה של החיסכון האפשרי לקרקע ביחס למספר הקומות.
- פרמטרים לקשר שבין מספר קומות לשיפועי קרקע.
- יש צורך בפיצוי שטחים פתוחים (במקום חלק מהשטחים הפתוחים שהיו במגרש) על ידי שטחים פתוחים בקומות, כמו: קומות מפולשות, מרפסות מקורות, מרפסות לא מקורות וגגות. יש למצוא מדדים להקצאת שטחים אלו ביחס לתכנון הקומה וביחס למגרש הנותר ולפעילויות המתקיימת בו. שטחים אלו יכולים לשמש חצרות לימודיות (כמו חממות) לפעילות תלמידים בפיקוח מבוגר.

3.1.1: שטח המגרש

- היחס שבין שטח המגרש לשטח פרוגרמה (ברוטו) ומספר הקומות. אם לפחות 2/3 משטח המגרש נשאר פנוי מבנייה, ניתן להגיע לנוסחה הממליצה כי שטח הבנייה הכולל של כל הקומות ברוטו יהיה שטח המגרש המינימלי הנדרש לבנייה.
- א. בית ספר יסודי 12 כיתות** – שטח בנוי ברוטו כ-2,000 מ"ר, המגרש המינימלי המומלץ כ-2 דונם.*
- ב. בית ספר יסודי 18 כיתות** – שטח הבנייה ברוטו כ-3,000 מ"ר, המגרש המינימלי המומלץ כ-3 דונם.
- ג. בית ספר על-יסודי 36 כיתות** – שטח הבנייה ברוטו כ-9,000 מ"ר, שטח המגרש המינימלי המומלץ כ-9 דונם, אם לא מנצלים בנייה תת-קרקעית. בהנחה שכ-1,600 מ"ר ברוטו ייבנו מתחת לקרקע, נותר שטח בנייה בקומות מעל הקרקע של כ-7,400 מ"ר.

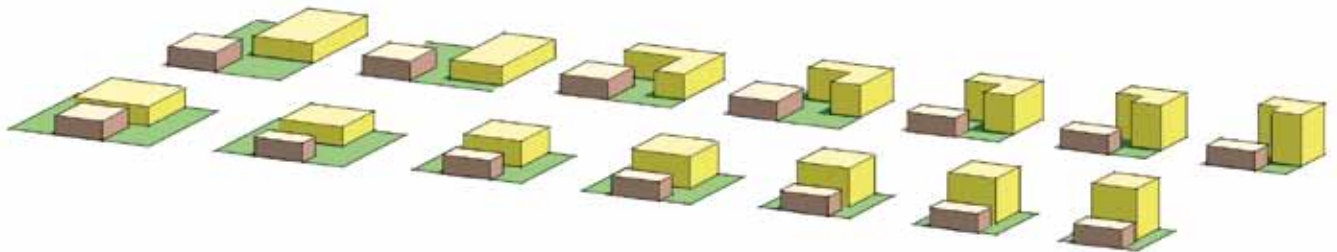
ניתן לקבל טבלת קורלציה בין מספר קומות לשטח מגרש, בהנחה כי התכסית המומלצת לקומת הקרקע היא שליש המגרש. (ראו נספח יב. 1 – סכמות גרפיות של תכסית קרקע יחסית לשטח המגרש).

* במקרה של בית ספר 12 כיתות, מומלץ לתכנן אותו כחלק ממבנה ציבורי פונקציונאלי משולב.

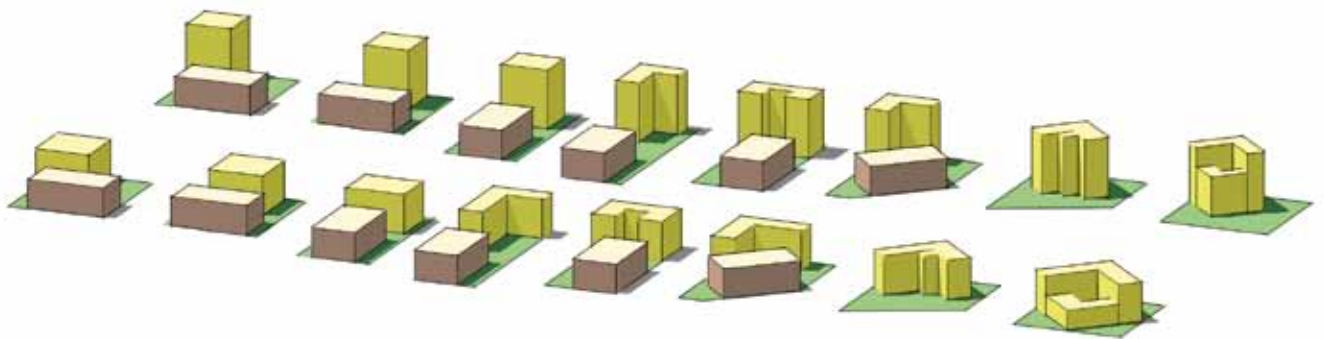
טבלת שטחי מגרשים ביחס למספר קומות

שטח מגרש מ"ר	תכסית קומת קרקע מומלצת 1/3 המגרש	בית ספר 12 כיתות 2,000 מ"ר מספר קומות	בית ספר 18 כיתות 3,000 מ"ר מספר קומות	בית ספר 36 כיתות 9,000 מ"ר מספר קומות
1,500	500	4	6	
2,000	660	4	6	
2,500	830	3	4	
3,000	900	3	4	9
3,500	1,160		3	8
4,000	1,330		3	7
4,500	1,500		3	6
5,000	1,660			6
5,500	1,830			5
6,000	2,000			5
6,500	2,160			5
7,000	2,330			4
7,500	2,500			4
8,000	2,660			4
8,500	2,830			4
9,000	3,000			3

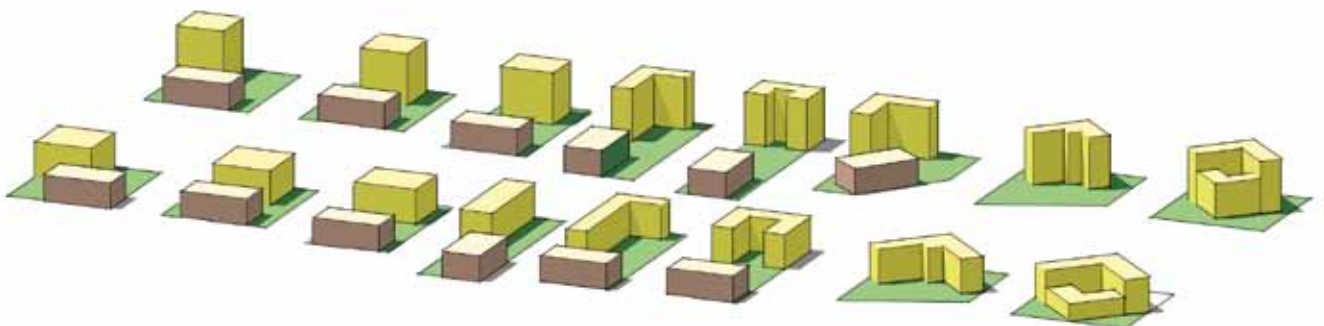
שטחי מגרשים ביחס למספר קומות



בית ספר יסודי 12 כיתות



בית ספר יסודי 18 כיתות



בית ספר על-יסודי 36 כיתות

2.1 | פרמטרים כלכליים – עלויות ומימון

השקעות ראשוניות

- בניית שלד מעל לגובה 4 קומות יקרה יותר.
 - השקעות ראשוניות במערכות תשתית מורכבות ומרכזיות גדולות יותר.
 - השקעות ראשוניות בחומרי גמר בסטנדרד גבוה גדולות יותר.
- יתרונות ותועלות** – הקצאת שטחי טרה גדולים יותר למרחבים משותפים ותוספת אולם רב-תכליתי כלל בית-ספרי כפיצוי על הבנייה לגובה מייקרים את הבנייה אבל תורמים לאיכות הבניין.
- תחזוקה וכוח אדם** – תחזוקה שוטפת וכמות גדולה יותר של כוח אדם מיומן ומקצועי יקר יותר.
- מימון** – מומלץ לחפש תוספת תקציבים מגופים נוספים כמו ביטוח לאומי וכד'.
- מחזור חיים** – יש צורך בבדיקה כלכלית של מחזור חיים לבית ספר הבנוי לגובה.

3.1 | פרמטרים חברתיים

אכלוס – חקירת נושא ההסתגלות ל"חיים בבניין גבוה" בהתאמה לנורמות חברתיות ותרבותיות, למגורים ולמגדרים.

4.1 | פרמטרים ארגוניים

- תכנון זמן הפסקות, הצבת כוח אדם ותחזוקה יעילה.
- התכנון יאפשר שיבוץ ריאלי של מורה תורן לכל שש כיתות בהפסקות.

ז. היבטים כלכליים

קבלת החלטה על הקמת מבנה חינוכי גבוה דורשת בחינה כלכלית וניתוח עלויות, הן של השקעות ראשוניות והן של תחזוקה לאורך זמן. עלות ההקמה של בניין גבוה גדולה יותר, זמן הביצוע ארוך יותר, התחזוקה רבה יותר ויש להכין מראש אומדן של "עלות מחזור חיים" של הבניין.

על מנת לקבל החלטה כלכלית נכונה יש להתייחס לסכום העלויות: "עלויות ההשקעה הראשונית של הבניין" ו"עלויות השימוש השוטפות" נותנות יחד את "עלויות מחזור החיים של הבניין".

עלויות ההשקעה הראשונית כוללות: עלות הקרקע, עלויות התכנון, ההקמה, המימון והתקורה. עלויות השימוש השוטפות כוללות: עלויות לחימום, קירור, תאורה, הפעלת מעליות וכד'.

מומלץ לערוך פיילוט לתכנון פרויקט ספציפי על מגרש נתון בכמה חלופות ולערוך השוואה כלכלית של מחזור חיים של פרויקט כזה ביחס לבית ספר בן שלוש קומות, בהתבסס על שיקולים אדריכליים, אורבניים וחינוכיים (ראו נספח יב.2).

ישנם כמה גורמים המשפיעים על עלות הבנייה לגובה במבנה עתיר תשתיות מתקדמות:

- **יסודות ושלד** הבניין דורשים השקעה גבוהה יותר.
- **מערכות תשתית** – השקעה במערכות מרכזיות וחכמות, כמו מיזוג אוויר מרכזי עם יחידות הפעלה נפרדות לפי אזורים.
- **תקשורת** – מערכות תקשורת מתקדמות בכל מרחבי הלמידה והשהייה.
- **מעליות** – סוגי המעליות, גודלן, פיזורן והפעלתן (דרישה לכוח אדם נוסף), מספר תחנות (למשל, מעלית גדולה העולה לקומה מרכזית עבור התלמידים).
- **חנייה** – תת־קרקעית למורים. לפי תקן חנייה קיים, נדרש מקום חנייה אחד לכל כיתה. יש מקום לשקול הגדלה.
- **בנייה תת־קרקעית** – גובה ומפתחים: קומה רגילה, או חללים לאולמות רב־תכליתיים ו/או ספורט.
- **שטחי הטרסה** – הגדלת שטחי הטרסה ל־100% (במקום 60%), כפיצוי על העדר שטחי חוץ על הקרקע ומרחק אנכי אל החצר.
- **אולם רב־תכליתי** – תוספת על חשבון הגדלת הטרסה, לכינוסים של כל בית הספר.
- **בנייה קלה** – על גגות לאולמות עם מפתחים גדולים.
- **חצרות על** – טיפול בגגות ובמרפסות מקורות ולא מקורות כחצרות מבחינת גובה מעקות, ריצופים, משטחים רכים, גינון ואיטומים, בידוד אקוסטי למניעת הפרעה בכיתות שמתחת (קפיצות בחבל, הקפצת כדורים וכד').
- **קומות מפולשות** – בקומת הקרקע, בקומות עליונות לפי גובה קומה, או בגובה של שתי קומות.
- **חללים כפולים** – בחלקים שונים של המבנה.
- **מקומות אחסון** – מפוזרים בקומות.
- **מערכות חירום** – התקנת גרטור חירום, מערכת ספרינקלרים ומגדלי מים על הגג.

- **סטנדרד בנייה** – חומרים וגימורים ברמה שתאפשר תחזוקה קלה יותר, למשל: גמר חזיתות, חלונות, מדרגות, מעקות, חיפויי פנים וכד'.
- **טיפול אקוסטי** – לכל חלקי המבנה ליצירת אווירה רגועה ושקטה.
- **מיחזור** – אשפה ומים.
- **בטיחות** – הקפדת יתר על נושא הבטיחות, במיוחד בשטחים הפתוחים.

הערה: בכל הנושאים לעיל יש להבחין בין עלויות במישור לעומת עלויות בהר.

- **תחזוקה – העסקת אנשי תחזוקה במשך כל יום הלימודים – לניקיון ולתיקונים.**
- **חברות תחזוקה קבלניות – מדיניות ההפרטה יכולה להתאים למבנה גבוה.**
- **כוח אדם גדול יותר – מורים, אנשי מנהלה, אנשי תחזוקה.**

טבלת עלויות – אלמנטים בבנייה של מבני חינוך אנכיים המשפיעים על עלות המבנה
המחירים בטבלה מתאימים לנתונים ממוצעים של חודש אוגוסט 2007

אלמנט	התייקרות	הוזלה	מחיר למ"ר	מחיר יחידה
מספר קומות	מעל 4 קומות התייקרות של 3% לכל קומה		שער \$ = 4 ש"ח	
בנייה טרומית/ מתועשת		הוזלה של 6%		
בנייה תת־קרקעית מפתחים גדולים, אולמות ספורט, כינוסים			\$750	
בנייה תת־קרקעית מפתחים רגילים, סדנאות וכד'			\$700	
חניה תת־קרקעית			\$600	
בנייה קלה של אולם ספורט על הגג קונסטרוקציית פלדה ובנייה יבשה			\$700	
קומות מפולשות בקומת קרקע, בקומות אמצעיות			\$550	
מרפסות לא מקורות			\$300	
גג שימושי כחצר משחקים			\$150	
גינון מרפסות וגגות			\$30	
כיסוי רשת לגג עליון למניעת נפילת כדורים			150 ש"ח	
מבנה מדורג (קומות עליונות נסוגות)			\$650	
מבנה עם חללים פנימיים כפולים או תלת־קומתיים פתוחים			\$650	
טיפול אקוסטי בכל המבנה			\$20	
טיפול בולם זעזועים לתקרה שעליה אולם ספורט או חצר ספורט			\$40	
עלות פיתוח חצר		חיסכון בהתאם להקטנת שטח המגרש	150,000 ש"ח	
מערכת ספרינקלים ללא מגדל מים			\$25	
מיזוג אויר מרכזי			\$100	
מעליות (לא הפיר)	התקנת מעליות תעלה כ־10% מעלות הבנייה			
מעלית ל־21 נוסעים, 5 תחנות				380,000 ש"ח
מעלית ל־21 נוסעים, 8 תחנות				460,000 ש"ח

ח. תהליך התכנון

תכנון מבנה אנכי הוא תהליך ארוך, מורכב וקפדני יותר מתכנון מבנה נמוך ומערב קשת רחבה יותר של יועצים ומומחים. התהליך חייב להכין מראש את כל הסקרים הנדרשים לבדיקת השטח, כגון בדיקות קרקע לנושא התחפרות, עתיקות ומי תהום, סקרים בנושאים אקוסטיים, משטרי רוחות וכד'. תהליך התכנון חייב לשאוף למצוינות מקצועית ואדריכלית ולהוות דוגמה לתכנון הוליסטי.

1.ח | ועדת היגוי

למבנה אנכי נדרש תהליך תכנון מבוקר וממוקד. מומלץ להקים לכל פרויקט ועדת היגוי שתכלול, בנוסף על צוות המתכננים, את נציגי משרד החינוך, את הצוות הפדגוגי העתידי של בית הספר ואת נציגי הקהילה שיוכלו לתרום לתהליך התכנון:

- היבטים פדגוגיים ופסיכולוגיים.
- נתונים על אוכלוסיית היעד.
- מערכת השעות והפעילויות – ניהול זמן, הפסקות בקומות וכד'.
- פרוגרמה ייעודית והתאמתה למבנה גבוה – חלוקה בין קומות, גמישות, תוספות שטחים.

2.ח | צוות יועצים

- צוות יועצים מורחב של מומחים לתשתיות, ביניהם: יועץ מעליות, יועץ קרקע, יועץ אקוסטי, יועץ אקלימי וכד'.
- עמידה בכל התקנים והחוקים כגון: חוק תכנון ובנייה, תקן רעידות אדמה, בניינים גבוהים, חדרי מדרגות מוגנים, חוזרי מנכ"ל, תקני בטיחות וכיבוי אש, דרישות משרד הבריאות, הוראות הל"ת, הוראות להגנה אזרחית, תקן נגישות, איכות הסביבה, בנייה ירוקה ועוד.

3.ח | מצוינות אדריכלית

- שיקולים אדריכליים ליצירת מבנה אדריכלי איכותי שהוא אלמנט סביבתי, נקודת ציון במרחב האורבני.
- יצירת אווירה של קלילות למניעת תחושת ניכור של מבנה גבוה, כולל שקיפות/אטימות של חזיתות ומעטפות, הצללות ובחירת גוונים ידידותיים.
- עיצוב פנים איכותי, גימורים ברמה אסתטית גבוהה וחומרים בעלי קיום לטווח ארוך.
- שילוב נופי בהתאמה לנתוני הסביבה.

ט. תהליך הביצוע

1.ט | מכרז מפורט

תהליך הביצוע חייב להתחיל בהכנת תכנון מלא בכל המקצועות ובהכנת חומר מפורט ומעובד למכרז, הכולל כתבי כמויות ומפרט טכני מפורטים. ההמלצה היא שלא ליישם את הביצוע בשיטת "מכרז תכנון וביצוע", אלא להפריד בין תהליך התכנון לבין תהליך הביצוע, כאשר הקבלן המבצע אינו אחראי לתכנון אלא מבצע את התוכנית שנמסרה לו. יש להימנע גם מן השיטה של הכנת "תוכנית מנחה" בקנה מידה 1:100 ולהפקיע מידי הקבלן את התכנון המפורט ואת קביעת הסטנדרטים לפי שיקוליו הכלכליים בלבד.

2.ט | ביצוע בשלב אחד

הקמת מבנה קומפקטי בעל שטח קומה קטן אינה ניתנת לחלוקה לשלבים, ולכן חובה לבנותו בשלב אחד. כאשר אין אפשרות לבנות בשלב אחד, יהיה צורך לבנות בשלב א' אולמות תת־קרקעיים ברמת השלד והמעטפת ולהשלים את עבודות הגמר מאוחר יותר. למשל, באולמות ספורט או אודיטוריומים תת־קרקעיים, המתוכננים מתחת לבניין או מתחת לחצר.

3.ט | ועדת משוב

ליווי תהליך הבנייה של הדגמים הראשוניים שיתוכננו ויבוצעו ובדיקת האכלוס והשימוש להפקת לקחים לפני קביעת פרוגרמה חדשה.

י. בדיקת חלופות לבנייה של בתי ספר אנכיים

בלוויית חתכים גרפיים אפשריים (נספח יב. 1)

בנייה תת־קרקעית – בנייה תת־קרקעית יכולה לשמש פתרון נוח במיוחד באזורים הרריים, שבהם ניתן להתחפר בחלק מן הבניין אל תוך ההר. יש כמה יתרונות בהתחפרות גם באזורים מישוריים. חלק מן הפונקציות של בית הספר יכולות בהחלט להיות ממוקמות מתחת לבניין ו/או מתחת לחצר מבלי לצרוך תכסית קרקע נוספת. פונקציות כמו: חדרי מחשבים, ספריות לסוגיהן, סדנאות טכנולוגיה, אולמות כינוסים ואולמות ספורט מתאימות למיקום תת־קרקעי, בתנאי שניתן פתרון הולם לדרכי גישה ולאוויר טבעי.

בנייה על הגג – בנייה על גגות עליונים או מעל גושים נמוכים יותר יכולה להוסיף שטחי פעילות חוץ איכותיים, כמו חצרות גג לספורט, למשחק ולגינון. אפשר ליעד מעל הבניין גם פונקציות סגורות הדורשות מפתחים גדולים ואינן מסיביות, כמו למשל אולמות לפעילות גופנית, חדרי חוגים וכד'.

בכל המקרים שבהם תתקיים פעילות כלשהי על גגות או במרפסות פתוחות, יש לדאוג לבטיחות התלמידים, הן מבחינת הסביבה הפיזית והן מבחינת ניהולית. יש לדאוג להגנה מפני נפילה של ילדים וחפצים על ידי רשתות וכד' (רשתות מעל מעקות וייתכן שגם תקרת רשת). **כמו כן, יש לדאוג לבידוד ולאטום הקומות התחתונות וליצירת משטחים רכים המתאימים לקפיצות ולמשחקים על הגג.**

יש לטפל בנושא המבטים של דיירי הסביבה אל פנים החצר או האולם, שעלולים להוות מטרד או לפגוע בצניעות של אוכלוסיות רגישות, וגם להפך, במבטים של התלמידים אל עבר השכנים שעלולים להוות מטרד מבחינתם. כמו כן, יש לדאוג למניעת מטרדי רעש לשכנים.

בנייה מדורגת – היתרון של מבנה מדורג המתכנס כלפי מעלה הוא בהקטנת שטח הקומות הגבוהות לעומת שטח הקומות הנמוכות. כך אפשר להקטין את עומס תנועת התלמידים על המערכת האנכית. בנייה מדורגת יכולה לייצר מרפסות משחק בכל קומה, שתיועדנה להפסקות בקרבת חללי הלמידה.

קומת ביניים מפולשת – קומה מפולשת יכולה להתמקם בכל קומה שתתאים לכך. עם זאת, רצוי למקם קומה זו באמצע הבניין, פחות או יותר, ובכך לחלק את המבנה לשני חצאים, עליון ותחתון, שיכולים לפעול כל אחד בנפרד, ממש כמו בניין בן 3-4 קומות. קומה מפולשת יכולה לשמש לפעילות חופשית כמו חצר מקורה.

קומה מרכזית כקומת כניסה – אפשר לפתח מערכת ניהולית שבמסגרתה יועלו כל התלמידים פעם ביום לקומה מרכזית המתפקדת למעשה כקומת הכניסה הראשית של הבניין. העלאת התלמידים תיעשה באופן מבוקר בעזרת מעלית גדולה, בפקוח ובהפעלה של מבוגר, בשעות הבוקר ובסוף היום. מקומה זו תתוכננה רק עוד שלוש קומות כלפי מטה ושלוש קומות כלפי מעלה. התנועה הפנימית בבניין במשך היום תתרחש במתחם של שלוש קומות, כמו בכל בית ספר רגיל. בסוף היום יורדו התלמידים במעלית בצורה מבוקרת למפלס הרחוב. פתרון זה מקביל לאופן הבנייה באזורים הרריים – כאשר במגרש

משופע נכנסים באמצע הגובה לקומת הכניסה הראשית של הבניין, יורדים שלוש קומות ועולים שלוש קומות.

במקרה כזה מומלץ למקם את חטיבת הביניים בקומות התחתונות ואת החטיבה העליונה בקומות העליונות.

קומת ביניים מפקחת – העלאת קומות המשרדים והשירותים העיקריים למפלס אמצעי לצורך יעילות התפעול והבקרה. חדר המורים המרכזי של בית הספר יכול להיות ממוקם בקומה זו, כך שמרחקי ההליכה והתנועה מן הקומות הגבוהות ומן הקומות הנמוכות מתקצרים למחצית.

