



האגף להכשרה מקצועית
ופיתוח כח אדם
משרד הכלכלה

המכון הממשלתי להכשרה בטכנולוגיה ובמדע



המחלקה הפדגוגית היחידה לתוכניות לימודים

תוכנית לימודים
במגמה להנדסה אזרחית
ניהול הבניה

תשע"ו - מאי 2016

מערך שעות מוצע - הנדסה אזרחית לימודי יום - ניהול הבניה

מגמת משנה- ניהול הבניה									
מס'	מקצוע	שנה א'		סה"כ שעות שנה א'	סה"כ שנתי	שנה ב'		סה"כ שעות שנה ב'	סה"כ שנתי
	סמסטר	א'	ב'			ג'	ד'		
1	מתמטיקה	3	4	7	112				
2	פיסיקה	2		2	32				
3	אנגלית טכנית	4		4	64				
4	שרטוט טכני והנדסה תאורית	2		2	32				
5	שרטוט אדריכלי ופרטי בנין	4		4	64				
6	בטיחות בבניה					3	2	5	80
7	דיני תכנון ובניה	2		2	32				
8	מערכות אלקטרו- מכאניות						4	4	64
9	תורת הבניה והמבנים	3	3	6	96				
10	ניהול משאבי אנוש						1	1	16
11	חומרי בניין	2	2	4	64				
12	גיאודזיה	4		4	64				
13	הנדסת קרקע וביסוס					2	2	4	64
14	חישוב סטטי וחוזק חומרים	5	6	11	176	2		2	32
15	תכנון הנדסי					5	6	11	176
16	ישומי מחשב :								
	ישומי מחשב- מבוא ואוטוקד		5	5	80				
	ישומי מחשב - תכנון ממוחשב של אלמנטי קונסטרוקציה					4		4	64
	יישומי מחשב- ארגון וניהול אתר בעזרת מחשב						2	2	32
17	שרטוט קונסטרוקציות		2	2	32	2	2	4	64
18	קונסטרוקציות בטון		4	4	64		5	5	80
19	קונסטרוקציות פלדה ועץ					2	2	4	64
20	ארגון וניהול הבניה	2	2	2	32	3	4	7	112
21	ניתוח אומדן עלויות הבניה					2		2	32
22	פיקוח ובקרה על הבניה						4	4	64
23	כבישים, תשתית ופיתוח.	2	2	4	64	2		2	32
24	סדנה בתכנון קונסטרוקציות מבנים						4	4	64
25	פרויקט גמר/ סדנה בניהול אתר בניה						4	4	64
26	בניה ירוקה	1		1	16				
27	ארגון אתר ובחירת ציוד בניה בהיבט המערכתי		4	4	64				
28	מבוא לניהול סיכונים בבנייה					2		2	32
29	שיטות מימוש פרויקטים					2		2	32
	סה"כ ש"ש	34	34	68	1088	36	37	73	1168
	סה"כ לכל הסטודנטים (4 סמסטרים) - מגמת משנה- ניהול הבניה								
	2256								

מערך שעות – חנדסה אורחית לימודים משולבים

מגמת משנה- ניהול הבניה														
סה"כ שנת	סה"כ שעות ג'	שנה ג'		סה"כ שנת	סה"כ שעות ב'	שנה ב'		סה"כ שנת	סה"כ שעות א'	שנה א'		מקצוע	סה'	
	ו'	ה'			ד'	ג'				ב'	א'	סמסטר		
								112	7	4	3	מתמטיקה	1	
								32	2		2	פיסיקה	2	
								64	4		4	אנגלית טכנית	3	
								32	2		2	שרטוט טכני והנדסה תאורית	4	
								64	4	4		שרטוט אדריכלי ופרטי בנין	5	
				80	5	2	3					בטיחות בבניה	6	
				32	2		2					דיני תכנון ובניה	7	
64	4	4										מערכות אלקטרו- מכאניות	8	
								96	6		6	תורת הבניה והמבנים	9	
16	1		1									ניהול משאבי אנוש	10	
								64	4	2	2	חומרי בניין	11	
								64	4	2	2	גיאודייה	12	
				64	4	2	2					הנדסת קרקע וביסוס	13	
				32	2		2	176	11	6	5	חישוב סטטי וחוזק חומרים	14	
64	4	2	2	112	7	4	3					תכנון הנדסי	15	
												ישומי מחשב :	16	
				48	3		3	32	2	2		ישומי מחשב -מבוא ואוטוקד		
64	4		4									קונסטרוקציה		
32	2	2										ישומי מחשב- ארגון וניהול אתר בעזרת מחשב		
64	4	2	2	32	2		2					שרטוט קונסטרוקציות	17	
80	5	5		64	4	4						קונסטרוקציות בטון	18	
64	4	2	2									קונסטרוקציות פלדה ועץ	19	
				144	9	5	4					ארגון וניהול הבניה	20	
				32	2		2					ניתוח אומדן עלויות הבניה	21	
32	2		2	32	2	2						פיקוח ובקרה על הבניה	22	
32	2		2	64	4	2	2					כבישים, תשתית ופיתוח	23	
64	4	4										סדנה בתכנון קונסטרוקציות מבנים	24	
64	4	4										פרויקט גמר/ סדנה בניהול אתר בניה	25	
				16	1	1						בניה ירוקה	26	
64	4	4										ארגון אתר ובחירת ציוד בניה	27	
32	2	2										מבוא לניהול סיכונים בבניה	28	
32	2		2									שיטות מימוש פרויקטים	29	
768	48	26	22	752	47	22	25	736	46	20	26	סה"כ ש"ש		
2256	סה"כ לכל הסטודנטים (6 סמסטרים) - מגמת משנה- ניהול הבניה													

תוכן עניינים

4.....	1. מתמטיקה – הנדסה אזרחית.....
8.....	2. פיסיקה.....
10.....	3. English for Practical Engineers –Civil Engineering.....
15.....	4. שרטוט טכני והנדסה תיאורית.....
16.....	5. שרטוט אדריכלי ופרטי בנין.....
19.....	6. בטיחות בבנייה להנדסה אזרחית.....
22.....	7. דיני תכנון ובניה.....
23.....	8. מערכות אלקטרו מכאניות.....
25.....	9. תורת הבניה והמבנים.....
30.....	10. ניהול משאבי אנוש באתר הבניה.....
31.....	11. חומרי בניין.....
36.....	12. גיאודזיה.....
39.....	13. הנדסת קרקע וביסוס.....
41.....	14. חישוב סטטי וחוזק חומרים.....
44.....	15. תכנון הנדסי.....
47.....	16. יישומי מחשב - מבוא ואוטוקאד.....
50.....	16. יישומי מחשב-תכנון ממוחשב של אלמנטי קונסטרוקציה.....
51.....	16. יישומי מחשב- ארגון וניהול אתר באמצעות מחשב.....
53.....	17. שרטוט קונסטרוקציות.....
55.....	18. קונסטרוקציות בטון.....
59.....	19. קונסטרוקציות פלדה ועץ.....
63.....	20. ארגון וניהול הבניה.....
66.....	21. ניתוח אומדן עלות הבניה.....
68.....	22. פיקוח ובקרה על הבניה.....
71.....	23. כבישים, תשתיות ופיתוח.....
73.....	24. סדנה בתכנון קונסטרוקציות מבנים.....
76.....	25. סדנה בניהול אתר בניה/ פרויקט גמר בארגון וניהול האתר.....
83.....	27. מבוא לבניה ירוקה.....
84.....	28. ארגון אתר ובחירת ציוד בניה בהיבט המערכתי.....
85.....	29. מבוא לניהול סיכונים בבניה.....
86.....	30. שיטות מימוש פרויקטים בבניה.....
88.....	תקנים- רשימת מירב התקנים הדרושים למגמת הנדסה אזרחית.....

1. מתמטיקה – הנדסה אזרחית

112 שעות

סמסטר א'

1. **חזרה על יסודות החשבון והאלגברה** 15 שעות
 - 1.1 חזקות ושורשים (כולל מעריך חזקה אפס, שלילי שבור) ותכונותיהם. ביצוע חישובים ופישוט ביטויים המכילים חזקות. כתיבת מספרים בהצגה מדעית ($a \cdot 10^m$, m מספר שלם ו- $0 < a < 1$).
 - 1.2 טכניקה אלגברית : פעולות בחד- וברב-איברים ; נוסחאות הכפל המקוצר ; פירוק לגורמים באמצעות נוסחאות אלה ובאמצעות הוצאה לפני הסוגריים של גורם משותף.
 - 1.3 משוואה ממעלה ראשונה – התרה ; מיון סוגי הפתרון האפשריים (פתרון יחיד, אינסוף פתרונות או ללא פתרון).
 - 1.4 מערכות של שתי משוואות עם שני נעלמים ממעלה ראשונה, התרה בשיטת ההצבה ובשיטת השוואת מקדמים.
 - 1.5 משוואות ממעלה ראשונה עם נעלם אחד ושני נעלמים המכילות אותיות (פרמטרים). זיהוי אופי הפתרון (פתרון יחיד, אינסוף פתרונות או ללא פתרון) בתלות בפרמטר.
 - 1.6 שינוי נושא נוסחא.
 - 1.7 משוואות ממעלה שניה בנעלם אחד – התרת משוואות חלקיות ; התרת משוואות ריבועיות מלאות באמצעות נוסחת השורשים ; תכונות השורשים של משוואה ריבועית.
 - 1.8 התרת משוואות ריבועיות עם פרמטרים (מקרים קלים בלבד) וזיהוי אופי הפתרון (שני שורשים, שורש יחיד, או ללא פתרון) בתלות בפרמטר.
 - * **בכל התרה של משוואה יש לבצע בדיקת הפתרון באמצעות הצבה במשוואות המקוריות בלבד.**
2. **פונקציות ותאורן הגרפי** 18 שעות
 - 2.1 הפונקציה הקווית ותאורה הגרפי : משמעות הפרמטרים בתבנית $y = ax + b$; פונקציה קווית הנתונה בצורה סתומה ; תנאי הקבלה וניצבות.
 - 2.2 משוואת ישר בעל שיפוע נתון העובר דרך נקודה נתונה ; משוואת ישר העובר דרך שתי נקודות נתונות.
 - 2.3 התרת מערכות של שתי משוואות ממעלה ראשונה בדרך גרפית ; זיהוי אופי הפתרון (פתרון יחיד, אינסוף או ללא פתרון) ומשמעותו הגיאומטרית.
 - 2.4 משפט פיתגורס והמרחק בין שתי נקודות נתונות ; מרחק של נקודה נתונה מישר נתון.
 - 2.5 אמצע של קטע נתון ; נוסחת השיעורים של נקודה המחלקת קטע נתון ביחס נתון.
 - 2.6 הפונקציה הריבועית $y = Ax^2 + Bx + C$ ותאורה הגרפי. מציאת נוסחת הפרבולה (ערכי המקדמים) ע"פ ערכיה בנקודות נתונות.
3. **הנדסת המישור** 12 שעות
 - 3.1 מושגי יסוד : נקודה, ישר, קרן, קטע, זווית.
 - 3.2 סוגי המשולשים השונים (חד-זווית, ישר-זווית, שווה-שוקיים, שווה-צלעות) ; קווים מיוחדים במשולש ותכונותיהם (גובה, תיכון, חוצה-זווית, אנך אמצעי).
 - 3.3 נוסחאות שונות לשטח משולש.
 - 3.4 חפיפת משולשים ; משפטי חפיפה עיקריים.
 - 3.5 משפט פיתגורס.
 - 3.6 דמיון משולשים ; קטעים פרופורציונליים ; משפטי הדמיון ; יחס הדמיון, והיחס בין שטחי משולשים

- דומים.
- 3.7 מרובעים ותכונותיהם : ריבוע, מלבן, מקבילית, מעוין, טרפז ; חישוב היקפים ושטחים.
- 3.8 המעגל : הגדרה ; קשתות, מיתרים ותכונותיהם ; זווית מרכזית וזווית היקפית ; המשיק למעגל ותכונותיו ; מעגל חוסם ומעגל חסום במשולש ; הקוטר כיתר של המשולשים ישרי-הזווית החסומים בו.
- 3.9 מושג הרדיאן ; המעבר מרדיאנים למעלות ולהיפך.
- 3.10 היקף המעגל ואורך קשת בו ; שטח של מעגל וגזרה (גם ברדיאנים).

3 שעות

מבחן סמסטר

סמסטר ב'

22 שעות

4. טריגונומטריה

- 4.1 הפונקציות $\sin$, $\cos$, $\tan$, $\cot$, במשולש ישר זווית ; קשרים בסיסיים :
- $$\sin(90^\circ - \alpha) = \cos \alpha ; \quad \cos(90^\circ - \alpha) = \sin \alpha$$
- $$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} ; \quad \cot \alpha = \frac{1}{\tan \alpha} = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$
- 4.2 פונקציות טריגונומטריות של זוויות מיוחדות ($30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ, \dots$).
- 4.3 התרת משולשים ישרי זווית וצורות הניתנות לפירוק למשולשים ישרי זווית כגון : משולש שווה שוקיים, מלבן, מעוין, טרפז שווה שוקיים.
- 4.4 משפט הסינוסים ומשפט הקוסינוסים ; התרת משולשים כלליים באמצעות משפטים אלה.

9 שעות

5. הנדסת המרחב

- 5.1 קוביה, תיבה, מנסרה, גליל, פירמידה, חרוט (ישרים בלבד) : תכונות ; חישוב אלכסונים, מעטפות, שטחי פנים, ונפחים.
- 5.2 כדור : תכונות ; חישוב שטח פנים, נפח.
- 5.3 גופים קטומים : מנסרה, פירמידה, גליל, חרוט (ישרים בלבד) ; חישוב שטחים ונפחים.

30 שעות

6. חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי

- 6.1 שיפוע של גראף בנקודה. הנגזרת ושיפוע המשיק.
- 6.2 הנגזרת של פונקצית חזקה : $(x^n)' = nx^{n-1}$ עם מעריך n רציונאלי (ללא הוכחה).
- 6.3 כללי גזירה בסיסיים : הנגזרת של פונקציה המוכפלת במספר קבוע והנגזרת של סכום והפרש של פונקציות :
- $$[k \cdot f(x)]' = k \cdot f'(x)$$
- $$[f(x) \pm g(x)]' = f'(x) \pm g'(x)$$
- 6.4 פולינומים – חישוב נגזרות. מציאת משיק בנקודה, מציאת נקודת ההשקה על-פי השיפוע.

6.5 מציאת נקודות קיצון של פולינומים ממעלה שלישית לכל היותר ; איפיון נקודות הקיצון בעזרת הנגזרת השניה.

6.6 חישובי שטחים :
אם מסיבות של מגבלת זמן לא ניתן ללמד את כל פרק האינטגרציה המופיע להלן במלואו, ניתן לצמצם לחישובי השטחים שבין פונקציות ממעלה 0, 1 ו-2 לבין ציר הקואורדינטות ע"י מתן הנוסחאות הבאות (ללא הוכחה)
ותרגול השימוש בהן :

(א) השטח מתחת לפונקציה קבועה $f(x) = C$ בתחום (x, x_0) הוא
 $F(x) = C \cdot (x - x_0)$

(ב) השטח מתחת לפונקציה קווית $f(x) = ax + b$ בתחום (x, x_0) הוא

(ג) השטח מתחת לפונקציה ריבועית $f(x) = ax^2 + bx + c$ הוא
 $F(x) = \frac{1}{2} a \cdot (x - x_0)^2 + b \cdot (x - x_0)$

$F(x) = \frac{1}{3} a \cdot (x - x_0)^3 + \frac{1}{2} b(x - x_0)^2 + c(x - x_0)$

* במידה ולוח-הזמנים מאפשר זאת, ניתן ללמד את פרק האינטגרציה המורחב יותר, כמפורט בסעי' 6.7-6.10, במלואו או בחלקו :
6.7 האינטגרציה כפעולה הופכית לגזירה ; מושג הפונקציה הקדומה : ההצגה

$f(x) = F'(x) \Leftrightarrow \int f(x)dx = F(x) + C$
ומושג קבוע האינטגרציה. האינטגרל הבלתי-מסוים של פונקצית חזקה :

$$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C \quad \text{למעריך } n > -1.$$

6.8 כללי אינטגרציה בסיסיים : האינטגרל של פונקציה המוכפלת במספר קבוע והאינטגרל של סכום והפרש של פונקציות :

$$\int k \cdot f(x)dx = k \cdot \int f(x)dx$$

$$\int [f(x) \pm g(x)]dx = \int f(x)dx \pm \int g(x)dx$$

6.9 פולינומים – חישוב אינטגרלים. מציאת פונקציה על-פי נגזרתה וערכה בנקודה.

6.10 פולינומים – האינטגרל המסוים ומציאת השטח בין הגרף לבין ציר ה- x בין שתי נקודות.

3 שעות

מבחן סמסטר

ספרות מומלצת – מתמטיקה

אלגברה

בני גורן, "אלגברה (3 יח"ל)", הוצאת המחבר.
יואל גבע, "מתמטיקה ל-3 יח"ל – כרך א'", הוצאת המחבר. (תרגול)
בני גורן, "אלגברה (4 ו-5 יח"ל)", הוצאת המחבר. (לימוד ותרגול)
חיים אבירי ובני גורן, "אלגברה 3 יח"ל", הוצאת מישלב. (תרגול)
גבי יקואל, "מתמטיקה לתלמידי 3 יח"ל תוכנית מאוחדת", הוצאת "משבצת", ק. ביאליק (1997).

הנדסה וטריגונומטריה

"טריגונומטריה", הוצאת המחלקה להוראת המדעים, מכון וייצמן למדע, רחובות.
"הנדסת המרחב", הוצאת המחלקה להוראת המדעים, מכון וייצמן למדע, רחובות.
בני גורן, "טריגונומטריה (3 יח"ל)", הוצאת המחבר.
בני גורן, "טריגונומטריה (4 ו-5 יח"ל)", הוצאת מישלב. (לימוד ותרגול)
בני גורן, "גיאומטריה של המישור", הוצאת המחבר.
יואל גבע, "מתמטיקה ל-3 יח"ל – כרך ב'", הוצאת המחבר. (תרגול)
גבי יקואל, "מתמטיקה לתלמידי 3 יח"ל תוכנית מאוחדת", הוצאת "משבצת", ק. ביאליק (1997).

חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי

בני גורן, "חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי (4 ו-5 יח"ל)", הוצאת המחבר. (לימוד ותרגול)
בני גורן, "אנאליזה (3 יח"ל)", הוצאת המחבר.
יואל גבע, "מתמטיקה ל-3 יח"ל – כרך ב'", הוצאת המחבר. (תרגול)

מקורות כלליים באינטרנט

The Math Forum Internet Mathematics Library – "ספרית המתמטיקה באינטרנט"
<http://www.forum.swarthmore.edu/library/>

לומדות מתמטיות

"מתמטיא", י. דלין בע"מ. (לומדת חקר על בסיס של ייצוגים גראפיים)
"מת-קל-לי פלוס", מת-קל בע"מ. (מחולל תרגילים וסביבת חקר)

2. פיסיקה

32 שעות

שנה א' סמסטר א'

ראשי פרקים

6 שעות	תורת הנוזלים והגזים
6 שעות	תורת החום
12 שעות	תורת החשמל
4 שעות	תורת האור
4 שעות	בחינת סמסטר
32 שעות	סה"כ

נושאי הקורס

1. תורת הנוזלים והגזים 6 שעות

- מטרה: חזרה תוך כדי הרחבת המושגים היסודיים של תורת הנוזלים והגזים.
הדגשת המושגים הטכניים.
- 1.1 הגדרת במושג הלחץ (P) ביח' הלחץ אטמוספירה בסמ"ר.
 $F_N / A = P$
 - 1.2 חוק פסקל, הדגמתו והשימוש בו: המכבש ההידראולי, בלמים והפעלת שסתומים.
 - 1.3 לחץ הידרוסטטי (ניתן לדבר גם על לחץ אטמוספירי). הפרדוקס ההידרוסטטי, כלים שלובים.
 - 1.4 מדי לחץ: מד לחץ של כספית, מד לחץ מכני וכו'. לעמוד על מדידת הלחץ במ"מ כספית והקשר ליחידות הטכניות.
 - 1.5 מצב צבירה גזי, סקירה כללית (ניתן להעביר סקירה על המודל הקינטי).
 - 1.6 חוקי הגזים האידיאליים: בויל מריוט, שרל, גי לוסק.
 - 1.7 משוואת המצב $RT n = PV$
 - 1.8 תרגול

2. תורת החום 6 שעות

- מטרה - הכרת המושגים היסודיים בתורת החום.
לעמוד במיוחד על דרכי מעבר החום.
- הערה - רצוי שהחומר הנלמד יהווה רקע לספרו של - J.F. Van Straaten
Thermal Performance of Buildings - Elsevier Publ. Comp.
- 2.1 מדידת הטמפרטורה בסקלות: צלסיוס, פרנהייט, קלוין.
הקשר בין הסקלות השונות.
 - 2.1.1 מדידת הטמפרטורה
 - 2.1.1.1 תרמומטר כספית
 - 2.1.1.2 תרמומטר מתכתי
 - 2.1.1.3 צמד חומני
 - 2.1.1.4 פירומטר אופטי
 - 2.1.1.5 תרמומטר חשמלי (גשר)
 - 2.2 התפשטות מוצקים, נוזלים וגזים.
עקרון Bimetol והשימוש בו כבקר טמפרטורה.
 - 2.3 כמות החום וחישובו לפי הנוסחה $Q = mc\Delta t$ הגדרת החום הסגולי של גופים. הגדרת הקלוריה והקשר לדג'אול.

- 2.4 מעבר פאזות : חום היתוך, חום אידוי, חום בעירה.
 2.5 דרכי ההתפשטות העיקריים של החום : הולכה, הסעה וקרינה.
 2.6 הרצאה מיוחדת
 הנושא : הנורמות לקביעת כמות החום הנחוצה לחימום דירות.
 2.6.1 הטמפרטורה הסטנדרטית במבנים שונים (דירות, מוסדות, בתי ספר, בתי חולים).
 2.6.2 התלות בטמפרטורה הממוצעת החיצונית.
 2.6.3 גורמי הפסדי חום.
 2.6.4 שיטות למיזוג אויר (סקירה).
 2.6.5 חומרי בידוד.

12 שעות

תורת החשמל

3.

- מטרות : - להקנות לתלמיד מושגי יסוד בתורת החשמל לצורך הבנת יסודות התכנון של רשת חשמלית ואמצעי הגנה.
 החומר הנלמד יהווה רקע מספיק להבנת ספר טכני, כגון :
 Peter Jay and John Hemsley - Electronical Services in buldings.
 elsevier Publ. Comp. London, 1968.
 3.1 יסודות האלקטרוסטטיקה
 3.1.1 מושג המטען, כוחות חשמליים בין מטענים.
 3.1.2 השדה החשמלי.
 3.1.3 הגדרת הפוטנציאל בנקודה והבדל פוטנציאלים.
 3.2 אנרגיה חשמלית
 3.2.1 הגדרת האנרגיה בעזרת מטען והפרש פוטנציאלים.
 שימוש במכשירים ביתיים, הגדרת היחידה קו"ש.
 3.3 זרם ישר, התנגדות, חוק אוהם
 3.3.1 מושג הזרם
 3.3.2 התנגדות אופיינית, חוק אוהם
 3.3.3 נגדים, חיבורם בטור ובמקביל
 3.3.4 פתרון של מעגלי זרם ישר
 3.4 זרם חילופין
 3.4.1 השדה המגנטי והכח המגנטי
 3.4.2 עקרון הפעולה של מכשירי מדידה חשמליים.
 3.4.3 כוח אלקטרו מניע מושרה
 3.4.4 עקרון הפעולה של גנרטור (זרם ישר וזרם חילופין)

4 שעות

תורת האור

4.

