

הנדסת בניין – שי פורמן

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

6.....	חוזק החומרים – תורת החוזק - מאמצים עיקריים/הטרחות	
	1. מאמץ מתיחה	6
	2. מאמץ לחיצה	6
	3. מאמץ גזירה	7
	4. מאמץ פיתול	8
	5. מאמץ כפיפה	8
8.....	מקדם ביטחון	
	מאמץ הרס	8
9.....	עומסים בבנין / מבנה	
	חלוקת העומסים	9
12.....	חומרי בנייה עיקריים	
12.....	עץ	
12.....	בטון	
12.....	תערובת הבטון ומרכיביה	
	יציקת הבטון – שלבים 12	
14.....	יתרונות וחסרונות הבטון	
14.....	בטון מזוין	
14.....	יתרונות וחסרונות בטון מזוין	
15.....	פלדה	
15.....	יתרונות וחסרונות פלדה	
	סוגי פלדה	15
17.....	בטון דרוך	
	סוגי דריכה	17
18.....	קרקע / ביסוס	
18.....	חקירת הקרקע	
	שני שלבים	18
19.....	ביסוס	
19.....	ביסוס רדוד	
	מרצף	19
	קורות מסד	19
	יסוד עובר	19
	מסד	20
	פלטת יסוד	20
	דוברה \ רפסודה	26
27.....	ביסוס עמוק	
	כלונסאות	27
31.....	כלונסאות – בדיקות בקרה – בדיקות אל הרס לכלונסאות	
32.....	גורמים המשפיעים על בחירת הביסוס	
33.....	תוכנית יסודות - מתווה יסודות	
33.....	עמודים	
	גורמי קריסה	33

קורס הנדסת בנין – טכניון
מרצה – שי פורמן

35	קורות	
35	ארבעה סוגים של קורות	
	זיון הקורה	38
	שקיעה של קורה	39
	נקודת הפיתול בקורה	40
	סמך נקודת תמיכה	41
42	תקרות	
42	תקרות יצוקות באתר	•
49	תקרות שאינן יצוקות באתר	•
52	רצפות - רצפת קומת הקרקע	
54	קירות	
54	1. חלוקה ראשונה	- קירות נושאים ונשאנים נושאים
54	2. חלוקה שנייה	- קירות לפני יציקה אחרי יציקה
54	3. חלוקה שלישית - חלוקה לפי חומרי בנייה	- שיטה יבשה ושיטה רטובה
55	4. חלוקה רביעית - ייעודי הקיר	- קיר חוץ וקיר פנים
56	קירות תומכים	
	קיר זיזי - אופקי	56
	קיר כובד	59
	קיר דיפון (שיגומים)	59
62	מבנים תת קרקעיים	
62	מניעת בעיות איטום/רטיבות	
62	1. הרחקת מים עיליים	
62	2. הרחקת מים תת קרקעיים	
63	3. איטום קירות המבנה נגד חדירת מים	
67	תפרים ומשקים	
67	תפר	
67	תפקידו העיקריים של התפר	
	מיקום	67
71	מישק	
	הפסקות יציקה	71
73	מבני פלדה	
73	שני סוגים של מבני פלדה	
73	מבנים קלים	•
73	מבנים כבדים	•
73	פרופילים של פלדה וצורות החתך שלהם	
	פרופיל זוויתן	73
	פרופיל ריבועי מלבני	73
	פרופיל I	74
	פרופיל U	74
	פרופיל צינור	74

קורס הנדסת בנין – טכניון
מרצה – שי פורמן

74	.....	הגנה על פלדה	
74	.....	פלדה או בטון	
75	.....	חוזק של פלדה	
75	.....	חיבורים בפלדה	
75	.....	א. ברגים	
76	.....	ב. ריתוך	
76	.....	ג. מסמרה	
77	.....	אמינות החיבור	
77	.....	דוגמאות לאלמנטים מפלדה	
		עמודים	77
79	.....	קורות	
79	.....	רופילים שונים המשמשים לקורות	
		"חיבור פרקי"	79
		"חיבור רתום"	79
		מסבך /אגד	80
84	.....	קונסטרוקציות עץ	
84	.....	גגות עץ	
		גגות רעפים	84
86	.....	מרחב מוגן	
86	.....	ממ"ד - מרחב מוגן דירתי	
86	.....	ממ"ק - מרחב מוגן קומתי	
87	.....	ממ"מ - מרחב מוגן מוסדי	
888	.....	חדרי מדרגות	
88	.....	מבנה המדרגה	
89	.....	רוחב המדרגה	
89	.....	מזקף ראש	
89	.....	כמות מדרגות	
90	.....	מעקה בחדר מדרגות	
90	.....	חדר מדרגות – מידות מינימום נדרשות	
		שטח	90
90	.....	רוחב מינימאלי של חדר מדרגות	
91	.....	מרחב יציאה (מילוט) לכיוון חדר מדרגות	
91	.....	קירות חדר המדרגות	
92	.....	אינסטלציה	
92	.....	דרישות יסוד למתקני תברואה	
93	.....	חומרי הצנרת	
93	.....	מתכתיים	•
93	.....	אל מתכתיים	•
94	.....	הרכבת הצנרת	
95	.....	מערכת ניקוז	

