



משרד החינוך
המינהל למדע ולטכנולוגיה

תכנית לימודים

מגמת הנדסת בנייה ואדריכלות

(טרימסטרים א, ב, ג, ד, ה)

שם התכנית: **תורת הבנייה**

התמחות: **הנדסאי אדריכלות**

תשס"ז 2007

פיתוח וכתיבה: אדריכל אברהם קרליץ
עריכה לשונית: ורדה איתן
עימוד וביצוע גרפי: 'חן' (איתן), שירותי הוצאה לאור, סביון
ריכוז הפרוייקט: רות אבן

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך האגף למדע ולטכנולוגיה

הוצאת הספרים - אורט ישראל

המנהל למחקר ופיתוח ולהכשרה

דרך הטייסים 28, ת"ד 25203, תל אביב 61251

טלפון: 03-6301379 פקס: 03-6301307

כתובתנו באינטרנט:
www.ort.org.il

נדפס בישראל תשס"ז 2007

תורת הבנייה לאדריכלים

מבוא

"אדריכלות מתחילה כאשר אתה מניח בקפידה שתי לבנים יחד." Mies van der Rohe

"אדריכלות מתחילה היכן שההנדסה מסתיימת." Walter Gropius

המבנה על מערכותיו השונות אינו איום, שיש להתגבר עליו, אלא זהו אוסף כלי המשחק, שהמעצב משתמש בהם כשהוא יוצר אדריכלות. לכן הבנת המבנה, כיצד הוא ניתן להיעשות וכיצד הוא יכול לתפקד, חיונית ליצירה של אדריכלות נכונה.

בגלל מורכבותו של המבנה, נוח לראות בו אוסף של מערכות, בעלות תפקידים שונים, אך הפועלות יחד במשולב, תחת הגיון אחד. בכך נוצר מעין אורגניזם חי, המתפקד לשירותו של האדם¹. לכן הלימוד של המבנה על מערכותיו מפוצל לפרקים שונים על פי למערכות השונות, אך יש להדגיש בכל פרק את הקשר ואת שיתוף הפעולה שבין המערכת הנדונה לשאר המערכות.

התכנית בנויה מתוך הנחה שהמערכות המקצועיות כגון: חשמל, תקשורת, מיזוג אוויר ומתקני תברואה נלמדות במקצוע של מערכות בניין.

חשוב להדגים במהלך ההרצאות כיצד האלמנטים השונים של הבניין ומערכותיו השונות קיבלו ביטוי בדוגמאות של מבנים מתקופות שונות וממקומות שונים. במקרים רבים האלמנט המבני נושא משמעות ארכיטקטונית מעבר לתפקיד המבני-הנדסי הבסיסי שלו.

E. ALLEN *How Building Work – The Natural order of Architecture*, Oxford University Press, ¹ NY 1995

פירוט נושאי הלימוד וחלוקת השעות המוצעת

שעות	נושא
5	<p>מבוא</p> <p>תפיסת המבנה. הבניין, תפקידו, ומאפייניו. הגישה המערכתית למבנה. השפעת הטכנולוגיה והחומר. השפעת האקלים. השפעה תרבותית-חברתית. ידידותיות לסביבה, בנייה בת-קיימא.</p>
7	<p>תהליך של פרויקט מן היוזמה ועד לאכלוס (פרויקט גדול ופרויקט קטן)</p>
6	<p>מערכת היציבה של המבנה</p> <p>כוחות ועומסים הפועלים על המבנה, מהלך העומסים, מומנטים. עמידות קונסטרוקטיבית, השפעת הגאומטריה לעומת הקשחה. אלמנטים קווים ומישוריים, אלמנטים אנכיים ואופקיים. קורות ותקרות – כפיפה, לחץ ומתיחה, עמודים – קריסה. הערכת ממדים. קורה נמשכת, זיז – היפוך מומנטים.</p>
9	<p>יסודות</p> <p>מיון קרקעות, התאמת היסוד לסוג הקרקע ולסוג המבנה. יסודות עוברים. יסודות בודדים. כלונסאות קצה, כלונסאות חיכוך. יסודות באר. יסודות נוספים (דוברה, כלונסאות זעירי קוטר).</p>
6	<p>רצפות</p> <p>הרצפה כחלק מן המערכת הקונסטרוקטיבית וכחלק מן המעטפת. רצפה מונחת, מסד, קורות יסוד, איטום. רצפה תלויה, מילוי מעיך, סגירת החלל התחתון.</p>
3	<p>מבחנים</p>
36	תום זמן א