קומת ביניים משרתת – אם מתכננים קומת ביניים שבה ירוכזו מרבית השירותים והמנהלה, יש מקום להוסיף אליה גם את ריכוז מערכות מיזוג אוויר, הצנרת והחשמל. פינוי המתקנים הללו מן הגג, שם הם נמצאים בדרך כלל, יאפשר להשתמש בשטח הגג לפעילות חוץ. אופציה כזו קיימת בכל מקרה, גם אם המנהלה אינה ממוקמת דווקא באותה קומה שבה ימוקמו מתקנים אלה.

חללים פנימיים – במבנה גבוה בן ארבע קומות ויותר יש לבדוק היטב את המשמעות של "חלל פנימי בבניין" ולהימנע מגובה רב. ניתן ליצור תת-חלוקה פנימית ולתכנן חללים שלא יעלו לכל גובה הבניין אלא לשתי קומות או לכמה קומות בלבד. חללים אלה יגדירו יחידות נפחיות בהתאם לפונקציה ולמרחב ויוכלו גם להגדיר "בית". החלל הפנימי בבניין שגובהו מעל קומה אחת משמש בדרך כלל כלי אדריכלי להשגת יעדים עיצוביים, תכנוניים וסביבתיים. נושא ההתמצאות יכול להיגזר מתכנון החללים ומן היחסים שביניהם. חלל פנימי המקשר בין קומות יכול ליצור קשר עין בין מפלסים שונים ולסייע בבקרה ובהתמצאות. חלל פנימי בבניין יכול ליצור מקומות פנימיים לפעילות חופשית בתוך הבניין, הן בהפסקות והן בעת למידה מחוץ לכיתה.

מבנה של פירמידה הפוכה הנפתחת כחלל פנימי, כאשר אלמנט התנועה האנכית במרכז החלל יוצר מוקד לבקרה ולשליטה על מערכת התנועה ועל הנעשה בחללים שמסביב.

שטחים חיצוניים – השטחים החיצוניים בקומות יכולים לקבל מאפיינים מסוגים שונים, גם מבחינת כיווני אוויר, כגון מרפסות.

מבנה פירמידה – מרפסות חוץ לפעילות בהפסקות בכל קומה. מרפסות אלו יכולות להיות מקורות או לא ולשמש לפעילות בהפסקות בקרבת אזורי הלמידה והשהייה.

מבנה מנסרה – ניתן ליצור "נגיסות" במבנה, מעין "נפחים חיצוניים", עם קירוי בגובה דו-קומתי או ללא קירוי, תוך טיפול בדפנות מבחינת בטיחות ונוף. אלמנטים אלו יכולים לתרום לעיצוב הבניין.

שטחים מקורים – היחס לשטחים המקורים בגבהים השונים זהה לזה של שטחים פתוחים בחצר הצמודים לקומת הקרקע והם בעלי נגישות ישירה ונוחה.

ניתן לחשוב על הצמדה של מרפסות מקורות בקומות השונות בהתאם לפרוגרמה ובהתייחסות לכל קבוצת כיתות (בתים, שכבות גיל, מרכזי מקצוע).

ניתן גם לתכנן חצרות לימודיות בקומות, כמו חצר מדעים, חצר ספורט או אמנות וכד'.

גינות תלויות – מומלץ להתייחס לשטחים הפתוחים בגובה כאל שטחי חצר וגינון וליצור מבנה "ירוק" בעל חצרות עליונות וגינות תלויות, שתשפיענה גם על המיקרו-אקלים.

רמפות – מבנה ספירלי עולה או יורד – תנועה "משופעת" בין חלקי מפלסים (דוגמת מוזיאון גוגנהיים, ניריורק).

במקרה זה אין צורך בהפרשי מפלסים של קומות שלמות ואפשר לתכנן מבנה שיש בו "מפלסים חלקיים". גובה הקומות ייגזר מן התפקוד המתוכנן שלהן ומן החללים הפנימיים והחיצוניים שיתוכננו. יש כמה דוגמאות לכך, ביניהן הספרייה של רם קולהאס בסיאטל. **גובה קומות** – חלק מן הפונקציות אינן צריכות את כל גובה הקומה ולכן ניתן לשלב בחלקים השונים של המבנה שתי פונקציות בקומה וחצי. לחילופין, יש פונקציות בשטח גדול הדורשות חלל גבוה יותר, לעומת פונקציות בשטח קטן שבהן די בגובה קומה נמוך. כיום נדרש גובה קומה של 2.80 מ' נטו. יש מקום לבדוק את גובה הקומות הנדרש לפי התפקודים השונים של החלל, למשל: מחסנים ואזורי שירות לעומת חללי למידה, כיתות ושטחים משותפים פתוחים וחופשיים, או אולמות כינוסים ואולמות ספורט, שמטבע הדברים דורשים גובה רב לפי התקנים. בכל מקרה, גובה הקומה יותאם למערכות העוברות מתחת לתקרות ולתקרות האקוסטיות שיותקנו בכל הבניין.

חצאי קומות – הפרשי מפלסים של מטר עד מטר וחצי ניתנים לגישור על ידי רמפות בקלות רבה יותר מאשר הפרשים של קומה שלמה. הפרשים אלו יוצרים גם קווי ראייה נוחים לתצפית ולקשר עין נעים בין קומות, שיכול לסייע גם לבקרה ולפיקוח של הצוות המבוגר.

אגפים – אגפים המונחים זה מעל זה. תרגום המושג "בית" או אשכול כיתות, המקובל כיום במבנה אופקי (תוכנית) לפתרון אנכי (חתך). למשל, תכנון שלוש כיתות לקומה כבית מינימלי עם קשר אנכי לשלוש כיתות נוספות ליצירת "בית אחד" של שש כיתות, עם קשר של חלל דו-קומתי ביניהם, או בהפרש של חצאי מפלסים.

מרחבים משותפים – פיתוח מודלים של מרחבי פעילות חוץ-כיתתיים במבנה אנכי, שיתאימו לפעילות במבנה גבוה. כמו למשל, תכנון שטחים משותפים לשהייה בהפסקות, לתנועה חופשית וללמידה מחוץ לכיתות, תוך הקפדה על כך שפעילות אחת לא תפריע לאחרת.

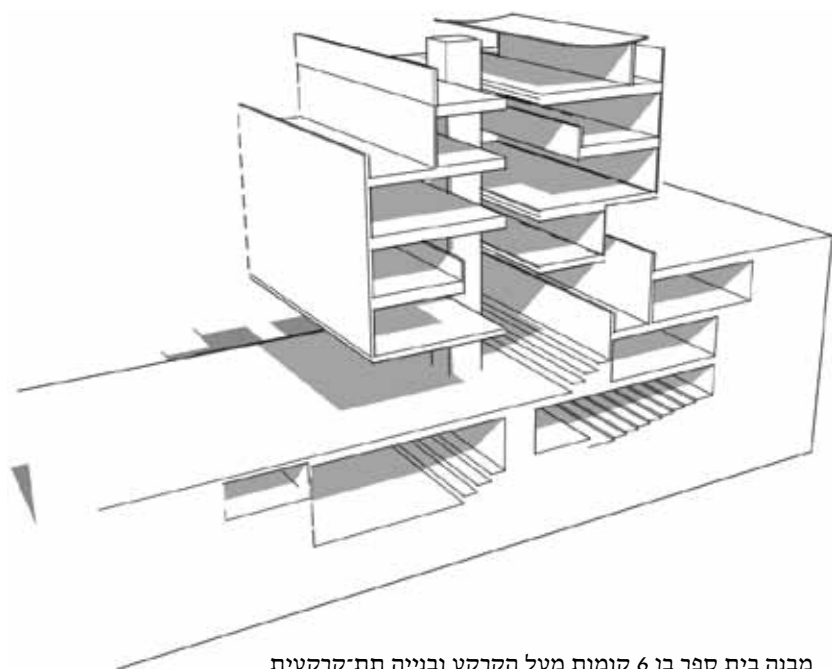
קומת כניסה מפולשת – השארת כל קומת הכניסה מפולשת לפעילות חוץ וניצול מקסימלי של המגרש בקומות בנויות מעל. במקרה זה יש להימנע מיצירת שטח גדול מדי, שיהיה מוצל וחסר פעילות, ולתכנן שטח בעל איכויות סביבתיות נעימות לשהייה. גובה קומה מפולשת צריך לאפשר חדירת אור שמש, להיות גבוה ופתוח דיו, ועם זאת עליו למנוע אפשרות שייסגר בבנייה עתידית.

תכסית קרקע – כיוון שתכסית הקרקע היא הגורם ה"מחולל" של התכנון לגובה, יש מקום לקיים כמה בחינות לגבי מיקום השטחים הפתוחים המינימליים שאפשר לקבל בקומת הקרקע. האם ניתן לבנות עד קו בניין 0, האם ניתן לתכנן חצר מינימלית בקומת הקרקע?

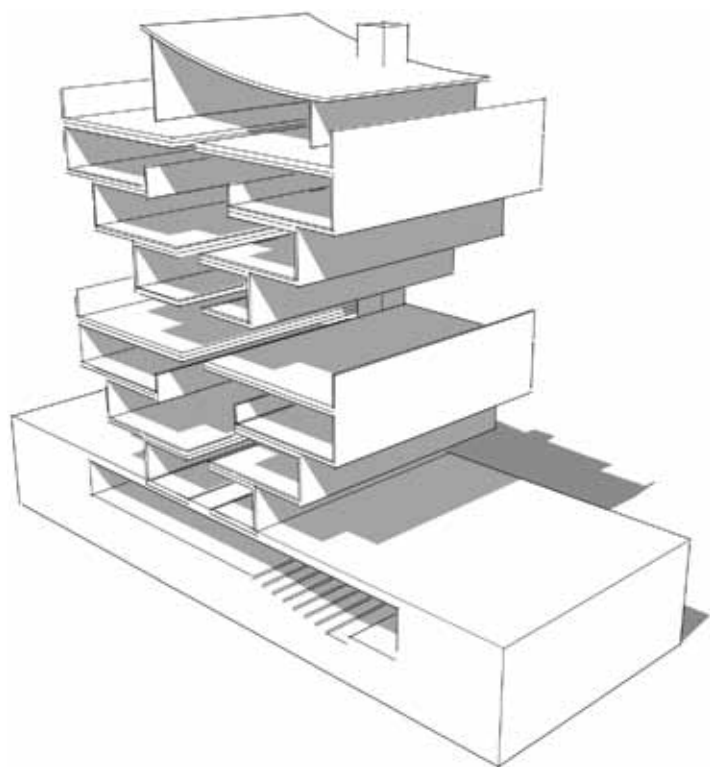
קווי בניין – כאשר מצוקת השטחים גדולה, יש מקום לחשוב על הקלות בקווי בניין, בין אם בכל הקומות ובין אם בקומות מסוימות בלבד. בכל מקרה, ניתן לבנות את הקומה התת-קרקעית עד לגבול המגרש (קו בניין 0).

סוג המבנה – ליניארי או רדיאלי (מרכזי), בהתאמה לצורת המגרש.

מעטפת הבניין – בדיקת שטח הפנים של הבניין – ביחס לשטח הקומה ואפשרויות הפתיחה לחצרות חוץ בגובה. הגדלת שטח הפנים על מנת ליצור מקומות נוספים לפעילות חוץ ולהחדרת אור שמש.



מבנה בית ספר בן 6 קומות מעל הקרקע ובנייה תת־קרקעית



מבנה בית ספר בן 8 קומות מעל הקרקע ובנייה תת־קרקעית

יא. מסקנות

- הקמת ועדת היגוי – צוות תכנון – החל משלב הכנת הפרוגרמה.
- הכנה של עבודת רקע מבחינת אכלוס, תרבות וחברה.
- הגבלת גודל בית הספר מבחינת מספר תלמידים.
- קביעת מספר קומות לבתי ספר לפי נתוני המגרש והפרוגרמה.
- הגדלת השטח לפי חישוב של 100% טרה בהתייחס לפרוגרמות סטנדרטיות קיימות של משרד החינוך. ניצול 40% המטרים הנוספים – טרה פונקציונאלית – להגדלת שטחי פעילות חופשית.
- תוספת שטחים פתוחים על הגגות ובמרפסות לא מקורות כחצרות למידה, חצרות משחק וחצרות ספורט (שאינן נחשבות בשטח בנייה עיקרי אם כי "עולות" כסף).
- בתי ספר יסודיים – שטח המגרש המינימלי יהיה סכום כל שטחי הבנייה ברוטו הנדרשים לפי הפרוגרמה הנ"ל. היחס בין הבנוי לפנוי מבחינת תכסית הקרקע יהיה 1/3 בנוי ל-2/3 פנוי.
- בתי ספר על-יסודיים – שטח המגרש יקטן באופן יחסי למספר הקומות. החל ממגרש בן 9 דונם ועד למגרש בן 3 דונם, כך שגם כאן יישמר יחס של 1/3 בנוי ל-2/3 פנוי.
- הכנת תכנון מפורט והוצאה למכרז של תוכניות לביצוע מפורטות עם כתב כמויות ומפרטים טכניים.
- ביצוע הפרויקט בשלב אחד או (במקרים מיוחדים) ביצוע של כל מעטפת הבניין לפחות.
- פיקוח קפדני על הביצוע בשטח.
- תכנון של עיצוב פנים ופיתוח כמכלול תכנוני אחד, שיבוצע ברצף, בלי להשאיר חלקים "מופעלים" שאינם מושלמים מבחינת פיתוח, עיצוב פנים והצטיידות.
- הקמת ועדת משוב.
- **הכנת הנחיות ניהול ותפעול מקבילות לתכנון הפיזי.**

הערכת עלות אלמנטים חיוניים לבנייה לגובה

אלמנטים בבנייה לגובה	עלות למ"ר \$	בית ספר יסודי 18 כיתות	בית ספר על-יסודי 36 כיתות
שטח ברוטו מ"ר		2,700	9000
חניה תת-קרקעית	600	270,000	540,000
גג שימושי לחצר משחקים	150	75,000	199,500
מערכת ספרינקלים ללא מגדל מים	25	67,500	225,000
מיזוג אוויר מרכזי	90	243,000	810,000
מעליות	76	205,200	684,000
סה"כ עלויות נוספות \$		860,700	2,458,500
סה"כ עלויות נוספות ל- \$ = 4 ש"ח		3,442,800	9,834,000
עלויות נוספות \$ למ"ר		319	273
עלויות נוספות למ"ר, לפי \$ = 4 ש"ח		1,276	1,092

טבלת סיכום

עלייסודי 36 כיתות	יסודי 18 כיתות		
7,060 מ"ר	2,157 מ"ר	שטח ברוטו מ"ר לפי פרוגרמה סטנדרטית (טרה 60%)	בנייה רגילה
3,320 ש"ח	3,320 ש"ח	עלות בנייה למ"ר ללא תוספות, למעט תוספות של 10% למיזוג אופויר ש"ח	
23,438,000 ש"ח	7,161,000 ש"ח	סה"כ עלות בנייה	
9,000 מ"ר	2,700 מ"ר	שטח ברוטו מ"ר לאחר הגדלת טרה עד 100% ותוספת אולם רב-תכליתי	בנייה לגובה (עד 8 קומות)
4,412 ש"ח	4,595 ש"ח	עלות בנייה למ"ר כתוצאה מהוספת אלמנטים חיוניים לבנייה לגובה	
39,712,000 ש"ח	12,406,000 ש"ח	סה"כ עלות בנייה משוערת כולל התייקרות למ"ר בנייה ותוספת שטחים	
169%	173%	סה"כ גידול בעלות בנייה כוללת ביחס לבנייה רגילה	אחוז גידול בעלות בנייה בית ספר לגובה ביחס לבנייה רגילה
127%	125%	גידול בעלות בנייה עקב הגדלת שטח טרה	
133%	139%	גידול בעלות בנייה למ"ר עקב הוספת אלמנטים חיוניים לבנייה לגובה	

- מפתחות העלות והעלויות מוצגות ללא מע"מ וללא תכנון.
- בחישובי תוספת עלות לבנייה לגובה נכללו רק אלמנטים חיוניים וייחודיים לבנייה לגובה כמו חניה תת-קרקעית, גג שימושי כחצר משחקים, מערכת ספרינקלים ללא מגדל מים, מיזוג אוויר מרכזי ומעליות. בפועל יש להכין הערכה מתאימה לכל תכנון ותכנון, לפי האלמנטים הנוספים שבו (ראו "טבלת הערכת עלות אלמנטים חיוניים לבנייה לגובה" להלן).
- חישובים: מר גנאדי קמנצקי, משרד החינוך.

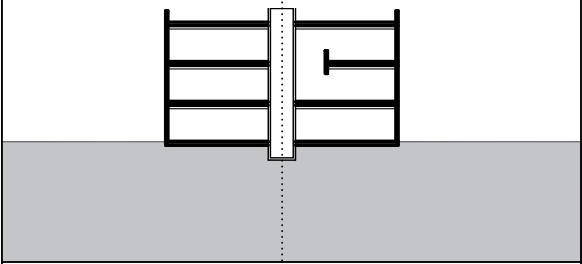
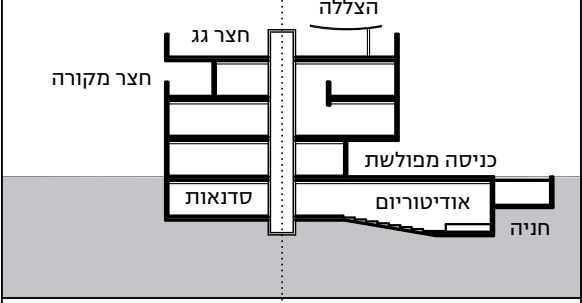
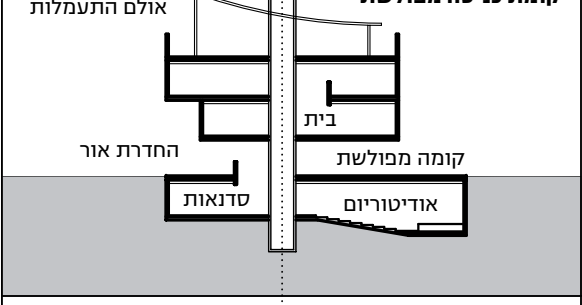
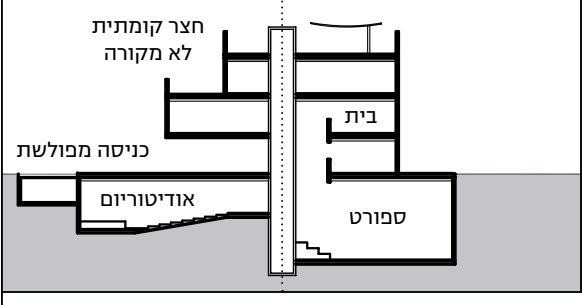
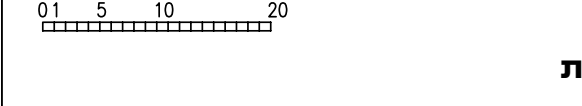
יב. נספחים

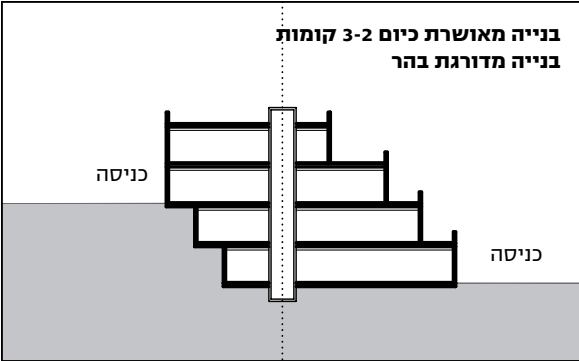
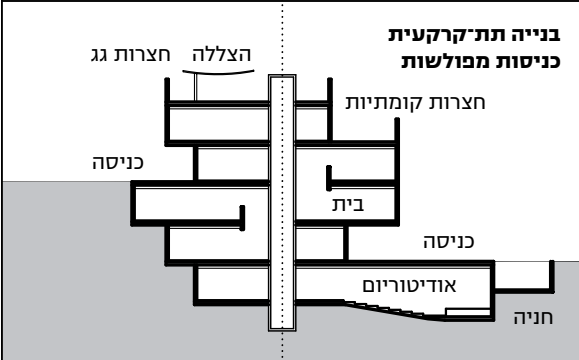
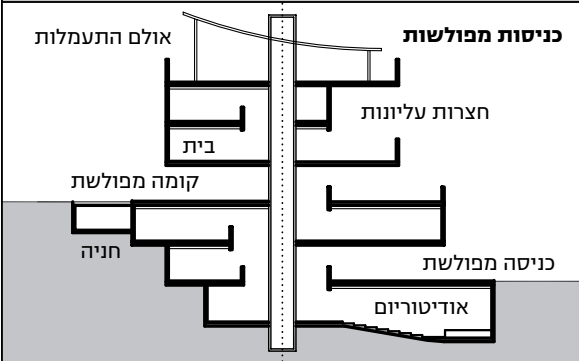
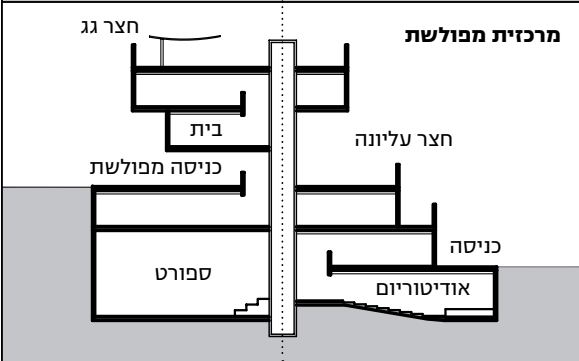
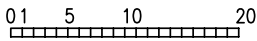
נספח יב.1

בתי ספר אנכיים

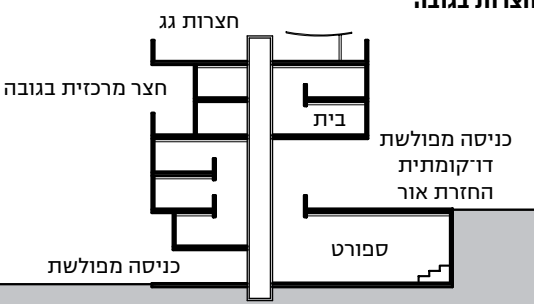
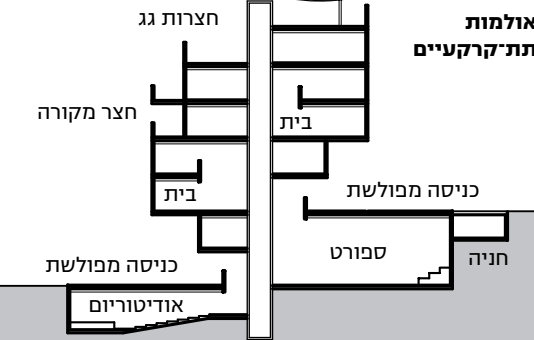
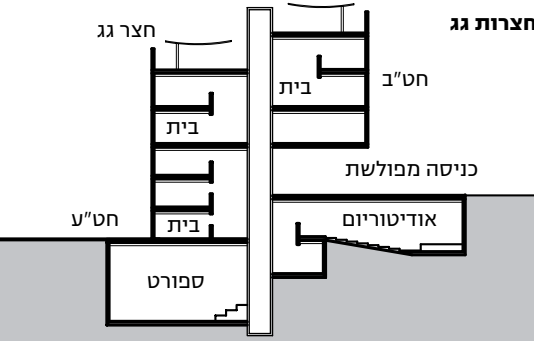
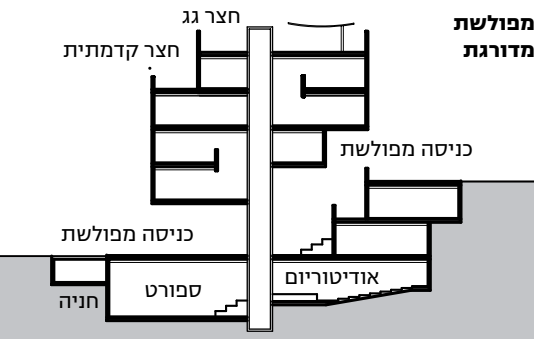
**חתכים גרפיים אפשריים של בתי ספר אנכיים
סכמות של תכנית קרקע יחסית לשטח מגרש**