95	חיבור לרשת אינסטלציה ציבורית
	96 הטמנת צינור המבנה
96	לחץ האטמוספרות העירוני
	96 מיכל מים על הגג
	97 כיבוי אש
	97 חיבור לרשת הביוב
98	סילוק ביוב פרטי
	98 בור חלחול
	99 בור רקב
99	ניקוז מי גשם
100	בידוד ואיטום
100	איטום ובידוד גגות
101	חדרים רטובים
102	טיח
102	תפקידי הטיח
102	מרכיבי הטיח
102	אופן ביצוע הטיח
102	דגשים לגבי טיח
103	עבודות ריצוף וחיפוי
103	חיפוי חוץ- אבן
103	010.1 השיטה הרטובה
103	020.1 שיטת ההדבקה
103	030.1 השיטה היבשה
103	040.1 שיטת ברנוביץ
104	ריצוף
105	עבודות זכוכית/קירות מסך
105	סוגי זכוכית
105	0 זכוכית בטיחותית מחוסמת
105	1 זכוכית בטיחותית רבודה
105	2 זכוכית רגילה בטיחותית
105	3 זכוכית אנטי-סאן
105	4 זכוכית רפלקטיבית
105	5 Low e- זכוכית חכמה
105	6 זכוכית חסינת אש
106	אקוסטיקה/ מפלס רעש
106	בידוד אקוסטי
107	עבודות חשמל
107	אלמנטים במערכת עבודות חשמל

קורס הנדסת בנין – טכניון
מרצה – שי פורמן

107	הכנות עבור חברת חשמל
107	כבלים ומוליכים
107	הארקות והגנות במבנה
108	לוח מתגים דירתי
108	מיקום אביזרים והתקנתם
109	עלויות / כתב כמויות – חישוב כמויות
109	כללי
109	משקל סעיפים באחוזים במדד מחירי התשומה בבנייה למגורים
109	הגדרות – על מה נשלם וכיצד נמדוד
111	חלקם היחסי של מרכיבי העלויות לסוגי מבנים שונים
112	חישוב כמויות – עבודות
113	0.1 עבודות עפר
114	0.2 עבודות בטון
116	0.3 בטון דרוך
116	0.4 עבודות בנייה
116	0.5 עבודות איטום
117	0.9 עבודות טיח
117	10 עבודות ריצוף
117	11 עבודות צבע
118	תכנון ובנייה
118	תכנון ורישוי

חוזק חומרים/תורת החוזק

חוזק חומרים - התנהגות של חלקי מבנה תחת השפעת כוחות חיצוניים המופעלים על המבנה. כוח חיצוני יכול להיות עומס רוח או עומס משקל שלנו כשאנו עומדים על הרצפה, אנו עומס חיצוני על האלמנט. כתוצאה מהכוחות החיצוניים מתהווים בתוך האלמנט/חומר תופעות הנקראות **מאמצים** (תגובות של החומר) שמלווים לתופעות הנקראות **דפורמציה/עיוות** (שינוי הצורה כמו התארכות או שקיעה). מאמצים אלו נמצאים כמעט בכל אלמנט בבניין.

מאמצים עיקריים/הטרחות:

1. מאמץ מתיחה

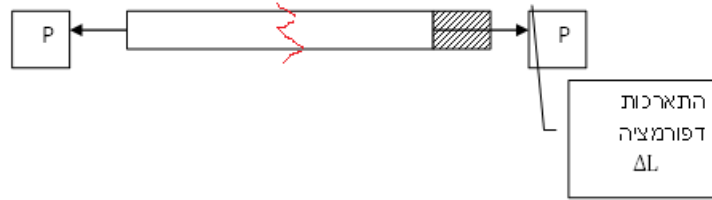
גוף נתון למתיחה כאשר שני כוחות שווים בשיעורם ומנוגדים בכיוונם פועלים לאורך צירו כלפי חוץ. בעקבות המתיחה הגוף מתארך ושטח החתך קטן. נסמן בפלוס (+). כאשר פועל על הגוף כוח חיצוני, כוח פנימי של האלמנט מתנגד אליו ושומר על שלמות הגוף. הכוח הפנימי מתחלק שווה בשווה על כל שטחו של חתך הגוף ובכל נקודה בחתך הגוף נוצר מאמץ.