שעות	נושא
12	<p>תקרות</p> <p>פעולת התקרה לעומת הקורה. תלייה חד-כיוונית ומצולבת. תקרה מקשית. תקרת צלעות, מילוי. תקרת ערוגות וקסטות, תבניות. תקרות טרומיות, לוח"דים. צלעות פח עם מילוי בטון. תקרת קורות טרומיות וכיסוי, קורות קמץ. תקרת קורות פלדה. תקרת קורות עץ.</p>
9	<p>גגות</p> <p>הגג כחלק מן המערכת הקונסטרוקטיבית וכחלק מן המעטפת. בידוד תרמי, שיפועים ואיטום. הצורך בכרכוב. גגות בטון שטוחים. ניקוז. גגות בטון מרחביים, קמטים, קמרונות, כיפות, קונואידים, היפרים. גגות פלדה מרחביים, כיפות גאודטיות, שריגים. גגות ומבנים מתנפחים ומתוחים. גגות משופעים מעץ ומפלדה. כיסוי רעפים, כיסוי לוחות.</p>
3	<p>עמודים וקורות</p> <p>תפקיד ארכיטקטוני בחזית ובחלל, סמליות. הקשת, תכנון וביצוע, סמליות. עמוד אבן. בסיס, גוף, כותרת. יציקת עמודים, עמוד עגול ומלבני.</p>
9	<p>קירות</p> <p>קיר נושא וקיר מילוי. חומרים שונים לקירות. בניית בלוקים, חגורות, חיבור לשלד. בנייה חשופה. בניית לבנים, סידורי נדבכים. בניית אבן, אבן גב בטון, סוגי אבנים וסוגי עיבוד. קירות כפולי דופן. קירות תומכים. בידוד תרמי ואיטום הקיר. גשרי קור.</p>
3	<p>מכחנים</p>
36	<p>תום זמן ב</p>

שעות	נושא
6	<p>תנודות במבנה</p> <p>הזדקנות החומר, זחילה. תנודות תרמיות, תנודות קונסטרוקטיביות. תפרים. תפרים תרמיים, תפרים קונסטרוקטיביים, תפרי עבודה. פרטי תפרים עקרוניים.</p>
6	<p>בניה טרומית ומתועשת</p> <p>הגדרות ודוגמאות. שיקולים כלכליים וניהול הבנייה. בעיות אופייניות. יציבות, איטום, בידוד, גמישות תכנון. דוגמאות של אלמנטים וחלקי מבנה טרומיים.</p>
9	<p>מעטפת הבניין</p> <p>תפקידי המעטפת, דרישות ותכונות. אטימות למים, סכנות, סוגי טיפול, חומרים לאיטום, פרטי איטום. בידוד תרמי, סוגי טיפול, אפקטים תרמיים, גשרי קור, פרטי בידוד. בידוד תרמי, חומרי בידוד, חישוב. אקוסטיקה, אפקטים אקוסטיים, חומרים אקוסטיים. חיפוי קירות, חיפויים במריחה, הדבקה והרכבה.</p>
6	<p>טיח</p> <p>חומרים, כלים, פיגומים, הכנות. הרכב שכבות, טיח חוץ ופנים, סוגי טיח.</p>
3	<p>צבע</p> <p>סוגי צבעים. צביעת קירות חוץ ופנים. צביעת עץ, צביעת מתכת ברזלית ואל-ברזלית. צבעים ייעודיים.</p>
3	<p>חיפוי בהדבקה</p> <p>חרסינה, קרמיקה, אבן ושיש. שיטות הדבקה ומומרים. מישקים ותפרים.</p>
3	<p>מבחנים</p>
36	<p>תום זמן ג</p>