- מטרות : - הקניית מושגי יסוד בתורת האור.
 הכרת מכשור אופטי אלמנטרי.
 הבנת מושגים בסיסיים בפוטומטריה.
 רקע טכני : J. A. Lynes Principles of Natural Lighting - Applied
 Science Publ. London, 1968
 4.1 החוקים היסודיים של האופטיקה הגיאומטרית
 4.1.1 חוקי השבירה וההחזרה של הגל
 4.1.2 פעולתן של מראה מישורית ושל מראה כדורית.
 4.1.3 העדשה הדקה
 4.2 יסודות התאורה
 4.2.1 מקורות אור : מנורת להט, מקורות עם התפרקות חשמלית.
 4.2.2 השטף האורי (האורה).

	זוית מרחבית, עוצמת האור	4.2.3
	מדידת עוצמת האור - הפוטומטר	4.2.4
4 שעות		<u>בחינת סמסטר</u>
		.5

3. English for Practical Engineers –Civil Engineering

64 Hrs

לימוד יסודות שפת השרטוט ופיתוח הראייה המרחבית.

1. **Introduction**

This curriculum is intended for English teachers in the N.I.T.T. educational programs for practical engineers. It includes the basic skills and tasks listed in the first year curriculum, but at a higher level. The focus is on reading comprehension in order to enable the learner to read professional journals, magazines, manuals, data sheets, menus and commands used in computer programs and web sites. Emphasis should be placed on authenticity – exposing students to a variety of up-to-date materials. Students should understand that English is vital to functioning in the 21st century world of work and a good command of English can be the key to a successful career in tomorrow's world.

2. **Prerequisites and End of Course Requirements**

Students are expected to have already satisfactorily completed the first-year course in English.

Students should be given a final examination at the end of the course.

This examination must reflect the requirements set in this curriculum.

It is highly recommended that the final grade not be based on tests alone, but also on oral and written performance tasks, such as portfolios and mini-projects, presented individually, in pairs or in groups.

3. **Goals**

The following are the goals of the curriculum:

Use English to obtain, process, construct and provide subject matter information in spoken and written form.

Communicate effectively and appropriately in English, according to setting and audience.

In order to attain these goals students should:

3. Read a text accurately and fluently, and extract the full meaning
1 from a text.
3. Master the terminology employed in civil engineering and related
2 fields, such as environmental engineering, architecture and interior design.
3. Understand the meaning of spoken texts (mainly the ability to
3 follow a lecture or an oral presentation).
3. Write short business letters and e-mail messages, as well as
4 short descriptions of buildings and construction projects
3. Use appropriate learning strategies to construct and apply
5 knowledge in the subject area.
3. Give oral and written presentations.
6

4. **Subjects**

4.1 Reading Skills and Strategies

Reading is to be regarded as the core of this course. The course should develop and reinforce the following reading comprehension skills and strategies:

- Give oral and written presentations.
- effective use of various types of monolingual/bilingual dictionaries (technical, regular, electronic and computerized).
- hypothesizing and predicting.
- guessing the meaning of words from context.
- skimming and scanning.
- locating the main idea.
- identifying supporting details.
- identifying points of view in a text.
- distinguishing between fact and opinion, cause and effect, and comparison and contrast
- reorganizing information using visual representations, such as lists, grids, tables, matrices, tree-diagrams, flow charts, maps, plans, blueprints, pictures and different kinds of graphs.
- understanding and following instructions in manuals and commands used in computer programs such as AutoCad, ATTIR and web sites.
- drawing conclusions on the basis of information in the text.
- connecting new information to information previously learned.
- appreciating the coherence of a text and its cohesion.
- making notes to record important information provided in source material.

4.2 **Vocabulary**

The vocabulary required in this course should include general lexical items, semi-technical items and technical items. The technical and semi-technical vocabulary used in civil engineering (architecture and building construction) magazines, computer programs, data sheets and web sites should be given priority. However, it is recommended that these words be treated in the same manner as general lexical items.

Emphasis should be placed on the contextualization and re-entry of all vocabulary items meant for active production. Students may be required to keep a bilingual glossary of new lexical items, especially technical and semi-technical terms.

4.3 **Grammar and Rhetorical Functions**

The requirements in this field are aimed at improving the students' ability to read for comprehension. Under no circumstances should grammar become the focus of teaching. No grammar book should be used.

Grammar and/or the teaching of discourse or rhetorical functions as distinct from meaning should derive from the written or oral texts used for reading or listening comprehension. Grammatical structures should be dealt with

only when necessary for the comprehension of these texts and for carrying out language production tasks.

Recognition of structures typical of technical texts is required:

- nouns (nominalization, compound nouns, quantifiers and relative pronouns);
- verbs (tenses, imperative, passive voice, first condition and modals);
- adjectives and adverbs;
- articles (absence of articles in general statements with uncountable nouns);
- derivational affixation patterns;
- logical connectors (especially those denoting sequence, cause and effect relations, comparison and contrast, addition, summarizing and evaluation).

4.4 **Speaking and Writing**

- **Communication in Social Settings:** Students will use English to communicate in social settings orally and in writing. They must have multiple opportunities to use English, to interact with others and "pick up" the conversational skills related to social language.
- **Culture:** Students should learn norms, behaviors and beliefs that are appropriate in the culture of the language taught. They should use English in socially and culturally appropriate ways. In the 21st century world of work students will encounter people who are different from them linguistically and culturally. They need to be able to understand and appreciate people who are different and communicate effectively with them. They need to use the appropriate language variety, register and genre according to the audience, purpose and setting, as well as use non-verbal communication appropriately.

4.5 **Writing Skills**

Students should be able to:

- answer comprehension questions
- complete sentences.
- fill in table, grids, pie charts and flow charts.
- take notes to record important information.
- make notes in preparation for a meeting or interview.
- write business letters:
 - letter of application.
 - letter of request/enquiry.
 - letter of complaint.
 - quotations and orders.
 - curriculum vitae.
- write personal letters and e-mail using the appropriate style and vocabulary.

Suggestion: Using English on the Internet

Students should be encouraged to participate in forums and chats

dealing with architecture and building construction.

4.6 **Writing Mechanics**

- use a dictionary or a computer spell checker to verify spelling
- edit and revise own written work.

4.7 **Presentations**

Students should be able to prepare and deliver short persuasive presentations to different audiences.

Suggestions for effective presentation styles include:

- use short sentences.
- use simple sentences.
- avoid repetition.
- combine verbal and visual representations.
- try to hold the audience's interest.
- maintain appropriate level of eye contact with the audience.

5. **Continuous Assessment and Testing**

Assessment should be both qualitative and quantitative (formative and summative). Various methods of assessing students' performance and progress should be employed as stated in section 2 of this curriculum. The criteria for assessment and end of the year grade should be known to the students. Moreover, students should be encouraged to employ self-assessment skills as well as reflection in order to gain awareness of their learning styles, abilities and progress.

6. **Methodological Recommendation**

6.1 **Study Skills**

The methodology recommended is mostly that of the development of reading comprehension skills and strategies. For this purpose, it is imperative that teachers employ both process and product approaches to reading. Students should be made aware of the effectiveness of using study skills and learning strategies.

Understanding these processes allows students to internalize the strategy and then transfer the abilities acquired to other texts and tasks (planning how and when to use cognitive strategies and applying them appropriately to a learning task). Reflection tasks will take students beyond the text to their own situation and ask them to think about and apply the ideas to their own situations and target situations.

6.2 **Learning Tools**

The use of audio visual aids such as overhead projectors, films and video materials is highly recommended. Furthermore, CALL materials – computer programs and relevant multimedia – are a must.

6.3 **Active Learning**

Cooperative learning should be encouraged; pair and group work will enable students to participate actively in the learning process. A task-based approach should replace mechanical practice aiming at memorization.

Teachers should require students to prepare an oral presentation or online databases, and magazines and books, in order to

develop competence in the language. Examples of such projects can be preparing computer programs or games for teaching English and advertising new technology on the Web.

6.4 **Selecting Texts**

When selecting texts teachers should relate to key features of both carrier and real content. Carrier content refers to the subject matter of a text. It is contrasted with real content which is the language or skill content of a text.

The following are the text selection criteria that texts should m

Carrier Content

Conceptual level
Novelty
Value
Interest

Real Content

Significance
Relation to the objectives
Exploitability
Clarity
Accessibility

6.5 **Subject Matter Topic Areas**

- Safety at work.
- Topics related to architecture and building construction-how to design,operate and maintain structures,transportation systems and construction projects
- Innovative construction materials
- Practice-based information on engineering and technical issues concerned with aspects of building design
- Environmental engineering.

Recommended Coursebook:

Newman, B. Windows to High-Tech English – Building and Architecture, Haifa: Michlol Technion.

Recommended Coursebook:

www.icivilengineer.com/Construction/Construction Technology/
www.freeconstructionmagazines.com/index.asp
www.buildinggreen.com/
www.k2construction.com/building.html
www.sciencedirect.com/science/journal/09500618
www.pubs.asce.org/journals/jrns.html
www.howstuffworks.com

4. שרטוט טכני והנדסה תיאורית

32 שעות

סמסטר א'

מטרת הקורס

לימוד יסודות שפת השרטוט ופיתוח הראיה המרחבית.

1. **מבוא** 2 שעות
מהות השרטוט, מטרתו, סוגי קוים ועוביים. (קו גוף רציף, קו נסתר, קו עזר לשרטוט).
2. **היטלים** 4 שעות
עקרונות ההטלה, סוגי היטלים.
תרגילים בבניית היטלים לגופים פשוטים (עם מישורים מקבילים).
3. **מישור משופע** 2 שעות
היטלים של מישור משופע.
תרגילים בבניית היטלים לגופים המשלבים מישורים מקבילים ומישורים משופעים.
4. **גליל** 4 שעות
היטלים של גליל.
תרגילים בבניית היטלים לגופים מורכבים.
5. **מידות** 2 שעות
כללים למתן מידות.
6. **איזומטריה** 4 שעות
עקרונות בניית איזומטריה לפי היטלים נתונים.
תרגילים לגופים פשוטים.
7. **מישור משופע באיזומטריה** 2 שעות
כללים לבניית איזומטריה למישור משופע.
תרגילים לגופים המשלבים מישורים מקבילים ומישורים משופעים.
8. **גליל באיזומטריה** 4 שעות
הנחיות לשרטוט אליפסה באיזומטריה.
תרגילים לגופים מורכבים.
9. **חתכים** 2 שעות
בניית חתכים מקבילים למישורי ההטלה לגופים מורכבים.
10. **חדירות** 4 שעות
בניית היטלים ואיזומטריה של מפגש שני גופים גליליים.
11. **מבחן** 2 שעות

ספרות

1. שרטוט קריאה ותרגול - חלק א'
2. הוצאת המכון לאמצעי הוראה/ה. פולניצר
3. יסודות השרטוט הטכני - חוברת מס' 3 מאת מיכאל מרץ, הוצאת משרד החינוך.

5. שרטוט אדריכלי ופרטי בנין

64 שעות

סמסטר א'

מטרת הקורס

תכנית הלימודים במקצוע "שרטוט אדריכלי ופרטי בנין", מיועדת להקנות לסטודנט יכולת

לתקשר בשפה גרפית וברמה מקצועית, עם מתכננים, יועצים, מבצעים, רשויות וכו'.

הסטודנט ילמד את עקרונות השפה האדריכלית, וכך יקבל כלים שיאפשרו לו להבין אחרים, לבטא את עצמו ולקיים דו-שיח תקין עם בעלי עניין.

מהות המקצוע היא לימוד **שפה**. התכנית מדורגת ובנויה על בסיס תרגילים, דרכם הסטודנט ילמד **מילים** (סימונים גרפיים מוסכמים), **ומשפטים** (צירוף אלמנטים אדריכליים והנדסיים), אותם ישבץ לבסוף ל**חיבור** שלם (הבנין).

מטרות התכנית

1. הסטודנט יהיה מסוגל **לתרגם מושגי יסוד של השפה האדריכלית** ועקרונותיה, להנחיות יישום וביצוע בפועל.
2. הסטודנט יהיה מסוגל **לשלב פונקציות, חומרים וטכנולוגיה** בצורה מובנית.
3. הסטודנט יהיה מסוגל **לאסוף נתונים** ממקורות שונים ויידע **ולהקיש הקישים רלוונטיים**.
4. הסטודנט יהיה מסוגל **להכין מערכת מקיפה של דוקומנטציה** המאפשרת הקמתו של המבנה בפועל, מהבחינה הארכיטקטונית.
5. היות והקורס מיועד להקניית **הבנה בשפה** (הסרטוט) ולא עוסק במיומנות עצמה, יש לעודד את הסטודנט לבצע את התרגילים ביד חופשית ברמה נאותה. היכולת להתבטא ביד חופשית תוסיף לרמה המקצועית של הבוגר בבואו לתקשר עם בעלי מקצוע אחרים. *(יש לציין שהמיומנות בסרטוט תוקנה במקצוע מקביל, באמצעות מחשב).*

סמסטר א'

1 שעה	פרק 1	השפה החזותית
		1.1 הרישום
		■ הרישום ככלי לתייעוד המציאות והבנתה.
3 שעות	פרק 2	1.2 הסרטוט
		■ הסרטוט ככלי להעברת מידע טכני לביצוע.
		יסודות הסרטוט האדריכלי
8 שעות	פרק 3	2.1 הקשר בין הסרטוט הטכני לסרטוט האדריכלי
		■ תכנית גג = היטל על
		■ תכנית = חתך אופקי
		■ חתכים = חתך אנכי
		■ חזיתות = היטלים
		מערכת תכניות להיתר בנייה
		3.1 סימונים מוסכמים בקנ"מ 1:100
		■ קירות
		■ פתחים
		■ כלים סניטריים
		3.2 תכניות
		■ תכנית קומת קרקע
		■ תכנית הגג
		3.3 חתכים
		■ חתכים עיקריים בבנין
		3.4 חזיתות
		■ ארבע חזיתות הבנין

	3.5	מידות ומפלסים	
		■ בתכניות : מידות חוץ ופנים ■ בחתכים : מידות גובה ומפלסים ■ בחזיתות : מפלסים	
	3.6	תרגול : הכנת מערכת תכניות להיתר בנייה, בקנ"מ 1:100, של מבנה פשוט, חד קומתי, עם גג בטון שטוח, בשטח של כ- 50 מ"ר.	
16 שעות	פרק 4	מערכת תכניות עבודה לביצוע	
	4.1	עקרונות המעבר מקנ"מ 1:100 לקנ"מ 1:50 . סימנים מוסכמים	
	4.2	תכנית קומת קרקע	
		■ סימון פתחים ■ ביטוי המדרגות ■ מידות חוץ ופנים	
	4.3	תכנית גג	
		■ צורת מעקה הגג ■ מיקום המרזבים והעברתם לתכנית ק"ק ■ קביעת גבהי הניקוז ■ מידות פנים וחוץ ■ מפלסי פני בטון ופני מעקה	
	4.4	חתכים	
		■ סימון החתכים בתכניות ■ הבחנה חתך/מבט ■ הבחנה בין חומרים שונים ■ חתכים דרך מדרגות ■ מידות גובה ומפלסים	
	4.5	חזיתות	
		■ הדגשת המישורים השונים ע"פ המרחק אליהם ■ ציון חומרי גמר ■ מפלסים	
	4.6	תרגול : הכנת מערכת תכניות לביצוע, בקנ"מ 1:50, של מבנה פשוט, מדורג (שני מפלסים וביניהם 6-8 מדרגות), עם גג בטון שטוח, בשטח של כ- 75 עד 100 מ"ר.	
16 שעות	פרק 5	פרטי הבנייה	
	5.1	עקרונות הסרטוט בקנ"מ 1:20 – 1:10 – 1:5 – 1:2 – 1:1	
	5.2	מפגש רצפה-קיר	
		■ ריצופים שונים	
	5.3	מפגש קיר-תקרה-גג	
		■ מעקה גג ■ שכבות איטום ובידוד	
	5.4	מדרגות כניסה לבנין	
		■ מדרגות בטון עם ציפויים שונים	
	5.5	פתחים	
		■ דלת כניסה. דלת פנימית ■ חלון פתיחה רגילה. חלון נגרר לתוך כיס.	
	5.6	תרגול : סרטוט פרטים נבחרים מתוך המבנה מפרק 4.	
16 שעות	פרק 6	הבנייה לגובה	
	6.1	עקרונות הסרטוט של מבנים בעלי יותר מקומה אחת	
	6.2	מבנה המדרגות	
		■ תקנים רלוונטים ■ הרום והשלח	

- המעקה
 - הביטוי הגרפי בתכניות ובחתכים
- 6.3 **תרגול:** סרטוט תכניות וחתכים של מדרגות בעלות מהלך אחד או שני מהלכים, מקבילים או ניצבים, עשויות בטון עם גימורים שונים.

4 שעות

מבחן סמסטר

ספרות

1. סרטוט בנין. מרים מרגלית. הוצאת אורט
2. תרגילים בסרטוט אדריכלי. גיורא רוכמן. הוצאת אורט

6. בטיחות בבנייה להנדסה אזרחית

80 שעות

סמסטרים ג'ו-ד'

6 שעות

1. מבוא

- גורמי תאונה
 - מנגנונים למניעת תאונות
 - פקודות התאונות ומחלות המקצוע.
2. **חוק ארגון הפיקוח על העבודה** 4 שעות
- מבנה ותפקידי שרות הפיקוח והמוסד לבטיחות
 - סמכויות מפקח העבודה
 - צווי בטיחות וצווי שיפור
 - נאמנים וממונים על הבטיחות
 - תקנות מסירת מידע והדרכת עובדים.
3. **פקודת הבטיחות בעבודה** 3 שעות
- הגדרות בניה ובניה הנדסית
 - פנקס כללי
 - הודעה על ביצוע פעולות בניה
 - ציוד הרמה החייב בדיקת בודק מוסמך
 - אזכור תקנותיה של הפקודה.
- פרק אחריות ישולב בפרק זה ללא תוספת שעות
4. **תקנות הבטיחות בעבודה** 4 שעות
- מסגרת כללית ותחולה
 - חוקי עבודה
 - פרקי התקנות
 - ציוד מגן אישי
 - עזרה ראשונה.
5. **עבודות עפר וחפירה** 3 שעות
- סוגי הקרקע
 - תכנון ביצוע החפירה
 - סוגי הדיפון ותכנון הדיפון
 - הכרת הציוד המשמש לחפירה
 - אזכור תקנותיה של הפקודה.
 - בטיחות בעבודה בתוך החפירה.
- בטיחות לציבור בשעת עבודות חפירה
6. **שימוש בחומרי נפץ** 3 שעות
- חוק חומרי נפץ
 - תקנות חומרי נפץ
 - הובלה ואחסנה
 - שימוש בחומרי נפץ
 - ההיתר לחומרי נפץ.
7. **טפסות** 5 שעות
- מקובלות (קונבנציונאליות)
 - מתועשות - מחלקים מוכנים (שולחנות, טונלים וכו')
 - - מטפסות
 - הקמה ואבטחה
 - פרוק
 - התקן הישראלי לטפסנות (אזכור).
8. **עבודה בגובה** 8 שעות
- סיכונים
 - אמצעים להבטחת עובדים בגובה

- עבודה על גגות שבירים
 - עבודות קונסטרוקציות.
- 8 שעות
9. משטחי עבודה פיגומים ודרכי גישה
- סוגי פיגומים
 - דרישות התקנות
 - דרישות התקן הישראלי
 - אמצעי בטיחות נוספים
 - דרכי גישה ומעברים
 - משטחי עבודה וסולמות.
- 3 שעות
10. חשמל
- תקנות הבטיחות בחשמל
 - חוק החשמל ותקנותיו.
- 4 שעות
11. ציוד בניין
- כלי עבודה ידניים
 - כלי עבודה מכניים (חשמליים, פניאומטיים אחרים)
 - ריתוך וחיתוך
 - מכונות ניסור וליטוש
- 8 שעות
12. הרמת מטענים, מכונות הרמה, שינוע ואביזרים
- מגדל הרמה
 - מעליות
 - אמצעי שינוע ממונעים
 - מערבלים ומשאבות בטון
 - ציוד החייב בדיקת בודק מוסמך
 - אביזרי הרמה
 - כננות וגלגלות
 - קשירת מטענים, ואיתות
 - עגורנים - ניידים
 - - עגורני צריח
 - הסמכת עגורנאים ואתתים.
- 2 שעות
13. הריסות
- שיטות
 - ציוד
 - סיכונים
 - אחריות.
- 12 שעות
14. ארגון אתר הבניה + תכנית ארגון בטיחותי של האתר
- ניקוז
 - איחסון חומרים
 - אבטחה סביבתית - בטיחות תנועה
 - - קווי חשמל
 - - מים, ביוב, תקשורת וכד'
 - - רעש
 - - אבן
- 2 שעות
15. בניה טרומית
- 1 שעה
16. ביטומן חם
- 1 שעה
17. עבודה במקום מוקף
- 3 שעות
18. בריאות ורפואה תעסוקתית
- נוחיות וגהות כללית

ספרות חובה:

פקודת הבטיחות בעבודה
חוק ארגון פיקוח על העבודה
תקנות הבניה
ציוד מגן אישי

הנ"ל בהוצאת המוסד לבטיחות וגהות, מח' ההפצה, רח' סלומון 7 תל אביב.

ספרות מומלצת:

קוד	שם הספר
-----	---------

חברות חוקים ותקנות

ח- 054	תקנות לעגורני צריח; לעגורנאים, מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתרים.
ח- 055	חוק החשמל
ח- 056	חוק חומרי נפץ
ח- 060	תקנות לציוד מגן אישי
ח- 061	תקנות בנושא עבודות בנייה

בניין ועגורנים

ת- 110	סיכוני חשמל בעגורן צריח
ת - 112	אביזרי הרמה

הנ"ל בהוצאת המוסד לבטיחות וגהות, מח' ההפצה, רח' סלומון 7 תל אביב.
קלטות וידאו של המוסד לבטיחות וגהות
בטיחות בעבודות בנאות - הוצאת המכון לאמצעי הוראה, אבן גבירול 119, תל אביב.

7. דיני תכנון ובניה

32 שעות

סמסטר א'

מטרת הקורס

מומלץ, כי את המקצוע ילמד מורה הבקיא בחקיקה, רצוי משפטן, מהנדס או אדריכל בעל השכלה

משפטית.

א. מטרת המקצוע

לחשוף את הסטודנטים למכלול מערכת החקיקה הקיימת בענף ההנדסה האזרחית לתחומיה השונים, וכן למערכת החקיקה לתחומים הנושקים לענף זה, כגון: דיני חוזים, דיני מכרזים, חוק יחוד פעולות מהנדסים ועוד.

ב. שיטת ההוראה

בגלל היקף השעות המצומצם, ומאידך חשיבות הנושא, הוראה פרונטלית מלאה היא כמעט בלתי אפשרית. ההוראה חייבת להתבסס על חומר כתוב שיהיה בידי כל סטודנט, כך שיוכל לעיין בו אם בעת השיעורים ואם בבית, ואף לאחר סיום לימודיו.

המורה יכין חוברת שתכלול את פירוט כל החוקים הרלוונטיים, כולל תקציר של כל חוק או תקנה, וכן אם ניתן הדבר גם תדפיסים של הסעיפים העיקריים בחוקים / התקנות. רצוי שהמכללה תכין תקצירים שימסרו / ימכרו לסטודנטים, כרקע לחומר הנלמד ויישארו בידי הסטודנטים בהמשך, לשימוש האישי והמקצועי.