$$P = \text{כוח חיצוני}, A = \text{שטח החתך}$$

מפעילים כוח P על A. מאמץ מתיחה הוא עומס הניצב לשטח החתך. גודל המאמץ תלוי ב-P הגדול יותר. גם הדפורמציה תהיה גדולה יותר. כאשר הגוף נתון במתיחה והמאמץ גדול מן המאמץ שהגוף מסוגל לשאת – אזי הגוף ייקרע:

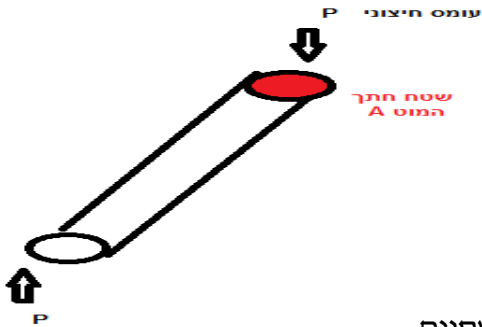
קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן



2. מאמץ לחיצה

הגוף נתון ללחץ כאשר שני כוחות שווים בשיעורם ומנוגדים בכיוונם פועלים לכיוון צירו כלפי פנים. בעקבות הלחיצה הגוף מתקצר ושטח חתכו גדל. בסימן מינוס (-). מאמץ לחיצה עלול להוביל לקריסה.



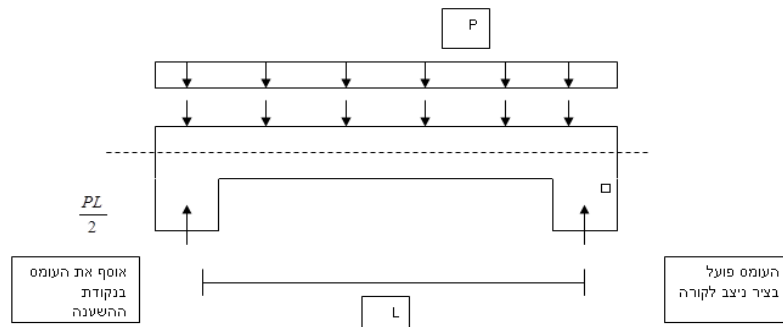
$$\sigma = \frac{-P}{A}$$

$$\sigma_p + \sigma_c$$

נוצר רכיב נוסף, המומנט הוא הרבה יותר הרסני.

$$P \times R = M \text{ (moment) מומנט זה כוח כפול זרוע, כוח שפועל לכיוון מסוים}$$

$$P = \text{כוח חיצוני}, R = \text{מרחק הכוח מנקודת המדידה}$$



מה משפיע על הקריסה?

(א) גובה העמוד - ככל שהעמוד גבוה יותר סכנת הקריסה גדולה יותר

(ב) צורת החיבור של העמוד לאלמנטים הסמוכים לו

(ג) צורת חתך העמוד - אפשר להתגבר על סכנת קריסה ע"י שינוי צורת/שטח החתך. העומס ים בבנין בד"כ נתונים, המשקל נתון ומשנים בהתאם אליו את צורת החתך כאמור על מנת למנוע סכנת קריסה.

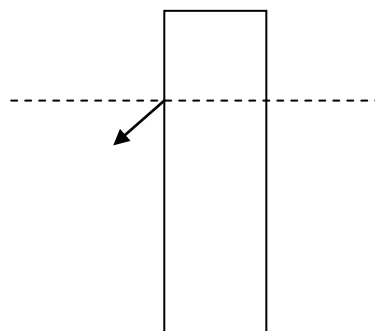
(ד) החומר ממנו העמוד עשוי.

סוגי חתך עמוד אפשריים:

(ה) חתך עגול - אם החתך הוא עגול ובהנחה שהשטח שווה, הסיכוי של העמוד לקרוס לכל כיוון שווה. זהו העמוד האופטימאלי וזאת בגלל שהלחץ מתפזר באופן שווה.