אדר' גבראלה נוסבאום

<p>בנייה מאושרת כיום 3 קומות</p> 	<p>מעלית מיועדת לנכים אין שימוש בגגות אין בנייה תת־קרקעית יש חללים כפולים</p>
<p>בנייה תת־קרקעית</p> 	<p>בנייה תת־קרקעית מתחת לבניין ו/או לחצר גובה רב לנפחים גדולים כמו אודיטוריום גובה רגיל לחדרי מחשבים, סדנאות וספרייה חצרות גג עם הצללה מרפסות חצר מקורות בקומות חללים פנימיים כפולים המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>אולם התעמלות עליון קומת כניסה מפולשת</p> 	<p>בנייה תת־קרקעית מתחת לבניין ו/או לחצר גובה רב לנפחים גדולים כמו אודיטוריום גובה רגיל לחדרי מחשבים, סדנאות וספרייה קומת קרקע מפולשת דו־קומתית בחלקה להחדרת אור חללים פנימיים כפולים אולם התעמלות על הגג בבנייה קלה המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג החדרת אור לקומה תת־קרקעית</p>
<p>בנייה מדורגת</p> 	<p>בנייה תת־קרקעית מתחת לבניין ו/או לחצר גובה רב לנפחים גדולים כמו אולמות ספורט וכינוסים קומת קרקע מפולשת חלקית קומה תת־קרקעית ובה אולמות ספורט וכינוסים חלל פנימי תלת־קומתי חלקו תת־קרקעי מרפסות חצר קומתיות לא מקורות חצר גג עם הצללה המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג החדרת אור לקומה התת־קרקעית</p>
	<p>חתכים אופייניים בית ספר יסודי - בנייה במישור - 4 קומות</p>

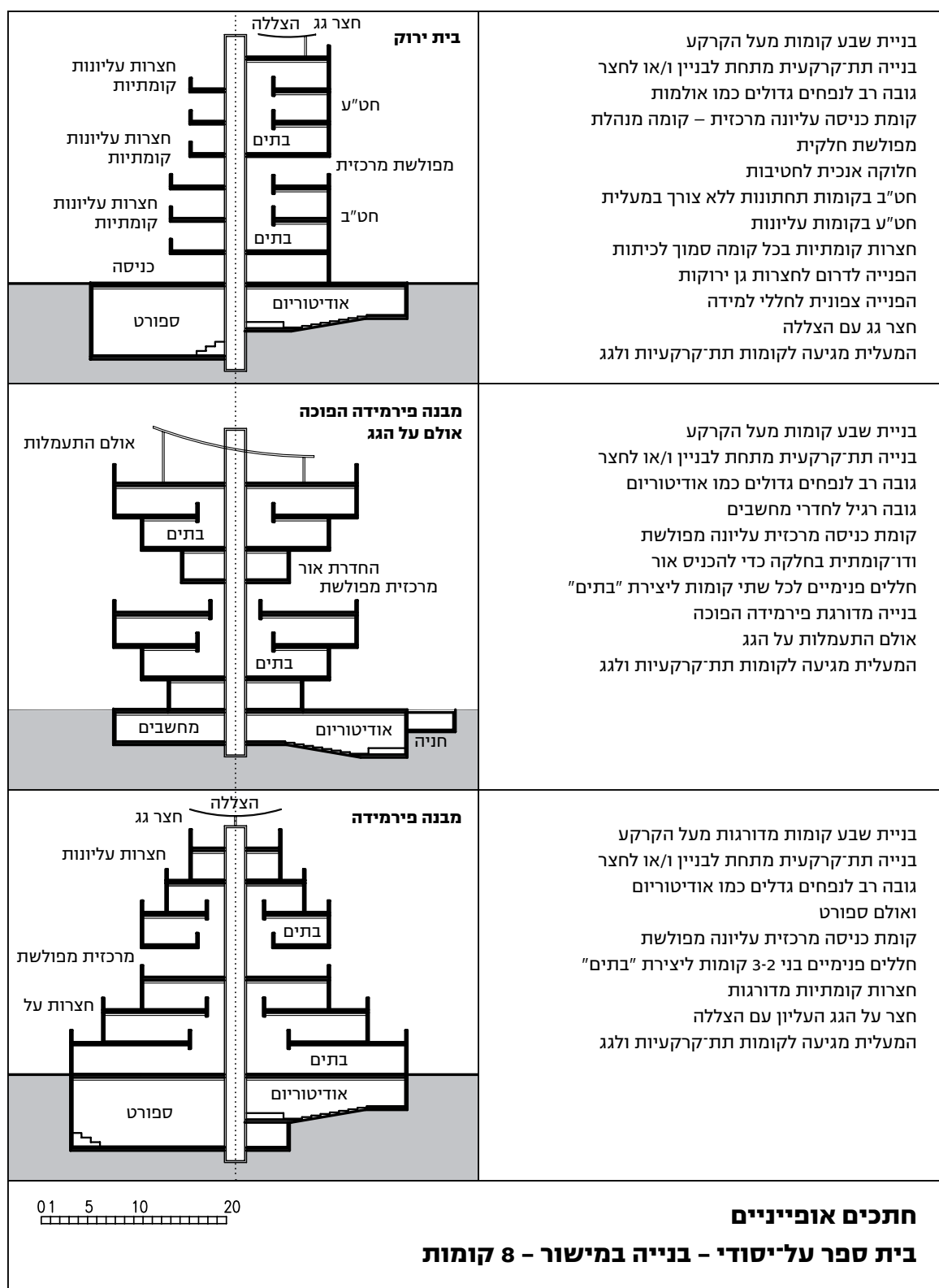
<p>בנייה מאושרת כיום 2-3 קומות בנייה מדורגת בהר</p> 	<p>מעלית מיועדת לנכים אין שימוש בגגות אין שימוש במרפסות מדורגות בקומות יש יציאה ישירה לקרקע משלוש קומות תחתונות</p>
<p>בנייה תת־קרקעית כניסות מפולשות</p> 	<p>בנייה תת־קרקעית מתחת לבניין ו/או לחצר גובה רב לנפחים גדולים כמו אודיטוריום גובה רגיל לחדרי מחשבים, סדנאות וספרייה מרפסות חצר לא מקורות בקומות המדורגות חצר גג עם הצללה קומות כניסה מפולשות חלקית מהן יש עליה וירידה בכל פעם ל־2-3 קומות חלל פנימי כפול בין קומות ליצירת "בית" המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>כניסות מפולשות</p> 	<p>בנייה תת־קרקעית מתחת לבניין ו/או לחצר גובה רב לנפחים גדולים כמו אודיטוריום גובה רגיל לחדרי מחשבים וסדנאות מרפסות חצר לא מקורות בקומות מדורגות מרפסות חצר מקורות בחלקן בגובה רב קומות כניסה מפולשות חלקית אולם התעמלות על הגג בבנייה קלה עליה וירידה בכל פעם ל־2-3 קומות חללים פנימיים דו ותלת־קומתיים ליצירת "בתים" המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>מרכזית מפולשת</p> 	<p>בנייה תת־קרקעית מתחת לבניין ו/או לחצר גובה רב ומפתח רחב לנפחים גדולים כמו אולמות ספורט וכינוסים קומת כניסה מפולשת מרכזית נפתחת לחצר מרפסות חצר מדורגות מקורות קומת כניסה עליונה מפולשת חצר גג עם הצללה עליה וירידה בכל פעם ל־2-3 קומות חללים פנימיים דו־קומתיים בין הקומות. המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>חתכים אופייניים</p> <p>בית ספר יסודי - בנייה בהר - 4 קומות</p> 	

<p>חצרות בגובה</p>	<p>בניית שש קומות מעל הקרקע במקרה שאין אפשרות לבנייה תת־קרקעית קומת כניסה מפולשת חלקית אולם התעמלות על הגג מרפסות דו קומתיות מקורות חלקית הצללה על הגג המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>בנייה תת־קרקעית</p>	<p>בניית חמש קומות מעל הקרקע בנייה תת־קרקעית מתחת לבניין ו/או לחצר גובה רב לאולם כינוסים גובה רגיל לחדרי מחשבים קומת כניסה דו־קומתית ומפולשת חלקית חלל פנימי מרכזי פונה לפנינים הבניין החדרת אור לקומה תת־קרקעית חצר גג עם הצללה המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>חצר גג פנימית</p>	<p>בניית חמש קומות מעל הקרקע בנייה תת־קרקעית מתחת לבניין ו/או לחצר גובה רב לאולם כינוסים גובה רגיל לחדרי מחשבים קומת כניסה מפולשת בחלקה דו־קומתית חצר גג פנימית עם הצללה חללים פנימיים דו־קומתיים ליצירת "בתים" החדרת אור לקומה תת־קרקעית המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>מבנה מדורג</p>	<p>בניית חמש קומות מעל הקרקע בנייה תת־קרקעית מתחת לבניין ו/או לחצר גובה רב לאולמות ספורט וכינוסים קומת כניסה מפולשת חצרות במרפסות מדורגות לא מקורות חצרות במרפסות מקורות בקומות החדרת אור לקומת תת־קרקעית חללים דו־קומתיים ליצירת "בתים" חצר גג עם הצללה המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>01 5 10 20</p>	<p>חתיכים אופייניים</p> <p>בית ספר 18 כיתות ומעלה - בנייה במישור - 6 קומות</p>

<p>חצרות בגובה</p> 	<p>בניית שש קומות מעל מפלס הקרקע הנמוך במקרה שאין אפשרות לבנייה תת־קרקעית מעבר לנדרש משיפועי הקרקע</p> <p>קומות כניסה מפולשות חד ודו־קומתיות מרפסות מקורות חד ודו־קומתיות חלל פנימי דו ותלת־קומתי ליצירת "בתים" חצר גג עם הצללה</p>
<p>אולמות תת־קרקעיים</p> 	<p>בניית שש קומות מעל מפלס הקרקע הנמוך בנייה תת־קרקעית בשני מפלסים מתחת לבניין ו/או לחצר</p> <p>נפחים גדולים מתח לקרקע כמו אולמות ספורט וכינוסים קומות מפולשות חלקן דו־קומתיות בכניסות מרפסות חצר מקורות ולא מקורות חצר גג עם הצללה המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>חצרות גג</p> 	<p>בניית חמש קומות מעל מפלס הקרקע הנמוך בנייה תת־קרקעית בשני מפלסים מתחת לבניין ו/או לחצר</p> <p>נפחים גדולים מתחת לקרקע כמו אולמות ספורט וכינוסים קומת קרקע מפולשת בגובה של קומה וחצי כניסה קהילתית לאולם הספורט חללים פנימיים דו־קומתיים ליצירת "בתים" חצרות גג עם הצללה המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>מפולשת מדורגת</p> 	<p>בניית חמש קומות מעל מפלס הקרקע הנמוך בנייה תת־קרקעית מתחת לבניין ו/או לחצר נפחים גדולים מתחת לקרקע קומת קרקע מפולשת בגובה של קומה וחצי כניסות לבניין משני מפלסים שונים יצירת רצף של שטחים מדורגים מקורים לפעילות חוץ מתחת לבניין חללים פנימיים דו־קומתיים חצר גג עם הצללה המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>01 5 10 20</p> <p>חתכים אופייניים</p> <p>בית ספר 18 כיתות ומעלה - בנייה בהר - 6 קומות</p>	

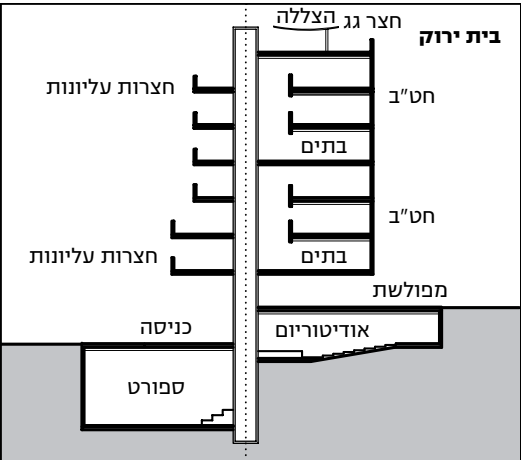
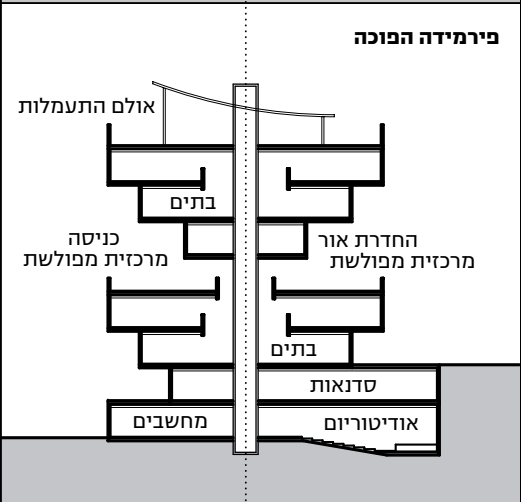
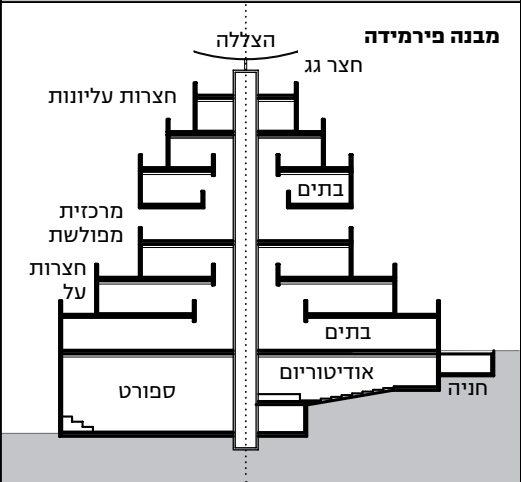
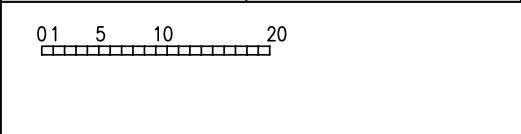
<p>מבנה מנסרה</p>	<p>בניית שמונה קומות מעל הקרקע במקרה שאין אפשרות לבנייה תת־קרקעית קומת כניסה מפולשת נסוגה על מנת להכניס אור חללים פנימיים לכל 2-3 קומות מרפסות חצר בקומות אמצעיות מקורות בגובה על מנת להכניס שמש חצר גג עם הצללה יצירת גושים בגובה המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>מפולשת מרכזית</p>	<p>בניית שבע קומות מעל הקרקע בנייה תת־קרקעית מתחת לבניין ו/או לחצר קומת כניסה מרכזית עליונה מפולשת ובחלקה דו־קומתית כדי להכניס אור חללים פנימיים לכל שתי קומות ליצירת "בתים" אולם התעמלות על הגג המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>שתי קומות מפולשות</p>	<p>בניית שבע קומות מעל הקרקע בנייה תת־קרקעית מתחת לבניין ו/או לחצר קומת כניסה ראשית במפלס תחתון מפולשת ודו־קומתית בחלקה כדי להכניס אור קומת כניסה משנית במפלס עליון מפולשת ודו־קומתית בחלקה כדי להכניס אור חללים פנימיים לכל שתי קומות ליצירת "בתים" חצרות קומתיות בקומות עליונות חצרות גג עם הצללה המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>01 5 10 20</p>	<p>חתכים אופייניים בית ספר עליסודי - בנייה במישור - 8 קומות</p>

<p>מבנה מנסרה אולם התעמלות על הגג</p>	<p>בניית שבע קומות מעל הקרקע במקרה שאין אפשרות לבנייה תת־קרקעית קומת כניסה מפולשת נסוגה כדי להכניס אור חללים פנימיים לכל שלוש קומות ליצירת "בתים" מרפסות חצר בקומות אמצעיות מקורות בגובה אולם ספורט על הגג יצירת "גושים" לאורך גובה הבניין</p>
<p>מבנה מרכזי</p>	<p>בניית שבע קומות מעל הקרקע בנייה תת־קרקעית מתחת לבניין ו/או לחצר גובה רב לחללים גדולים כמו אולמות ספורט וכינוסים קומת כניסה מפולשת מרכזית דו־קומתית כדי להכניס אור חללים פנימיים לכל 2-3 קומות ליצירת "בתים" חצרות גג עם הצללה המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>מבנה רדיאלי מדורג</p>	<p>בניית שבע קומות מעל הקרקע בנייה תת־קרקעית מתחת לבניין ו/או לחצר גובה רב לנפחים גדולים כמו אולמות ספורט וכינוסים קומת כניסה במפלס תחתון מפולשת נפתחת אל החלל הפנימי המדורג של הבניין אולמות ספורט וכינוסים תת־קרקעיים החדרת אור לקומות תת־קרקעיות חצרות גג עם הצללה חצרות קומתיות מדורגות לא מקורות המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>01 5 10 20</p>	<p>חתכים אופייניים בית ספר על־יסודי - בנייה במישור - 8 קומות</p>



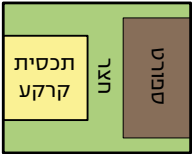
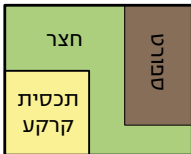
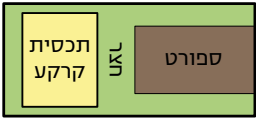
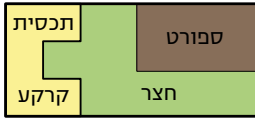
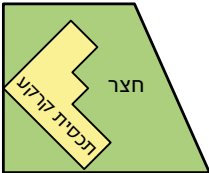
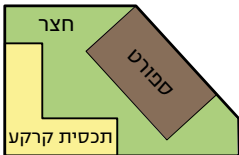

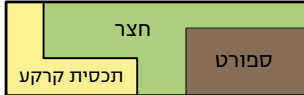
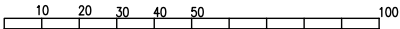
<p>מבנה מנסרה</p>	<p>בניית שבע קומות מעל הקרקע במקרה שאין אפשרות לבנייה תת־קרקעית מעבר לנדרש משיפועי הקרקע ניצול הפרשי המפלסים לנפחים גדולים כמו אולמות ספורט וכינוסים קומת כניסה מפולשת נסוגה להכנסת אור חללים פנימיים לכל 2-3 קומות ליצירת "בתים" מרפסות חצר בקומות אמצעיות מקורות בגובה יצירת גושים אנכיים לאורך הבניין חצר גג עם הצללה המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>מפולשת מרכזית</p>	<p>בניית שבע קומות מעל הקרקע בנייה תת־קרקעית מתחת לבניין ו/או לחצר ניצול הפרשי מפלסים לנפחים גדולים כמו אולמות ספורט וכינוסים קומת כניסה מפולשת חלקית קומה מרכזית מפולשת חלקית נסוגה בגובה חללים פנימיים בני 2-3 קומות ליצירת "בתים" חצרות עם הצללה על הגג המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>מנסרה מדורגת</p>	<p>בניית שבע קומות מעל הקרקע בנייה תת־קרקעית מתחת לבניין ו/או לחצר ניצול הפרשי מפלסים לנפחים גדולים כמו אולמות ספורט וכינוסים קומת כניסה ראשית מפולשת חלקית קומת כניסה משנית מפולשת נסוגה בגובה כדי להכניס אור חצר מרכזית בגובה חלקה דו קומתית חללים פנימיים בני 2-3 קומות ליצירת "בתים" חצרות קומתיות בקומות עליונות חצרות גג עם הצללה המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>01 5 10 20</p>	<p>חתכים אופייניים בית ספר על-יסודי - בנייה בהר - 8 קומות</p>

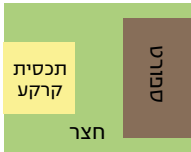
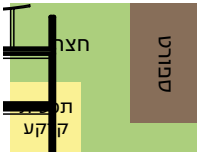
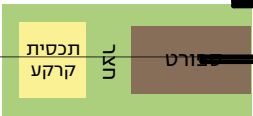
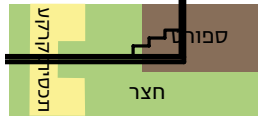

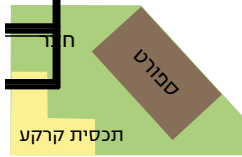

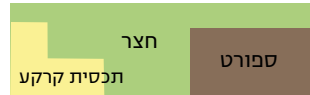
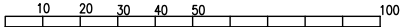
<p>אולם על הגג</p>	<p>בניית שבע קומות מעל הקרקע במקרה שאין אפשרות לבנייה תת־קרקעית מעבר לנדרש לפי הפרשי המפלסים ניצול הפרשי המפלסים לנפחים גדולים כמו אודיטוריום קומת כניסה מפולשת חלקית להכנסת אור חללים פנימיים לכל 2-3 קומות ליצירת "בתים" מרפסות חצר בקומות אמצעיות חצרות מקורות בגובה אולם התעמלות על הגג בבנייה קלה המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>מפולשת מדורגת</p>	<p>בניית שבע קומות מעל הקרקע בנייה תת־קרקעית מתחת לבניין ו/או לחצר בשני מפלסים קומת קרקע מפולשת בגובה קומה וחצי מקשרת בין המפלסים יצירת רצף של שטחים מדורגים מקורים לפעילות חוץ מתחת לבניין חללים פנימיים לכל 2-3 קומות ליצירת "בתים" חצרות גג עם הצללה המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>רדאלי מדורג</p>	<p>בניית שבע קומות מעל הקרקע בנייה תת־קרקעית מתחת לבניין ו/או לחצר גובה רב לנפחים גדולים כמו אולמות קומת כניסה מפולשת תחתונה נפתחת לחלל הפנימי המדורג של הבניין אולמות ספורט וכינוסים תת־קרקעיים החדרת אור לקומות תת־קרקעיות חצרות גג עם הצללה חצרות קומתיות מדורגות לא מקורות המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
<p>01 5 10 20</p>	<p>חתכים אופייניים בית ספר על־יסודי - בנייה בהר - 8 קומות</p>

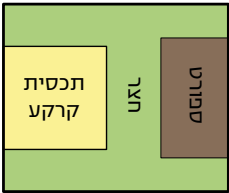
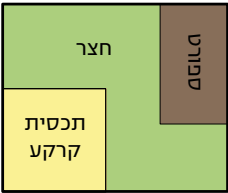
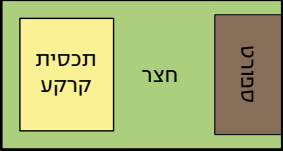
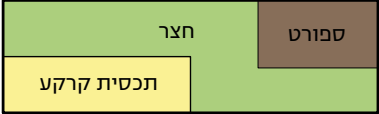
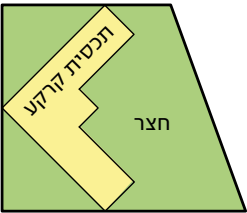