נושא	מספר שעות	הערות
1. היררכית מוסדות התכנון	2 שעות	כולל הצגה גרפית של ההיררכיה
2. היררכית התכניות	2 שעות	כולל הצגה גרפית של ההיררכיה
3. חוקים, תקנות, תקנים, תווי תקן, תקנים רשמיים- הגדרות ומעמד סטטוטורי	2 שעות	
4. חוק התכנון והבניה על פרקיו השונים- כולל התקנים האחרונים	4 שעות	
5. הוראות למתקני תברואה	2 שעות	
6. חוק החשמל	2 שעות	
7. בקשה להיתר בניה- אופן ההגשה, אופן ההכנה, תהליך, פרטים דרושים בתכנית. הלימוד יכלול: הצגת תכנית בקשה להיתר, האחריות על חלקי הבקשה השונים, נספחים דרושים, תהליך הדיון בועדות, דוגמת היתר בניה, דוגמאות של טפסים שונים הנדרשים ע"י הועדות, תעודות השלמה וגמר, טופס 3, טופס 4, צו הפסקה מנהלי, צו הריסה מנהלי.	4 שעות	
8. חוק מכר דירות	2 שעות	
9. התגוננות אזרחית – תקנות למרחבים מוגנים	2 שעות	
10. חוק חובת המכרזים כללים ונהלים במכרזים	2 שעות	
11. דיני חוזים	2 שעות	
12. מהנדסים ואדריכלים	2 שעות	
13. רישום קבלנים	2 שעות	
14. מבחן מסכם	2 שעות	

ספרות

על המרצה להצטייד בקבצי חוקים / תקנות, המופיעים בתקליטורים, או בספרי חוקים.

8. מערכות אלקטרו מכאניות

64 שעות

שנה ב' - סמסטר ד'

מטרת הקורס-

הכרת עקרונות הביצוע של המערכות האלקטרו-מכאניות בבניינים, שילוב המערכות האלקטרו-מכאניות בתהליך ביצוע השלד ועבודות הגמר. מערכת החשמל, מערכת המים והתברואה, מיזוג-אוויר, גילוי וכיבוי אש ידניות ואוטומטיות, מעליות, בקרת המבנה.

תכנית הקורס

- מערכת אספקת המים במבנה סכמת המים של המבנה: גרף יכולת אספקה אל מול צרכי המבנה.

סכמת הסילוקים של המבנים מסוגים שונים השתלבות מערכת התברואה בבניין: מי גשם, שופכין ודלוחין, מים לצריכה, מים לכיבוי אש (ידני ואוטומטי), ניקוזי יחידות מ"א - 12

שעות

- מערכת החשמל במבנה סכמת מערכות אספקת חשמל במבנה, רכיבים מרכזיים במערכת האספקה. הארכת יסודות, הגנת ברקים, מערכות להבטחת רציפות אספקת החשמל במבנה.

סוגי תאורה: תאורת חירום והכוונה. מערכות לחיסכון בחשמל - 14 שעות

- מערכת מיזוג אוויר מבנה עקרוני של מחזור קירור, תנאי נוחות תרמית, לחץ אדים, תערובת גזים, השתלבות מערכת מיזוג אוויר בהקמת הבניין: שטחים ואספקת חשמל, ניקוז, רעש ורעידות, בטיחות. עלויות (אנרגיה) מיזוג אוויר ותחזוקתיות. - 12 שעות

- גילוי וכיבוי אש עקרונות (1) פיסיקה וטכנולוגיה, (2) גילוי אש ועשן - עקרונות וביצוע. עקרונות. סיווג מערכות לפי מבנה, ייעוד המבנה וסוג המתיזים. השוואה בין קטגוריות של מערכות. ביצוע של מערכות מתזים. - 12 שעות

- מעליות סוגי מעליות, עקרונות בחירת מעליות. תקינה, עקרונות תכן וביצוע - 8 שעות
- בקרת המבנה סקירת מערכות לבקרת מבנה, השתלבות מערכות בקרת המבנה בתכנון, בהקמת הבניין ובתפעולו - 6 שעות

ספרות:

1. המפרט הכללי לעבודות בנייה - הספר הכחול, פרק 07 מפרט כללי למתקני תברואה ואופני מדידה, 1990. משרד הביטחון ההוצאה לאור.

<https://www.online.mod.gov.il/ConstructionSpec/pages>

2. המפרט הכללי לעבודות בנייה – הספר הכחול, פרק 08 מפרט כללי למתקני חשמל אופני מדידה ותכולת מחירים, ספטמבר 2015. משרד הביטחון ההוצאה לאור.

<https://www.online.mod.gov.il/ConstructionSpec/pages>

3. המפרט הכללי לעבודות בנייה – הספר הכחול, פרק 15 מפרט כללי למתקני תברואה, אופני מדידה ותכולת מחירים. מאי 2011. משרד הביטחון ההוצאה לאור.

<https://www.online.mod.gov.il/ConstructionSpec/pages>

4. המפרט הכללי לעבודות בנייה – הספר הכחול, פרק 17 מפרט כללי למעליות, אופני מדידה ותכולת מחירים. מאי 2011. משרד הביטחון ההוצאה לאור.

<https://www.online.mod.gov.il/ConstructionSpec/pages>

5. המפרט הכללי לעבודות בנייה – הספר הכחול, פרק 34 מפרט כללי למערכות גילוי וכיבוי אש ואופני מדידה. 1995. משרד הביטחון ההוצאה לאור.

<https://www.online.mod.gov.il/ConstructionSpec/pages>

6. Stein, B. (1997), BUILDING TECHNOLOGY, Mechanical & Electrical Systems. John Wiley & Sons, Inc. (2nd edition). N.Y.
7. Cote, A. E. (editor), (1997). Fire Protection Handbook, (18th Edition), National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts.
8. ASHRAE Handbook of Fundamentals (version SI), updated
9. R. H. Howell, H. J. Sauer Jr., W. J. Coad; "Principles of Heating Ventilating and Air Conditioning, ASHRAE Publ., 1998

10. הל"ת – גרסא מעודכנת

11. סדרת התקנים 1205

9. תורת הבניה והמבנים

96 שעות

שנה א' - סמסטר א'

מטרות הקורס: קורס זה הינו קורס ליבה לתחום ניהול הבנייה, הקורס מקנה לסטודנט ידע בשיטות בנייה מקובלות לביצוע של בניינים החל בשלב ההתארגנות וכלה בגימור הבניין ובמסירתו למזמין.

הקר מנלמד תוך שימוש בתקנים הישראליים העדכניים, הוא מלווה בסיור מקצועי באתר הבנייה ובתרגילים מלווים בדוגמאות של רטי ביצוע המקנים לסטודנט יכולת תכנון של שיטות הביצוע השונות. הקורס מחייב קריאה מרובה של חומר מקצועי לאורך הסמסטר.

- **תהליך תכנון ורישוי המבנה** - היזמים השונים, השיקולים והצורך בבניית מבנים, הכרת המושגים: קרקע בבעלות מנהל או פרטית, מנהל מקרקעי ישראל, תוכנית מתאר, יעוד קרקעות, הקצאת קרקעות, חלוקה לגושים, מפות גוש, חלקה, מגרש, תפקידי הועדה לתכנון הבניה, הכרת המושגים: תוכנית בינוי ערים, שינוי תב"ע, גבולות מגרש, אחוזי בניה, קווי בניין, תכסית, חוק תכנון הבניה, הכנת תוכנית הגשה לוועדה לתכנון הבניה, הכרת המושגים: עורך הבקשה, אחראי לתכנון השלד, אחראי לביקורת, מהות התרשימים והתוכניות המופיעים בתוכנית ההגשה, אישורי מחלקות שונות והג"א, פרסום התוכנית בציבור ושלב ההתנגדויות, קבלת היתר בניה (4 שעות)
- **חלוקת תפקידים בתכנון והקמת המבנה** – האדריכל, תפקידי היועצים: יועץ קרקע, יועץ קונסטרוקציה, יועצי אינסטלציה, חשמל ומיזוג אויר. יועצים אחרים – חניות, מעליות, וכו', ההבדלים ביניהם ותהליך התיאום ביניהם בשלב התכנון, הכרת המושגים: תוכנית, חזית, חתך ומבט, קווי מידה, קנה מידה, תוכניות האדריכל, תוכניות מהנדס הקונסטרוקציה, תוכניות היועצים השונים, הכרת המושגים: מכרז, מכרז ביצוע, מכרז פאושל, כתב כמויות, מפרט טכני, חוזה לקבלן, הגדרת התקנות למבנה פשוט, הגדרת החוק לגבי תחומי האחריות של המתכננים והמבצעים, יש להשתמש בדוגמאות של תוכניות הגשה, תוכניות ביצוע שונות, ספר מכרז, דו"ח קרקע (4 שעות)
- **מיון מבנים, מערכות המבנה וחלקיו** - מבנים קלים, מבנים כבדים, הגדרת התקן למבנה ארעי ומבנה קבוע, סקירת מערכות המבנה ותפקידיהן, האתר, הקרקע, הטופוגרפיה וחשיבותם למבנה (3 שעות)
- **סדר טכנולוגי של פעולות ההקמה וקשרים טכנולוגיים** - התארגנות, עבודות עפר, ביסוס וקירות תומכים, מבנה תחתון, מבנה עליון, עבודות הגמר – מעטפת החוץ, מחיצות וגימור פנים, מערכות אלקטרו-מכאניות (2 שעות)

- **המפרט הכללי לעבודות בנייה** – הכרת המבנה וסקירת פרקים עיקריים: 00, 01, 02, 04, 05, 07, 08, 10, 14. עבודות בטון, בנייה, מחיצות, חיפויי חוץ ופנים, ריצוף, מערכת אספקת המים, מערכת החשמל, תשתיות: עבודות סלילה (8 שעות)
- **עבודות עפר** - סקירת סוגי קרקע, כלי עבודות עפר, ושיטות חפירה וחציבה (6 שעות)
- **קירות תומכים** - קיר כובד, קיר רגל אחורית וקדמית, קיר חיכוך, קיר כלונסאות, קירות סלארי. השוואה טכנו-כלכלית של חלופות. (6 שעות)
- **שיטות ביסוס המבנה** - ביסוס רדוד וביסוס עמוק והתאמתם לתנאי קרקע שונים. ת"י 940 גיאוטכניקה וביסוס. קריאת תכניות ביסוס: ביסוס רדוד וביסוס עמוק (8 שעות)
- **שלד המבנה** - מבני בטון: בנייה קונבנציונלית – עמודים, קורות, קירות ותקרות. הכרת ת"י 412, 413, 414, 466 ומושגי ביצוע עיקריים בתקן זה. רכיבים קריטיים בבניין: רכיבי ביסוס רכיבי ההקשחה לכוחות אופקיים, מדרגות; מבני פלדה: סקירת סכמות, רכיבים ושיטות ביצוע. תיעוש עבודות השלד באתר. קריאת תכניות פרטי שלד המבנה. סיור לימודי באתר בנייה. (14 שעות)
- **מעטפת הבניין** - קירות חוץ: קירות בני, הכרת ת"י 1523 – מחיצות וקירות בני, חיפויי חוץ: הכרת ת"י 2378 – קירות מחופים באבן טבעית. סקירת שיטות חיפויי חוץ: טיח, אריחי קרמיקה (ת"י 1555), אבן בקיבוע רטוב; גגות רעפים. פרי מעטפת: כרכוב, אף מים, פרטי ניקוז, בידוד ואיטום המעטפת. (8 שעות)
- **מפרטי מעטפת החוץ, חלונות וקירות מסך בבניינים** – חומרים: זכוכית, עץ, אלומיניום. סקירת תקינה. ת"י 1568 קירות מסך – תכן ותפקוד. ת"י 4068 – חלונות ותריסים מורכבים באתר (6 שעות)
- **איטום ובידוד המבנה** - איטום תת-קרקעי, איטום הגג והמעטפת (ת"י 1752 חלקים 1 ו-2). חומרים, פרטי בניין (עצרי מים, מחסום אדים, שכבות איטום וניקוז), ושיטות איטום תת-קרקעי: איטום חיובי (חיצוני) ושלילי (מצדו הפנימי של הקיר), יתרונות וחסרונות (6 שעות)
- **גימור פנים** - ריצוף (ת"י 1629), מחיצות (ת"י 1523, ת"י 1924), ודלתות בבניין (6 שעות)

- **גגות רעפים** - האלמנטים המרכיבים את הגג, קונסטרוקציית הגג והפעולה הסטטית, אמצעי החיבור של אלמנטי הגג (3 שעות)
- **מערכת אספקת המים והתברואה** - סכמת אספקת המים למבנה פשוט, וסכמת מערכת השופכין והדלוחין. חלופות חומרים, שיקולים טכנו-כלכליים בבחירת החלופה. קריאת תכניות מערכת אספקת המים והתברואה (הל"ת – הוראות למתקני תברואה, ת"י 1205 על חלקיו) (6 שעות)
- **מערכת החשמל בבניין** - סכמת האספקה, הכרת תכנית חשמל, פרטי המערכת, שלבי הביצוע של מערכת החשמל בבניין פשוט, תאורת פנים, תאורת חירום. קריאת תכניות וחישובי כמויות (6 שעות)

ספרות מומלצת

1. לויפר, א. (1992) מדריך לביצוע עבודות בנייה. התחנה לחקר הבנייה, הטכניון.
2. שירה טריואקס-ציפר (2010). תורת הבנייה תהליכים וחומרים.
3. המפרט הטכני הבינ-משרדי בהוצאת משרד הביטחון
4. זלינגר, ש. ושפירא א. "ציוד בנייה - כךך ד': ציוד לעבודות עפר", הוצאת המכון הלאומי לחקר הבנייה.
5. שוחט, י. (1995), "השוואת שיטות לחיפוי קירות חוץ בבנייה", המכון הלאומי לחקר הבנייה, ע"מ 40-80, 123-130.
6. שוחט, י., פוטרמן, מ., רבקין, ד. (2000), "מערכות מתקדמות לאיטום גגות – ניתוח טכנו-כלכלי", המכון הלאומי לחקר הבנייה, הטכניון, חיפה.
7. שוחט, י., פוטרמן, מ. גליל א. (2002), "ניתוח טכנו-כלכלי של חלופות לאיטום תת-קרקעי", המכון הלאומי לחקר הבנייה, הטכניון, חיפה.
8. המבורג, מ. (1992). "יסודות תורת הבנייה א'". משרד הכלכלה והתעשייה, פיתוח פדגוגי טכנולוגי, קטלוג מא"ה.

<http://www.economy.gov.il/Employment/ManpowerTraining/MeaCatalogue/bookspdf/110361.pdf>

9. הופשטר, א. (1994). ריצוף, חיפוי ופיתוח. משרד הכלכלה והתעשייה, פיתוח פדגוגי

טכנולוגי, קטלוג מא"ה. 34 עמ'

<http://www.economy.gov.il/Employment/ManpowerTraining/Mea/Pages/MeaCatalogue.aspx?WPID=WPQ5&PN=1#blank>

10. בן עזר, ע. (1995). בנייה בגבס. משרד הכלכלה והתעשייה, פיתוח פדגוגי טכנולוגי, קטלוג

מא"ה. 114 עמ'.

<http://www.economy.gov.il/Employment/ManpowerTraining/Mea/Pages/MeaCatalogue.aspx?WPID=WPQ5&PN=1#blank>

11. פלוריה, י. (1994). טייחות. משרד הכלכלה והתעשייה, פיתוח פדגוגי טכנולוגי, קטלוג מא"ה.

39 עמ'.

<http://www.economy.gov.il/Employment/ManpowerTraining/Mea/Pages/MeaCatalogue.aspx?WPID=WPQ5&PN=1#blank>

12. Edward Allen, E. and Iano, J. (2009) Fundamentals of Building Construction: Materials and Methods, John Wiley and sons. 5th Edition, ISBN-13: 978-0470074688.

10. ניהול משאבי אנוש באתר הבניה

16 שעות

שנה ב' - סמסטר ד'

מטרת הקורס: הקניית יכולת ניהול כוח אדם ברמת אתר הבנייה, יכולת מנהיגות והנעת עובדים באתר. הכרת השלבים בטיפול ובהנעת עובדים באתר הבנייה.

- מבוא לניהול משאבי אנוש - חשיבות ניהול משאבי אנוש, גורמי מפתח בהנעת עובדים : יכולת, מוטיבציה, סביבה ותרבות ארגוניים
- גיוס עובדים, קריטריונים לבחירת ולהתאמת עובדים
- קליטה, הדרכה וחניכת עובדים באתר הבנייה, תחלופת עובדים
- ההון האנושי באתר וניהולו, תחלופת עובדים : גורמים וסיכונים
- שיטות הנעת עובדים באתר, תקשורת ושליטה, הערכת ביצועים ומתן משוב
- התמודדות עם לחץ ושחיקה
- סדנא בניהול משאבי אנוש

ספרות מומלצת

- בן-ישי, ר., (2000), צוותים מנצחים יוצרים ארגונים מנצחים, סטטוס, 113, נוב' 2000.
- בר חיים, א., (1994), עורך, התנהגות ארגונית, כרך ב', האוניברסיטה הפתוחה, תל-אביב.
- Langford, D., Hancock, M.R., Fellows, R. & Gale A.W., (1995) **Human Resources Management in Construction**, Trans-Atlantic Publications.
- Robbins, P. R., (1998) **Organizational Behavior** (8th edition), Prentice Hall, New Jersey. Ch, 3., pp. 88- 129.
- Verma, V. K. , (1996) **Human Resource Skills for the Project Manager**, PMI, Sylva Ch 2.
- Laufer, A., and Hoffman, E. J., **Project Management Success Stories**, John Wiley and Sons.
- Laufer, A., (1997) **Simultaneous Management**, Amacom, American Management Association.

11. חומרי בניין

64 שעות

סמסטר א-ב

מטרת הקורס

מקצוע זה נועד להכרת חומרי הבנייה העיקריים, תכונותיהם הבסיסיות והשימושים בהם.

על מנת שניתן יהיה למצות את התכנית המצורפת במלואה, יש להציג בקצרה כל נושא ולא לחרוג ממספר השעות המוקצבות לכל נושא.

מומלץ להביא ולהציג בפני הסטודנטים דוגמאות של החומרים הנלמדים. כמו כן יש לדאוג לחלוקת חומר רקע כתוב ללימוד עצמי של כל אחד מהפרקים.

יש לשים לב לסעיף 11 – מעבדה (הדגמות) ולסעיף 12 – סיור באתר בנייה/ מפעל תעשייתי, בסמסטר ב'.

סעיפים אלה נועדו להמחשה ולהעמקת הידע של הסטודנטים בחומרי השלד העיקריים.

סמסטר א' - 32 שעות

נושאי הקורס

1. תכונות כלליות של חומרי בניין
2 שעות
 - צפיפות, משקל סגולי, משקל מרחבי
 - ספיגות ונקבוביות
 - חוזק, אלסטיות, פלסטיות (פריכות), צמיגות, שקיפות, קשיות
2. צמנט פורטלנד
2 שעות
 - הרכב מינרולוגי
 - תכונות עיקריות
 - זמני התקשרות
 - דקות טחינה
 - הידרציה כימית
 - מבנה העיסה הצמנטית הקשויה
 - סוגי צמנט: CEMI, II, צמנט לבן, צמנט חסין סולפטים, צמנט בעל חום הידרציה נמוך
 - איפיון צמנט לפי חוזק
 - תכולת הצמנט בבטון (מינימום לפי ת"י 466 חלק 1, תכולות מקסימום)
 - אפר פחם, מיקרוסיליקה, סיגים
 - אספקה ואחסון בשקים ובתפוזות, משך "חיי מדף"
3. חומרי מליטה אחרים
2 שעות
 - סיד אווירי – חומר הגלם, ייצור, כיבוי לאבקה ולבצק, סיד שרוף, תכונות ושימושים
 - מוצרי חול סיד: סיליקט ואיטונג כולל שימוש באוטוקלב
 - גבס – חומר הגלם, ייצור ותכונות ושימושים
 - מוצרי גבס: בלוקים, לוחות, טיח גבס ראה סעיף טיח
4. אגרגטים
3 שעות
 - מיון לפי גודל, לפי צורה, לפי מקור
 - תכונות מיכניות: חוזק, גריסות, קשיות, הידבקות
 - תכונות פיסיקליות: ספיגות, רטיבות חופשית, משקל סגולי
 - דירוג ומשמעות ספרת הגרגר, כינוי תקני לפי גודל (לדוגמא 19/14 וכד')
 - קו דירוג רצוף/דלוג

- יחסי האגרטים בתערובת הבטון- משקל מרחבי של אגרנט בודד ושל תערובת אגרטים
 - תכולת אבק, טון חרסית
 - ריאקטיביות כימית של אגרטים
 - תהליכי חציבה וגריסה
 - סיכום תכונות לפי ת"י 3
- 2 שעות**
- 5. מוספים כימיים לבטון ולטיח**
- מוספים לבטון: כולאי אויר, מחישי התקשרות, מעכבי התקשרות, מפחיתי מים (מוספי על), משפרי עבירות וזרימה
 - מוספים לטיח
 - תחליבים פולימריים
 - פיגמנטים לטיח ולבטון
- 2 שעות**
- 6. תכונות הבטון הטרי**
- סומך ועבירות
 - היחס דקים / גסים – סגרציה ולכידות
 - תכונות זרימה והתהדקות של הבטון הטרי
 - תצרוכת המים בתערובת – השפעת המרכיבים
 - תכולת האוויר בבטון הטרי – השפעת המרכיבים
 - מסה סגולית מרחבית (משקל מרחבי)
 - הפרשת מים (כלונסאות)
 - סדיקה פלסטית
 - התקשרות הבטון הטרי
 - השפעת הטמפר' והלחות על תכונות הבטון הטרי
- 4 שעות**
- 7. תכונות הבטון הקשוי**
- חוזק הבטון בלחיצה
 - חוזק הבטון בכפיפה
 - חוזק הבטון במתיחה
 - התכווצות וזחילה
 - עמידות בשחיקה
 - אטימות הבטון הקשוי
 - עמידות בבלייה, בקורוזיה, בחומצות ובכימיקלי
 - בידוד תרמי ואקוסטי
 - הידבקות בין בטון חדש לבטון וישן
- 2 שעות**
- 8. בקרת חוזק הבטון**
- דרישות התקנים הישראליים ת"י 118 ות"י 601
 - סיווג הבטון לפי חוזקו בלחיצה
 - התפתחות החוזק על ציר הזמן
 - חוזק הבטון בגיל 28 יום
 - בקרת חוזק הבטון "למעשה"
 - בקרת חוזק הבטון שהתקשה במבנה ("גלילים")
 - בדיקות ללא הרס (פטיש רתע ואולטראסוני)
- 2 שעות**
- 9. בטון מובא – ייצור והזמנה**
- מפעל יבש ומפעל רטוב
 - דיוק המינון והשקילה – תנאי בקרה טובים, בינוניים
 - ערבול
 - הובלה לאתר
 - קבלת הבטון באתר

2 שעות

10. הובלה באתר, שימה, ציפוף ואשפרה

- הובלה במשאבה וקו צינורות
- הובלה בכלי מעביר (דוד מנוף)
- שפיכה ישירה מערבל
- שימוש בשרוול יציקה וצינור טרמי
- שפיכה מגובה
- אלמנטים אנכיים (עמודים, קירות, כלונסאות)
- אלמנטים אופקיים (רצפות ומשטחים)
- אלמנטים משופעים
- אלמנטי אורך
- יציקה ב-2 שכבות רצופות של משטחים
- ציפוף ידני וריטוט מיכני
- מרטט מחט
- מרטט סרגל
- מרטט חיצוני
- אשפרה מוקדמת
- אשפרה מאוחרת – משך אשפרה
- שיטות אשפרה (הרטבה במים, כיסוי ביריעות, תחליב אשפרה (Compound Curing)
- טיפול תרמי ואשפרה בקיטור

4 שעות

11. ניתוח תערובות בטון

- הצגת הרכבים אופייניים
- גודל אגרגט מירבי בבטון
- דירוג משאבה
- בטון קל זרימה וקל פילוס
- קביעת כמות האוויר בבטון
- תיקוני בטון – תוספות צמנט, תוספת מים, תוספת דקים

2 שעות

12. סוגי בטון מיוחדים, שיקום ותיקון בטון

- בטון לכלונסאות
- בטון גלוי/אדריכלי
- בטון מהיר התחזקות
- בטון רב נפח
- בטון משוריין בסיבים (פלדה, סינתטיים)
- בטון בעל אטימות גבוהה
- בטון לתנאים קורוזיביים
- בטון לתנאי שחיקה
- שיקום ותיקון בטון : סיתות בטון פגום, חומרי תיקון, חיבור בטון חדש לישן.