שעות	נושא
8	<p>חיפוי בהרכבה</p> <p>סוגי לוחות. פח, אבן, זכוכית, קרמיקה, פלסטיק, מליטה וסיבים. הרכבת לוחות אבן/שיש, השיטה היבשה. הרכבת לוחות פח, שיטות ואביזרים, אטימות ואוורור. הרכבת לוחות מליטה וסיבים.</p>
4	<p>קירות מסך</p> <p>קונסטרוקציה משנית ואביזרי הרכבה. סוגי קירות מסך. איטום ואוורור, שילוב חלונות. קירות זכוכית. סוגי זכוכית. חיזוק לעומס אופקי. תלייה. הגנה משמש.</p>
12	<p>מערכת פתחים</p> <p>תפקידי הפתחים ודרישות. דלתות – מיון לפי חומר, תפקוד ומבנה הכנף. דלתות – סוגי פתיחה. דלתות – מבנה ופרטי משקופים וכנפיים. חלונות – מיון לפי חומר ותפקוד. חלונות – סוגי פתיחה. מבנה ופרטים של חלונות עץ, אלומיניום, ברזל. פרזול וזיגוג. תריסים ורשתות.</p>
8	<p>מערכת חיוץ פנימי</p> <p>תפקיד ודרישות. מחיצות בנויות בלוקים. בטון וגבס. מחיצות קלות. עץ, פלדה, אלומיניום. לוחות חיפוי. זיגוג. מחיצות ניידות. אקוסטיקה במחיצות. העברת מערכות.</p>
8	<p>תקרות תותבות</p> <p>תפקידים ודרישות. מיון לפי סוג התקרה והחומר. תקרות אריחים, מגשים ופסים. תקרות פתוחות. עלים, כוורת, למלות. יריעות מתוחות, תקרות גבס, תקרת טיח רביץ. שיטות תלייה. פרטים אופייניים. שילוב מערכות. אקוסטיקה.</p>
4	<p>חיפויים פנימיים לקירות</p> <p>תפקיד ודרישות. חזרה על טיח, צבע, אריחים. חיפוי בלוחות. סוגי לוחות. שיטות הרכבה. העברת מערכות. בידוד. ציפויים "רכים". טפטים. שטיחים.</p>
4	<p>סבכנים</p>
48	<p>תום זמן ד</p>

שעות	נושא
10	<p>ריצוף</p> <p>תפקיד ודרישות. ריצוף חוץ ופנים. גימורי בטון. החלקה, מדה, אגרגטים קשים, אבקות הטבעה.</p> <p>יציקות. פולימרים, מסטרפלייט, קורודור. ריצופים קשים – המילוי.</p> <p>אריחים. טרצו, קרמיקה, אבן/שיש, אריחי בטון. יציקות. טרצו, גרנוליט.</p> <p>ריצופי עץ – פרקט מוטבע, לוחות עץ, פרקט בהדבקה. ריצופים רכים – הדבקה ומתיחה.</p> <p>שטיחים – סוגים לפי סיב ולפי שיטת יצור. גומי סינטטי, לינולאום, PVC, שעם.</p>
10	<p>סדרגות</p> <p>תפקיד ודרישות. הוראות החוק. סוגי מדרגות לפי חומר ומבנה</p> <p>מדרגות בטון. מדרגות בודדות, על משטח, בין קורות, קורה מרכזית. מדרגות עץ. מדרגות פלדה.</p> <p>מדרגה לולינית. סוגי מדרגות נוספים.</p> <p>מעקות. תפקיד ודרישות. הוראות התקן. מבנה המעקה וחיבורו. דוגמאות מעקות מחומרים שונים.</p>
6	<p>סיגון</p> <p>מקלוט. תפקיד ודרישות. מקלטים – קדמיים ועורפיים. סוגי מקלטים, תכנון. מערכות ומתקנים</p> <p>מרחבים מוגנים. דירתי ומוסדי. מתקנים.</p>
6	<p>שינוע</p> <p>מעליות מנוע ומשקולת. מעליות נוסעים ומשא. סידורים בבניין.</p> <p>מעליות בוכנה, מעליות בורג, מעליות "מספריים". מדרגות נעות.</p> <p>שינוע משאות. סרט נע. מערכות פנומטיות. עגורן.</p>
6	<p>בטיחות אש</p> <p>שיקולי תכנון המערכת. מיון חומרי בניין וציפויים לפי תפקודם בשרפה.</p> <p>דרכי מילוט וגישה להצלה. עמדות כיבוי.</p> <p>הכנות במערכת מים, תקשורת, מיזוג-אוויר.</p>

שעות	נושא
6	פיתוח המגרש. שטחים מרוצפים ומגוננים. ניקוז וחלחול מים. גידור. סוגי גדרות. ריצוף גנני ומדרגות גניות. שבילים ומשטחים. מתקני חצר ורחוב. תנועת רכב וחניה.
4	מכחנים
48	תום זמן ה

ביבליוגרפיה

לויפר נ' אלכסנדר, בבלי א', דורון א', זילברברג. **מדריך לביצוע עבודות בנייה**, הוצאת הטכניון מ.ט.ל., חיפה, 1995.