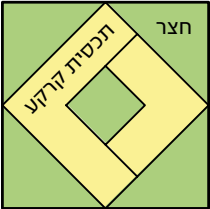

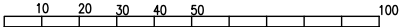
	<p>בניית שבע קומות מעל הקרקע בנייה תת־קרקעית מתחת לבניין ו/או לחצר גובה רב לנפחים גדולים כמו אולמות קומת כניסה מפולשת חלקית קומת מרכזית מנהלת מפולשת חלוקה אנכית לחטיבות חט"ב בקומות תחתונות ללא צורך במעלית חט"ע בקומות עליונות חצרות קומתיות בכל קומה סמוך לכיתות הפנייה לדרום לחצרות גן ירוקות הפנייה לצפון לחללי למידה חצר על הגג עם הצללה המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
	<p>בניית שבע קומות מעל הקרקע בנייה תת־קרקעית מתחת לבניין ו/או לחצר גובה רב לנפחים גדולים כמו אודיטוריום גובה רגיל לחדרי מחשבים קומת כניסה מרכזית עליונה מפולשת דו־קומתית בחלקה כדי להכניס אור חללים פנימיים לכל 2-3 קומות ליצירת "בתים" בנייה מדורגת פירמידה הפוכה אולם התעמלות על הגג בבנייה קלה המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
	<p>בניית שבע קומות מדורגות מעל הקרקע בנייה תת־קרקעית מתחת לבניין ו/או לחצר גובה רב לנפחים גדולים כמו אודיטוריום ואולמות ספורט קומת כניסה מרכזית עליונה מפולשת חללים פנימיים לכל 2-3 קומות ליצירת "בתים" חצרות קומתיות מדורגות חצר על הגג העליון עם הצללה המעלית מגיעה לקומות תת־קרקעיות ולגג</p>
	<p>חתכים אופייניים בית ספר עליסודי - בנייה בהר - 8 קומות</p>

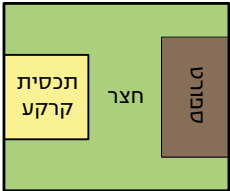
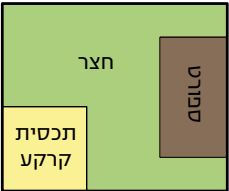
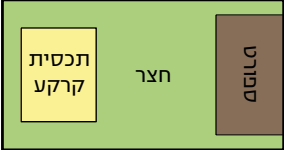

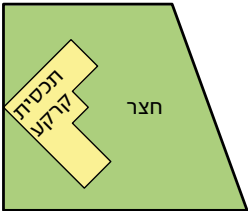
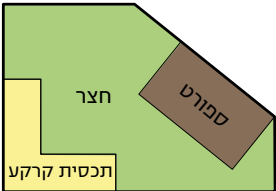
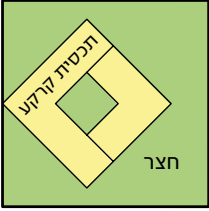
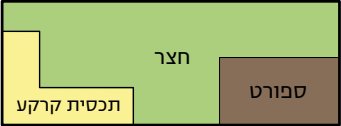
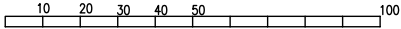


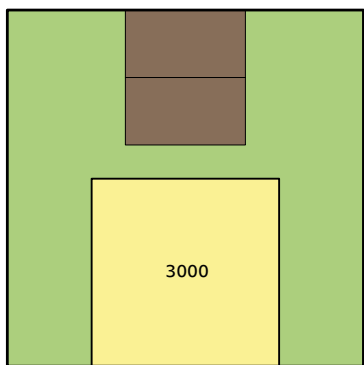
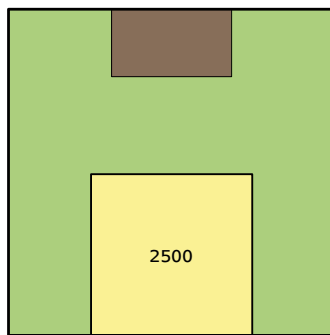
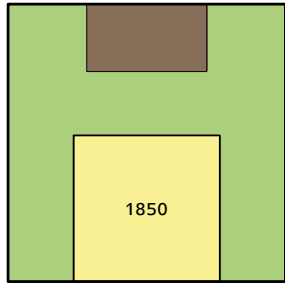
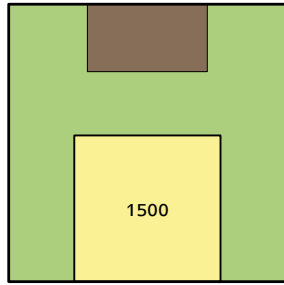
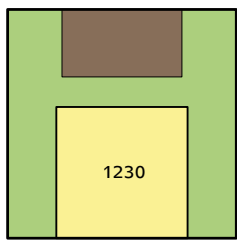
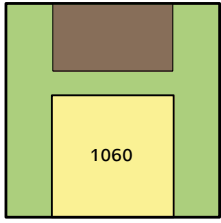
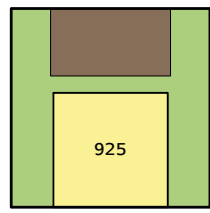


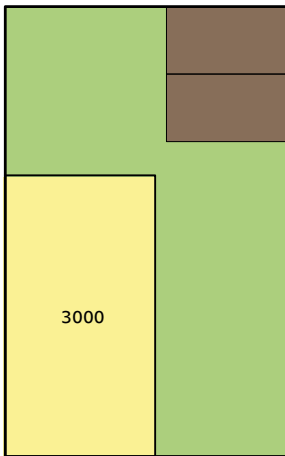
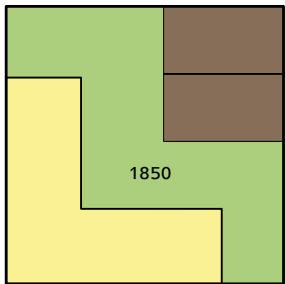
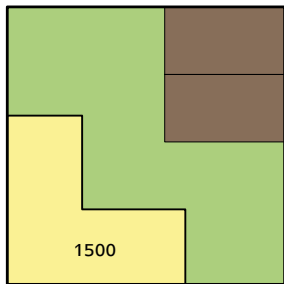
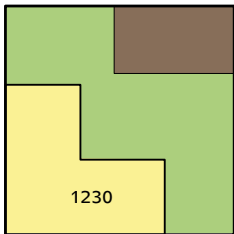
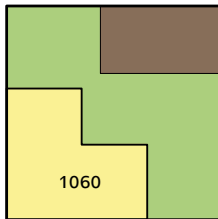
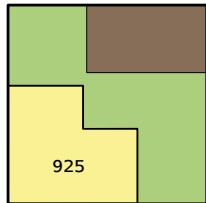
<p>שטח מבנה 2,000 מ"ר בנייה ב־4 קומות כל קומה 500 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 50/40 מ'</p>  <p>קו בניין 0 לכיוון החזית מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר כ־924 מ"ר</p>	<p>שטח מבנה 2,000 מ"ר בנייה ב־4 קומות כל קומה 500 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 50/40 מ'</p>  <p>קו בניין 0 לכיוון שתי חזיתות מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר כ־924 מ"ר</p>
<p>שטח מבנה 2,000 מ"ר בנייה ב־4 קומות כל קומה 500 מ"ר בממוצע</p> <p>שטח מגרש 67/30 מ'</p>  <p>קו בניין 0 לכיוון החזית מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר כ־924 מ"ר</p>	<p>שטח מבנה 2,000 מ"ר בנייה ב־4 קומות כל קומה 500 מ"ר בממוצע</p> <p>שטח מגרש 67/30 מ'</p>  <p>קו בניין 0 לכיוון שלוש חזיתות מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר כ־924 מ"ר</p>
<p>שטח מבנה 2,000 מ"ר בנייה ב־4 קומות כל קומה 500 מ"ר בממוצע</p> <p>שטח מגרש 35/55-30 מ'</p>  <p>מגרש טרפז העמדה אלכסונית ללא מגרש ספורט בחצר שטח חצר כ־1,500 מ"ר</p>	<p>שטח מבנה 2,000 מ"ר בנייה ב־4 קומות כל קומה 500 מ"ר בממוצע</p> <p>שטח מגרש 35/63-30 מ'</p>  <p>מגרש לא רגולרי קו בניין 0 לכיוון שתי חזיתות מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר כ־924 מ"ר</p>
<p>שטח מבנה 2,000 מ"ר בנייה ב־4 קומות מבנה מדורג</p> <p>שטח מגרש 45/45 מ'</p>  <p>מגרש ריבועי העמדה אלכסונית חצר פנימית ללא מגרש ספורט שטח חצר כ־1,500 מ"ר</p>	<p>שטח מבנה 2,000 מ"ר בנייה ב־4 קומות כל קומה 500 מ"ר בממוצע</p> <p>שטח מגרש 25/80 מ'</p>  <p>מגרש מלבני צר וארוך קו בניין 0 לשתי חזיתות מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר כ־924 מ"ר</p>
<p>מגרשים אופייניים - שטח מגרש 2,000 מ"ר</p> <p>בנייה במישור - 4 קומות</p> 	

<p>שטח מבנה 2,000 מ"ר בנייה ב־6 קומות כל קומה 350 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 50/40 מ'</p> <p>קו בניין 0 לכיוון החזית מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר כ־1,074 מ"ר</p> 	<p>שטח מבנה 2,000 מ"ר בנייה ב־6 קומות כל קומה 350 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 50/40 מ'</p> <p>קו בניין 0 לכיוון שתי חזיתות מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר כ־1,074 מ"ר</p> 
<p>שטח מבנה 2,000 מ"ר בנייה ב־6 קומות כל קומה 350 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 67/30 מ'</p> <p>קו בניין 5 מ' לכיוון החזית ולצדדים מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר כ־1,074 מ"ר</p> 	<p>שטח מבנה 2,000 מ"ר בנייה ב־6 קומות כל קומה 350 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 67/30 מ'</p> <p>קו בניין 0 לכיוון שלוש חזיתות מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר כ־1,074 מ"ר</p> 
<p>שטח מבנה 2,000 מ"ר בנייה ב־6 קומות כל קומה 350 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 55-35/45 מ'</p> <p>מגרש טרפז העמדה אלכסונית חצר פנימית ללא מגרש ספורט בחצר שטח חצר כ־1,650 מ"ר</p> 	<p>שטח מבנה 2,000 מ"ר בנייה ב־6 קומות כל קומה 350 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 50/40 מ'</p> <p>מגרש לא רגולרי קו בניין 0 לשתי חזיתות מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר כ־1,074 מ"ר</p> 
<p>שטח מבנה 2,000 מ"ר בנייה ב־6 קומות כל קומה 350 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 45/45 מ'</p> <p>מגרש ריבועי העמדה אלכסונית חצר פנימית ללא מגרש ספורט בחצר שטח חצר כ־1,650 מ"ר</p> 	<p>שטח מבנה 2,000 מ"ר בנייה ב־6 קומות כל קומה 350 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 25/80 מ'</p> <p>מגרש מלבני – צר וארוך קו בניין 0 לשתי חזיתות מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר כ־1,074 מ"ר</p> 
<p align="center">מגרשים אופייניים – שטח מגרש 2,000 מ"ר בנייה במישור – 6 קומות</p> 	

<p>שטח מבנה 3,000 מ"ר בנייה ב־4 קומות כל קומה 750 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 50/60 מ'</p> <p>קו בניין 0 לכיוון החזית מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר כ־1,674 מ"ר</p> 	<p>שטח מבנה 3,000 מ"ר בנייה ב־4 קומות כל קומה 750 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 50/60 מ'</p> <p>קו בניין 0 לכיוון שתי חזיתות מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר כ־1,674 מ"ר</p> 
<p>שטח מבנה 3,000 מ"ר בנייה ב־4 קומות כל קומה 750 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 50/60 מ'</p> <p>קו בניין 5 לכיוון החזית והצדדים מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר כ־1,674 מ"ר</p> 	<p>שטח מבנה 3,000 מ"ר בנייה ב־4 קומות כל קומה 750 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 50/60 מ'</p> <p>קו בניין 0 לכיוון שתי חזיתות מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר כ־1,674 מ"ר</p> 
<p>שטח מבנה 3,000 מ"ר בנייה ב־6 קומות כל קומה 500 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 65-45/55 מ'</p> <p>מגרש טרפז העמדה אלכסונית ללא מגרש ספורט בחצר שטח חצר כ־2,250 מ"ר</p> 	<p>שטח מבנה 3,000 מ"ר בנייה ב־4 קומות כל קומה 750 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 86/35 מ'</p> <p>מגרש מלבני צר וארוך, קו בניין 0 לכיוון שלוש חזיתות מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר כ־1,674 מ"ר</p> 
<p>שטח מבנה 3,000 מ"ר בנייה ב־4 קומות כל קומה 750 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 55/55 מ'</p> <p>מגרש ריבועי העמדה אלכסונית חצר פנימית ללא מגרש ספורט שטח חצר כ־1,650 מ"ר</p> 	<p>שטח מבנה 3,000 מ"ר בנייה ב־4 קומות כל קומה 750 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 90/33 מ'</p> <p>מגרש מלבני צר וארוך, קו בניין 0 לשתי חזיתות מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר כ־1,674 מ"ר</p> 
<p>מגרשים אופייניים - שטח מגרש 3,000 מ"ר</p> <p>בנייה במישור - 4 קומות</p> 	

<p>שטח מבנה 3,000 מ"ר בנייה ב־6 קומות, כל קומה 500 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 50/60 מ'</p> <p>קו בניין 0 לכיוון החזית מגרש ספורט בחצר שטח חצר 1,924 מ"ר</p> 	<p>שטח מבנה 3,000 מ"ר בנייה ב־6 קומות, כל קומה 500 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 50/60 מ'</p> <p>קו בניין 0 לכיוון שתי חזיתות מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר 1,924 מ"ר</p> 
<p>שטח מבנה 3,000 מ"ר בנייה ב־6 קומות, כל קומה 500 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 67/30 מ'</p> <p>קו בניין 5 מ' לכיוון שלוש חזיתות; מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר כ־1,924 מ"ר</p> 	<p>שטח מבנה 3,000 מ"ר בנייה ב־6 קומות, כל קומה 500 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 67/30 מ'</p> <p>קו בניין 0 לכיוון שלוש חזיתות מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר 1,924 מ"ר</p> 
<p>שטח מבנה 3,000 מ"ר בנייה ב־6 קומות מבנה מדורג</p> <p>מגרש 65-45/55 מ'</p> <p>מגרש טרפז ללא מגרש ספורט בחצר שטח חצר כ־2,200 מ"ר</p> 	<p>שטח מבנה 3,000 מ"ר בנייה ב־6 קומות, כל קומה 500 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 73-35/50-20 מ'</p> <p>מגרש לא רגולרי; קו בניין 0 לשתי חזיתות; מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר; שטח חצר כ־1,924 מ"ר</p> 
<p>שטח מבנה 3,000 מ"ר בנייה ב־6 קומות מבנה מדורג</p> <p>מגרש 45/45 מ'</p> <p>מגרש ריבועי ללא מגרש ספורט בחצר שטח חצר כ־2,200 מ"ר</p> 	<p>שטח מבנה 3,000 מ"ר בנייה ב־6 קומות, כל קומה 500 מ"ר בממוצע</p> <p>מגרש 25/80 מ'</p> <p>מגרש מלבני – צר וארוך קו בניין 0 לשתי חזיתות מגרש ספורט בחצר 576 מ"ר שטח חצר כ־1,924 מ"ר</p> 
<p>מגרשים אופייניים – שטח מגרש 3,000 מ"ר</p> <p>בנייה במישור – 6 קומות</p> 	

<p>שטח מגרש 95/95 מ' כ־9000 מ"ר / שטח מבנה מעל הקרקע 9,000 מ"ר / בנייה ב־3 קומות / תכנית קרקע 3,000 מ"ר / מגרש ספורט 1,150 מ"ר / חצר משחקים 4,850 מ"ר</p> 	<p>שטח מגרש 87/87 מ' כ־7,500 מ"ר / שטח מבנה מעל הקרקע 7,500 מ"ר / מתחת לקרקע 1,500 מ"ר / בנייה ב־3 קומות / תכנית קרקע 2,500 מ"ר / מגרש ספורט 1,150 מ"ר / חצר משחקים 4,850 מ"ר</p> 	
<p>שטח מגרש 84/84 מ' כ־5,500 מ"ר / שטח מבנה מעל הקרקע 7,500 מ"ר / בנייה ב־4 קומות / תכנית קרקע 1,850 מ"ר / מגרש ספורט 1,150 מ"ר / חצר משחקים 2,500 מ"ר</p> 	<p>שטח מגרש 74/74 מ' כ־4,500 מ"ר / שטח מבנה מעל הקרקע 7,500 מ"ר / בנייה ב־5 קומות / תכנית קרקע 1,500 מ"ר / מגרש ספורט 1,150 מ"ר / חצר משחקים 1,850 מ"ר</p> 	
<p>שטח מגרש 61/61 מ' כ־3,700 מ"ר / שטח מבנה מעל הקרקע 7,500 מ"ר / בנייה ב־6 קומות / תכנית קרקע 1,230 מ"ר / מגרש ספורט 1,150 מ"ר / חצר משחקים 1,320 מ"ר</p> 	<p>שטח מגרש 57/57 מ' כ־3,200 מ"ר / שטח מבנה מעל הקרקע 7,500 מ"ר / בנייה ב־7 קומות / תכנית קרקע 1,060 מ"ר / מגרש ספורט 1,150 מ"ר / חצר משחקים 990 מ"ר</p> 	<p>שטח מגרש 53/53 מ' כ־2,800 מ"ר / שטח מבנה מעל הקרקע 7,500 מ"ר / בנייה ב־8 קומות / תכנית קרקע 925 מ"ר / מגרש ספורט 1,150 מ"ר / חצר משחקים 725 מ"ר</p> 
<p align="center">מגרשים אופייניים - 36 כיתות - בית ספר על-יסודי</p> <p align="center">בנייה במישור - 3-8 קומות</p> <div><div><div>10</div><div>20</div><div>30</div><div>40</div><div>50</div><div>100</div></div></div>		

<p>שטח מגרש 95/95 מ' כ־9000 מ"ר / שטח מבנה מעל הקרקע 9,000 מ"ר / בנייה ב־3 קומות / תכנית קרקע 3,000 מ"ר / מגרש ספורט 1,150 מ"ר / חצר משחקים 4,850 מ"ר</p> 	<p>שטח מגרש 87/87 מ' כ־7,500 מ"ר / שטח מבנה מעל הקרקע 7,500 מ"ר / מתחת לקרקע 1,500 מ"ר / בנייה ב־3 קומות / תכנית קרקע 2,500 מ"ר / מגרש ספורט 1,150 מ"ר / חצר משחקים 4,850 מ"ר</p> 	
<p>שטח מגרש 84/84 מ' כ־5,500 מ"ר / שטח מבנה מעל הקרקע 7,500 מ"ר / בנייה ב־4 קומות / תכנית קרקע 1,850 מ"ר / מגרש ספורט 1,150 מ"ר / חצר משחקים 2,500 מ"ר</p> 	<p>שטח מגרש 74/74 מ' כ־4,500 מ"ר / שטח מבנה מעל הקרקע 7,500 מ"ר / בנייה ב־5 קומות / תכנית קרקע 1,500 מ"ר / מגרש ספורט 1,150 מ"ר / חצר משחקים 1,850 מ"ר</p> 	
<p>שטח מגרש 61/61 מ' כ־3,700 מ"ר / שטח מבנה מעל הקרקע 7,500 מ"ר / בנייה ב־6 קומות / תכנית קרקע 1,230 מ"ר / מגרש ספורט 1,150 מ"ר / חצר משחקים 1,320 מ"ר</p> 	<p>שטח מגרש 57/57 מ' כ־3,200 מ"ר / שטח מבנה מעל הקרקע 7,500 מ"ר / בנייה ב־7 קומות / תכנית קרקע 1,060 מ"ר / מגרש ספורט 1,150 מ"ר / חצר משחקים 990 מ"ר</p> 	<p>שטח מגרש 53/53 מ' כ־2,800 מ"ר / שטח מבנה מעל הקרקע 7,500 מ"ר / בנייה ב־8 קומות / תכנית קרקע 925 מ"ר / מגרש ספורט 1,150 מ"ר / חצר משחקים 725 מ"ר</p> 
<p align="center">מגרשים אופייניים - 36 כיתות - בית ספר על-יסודי בנייה במישור - 3-8 קומות</p> <div><div><div>10</div><div>20</div><div>30</div><div>40</div><div>50</div><div>100</div></div><div></div></div>		

נספח יב.2

בנייה של מוסדות חינוך אנכיים – ההיבט הכלכלי

ד"ר דן סגל, הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל, חיפה

1. מבוא

גידול האוכלוסייה בערים הגדולות והגידול הצפוי באוכלוסיית הילדים עתידים לעורר ביקוש מוגבר למוסדות חינוך בערים אלה. בעקבות המחסור הקיים והצפוי בקרקעות הדרושות להקמתם של מוסדות חינוך במרכזי הערים הגדולות, משרד החינוך ועיריות הערים הגדולות שוקלים בנייה של מוסדות חינוך אנכיים. החלופה של הבנייה לגובה מאפשרת חיסכון בקרקע, כיוון ששטח הקרקע הדרוש להקמתו של מוסד חינוכי בבניין בן 4-8 קומות קטן יותר משטח הקרקע הדרוש להקמתו בבניין בן 3-4 קומות, כאשר מדובר ב"קיבולת מוגדרת" של תלמידים או באותו מספר של כיתות לימוד.

עם זאת, החלופה של בנייה לגובה מאופיינת בעלויות השקעה ראשוניות ועלויות שימוש שוטפות גדולות יותר מאלה של בנייה נמוכה, ויש לה גם השפעות חינוכיות, סביבתיות, חברתיות ואחרות, המפורטות בדוח המחקר. בהתחשב בעלויות הראשוניות והשוטפות הגבוהות ובהשלכות הכלכליות הנוספות על כל ההשפעות האחרות של בנייה של מוסדות חינוך אנכיים, יש לקבוע פרמטרים כלכליים הכרוכים בהקמתם של בנייני חינוך בני 4-8 קומות, בהשוואה להקמתם של מוסדות חינוך בבניינים "רגילים" בני שלוש קומות לכל היותר. ההיבט הכלכלי הוא אחד ההיבטים שיש להביא בחשבון בבחירת החלופה העדיפה.

2. הפרמטרים הכלכליים

מטרת הפרק הכלכלי של המחקר הנוכחי היא לנתח את ההשלכות הכלכליות של הקמתם והפעלתם של בנייני חינוך גבוהים בהשוואה לבנייני חינוך "רגילים". כלומר, המטרה היא לקבוע את העלויות והתועלות של בניינים גבוהים בני 4-8 קומות לעומת בנייני חינוך "רגילים" שגובהם עד שלוש קומות, ולהגדיר את הפרמטרים הכלכליים הדרושים לניתוח הכלכלי.

כדי לקבל החלטה כלכלית נכונה, אין להתייחס רק ל"עלויות ההשקעה הראשוניות" של הבניין, אלא גם ל"עלויות השימוש השוטפות". סכום שני סוגי העלויות מהווה את "עלויות מחזור החיים" של הבניין.

“עלויות ההשקעה הראשונית” המושפעות, במידה זו או אחרת, מגובה הבניין הן:

- עלות הקרקע ו/או שימושה החליפי
- עלויות התכן
- עלויות ההקמה
- עלויות המימון
- עלויות תקורה למיניהן

עלויות הקרקע – כאשר מדובר בפרויקט נדל”ן כלכלי, כגון מבנה מגורים או מבנה מסחרי, ואפשר להגדיל את אחוזי הבנייה מבלי לשנות את מחיר הקרקע – ככל שהבניין יהיה גבוה יותר, כך עלות הקרקע למ”ר בנוי או ליחידת דיור תהיה קטנה יותר. אבל במקרה של מוסדות חינוך עירוניים, עלות הקרקע אינה רלוונטית והפרמטר החשוב הוא זמינות הקרקע המיועדת למבני ציבור ו/או השימושים החליפיים בקרקע.