3 שעות

13. בחינת סמסטר

סמסטר ב' - 32 שעות

2 שעות

1. פלדה לזיון בטון

- פלדה מצולעת, עגולה, רשתות
- גבול כניעה, חוזק במתיחה, התארכות, משקל למטר אורך
- מודול אלסטיות
- הידבקות לבטון

- 2. טייחים ומלטים** 4 שעות
- טיח מיוצר באתר – הרכב ויישום
 - טיח מתועש וטיח מובא
 - שכבות הטיח
 - טיח בסביבה ימית
 - טיח גבס
 - טיח מתועש (יבש ומובא)
 - מדה בטון לתשתית ריצוף
 - בטקל לשיפועים
- 3. חיפויים קשיחים לקירות חוץ** 2 שעות
- קרמיקה
 - פסיפס
 - אבן נסורה
 - תפקוד ואופן יישום
- 4. מוצרי בטון, קרמיקה וחרס** 3 שעות
- מוצרי בטון טרומיים: לוחות חלולים דרוכים, "פריקסטים" (קירות ומחיצות), קורות ועמודים.
 - בלוקי בטון
 - מרצפות טרצו
 - אריחי קרמיקה לריצוף
 - אריחי שיש וכד'
 - מוצרים לעבודות פיתוח (אבנים משתלבות, אבני שפה, צינורות בטון)
 - רעפים
- 5. אלומיניום** 2 שעות
- מרכיבי החומר
 - תכונות: חוזק, מודול אלסטיות, עמידות בקורוזיה, מוליכות תרמית, מקדם התפשטות, החזר אור וחום.
 - ייצור אלומיניום
 - חיבורים
 - מיחזור
 - שימושים
- 6. עץ** 2 שעות
- סוגי עץ לבנייה
 - תכונות העץ: חוזק בלחיצה, בכפיפה ובגזירה, כולל התייחסות לכיוון הסיבים
 - פגמים בעץ
 - השפעת הלחות, ייבוש עץ
 - טיפול בעץ נגד בליה, מזיקים וכד'
- 7. חומרים פלסטיים וזכוכית** 2 שעות
- סיווג: חומרים תרמופלסטיים ותרמוסטטיים
 - תכונות: חוזק, מודול אלסטיות, משקל סגולי, עמידות בשריפה, התפשטות תרמית, בליה, בידוד תרמי, אקוסטי
 - שימושים: לוחות, קירות ומחיצות, קרוי גגות, דלתות, חלונות ותריסים, פרופילים, ריצוף
 - אבזרי צנרת
 - זכוכית בבנייה: תכונות ושימושים

8. **חומרי אטימה** 2 שעות
- ביטומן-תכונות כלליות
 - מסטיק אספלט
 - יריעות ביטומניות ופולסטיות – תכונות, יישום ותפקוד, בליה
 - רכיבי מבנה לאטימה – גגות, מרפסות, חדרי רטובים, מרתפים
 - הלבנה והגנה על האיטום
 - איטום סדקים ותפרים
 - איטום בחומרים צמנטיים וצמנטים פולימריים
 - כשלים אופייניים באיטום
9. **חומרי בידוד תרמי ואקוסטי** 2 שעות
- קצפים
 - פוליסטירן מוקצף
 - פוליאוריתן מוקצף
 - צמר סלעים
 - יריעות אלומיניום לבידוד גגות
 - חומרים לבידוד תרמי ואקוסטי מתחת לריצוף
10. **מעבדה – הדגמות** 4 שעות
- בטון טרי – הכנת תערובת, עבדות וסומך
 - יחס דקים לגסים-סגרגציה ולכידות
 - בטון "יבש" ובטון "דליל"
 - בטון קשוי – בדיקות חוזק במעבדה
11. **סיור באתר/ תעשיה** 4 שעות
12. **בחינת סמסטר** 3 שעות

ספרות

1. י.סורוקה – 2 חלקים
2. המדריך להנדסה אזרחית חלק ב'
3. תקנים ישראלים רלבנטיים
4. המפרט הבין משרדי לעבודות בניין – פרקים רלבנטיים
5. חומרים פלסטיים בבנייה / מ. פוטרמן, המכון הלאומי לחקר הבנייה, אוגוסט 1996.

תקנים

- ת"י 26 חלק 4 שיטות לבדיקת בטון : תכונות בטון קשוי-חוזק
- ת"י 1 חלק 1 צמנט : צמנט רגיל
- ת"י 601 בטון מובא
- ת"י 5 חלק 2 בלוקי בטון : בלוקים למילוי תקרת צלעות
- ת"י 5 חלק 1 קי בטון : בלוקי קיר

12. גיאודזיה

64 שעות

סמסטר א

מטרת הקורס

מטרת הקורס היא הכנת תהליך העבודה של הגיאודט בשדה ובמשרד ובכך לגרום לשיפור הקשר בין ההנדסאי לגיאודט במהלך עבודתם תוך הקניית מיומנויות מדידה בסיסיות להנדסאי.

בקביעת תוכנית הלימודים הושם דגש על הצד המעשי של עבודת המדידה בתחום הקרוב להנדסה אזרחית, לשם כך נקבעו תרגילי שדה בסמוך לחומר הנלמד בהרצאות כך שיבוצע יישום של החומר הנלמד בכיתה בעבודת שדה. לשם הבנת החומר הנלמד כיחידה אחת ולא כנושאים בדידים יש ללמד את החומר הנלמד ברצף בהתאם לתוכנית הלימודים ובצמוד לתרגילי השדה.

במהלך הקורס יכיר הסטודנט את מכשירי המדידה העיקריים שבהם נעזר המודד במהלך עבודתו (תחנה כוללת, מאזנת, פריסמה, סרט מדידה וכו'), את תהליך איסוף הנתונים בשדה (הקמת נקודות ביסוס, קליטת פרטים וגבהים וכו') ואת תהליך עיבוד הנתונים ליצירת המוצר הסופי (מפה טופוגרפית מצבית).

הקורס מקנה גם הכרה בסיסית של סוגי המפות הקיימים תוך הבנת תהליך הוצאת מידע ממפות אלה (גבולות, גבהים, שיפועים ועוד).

בסיום הקורס יבוצע תרגיל שדה מסכם אשר יכלול את מירב החומר הנלמד ובסיומו תוגש מפה טופוגרפית מצבית הכוללת מספר פרטים וכן קווי גובה. יש לשים דגש על שימוש במכשירי המדידה בשטח למציאת מיקום נקודות ובמיוחד לשימוש במאזנת למציאת גובה נקודה.

נושאי הקורס

1. מבוא
- תפקיד המיפוי והמדידות בהנדסה אזרחית
- צורת כדור הארץ
- קואורדינטות גיאוגרפיות
- הגיאודזיה הגבוהה והנמוכה
- המפה: קנה מידה, צפון מגנטי ורשת, סוגי מפות
- מידות שטח אורך וזווית (תוך מעבר ממעלות גראדים וראדיאנים)
3 שעות
2. איזון גיאומטרי
- הכרת המאזנת
- טכניקת האיזון
- בדיקת מהלך איזון ועמידתו בתקן
- רישום נכון של לולאת איזון פנקס חישובים
- שימושים (מפה טופוגרפית, אתר בניה, עבודות פיתוח, עבודות פיתוח, תשתיות וכבישים)
6 שעות
- תרגיל שדה 1
4 שעות
3. תחנה כוללת
- הכרת התחנה הכוללת
- השימוש בתחנה הכוללת למדידת כיוונים (אופקי ואנכי) ומרחק משופע
- תירגום תוצאות המדידה לזוויות, מרחקים ואופקיים ולהפרשי גובה
- טכניקת האיזון הטריגונומטרי למציאת גבהים אבסולוטים
8 שעות
- תרגיל שדה 2
4 שעות

4. **חישוב נפחים** 4 שעות
- חישוב נפחים לפי רשת מאוזנת וחישוב נפחים של גופים גיאומטרים.
5. **קואורדינטות** 4 שעות
- מערכת צירים XYZ (חדשה וישנה)
חישוב אזימוט בין שתי נקודות.
חישוב קואורדינטות בשיטת המשיחה (רץ ניצב).
קביעת קואו' של נקודה בעזרת TS (אזימוט, מרחק אופקי והפרש גובה)
- תרגיל שדה 3** 3 שעות
6. **המפה הטופוגרפית מצבית** 4 שעות
- הקמת נקודות בקרה אופקיות ואנכיות כבסיס למיפוי (עקרונות החיתוכים והצלעון).
- הסבר על איסוף הנתונים, עיבוד הנתונים.
- השימוש בסימנים מוסכמים לשרטוט מפה.
- יצירת קווי גובה, מציאת גובה נקודה בעזרת אינטרפולציה בין קווי גובה.
- מציאת שיפוע קרקע על פי קווי גובה, הכנת חתכים ממפה טופוגרפית.
- תרגיל שדה 4** 3 שעות
7. **חישובי שטחים** 4 שעות
- שיטות לחישוב משולש כולל משפט הרון.
- חישוב שטח בשיטת אאוקלידס (קואו').
- שיטת הטרפזים, שיטת סימפסון.
8. **הכרת סוגי המפות ויישום גיאודטי בשטח** 2 שעות
- תחום הקדסטר: מפות גוש (עקב + שדה), גוש מוסדר, גוש לא מוסדר, גוש שומה, תוכנית לצורכי רישום.
- תחום הבנין: תוכנית בנין ערים (ת.ב.ע.), שימוש במפה טופוגרפית מצבית כבסיס לתכנון מבנים והוצאת נתונים לסימון (הקמת קו בנין, תוכנית כלונסאות, קירות תומכים, נקודת גובה וכו').
- תחום הכבישים: מפות תנוחה, חתכים לאורך ולרוחב, תיאום מערכות, צירי כבישים, דיקורים, שכבות, וכו'.
- תחום הפיתוח: צורת הדרך, תשתיות (ת.ב., ע.ת., ע.ח.), אבני שפה.
9. **המיפוי הפוטוגרמטרי** 3 שעות
- מושגים בסיסיים על תצלום אוויר, עיוותים במפה, קנה מידה של תצלום האוויר, מפת האורטופוטו.
- פירוט תרגילי שדה**
- מהלך העבודה יתנהל בצוותי מדידה קטנים של עד 4 חברים בצוות. לאחר כל תרגיל שדה יכין כל אחד מאנשי הצוות דו"ח תרגיל הכולל הסבר על מהלך התרגיל וכן חישובים.
1. **איזון גיאומטרי** 3 שעות
ציוד: מאזנת, חצובה, אמה וסרט מדידה.
מהלך התרגיל: יש לבצע לולאת איזון בין מספר עצמים בשטח (תאי ביקורת מפלסי מבנים וכו') תוך רישום בפנקס שדה וחישוב מאוחר יותר של מהלך האיזון ומציאת הפרשי הגובה בין הנקודות בשטח ואחוז השיפוע.
2. **תחנה כוללת** 3 שעות
ציוד: תחנה כוללת, חצובה, מוט פריסמה, אביזרי סימון (צבע, סך כותנה וכו').

מהלך התרגיל: יש לבצע הדגמה של יכולות המכשיר בשטח כאמצעי למדידת כיוונים אנכיים ואופקיים ומרחק משופע ואת עיבוד הנתונים למדידת זוויות, מרחקים אופקיים והפרשי גובה. יש לבצע מדידה אשר תאפשר חישוב של מרחק והפרש גובה בין מספר נקודות ללא קו ראייה אופקי.

2 שעות

משיחה

.3

ציוד: סרט מדידה, נסי מדידה וחצובות, פריסמה, אביזרי סימון/צבע, סך כותנה, פטיש וכו'.

מהלך התרגיל: תבוצע מדידה של עצמים בשטח על קו מדידה (מבנה, תאי ביקורת, ע.ח. וכו'). המדידה תאפשר חישוב הקואורדינטות של העצמים.

4 שעות

תרגיל מסכם

.4

ציוד: תיאודוליט, מאזנת, חצובה, סרט מדידה, נסי מדידה, פריסמה, ואביזרי סימון.

מהלך התרגיל: יש לבצע מדידה של תא שטח להכנת מפה טופוגרפית מצבית תוך שימוש בכל השיטות שנלמדו. על כל אחד מחברי הצוות להגיש דו"ח הכולל חישובים וכן מפה מצבית הכוללת קווי גובה.

13. הנדסת קרקע וביסוס

64 שעות

סמסטר ג-ד

נושאי הקורס

להקנות ידע בסיסי בהנדסת קרקע, ולאפשר התמודדות עם בעיות ביסוס פשוטות במהלך תכנון וביצוע של מבנים.

נושאי הקורס

סמסטר ג' - הנדסת קרקע - 32 שעות

11 שעות	תכונות הקרקע	1.
1 שעה	1.1 סלעים וקרקעות, תופעות ותהליכים גיאולוגיים. דירוג קרקעות ושיטות הבדיקה: אנליזה מכנית ושיטת ההידרומטר (עבודה מספר 1).	
2 שעות	1.2 מיון הקרקעות עפ"י שיטות שונות מקובלות בארץ (עבודה מס' 4).	
1 שעה	1.3 השפעה הידרודינאמית בקרקעות (עבודה מס' 8). תופעות חתירה וחשיבותה המעשית.	
1 שעות	1.4 פרמטרים מכניים של הקרקעות תהליך דחיסות הקרקעות. חשיבות התופעות בתחום הנדסת קרקע. בדיקת הדחיסות במעבדה. ערך הפרמטרים המכניים לדחיסות (עבודה מס' 9).	
2 שעות	1.5 בדיקה מעבדתית חוזק הגזירה ובשדה. חשיבות פרמטר הגזירה בבעיות הנדסיות (עבודה מס' 10).	
2 שעות	1.6 חקירת הקרקע בשדה ובמעבדה: בורות וקידוחי ניסיון. היקף חקירת הקרקע. בדיקות השדה החדרה תקנית (SPT) וגזירת (VT) שימוש בממצאי בדיקות שדה לצורך תכנון גבולות סומך, צפיפות (רטיבות מעבדה ורטיבות באתר).	
2 שעה	1.7 קרקע משוריינת.	
21 שעות	חישובים בקרקע	2.
3 שעות	2.1 פילוג המאמצים בתוך הקרקע. צורות העומסים הספציפיים בתחום יסודות הבניינים והכבישים (עבודה מס' 11).	
2 שעות	2.2 שקיעת הקרקעות תחת עומסים. חשיבות מעשית (שקיעות מותרות). התפתחות השקיעות במשך הזמן: קונסולידציה.	
4 שעות	2.3 חישוב לחץ העפר (אקטיבי-פסיבי) על קירות. חישוב לחץ העפר בקרקעות גרנולריות ובקרקעות קוהזיביות (עבודה מס' 14).	
4 שעות	2.4 השפעת שיפוע המילוי והחיכוך בין קרקע לפני הקיר (עבודה מס' 15).	
4 שעות	2.4 תסבולת הקרקעות תחת עומסים. שיטות חישוב (עבודה מס' 16). לחצים מותרים על הקרקע. בחירת הערך של לחץ מגע מותר עפ"י חישוב ועפ"י הטבלאות (עבודה מס' 17).	
4 שעות	2.5 יציבות מדרונות בקרקעות גרנולריות או בחרסיתות (עבודה מס' 18). משמעות מקדם הביטחון. ההשפעה ההידרודינאמית על יציבות המדרונות ואמצעי ההגנה.	
4 שעות	2.6 מבחן.	

סמסטר ד' - ביסוס

32 שעות	3. יסודות - חישוב וביצוע
שעות 2	3.1 חפירת השוחות. שיפועים בחפירה בתמיכות פשוטות (עבודה מס' 22). קירות שיגומים עם עוגן (עבודה מס' 23).
שעות 2	3.2 שאיבת המים משוחות. שאיבה ישירה (עבודה מס' 24). הורדה כללית של מפלס המים בשוחות בעזרת שורת בארות (עבודה מס' 25).
שעות 6	3.3 תכנון ביצוע הכלונסאות
שעות 4	3.4 קרקעות מיוחדות: קרקעות אורגניות, קרקעות לס, קרקעות חרסיות עם תפיחה והתכווצות מותרות. שיטות בדיקה של תכונותיהן. השפעתן על המבנים והכבישים.
שעות 8	3.5 תכנון וביצוע יסודות בודדים (אושיות) ויסודות עוברים
שעות 6	3.6 תכנון וביצוע קירות תומכים
שעות 4	3.5 מבחן.

ספרות

<u>מיון קרקעות למטרות הנדסה אזרחית-מיון במעבדה ומיון חזותי</u>	<u>ת"י 253</u>
<u>ביסוס בניינים</u>	<u>ת"י 940</u>
<u>ביסוס כלונסאות בסלע בקדיחת הקשה</u>	<u>ת"י 1378</u>
<u>בדיקה באתר של צפיפות הקרקע ורטיבות הקרקע במד גרעיני</u>	<u>ת"י 1454</u>
<u>שיטות בדיקה בתחום הסלילה: בדיקות של קרקע ואגרגאטים</u>	<u>ת"י 1865 חלק 3</u>

14. חישוב סטטי וחוזק חומרים

208 שעות

סמסטר א' ב' ג'

80 שעות

סמסטר א'

1. מושגי יסוד בסטיקה 2 שעות
כוח וסגולות הכח (עצמה, קו פעולה, כוון, נקודת אחיזה).
2. חיבור וחיסור כוחות במישור 4 שעות
 - 2.1 נקודת אחיזה משותפת - פתרון אנליטי (היטלים).
 - 2.2 נקודת אחיזה משותפת ללא - פתרון אנליטי.
 - 2.3 משולש הכוחות.
3. כוחות מקבילים 2 שעות
 - 3.1 קביעת השקול של מערכת כוחות מקבילים.
 - 3.2 הפרדת כוח לפי שניים או יותר קוים מקבילים לכוח - שיטה אנליטית.
4. צמד (זוג) כוחות 2 שעות
 - 4.1 המושג של מומנט סיבוב.
 - 4.2 הוכחה שהתוצאה היא רק מומנט (לגבי כל נקודה שבמישור).
 - 4.3 העברת כח לקו פעולה אחר - מקביל לעצמו.
5. שיווי משקל במישור 4 שעות
 - 5.1 משוואות שווי משקל - מערכת כוחות כלשהי.
 - 5.2 משוואות שווי משקל - מערכת כוחות מקבילים.
 - 5.3 תוצאה פיזית במקרה של אי שווי משקל.
6. קורות מסוימות מבחינה סטטית 36 שעות
הערה: כל הסעיפים הם עבור עומס מרוכז, עומס מחולק שווה, עומס מחולק בצורת משולש ועבור עומס של מומנט חיצוני.
 - 6.1 סמכים: פרקי-נייד, פרקי-קבוע, רתום.
 - 6.2 חישוב תגובות (ריאקציות).
 - 6.3 הסבר המושגים: כח גזירה, כח צירי, מומנט כפיפה.
 - 6.4 חישוב ערכי כוחות גזירה לקורה של שני סמכים, זיזים, קורה עם זיזים.
 - 6.5 חישוב ערכי כוחות ציריים לקורה של שני סמכים, זיזים, קורה עם זיזים.
 - 6.6 חישוב ערכי מומנטי כפיפה לקורה על שני סמכים, זיזים, קורה עם זיזים.
 - 6.7 סרטוט מהלכי כוחות גזירה, כוחות ציריים ומומנטי כפיפה לכל המקרים הנ"ל.
 - 6.8 חישוב ערכי מומנטי כפיפה מקסימליים (מירביים).
7. קורות גרבר 10 שעות
 - 7.1 חלוקה לקורות פשוטות.
 - 7.2 ציריים, כוחות גזירה ומומנטיים הערכים של כוחות חישוב ושרטוט המהלכים.

16 שעות	8.	<u>מסבכים</u>
	8.1	חישוב ערכי הכוחות במוטות בעזרת השיטה האנליטית (צומת).
	8.2	חישוב ערכי הכוחות במוטות בעזרת השיטה האנליטית (ריטר).
	8.3	הסבר לשיטת קרמונה (גרפית) חישוב ערכי הכוחות במוטות.
4 שעות	9.	<u>בחינת סמסטר ובחנים</u>
96 שעות		<u>סמסטר ב'</u>
10 שעות	10.	<u>מרכז הכובד</u>
	10.1	של שטחים גיאומטריים (מלבן, משולש, טרפז, עיגול, חצי ורבע עיגול).
	10.2	של חתכים מורכבים משטחים גיאומטריים רגילים.
	10.3	של פרופיל פלדה - שימוש בטבלאות.
	10.4	של חתכים מורכבים מפרופילי פלדה.
	10.5	להדגיש חשיבות של ציר סימטריה אחד או יותר.
12 שעות	11.	<u>חישוב מומנט אינרציה של שטחים</u>
	11.1	הסבר המושגים: "מומנט אינרציה" ו- "מומנט סטטי".
	11.2	הוכחת הנוסחאות עבור מלבן, משולש, עיגול.
	11.3	משפט שטיינר.
	11.4	חישוב מומנט אינרציה עבור חתך מורכב משטחים גיאומטריים פשוטים.
	11.5	מומנט אינרציה עבור פרופילי פלדה - שימוש בטבלאות.
	11.6	חתכים המורכבים ממספר פרופילי פלדה.
10 שעות	12.	<u>מושגי יסוד בחוזק חומרים</u>
	12.1	מאמץ, מאמץ שבר, מאמץ מותר, מקדם בטיחות.
	12.2	הטרחות בסיסיות (מתיחה, לחיצה, כפיפה, גזירה, פיתול) הסבר כללי.
	12.3	דיפורמציות (עיבורים) - הסבר כללי.
	12.4	מצב אלסטי, פלסטי, נזילות.
12 שעות	13.	<u>לחץ, מתח</u>
	13.1	מתיחה או לחיצה טהורה
	13.2	חוק הוק
	13.3	חישוב החתך של אלמנטים מתוחים או לחוצים
	13.4	חישוב דיפורמציות (התארכות, התכווצות).
10 שעות	14.	<u>קריסה</u>
	14.1	הסבר כללי, נוסחאות אוילר וטטמאיר.
	14.2	שיטת "אומגה W"
	14.3	קריסת עמודים בעלי חתך המורכב משני פרופילים, כולל חיזוקים.
	14.4	תכנון מסבך פלדה (צנורות או פרופילים).
22 שעות	15.	<u>כפיפה</u>
	15.1	מהלך מאמצים בחתך מוטרך לכפיפה

- 15.2 פיתוח הנוסחה עבור חתך סימטרי ועבור חתך לא סימטרי
 15.3 תכנון קורות פשוטות - בדיקת מאמצים וקביעת חתכים
 15.4 כיסוי מומנטים - לדוגמה : פרופיל עם פחי חיזוק פעולה משולבת של כפיפה עם מתיחה / לחיצה צירית. (כח צירי+מומנט כפיפה בקורות).

16. **גזירה** 16 שעות
 16.1 גזירה טהורה
 16.2 גזירה אנכית (מספריים)
 16.3 גזירה אופקית (מכפיפה)
 16.4 מהלך מאמצי גזירה בחתך מלבני ובחתכים

17. **בחינת סמסטר ובחנים והכנה לבחינה ממלכתית** 4 שעות

סמסטר ג' 32 שעות

18. **חישוב קורות מומשכות** 22 שעות
 18.1 הסבר כללי על המשכיות
 18.2 שיטות "קרוס" - פתרון קורות מומשכות עם מומנט אינרציה קבוע או משתנה
 18.3 חישוב מומנטים (בעזרת שיטת "קרוס") במקרה שסמך אחד (או יותר) שוקע
 18.4 משוואת שלושת המומנטים (קלפרון)
 18.5 חישוב קורות בעזרת טבלאות

19. תרגיל מסכם בחישוב סטטי 6 שעות

20. **בחינת סמסטר ובחנים** 4 שעות

ספרות

1. אלפרוביץ' י. - מכניקה טכנית
2. בן צבי ע. - המכניקה של החומרים (כרך א' + ב')
3. ד"ר גליק - סטטיקת הבניה
4. אלפרוביץ' י. - תורת החוזק והאלסטיות חלקים א' ו-ב'
5. מנדל מ. - אוסף בעיות בסטטיקה - חלקים א' + ב'

15. תכנון הנדסי

160 שעות

סמסטר ג' ד'

מטרת הקורס

הקניית חשיבה הנדסית, המתבטאת בהבנת והכנת סכימות סטטיות ופתרון בעיות הנדסיות במספר אפשרויות.