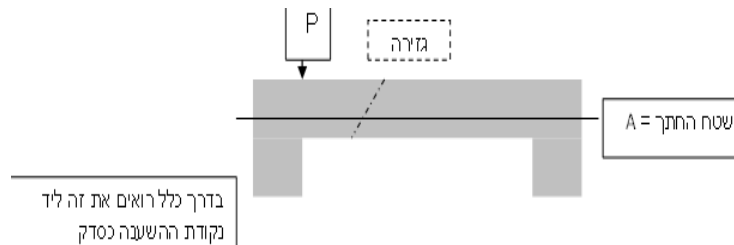
(ו) חתך מרובע - לעומת החתך העגול, לחתך המרובע יש 2 צדדים בהם יש סיכוי שווה ליפול אליהם.

(ז) חתך מלבני - הצורה השכיחה ביותר בה סיכון הקריסה הוא הגבוה ביותר, תמיד יקרוס לכיוון הקצר.



3. מאמץ גזירה

עומס הפועל בניצב לציר האורך של האלמנט (בניצב לקורה) ורוצה לגזור אותו לשני חלקים ולנתק אותו אנו רואים זאת בצורה של סדק שמתרחש בקרבת הסמך. גוף נתון לגזירה כאשר שני כוחות שווים בשיעורם ומנוגדים בכיוונם פועלים בניצב לצירו במרחק קטן ביותר זה מזה (כמו מספריים), כוחות אלו שואפים לגזור את הגוף או להזיז חלק אחד שלו כלפי החלק האחר. בד"כ האלמנטים קוויים כמו קורות, על ציר הקורה פועל כוח, עומס ניצב לציר האלמנט. ככל שמתקרבים לכיוון הסמך (= עמוד) אוספים יותר ויותר עומסים כאשר המקסימום יהיה בסמך. זאת אומרת שהעמוד אוסף את העומס בנקודות ההשענה ולכן במצב של גזירה, הקורה למעשה נגזרת ונשברת בצורה הזו:

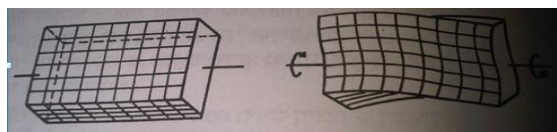


הניתוק יכול לקרות בכל מקום על הקורה אך סביר שיקרה קרוב מאוד לסמך, קרוב לנקודות התמיכה.

$$\tau = \frac{P}{A} = \text{מאמץ גזירה. ע"י חישוקים. מוטות ברזל המנוגדים לסדק וע"י חישוקים. מאמץ גזירה}.$$

4. מאמץ פיתול

פיתול העמוד. מאמץ מתיחה לאורך מאמץ גזירה בין המישורים של המוט. גוף ניתן לפיתול כאשר פני מומנטים שווים בשיעורם ומנוגדים במגמתם פועלים על הגוף ושואפים לפתלו מסביב לציר. שילוב של מתיחה לאורך המוט / קורה ומאמץ של גזירה בין מישורי הקורה/מוט- כל נקודה רוצה לזוז לנקודה אחרת, יש לנו מתיחה בהיקף הקורה. נוצרת מתיחה בהיקף ובין כל חתך לחתך גזירה. הפתרון להפחתת המאמץ הזה יהיה ע"י הגברת כמות החישוקים.

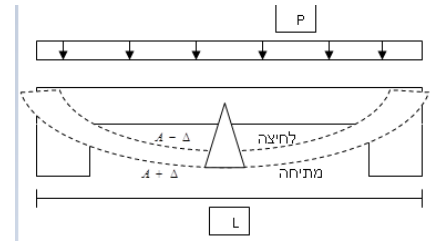
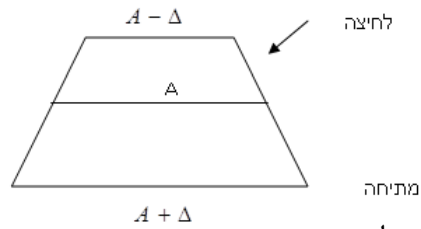


5. מאמץ כפיפה

גוף נתון לכפיפה כאשר שני כוחות מקבילים פועלים בניצב לצירו, עקב כך הגוף מתכופף. אם הקורה מתכופפת אזי כתוצאה מהכפיפה ישנה התקצרות / לחיצה (-) בחלק העליון, והתארכות / מתיחה (+) בחלק התחתון.

A - הוא אזור בו לא קיים לחץ

קורס הנדסת בנין – טכניון
מרצה – שי פורמן



בטון חזק בלחיצה ולשם המתיחה משתמשים במוטות הפלדה.