עלויות התכן – בבניינים גבוהים דרושים מרכיבים נוספים, כגון מעליות ומערכות שירות ותשתית מיוחדות, ודרישות תכן להבטחת עמידות המבנים ברעידות אדמה ובכוחות רוח.

עלויות ההקמה – כוללות את עלויות עבודות השלד, הגימור, המבנה התחתון ועלויות מערכות השירות והתשתית, וכל אחד מהמרכיבים האלה עשוי להשתנות עם גובה הבניין.

עלויות המימון – עלויות אלה הן פונקציה של משך הזמן הדרוש להקמת הבניין. מאחר שהקמתו של בניין גבוה עשויה להיות ממושכת יותר מהקמתו של בניין נמוך, יש צורך במימון ביניים נרחב וממושך יותר.

עלויות התקורה – כוללות עלויות בלתי ישירות, שהן פונקציה של משך ההקמה של הבניין. מאחר שמשך ההקמה של בניין גבוה עשוי להיות ארוך יותר ממשך ההקמה של בניין נמוך, גם עלויות אלו עשויות להשתנות עם גובה הבניין.

“עלויות השימוש השוטפות” העיקריות, המושפעות במידה זו או אחרת מגובה הבניין:

- עלויות האנרגיה לחימום, לקירור, לתאורה, להפעלת מעליות ועוד
- עלויות כוח האדם לשמירה, לפיקוח על הסדר, להפעלת המעליות ועוד
- עלויות הניקיון
- עלויות האחזקה והתיקונים

בנוסף לרוב העלויות המוזכרות לעיל, שהן מוחשיות (כלומר, ניתנות למדידה בכסף), יש גם עלויות לא מוחשיות, שאינן ניתנות למדידה בכסף. כאלה הם עלויות והפסדים הנובעים מתופעות שיש להן השפעות שליליות כגון רעש, חוסר נוחות, סיכון ועוד. עלויות לא מוחשיות אחדות ניתנות למדידה בכסף בעקיפין, באמצעות ההשקעות הראשוניות ו/או ההוצאות השוטפות הנדרשות כדי לבטל או לצמצם את ההשפעות השליליות (בידוד אקוסטי, מערכות בטיחות מיוחדות, שמירה ופיקוח, ניהול אחזקה ועוד). אבל יש גם עלויות לא מוחשיות שלא ניתנות למדידה בכסף (חוסר נוחות, סביבה מעיקה וכד’). אף שלא כל העלויות הלא מוחשיות ניתנות למדידה ולכימות, יש להביאן בחשבון בבחירת החלופה העדיפה.

גם את התועלת מהבניין ניתן לחלק לתועלת מוחשית ומדידה ולתועלת לא מדידה. במקרה של בניין חינוכי גבוה, התועלת המדידה יכולה לנבוע מחיסכון בקרקע כתוצאה מבנייה של אותו שטח תפקודי במבנה שתכסית הקרקע שלו קטנה יותר. התועלת הלא מדידה יכולה לנבוע מהשרות המשופר, הנוחיות או ההנאה של המשתמשים מהנוף וכד'. בדוח מוצגות חלופות תכן רבות של בנייני חינוך גבוהים במגרשים אופקיים או משופעים. בכל מגרש אפשר להציע, עבור אותו גודל של שטח תפקודי עיקרי, כמה חלופות תכן הנבדלות זו מזו בצורות הבניינים השונות שיוצרות קומות ביניים מפולשות או מפולשות חלקית ומאפשרות ניצול הגגות למיקום פונקציות שונות. בנוסף על כך, מאחר שהפרמטרים המאפיינים כל מגרש נתון מכתיבים פתרונות תכן מיוחדים, התחשבות בפרמטרים כגון צורת המגרש (מרובע, מלבני וכו'), שיפועו, מיקומו ביחס לרחוב או לרחובות סמוכים וסוג הקרקע (סלע, חול וכו'), מאפשרת מספר רב של חלופות תכן והיקפים שונים של בנייה תת-קרקעית (מתחת לבניין או מתחת לחצר). כתוצאה מכך אפשר לצפות לשוני רב בעלויות ובתועלות המאפיינות את החלופות הנ"ל למ"ר של שטח תפקודי או לכיתת לימוד.

לסיכום, מבחינה כלכלית, גם ללא התחשבות בעלותו הבסיסית של המגרש "הציבורי" הנתון, ואפילו בהזנחת עלותו הבסיסית, אפשר להציג פרוגרמה מוגדרת על מגרש נתון באמצעות מספר רב של חלופות תכן, כאשר בכל אחת מהחלופות הנ"ל צפויות עלויות ותועלות שונות הנובעות רק מפתרונות התכן השונים.

3. הניתוח הכלכלי

בהתחשב בפרמטרים הרבים המשפיעים על התכן, על עלויות ההשקעה הראשוניות ועל עלויות השימוש השוטפות של מבנה גבוה, ובמיוחד של מבנה גבוה המיועד לשמש כבית ספר, ובהתחשב בכך שחלק גדול מהפרמטרים הם פונקציה של המגרש, נראה שבמחקר זה יש לדון בהיבט הכלכלי תוך התייחסות פרטנית לפרויקט ספציפי/מוגדר (בניין ומגרש).

יש לעשות זאת בשלבים הבאים:

- א. לתכן כמה חלופות של הבניין החינוכי הגבוה, שהן שוות ערך מבחינה תפקודית ומתאימות למגרש הספציפי הנמצא בגבולות העיר הגדולה.
- ב. לערוך השוואה כלכלית של החלופות הנ"ל, שתתבסס על חישובי כמויות ועל עלויות המערכות השונות (אם הן שונות בכל אחת מן החלופות) ולבחור את החלופה העדיפה על פי "עלות מחזור החיים" המינימלית של החלופות הנ"ל.
- ג. לערוך בדיקה כלכלית ולקבוע את "עלות מחזור החיים" של מבנה חינוכי "רגיל" המוקם בבניין בן 3 קומות, אם חלופה כזו קיימת.
- ד. לקבוע את החלופה העדיפה לביצוע בפרויקט הספציפי/המוגדר בהתבסס על "עלויות מחזור החיים" של החלופות השונות ועל שיקולים אדריכליים, אורבניים, חינוכיים ואחרים.

הקשר בין מבנה בית הספר לבין התנהגות

התלמידים והמבוגרים

איריס לביא

המראה והתחושה של בית ספר חשובים לתלמידים וקשורים לעמדות ולהתנהגויות שלהם. ההערכה העצמית של ילדים, תחושת השייכות שלהם והצורך שלהם מצד אחד לשלוט בעולמם ומצד אחר בגבולות שינחו שליטה זו – כל אלה יכולים להיות מעוצבים באמצעות תכנון קפדני של הסביבה הבית-ספרית והכיתתית. כאשר תלמידים מתנסים בבית ספר שתוכנן בבירור מתוך חשיבה על אודות צרכיהם, הם שמים לב לכך ומציגים עמדה טבעית יותר של התנהגות מכבדת ונכונות לתרום לקהילה הכיתתית [...]

[...] מחנכים צריכים לארגן מחדש את המרחבים בבית הספר ולתכנן בתי ספר עתידיים. מנהיגי בתי ספר צריכים להביא בחשבון בצורה ברורה ושקולה את ההשפעה של המרחב על הלמידה. התמקדות באיכויות הנצחיות של הילדות תאפשר לנו לתכנן בניינים שנונים לראייה רחבה יותר של בית הספר ושל מקומו בקהילה (Hebert, 1998, 69-70).

חשיבה על בניינים ציבוריים, כולל בתי ספר, מחייבת התייחסות לקשרים בין המבנה הפיזי-המרחבי לבין התפקיד הגופני-החברתי שלהם. בניינים הם התוצאה הסופית של תהליך קבלת החלטות ארוך ומורכב, הכולל שילוב של מטרות חברתיות-תרבותיות לתוך תבנית מרחבית, אדריכלית. בתי ספר הם בניינים ציבוריים/מוסדיים, שבהם נפגשים, מעבירים מידע ולומדים. ילדים ובני נוער נפגשים עם בני קבוצות גיל שונות, והאינטראקציה ביניהם מסייעת להתפתחותם החברתית (Heitor, 2005). בהקשר של מבנה בתי ספר חלו בשנים האחרונות כמה שינויים משמעותיים בתפיסת מקומם של בית הספר ושל הלמידה (Heitor, 2005):

העבודה מסכמת ממצאים כלליים לגבי בתי ספר ואינה עוסקת ספציפית בבתי ספר אנכיים. המידע הכלול בה מאפשר הסקה והכללה מסוימת לגבי בתי ספר אנכיים, כולל רשימה ביבליוגרפית.

- מטורות בית הספר אינן רק למידה והעברת מידע, אלא גם עידוד הבנה של דרכי הלמידה, גיבוש עמדות, התנהגות ותקשורת.
- התפיסה המעמידה את המורה וההוראה במרכז התחלפה בתפיסה המעמידה את התלמיד והלמידה במרכז. למידה חקרנית, ניסויית, המונעת על ידי התלמיד, היא הלמידה הנתפסת כיום כרצויה.
- הלמידה מתרחשת לאורך כל יום הלימודים, כלומר, גם בזמן ההפסקה ולא רק בזמן השיעור.
- המבנה המסורתי של בית הספר, שבו תלמידים, מורים וכיתות מופרדים מאזורים מיועדים כמו ספריות ומעבדות, אינו תקף עוד.

על מבנה בית הספר לשקף שינויים אלה. מחקרים רבים מעידים כי יש קשר ישיר בין המאפיינים הפיזיים של הבניינים שבהם שוכנים בתי הספר ובין תוצרי הלמידה והתנהגות התלמידים (Fisher, 2001; Lyons, 2001). אומרים אמנם כי "מורה טוב יכול ללמד בכל מקום", אבל ניכר כי יש קשר ישיר בין תנאי בית הספר ובין למידה. הכיתה היא המקום החשוב ביותר בבית הספר, שם הילדים מבלים זמן רב מחייהם. למידה בכיתה דורשת רמה ניכרת של ריכוז, הקשבה, כתיבה וקריאה (Lyons, 2001).

אזורים לא מוגדרים (נטולי שייכות)

מחקריו של אסטור (Astor) הם בעלי חשיבות רבה להבנת הקשר בין אזורים לא מוגדרים בבית הספר ובין אלימות בית-ספרית. אסטור ועמיתיו מראים כי רוב מקרי הקטטות בבתי ספר מתרחשים באזורים לא מוגדרים, אזורים נטולי שייכות (unowned places) – אזורים שחברי בית הספר עשויים לראותם כאזורים ציבוריים לא מוגדרים, שאינם באחריות מוגדרת של מישהו: מסדרונות, חצר המשחקים, קפיטריות, שירותים, חניה וכיו"ב (Behre, Astor, & Meyer, 2001). בנוסף, מקרי האלימות מתרחשים בזמנים לא מובנים (unstructured times), זמני מעבר, למשל – לפני ואחרי שעות הלימודים בבית הספר. (Behre, Astor, & Meyer, 2001).

ממצאים אלה נתמכים בממצאים מתחום התכנון העירוני, המגלים כי בבנייני מגורים רוב מקרי האלימות התרחשו באזורים ציבוריים-למחצה כמו מסדרונות, גרמי מדרגות, אולמות ומעליות. בנוסף, בבניינים שבהם לא הוגדר אדריכלית המעבר בין האזור הציבורי לאזור הפרטי יש רמות פשיעה גבוהות (Astor, Meyer, Behre, & Bortz, 1996).

תלמידים מסבירים מצב זה בכך שמורים לא נמצאים במקומות ובזמנים אלה כדי לשמור על התלמידים. תלמידים תארו את המורים ששהו במקומות לא מוגדרים כבעלי נהלי התערבות לא ברורים ולא עקביים (Astor, Meyer, & Behre, 1999). מורים בבתי ספר תיכוניים מסרו שהם מהססים להתערב באזורים שמחוץ לכיתה שלהם. גם מורים אשר מתערבים בנעשה מחוץ לכיתתם מתארים התנהגות זו כמעל ומעבר לאחריות שלהם, והם לא יצפו מעמיתיהם להתערבויות שכאלה. מורים אלה מתארים תחושת אחריות רבה יותר בתוך הכיתה. הם מעידים כי מורים מכירים טוב יותר את

התלמידים בתוך הכיתות שלהם ודואגים להם יותר. בנוסף, יש תחושה ברורה שהכיתה היא המוקד של האחריות המקצועית של המורים (Behre, Astor, & Meyer, 2001).

במחקר משווה בין בתי ספר יסודיים וחטיבות ביניים, ניכר כי בעיית האזורים הלא מוגדרים שכיחה יותר בחטיבות ביניים: מורים בחטיבות ביניים זיהו יותר מקומות שבהם לא יתערבו על מנת למנוע מעשי אלימות, לעומת מורים בבתי ספר יסודיים. ממצא זה מרמז על תפיסות שונות של תפקיד ההוראה בבתי ספר יסודיים לעומת חטיבות ביניים (Behre, Astor, & Meyer, 2001).

על ידי הגדרת אחריות אישית וקבוצתית לבקרה ולתחזוקה של אזורים שונים אפשר להפחית את מספר האזורים הלא מוגדרים, ובכך להפחית את מספר האזורים שיש להם פוטנציאל גבוה יותר להיות אזורים מסוכנים. מחקרים לגבי אלימות בסביבות עירוניות תומכים בגישה זו, ומראים כי לתהליך זה של לקיחת אחריות על אזורים יש השפעה חיובית (Behre, Astor, & Meyer, 2001).

שינויים מבניים בבית הספר כהתמודדות עם אלימות בית־ספרית:

בניסיון להתמודד עם אלימות בית־ספרית, בעיקר בבתי ספר תיכוניים, התערבויות הלקוחות ממערכות אכיפת החוק עברו הסבה לבתי ספר: שומרים, גלאי מתכות, מצלמות וידאו ושינויים במבנה בית הספר כמו ביטול חלונות בקומה הראשונה והגברת תאורה באזורים מסוכנים. אולם, יש הטוענים כי התערבויות אלה גורמות לאקלים הבית־ספרי להיות דומה יותר לאקלים של בתי כלא והן יוצרות אווירה שאינה מתאימה ללמידה. לעומתם, אחרים טוענים כי אסטרטגיות אלה הכרחיות על מנת לאפשר למידה בבתי ספר אלה (Astor, Meyer, Behre, & Bortz, 1996).

גורמים במבנה בית הספר ועיצובו הקשורים להתנהגות תלמידים ולביצועיהם האקדמיים

א.

מחקריו של ארתמן (Earthman, 1998) מציינים 27 אלמנטים חשובים בבניין בית הספר, אשר משפיעים על למידה והתנהגות התלמידים. פישר (Fisher, 2001) מצוין כי שבעה מהם נמצאו כבעלי השפעה רבה: גיל בית הספר, תאורה מלאכותית וטבעית, צבע, איכות אוויר וטמפרטורה, אקוסטיקה, גודל בית הספר וריהוט.

גיל בית הספר

לגיל בית הספר יש קשר למצב התחזוקה של הבניין, לחוסר נגישות לבעלי מוגבלויות, לחוסר התאמה לצרכים טכנולוגיים ולסגנון עיצובי מיושן (Lyons, 2001). לבתי ספר ישנים ולא מודרניים השלכות שליליות על תהליך הלמידה, ואילו בתי ספר בטוחים ומודרניים מגבירים את תהליך הלמידה (Lyons, 2001). תלמידים בבתי ספר מודרניים הם

בעלי ציונים גבוהים יותר, בריאות טובה יותר ורמות גבוהות יותר של נוכחות ומשמעות (Fisher, 2001).

חשוב לציין כי כאשר הבניין ישן, הדבר משפיע על אלמנטים נוספים כגון תאורה, מיזוג אוויר ומצב הרצפות, והם בעלי רמות שונות של תחזוקה. כאשר בית הספר משתפר ברמת התחזוקה שלו, ציוני התלמידים עולים (Fisher, 2001).

תאורה

לאור טבעי יש השפעות מכריעות על גופנו ומוחנו, והחשובות שביניהן הן ויסות השעון הביולוגי, השפעה על מצבי רוח ויצירת ויטמינים הכרחיים (Fisher, 2001). לתאורה גרועה יש השפעות שליליות על תפקוד מערכת העצבים, היפראקטיביות, בריאות והתנהגות מכוונת-משימה (Fisher, 2001; Lyons, 2001).

מחקרים בנושא מעידים כי לנושא התאורה השפעה רבה על איכות הלמידה, היחס ללמידה, היעדרויות מבית הספר וביצועי התלמידים (Fisher, 2001; Lyons, 2001). אור רחב ספקטרום (ultra-violet enhanced broad-spectrum fluorescent lighting) יכול להשפיע על נוכחות רבה יותר בבית הספר, על גדילה והתפתחות. אור פלורוסנטי מפחית השתקפויות ומאפשר ספקטרום יותר מפוזר, למרות שהוא עלול להגביר היפראקטיביות (זאת לעומת שימוש בתאורה בעלת ספקטרום מלא או בתאורה זוהרת) (Lyons, 2001). לתאורה טובה, מלאכותית וטבעית, יש תרומה רבה לאסתטיקה ולאופי של מרחב הלמידה (Fisher, 2001).

מומלץ כי 20% מהקירות יוקדשו לחלונות, ואלה ימוקמו כך שהתלמידים יוכלו להביט החוצה מעמדת ישיבה (Fisher, 2001).

צבע

אף כי לא נערכו מחקרים כמותיים בנושא, יש הטוענים כי לצבע השפעה על עמדות התלמידים, על התנהגותם ועל אספקטים שונים בלמידה, בייחוד על קשב התלמידים ועל תחושת הזמן (Fisher, 2001). בנוסף, יש הטוענים כי תכנון הצבעים עשוי להשפיע על היעדרויות, לקדם תחושות חיוביות כלפי בית הספר, ואם התלמידים מחבבים את הצבעים, תיתכן השפעה על מתח השרירים והשליטה המוטורית שלהם. מאמרו של פישר מתאר התאמה של צבעים שונים לסוגים שונים של פעילויות בבית הספר (Fisher, 2001, 5).

טמפרטורה ואיכות אוויר

מחקרים רבים מעידים כי לטמפרטורה יש השפעה על הישגי התלמידים ועל התנהגותם. לטמפרטורות מעל 25°C יש השפעות פסיכולוגיות מזיקות המובילות להפחתה של היעילות המנטלית, של תוצרי העבודה ושל הביצועים. מעל טמפרטורה זו, ובצירוף תנאי לחות גרועים, קצב הנשימה עולה, המאמצים הגופניים נעשים יותר תובעניים, טווח הקשב מופחת ותלמידים מדווחים על חוסר נוחות רבה. כמו כן, במצב זה יש רמות גבוהות יותר של היעדרויות ותנאים המעודדים העברת מחלות וזיהומים (Fisher, 2001). בעיות באוורור ובטמפרטורה הן הבעיות החמורות ביותר בבתי ספר בארצות-הברית כיום, והן נובעות מתכנון לקוי, משינויים במבנה בית הספר במהלך השנים, או ממערכות

אוורור/מיוזג לא מספקות. לא כל הילדים רגישים באותה מידה לבעיות של אוורור וטמפרטורה, אבל ילדים, ככלל, רגישים יותר לתנאים אלה, מכיוון שקצב נשימתם וקצב חילוף החומרים שלהם מהיר יותר, ובנוסף המערכת החיסונית שלהם מפותחת פחות (Lyons, 2001). נמצא כי ציוני תלמידים מושפעים לרעה מאוורור גרוע, העדר תנועת אוויר ולחות גבוהה (Fisher, 2001). יש לציין גם כי חשיבות האוורור קשורה לאיכות האוויר, וזה קשור ישירות לשכיחות האסתמה בקרב ילדים (Lyons, 2001). נושא זה יתואר בהתייחס לגודל בית הספר להלן.

אקוסטיקה

השפעות הרעש בסביבות לימודיות על תוצאות הלמידה נחקרו רבות בעשורים האחרונים. אקוסטיקה טובה היא תנאי הכרחי לכל סיטואציית למידה, כיוון שרעש גורם לילדים להיאבק על מנת לשמוע ולהתרכז. חשוב לזכור כי נושא זה חשוב במיוחד בבתי ספר: ילדים נזקקים לרמות גבוהות יותר של איכות אקוסטית על מנת להצליח להבין את החומר הנלמד. בנוסף, יש לזכור כי ילדים לא מפתחים את היכולת להבחין בין קולות משמעותיים ורעש רקע עד גיל ההתבגרות (Lyons, 2001).

רעש חריג משפיע על רמות הלחץ והמתח, על אינטראקציות מילוליות, על הבנת הנקרא, על לחץ דם, על הצלחה במשימות קוגניטיביות, על תחושה של חוסר-אונים וחוסר יכולת להתרכז (Fisher, 2001). מחקרים מעידים כי לילדים בעלי בעיית שמיעה קלה יש סבירות גבוהה יותר להישאר כיתה. בנוסף, נמצא קשר בין איכות הלמידה ובין רעשי רקע: סביבות שקטות יותר קשורות לאיכות למידה גבוהה יותר (Lyons, 2001). הרעש בבתי ספר עלול לנבוע משלושה מקורות: רעש שמקורו מחוץ לבית הספר (כבישים, רכבות, מטוסים ומערכות מכניות בבניינים), רעש מכני שמקורו בשטחים בין החדרים או בין חדרים ובין מסדרונות, ורעש אשר נגרם בתוך הכיתה, כולל רעש ממערכות אוורור (Fisher, 2001; Lyons, 2001).

כיתות צריכות להגביל רעש חיצוני למינימום ולהתייחס להדהוד הקולות בתוך החדר. ברוב המקרים, הכיתות בבתי ספר בנויות מקירות ורצפות קשים המובילים לאקוסטיקה גרועה (Lyons, 2001).

מחקרים מצאו כי החלשת רעשים, בייחוד באמצעות שימוש בשטיחים שיש להם איכויות של ספיגת רעשים, מובילה לשיפור בציוני התלמידים. התמודדות עם רעשים כוללת שימוש בשטיחים על הרצפות, אריחים אקוסטיים בתקרה, גימור רך בקירות (כולל יצירות אמנות), ריפודים רכים, בידוד טוב יותר של קירות משותפים בין כיתות ווסתי קול בחללים גדולים כמו אולמות ואודיטוריום (Fisher, 2001). בהקשר זה אפשר לציין כי מוזיקת רקע יכולה להגביר את הבנת הנקרא ולעזור לילדים אשר ציוניהם והאינטליגנציה שלהם נמוכים מהממוצע (Hall, 1952).