סמסטר ג'

80 שעות

1. עומסים במבנים: עומסים אופייניים-ת"י 412
10 שעות
 - 1.1 עומסים אופייניים קבועים (כולל ת"י 109)
 - 1.2 עומסים אופייניים משתנים: עומסים שימושיים אנכיים
 - 1.3 הפחתת עומסים אופייניים שימושיים בחישוב אלמנטים נושאים
 - 1.4 עומסים שימושיים אופקיים על מבנים מיוחדים
 - 1.5 עומסים אופקיים על מעקות (לפי ת"י 1142)
 - 1.6 חישוב עומסים על עמודים בשיטת השטחים תרגילים למבנים שונים.
2. תכנון תקרות
32 שעות
 - 2.1 סקירה על סוגי התקרות ועקרונות הפעולה הסטטית.
 - 2.2 תכנון תקרות יצוקות באתר. מקשית, מקשית מצולבת, צלעות עם קורות בולטות או סמויות. שיקולים בבחירת סוג התקרה וקביעת המערכת הסטטית שלה (כיוון מתיחת התקרה, מיקום עמודים וכו'), חישוב מימדי האלמנטים המרכיבים את התקרה (חישוב מצב שירות) ופירוט סכימתי של הזיון.
הערה: במסגרת סעיף זה יתקיימו דיונים בכתה על האלטרנטיבות השונות וינתנו תרגילים מסכמים
 - 2.3 תקרות מפלטות חלולות דרוכות. בחירת עובי האלמנטים. הבטחת היציבות האופקית של התקרה.
3. תכנון גלריות
12 שעות
תכנון תקרות ביניים מקורות פלדה וכיסוי לוחות עץ או חומר אחר כולל פרטים והבטחת היציבות האופקית. תרגילים לחישוב גודל האלמנטים.
4. קירות תומכים
14 שעות
 - 4.1 חישוב הלחץ האופקי של הקרקע על קירות תומכים במצבים השונים.
 - 4.2 הכרת הפעולה הסטטית של הקירות התומכים למיניהם:
א. קיר כובד.
ב. קיר תומך זיזי מבטון מזוין.
ג. קיר שהוא חלק ממבנה (קיר מרתף).
ד. קירות שיגומים (כלונסאות) עם או בלי עוגני קרקע.
 - 4.3 תרגילים לחישוב קיר תומך זיזי מבטון מזוין.
 - 4.4 תרגילים לחישוב קיר מרתף.
5. מרחב מוגן
4 שעות
 - 5.1 תקנות הג"א.
 - 5.2 קביעת הסכימה הסטטית של המרחב המוגן.
 - 5.3 פרטי זיון.

6. תרגיל מסכם 4 שעות
7. מבחן 4 שעות

סמסטר ד' 96 שעות

8. תכנון מדרגות 16 שעות

- 8.1 תרגילי חישוב מדרגות מבטון מזוין :
 א. חישוב משטחי מדרגות הנשענים על קורות או קירות בטון.
 ב. חישוב מדרגות זיזיות.
 ג. חישוב מדרגות בהן מהלך אחד נשען על המהלך הניצב.
 8.2 פרוט סכמתי של זיון מדרגות מבטון.
 8.3 הכרת סוגי מדרגות מפלדה :
 א. מדרגות רתומות לעמוד מרכזי
 ב. מדרגות הנשענות על שתי קורות צדדיות
 ג. מדרגות הנשענות על קורה מרכזית.
 8.4 תרגילים לחישוב מדרגות פלדה הנשענות על קורות.
 8.5 פרוט סכמתי של פרטי חיבור המדרגות לקורה ושל הקורה לסמכים (ללא חישוב).
 8.6 שיטת הקמט.

9. עומסים אופייניים בבניינים : עומס רוח-ת"י 414 12 שעות

בסעיף זה ילמד התקן למעט פרק ג' הדן בהשפעה הדינמית של הרוח. פתרון תרגילים לחישוב כוחות הרוח הפועלים על חלקי מבנים ועל מבנים בשלמותם כולל שלטים וגדרות.

10. תכנון מבנים קלים מפלדה 12 שעות

- 10.1 קביעת סוג חומר הכיסוי.
 10.2 קביעת המערכת הקונסטרוקטיבית של המבנה, בחירת סוג ומיקום האלמנטים הנושאים, המרישים ומיקום העמודים.
 10.3 קביעת מערכות ההקשחה האופקית והאנכית כנגד הכוחות האופקיים עבור מבנים קלים
 10.4 שיטות מקורבות להערכת גודל האלמנטים במבנה.
 10.5 תרגילים.

11. עקרונות עמידות מבנים ברעידת אדמה-ת"י 413 (ללא חישובים) 8 שעות

- הערה : יש ללמד את הנושאים המפורטים בלבד.
 הרחבת הנושא- ראה תכנית לימודים סמס' ה'.
 11.1 הסבר כללי על תופעת רעידת האדמה. 1 שעה
 11.2 סיבות לכשל מבנים ברעידות אדמה (הסבר כללי). 1 שעה
 11.3 תופעת הפיתול במבנה כתוצאה מפעולת הכח האופקי. 1 שעה
 11.4 מערכות ההקשחה האופקיות והאנכיות נגד כוחות אופקיים במבנים השונים. 1 שעה
 11.5 הנחיות התקן לפרטי זיון וביצוע חלקי השלד השונים כגון : חגורות בקירות בניה, קורות קשר, רצפת קשר וחישוקים בקורות ועמודים. (עבור מבנים בדרגת משיכות נמוכה ובינונית).

12. תוספות ליד מבנה קיים 12 שעות

- 12.1 מקרים בהם התוספת נפרדת מהמבנה הקיים.

	א. פרטי התפר	
	ב. מיקום היסודות	
	ג. תרגילים בקביעת הסכימות הסטטיות של התוספת	
12.2	מקרים בהם התוספת מחוברת מונוליטית למבנה	
	א. פרטי החיבור של האלמנטים השונים. (כגון: ברגים כימיים וברגים מכניים)	
	ב. תרגילים בקביעת הסכימות הסטטיות של התוספת.	
12.3	מצבים עם הפרשי מפלסים בין ביסוס המבנה הקיים לביסוס התוספת.	
13.	<u>תוספות ושינויים במבנה קיים</u>	10 שעות
	הערות: א. התוספות או השינויים יעשו רק על בסיס תוכניות קונסטרוקציה קיימות של המבנה.	
	ב. בפרק זה ינתנו עקרונות חישוב ופרטי ביצוע.	
13.1	בדיקת השפעת השינויים האדריכליים המוצעים, על הסכמות הסטטיות הקיימות במבנה.	
13.2	עקרונות שינויים במבנה:	
	א. אלמנטים נושאים בהם אסור לבצע שינויים כגון: הסרת עמוד, החלפת קיר נושא בקורה וכד'	
	ב. אלמנטים לא נושאים שניתן להסירם כגון מחיצות.	
13.3	פתיחת פתחים בתקרות.	
13.4	תמיכות בזמן הביצוע.	
14.	<u>תכנון טפסות-ת"י 904</u>	16 שעות
14.1	עומסים ומקדמי בטחון.	
14.2	תרגילים בחישוב טפסות.	
	הערה: דרישות ביצוע ופרוק ילמדו במקצוע ארגון וניהול הבניה.	
15.	<u>יסודות עוברים, כלונסאות וטיפוסי כלונסאות.</u>	6 שעות
16.	<u>מבחן</u>	4 שעות

16. יישומי מחשב - מבוא ואוטוקאד

EXCEL, WORD, AutoCAD

80 שעות

מטרת הקורס

שתי התוכנות, WORD ו-EXCEL הן תוכנות כלליות שלא פותחו במיוחד עבור ענף הבניה. למרות זאת, השימוש המקצועי בהן הנו נרחב ביותר ואנשי המקצוע נעזרים בהן בעבודתם השוטפת. כמוכן, הסטודנטים יוכלו להיעזר בתוכנות אלה, במהלך לימודיהם, בהגשת עבודות ובעריכת חישובים שונים.

בנוסף, ילמד הסטודנט את אופן העפלתה של תכנת אוטוקאד. מטרת התכנית היא הקניית היכולת לתכנן ולסרטט בעזרת מערכת ממחשבת. השעות המפורטות בתכנית מתייחסות לשעות שיעור במעבדה הכוללת הרצאה ותרגיל דגם על כל נושא שנלמד.

התרגול יסתמך על סרטונים אדריכלים כגון: תכניות, חתכים, חזיתות, ופרטים, החל מהשלבים הראשונים של הלמידה.

כמו כן יש לדרוש מהסטודנט תוספת של שיעורים עבודה עצמאית מחוץ למסגרת זו כנגד כל שעת לימוד המפורטת בתכנית.

לא הוקצו שעות לבחינת סמסטר. תיערכנה בחינות לכל אחד מהנושאים במסגרת התרגול.

נושאי הקורס

6 שעות

Word 1.

- 1.1 הכרות כללית עם מבנה המסך הראשי. כתיבה. תיקון שגיאות בסיסי. עבודה עם קבצים: הגדרת קובץ, שמירה פשוטה של קובץ, יצירת קובץ חדש, פתיחת קובץ קיים.
- 1.2 עבודה עם תיקיות. סימונים. תיקון שגיאות מתקדם.
- 1.3 עיצובים פשוטים (קו תחתון, מודגש, נטוי). עבודה עם גופנים. עבודה עם מסגרות.
- 1.4 העתקה / העברה של קטע בתוך מסמך ובין קבצים שונים. עבודה עם טבלאות.

14 שעות

Excel 2.

- 2.1 הכרות עם מבנה הגיליון. תנועה בתוך הגיליון. כתיבה ועריכה של טקסט. חישוב נוסחה פשוטה.
- 2.2 העתקה / העברה של טקסט ושל נוסחה. תפריט ההוספה. שינוי רוחב / גובה של עמודות / שורות.
- 2.3 שימוש בקיבוע הגדרת שם לתא.
- 2.4 עבודה עם מספר גליונות.
- 2.5 פונקציות הסיכום.
- 2.6 פונקציות סטטיסטיות: ממוצע, מקסימום, מינימום.
- 2.7 שימוש בפונקציה if. בניית תרשימים.

AutoCAD 3.

5 שעות	<u>הצגת התוכנה</u> 3.1 העפלת התוכנה תחילת העבודה באמצעות חלון הדו-שיח – startup מבנה מסך- תפריטים – אייקונים הסמן שימוש בעכבר שימוש במקלדת כפתורי הפונקציות- (F) ניהול קבצים שמירת קובץ- SAVE פתיחת קובץ קיים- OPEN
9 שעות	<u>היכרות עם תפריט Draw- פקודות בסיסיות</u> 3.2 שרטוט קווים באמצעות העכבר שרטוט אורטוגונלי שיטות לקביעת מיקומן של נקודות על המסך ערכים מוחלטים ויחסים שרטוט קווים בעזרת השיטות הנ"ל רשת נקודות כלים מיוחדים לתפיסת הנקודות הקיימות בשרטוט : הצמדות- Object Snap- קבוע וזמני יצירת עצמים בסיסיים : עיגול, קשת, אליפסה, מצולע, קו משוכלל, קווי עזר
8 שעות	<u>היכרות עם תפריט Modify – פקודות עריכה בסיסיות</u> 3.3 שיטות בחירה מחיקה, הזזה, שכפולים שונים, מתיחה, גזירה, הערכה, קיטום ועיגול פינות, שינוי גודל עריכת מאחזים- Grip Editing
1 שעות	<u>תצוגה</u> 3.4 פעולות מסך הגדלה, הזזה ורענון מסך
6 שעות	<u>עבודה בשכבות</u> 3.5 היתרונות של העבודה בשכבות מנהל השכבות יצירת שכבות ומתן איפיונים
8 שעות	<u>מתן מידות</u> 3.6 יצירת סגנון מידות חדש התייחסות ליחס בין גודל הטקסט וקנ"מ יצירת ראש חץ אישי פקודות של רישום מידות עריכת מידות
3 שעות	<u>כתיבת טקסטים</u> 3.7 הכרות עם גופנים (fonts) מתאימים לתוכנה יצירת סגנון טקסט חדש התייחסות ליחס בין גודל הטקסט והקנ"מ רישום טקסט עריכת טקסט יצירת שדה כותרת
1 שעה	<u>תכונות שאילתה</u> 3.8

קבלת מידע של עצמים תוך כדי אפשרות לשנותם – Properties
כלי שאילתות Inquiry.

5 שעות	<u>ספריית חלקים – Blokcs</u> יצירת בלוקים השתלת בלוקים יצירת בלוק בעל טקסט משתנה – Attributes	3.9
3 שעות	<u>מילוי משטחים – Hatch</u> הגדרות ראשונות דוגמאות מוכנות – לפי צורך המשתמש שיטת בחירת השטח עריכה של קווקווים	3.10
6 שעות	<u>הוצאה לתווין</u> הפקת דף שרטוט לפני הדפסתו תסדירי מרחב הנייר – Layout עבודה עם יחידות תצוגה בתסדירים – Viewports הגדרת סגנון הדפסה הכנת קובץ הדפסה – plt	3.11
3 שעות	<u>יישומים למרכז תכנון – Design Center</u> שימוש בתכנה הוספת תוכן לשרטוטים	3.12
2 שעות	<u>עבודה בשימוש באבטיפוס – Template</u> יתרונות בשימוש באבי טיפוס אופן שימוש באב טיפוס יצירת אב טיפוס	3.13

16. יישומי מחשב-תכנון ממוחשב של אלמנטי קונסטרוקציה

64 שעות

סמסטר ג'

(סמסטר ה' בפרק נפרד)

הערות כלליות:

- הקורס יערך במעבדת מחשבים המצוידת באחת התוכנות לתכנון קונסטרוקציה המאושרות ע"י מה"ט והערוכות בהתאם לתקנים הישראליים. לדוגמא: עתיר, בנארית וכו'. הסילבוס להלן מבוסס על מיבנה תוכנות "עתיר".
- הקורס יערך בקבוצות קטנות כך שתתאפשר עבודה פרטנית של המרצה ו/או המתרגל בשעת השיעור עם כל סטודנט.
- בנוסף לשעות הלימוד במעבדה יש לדאוג לשעות תרגול בהם הסטודנטים יוכלו לתרגל את התוכנות באמצעות תרגילי הבית שינתנו בסוף כל שיעור. התרגול הוא תנאי הכרחי ללימוד התוכנה.
- יש לשים לב לתוכנות הכתובות באנגלית, כגון "עתיר". רצוי לתאם עם המרצה לאנגלית את לימוד התפריטים החיוניים של התוכנה. יש לציין שלעיתים קרובות הקושי העקרי של הסטודנטים בלימוד התוכנה נובע מהקשיים בשפה האנגלית.

נושאי הקורס

- 1. מבוא**
4 שעות
1.1 הסבר כללי על מיבנה התוכנה ומטרותיה.
1.2 חזרה כללית על המושגים המקצועיים באנגלית המופעים בתפריטים.
1.3 הכנת סכמות סטטיות להרצה במחשב.
- 2. הכנסת נתונים**
6 שעות
2.1 הגדרות גאומטריה – מפתחים, חתכים, סמכים חיצוניים ורוחב סמכים.
2.2 הגדרת עומסים ומצבי העמסה מסוכנים.
- 3. הגדרת פרמטרים לתכנון אלמנט מבטון מזויין** כגון: סוג הבטון, כסוי בטון, הפחתות מומנטים וכוחות גזירה בהתאם לתקן וכו'.
2 שעות
- 4. ניתוח התוצאות**
2 שעות
שטח הזיון לכפיפה, כסוי הגזירה כולל פרוט החישוקים.
- 5. תרגילים מונחים**
6 שעות
5.1 הרצת קורות- תכנון קורות מבטון מזויין ופרוט הזיון.
5.2 הרצת צלעות.
5.3 הרצת תקרה מקשית (בהתאם לרצועות).
- 6. פרוט הזיון של האלמנטים שחושבו לעיל**
6 שעות
6.1 הכנסת הפרמטרים המשמשים לפירוט הזיון עבור כל אחד מהאלמנטים שהוזכרו בסעיף הקודם.
6.2 בדיקת פרוט הזיון המתקבל, עריכת שנויים ותוספות במוטות, בהתאם למקובל.
- 7. תרגילים מונחים, כולל פרוט הזיון, לגבי קורות, צלעות ותקרות מקשיות**
8 שעות
- 8. חתכים בקורות**
8 שעות
8.1 סימון מיקום החתך ופרוט הפרמטרים הדרושים.

	8.2 עריכת החתך כולל פרוט החישקים, בהתאם למקובל בשרטוט קונסטרוקציות.	
4 שעות	<u>עריכת גליון שרטוט</u> 9.1 מיקום פרוט זיון הקורות על גבי הגליון. 9.2 מיקום החתכים. 9.3 שרטוט הגליון בפלוטר ובמדפסת.	9.
2 שעות	<u>ארגון העבודה</u> 10.1 ניהול קבצים, גבויים, העתקות וכו'. 10.2 ארגון השימוש בתוכנה לפרויקט שלם.	10.
4 שעות	<u>תרגיל מונחה</u> חישוב ופירוט זיון של תקרה פשוטה, כולל הקורות.	11.
8 שעות	<u>חישוב יסודות מבטון מזויין</u> 12.1 היקף התוכנה, הגדרת נתונים גאומטריים, הגדרת עומסים. 12.2 ניתוח התוצאות ותרגיל מסכם.	12.
4 שעות	<u>מבחן סמסטר</u>	13.

16. יישומי מחשב- ארגון וניהול אתר באמצעות מחשב

32 שעות

סמסטר ד'

מטרת הקורס

- לימוד שימוש בתוכניות הנפוצות בתחומי ניהול הפרויקטים והפיקוח על הבניה, בתחומים :
1. **הכנת כתבי כמויות ומחירים ממוחשבים**, תחום שהוא חיוני להנדסאים המתמחים בניהול ולהנדסאים המתמחים בתכנון.
 2. **חישובי כמויות ממוחשבים** – לאחר שהסטודנט למד לבצע חישובי כמויות ידניים – יכיר הסטודנט דרכים לביצוע החישובים, באמצעות מחשב בתוכנות המיועדות למטרה זאת. גם נושא יסומי לסטודנטים המתמחים בשני התחומים : ניהול ותכנון.
 3. **לוחות זמנים משאבים ומעקב פרויקטים באמצעות מחשב**. לאחר שהסטודנט למד את הנושאים הנ"ל ותרצל אותם ידנית, הוא יכיר ויתרגל אותם נושאים באמצעות מחשב. תחום זה הוא חיוני לכל בוגר שיעסוק בתחומי הניהול והפיקוח.

אופן ההוראה

ככל לימודי יישומי המחשב, הלימוד יתבצע בעיקרו באמצעות תרגול. המורה יסייר העקרונות ועוד באותו שיעור יערך תרגיל. העבודה תתבסס גם על תרגול בית / כיתה נוסף מעבר לשעות הלימוד הפרונטלי.

תרגול נוסף יערך במסגרת סדנת הפרויקטים בניהול.

נושאי הקורס-

1. **הכנת כתב כמויות ומחירים**
6 שעות
 - 1.1 פתיחת פרויקט חדש – שם הפרויקט שיטת מספור הסעיפים.
 - 1.2 הקלדת סעיפים חדשים – הוספת פרקים, תתי פרקים וסעיפים.
 - 1.3 העתקת סעיפים מספריות / כתבי כמויות כולל איתור סעיפים על פי מלל.
 - 1.4 הקלדת מחירים ופעולות מיוחדות במחירים כולל שינוי כולל של מחירים ותוספות הפחתות הנחות.
 - 1.5 הפקת דו"חות.
 - 1.6 יבוא ויצוא פרויקטים וקבצים, גיבוי ופעולות מיוחדות.
2. **חישובי כמויות - עבודות בניה**
6 שעות
 - 2.1 הגדרת המקומות לגביהם נערך החישוב
 - 2.2 בחירת סעיף מכתב הכמויות
 - 2.3 בחירת הנוסחה המתאימה
 - 2.4 הצבת מידות
 - 2.5 החישוב
 - 2.6 העברה לכתב הכמויות
3. **לוחות זמנים – PROJECT**
12 שעות
 - 3.1 התחלת העבודה ב PROJECT
 - 3.2 קליטת נתוני הפרויקט מועד התחלה מועד סיום
 - 3.3 עבודה עם תפריטי התוכנה
 - 3.4 התצוגות השונות
 - 3.5 הכנת רשימת פעילויות עם חלוקה לרמות כולל הכרת קו הזמן, ציר הזמן מייצגי פעילויות
 - 3.6 טקסט למיצג פעילות
 - 3.7 שינוי יחידות ציר הזמן
 - 3.8 טבלת הפעילויות – משך, התחלה, סיום
 - 3.9 פעילות קדם וקשרים כולל ניווט ברשימת הפעילויות
 - 3.10 תיבת הדו שיח אודות הפעילויות

	3.11	המרת רשימת הפעילויות ללוח זמנים
	3.12	עבודה עם אילוצים
	3.13	תצוגות ועיצובן
	3.14	סיכום והדפסת לוח זמנים.
2 שעות	4.	<u>הקצאת משאבים ועלויות</u>
	4.1	הגדרת משאבים ועלויות
	4.2	תזמון משאבים
	4.3	עריכת הקצאות משאבים
	4.4	פתרון בעיות בהקצאת משאבים
2 שעות	5.	<u>ניהול ומעקב אחרי הפרויקט</u>
	5.1	מעקב אחרי התקדמות העבודה בפרויקט
	5.2	התאמת לוח הזמנים והמשאבים
2 שעות	6.	<u>ניהול פרויקטים באינטרנט</u>
	6.1	הסבר עקרונות ניהול פרויקטים באינטרנט באמצעות מאגר נתונים משותף.
	6.2	הדגמה (במידת האפשר).
2 שעות	7.	<u>מבחן</u>
		ישולב במסגרת התרגול

17. שרטוט קונסטרוקציות

96 שעות

סמסטר ב' ג' ד'
סמסטר ה' - בפרק נפרד

הנחיה כללית

מומלץ לבצע את השרטוטים- חלקם באמצעות מחשב וחלקם בשרטוט ידני.
יש לשים דגש על שרטוט סקיצות ביד חופשית.

32 שעות

סמסטר ב'

1. **מבוא** 3 שעות
חוקי שרטוט קונסטרוקציות, קנ"מ, סוגי פלדה, סוגי קוים ועוביים.
2. **מתווה יסודות – פלטות יסוד** 8 שעות
תכנית סימון יסודות בודדים בשילוב יסוד עובר. כולל פרט טיפוסי לפלטת יסוד, פרט יסוד עובר, פרט יסוד משותף, טבלת יסודות ועמודים וחתכים טיפוסיים לעמודים.
3. **מתווה יסודות – כלונסאות** 4 שעות
תכנית סימון כלונסאות. כולל פרט כלונס טיפוסי, ראש כלונס, טבלת כלונסאות ועמודים וחתכי עמודים.
4. **רצפה מונחת** 2 שעות
תכנית הרצפה כולל פרטי התפרים השונים.
5. **תקרה מקשית עם קורות בולטות** 11 שעות
תכנית התקרה כולל פריסת זיון הקורות והחתכים הדרושים. יש לדאוג שתהיינה בשרטוט סכימות סטטיות שונות: קורה/תקרה על שני סמכים, נמשכת וזיזית.
6. **מבחן** 4 שעות

32 שעות

סמסטר ג'

7. **תקרת צלעות** 10 שעות
תכנית התקרה תוך כדי התייחסות לקורות סמויות, לסידור הבלוקים, אפשרות להפיכת בלוק, צלעות מחלקות והורדת בלוקים ליד העמודים.
התכנית תכלול פריסת זיון קורות והחתכים הדרושים.
הערה: יש לכלול בשרטוט תקרת ממ"ד ולהדגיש את הקשר בין התקרות בעזרת זיון.
8. **תקרה מצולבת מקשית** 4 שעות
תכנית התקרה כולל פריסת קורות והחתכים הדרושים.
הערה: זיון התקרה יהיה ממוטות קשורים באתר.
9. **תקרה מצולבת מקשית – זיון רשתות מרותכות** 4 שעות
שרטוט הרשתות בתכנית תוך כדי התייחסות לנושא החפיה בשדות, עיגון בסמכים, אפשרות לשימוש שתי רשתות אחת על גבי

השניה ולשאיפה לצמצם את מספר הרשתות השונות עד כמה שניתן. עריכת רשימת רשתות.