פרופ' מ' רייס (עורך). **מדריך להנדסה אזרחית**, הוצאת מודן, תל-אביב, 1996.

הוועדה הבין-משרדית המיוחדת משרד הביטחון, משרד הבינוי והשיכון ומשרד התשתיות. **הלאומיות/מע"ץ מפרט כללי לעבודות בנייה**, הוצאת משרד הביטחון, תל-אביב, עדכונים שוטפים.

טריואקס-ציפר שירה. **תורת הבניה - תהליכים וחומרים**, הוצאת אורט, תל-אביב, 2003.

הנאור א'. **מבוא למבנים - יסודות תכן והתנהגות מבנים**, הוצאת הטכניון מ.ט.ל., חיפה, 1996.

משרד הפנים **הוראות למתקני תברואה (הל"ת)**, ירושלים, 2000.

דבוסקין ד', גרנות נ'. **מדריך לשימור אנרגיה במבני מגורים: היבטים אקלימיים**, תכנון אדריכלי, תכנון מעטפת הבניין והיבטים כלכליים, תל-אביב, 1989.

קלויזנר ג'. **מדרגות ומעקות**, הוצאת המרכז לחינוך טכנולוגי חולון, חולון, 1985.

אינג' רוטשילד י', אינג' בן-צבי מ'. **מיזוג אוויר - יסודות ומערכות**, הוצאת אורט, תל-אביב, 1991.

פרופ' נאמן א'. **תאורה טבעית בבניינים - עקרונות והנחיות תכנון**, ירושלים, 2001.

אינג' סולר ק'. **חומרי בניין**, הוצאת אורט ישראל, 1984.

אינג' יאליאב יוסף. **שלד הבניין**, הוצאת מידות, תל-אביב, 1966.

קרני יוסף, קרני אייל. **הגבס בבנייה**, הוצאת הטכניון מ.ט.ל., חיפה, 1987.

צוקר מיכאל. **מסגרות בניין**, הוצאת מידות, תל-אביב, 1960.

מוזס מ'. **תורת החומרים בחרושת העץ**, (הוצאת המכון לאמצעי הוראה, 1974).

מכון התקנים הישראלי ת"י מס' 5, 6, 8, 23, 24, 37, 77, 109, 110, 215, 314, 325, 328, 414, 507, 540, 750, 751, 789, 887, 921, 931, 938, 1001, 1004, 1045, 1068, 1099, 1139, 1142, 1161, 1212, 1229, 1353, 1414, 1430, 1490, 1504, 1508, 1509, 1523, 1554, 1555, 1556, 1568, 1629, 1635, 1661, 1752, 1878, 1920, 1922, 2004, 2931, 4001, 4030, 4068, 4402, 4439 (עדכונים שוטפים)

באום ה', בן-בסט מ'. **מדריך לביצוע עבודות טיח**, הוצאת התחנה לחקר הבנייה, הטכניון מ.ט.ל., 1999.

פוטרמן מ'. **חומרים פלסטיים בבנייה**, הוצאת התחנה לחקר הבנייה, הטכניון מ.ט.ל., 1998.

סורוקה י'. חומרי בנייה – תכונות ושימושים חלק ראשון: חומרי מליטה, מלט ובטון, הוצאת התחנה לחקר הבנייה, הטכניון מ.ט.ל., 1989

בקר ר', יורוביץ ב', זהראנו ז'. **קטלוג פרטים אופייניים לבנייה עם שלד מעץ ומפלדה**, הוצאת התחנה לחקר הבנייה, הטכניון מ.ט.ל., 1993.

F.D.K. Ching. *Building Construction Illustrated* (Van Nostrand Reinhold, New York, 2000)

E. Allen. *How Buildings Work – The Natural Order Of Architecture* (Oxford University Press, New York, 1995)

E. Allen J. Iano. *Fundamentals Of Buildings Construction Materials And Methods* (Willey, New York, 1998)

F. S. Merrit, J. T. Ricketts. *Building Design And Construction Handbook* (McGraw-Hill, New-York, 2000)

M. Salvadory. *Structure In Architecture* (Prentice Hall, New Jersey, 1963)