גודל בית הספר

כחלק ממגמה חברתית כללית, בתי הספר הופכים גדולים יותר ויותר. כך, בתי ספר קטנים מאוחדים ונוצרים בתי ספר גדולים החולשים על אזורים נרחבים. בעוד הממצאים לגבי הקשר בין גודל בית הספר לבין ציוני התלמידים אינם חד-משמעיים, מחקרים מעידים כי קיים קשר בין גודל בית הספר לבין התנהגות התלמידים

(Fisher, 2001). לבתי ספר גדולים השפעה חיובית על ילדים מרקע עשיר, אולם השפעה שלילית על ילדים מרקע עני. ההשפעה החיובית בקרב ילדים מרקע עשיר חלשה יותר בעוצמתה מההשפעה השלילית על ילדים מרקע עני (Howley, 1995). בהקשר זה ניתן לציין כי יעילות שיפור הלמידה של בתי ספר קטנים יחסית, המוגבלים ל-300 עד 600 תלמידים, שקולה לשיפור הלמידה כתוצאה מתוכניות לימוד מיוחדות (Fisher, 2001). מחקרים נוספים מראים כי בתי ספר קטנים מגבירים אינטראקציות חברתיות ומשפיעים באופן חיובי על תלמידים. במבט ראשון נדמה כי טענה זו אינה הגיונית, שכן בבתי ספר גדולים יש היצע גדול של פעילויות מחוץ ללימודים ושיעורים מגוונים יותר, וכך מספקים לתלמידים סביבה יותר מאתגרת (Lyons, 2001). אבל למרות שיש תלמידים אשר לומדים היטב בבתי ספר גדולים, מחקרים מראים כי רוב התלמידים מושפעים באופן חיובי מבתי ספר קטנים. יתרונות אלה כוללים שיעורי היעדרות נמוכים יותר, השתתפות רבה יותר בתוכניות חוץ-לימודיות, פחות בעיות חברתיות ואינטראקציות רבות יותר עם המורים (Lyons, 2001). בנוסף, בתי ספר גדולים (בעלי יותר מ-1,000 תלמידים) מפחיתים מתחושת האחריות ומתחושת השתתפות בעלת משמעות (Moore & Lackney, 1995).

הפתרונות שהוצעו עד כה להתמודדות עם הקשיים הנובעים מריבוי תלמידים בבית הספר (כמו, למשל, יצירת בתי ספר בתוך בית הספר [כלומר, כמה בתי ספר באותו מתחם], או יצירת קבוצות תלמידים בהתאם לתחומי עניין) אינם מצליחים לשחזר את היתרונות של בתי ספר קטנים. בארצות-הברית החלו לדרוש כי ייבנו בתי-ספר קטנים יותר. לדוגמה, בפלורידה הועבר חוק הקובע כי בתי הספר יהיו קטנים יותר ויוגבלו ל-900 תלמידים (Lyons, 2001).

השפעות בריאותיות של גודל בית הספר: בתי ספר צפופים עד פי ארבעה ממשרדים ויש בהם מגוון חומרים מזהמים (חומרים כימיים במעבדות, חומרי ניקוי, אבק, עובש). תנאים אלה מחריפים בעיות אסתמה, שהן הגורם העיקרי להיעדרויות מבתי ספר בארצות-הברית. אסתמה מובילה לבעיות נוספות, כגון בעיות שינה, מוגבלות בפעילויות והפרעה לשגרת החיים (Lyons, 2001).

ריהוט

ריהוט לא נוח ולא מתאים גורם לבעיות כגון כאבי גב, טווח קשב נמוך וקשיי כתיבה. תיאוריות ארגונומיות תומכות בממצאים אלה וכוללות המלצות לגבי ריהוט מתאים (Fisher, 2001).

בהקשר זה, מחקרים לגבי מעבדות מדעיות הראו כי קיים קשר בין איכות הציוד המדעי, כמותו ועיצובו לבין התנהגות התלמידים ויצויניהם. נמצא הבדל של שבעה אחוזים בין בתי ספר שדורגו נמוכים לבין בתי ספר שדורגו גבוהים באיכות הכללית של השירותים המדעיים (Fisher, 2001).

ב.

מחקרו של טאנר (Tanner) (2000) בדק את הקשרים בין הישגים לימודיים של תלמידים בבתי ספר יסודיים במדינת ג'ורג'יה בארצות-הברית ובין מאפיינים של מבנה בית הספר.

מבין 44 בתי הספר באזור זה, נבחרו 8 בתי ספר שבהם ממוצע ציוני התלמידים במבחן של כישורים בסיסיים היה הגבוה ביותר, ו-8 בתי ספר שבהם ממוצע ציוני התלמידים היה הנמוך ביותר. ב-16 בתי הספר האלה נבדקו 39 מאפיינים של מבנה בית הספר והאזורים שמחוץ לבית הספר. מבין מאפיינים אלה, נמצאו ארבעה שהם המשמעותיים ביותר להסבר ההבדלים בהישגי התלמידים: טכנולוגיה, מסדרונות, התרשמות כללית ואזורים חיוניים מחוץ לבית הספר.

טכנולוגיה

בבתי ספר שבהם לתלמידים היו ציונים גבוהים, מחשבים היו חלק בלתי נפרד מתכנון בניין בית הספר. מורים צריכים מתחמים מוגדרים היטב ונוחים שיש בהם טלפונים, אינטרנט ופקס (Fiske, 1995; Moore & Lackney, 1995). בתי ספר שבהם לתלמידים ציונים גבוהים סיפקו מחשבים בכמה מיקומים, מאורגנים בחללים נגישים למורים ולתלמידים (Tanner, 2000).

מסדרונות

מחקרו של טאנר מעיד כי תלמידים בבתי ספר שדורגו במקום גבוה בממד "בעל אזורים חופשיים לתנועה שהם מוגדרים היטב" היו בעלי ציונים גבוהים יותר. הכוונה לחופש תנועה בתוך הבניינים ובין סביבות לימוד. מסדרונות צרים מובילים לצפיפות רבה ולמוגבלויות נוספות המשפיעות על הלמידה. צפיפות קושרה עם קשיי קשב, יכולת פחותה לביצוע משימות, בעיות התנהגות ונסיגה חברתית (Aiello, Thompson, & Baum, 1985; Wohlwill & Vliet, 1984). חלק חשוב מביטחון התלמידים קשור לכך שניתן לצפות במסדרונות, וזאת על מנת לאפשר למורים לבקר ולפקח על פעילות התלמידים באזורים אלה (Moore & Lackney, 1995).

התרשמות כללית

הגורם השלישי בחשיבותו המתואר במחקרו של טאנר הוא הרושם הכללי מסביבת הלימודים. רושם זה הוא השתקפות של אופי המקום. אקלים חיובי שולח מסר כי בית הספר אינו סטרילי, ריק או חסר חיים (Hansen & Childs, 1998). תלמידים בבתי ספר שדורגו במקום גבוה באספקט זה קיבלו ציונים גבוהים יותר. ההתרשמות החיובית הכללית מבתי הספר מרמזת על קיומן של סביבות למידה ידידותיות (Tanner, 2000). מחקרים אירופיים מאשרים כי החזות האסתטית של בית הספר יכולה להעביר מסרים סובטיליים, אשר פועלים כגורמים המגבילים את הציפיות של התלמידים ושל הצוות כאחד. האדריכלות של בית הספר יכולה לסייע בהעברת ערכים תרבותיים, לעודד או לדכא, לתרום ליצירתיות, להאט או להאיץ תפיסות מנטליות, לגרום לפחד או לשמחה (Fisher, 2001).

אזורים חיוניים מחוץ לבית הספר

לבסוף, תלמידים בבתי ספר שבהם החללים שמחוץ לבית הספר לא תוכננו ולא תוחזקו בצורה טובה, קיבלו ציונים נמוכים יותר. אזורים חיצוניים חיוניים מזמינים את הטבע להשתלב עם מבנה בית הספר ועם תפקידו. חשוב לתלמידים להרגיש שהם

נמצאים בסביבה טבעית. אזורים חיצוניים חיוביים מעניקים תחושה שבית-הספר נמצא בהרמוניה עם הטבע. חשוב לציין כי אזורים כאלה יכולים להיות אזורים בנויים (Tanner, 2000).

ג.

גורמים נוספים שצוינו בספרות כמשפיעים על איכות הלמידה ועל התנהגות התלמידים ואשר קשורים למבנה בית הספר ועיצובו, הם: מבנה הכיתה ופרטיות, מספר תלמידים בכיתה ומורכבות מבנה בית-הספר.

מבנה הכיתה ופרטיות

קיימות כמה עדויות לקשר בין רמת הפרטיות בסביבת הלימודים ובין המאפיינים ההתנהגותיים של התלמידים, בייחוד בספריות. התנהגות התלמיד תלויה בחשיפה האפשרית של אותו תלמיד לתצפית של אחרים. למשל, המבנה המסורתי של כיתות, שבהן יושבים תלמידים בפינות אחוריות, לא מאפשר לתלמידים אלה לקיים תקשורת עם החלק הקדמי, ובכך מעודד למעשה דפוסי התנהגות מפריעים ולא קשובים (Shor, 1996). מחקרים באוסטרליה הראו כי עיצוב זה של הכיתות אינו אידיאלי להעברת חומר לימודי, אלא אם כן המרחב הכיתתי גדל ומוקצה מקום לאזורים טכנולוגיים או לאזורים לעבודה מעשית (Fisher, 2001).

מספר תלמידים בכיתה

תוקפנות והתנהגות הרסנית עולות ככל שמספר התלמידים בחדר עולה. ההשלכות של צפיפות בחדר קשורות לרמות גבוהות של גירויים, לחץ ועוררות, הפחתה באפשרויות לפרטיות ואובדן שליטה (Wohlwill & Vliet, 1985). מחקרים מעידים כי לגודל הכיתה השפעה על תוצרי למידה ועל ביצועים אקדמיים של התלמידים (Finn, Gerber, & Boyd-Zaharias, 2005).

מורכבות מבנה בית הספר

בתי ספר מורכבים העשויים מקשה אחת עם מבוך של מסדרונות (כדוגמת Columbine High School, Littleton, Colorado, בית ספר אשר ב-1999 נערך בו טבח של 12 תלמידים ומורה על ידי שני תלמידי בית הספר) עלולים להוות סיכון בטיחותי ובטחוני עבור התלמידים וצוות בית הספר. בתי ספר קטנים יותר בעלי מספר מספק של יציאות יכולים להיות חלופה טובה (Tanner, 2000).

תיאור מקרה – בית ספר יסודי Crow Island

במאמר העוסק בבית הספר Crow Island באילינוי, ווינטקה, ארצות הברית, מתארת מנהלת בית הספר גורמים אשר קשורים לדעתה לתחושה טובה של התלמידים בבית הספר, תחושה המתבטאת בהתנהגות מכבדת ובעידוד למידה (Hebert, 1998):

- תקרות נמוכות יוצרות חלל אינטימי המתאים לילדים קטנים.
- שני קירות בעלי חלונות בכל כיתה מזמינים את החוץ להיכנס פנימה.
- לכל כיתה יש דלת חיצונית המובילה לחלל פנימי, כך שתלמידים יכולים לצפות בנטיעות שלהם או לנוח מעט. בחלל הפנימי יש ספסלים, שבהם המורה והתלמידים יכולים לשבת יחד.
- כיתות מעוצבות בצורת L וכוללות חדרי עבודה צמודים, שבהם אפשר לשמור מבני קוביות גדולים, מרכזי מדע ופרויקטים בביצוע, או לשמש מרכז טכנולוגי.
- מסדרונות רחבים מעניקים לתלמידים מרחב אישי לנוע בניין. בנוסף, המסדרונות רחבים דיים על מנת לשמש כאזורי עבודה נוספים, מבלי לגרום לקשיי מעבר.
- חלונות תקרה מאפשרים לאור טבעי לחדור למסדרונות.
- אזורים ציבוריים תוכננו על מנת לעודד תחושה של קהילתיות, שיתוף פעולה ונוחות. חדר ההתעמלות, האודיטוריום ומרכז המשאבים יוצרים אווירה ביתית לתלמידים, אשר לומדים בצוותא או ביחידות.
- בית הספר מותאם לקנה המידה של התלמידים: מתגי האור וידיות הדלתות בגובה המתאים לילדים, ספסלים באודיטוריום בגודל המתאים לילדים קטנים.
- חדרי שירותים בכל כיתה.
- דלתות הכיתות בשכבות הצעירות צבועות בצבעי היסוד, כדי להקל על הילדים הקטנים למצוא את כיתתם.
- שלושה אזורי משחק חיצוניים, על פי גילאים, כך שתלמידים מרגישים בטוחים לשחק באזור המשחק שלהם ולקחת סיכונים ולנסות יכולות חדשות בלי הפרעות של תלמידים מבוגרים יותר.

- Aiello, J. R., Thompson, D. E., & Baum, A. (1984). "Children, Crowding, and Control: Effects of Environmental Stress on Social Behavior". In J. F. Wohlwill & V. Vliet (Eds.), *Habitats for Children: Impacts of Density*. Hillsdale, NJ: Erlbaum (pp. 97-124). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Astor, R. A., Meyer, H. A., Behre, W. J., & Bortz, A. M. (1996). "Unowned Places and Times: Maps and Interviews about Violence in Unsafe High Schools". Paper presented at the American Psychological Association Annual Convention, Toronto, Canada.
- Astor, R. A., Meyer, H. A., & Behre, W. J. (1999). "Unowned Places and Times: Maps and Interviews about Violence in High Schools". *American Educational Research Journal*, 36(1), 3-42.
- Behre, W. J., Astor, R. A., & Meyer, H. A. (2001). "Elementary-and Middle-School Teachers' Reasoning about Intervening in School Violence: An Examination of Violence-Prone School Subcontexts". *Journal of Moral Education*, 30(2), pp. 131-153.
- Earthman, G. I. (1998). "The Impact of School Building Condition on Student Achievement and Behavior". Paper presented at the European Investment Bank/Organization for Economic Coordination and Development International Conference, Luxembourg.
- Finn, J. D., Gerber, S. B., & Boyd-Zaharias, J. (2005). "Small Classes in the Early Grades, Academic Achievement, and Graduating From High School". *Journal of Educational Psychology*, 97(2), pp. 214-231.
- Fisher, K. (2001). *Building Better Outcomes: The Impact of School Infrastructure on Student Outcomes and Behaviour*. Canberra, Australia: Department of Education, Training and Youth Affairs.
- Fiske, E. B. (1995). "Systematic School Reform: Implications for Architecture". In A. Meek (Ed.), *Designing Places for Learning*. Alexandria, VA: ASCD. (pp. 1-10).
- Hall, J. (1952). "The Effects of Background Music on the Reading Comprehension of 278 Eighth and Ninth Grade Students". *Journal of Educational Research*, 45, pp. 451-458.
- Hansen, J. M., & Childs, J. (1998). "Creating a School Where People Like To Be". *Educational Leadership*, 56(1), pp. 14-17.
- Hebert, E. A. (1998). "Design Matters: How School Environment Affects Children". *Educational Leadership*, 56(1), pp. 69-70.
- Heitor, T. (2005). "Potential Problems and Challenges in Defining International Design Principles for Schools" [Electronic Version]. *Evaluation Quality in Educational Facilities*, pp. 44-54.
- Howley, C. (1995). "The Matthew Principle: A West Virginian Rplication". *Educational Policy Analysis Archives* 3(18).
- Lyons, J. B. (2001). "Do School Facilities Really Impact a Child's Education: Issuetrak", CEFPI Brief.
- Moore, G. T., & Lackney, J. A. (1995). "Design Patterns for American Schools: Responding to the Reform Movement". In M. A. (Ed.), *Designing Places for Learning*. Alexandria, VA: ASCD, pp. 11-22.
- Shor, I. (1996). *When Students Have Power: Negotiating Authority in Critical Pedagogy*, Chicago: University of Chicago.
- Tanner, C. K. (2000). "The Influence of School Architecture on Academic Achievement". *Journal of Educational Administration*, 38(4), pp. 309-330.
- Wohlwill, J. F., & Vliet, V. (1985). *Habitats for Children: The Impacts of Density*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

נספח 4.ב

מבט אל תנועה ולמידה

רעות גורדון

התכונה היסודית של הרגל היא, שכל ניסיון שנרכש ומתקבל משנה את רוכשו ומקבלו, ושינוי זה משפיע – בין אם נאבה בין אם נסרב – על טיבם של הניסיונות העתידיים לבוא.¹

בית ספר נמצא לרוב בבניין המאורגן במסדרונות, שאליהם נפתחות דלתות הכיתות. בחלק מהמקרים, כאשר הבניין זוכה ביצירתיות תכנונית או ברווחה תקציבית, המרחבים בין הכיתות רחבים יותר מ"רוחב מדרכה מנדטורית",² שהיתה ההשראה לתקן תש"ל. בכל המקרים הכיתה ריבועית,³ במידות 7×7 מ"ר, ומאז עדכון התקן בשנת תשנ"ח – 7.2×6.8 מ"ר. הכיתות מתוכננות כך שיוכלו להכיל, על פי תקן האכלוס, 42 תלמידים בארבעה טורים. התלמידים נדרשים לשבת רוב שעות היום בכיסאות עץ או פלסטיק, להקשיב, לענות, לקרוא ולכתוב.

מוסד בית הספר ומבנהו הם תוצרים של המהפכה התעשייתית, שראשיתה באמצע המאה ה-18. בפתחה של המאה ה-21 ברור שהבניות אלה זקוקות לעדכון מעמיק. אלא שכיום, עיקר החשיבה על התאמת בתי הספר למאה ה-21 עוסקת בתקשוב. בכנס חולון לחינוך, שהתקיים בסוף שנת תשס"ז,⁴ הצגת התוכניות "מחשב לכל מורה" ו"מחשב לכל תלמיד" היתה חלק ניכר מסדר היום. בתוכניות אלה המערכת מעוניינת לתת מענה לכלל התלמידים – הן לאלה שאין להם מחשב בביתם והן לאלה שהמחשב בביתם משוכלל בהרבה מזה שעומד לרשותם בבית הספר. ברם, אחוז ניכר של התלמידים, בין אלה ובין אלה, מתקשה לבצע את מטלות בית הספר. כמה חוקרים העלו את הסברה כי דווקא הישיבה הממושכת והעדר תנועה מספקת הם שמקשים על התלמידים ופוגמים בלמידה. על רקע זה אנסה להאיר כמה סוגיות העשויות לתרום לתכנון בית הספר של המאה ה-21 בצורה שונה, תוך התייחסות לחשיבותה של התנועה המוטורית להתפתחות החשיבה והלמידה של הילד.

¹ ג'ון דיואי, ניסיון וחינוך, תרגום: ר. קליינברגר, ירושלים: האוניברסיטה העברית ומשרד החינוך והתרבות, 1959 (1938), עמ' 30.

² אדר' כרמלי פלדמן, בתוך: רעות גורדון, תודעה בונה בית ספר בונה תודעה, עבודת גמר לתואר M.A., אוניברסיטת תל אביב, 2003.

³ אדר' ארדרייך, "מאז למדנו שכיתה ריבועית מהדהדת יותר מאחרות", שם.

⁴ במעמד נשיא המדינה, ראש הממשלה, שרת החינוך ושר האוצר.

כבר בראשית שנות ה-70 של המאה ה-20 טען קארל דלאקאטו, מנהל בית ספר ופסיכולוג בהכשרתו, שאפשר להשפיע על כישורי חשיבה באמצעות פעילות פיזית. "למדנו לדעת שהקריאה היא התולדה של זיקת עין-מוח [...]. ידענו שאם חל שינוי במוח (עקב ניתוח או תאונה), חל שינוי גם בקריאה. כן למדנו לדעת כי שינוי מכוון של השימוש בחלקי גוף מסוימים, עשוי להשפיע על המוח. הכול מקבלים ללא עוררין את העובדה, כי שימוש מוגבר בחלקי-גוף אחרים – כגון שרירים – מפתח שרירים גדולים וחזקים יותר. [...] אם כן, מה המניעה להכיר בכך, שגם המוח מתפתח עקב השימוש בו?"⁵ הממצא המרכזי שעליו התבססה שיטת דלאקאטו הוא תהליך המלניזציה. בתהליך זה מתפתחת מעטפת שומנית על תאי העצב והיא מאפשרת תמסורת מהירה יותר ביניהם. הסתבר כי פעילות פיזית מאיצה את התהליך ומאפשרת שכלול של מערכות מידע שונות ותכלול⁶ בין-חושית. דלאקאטו עצמו בחן "טיפול בזחילה" על ילדים עם ליקויי למידה חמורים והראה שבעקבותיו הצליחו הילדים האנאלפביתים ללמוד קרוא וכתוב.

מחקריו של דלאקאטו משמשים הנחת יסוד אצל קבוצה גדולה של חוקרים, שאינם שואלים אם אפשר להשפיע על התפתחות קוגניטיבית באמצעים מוטוריים, אלא כיצד להשפיע באמצעים מוטוריים, באופן מיטבי, על התפתחות ולמידה. דוגמה ליעילותן של שיטות אלה אפשר לראות בפעילותה של גב' תמי איילון, המפקחת על החינוך הגופני במחוז המרכז. ב"מרכזים מוטוריים קוגניטיביים" שהקימה גב' איילון בשנות ה-80 של המאה ה-20 הוכח שהתמקדות בטיפול מוטורי הביאה לירידה ניכרת באחוז הנכשלים במבחני הקריאה של משרד החינוך. לשיטתה, העיקר הוא בשילוב של פעילות מוטורית ופעילות קוגניטיבית ובהמללה שיטתית של החוויות בסיום כל פעילות.

עד שנות ה-80 התמקדו החוקרים בזיקה בין התפתחות מוטורית-קוגניטיבית, כגון זחילה של פעוטות, לבין מדדי I.Q. וכישורי שפה. בשנות ה-90 היתה מקובלת על הכול גישתו של הווארד גרדנר,⁷ שלפיה על בית הספר לדאוג לפיתוחן של מגוון אינטליגנציות. גישה זו היתה התשתית לשיטתו של משה אלבאום, שפותחה בראשית שנות ה-90, והדגישה שילוב ברזמני בין פעילות הגוף, הרגש והחשיבה. אלבאום יוצא נגד פיתוח הנפרד של כל אחת מן האינטליגנציות. לטענתו, כאשר מערכת מוטורית שפותחה בגישה נפרדת זו, תקינה ככל שתהיה, מופעלת תוך כדי ביצוע מטלות אחרות (כמו נשימה מודעת וחשיבה), תפקודה נמוך מן הרגיל. הקושי בתפקוד יוצר מתח שרירי וכתוצאה מכך התנגדות לביצוע המטלה הנדרשת. לפיכך, טוען אלבאום, אין לפתח מגוון של אינטליגנציות בנפרד, אלא את כישורי הקואורדינציה ביניהן C.Q. ד"ר אורלי יזדי עוגב טוענת כי מודעות גופנית מרחיבה אינה משפיעה ישירות על למידה; השפעתה עקיפה והיא נובעת מפיתוח מודעות של האדם לגופו – לפוטנציאל התנועה של כל אחד מאיברי גופו בנפרד ושל כולם יחד. אין מדובר בידיעה אלא בתחושות פנימיות הקרובות לאוטומציה, המווסתות כוחות ומייעלות ביצועים.

⁵ קארל דלאקאטו, הטיפול בילדים המתקשים בקריאה, תרגום: ע. לוי, תל אביב: צ'ריקובר, 1976 [1970], עמ' 63.

⁶ אינטגרציה.

⁷ הווארד גרדנר, מוח, חשיבה ויצירתיות, תרגום: יהודית כפרי, תל אביב: ספרית פועלים, 1995 (1983-1982); תומס אמסטרונג, אינטליגנציות מרובות בכיתה, תרגום: אמיר צוקרמן, ירושלים: ברנקו וייס, 1996.