10.	<u>תקרת ערוגות</u>	4 שעות
	תכנית התקרה כולל פריסת זיון קורות והחתכים הדרושים.	
11.	<u>תקרה מקשית ללא קורות</u>	4 שעות
	חלוקה לרצועות, תכניות נפרדות לזיון תחתון וזיון עליון.	
12.	<u>מבחן</u>	6 שעות
<u>סמסטר ד'</u>		
32 שעות		
13.	<u>מדרגות</u>	12 שעות
	תכנית וחתכים לאורך.	
14.	<u>מרחב מוגן</u>	6 שעות
	תכנית רצפה, תכנית תקרה, פרטי ריתום, פרט פתח לחלון ולדלת. פרט איטום למרחב מוגן תת קרקעי.	
15.	<u>חזית קונסטרוקטיבית</u>	4 שעות
	פריסת קירות כולל חגורות אופקיות ואנכיות, השפעת חלוקת הבלוקים על קביעת גבה החגורה, חתכים טיפוסיים לחגורות, פרט חיבור עמוד-קיר בהתאם לשיטת הבניה.	
16.	<u>עמודים</u>	2 שעות
	חתך עמוד לגובה הבנין כולל זיון, פרטי עמודים עם חתכים משתנים כולל מעבר הזיון מקומה לקומה, עמוד צומח.	
17.	<u>קיר תומך</u>	2 שעות
	חתך וזיון לקיר תומך זיזי מבטון.	
18.	<u>מבחן</u>	6 שעות

18. קונסטרוקציות בטון

144 שעות

סמסטר ב' 64 שעות

4 שעות

1. תכונות מכניות של בטון ופלדה

- 1.1 חוזק אופייני בטון בלחיצה
- 1.2 חוזק אופייני בטון בלחיצה בכפיפה
- 1.3 חוזק אופייני בטון במתיחה (צירית)
- 1.4 חוזק אופייני בטון במתיחה בכפיפה
- 1.5 מודול אלסטיות לפי סוג הבטון
- 1.6 הצטמקות וזחילת הבטון
- 1.7 התפשטות תרמית – מקדם התפשטות
- 1.8 סוגי פלדה – ת"י 580, 739, 893
- 1.9 גבול הנזילות

5 שעות

2. עקרונות התכן

- השיטה האלסטית ושיטת השבר (בשעות ההרס) –
שלושת הסטדיומים (מצבים) של חתך מוטרך לכפיפה
- 2.1 מצבים גבוליים של שירות והרס.
 - 2.2 עומסים אופייניים.
 - 2.3 עומסי תכן ומקדמי בטיחות לעומס.
 - 2.4 חוזק אופייני.
 - 2.5 חוזק התכן.
 - 2.6 מקדמי בטיחות למצבים שונים.
 - 2.7 מקדם התנהגות.
 - 2.8 הסדקות.

2 שעות

3. עקרונות החישוב

- 3.1 מצב גבולי של הרס
- 3.2 מצב גבולי של שירות

2 שעות

4. חישוב חתכים בכפיפה למצב גבולי של שירות

- 4.1 הסבר לחישוב לסטדיום 1 וסטדיום 2

7 שעות

5. חישוב חתכים בכפיפה למצב גבולי של הרס

- 5.1 קביעת המשוואות של שיווי משקל פנימי.
- 5.2 קביעת ציר אפס.
- 5.3 חישוב התסבולת המקסימלית של החתך (ללא זיון בצד הלחץ).
- 5.4 חישוב כמות זיון הלחיצה וזיון המתיחה (זיון כפול).

10 שעות

6. תכנון תקרה מקשית מתוחה בכיוון אחד.

- 6.1 קביעת עובי הטבלה ועומסי תכן.
- 6.2 בדיקת עובי הטבלה לפי נוסחת הכפף למצב גבולי של שירות עפ"י מגבלות תמירות.
- 6.3 חישוב סטטי- מומנטים וגזירה.
- 6.4 חישוב כמויות הזיון לכפיפה.
- 6.5 מעטפת הזיון (כיסוי קו כח מתיחה)- עקרונית בלבד.
- 6.6 הנחיות מעשיות לסידור הזיון (כולל ברזל מחלק).
- 6.7 תרשים עם סידור הזיון בתיאום עם קו כח המתיחה.
- 6.8 בדיקת הזיון עפ"י הדרישות לסדק מקסימלי מותר.
- 6.9 תכנון בעזרת רשתות.

6 שעות

7. פרטי זיון, צורה וחישוב עיגון

- 7.1 מרווח בין מוטות מקבילים
- 7.2 כיסוי מוטות – עובי מינימלי
- 7.3 עיגון מוטות

- 7.3.1 צורות העיגון.
- 7.3.2 אורך עיגון במתיחה (עיגון בסיסי, הפחתות).
- 7.3.3 רשתות פלדה .
- 7.3.4 אורך עיגון בלחיצה.
- 7.3.5 חפיית הזיון במקומות שונים של אלמנטים.
- 7.3.6 הארכת מוטות זיון (חפייה, ריתוך).
- 7.3.7 חפייה של רשתות פלדה.

8. חישוב מעטפת הזיון (כיסוי קו כח מתיחה) 5 שעות

- 8.1 בניית הקו.
- 8.2 מושג ההעתקה.
- 8.3 בניית קו כח מתיחה.
- 8.4 דוגמא מעשית.

9. שיטות להפחתת מומנטים 5 שעות

- 9.1 הפחתה עקב רדיסטרביזציה.
- 9.2 הפחתה עקב רוחב סמך.
- 9.3 דוגמא מעשית.

10. תכנון קורות בולטות 12 שעות

- 10.1 חישוב מקורב של גובה הקורה ובדיקה עפ"י דרישות התמירות.
- 10.2 חישוב עומסי תכן (שירות והרס).
- 10.3 חישוב הערכים הסטטים : מומנטים מעל הסמכים, מומנטים בשדות וערכי כוחות גזירה (עמיסות מסוכנות) - בעזרת טבלאות.
- 10.4 חישוב מקורב של ערכי מומנטים.
- 10.5 בדיקת מידות החתך - רוחב, גובה.
- 10.6 חישוב מומנטים מוקטנים בסמכים על פי שתי השיטות בפרק 10.
- 10.7 קביעת כמויות הזיון הדרוש לקבלת מומנטים.
- 10.8 מעטפת הזיון (כיסוי קו כח מתיחה) כולל עיגון וחפיית מוטות.
- 10.9 תרשים עם סידור הזיון בתיאום עם קו כח המתיחה (כולל מידות למוטות).
- 10.10 הסבר על תאוריית הגזירה בקורה - עפ"י עקרון המזבח (השיטה הסטנדרטית)

11. תרגיל מסכם - תקרה מקשית וקורה, ובחינת סמסטר 6 שעות

- 11.1 תרגיל מסכם
- 11.2 בחינה

סמסטר ג' - 80 שעות

12. תכנון תקרת צלעות מתוחה בכיוון אחד 6 שעות

- 12.1 נתונים כלליים : תחום השימוש, גופי המילוי, צלעות עיקריות ומחלקות.
- 12.2 חישוב עובי תקרה מקורב ועומסי תכן.
- 12.3 בדיקת עובי תקרה למצב גבולי של שירות יפ" דרישות התמירות.
- 12.4 חישוב סטטי, צלע עיקרית (מומנטים וכוחות גזירה).
- 12.5 חישוב כמויות הזיון לכפיפה ובדיקה לגזירה.
- 12.6 פתרון הרחבת צלע לקבלת מומנטי כפיפה וגזירה ליד הסמכים.
- 12.7 תרשים תקרת צלעות עם קורות בולטות, סידור הצלעות וגופי

המילוי וחתכים בצלעות ראשיות ומחלקות.

13. תכנון זיון בתקרת צלעות 6 שעות

- 13.1 סידור זיון בצלע ראשית.
- 13.2 קביעת זיון בצלע מחלקת וסידור זיון.
- 13.3 סידור זיון בקצה חופשי (זיז או במקביל לכיוון ההשענה).
- 13.4 פרטי זיון בהרחבה או ליד קורות בולטות.
- 13.5 פתרון בעיית גזירה לא עפ"י הרחבת הצלע.
- 13.6 פתרון גזירה ע"י חישוקים.

14. תכנון קורות סמויות 10 שעות

- 14.1 הנחיות התקן ביחס לקורות סמויות.
- 14.2 קביעת רוחב קורות סמויות.
- 14.3 חישוב זיון לקבלת כפיפה בקורות סמויות.
- 14.4 פתרון בעיית גזירה ע"י חישוקים בקורות סמויות.
- 14.5 חישוב ופתרון בעיות חדירה בקורות סמויות.

15. תרגיל משולב 8 שעות

- 15.1 תרגיל של תקרת צלעות הנשענת בחלקה על קורות סמויות וקורות בולטות הכולל חישוב מלא של מרכיבי התקרה, סידור הבלוקים, פרטי זיון בתקרה ופרטי זיון בקורה הסמויה.

16. תכנון תקרות מקשיות מצולבות 16 שעות

- 16.1 עקרון החישוב הסטטי- חלוקת העומס לשני כיוונים.
- 16.2 עקרון חישוב מומנטים ותגובות לפי טבלאות.
- 16.3 הנחיות התקן ביחס לסידור הזיון בתקרה.
- 16.4 קביעת גובה התקרה במצב גבולי של שירות עפ"י דרישות התמירות.
- 16.5 חישוב כמויות הזיון לכפיפה.
- 16.6 חישוב לכפיפה על פי מצבי עמיסה מסוכנים (תקרות מצולבות ממושכות).
- 16.7 הורדת עומסים מקורה אל תקרה.

17. תכנון עמודים 16 שעות

- 17.1 אלמנט מוחזק ובלתי מוחזק.
- 17.2 קביעת אלמנט תמיר או קצר - גורמים המשפיעים על התנהגותו.
- 17.3 חישוב אורך קריסה פעיל והתמירות.
- 17.4 תכן אלמנטים קצרים.
- 17.5 תכן אלמנטים תמירים.
- 17.6 חישוב אקסצנטריות.
- 17.7 הנחיות התקן ביחס למידות מינימליות- זיון מינימלי וקביעת חישוקים.

18. תכנון יסודות 12 שעות

- 18.1 קביעת מידות יסוד בהתאם לדו"ח קרקע.
- 18.2 תכנון יסוד נמוך וקביעת גובה לפי חדירה (עם זיון).
- 18.3 חישוב זיון לכפיפה ביסוד בודד.
- 18.4 הנחיות סידור זיון ביסוד בודד (כולל סידור לפי רצועות).
- 18.5 חישוב יסוד משותף לשני עמודים – מידות.
- 18.6 חישוב גובה יסוד משותף.
- 18.7 קביעת זיון ביסוד משותף וסידור הזיון.

19. תרגיל מסכם בנושא עמודים ויסודות ובחינה 6 שעות

- 19.1 תרגיל מסכם
- 19.2 בחינה

19. קונסטרוקציות פלדה ועץ

64 שעות

סמסטר ג' ד'

סמסטר ג' 32 שעות

נושאי הקורס

קונסטרוקציות פלדה

- | | |
|---------------|---|
| 3 שעות | 1. חומרים
1.1 פלדה למבנים ותכונותיה, מאמצים :
1.1.1 פלדה רגילה
1.1.2 פלדה מיוחדת
1.1.3 פלדה בעלת עמידות מיוחדת בקורוזיה.
1.2 ברגים ואביזריהם, ברגים דרוכים.
1.3 אלקטרודות וחומרי מילוי.
1.4 דיוס וביטון. |
| 1 שעה | 2. מאמצים
מאמצים מותרים בשילובי עמיסה שונים. |
| 2 שעות | 3. סוגי האלמנטים מפלדה
3.1 פרופילים מקוריים - סוגי הפרופילים ותכונותיהם ההנדסיות.
3.2 פרופילים מורכבים - יצירת פרופילים בעלי תכונות הנדסיות רצויות. |
| 2 שעות | 4. אמצעי חיבור
ברגים, ברגי לחץ רתוך ומסמרות.
4.1 התאמת אמצעי החיבור לסוג ההאמצה ודרישות ביצוע.
4.2 ברגים : פעולת הבורג לגזירה, מעיכה ומתיחה, מרחק בין ברגים ומרחק מקצה הפח.
4.3 ברגים דרוכים ופעולתם.
4.4 ריתוך - צורות גיאומטריות שונות. |
| 1 שעה | 5. תכן מחברים במתיחה (באמצעות ברגים, רתוך)
5.1 חיבור בין פחים.
5.2 חיבור בין פרופילים. |
| 2 שעות | 6. תכן מחברים בלחיצה (באמצעות ברגים, רתוך)
6.1 חיבור בין פחים.
6.2 חיבור בין פרופילים. |
| 3 שעות | 7. מחבר התנגשות בקורה מומנט וגזירה
קורות בעלות חתכים שונים. |
| 2 שעות | 8. חיבור קורה משנית לקורה ראשית
8.1 חיבור ע"י זזיתני דופן.
8.2 חיבור ע"י תושבת תחתונה. |
| 2 שעות | 9. מחבר צד בין קורה לעמוד
9.1 מחבר מומנט.
9.2 מחבר פרקי. |
| 3 שעות | 10. מחבר צד בין קורה לעמוד |
| 4 שעות | 11. חיבור צמתים באגדים |

- 11.1 אגדים המורכבים מפרופילים.
11.2 אגדים המורכבים מצינורות.
12. **חיבור עמוד פלדה ליסוד בטון** 2 שעות
- 12.1 חיבור רתום
12.2 חיבור פרקי
12.3 עמוד פלדה מפרופיל בודד
12.4 עמוד פלדה מורכב
13. **תכן רכיב לחוץ בכח צירי (עמוד)** 3 שעות
- 13.1 תופעת הקריסה, אורך הקריסה, תמיכות
13.2 תמיכה מקסימלית מותרת באלמנטים השונים
13.3 חישוב אלמנט המורכב מפרופיל בודד
13.4 חישוב אלמנט בעל חתך מורכב.
14. **תכנון קורות לעגורן** 2 שעות

סמסטר ד' 32 שעות

15. **תכן רכיב הפועל לכפיפה וגזירה (קורה)** 6 שעות
- 14.1 השקיעה המותרת
14.2 עקרונות השיטה האלסטית והשיטה הפלסטית (בקורות נמשכות) בחישוב הכוחות הפנימיים (מומנטים וכו').
14.3 השיטה האלסטית והשיטה הפלסטית בחישוב תסבולת החתך.
14.4 קורה מורכבת מפרופיל בודד.
14.5 קורה בעלת חתך מורכב
14.6 קורה בעלת חתך משתנה (כיסוי מומנטים)
14.7 קריסה צידית, קריסת הדופן, חישוב הקשחת הקורה.
14.8 חישוב רכיב הפועל לכפיפה דו צירית (מרישים).
16. **חישוב מסבכים** 3 שעות
- חישוב מוטות המסבך מצינורות, מפרופילים והתאמתם למצבי עמיסה מסוכנים (יניקה על הגג).
17. **תכנון מבנה פשוט מפלדה** 6 שעות

קונסטרוקציות עץ

1. **קונסטרוקציות עץ** 2 שעה
- מאמצים מותרים בעץ, מאמצים בכיוון הסיבים ובניצב לסיבים.
2. **חיבורים בעץ** 2 שעה
- 2.1 חיבור מסמרים
2.2 חיבורים ע"י פח משונן.
3. **אלמנט המוטרך בכפיפה וגזירה** 3 שעות
4. **אגדי גג מעץ - מקורות ו/או מלוחות** 6 שעות
- 4.1 תכנון האגד
4.2 חישוב מוטות האגד
4.3 חישוב המחברים באגד.
5. **מבחנים** 4 שעות

ספרות

1. מדריך לאינג'נר מדעי היסוד, הוצאת מסדה.
 2. מדריך לאינג'נר בנאות חלק א', הוצאת מסדה.
 3. מדריך לאינג'נר בנאות חלק ב', הוצאת מסדה.
 4. מדריך לאינג'נר בנאות חלק ג', הוצאת מסדה.
 5. א. שפירא - מבנה פלדה, הוצאת מכלול.
 6. צ. קרדי - קונסטרוקציות פלדה, הוצאת אורט.
 7. אהרון זסלבסקי - תכנון מבנים לפי השיטה הפלסטית, הוצאת מכלול.
 8. ד"ר עמי גלזמן - מבנה פלדה- בעיות ופתרונות, הוצאת מכלול.
- * דוגמאות מספריות ועזרי חישוב - מבנה פלדה - פר' א. רוטנברג, אינג' א. ליבוביץ,
- * המכון הלאומי לחקר הבניה, הטכניון.
- * חוקת מבנה פלדה ח"י 1225 חלק 1 מכון התקנים הישראלי, תקנים ישראליים מס' 412, 413, 414.

20. ארגון וניהול הבניה

144 שעות

שנה א' - 32 שעות

מטרות הקורס

קורס זה נועד להקנות לסטודנט כלי יסוד בארגון וניהול תהליך בנייה בשיטות מתקדמות הכוללות תכנון לוח זמנים ממוחשב ומתעדכן, תכנון מתכלל של לוח זמנים בהתחשב בשיקולי שיטות הביצוע, עלות הבנייה וזמינות המשאבים. הקורס משלב בין כלי תכנון לוחות זמנים, ציוד, וארגון תהליך הבנייה.

שיטות ארגון
ההקמה של
פרויקט בנייה
(3 שעות)

סקירת שיטות ארגון ההקמה של פרויקטים : קבלן ראשי לביצוע, ניהול בנייה, ISO-9000, המכרז, החוזה ומסמכיהם. יתרונות וחסרונות. תפקידי מנהל העבודה ומנהל האתר.

חישובי כמויות
(14 שעות)

השלבים בהכנת חישוב כמויות, לימוד התכניות הכנת כתב כמויות (ראשוני שלדי / סעיפים בלבד) כולל תרגיל / דוגמא, חישוב כמויות לעבודות שלד יסודות, עמודים, קורות, תקרות ועוד, רשימות ברזל, חישוב כמויות לעבודות גמר, תרגיל מסכם. הוראת פרק זה תלווה בתרגול רב כולל עבודות בית.

סדר הביצוע
הטכנולוגי
וקדימויות
בפעילויות בנייה
(4 שעות)

בנייה בשיטה קונבנציונלית, בנייה מתועשת, תשתיות קוויות קשרים טכנולוגיים בבנייה. פרוט שלבי הביצוע של בניין קונבנציונלי, הבחנה בין סוגי קשרים FS\& SS\& FF\&.

תרשים גאנט
ויישומו לניהול
פרויקט בנייה
ממוחשב
(4 שעות)

נתיב קריטי, נתיב קריטי סמוי, בניית תרשים גאנט לפרויקט פשוט ולפרויקט המורכב ממספר רב של קטעים "אופקיים" ו"אנכיים". הגדרת גודל הקטע – שיקולים.

תכנון לוח זמנים
לפרויקט מודולרי
(3 שעות)

היערכות לביצוע פרויקט הכולל שתיים, שלוש או יותר פעילויות שלד. משמעותן ביחס להתקדמות הביצוע וליעילות ניצול המשאבים. יחידת התארגנות אחת או יותר. הבחנה בין פעילויות אופקיות, אנכיות, קביעת פעילויות, הקצאת משאבים להקמת בניין עד 4 קומות. השפעת גודל קטע העבודה על משך הביצוע ועלותו.

בקרת לוח אבני דרך, בקרת תפוקות (ש"ע למ"ר של פעילות) ובקרת התשומות (כוח-אדם, הזמנים (4 שעות) חומרים, ציוד).

ביבליוגרפיה
Hinze, J. W. (2004). Construction Planning and Scheduling. Pearson Prentice Hall, New Jersey. ISBN 0-13-092861-5
Hendrickson, C. (2008). Project Management for Construction Fundamental Concepts for Owners, Engineers, Architects and Builders. Version 2.2 (2008).
<http://pmbook.ce.cmu.edu/>

שנה ב' - 96 שעות

- **תרשים דרך-זמן לצורך משאבים (6 שעות)** – הגדרת פרויקט קווי, קשרים טכנולוגיים בפרויקט קווי (FF, SS, FS) ומרווחים טכנולוגיים שונים
- **תכנון לו"ז לפרויקט קווי (6 שעות)**
- **שיטת הניתוב הקריטי – Critical Path Method (6 שעות)** – התחלה מוקדמת ומאוחרת, סיום מוקדם ומאוחר, מרווח כולל ומרווח חופשי. שימוש בבאפרים לניהול סיכוני לוחות זמנים.
- **לוח זמנים ממחושב (8 שעות)** – הכנת לוח זמנים ממחושב (גאנט), שיטת הקצב הקבוע והניתוב הקריטי.
- **עקרונות ארגון אתר הבנייה (20 שעות)** – פונקציות בסיסיות, קשרי הגומלין, מטריצת קשרי הגומלין ויישומה. קביעת גודל השטחים הדרושים, שיקולי טופוגרפיה בארגון האתר, עבודות פיתוח מראש באתר, תרגיל מסכם בניהול אתר באמצעות תוכנת שרטוט AUTOCAD.
- **תיעוש הבניה (6 שעות)** – עקרונות ושיטות תיעוש, תיעוש שלד הבניין, תיעוש עבודות הגמר בבניין.
- **פיגומים וטפסות (8 שעות)** – סוגי פיגומים, תקן פיגומים, שיקולים בבחירת פיגומים לעבודות שלד ולעבודות גמר. עקרונות הטפסנות, טפסות לקורות, לעמודים ולתקרה, ת"י 904 (טפסות לבטון).

- **ניתוח עלויות בנייה (12 שעות)** – עלויות ישירות ועקיפות. תקורות שונות. מרכיבי העלות הישירה: עבודה, חומרים וציוד. תשומות עבודה חומרים וציוד, פחת. ניהול ובקרה תקציבית כולל אופן עריכת המעקב התקציבי והבטחת אי חריגה, התראות על חריגות צפויות וקבלת החלטות על דרכי פעולה, דו"חות ביניים, דו"ח תקציבי סופי ומסקנות. תרגיל מסכם.
- **סיור מקצועי באתר בנייה (4 שעות)** – הכרת הפונקציות השונות באתר בנייה, מאפייני הפרויקט, הכרת שיטות הביצוע, התארגנות, עבודות עפר, ביסוס, קירות תומכים, שלד, גמר ומערכות. בטיחות ואיכות בבנייה.
- **משאבים והספקים ותכנון התקדמות עבודה (8 שעות).**
- **ניתוח עלות/תועלת של חלופות זמנים (8 שעות)** - תכנון לוח זמנים בהינתן משאבים בלתי מוגבלים, ובהינתן אילוצים של משאבים ולוח זמנים. ניתוח העלות למ"ר, או ליחידה.