בעשורים האחרונים פותחו שיטות נוספות המשלבות תנועה וחישה. הרכיבה הטיפולית, למשל, גוזרת את יישומיה מקשיים של ילדים בתחומים כמו התארגנות במרחב (למשל, לא להידחק לתחום של האחר), צידיות (הבחנה בין ימין לשמאל), יציבה ויכולת לשלוט על מרכז הכובד בתנועה, קואורדינציה ויזומוטורית, תקשורת לא מילולית וכיו"ב. גם בתוכנית זו הילדים נדרשים להמללה ולשיום (מתן שם) של מעשיהם. באופן כללי, אפשר לומר שליכולת תכלול אוטומטית תורמים בעיקר התורשה והניסיון. בעוד שהתורשה היא נתון קבוע, על הניסיון אפשר ואף רצוי להשפיע. בארצות הברית מפעילים כיום שיטות המבוססות על זיקה בין חינוך מיוחד לחינוך גופני, וכל ילד בעל צרכים מיוחדים מקבל תוספת שעות של חינוך גופני. אלא שלדברי ד"ר יודי עוגב, לימודי החינוך הגופני בארץ מתמקדים בתנועה ולרוב מתעלמים כליל מהחישה, כאשר ידוע שכדי לשקם יכולת תכלול חשוב להתייחס לתנועה ולחישה כאחת: הבשלות הגופנית הנדרשת להתפתחות של ילדים גלומה בשילוב בין מוטוריקה וחישה. טיפול בחישה מבוצע, למשל, בבת חולים הלל יפה בחדרה, שם הניחה גב' רינה זוכוביצקי פגים קטנים במיוחד ב"בייגלה" רך המפעיל לחץ קבוע על גופם. פגים אלה התפתחו טוב יותר מאחרים שהונחו ללא מעטפת בחלל האינוקובטור רחב הידיים. שיטות שונות מתייחסות אף הן לסוגיית החישה (סיוע בעזרת בעלי חיים; שיטות עיסוי שונות, תרפיה במים וכיו"ב). עם זאת, ילדים רבים בעלי רגישות עורית או עמימות תחושתית עדיין אינם זוכים היום למענה טיפולי. ילדים אלה מתקשים לשבת במקומם במהלך יום הלימודים ונוטים להיות מעורבים באירועי אלימות רבים יותר מעמיתיהם לכיתה.

מטרתו של טקסט זה היא להפנות את תשומת הלב לכך, שההכרה בחשיבות התנועה והחישה להתפתחותם האינטלקטואלית של ילדים חיונית לתכנון בית הספר בן-זמננו. על המתכנן להכיר את דרישות המינימום של תוכנית הלימודים בחינוך גופני ולהביא בחשבון את הצורך החיוני במרחבים מתאימים לשעתיים שבועיות של חינוך גופני. תיאורטית, בבית ספר עם תקן של 32 שעות לימודים שבועיות לכיתה, 16 כיתות יכולות לפעול במגרש ספורט אחד. בבית ספר שיש בו יותר כיתות, מן ההכרח לתכנן מרחב פעילות נוסף. כמו כן, המרחבים המתוכננים חייבים לתמוך בפעילות יומיומית (בשיעורי ספורט ובהפסקות) של משחקי קטירגל, כדור-סל, כדוריד וכדור-עף, בתחום האתלטיקה (ריצה, קפיצה לרוחק וכו'), ובתחום התעמלות קרקע ומכשירים (הליכה על קורה, תלייה על "מתח" וכו').

על המתכנן להקדיש מחשבה לאופיו של המרחב ולכך שיהיו בו אפשרויות לתרגול ולשכלול כישורים סנסורמוטוריים. בבתי ספר מרובי קומות יש הכרח לוודא נגישות פשוטה למקומות שאפשר לקיים בהם פעילות ספורטיבית מגוונת, הן בשיעורי הספורט והן בהפסקות. ולסיום כדאי לזכור את דבריו של ג'ון דיואי: "החופש היחיד שנודעת לו חשיבות מתמדת הוא חופש המחשבה. [...] ההגבלה שחלה על הפעולה החיצונית באמצעות הסדרים הקבועים של חדר הכיתה המסורתי הטיפוסי, על שורות ספסליו הקבועות ומשמעתו הצבאית, [...] היא שהצָרָה במידה רבה את חופשם הרוחני והמוסרי. [...] אולם, העובדה שמידה מוגברת של חופש התנועה החיצונית היא אמצעי ולא מטרה, נשארת בעינה".⁸

⁸ ג'ון דיואי, ניסיון וחינוך, עמ' 58-59.

נספח יב.5

הפחתת אלימות ותכנון הסביבה הלימודית

אדר' גבריאלה נוסבאום

אלימות בית־ספרית נובעת מגורמים חברתיים, נפשיים ופיזיים. בית הספר אמור להיות מקום בטוח המשדר אווירה חברתית חיובית, מקום שהוא "בית" לילדים במשך שעות רבות של היממה ומערכת מרכזית בחיי הילד בתקופה שבה הוא מגבש את מעמדו, תדמיתו וביטחונו העצמי. אבל דווקא הסביבה החינוכית, שאמורה להקנות לתלמידים נורמות חברתיות בסיסיות וחיוביות לחיים, נחוות על ידי התלמידים כמקום מסוכן, ועובדה זו צריכה להדליק "נורה אדומה".

אוכלוסיית בית הספר מורכבת מילדים רבים ומבוגרים מעטים הפועלים יחד במערכת ארגונית משותפת. הסביבה הפיזית אמורה לשרת את הצרכים הפדגוגיים, החברתיים והרגשיים של הילדים. סביבה מתוכננת, מטופחת, נקייה ומתוחזקת, המתאימה לצורכי המשתמשים בה מבחינת הממדים, החללים, הנפחים והחומרים, משרתת מסר של כבוד והערכה למשתמש. זוהי סביבה חיובית, נעימה לשהייה, המקטינה את סיכויי ההתפתחות של אירועי אלימות.

סוגי אלימות בבית הספר

1. אלימות חיצונית של חלק מבני הקהילה כלפי התלמידים ו/או מבנה בית הספר.
 2. אלימות פנים בית־ספרית בין תלמידים לתלמידים, בין מורים לתלמידים, בין הורים למורים, השחתת המבנה, הצידוד, הרכוש וגנבות.
- פגיעה בבני אדם ופגיעה ברכוש מבטאת יחס מדאיג של זלזול הן באדם והן בסביבה.

סוגים אופייניים של מבצעי אלימות בית־ספרית

- הפרט הבודד הפועל ממניעים אישיים ונפשיים.
- קבוצת תלמידים המבקשת להביע מחאה כלפי צוות בית הספר או חלק ממנו.
- בני הקהילה המבקשים להביע מחאה חברתית כלפי הממסד שמייצג בית הספר.

צורות של אלימות בית־ספרית

1. פגיעות בודדעין כביטוי לכעס, מחאה, נקמה או חיפוש תשומת לב.
2. פגיעות בהיסח הדעת.

תפיסה אקולוגית של סביבת למידה – התערבות בסביבה הפיזית הלימודית כהשלמה להתערבות חברתית וניהולית, לצורך הפחתת אלימות בבית הספר.

אקלים בית ספרי

התערבות להפחתת אלימות משלבת שלושה גורמים עיקריים:

1. תוכניות חינוכיות, חברתיות ופסיכולוגיות – קביעת נורמות התנהגותיות ברורות, פיתוח תוכנית חינוכית להקניית ערכים בסיסיים של כבוד האדם, חירותו וזכויותיו.
2. תכנון ועיצוב הסביבה הפיזית של בית הספר.
3. עיצוב אלמנטים ופרטים.

גורמים המגבירים אלימות בית-ספרית

1. מיקום בסביבה לא ראויה כגון: סביבה עבריינית, מוזנחת רועשת או מסוכנת.
2. ממדי בית הספר – בבית ספר גדול עלול להיווצר ניכור שיביא לאלימות. בבית ספר קטן יש סיכוי לתחושה בטוחה ואינטימית יותר. (אפשר לחלק בית ספר גדול לחלקים משנה של בתים).
3. חוסר במרחבים פתוחים וצפיפות במרחבים סגורים בשעת הפסקות. (למשל, ריכוז של תלמידי חט"ב במרחב קטן, למרות הזדקקותם למרחבים גדולים לפריקת אנרגיה).
4. חוסר התאמה של הסביבה הפיזית המתוכננת לצורכי הילדים, הן מבחינת ממדים והן מבחינת פעילויות. הסביבה הפיזית צריכה להתאים לגילאים השונים, למטלות ההתפתחותיות המתלוות לגילאים אלו ולאופי התנהגותם.
5. גודל כיתות – פיתוח יחסי מורה/תלמיד טובים יותר מתאפשר בכיתה קטנה שניתן לקיים בה דיאלוג אינטימי.
6. קיום מקומות נסתרים ללא אפשרות צפייה ופיקוח ואזורים ציבוריים שאיש אינו אחראי להם.
7. יחסים גרועים בין מורים לתלמידים.

לסביבה הפיזית חלק חשוב בתחושות התסכול, הכעס והאי צדק של תלמידים. סביבה המתחשבת בצורכי הילדים ובסדרי העדיפויות שלהם תעודד יחס של כבוד לעולם הילדים ועשויה למתן התפתחות של רגשות שליליים כלפי החברה והסביבה. כאדריכלים עלינו לנסות לאתר את נקודות התורפה ולחפש מענה בכל השלבים של רמות התכנון והעיצוב האדריכלי, החל מן ההעמדה בסביבה ועד לעיצוב הפרטים השונים.

עיצוב אדריכלי של הסביבה הפיזית מאפשר

- קידום ותמיכה ביעדים חברתיים, יצירת סביבה נעימה ורוגעת וסיוע בתחושת הביטחון.
 - סיוע ליצירת תחושה של שייכות והזדהות של התלמיד עם בית הספר וערכיו.
 - מניעת מצבים של התנהגות שלילית העלולה להיגרר לאירועים אלימים.
 - סיוע לפורקן אנרגיות חיוביות ושליליות במקומות המתאימים לכך.
- הבעיה מורכבת ודורשת היערכות משולבת של הקהילה ובית הספר – הצוות והתלמידים – ליצירת אווירה חינוכית חיובית המתאימה לצורכי התלמידים, אווירה שתעודד מחויבות והזדהות.

המלצות לתכנון פיזי

1. עקרונות כלליים

מיקום בשכונה – למיקום של מגרש בית הספר יש חשיבות רבה. מומלץ להימנע מסביבה רועשת וסואנת ולהתמקם בתוך מרקם המגורים תוך טיפוח הדרך אל בית הספר, הכניסה אליו והמבטים ממנו ואליו. בניין ידידותי לסביבה הוא בניין ידידותי גם לבני האדם. תכנון בר־קיימא מעבירה מסר של חשיבה לעתיד, התחשבות בדור העתיד ובתלמידים של היום.

גודל המוסד – בתי ספר קטנים (עד 400 תלמידים) או חלוקת בית ספר גדול לאגפים קטנים, מקבצי כיתות (בתים) עם מרחבים פרטיים משלהם, חלוקה לפי שכבות גיל, שכבות רב־גיליות, או מרכזים מקצועיים.

גמישות בתכנון – בית הספר מתפקד כחלל רב־תכליתי. אפשר לראות בו מעין סדנה המתאימה לייעודים שונים בזמנים שונים, עכשוויים ועתידיים. לכן, מתבקש להקפיד על פתיחות, גמישות ונוחות בהתאמת השינויים.

חזות בית הספר – חזות חיצונית "לא מוסדית" וחזות פנימית עשירה בגירויים תסייע להשיג תוצאות טובות יותר בלימודים. סביבה שכזו מכילה מגוון אובייקטים: צמחייה, ספרייה, תמונות, אובייקטים אמנותיים ועוד.

2. מערך תנועה במבנה ובחצר

נתיבי תנועה – איזון כמות התנועה במרחבים הציבוריים עשוי למנוע חיכוך יתר. תנועה צפופה במעברים הציבוריים היא גורם מרכזי לפגיעות בלתי מכוונות בקירות ובציוד ולחיכוך בין התלמידים בזמן מעברים בין הכיתות לחצר, במדרגות, בכניסות וביציאות. **עיצוב נתיבי תנועה** – התאמה בין נפח תנועה למשתמשים – מדרגות נוחות ורחבות דיון, הפרדה בין אזורי תנועה ועבודה, נראות של אנשי הצוות בגרמי מדרגות לפיקוח והשגחה.

עיצוב מסדרונות – הימנעות ממסדרונות ארוכים, טיפוח המסדרונות כמקומות פעילים – ריהוט, פינות עבודה ותשתיות לתקשורת.

מערך תנועה ברור והגיוני בבניין – סביבה קריאה וברורה להתמצאות, כולל כניסות מבוקרות. שילוט (מעוצב באופן ייחודי לבית הספר) והכוונה עשויים לסייע בזיהוי מרכיבי הבניין ולהקנות תחושת ביטחון לתלמידים. מומלץ להציב את תוכנית בית הספר בכניסה לבניין.

3. המרחב הפיזי

תכנון המרחב – צורה, גיאומטריה, ממדים (מרחבים גדולים מדי משדרים אי סדר) והיררכיה.

התייחסות לציר הנע בין שטחים ציבוריים לשטחים פרטיים ולדרישות התפקוד

המשתנות לאורכו. הגדרת אזורים לפי טריטוריות ספציפיות של קבוצות תלמידים עשויה להקנות להם תחושת אחריות, הזדהות וביטחון. שטחים שאינם מיועדים לשימושן של קבוצות ייעודיות מועדים יותר ליחס של זלזול מצד הכלל. מומלץ, אם כן, להוסיף לשטחים אלו ייעודים.

פרטי וציבורי – באזורים הציבוריים מומלץ להשקיע בתצוגות קבע מקצועיות, ובאזורים הפרטיים בתצוגות מתחלפות ואישיות המבטאות את הישגי התלמידים. גם מבחינת חומרים אפשר לנוע על הרצף שבין חומרים קשים באזורים הציבוריים לחומרים רכים באזורים הפרטיים.

אזורים ציבוריים – מסדרונות/מבואות רחבים – רצוי להציב בהם פריטים שישייכו אותם לכיתות הסמוכות, בעזרת תקשורת חזותית מכובדת (ללא רעש ויזואלי), כאשר התכנים יכללו תוצרים מעבודות התלמידים או מהתכנים הלימודיים.

סיווג אזורי – ביטויים אדריכליים לחללים להדגשת אופיו המשתנה של המרחב.

אזורי מעבר – תנועה מהירה, תנועה איטית.

אזורי שהייה – חללי למידה, פינות עבודה.

אזורי פעילות

– פעילות פסיבית, פעילות אקטיבית.

– שקטה ורועשת

– פעילות יחידנית ופעילות קבוצתית

התאמה למשתמשים – עיצוב החלל, הריהוט והאביזרים יותאמו לצורכי התלמידים לפי שלבי ההתפתחות והממדים הפיזיים שלהם.

התאמה לקבוצות גיל – יש לאתר את נקודת התורפה של כל קבוצת גיל:

בגילאי היסוד – חשוב לטפח את הקשר בין פנים לחוץ, תוך שמירה על אזור ביניים שיהיה מעין פילטר להאטת הקצב בעת כניסה מן החצר לכיתה ולהפך.

בגילאי הביניים – מומלץ לטפח פינות עבודה ותצוגות במעברים על מנת לנצל את המרחבים המשותפים להקניית ידע ופיתוח מודעות אסתטית.

בחטיבות הביניים – חשוב למצוא את הדרך לסייע לבני הנוער לפרוק מתחים, למשל, הקמת חדרי כושר, הקצאת שטחים לביטויי מחאה גרפיים וטיפול מרחבים חיצוניים פתוחים ומבוקרים.

בחטיבה עליונה – מיועדת לאנשים "בוגרים" מבחינה התנהגותית ויש להתאים את התכנון לאופי הפעילויות הפרטיות יותר המתרחשות בחללים הפנימיים והחיצוניים תוך מתן כבוד והערכה לבוגרים.

צפייה ובקרה – צפייה בתלמידים והקטנת מקומות להתבודדות תוך שמירה על פרטיות. כניסות ויציאות מבוקרות, פיקוח על מבקרים.

4. תנאים סביבתיים

תאורה – תאורה טבעית (מניעת בוהק), הקפדה על אופן החדרת האור לבניין, עיצוב תאורה מלאכותית בהתאמה לייעוד החללים, ריבוי חלונות לצפייה בנוף ומבטים בין פנים לחוץ.

אקוסטיקה – טיפול אקוסטי בכל חלקי המבנה.

תכנון תרמי נכון – אורור טבעי, נוחות פיזית, בקרת אקלים – מיזוג וחימום לפי הצורך (תוך מתן פתרונות אסתטיים לתשתיות) יסייעו ליצירת אווירה רוגעת בסביבה.

אסתטיקה – מבנה אסתטי ומטופח מכבד את המוסד והשוכנים בו. שימוש בצבע להגדרת מקומות וייעודים. הצגת עבודות תלמידים לעידוד תחושות הגאווה, השייכות וההזדהות והתנהגות פרו- חברתית.

שירותים – עיצוב אסתטי ו"יקר", ברמת גימור ובאיכות גבוהה למניעת בלאי והשחתה. יש להקפיד על מתן אפשרות תצפית על הכניסה לשירותים ולהימנע מפינוק מסתור בתוכם.

תקשורת – הגברת תקשורת בין-אישית – פינוק ישיבה, אזורי משחק, זמינות של מקומות לפעילות אקטיבית ופסיבית.

תקשורת חזותית – באזורים ציבוריים כמו מסדרונות, רחבות, מבואות יש להציג תכנים מתוך נושאי הלימוד או האקטואליה. תצוגות מתחלפות יוצרות אפשרות לאינטראקציה בין הסביבה והלומד.

נגישות – מרחב מונגש מעביר מסר של שוויון והכרה בערך הזולת. נגישות פיזית – מניעת מחסומים במעברים כמו בליטות ברצפה ובקירות, ריצוף מחליק; נגישות ויזואלית – מניעת סנוור, הצבת שילוט בגודל מתאים ובצבעים המקלים על הקריאה; נגישות קוגניטיבית – שילוט בשפה נוספת וכד'. נגישות מהירה למשאבים, למדריכים ולחדרי מקצוע.

5. איכות הבנייה

פרטים ורמת הביצוע – הקפדה על רמות תכנון, פירוט וביצוע גבוהים יסייעו לשמור על בית הספר כמקום אסתטי לאורך זמן. איכות בנייה גבוהה תביא להאטת בלאי, לתנאי תחזוקה נוחים יותר ולתיקונים קלים ונדירים יותר. הקפדה על מפגשים נקיים בין חומרים שונים תמנע יצירת נקודות תורפה לפירוקים, קילופים וכד' ותמנע בכך תחושת הזנחה.

חומרי גמר – הקפדה על בנייה בסטנדרט גבוה ובחומרים עמידים לטווח ארוך, בעלי בלאי נמוך ותחזוקה קלה ונאותה, תתרום לאווירה חיובית ולמניעת השחתה. נדרשת השקעה ראשונית בחומרים, בציוד ובאביזרים איכותיים המותאמים לייעודם. שימוש בחומרים עמידים במקומות מועדים לפגיעה כמו אסלות תלויות בשירותים, תקרות אקוסטיות איכותיות, פסי הגנה על קירות ועיצוב גרפי מתוכנן מראש יסייעו לשמור על האווירה הרצויה בבניין ויקלו על המתחזקים.

הגנה על אלמנטים מועדים לפגיעה כמו ארונות הידרנט וחשמל, הפעלת מזגנים בשלט והתקנת זיגוג עמיד בהולם יסייעו לשמור על הסביבה הלימודית ברמה גבוהה כפי שתוכננה.

אביזרים – האביזרים יהיו בעלי תכונות מכניות נוחות להפעלה ונוחים לאחזקה.

תחזוקה – הקפדה על חזות מטופחת של בית הספר. אחזקה שוטפת, הקפדה על תיקונים, צביעה תכופה, ניקיון קבוע כמה פעמים ביום – כל אלה יסייעו לפיתוח של

יחס חיובי של התלמידים ורצון להשתתף בטיפול בית הספר. השגת משאבים כלכליים לחידוש ותיקון שוטפים.

בטיחות – הקפדה על הנחיות הבטיחות, מיקום אמצעי בטיחות, מניעת פגיעות הנובעות מפירוק אלמנטים בבנייה ובריהוט. תכנון למען ביטחון התלמידים מפחית את מידת האיום.

6. חצר בית הספר

שטחים פתוחים – ההפסקה היא מרכיב חשוב בתהליך הלמידה וההתפתחות. יצירת מרחבים פתוחים לריצה והשתובבות פיזית מבוקרת חיונית להתפתחות החברתית והפיזית כאחד של התלמידים. שילוב של טבע וצמחייה בתחום בית הספר מעניק תמיכה חיובית לבריאות הפיזית והנפשית של התלמידים. נוכחותו של הטבע בחצר תורמת לתחושת הביטחון האישי של התלמיד.

מומלץ לדאוג לתצפית רחבה של מורים על הפעילות בחצר ולהימנע מפינוק נסתרות ובלתי מבוקרת.

ייעודי החצר – פריקת עול ותנועה פיזית בהפסקות, למידה, קשרים חברתיים וקשר לקהילה.

חלוקת החצר לאזורים ברמת פעילות שונה ויצירת היררכיה של חצרות: חצרות ייעודיות – גינות נוי, חצרות לימודיות, חינוכיות ומקצועיות, חצר משחקים, ספורט, ועוד. יש ליחד שטחים למשחקי כדור תוך הגנה על המבנה ועל הילדים שבחצר.

חלוקה לאזורים

- הפרדה בין גילים – כיתות נמוכות וגבוהות.
 - הפרדה לפי מוקדי עניין – חצרות נושאות – מדע, אמנות, א"י וכד'.
 - הפרדה לפי רמת פעילות:
 - אינטנסיבית – ספורט
 - אקסטנסיבית – משחקים
 - הפרדה לפי דרגת מעורבות – פעילה וסבילה (צפייה).
 - איזון בין צפייה ובקרה ללא פינוק חבויות לבין הצורך בפרטיות.
- חומרים** – הימנעות מחומרים קשים כמו חצץ וכד'.
- צמחייה** – מראה ירוק ומטופח, השתלבות התלמידים בטיפול בגידולים תסייע לתחושת שייכות והזדהות. צמחייה נמוכה ורחוקה מן הבניין.
- אמנות** – גן פסלים, אלמנטים אמנותיים, שילוב אמנות במשחקים, פיתוח יחס לטיפול סביבתי, מתן אפשרות לקיר גרפיטי מבוקר וכד'.

7. חברה

בית הספר והקהילה – הקהילה כקהילה לומדת – בית הספר כחלק מן הקהילה. שימוש קהילתי בבניין בית הספר ובשטחי החוץ יכול להתאפשר כאשר יש התאמה בשימושים או הפרדת אזורים מוגדרת בין אזורים המיועדים רק לבית הספר לאזורים המיועדים גם לשימוש הקהילה.

הזדהות והשתתפות התלמידים – סביבה אסתטית ומטופחת מזמינה התנהגות מאופקת יותר מסביבה מוזנחת. שיתוף הילדים בתכנון ובתהליך קבלת ההחלטות, בטיפוח, בתחזוקה, בניקיון ובגינון של סביבת הלמידה שלהם ייטעו בהם רגשות של אחריות אישית וחברתית, דאגה לזולת והזדהות מקומית עם סביבת בית הספר. לצורך כך נדרשת היערכות משולבת של צוות בית הספר, ההורים, הקהילה, התלמידים, המתכננים, המתחזקים והרשויות. פיתוח אווירה חינוכית, אסתטית וחיונית במסגרת בית-ספרית תעודד את התלמידים לראות את בית הספר כביתם, להתגאות בו ולהרחיק את תחושת ה"מוסדיות" מן הבניין. יצירת הזדהות של ילדים עם בית-ספרם, כשהם אומרים "בית הספר שלי", יכולה לכוון בסיס למניעת תופעות של אלימות. שמירה על קנה מידה המתאים לעולם הילד, הקפדה על חזות ביתית, קבועה ולא ארעית, חיפוש דרכים ליצירת תחושת ביטחון בקרב התלמידים והתייחסות אישית, אנושית וחמה מצד צוות המורים כלפי התלמידים עשויים להוריד את רמת האלימות הכללית.



סיום יום הלימודים בבית הספר היסודי סטיבנסון, מנהטן, ניו יורק

נספח יב.6

דוח סיור בבתי ספר אנכיים במנהטן

ניו יורק (אוקטובר 2007)

אדר' גבריאלה נוסבאום

1. כללי

הסיור כלל ביקורים בתשעה בתי ספר במנהטן, מרביתם בתי ספר פרטיים ומיעוטם ציבוריים. במנהטן יש מספר רב של בתי ספר משולבים בתוך הבלוקים העירוניים עם כניסה ישירה מן הרחוב. כל בתי הספר היו ברמת תכנון, תחזוקה וציוד גבוהים, עם חדר אוכל ומטבח (למעט אחד), והפעילו יום לימודים ארוך. בתי הספר המסוקרים הם:

The Calhoun school – elementary and high school

Breary School – elementary school

Ramaz School – 3 buildings – elementary, middle, and high school

Chapen School – elementary school

Millennium – high School

The Reece School – special education elementary school

Lycee Francais – elementary and high school

א. **המיקום** – בתי הספר ממוקמים בתוך הבלוק העירוני. הכניסה ישירה מן הרחוב ללא שטח ביניים של גינה או חצר. אם יש חצרות במפלס קומת הקרקע, הן נמצאות בדרך כלל מאחור. מרבית החצרות היו בקומות עליונות ועל גגות. בבית הספר קלהון, שהוא פינתי, יש בכניסה מרפסת מפולשת, מוגבהת מן המדרכה הממשיכה מסביב לספרייה.

ב. **חניה** – לא נמצאה חניה במסגרת הבניין. מרבית המורים מגיעים לעבודה ברכבת התחתית, והתלמידים הצעירים מוסעים, חלקם על ידי ההורים. יש בעיה של העלאת והורדת תלמידים בשעות העומס, כמו בסיום יום הלימודים. הנושא חשוב, היות שחלק מהמורים רוצים להגיע ברכב פרטי. לעיתים יש לקחת חומרים לבדיקה בבית, ולעיתים מקום המגורים רחוק ואינו נוח להגעה בתחבורה הציבורית. פתרונות אפשריים: חניה תת-קרקעית ושכירת מקומות חניה בחניונים שבסביבה.

ג. **ביטחון** – בכל בית ספר יש שמירה קפדנית של אנשי ביטחון ואין כל אפשרות להיכנס לבית ספר ללא תיאום מראש. השמירה נעשית בדרך כלל בתוך הבניין, בעמדת שמירה בלובי. יש חברות המספקות שירותים מסוג זה. לעיתים מוצבים

שוטרים בעמדות אלו. בבית הספר היהודי ראמאז יש אנשי ביטחון גם בחוץ, לפני הדלת.

ד. **לובי וכוניסה** – במרבית בתי הספר לא היו אולמות כניסה גדולים. החללים הגדולים

נמצאו בחלקים אחרים של המבנה. בכל בית ספר היתה עמדת שמירה ומודיעין.

ה. **מערך** – חלק מבתי הספר מבוססים על תוכנית רגילה של מסדרון וכיתות, ואחרים

מציעים שיטות למידה אלטרנטיביות ופתוחות יותר המתבטאות בתכנון ובמערך.

בבית ספר קלהון הלמידה מתרחשת בקבוצות קטנות של עד 12 תלמידים עם מורה

אחד, הישיבה סביב שולחן והחללים פתוחים לכמה קבוצות. בבית ספר זה יש אווירה

מיוחדת ויחסי מורים ותלמידים חמימים. למרות הישיבה בחללים פתוחים ורציפים,

לא נמצאו בעיות של ריכוז ואקוסטיקה. לכיתות הגבוהות יש חללי למידה מוגדרים

בצורה ברורה יותר, המתוכננים סביב חלל מרכזי של פעילות משותפת ומגוונת.

ו. **חדרים ייעודיים** – במרבית בתי הספר יש חדרי מקצוע רבים, אולמות כינוסים

ואולמות ספורט. אולמות הספורט בדרך כלל תת־קרקעיים, אולמות הכינוסים

לעיתים תת־קרקעיים ולעיתים בקומת הקרקע. בבית ספר קלהון שני האולמות

הללו הם בקומה גבוהה.

ז. **חצרות** – לכל בתי הספר חצרות גג ומרפסות לפעילות חוץ, כגון: ספורט, גינון,

שהייה ומשחקים.

ח. **חדר אוכל** – לכל בתי הספר חדרי אוכל ומטבחים. בבית ספר קלהון יש מטבח "שף"

וגינה לגידול תבלינים על הגג, המשמש גם גג גינון לימודי. בשיבת ראמאז יש שני

מטבחים, חלבי ובשרי, בכל מבנה.

ט. **מעליות** – בארה"ב אין חוק המגביל ילדים בנסיעה במעלית מבחינת גיל. אי לכך

אין כל בעיה של שימוש במעלית עבור ילדים קטנים. עם זאת, הצוותים מעודדים

שימוש במדרגות לנוכח בעיות ההשמנה של הילדים בארה"ב. בשני בתי ספר נמצאו

אנשי שירות במעלית. בבית הספר בררלי, בית ספר פרטי לבנות, יש איש שירות

קבוע במעלית. כמו כן יש הוראה שאין לשוחח במעלית כאשר יש בה יותר מחמישה

אנשים! בבית הספר הצרפתי יש איש של מבוגר במעלית בשעות העומס, כאשר

הילדים הקטנים עולים לשחק על הגג.

י. **גודל המעלית** – ממדי המעלית לא היו גדולים במיוחד. בדרך כלל המעליות

מיועדות לכ-15-20 ילדים. כיוון שבארה"ב מספר התלמידים בכיתה קטן, 20-25,

אפשר להעלות כיתה שלמה במעלית.

יא. **לוקרים** – במרבית בתי הספר היו לוקרים. בבית הספר מילניום חלקו כל שני

תלמידים לוקר, דבר שיצר התגודדות בהפסקות הקצרות. לדעת המנהל, הם אוהבים

התגודדות זו ומחפשים מגע אישי ביניהם.

יב. **הפסקות** – בחלק מבתי הספר אין הפסקות בין השיעורים. לעיתים מתקיימת

הפסקה בת 5 דקות להחלפת כיתה. לעיתים יש הפסקה פעם ביום לארוחת צהריים.

יג. **חצרות גג** – במרבית בתי הספר החצרות מרוצפות במשטחים גמישים. חלק מן

החצרות מגוננות. כל החצרות היו מוקפות גדר גבוהה, ולחצרות הספורט היו גם

תקרות רשת עליונות או לעיתים קרובי מסוים להגנה מן הגשם.

יד. **היציאה לגג** מבוקרת על ידי מבוגרים הנמצאים במשך ההפסקה להשגחה.

2. רשמים מבתי הספר



בית ספר קלהון. מימין: חזית; משמאל: גינה לימודית על הגג

א. בית הספר Calhoun – בצפון-מערב מנהטן. בית ספר פרטי (700 תלמידים).

בית הספר קיבל תוספת בנייה ונוספו לו כמה קומות. בבית הספר תשע קומות, בנוסף על קומות תת-קרקעיות. בית הספר זכה בפרסים לתכנון באתר www.designshare.com ובפרס לתכנון בר-קיימא. על הגג העליון, החדש, גינת גג לימודית המיועדת גם לגידול צמחים ותבלינים. מסביב לגג גדר סבכה, ללא רשת עליונה אופקית, מכיוון שהחצר אינה משמשת לספורט. בבית הספר אווירה נעימה ומיוחדת. הלמידה בקבוצות קטנות של 12 תלמידים, הקבוצות עובדות בחלל רציף פתוח. הלוחות ניידים, יש פינות עבודה למורים, אין בעיות אקוסטיות או בעיות ריכוז. לכיתות הגבוהות יש כיתות נפרדות וחלל מרכזי לפעילות משותפת, ובו נמצאים גם הלוקרים. בקומת הכניסה יש ספרייה הנפתחת בשקיפות אל הרחוב. מתחת לגינת הגג אולם ספורט עם גלריה ומושבים מסביב. אפשר לחלק את האולם לשני חלקים עבור פעילות של שתי קבוצות. על הגג הקיים נבנה אודיטוריום למופעים עם במה ומושבים.

המעליות בבניין הן בגודל רגיל. לבית הספר מטבח שף וחדר אוכל במרתף. האכילה מתבצעת במשמרות. מיחס עומד לרשות המורים והתלמידים בכניסה לחדר האוכל לצורך הכנת קפה ותה. בעת הסיור נערך תרגיל פינוי בתיאום עם רשויות העיר ורשויות כיבוי אש. התנועה התנהלה כסדרה. התלמידים והצוותים ירדו לרחוב. כל תלמיד ידע לאן עליו לצאת וכל מורה או בעל תפקיד התמקם בנקודת השגחה ידועה מראש.



בית ספר ישיבת Ramaz. מימין: מרחב ליד חדר המדרגות; משמאל: גג ספורט

ב. ישיבת Ramaz – בצפון-מזרח מנהטן. בית ספר יהודי פרטי.

בבית הספר אפשר ללמוד מגיל הגן ועד גיל 18. הלמידה בשתי שפות, עברית ואנגלית, ובכיתות מעורבות של בנים ובנות. הביקור כלל את שלושת בתי הספר של הישיבה: גילאי יסוד, גילאי ביניים ובית ספר תיכון. בית הספר כולל גם מעון לילדי העובדים.

גילאי יסוד: המבנה הכולל גם את המעון לא תוכנן עבור גילאי היסוד אלא כתיכון ואינו מתאים לייעודו. למבנה גג המשמש כחצר משחקים. בקומת הקרקע חדר אוכל, מטבח ובית כנסת. אולם הספורט תת־קרקעי. המעליות בסדר גודל רגיל וניתן להסיע בהן כ־20 תלמידים.

בית הספר לגילאי הביניים: גג ספורט עם גדר מסביב וגדר עליונה. בקומת הקרקע בית כנסת, מטבח וחדר אוכל. אולם ספורט תת־קרקעי.

בית הספר התיכון: בלב הבניין חדר מדרגות מרכזי צר מאוד, שהיה קיים במבנה. במבנה זה ניכר לחץ רב של תנועת התלמידים במעליות, במדרגות ובאזורי השהייה ליד המדרגות. אולם ספורט תת־קרקעי. במבנה שמונה קומות.



בית ספר על-יסודי Millennium, וול סטריט. מימין: כניסה מהרחוב לקומות 11-13 בבניין משרדים; משמאל: חלל מדרגות מרכזי

ג. בית ספר Millennium – באזור העסקים וול סטריט בדרום מנהטן. בית ספר תיכון ציבורי (SP), (550 תלמידים).

בית הספר נמצא בבניין משרדים פינתי. הכניסה אליו ישירות מן הרחוב, אבל היא נפרדת מן הכניסה לבניין המשרדים. בקומת הכניסה יש לובי קטן ובו אנשי ביטחון ואולם דר-תכליתי לכינוסים ולפעילות ספורטיבית. בכניסה שתי מעליות לקומות 11, 12, 13, שהן קומות בית הספר. חשוב לציין שזהו בית ספר ציבורי והנכס בשכירות. שלושת הקומות חוברו יחדיו בחדר מדרגות מרכזי רחב וסביבו שפע של חללים ומרחבים כללים משותפים, היוצרים אווירה מאוד ניווחה ונעימה. בשטחים הרחבים שמחוץ לכיתות מיישמים פעילות קבוצתית ופעילות חופשית בזמן השיעורים, כמו עבודת תלמידים או שהייה למנוחה וקריאה. המרחבים פעילים לקבוצות וליחידים בצורה חופשית במשך כל שעות היום וגם לאחר מכן בעת הכנת שיעורים וסיוע. יש שקיפות רבה בין הכיתות והחללים המשותפים. יש ספרייה וקפטריה, אין חדר אוכל ואין מטבח, אין הפסקות בין השיעורים. התלמידים יכולים לדדת לרחוב לאכול בשעה מסוימת. בהפסקה הקצרה, במעבר בין שיעור לשיעור, יש לחץ על הלוקרים. בעת הסיור נערך גם סיור של תלמידים והורים המעוניינים להירשם לבית הספר, כך שהעומס של התלמידים והמבקרים היה כפול, אך לא יצר לחץ, פרט להתכנסות למטה לפני אולם הכינוסים.

ד. בית ספר Chapen – בצפון-מזרח מנהטן. בית ספר יסודי פרטי לבנות, שמרני מאוד. מערך תכנוני מסורתי של מסדרונות וכיתות. חלק מן הריהוט כבד והאווירה רצינית. אולם הספורט ואולם הכינוסים תת־קרקעיים. יש ספרייה יפה ומעלית בממדים רגילים. כמו כן יש חדרי כינוסים קטנים יותר וחדר מורים עם תמונת המייסדת. בית הספר נמצא כרגע בשיפוצים. כיום יש שש קומות, ושתי העליונות בנסיגה. בעתיד תמולא הנסיגה ותתווספה עוד שתי קומות, סה"כ יהיה בית הספר בן שמונה קומות.



בית ספר Bearly, מימין: אולם מחול; משמאל: גג משחקים מעל טיילת

ה. בית ספר Bearly – בצפון-מזרח מנהטן. בית ספר פרטי לבנות, שמרני ורציני. (760 תלמידים).

בית הספר ממוקם על הנהר המזרחי וצופה לנוף מדהים. בכניסה לובי גדול, שהוקטן מכיוון שחלקו האחורי שימש להגדלת הספרייה. בכניסה עמדת בקרה הכוללת מודיעין וביטחון. הבניין קיים משנת 1928 והוא בן 12 קומות. בבית הספר לומדות תלמידות מגיל הגן ועד גיל 18. בית הספר שם דגש על לימודי אמנויות, במיוחד מוזיקה. קבוצות למידה קטנות וכיתות קטנות (לא יותר מ־15 תלמידות בכיתה). בבית הספר כ־70 מורים. יש חדרי מוזיקה רבים ליחידים ולקבוצות, אולם מחול, אולם מופעים גדול עם יציע ושני אולמות ספורט תת־קרקעיים. לגיל הרך יש חצר משחקים מעל הספרייה, מעל החלק המקרה את הטיילת הציבורית לאורך הנהר המזרחי. יש פינות עבודה רבות למורים, לעיתים צפופות. לגיל הרך יש תלבושת אחידה, לתלמידות הבוגרות יותר רק חצאית. יש אווירה רשמית בבית הספר ויש הרבה מורים גברים. בבית הספר יש רק שתי מעליות ואישה אחראית שיושבת באופן קבוע במעלית ומפעילה אותה. אסור לדבר בקול כאשר יש יותר מחמישה נוסעים במעלית. מרבית התנועה נעשית במדרגות. התלמידות הבוגרות בקומות הגבוהות והצעירות בקומות הנמוכות. יש תנועה רבה לחדרי מקצוע: מוזיקה, מחול, אמנות וכד'.



בית ספר Reece School לחינוך מיוחד, מימין: חזית לרחוב; משמאל: החצר האחורית

ו. בית ספר Reece School לחינוך מיוחד בצפון מנהטן.

בכניסה עמדת ביטחון מוגנת הכוללת גם מודיעין ומזכירות. בית ספר חדש ויפה בן שש קומות. לבית הספר אין חצר גג ויש לו חצר אחורית בקומת הקרקע הפונה אל בתי המגורים שמסביב. אולם הספורט ממוקם בקומת המרתף ומן הכניסה ניבט חלל האולם. בבית הספר 90 תלמידים בכיתות קטנות של 6-12 ילדים בכיתה. יש חדרי אמנות, טיפולים, רפוי בעיסוק וכד'. המסדרון מסודר בצורת חית והכיתות מצד אחד. האווירה רגועה, יש כמה חדרי רוגע קומתיים, בדרך כלל אחד בכל קומה. שטח הקומה קטן וקומפקטי ויוצר אווירה נעימה בזכות שימוש מעודן בצבעים, בכל קומה בגוון אחר. בית הספר משתלב בסביבתו הבנויה בצורה מעניינת מבחינת ממדיו וגובהו ויוצר חידוש בעיצוב החזיתות עם אלמנטים צבעוניים של הצללה.

ז. בית הספר הצרפתי Lycee Français – בצפון-מזרח מנהטן. בית ספר פרטי, יסודי ותיכון, לבנים ולבנות.

בית ספר מפואר. בכניסה לבית הספר דלפק מודיעין וביטחון ומעבר לו חלל ובו מדרגות לקומות העליונות. מצד ימין הספרייה לבוגרים (יש ספרייה נוספת לצעירים) ובהמשך חדר האוכל. המבנה מורכב משני גושים וביניהם מעבר. מעל חדר האוכל, הממוקם קרוב לכניסה, יש חצר-גג פעילה, שאפשר לצפות עליה מן המדרגות הראשיות העולות לקומות העליונות. בקומות העליונות יש מרפסות לישיבה ולמנוחה בהפסקות. על הגג העליון חצר-גג למשחקים לגילאי היסוד. השהייה בגג עם השגחה של צוות גדול והעלייה למשחקיית הגג במעלית שמפעיל מבוגר בשעות העומס. בית הספר אסתטי ובו חדרי אמנות מצוידים להפליא.



בית הספר הצרפתי Lycee Français. למעלה: חזית; למטה: מבט בין האגפים

3. סיכום

- א. אפשר לקיים חיי בית ספר בעלי איכות למידה ושהייה חיוביים במבנה אנכי.
- ב. התנועה בין הקומות אינה מהווה בעיה בשעות היום, כאשר אין מסות כבדות של תלמידים הנעות בבת אחת ולא נוצר עומס גדול על מעליות.
- ג. היות שבישראל יש חוק המונע מילדים עד גיל 14 לנסוע לבד במעלית, יש למצוא דרך להפעיל את המעליות בשעות העומס על ידי מבוגר, בעל תפקיד אחר בבית הספר.
- ד. יש לעודד שימוש במדרגות גם לקומות גבוהות מעל שלוש קומות כדי לעודד פעילות גופנית טבעית.
- ה. ליצירת אווירה רגועה ומפרה בבית הספר חשוב ליצור מרחבים פתוחים משותפים לשהייה בעת הפסקות ויציאה מן הכיתות בזמן השיעורים, לעבודה קבוצתית או יחידנית.
- ו. ניצול הגגות לפעילות מוטורית, גינון, חצרות לימודיות, משחקים, ישיבה ומנוחה מוכח הלכה למעשה בכל המבנים.
- ז. ניצול קומות המרתפים עבור חללים גבוהים כמו ספורט יעיל ופועל יפה בכל במבנים.
- ח. בית ספר הבנוי לגובה דורש התייחסות לחללים כמו ספרייה, אולמות כינוסים, אולמות ספורט, חצרות משחקים ושטחים מפולשים.
- ט. מרבית האולמות כמו חדרי אוכל, אולמות כינוסים, בתי כנסת ואולמות ספורט הם דו־תכליתיים או רב־תכליתיים ומשנים את ייעודם במשך היום, תוך כדי שינוי מערך השולחנות והכיסאות.

יג. מקורות

יג.1 | רשימת אתרים העוסקים בתכנון בתי ספר

Organization for Economic Co-operation: www.oecd.org, and in it the PEB Exchange
(reports of the Program on Educational Building)
The Council of Educational Facility Planners International, www.cefpi.org
School Design & Planning Laboratory, The University of Georgia, www.coe.uga.edu/sdpl/
Designshare – design for future learning :www.designshare.com
www.School construction news.com
www.asbj.com
www.usc.edu/dep/architecture/laysd
www.thecityreview.com/ues/eeave/brearlry
www.catalog.lib.washington.edu

יג.2 | רשימה ביבליוגרפית של ספרות בנושא בנייה לגובה ותכנון בתי ספר כבסיס לחשיבה (לפי שנת הוצאה)

תמר הורביץ, חוה פרנקל, דפוס אלימות של בני נוער, מכון הנריאטה סאלד, 1990.
בטי פוליטי, אדר' אבנר אשר, בית הספר היסודי – מדריך לתכנון, המכון לפיתוח מבני חינוך ורווחה, 1992.
מירטה פרידמן, ילדות כמדקחה, הוצאת הקיבוץ המאוחד, 1994.
ענבל גוסס, אדר' אבנר אשר, פתחים במבני חינוך – הנחיות תכנון לחלונות ודלתות, המכון לפיתוח מבני חינוך ורווחה, 1996.
בטי פוליטי, אדר' אבנר אשר, מדריך לתכנון בתי ספר על-יסודיים, המכון לפיתוח מבני חינוך ורווחה, 1996.
יצחק פרידמן, תמר הורביץ, ראובן שליב, אפקטיביות תרבות ואקלים של בתי ספר, מכון הנריאטה סאלד, 1998.
פרופ' ארוה צ'רצ'מן, אדר' גבריאלה נוסבאום, ענבל גוסס, הפחתה של פגיעות במבני חינוך וברכוש – הנחיות לעיצוב הסביבה הפיזית, המכון לפיתוח מבני חינוך ורווחה, 1998.
ד"ר אהובה וינדזור, אדר' אילנה בהגן, אדריכל נוף ראובן עמיר, תכנון חצר בית הספר – הנחיות והמלצות, המכון למחקר ולפיתוח מוסדות חינוך ורווחה, 1999.
אדר' שוקי שושני, איג' גבי שורש, ענבל גוסס, מיקום מוסדות ציבור בשטחים הרריים, המכון למחקר ופיתוח מוסדות חינוך ורווחה, 1999.
בחינת הבנייה לגובה – המדריך לבחינת תוכניות של בנייה לגובה: היבטים הנדסיים מסקנות והמלצות, מוסד הטכניון למחקר ופיתוח בע"מ, המרכז לחקר העיר והאזור, המכון הלאומי לחקר הבנייה בשיתוף עם אמיר מן – עמי שנער אדריכלים ומתכנני ערים בע"מ, משרד הפנים, מינהל התכנון, אגף להנחיות ולתקנות תכנון ובנייה, יוני 2000.
רפאל ירון, פרופ' מוטי סולוקולוב, צחי גולן, ד"ר עמוס אולמן, פרופ' דוד חן, אדר' גדי הלר, בנייה ירוקה של בתי ספר עקדנות והמלצות, המכון למחקר ולפיתוח מוסדות חינוך ורווחה, 2000.
רפאל ירון, אדר' חגי תמיר, עינת גפן, מרחבים מוגנים במבני ציבור – הנחיות תכנון, המכון למחקר ולפיתוח מוסדות חינוך ורווחה, 2002.
אדר' בת-שבע רונן, תפיסות חדשניות בתכנון בית הספר היסודי, המכון למחקר ופיתוח מוסדות חינוך ורווחה, 2002.
עיצוב ושיפור חזות מבני חינוך – היבטים בהשפעת המרחב הפיזי על הפחתת אלימות, משרד החינוך, גף לעיצוב חזות מבני חינוך, 2003.
תום גומפל, היבטים מערכתיים בטיפול באלימות בית הספר, מצגת, משה"ח, 2004.

פרופ' ארזה צ'רצ'מן, הקשר בין האדם והסביבה הפיזית והאלימה, משה"ח, 2004.
 ד"ר אהובה וינדזור, הנחיות לאדריכלים לתכנון סביבה פיזית חינוכית המצמצמת אלימות, משה"ח, 2005.
 ד"ר רחל זבה, צבע במבני חינוך, משרד החינוך התרבות והספורט, הטכניון, 2005.
 תדריך תכנון להקצאת קרקע לצורכי ציבור, משרד החינוך התרבות והספורט, משרד הפנים,
 משרד הבינוי והשיכון, משרד האוצר, המכון לפיתוח מבני חינוך ורווחה, 2005

High Rise Schools: A Case Study, COLOMBO (Ceylon) Asian regional institute of school buildings research, 1969.

Ron Avi Astor, Heather Ann Meyer and William J. Behre, "Unowned Places and Times: Maps and Interviews About Violence in High Schools", *American Educational Research Journal*, Vol. 36, No. 1, pp.3-42 (1999).