• מבחן (4 שעות)

ספרות מומלצת

- לויפר. א. ורשבסקי, א. רוזנפלד, י. ו- נבון, ר. (1992) מדריך לתכנון הביצוע ל פרויקטים בבנייה. התחנה לחקר הבנייה, הטכניון.
- המפרט הכללי לעבודות סלילה וגישור
- עבודי, ש. (1995). קריאת תכניות בניין. משרד הכלכלה והתעשייה, פיתוח פדגוגי טכנולוגי, קטלוג מא"ה. 62 עמ'.

<http://www.economy.gov.il/Employment/ManpowerTraining/Mea/Pages/MeaCatalogue.aspx?WPID=WPQ5&PN=1#blank>

- Hendrickson, C. (2008). Project Management for Construction: Fundamental Concepts for Owners, Engineers, Architects and Builders. Version 2.2 (2008). <http://pmbook.ce.cmu.edu/>

21. ניתוח אומדן עלות הבניה

32 שעות

שנה ב' - סמסטר ג'

מטרת הקורס היא להקנות לסטודנט מושגי יסוד ושיטות לניתוח, אומדן ובקרת עלויות הבנייה. הכנת תחשיבים לעבודות בניין מנקודת ראות היזם, הקבלן והמפקח. ניתן דגש על שימוש בערכים עדכניים של תשומות ועלויות בכדי לתת לסטודנט כלים לאומדן ריאלי של עלויות הבנייה.

- **מבוא** – יסודות התחשיב, מרכיבי עלות הבנייה ויישומם בשלבים השונים בתהליך ההקמה.

2 שעות

- **מבנה ניתוח מחיר לעבודות הנדסה אזרחית – 8 שעות**

- עלויות ישירות, ועקיפות. סיווג עלויות: תקורות אתר, חברה. רווח, מימון וסיכון.

2 שעות

- מרכיבי התחשיב: עבודה, חומרים וציוד. תקורות אתר, תקורות חברה רווח,

2 שעות

- איסוף וריכוז נתונים - מחירוים, קטלוגים, הצעות קבלנים, ניתוח תשומות,

ניתוח הוצאות. אומדן ראשוני פרמטרי ו- מפורט. **2 שעות**

- אופן עריכה והגשת תחשיב עלות הבנייה **2 שעות**

- **תחשיב לסוגים שונים של עבודות הנדסה אזרחית - 14 שעות**

עבודות שלד

עבודות גמר ומלאכות

עבודות תשתית ופיתוח

רכיבי בניין (יחידות סניטריות, ממ"ד)

אומדן למ"ר בנוי

אומדן פאושלי – סיכונים ו- הכללתם בתמחיר

התאמת האומדן למחירי שוק

❖ בכל אחד מהנושאים הנ"ל יש לפתור לפחות דוגמא אחת של השוואה כלכלית של חלופות

טכנולוגיות.

- **תרגיל מסכם - 8 שעות**

ביצוע תרגיל מתכלל לבניין פשוט (מגורים או משרדים) תוך שימוש בקטלוג תשומות ובמחירונים. ביצוע אומדן ראשוני, אומדן פרמטרי ומדויק. חישוב כתב כמויות והכנת כתב כמויות לפרק נבחר (שלד או ביסוס או מלאכת גמר).

- **ביבליוגרפיה**

1. R.S. Means (2015) Building Construction Cost Data 2015 Book

2. מחירון לעבודות סלילה וגישור – נתיבי ישראל <http://www.iroads.co.il/content/>

3. רוזנפלד, י. ויוקלה, ש. (2011), גורמים שורשיים לחריגות בתקציב של פרויקטי בנייה. המכון הלאומי לחקר הבנייה, הטכניון.

4. תופעת ה (" Winner's Curse -קללת המנצח) ודרכים לצמצומה בעזרת הערכה רב-קריטריונית של מכרזי בנייה. ארז לטנר, אביעד שפירא ויחיאל רוזנפלד, הטכניון. כנס מנהלי פרויקטים 2012.

22. פיקוח ובקרה על הבניה

64 שעות

שנה ב' - סמסטר ד'

מטרת הקורס-

להקנות לתלמידים הבנה כוללת של מנגנוני הפיקוח והבקרה על תהליך הבנייה. הקורס מתרגם את יישום עקרונות הביצוע שנרכשו בקורס תורת הבנייה לפיקוח ובקרה על תהליך הביצוע, הבנת גורמי השורש לליקויי בנייה, ולפתולוגיה של רכיבי הבניין ויישומם בתהליך הפיקוח והבקרה, החל בבקרת התכנון וכלה בהבטחת ובבקרת איכות הביצוע הלכה למעשה.

- **מסמכי הפיקוח, בקרה ומשמעותה**: תפקידי המפקח, סוגי פיקוח על הבניה (צמוד/ עליון), צו התחלת עבודה (צ.ה.ע.), יומן עבודה, חישוב כמויות, דפי מדידה, תעודות מסירת שטח, טופס 3, טופס 4, טופס 5, תכנית עצות (As-Made), בדק ואחריות (6 שעות)
- **מסמכי הביצוע להבטחת איכות הבניה**: תכניות למכרז, תכניות לביצוע, מה צריכות לכלול התכניות (4 שעות).
- **מכוני בקרה** - תפקידיהם ואיושם (2 שעות).
- **הכרת מפרטים**: מפרט מרשמי ומפרט תפקודי, פיקוח ובקרה על בסיס מפרט מרשמי ועל בסיס מפרט תפקודי (2 שעות)
- **הכרת תקנים ומפרטים לעבודות ביסוס ועפר**: ת"י 940 ויישומו לבקרה ופיקוח. הבנת סוגי קרקעות והשלכותיהם על תהליך הביצוע, הפיקוח והבקרה (4 שעות)
- **הכרת תקני שלד המבנה הקונבנציונלי ומפרטים בהיבט הביצוע והבקרה**: ת"י 26, 118, 412, 413, 414, 466 ויישומם לביצוע עבודות שלד הבניין. קריטריוני ליבה לאיכות ביצוע השלד: עובי כיסוי הברזל, פרטי זיון מרכזיים, פרמטרים בתערובת הבטון. אשפרת הבטון. בקרת ביצוע השלד. תיעוש עבודות השלד באתר הבניה כולל שיטת ברנוביץ. ליקויי בנייה שכיחים בביצוע השלד ודרכי מניעתם. (8 שעות)
- **תקנים ומפרטים לעבודות חיפוי**: 2378 - קירות מחופים באבן טבעית על חלקיו. 1555 - מערכת פסיפס ואריחי קרמיקה לריצוף ולחיפוי בבניינים, ת"י 1920 טיח לחיפוי בבניינים - על חלקיו. ליקויי בנייה אופייניים בחיפוי החוץ והפנים ומניעתם. (4 שעות)

- **עבודות גימור הפנים** : מחיצות (ת"י 1523), ריצוף בשיטות שונות (ת"י 08 אריחי רצפה מטראצו), דלתות, טיח וחיפויי פנים. ליקויים בביצוע גימור הפנים ומניעתם: גליות, מישוריות, חיבור בין חומרים שונים (בטון-בלוקים-עץ-אלומיניום-זכוכית-אבן). (6 שעות)
- **עבודות מערכת אספקת המים ומערכת התברואה בבניין** : הכרת תקנים (ת"י 1205 התקנת מתקני תברואה ובדיקתם, על חלקיו, 5433 צנרת פוליאטילן מצולב), מפרטים פרק 07 במפרט הכללי והל"ת. בקרת ביצוע, תכנון ואיכות למערכת המים והתברואה בבניין פשוט. ליקויים אופייניים בביצוע מערכת המים והתברואה ומניעתם. (6 שעות)
- **מערכת החשמל ומערכת מיזוג האוויר** : הכרת מפרטים למתקני חשמל ובהם פרק 08 במפרט הכללי לעבודות בנייה (6 שעות)
- **עבודות פיתוח כללי ופיתוח חצר** - הכרת תקנים ומפרטים, בקרת ביצוע, תכנון ואיכות. (6 שעות).
- **בקרת התכנון ותיאום מערכות בבניין**. (4 שעות)
- הכנת פרוגרמת בדיקות לפרויקט בנייה, כולל 2-3 דוגמאות מעשיות. הכרת ת.י. 789 סטיות מותרות בעבודות בנייה. (4 שעות)
- **מבחן (2 שעות)**

ספרות מומלצת

1. המפרט הטכני הביני-משרדי בהוצאת משרד הביטחון
2. מדריך לפיקוח וניהול אתר בנייה (2015). הוצאת דקל.
3. היימן, ח. (1995). מדריך למפקח באתר הבנייה. הוצאת המכון לחקר התעשייה והבנייה. תל-אביב.
4. ת.י. 789 סטיות בבניינים : סטיות מותרות בעבודות בנייה. מכון התקנים הישראלי (ספטמבר 2013).
5. צוקר, מ. (1991). תכנית בניין קריאה ותרגול למורה. משרד הכלכלה והתעשייה, פיתוח פדגוגי טכנולוגי, קטלוג מא"ה.

<http://www.economy.gov.il/Employment/ManpowerTraining/Mea/Pages/MeaCatalogue.aspx?WPID=WPQ5&PN=1#blank>

6. שי, א. (1994). צבעות בניין. משרד הכלכלה והתעשייה, פיתוח פדגוגי טכנולוגי, קטלוג מא"ה.
51 עמ'.

<http://www.economy.gov.il/Employment/ManpowerTraining/Mea/Pages/MeaCatalogue.aspx?WPID=WPQ5&PN=1#blank>

23. כבישים, תשתיות ופיתוח

96 שעות

סמסטר א', ב' ו-ג'

<u>32 שעות</u>	<u>סמסטר א'</u>
6	1. מבוא למיסעות- כולל עקרונות תכנון
2	2. סוגי מיסעות
4	3. אגרגטים
4	4. בדיקות האגרגטים לבטון ואספלט
	4. מיון קרקעות – שיטת אאשטו
	בדיקת יחסי צפיפות רטיבות = בדיקת ה 100%
	השימוש במיון הקרקע בעבודות כבישים
2	5. בדיקת צפיפות שדה
2	6. ציוד מכני הנדסי בעבודות כבישים
2	7. גריסת אבן
4	8. מצע במיסעות גמישות
	תשתיות – אגו"מ
4	9. ביטומן אספלטי
	ביטומנים חדשים
	10. ציפוי = ריסוס ביטומן בכבישים
2	11. בחינת סמסטר

<u>32 שעות</u>	<u>סמסטר ב'</u>
3	12. ייצור תערובות אספלט
	סוגי תערובות אספלט – תערובות חמות
	תערובות אספלטיות חדישות
	אפר פחם בכבישים
	מיחזור פסולת בנין ושימוש בכבישים
2	13. תאור גרפי וחישובים באספלטים
	תכנון תערובות אספלט – שלב א- חומרי הגלם
	תכנון תערובות אספלט – שלב ב'- נוסחת התערובות
	תכנון תערובות אספלט – שלב ג' – קביעת אחוז הביטומן – שיטת מרשל
4	14. בקרת איכות בעבודות אספלט- פיקוח וניהול
2	15. בדיקת FWD
1	16. קריטריונים נוספים לטיב כבישים – בדיקת גליות
	בדיקת החלקה
1	17. תחזוקת כבישים
1	18. סימון כבישים ותמרור
4	19. שימוש במפרט הכללי לעבודות בניין- פרק 51
2	20. כבישים מאבנים משתלבות
3	21. מבוא לתכנון מבנה הכביש
2	22. מבוא לתכנון גיאומטרי של כבישים
1	23. מניעת רעש בכבישים – קירות אקוסטיים
2	24. אדריכלות נוף בכבישים
1	25. בטיחות בדרכים בישראל
1	26. מילון מונחים בקרקע ואספלט
4	27. בחינת סמסטר

<u>32 שעות</u>	<u>סמסטר ג'</u>
4	28. ניקוז ומניעת סחף
	מיפוי אגני ניקוז
3	29. שיפועי חפירה ומילוי
	ייעוב מדרונות
6	30. עבודות פתוח השטח, ריצופים, ריהוט גנני
6	31. עבודות תשתיות- צנרת תיעול, קווי מים, ביוב וניקוז, תאורה
4	32. גשרים
4	33. מנהרות ומסילות רכבת
2	34. גיאוטקסטיל
	CLSM
3	35. שימוש במפרט הכללי לעבודות בניין- פרק 40, פרק 57

24. סדנה בתכנון קונסטרוקציות מבנים

64 שעות

סמסטר ד'

מבוא

מטרת המקצוע היא להקנות לסטודנט ידע וכללים בהכנת תוכניות קונסטרוקציה למבנה שלם. הסטודנט יכין פרויקט מוקטן בין קומה אחת.

העבודה תכלול הכנת תוכניות לביצוע של תקרה, רצפה ויסודות, כולל חישובים סטטיים ופרטים מתאימים וכן בחינה בסוף הסמסטר (הגנה על הפרויקט).

הפרויקט יהיה מבנה בין קומה אחת בשטח של כ-100 מ"ר.

המלצה: הסטודנטים יכולים לסרטט תוכנית של בית מגורים בקומה אחת בסמסטר ג' במסגרת לימודי תוכנת ה-AUTOCAD. בסמסטר ד', תוכנית זו תשמש להכנת תוכניות הקונסטרוקציה בסדנאות.

הערה: ניתן להתחיל את העבודה על פרויקט הגמר בסדנאות אלה כאשר הפרויקט המוקטן הוא חלק מפרויקט הגמר.

נוהל העבודה בסדנאות

העבודה על הפרויקט הקטן תהיה במסגרת סדנאות שינתנו כחלק ממערכת השעות בסמסטר ד'.

מומלץ שכל סדנא תהיה בת 4 שעות.

מומלץ שבכל סדנא יהיו כ-10 עד 12 סטודנטים עם מנחה בודד.

כיתות גדולות יותר רצוי לפצל או לשתף מנחה נוסף.

לכל סדנא יהיה נושא ומטרה שיש להשיגה.

ההנחיה בסדנאות תהיה כללית ואישית.

בתחילת הסמסטר תימסר לסטודנטים רשימת הסדנאות ולוח הזמנים להתקדמות ומסירות חלקיות של הפרויקט. כמו כן, יערכו הגנות על הפרויקט במרוצת הסמסטר ובסופו.

בסוף סמסטר ד' יהיו לסטודנט תוכניות לביצוע של המבנה, כולל חישובים.

המנחה

המנחה יהיה מהנדס בניין מורשה בעל ניסיון של 3 שנים לפחות בתכנון והכנת תוכניות, ואשר סיים את לימודיו באחד מהמוסדות להשכלה גבוהה המוכרים בישראל.

נושאי הקורס

- קריאת תוכניות האדריכלות של הפרויקט**
לימוד תוכנית המבנה, חתכים וחזיתות.
פתחים ופרטים מיוחדים הקיימים בתוכניות.

2. **הכנת פתרונות קונסטרוקטיביים לתקרה ולרצפה על גבי הסקיצות**
 חומרים לסדנא: רצוי תוכניות אדריכלות בקני"מ 1:50, ניירות סקיצה, סרגל קנ"מ, משולש, עפרונות ומחק.
 מהלך העבודה:
 מיקום עמודים במבנה, קביעת כיווני מתיחה ומיקום הקורות בתקרה וברצפה, כולל בדיקות כפף.
 פתרון התקרה והרצפה כולל פתרון מוקדם של יסודות המבנה.
 בסדנא זו המנחה משמש גם כיועץ אדריכלי ומוודא שהאלמנטים הקונסטרוקטיביים יותאמו לאדריכלות מבלי לפגוע בה.
 רצוי לבקש מהסטודנטים לרשום בכתב את מערכת השיקולים ותהליך קבלת ההחלטות בתכנון הקונסטרוקציה.
הגשה חלקית: מסירת הסקיצות לבדיקת המנחה.
 המנחה יבדוק נכונות הפתרונות למבנה.
3. **שרטוט הסקיצות במחשב**
 לפני השרטוט במחשב יש לתת הדרכה לסטודנטים ורשימת הכללים לאופן השרטוט של האלמנטים השונים במחשב.
 מהלך העבודה:
 שרטוט לפי שכבות ו/או צבעים של עמודים, קווי קונטור, קורות, מידות, גודל הכתב וכו'.
 יש להיעזר בדוגמאות של תוכניות קונסטרוקציה מוכנות.
 סדנא זו תתקיים במעבדת מחשבים בהנחיית מנחה הפרויקטים והמורה למחשבים.
 הסקיצות שהכין הסטודנט ישורטטו במחשב כולל מתן מידות.
 רצוי שכל הסקיצות שהוכנו ישורטטו במחשב ולא רק התוכנית שתחושב.
הגשה חלקית: יש למסור למנחה את הסקיצות הממוחשבות.
 המנחה יבדוק נכונות השרטוט ונכונות הקונסטרוקציה.
4. **הכנת תוכנית תקרה לביצוע**
 השלמת השרטוט ובדיקת כפף לכל האלמנטים של התקרה.
 שרטוט בלוקים בתקרת צלעות והשלמת המידות.
5. **הכנת סכימות סטטיות של התקרה**
 הסטודנט יכין רשימה של הסכימות הסטטיות של שדות התקרה והקורות השונות.
 יש להקפיד על מתן מספרים ושמות לסכימות כדי שאפשר יהיה לבדוק אותן.
 הסכימות יכללו מידות המפתחים והסמכים על פי המידות בתוכנית, וכן את העומס המדויק.
6. **חישובי התקרה והקורות במחשב**
 הסכימות הסטטיות של התקרה יחושבו במחשב.
 הקורות יחושבו על פי תוצאות הריאקציות של סכימות התקרה.
7. **קריאת תוצאות המחשב ומתן הברזל**
 יש להנחות את הסטודנטים בקריאת תוצאות המחשב תוך בחינת הנחיות תקן 466 המתאימות לחישובים ולמתן הברזל.

8. **שרטוט הברזל ידנית**
שרטוט ידני של הברזל על גבי הסקיצות הממוחשבות.
קביעת כמות הברזל, תדירותו, מידות חלקיות וכלליות.
9. **שרטוט ברזל ממוחשב**
שרטוט הברזל במחשב, כולל פרישת ברזל קורות.
10. **שרטוט פרטים וחתכים לתקרה ולקורות**
הפרטים יכללו מפלסים, מידות ופירוט הברזל.
הגשה חלקית: תוכניות התקרה והחישובים ימסרו לבדיקת המנחה.
11. **הגנה חלקית על תוכנית התקרה**
12. **תכנון הרצפה**
חישוב שדות הרצפה והקורות.
השלמת שרטוט הרצפה, פריסת קורות וברזל, שרטוט חתכים מתאימים לתוכנית.
הגשה חלקית: תוכנית הרצפה והחישובים ימסרו לבדיקת המנחה.
13. **ריכוז עומסים וחישוב עמוד לפי תקן**
14. **הכנת תוכנית יסודות כולל חישוב יסוד ושרטוט פרטים מתאימים**
הגשה סופית: כל תוכניות הפרויקט והחישובים הסטטיים ימסרו לבדיקת המנחה.
הסטודנט יתקן את הטעון תיקון לפני ההגנה על הפרויקט.
15. **הגנות על הפרויקטים**

25. סדנה בניהול אתר בניה / פרויקט גמר בארגון וניהול האתר

64 שעות

פרויקט הגמר בארגון וניהול אתר בניה נועד לסטודנטים אשר משלימים את תואר ההנדסאי בתחום ניהול הבנייה ועל כן מיותר (לאותם סטודנטים) לבצע סדנה בארגון וניהול ופרויקט גמר באותו תחום.

הסטודנטים אשר ממשיכים בלימודיים במגמת המשנה לתכנון מבנים יבצעו את הסדנה בארגון וניהול הואיל ופרויקט הגמר שלהם יהיה בתחום התכן.

סדנה בניהול אתר בניה

שנה ב' סמסטר ד'

מטרת הקורס-

להקנות לסטודנט יכולת אינטגרציה של מכלול נושאי הליבה של המקצוע אותם למד לכלל תכנון אתר ממוחשב ומתואם לתכן, לוחות הזמנים ושיטות הביצוע. הקורס מכשיר את הסטודנט ביכולת לתכלל את תכניות האדריכלות הקונסטרוקציה ועבודות הגמר לכלל היערכות מתאימה באתר מבחינת לוגיסטיקה, ציוד, בטיחות, ניהול וביצוע כל זאת באמצעות תכנון אתר ממוחשב ומתעדכן. הסדנא נועדה להכנת הסטודנט לפרויקט הגמר בארגון וניהול הבניה וכן לתרגול נושא הניהול לסטודנטים העתידים להמשיך ללימודי תכן מבנים.

היקף הפרויקט-

הסטודנט יערוך אימון על פרויקט בשטח של כ- 100 מ"ר. פרויקט זה יכול להיות מבנה אותו תכנן הסטודנט בפרויקט קונסטרוקציה. במסגרת מקצוע זה יושם דגש על הכללים לחישוב כמויות- יש להקציב לכך מספר שעות.

סטודנטים המכינים פרויקט מלא בניהול הבניה יוכלו להכין את פרויקט הסדנא בחלק מפרויקט הגמר, דהיינו להכין פרויקט מצומצם למבנה אחד או לקטע מהפרויקט.

פרויקט הסדנא יוצג בעת הצגת פרויקט הגמר בין אם הפרויקט בניהול הבניה או בתכן מבנים.

שיטות העבודה בסדנא: הסדנא תתנהל במודולים של 3 שעות כל אחד, בכל סדנא ישתלמו 10-12 סטודנטים, בליווי מנחה מקצועי אחד. ההנחיה תיעשה ברמה כלל הקבוצה וברמה אינדיבידואלית במקביל. הסטודנטים יציגו את עבודותיהם במהלך הסמסטר בפני המנחים ובפני חבריהם לסדנא. **תוצרי הסדנא יכללו:** תכניות ארגון אתר, כתב כמויות, לוחות זמנים בתרשים גאנט, אומדן עלות הבנייה.

נושאי הסדנא:

1. לימוד תכניות אדריכלות של המבנה ותרגומן לסדר טכנולוגי של הביצוע, לשיטות הביצוע.
2. חישובי כמויות לעבודות שלד וגמר- כללים וחישוב מעשי.
3. הכנת אומדן לכתב כמויות לעבודות השלד.
4. הכנת אומדן וכתב כמויות לעבודות גמר.
5. חישובי כמויות לעבודות תשתית וסלילה- כללים וחישוב מעשי.
6. הכנת אומדן וכתב כמויות לעבודות תשתית וסלילה.
7. קביעת שיטות הביצוע, גודל צוותים והציוד הנדרש תוך שיקול של מקסום עלות-תועלת הבנייה.
8. התאמת לוח הזמנים למשאבים שנקבעו משיקולי מקסימום עלות-תועלת.
9. הכנת לוח זמנים ממוחשב, קביעת נתיב קריטי ונתיבים קריטיים סמויים. קביעת אבני דרך בקרה.
10. הכנת תחשיב עלות לשלושה סעיפים נבחרים, והשוואתם למחירוניהם (דקל או חשב או מאגר מאוחד).
11. הכנת אומדן עלות הפרויקט.
12. הכנת חשבון חלקי לעבודות עפר, שלד, גמר ותשתיות.
13. הכנת יומן עבודה לדוגמא בהתאמה לפרויקט הספציפי.
14. סיכום הסדנא, מסקנות ולקחים.
15. הגשת תיק פרויקט שיכלול: תקציר, תוכן עניינים, ו- 12 פרקים כמפורט לעיל.
16. הצגת הפרויקט והגנה עליו.

ביבליוגרפיה

1. היימן, ח. (1995). מדריך למפקח באתר הבנייה. הוצאת המכון לחקר התעשייה והבנייה. תל-אביב.

2. פלוריה, י. (1996) בטיחות בעבודות בנייה. משרד הכלכלה והתעשייה, פיתוח פדגוגי טכנולוגי, קטלוג מא"ה. 79 עמ'.

<http://www.economy.gov.il/Employment/ManpowerTraining/Mea/Pages/MeaCatalogue.aspx?WPID=WPQ5&PN=1#blank>

3. פלוריה, י. (1996). בטיחות בעבודה עם כלים חשמליים מיטלטלים. משרד הכלכלה והתעשייה, פיתוח פדגוגי טכנולוגי, קטלוג מא"ה. 28 עמ'.

<http://www.economy.gov.il/Employment/ManpowerTraining/Mea/Pages/MeaCatalogue.aspx?WPID=WPQ5&PN=1#blank>

4. Mincks, W. R. and Johnson, H. (1997). Construction Jobsite Management, Thomson Delmar Learning, c2004.

פרויקט גמר בארגון וניהול האתר

סמסטר ד'

מטרות פרויקט הגמר-

פרויקט גמר בניהול אתר הבנייה מתבסס על תוכניות ביצוע ואדריכלות של בניין/מתקן פשוט בהנחיה של מנחה מקצועי. ההנחיה מתקיימת על בסיס שבועי – בסה"כ 16 מפגשי הנחיה בני שעותיים כל אחד לסמסטר. המנחה המקצועי אחראי להתווית תוכנית ההשתלמות של הסטודנט, קביעת הנושאים לפרויקט הגמר בהתאם לקווים המנחים בסילבוס פרויקט הגמר ואישור כל שלבי העבודה טרם הגשתם. כתיבת הדו"ח, שיוגש במסגרת פרויקט הגמר תלווה בהנחיה צמודה של המנחה המקצועי, תעבור את אישורו של מרכז הפרויקט, תוך הדגשה של מילוי כל המשימות ברמה המקצועית הדרושה להסמכה כבוגר הנדסאי ניהול הבנייה. נושא הפרויקט יכלול לפחות שני מבנים בשטח בנוי של כולל של 2,000 מ"ר ויכלול עבודות עפר, קירות תומכים, ביסוס המבנה, עבודות שלד, גמור והמערכות האלקטרו-מכאניות בבניין. אופן הלימוד בפרויקט הגמר הוא מפגשי הנחיה שבועיים עם המנחה המקצועי לשעתיים בשבוע ולאחר מכן עבודה עצמאית של הסטודנט במשך יומיים בשבוע. הסטודנט אמור ליזום ולהוביל את הפרויקט על פי אבני הדרך המפורטות מטה. הפרויקט אינו פוטר את הסטודנט מן הצורך להיבחן במהלך ההגנה על הידע התיאורטי והמעשי, ההבנה ההנדסאית, הכרת התקנים הישראליים, וזאת נוסף להצגת הפרויקט.

אבני דרך-

א. הגשת הצעת נושא לפרויקט באישור וחתימת המנחה המקצועי (ראו גיליון הצעת נושא לפרויקט גמר) שבועיים לאחר תחילת הסמסטר. הנושא יאושר לא יאוחר מחודש ממועד תחילת הסמסטר על ידי מרכז המגמה. ההצעה תכלול תכנית אדריכלות, תכנית העמדת הבניינים על המגרש, תכנית ביסוס, תכנית קומה טיפוסית, תכנית חזיתות. למורכבות הפרויקט ולהיקפו יש משקל בהערכת הפרויקט (עד 10%).

ב. הצגת ביניים – תתקיים הצגת ביניים של הפרויקט לאחר השלמת שלוש אבני דרך בהתקדמות (לוח זמנים, שיטות הביצוע, ובחירת ציוד הבנייה). לאחר הצגת הביניים קבל הסטודנט הערות שאליהן יתייחס בדו"ח המסכם של הפרויקט.

ג. הצגה סופית של הפרויקט.

ד. הגשת הדו"ח המסכם.

אישורים נדרשים להגשת הדו"ח - חתימת המנחה המקצועי על הדו"ח.

תכולת הדו"ח - הדו"ח יכול את המרכיבים הבאים :

1. דף שער - שם המוסד ומסלול ההתמחות, ציון פרטי הקורס, נושא הפרויקט, שם הסטודנט/ית, שם/מות המנחה/ים המקצועיים
2. דף תודה - למי שהנחה, וכן מי שתרם בהנחיה או ייעוץ בהכנת הפרויקט.
3. תוכן עניינים - עם כל הפרקים ותת-הפרקים בדו"ח כולל נספחים, ליד כל פרק/תת-פרק מספר העמוד בו הפרק/תת-פרק מתחיל.
4. תקציר הפרויקט - התקציר יכול עד 400 מילים בעברית, ויכלול תיאור הבעיה ההנדסאית-ניהולית-ביצועית, שיטות התכנון והניהול, שלבי התכנון העיקריים, מרכיבי הניהול שנכללו בפרויקט
5. גוף הדו"ח הסופי יכול שמונה פרקים כדלהלן :

5.1 פרק 1- מבוא :

תאור כללי של הבעיה הניהולית-הנדסאית, התיאור יכול לפחות שלוש תכניות : חזיתות, העמדת הבניין על המגרש, ותכנית קומה טיפוסית כולל מפתחים. כמו-כן יכול המבוא תיאור הגורמים השותפים לפרויקט, שיטת מימוש הפרויקט וסקירת השלכותיה על מסמכי ההתקשרות והמפרטים הטכניים. סקירת תקנים, תקנות, שיטות התקשרות ומפרטים שהיוו בסיס לניהול הפרויקט.

5.2 פרק 2- שיטות הביצוע :

סקירה של שיטות הביצוע כולל עבודות עפר, ביסוס, שלד, גמר, עבודות מערכות אלקטרו-מכאניות, עבודות תשתית מסביב לבניין. הסקירה תכלול מפרטים ופרטי ביצוע. השוואת חלופות לביצוע שתהיה לפי קריטריונים טכנו- כלכליים. פרוט תקנים ומפרטים, הפנייה לרשימה ביבליוגרפית.

5.3 פרק 3- חישוב כמויות, כתב כמויות ואומדן מחירים :

הכנת כתב כמויות מדגמי בהיקף של עד עשרה סעיפים לפרק שיכלול: עבודות עפר, ביסוס, שלד (תקרות, קורות, עמודים, קירות, מדרגות), עבודות גמר (מחיצות, ריצוף, טיח פנים, חיפוי חוץ, חשמל ומים). עריכת אומדן על פי מאגרי מחירים מקובלים דוגמת חשב, דקל וכד'. תיקוף האומדן ביחס לעלות בנייה למ"ר בנוי.

5.4 פרק 4- תכנון לוחות זמנים, קביעת המטלות ומבנה הצוותים לביצוע:

יכלול רשימת הפעילויות בפרויקט על פי הסדר הטכנולוגי, ופרוט הקשרים הטכנולוגיים בין הפעילויות, פתרון בעיית לוחות זמנים באופן ממוחשב בשיטת ו CPM והצגתו בתרשים גאנט. תאור הנתיב הקריטי ומשמעותו. פרוט של הצוותים שיבצעו את הפעילויות, קביעת גודל הצוותים על פי תשומות עבודה מקובלות ואבני הדרך כפי שנקבעו בלוח הזמנים. הכנת תכנית מפורטת לביצוע עבודות הביסוס, השלד ומטלות גמר נבחרות: מחיצות, טיח, ריצוף, חשמל ומים ותברואה.

5.5 פרק 5- בחירת ציוד, תכן טפסות וארגון האתר:

בחירת ציוד לעבודות השלד והגמר, תכלול: טפסות, פיגומים, ציוד הנפה ושינוע, ציוד חפירה, ציוד לעבודות הגמר. קביעת כמות הציוד המינימאלית הדרושה לצורך הביצוע בהתאמה עם לוח הזמנים (פרק 4 לעיל) ושיטות הביצוע (פרק 3). תכן הטפסות יכלול תכן טפסות קונבנציונליות מעץ לשני רכיבי שלד: תקרה טיפוסית ו- קיר. התכן ילווה בפרטי ביצוע להכנת הטפסות על פי ת"י 904. שרטוט תכנית ארגון האתר ייעשה בתוכנת AutoCad ויכלול את כל הפונקציות לאתר בליווי תחשיב של השטחים הדרושים לאחסון טפסות, חומרים. השרטוט יכלול מקום לעגורן במידת הצורך, נקודות פריקת חומרים.

5.6 פרק 6- תחשיב עלות הבנייה וחשבונות חלקיים לפרויקט:

הכנת תחשיב לשלושה עד ארבע פרקים לדוגמא: עבודות עפר, ביסוס, שלד, גמר ומערכות. הכנת שני חשבונות חלקיים ממוחשבים עוקבים לדוגמא בהתאמה עם לוח הזמנים.

5.7 פרק 7- בקרת והבטחת איכות בקרת הביצוע:

פירוט מערך הבטחת האיכות ובקרת האיכות, הכנת פרוגרמות בדיקות וכימות העלויות, הכנת יומני עבודה לדוגמא, בהתאמה ללוח הזמנים, ושיטות הביצוע.

5.8 פרק 8- סקר סיכונים לפרויקט:

סקירה של סיכוני ביצוע, סיכונים בטיחותיים, סיכוני התקשרות, סיכוני בטיחות ואיכות וסיכונים הנדסיים בפרויקט. סקירת אמצעים לבקרת הסיכונים והפחתתם או מניעתם (אמצעי בטיחות, בקרה ושיכוך)

6. **נספחים** - יכללו את המרכיבים הבאים : תכנית ארגון אתר על גיליון A0, תכנית תכן טפסות לתקרה ולקיר טיפוסיים, כתב כמויות לדוגמא (לפחות ארבעה פרקים), דוגמת יומני עבודה, דו"ח סקר סיכונים לפרויקט, רשימה ביבליוגרפית לפי סדר א"ב כמקובל.
7. **ביבליוגרפיה** - כל ספרות של מקצועות במגמה לניהול הבנייה בתוספת מפרטים, תקנים רלוונטיים לנושא הפרויקט.

גיליון הכוונה למנחה המקצועי בפרויקט גמר בארגון וניהול אתר בנייה

מנחה פרויקט גמר יכול לשמש מהנדס בנין/אזרחי בעל ניסיון מעשי של חמש שנים כמהנדס רשוי בניהול, תאום ביצוע ופיקוח פרויקטים (כלומר שמונה שנים בסה"כ ממועד הרישום) המעודכן בתקנים הישראליים, ואשר הינו בעל רישיון בניהול הבנייה בפנקס המהנדסים.

להלן קווים מנחים להנחיית פרויקט הגמר:

- ההנחיה תתבצע לאורך ששה עשר מפגשי הנחיה שבועיים בני שיעורים, שיתקיימו בקבוצות הנחיה, הסטודנט יקבל הנחיה פרטנית ויאזין להנחיית סטודנטים אחרים בקבוצות של ארבעה סטודנטים ;
- עם תחילת הפרויקט יש להציע לסטודנט בעיה הנדסאית מתאימה : פרויקט שיכלול שני מבנים לפחות בשטח של 2,000 מ"ר בנוי לכל הפחות, הנתונים לפרויקט יכללו תכנית אדריכלות של קומה טיפוסית, תכנית העמדת הבניין על המגרש, תכנית חזיתות, תכנית קונסטרוקציה של קומה טיפוסית.
- הסטודנט יכין הצעת נושא לאישור המנחה המקצועי בתוך שבועיים מתחילת הסמסטר, ולאחר שלמד את התכניות והכין הצעת פרויקט גמר מתאימה.
- המנחה המקצועי יקבע פגישות הנחיה שבועיות, לכל פגישה ייקבעו אבני דרך לפרויקט בהתאמה לסילבוס הפרויקט ותכולת דו"ח המסכם של הפרויקט.
- נושאי הליבה של הפרויקט הם : הכרת תקינה לפרויקט, הכנת כתבי כמויות, הכנת תכנית ארגון אתר, תכנון טפסות קונבנציונליות לשני רכיבי שלד, בחירת שיטות הביצוע, הכנת לוח זמנים לפרויקט, הכנת סקר סיכונים, הכנת תחשיב עלות הבנייה וחשבונות חלקיים, הכנת פרוגרמה להבטחת ובקרת האיכות ובקרת הביצוע (יומני עבודה).
- לאורך ההנחיה יש לתת דגש על יכולות עבודה עצמאית של הסטודנט בד בבד עם פיתוח יכולת עבודה בצוות, במסגרת ההנחיה הקבוצתית.

- לפני הגנה על הפרויקט המנחה יאשר את התכולה הסופית של הפרויקט בחתימה על הדו"ח המסכם ובאישור התכולה המקצועית שלו.
- המנחה יהיה נוכח, יעריך ויעיר על הצגת הסטודנט בהצגת הביניים ובהצגת הגמר (הגנה על הפרויקט).

27. מבוא לבניה ירוקה

16 שעות

* כל נושא מקבל שעה שבועית

סמסטר ב'

מטרת המקצוע:

הקניית ידע ראשוני במושגים המודרניים הבסיסיים בטכנולוגיות הבניה הירוקה.

נושאי הקורס:

1. מבוא
2. נתונים אקלימיים
3. ניצול אנרגיה סולרית ושימור אנרגיה
4. אוורור טבעי
5. תאורה
6. בידוד
7. זיגוג
8. הצללה
9. מים
10. מערכות אקטיביות חימום וקירור, בית חכם
11. חומרים – מחזור החיים של החומר, חומרי בניה ועיצוב פנים
12. הפחתה, שימוש חוזר ומיחזור – חיי יום-יום בבית ובחצר
13. אנרגיה נקייה
14. התקן הישראלי לבניה
15. בניה טבעית – שיטות מקובלות בעולם ומצב הבניה הטבעית בארץ
16. פיתוח בר קיימא

28. ארגון אתר ובחירת ציוד בנייה בהיבט המערכתי

64 שעות

שנה א' - סמסטר ב'

מטרות הקורס-

הכרת סוגי ציוד לביצוע עבודות שלד וגמר בבניין. תשומות ציוד, תכנון ציוד הבנייה בהיבט המערכתי של פרויקט.

- **אפיון רכיבי ציוד מרכזיים באתר:** ציוד שינוע (כננת, כלים אופניים עם זרוע טלסקופית, עגורנים מתנייעים אופניים וזחליים, עגורני צריח), פיגומים, טפסות, ציוד בטיחות (6 שעות)
- **הפונקציות המרכזיות בארגון האתר:** אחסון, יציקה, פריקה, חשמל ומים, ניקוז, הנפה ושינוע. קשרי הגומלין בין הפונקציות השונות: כניסה, תנועה, שינוע, טעינה ופריקה, יציקה, משרדים, גידור (6 שעות)
- **עקרונות הכנת תכנית ארגון האתר:** חישוב כמויות ציוד ושטחים נדרשים בהתאם לקצב הביצוע, חישוב הספקי ציוד (6 שעות)
- **בחירת ציוד הבנייה:** סוגי טפסות: טפסות עץ, פח, אלומיניום ופלדה, טפסות טונלים ושיטת ברנוביץ. פיגומים. הכרת ת"י 1139, 904 ויישומם לתכנון ציוד לבניין פשוט. (12 שעות)
- **בחירת ציוד לעבודות תשתית ופיתוח:** ציוד לעבודות חפירה, חציבה, אספלטים, הידוק, ריטוט, שינוע, יציקה, כבישה, תיעול וכו' (8 שעות)
- **תכן טפסות קונבנציונליות לרכיבים אופקיים ואנכיים:** תקרה, קורה וקיר על פי ת"י 904 (18 שעות)
- **בחירת ציוד, ארגון, ותזמון הפרויקט באופן מערכתי.** שיקולי עלות ויעילות. (6 שעות)
- **מבחן (2 שעות)**

ספרות מומלצת:

- ת"י 904 טפסות לבטון. חלקים 1 ו-2.
- ת"י 1139 פיגומים. חלקים 1, 2 ו-3.
- ש.זלינגר, א.שפירא, ציוד בנייה
- חלק א'- ציוד לייצור בטון
- חלק ב'- ציוד תובלה
- חלק ג'- טפסות ופיגומים
- חלק ד'- ציוד לעבודות עפר
- הוצאת המכון הלאומי לחקר הבנייה.

29. מבוא לניהול סיכונים בבנייה

32 שעות

שנה ב' - סמסטר ג'

מטרות הקורס-

הבנת סיכונים, וגורמיהם. כימות הסיכון, הערכתו וניהולו. סיכונים בבניה: סיכונים סטטוטוריים, חוזיים, פרויקטליים וקבלניים. סיכוני ביצוע ובטיחות. הכנת סקר סיכונים לקראת פרויקט וניהול הסיכונים: גידור, הכלה, מניעה ושיכוך.

- מהו סיכון? רכיבי הסיכון: אירוע בלתי רצוי, אי-ודאות, משוואת הסיכון
- מאפייני הסיכונים בענף הבנייה: סיכונים תכנוניים, ביצועיים, בטיחותיים, קבלניים, וחוזיים
- שיטות הערכת סיכונים באתר הבנייה: סקר סיכונים, ניתוח הערכה וניהול הסיכון
- שיטות ניהול הסיכון: מניעה, שיכוך, גידור והכלה
- קבלת החלטות בניהול הסיכונים וניתוח אירוע

ביבליוגרפיה נבחרת

1. Flanagan R. and Norman, G. (1994) Risk Management and Construction 1st Edition ISBN-13: 978-0632028160, Blackwell Science.
2. Smith, N. J., Merna T., P. Jobling, P. (2009). Managing Risk: In Construction Projects, Wiley Blackwell, 2nd Edition. ISBN: 978-1-4051-7274-5

30. שיטות מימוש פרויקטים בבניה

32 שעות

שנה ב' - סמסטר ג

מטרת הקורס-

הבנת תהליך המימוש הארגוני והחוזי של פרויקט בניה. הכרת שיטות מימוש שונות והבנת המסגרת החוזית והטכנית להוצאת הפרויקט אל הפועל בשיטות השונות. הבנת מקורות המידע, תכולת הפרויקט] מפרט מרשמי ומפרט תפקודי. מניעה ושיכוך קונפליקטים בתהליך ההקמה.

נושאי הקורס-

- שיטות התקשרות : קבלן ראשי לביצוע, קבלן ראשי לתכנון וביצוע, ניהול בניה, פיצול העבודה (קבלן אחר) לעומת קבלן משנה, תכנון ביצוע ושיטות PFI ו-BOT מבחינה ארגונית, חוזית, ביצועית- יתרונות וחסרונות. (4 שעות)
- הזיקה בין מודל מימוש הפרויקט למסמכי החוזה. מסמכי המכרז והחוזה- כללי (4 שעות)
- מקורות המידע של מסמכי החוזה : חוקים ותקנות, סוגי תקנים, מסמכים סטנדרטיים, מידע מסחרי ותעשייתי ; מכרז וחוזה לתכנון וביצוע (4 שעות)
- חוזה מדף 3210, תנאי חוזה, תנאים כלליים ומיוחדים (פרק 00), חוק מכר דירות תשל"ג (1973) (4 שעות)
- תכולת מחירים ואופני מדידה : הקבצה והפרטה, שיקולים לבחירה בפאושל (4 שעות)
- תאור הכמות, כתב כמויות, מחירי יסוד, ניכוי וזיכוי במחיר. אלטרנטיבות ואופציות בחוזים (4 שעות)
- [על המרצה להיות עו"ד] תביעות : דרכי מניעת תביעות בשלבי הפרויקט השונים. תביעות אופייניות : לוחות זמנים, ביצוע, אבטלת כלים ועובדים, הגדלת כמויות, הקטנת כמויות (8 שעות)

ספרות מומלצת

1. "המסמכים ההנדסיים של מכרז וחוזת הבנייה", ד"ר לאה קפלן, ההוצאה לאור משרד הביטחון (1999).
2. חוזה מדף 3210 בהוצאת משרד הביטחון.
3. Ritz, G.J. (1994). Total Construction Project Management, McGraw Hill International.
4. Rosen, H.J. Regener, J.R. (2005). Construction Specifications Writing, John Wiley Inc. 5th Ed.
5. Levy, S.M. (1996). Build-Operate-Transfer, John Wiley & Sons Inc. 1996.
6. O'Brian, J.J. (1997). Construction Inspection Handbook, Chapman and Hall, 4th Ed.

תקנים - רשימת מירב התקנים הדרושים למגמת הנדסה אזרחית

- ניתן לרכוש תקליטור המכיל את כל התקנים הקשורים לענף הבניה
- יש להקפיד כי תימצאנה המהדורות האחרונות

מס' תקן	שם התקן
ת"י 26 חלק 4	שיטות לבדיקת בטון : תכונות בטון קשוי-חוזק
ת"י 1923	עבודות בטון יצוק באתר.
ת"י 109	משקלם של חומרי בנין ושל חלקי מבנה.
ת"י 1 חלק 1	צמנט : צמנט רגיל
ת"י 601	בטון מובא
ת"י 1182	גרמי מדרגות טרומים מבטון מזוין
ת"י 1571	מיסעות מאבני ריצוף מבטון
ת"י 5 חלק 2	בלוקי בטון : בלוקים למילוי תקרת צלעות
ת"י 5 חלק 1	קי בטון : בלוקי קיר
ת"י 253	מיון קרקעות למטרות הנדסה אזרחית-מיון במעבדה ומיון חזותי
ת"י 940	ביסוס בניינים
ת"י 1378	ביסוס כלונסאות בסלע בקדיחת הקשה
ת"י 1454	בדיקה באתר של צפיפות הקרקע ורטיבות הקרקע במד גרעין
ת"י 1630	קירות תמך מקרקע משוריין ברכיבי פלדה. קירות תמך מקרקע משורינת
ת"י 1865 חלק 3	שיטות בדיקה בתחום הסלילה : בדיקות של קרקע ואגרגאטים
מפרט 68	קירות תומכים מורכבים מאלמנטי בטון טרומים בשיטת הקרקע המזויינת
ת"י 414	עומסים אופייניים בבניינים : עומס רוח
ת"י 412	עומסים אופייניים בבניינים
ת"י 413	תכן עמידות מבנים ברעידות אדמה
ת"י 466 חלק 1	חוקת הבטון : עקרונות כלליים
ת"י 466 חלק 2	חוקת הבטון : אלמנטים ומערכות של בטון מזוין ושל בטון לא מזוין
ת"י 466 חלק 3	חוקת הבטון : בטון דרוך
ת"י 466 חלק 5	חוקת הבטון : תקרות מטבלות חלולות טרומות דרוכות
ת"י 789	סטיות בבניינים : סטיות מותרות בעבודות בנייה
ת"י 1225 חלק 1	חוקת מבני פלדה : כללי
ת"י 1226 חלק 1	סרטים למבנים מבטון ומבטון מזוין
ת"י 1226 חלק 2	סרטים למבנים : מבני פלדה

תוכניות ביצוע לבניינים ולעבודות פיתוח סביבתי : דרישות כלליות	<u>ת"י 1547 חלק 1</u>
תוכניות ביצוע לבניינים ולעבודות פיתוח סביבתי : אדריכלות בניין	<u>ת"י 1547 חלק 2</u>
תוכניות ביצוע לבניינים ולעבודות פיתוח סביבתי : שלד הבניין	<u>ת"י 1547 חלק 3</u>
תוכניות ביצוע לבניינים ולעבודות פיתוח סביבתי : ביוב, ניקוז והספקת מים, דלק וגזים	<u>ת"י 1547 חלק 4</u>
תוכניות פיתוח לבניינים ולעבודות פיתוח סביבתי : מיזוג אוויר ואורור	<u>ת"י 1547 חלק 5</u>
טפסות לבטון : עקרונות	<u>ת"י 904 חלק 1</u>
טפסות לבטון:תומכות שחילות	<u>ת"י 904 חלק 2</u>
פיגומים : כללי	<u>ת"י 1139 חלק 1</u>
פיגומים : פיגומים תלויים ממוכנים- דרישות בטיחות, חישובי תכן, קריטריונים ליציבות, מבנה, בדיקות	<u>ת"י 1139 חלק 2</u>
פיגומים: פיגומי מגדל ניידים ונייחים עשויים רכיבים טרומיים.	<u>ת"י 1139 חלק 3</u>
בתי קבע נמוכים למגורים	<u>מפרט 422</u>
הנחיות להערכת עמידות מבנים קיימים ברעידת אדמה ולחיזוקם	<u>ת"י 2413</u>