מקדם ביטחון

מאמץ הרס

מקדם בטחון = ע'

הרס = P מותר

מאמץ ההרס יכול להתקיים בשל כל אחד מהמאמצים ה'נ"ל, ניתן למנוע אותו ע"י שימוש במקדם ביטחון, ונתכנן לפי מאמץ מותר.

$$\frac{\text{מאמץ הרס}}{\text{מקדם ביטחון}} = \text{מותר}$$

ללא מקדם ביטחון היינו מקבלים מוט קטן ממה שצריך באמת. עם מקדם הביטחון אנו גורמים לחתך להיות גדול יותר. מקדם הביטחון מבטיח הגנה על המבנה (הגנה מבחינת החומר).

מקדם ביטחון נדרש בשל:

דיוק העומס - מגדילים את מידת הדיוק של העומס, מתכננים את האלמנטים בהתאם לעומסים מוגדרים מראש. חייבים אלמנט של ביטחון.

דיוק בביצוע - מבקשים מהקבלן מוט בחתך מסוים בכדי שלא נגיע לכשל, יכול לקרות שבביצוע אין דיוק ולכן חייבים איזשהו מקדם ביטחון.

בנוסף למקדם ביטחון שאנו לוקחים בחשבון ומחשבים, יש גם לחומר עצמו בייצור שלו, מקדם ביטחון אחר בהתאם לכמות הגורמים שיכולים לגרום לכשל. מקדם הביטחון הכללי הוא המרכיב של כל הנ"ל.

דוגמא:

$$5000kg$$

מוט שמופעל עליו 20 טון $\rho =$, מאמץ ההרס הוא $c \square$ ויש למצוא את מקדם הביטחון ואת שטח החתך A.

מאמץ הרס מותר :

$$\sigma = \frac{5000}{2} = 2500 kg/cm^2$$

מאחר ו $\frac{P}{A} = \gamma$, נקבל ש:

$$A = \frac{P}{\sigma} = \frac{20 \times 10^3}{2500} = 8cm^2$$

עומסים בבנין / מבנה

עומסי הבניין עוברים לקרקע. התקרה העליונה מעבירה את העומס לקורות שמתחתיה שעליהם היא נשענת, הקורות מעבירות את העומס לעמודים שעליהן נשענות וכך מקומה לקומה. ככול שירדדים בקומות העומס על העמודים הולך וגדל. העמוד התחתון מעביר את העומס לעמוד היסוד וממנו עובר העומס ליסוד. כאשר

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

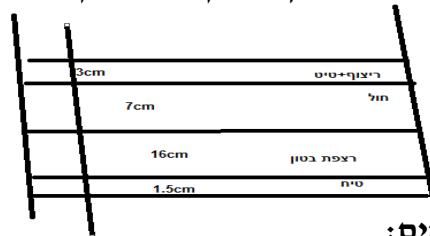
מתוארים שני סוגי ביסוס : **ביסוס על פלטת יסוד בודד** : העומס מתפזר בתחתית היסוד ומשם עובר לקרקע, ו**ביסוס על כלונס חיתוך** : העומס עובר לקרקע באמצעות חיכוך בין מעטפות הכלונס לקרקע.

חלוקת העומסים הפועלים על המבנה למספר קבוצות להלן:

2 **משך זמן פעולת העומס** – עומס קבוע ועומס שימושי.

- **עומס קבוע** - עומס אנכי שפועל דרך קבע על חלקי המבנה, שהוא ה עומס שכולל את כל העומסים הפועלים כמו ה שלד של המבנה והעומס של אלמנטים שנמצאים במבנה באופן קבוע כל זמן שהוא קיים כמו חלקי מבנה, בטון, ריצוף, מחיצות וכו'. לחישוב העומס הקבוע יש לחשב את הנפח של האלמנט ולהכפילו במשקל המרחבי של החומר, משתמשים בתקן **ישראלי (ת"י) 109** – משקלים של חלקי מבנה.
- **עומס שימושי/משתנה/מועיל** - העומס שעבורם תוכנן המבנה, עומס של אנשים, ציוד וכדומה, מדובר באלמנטים לא קבועים שיכולים גם לא להיות בכלל. לחישוב עומס שימושי קיים **ת"י 412**, תקן המגדיר לכל מי שמתכנן בניין לפי יעוד לאיזה עומס להתייחס ומה לקחת בחשבון. למשל בית מגורים נתון 150 kg לכל מ"ר אחד, למשרדים זה 200 mg/m , לתעשייה זה 500 mg/m , כלומר לכל מבנה נתון עומס. התקנים הנ"ל מופיעים בעמודים 2-3 בחוברת.

דוגמא: רצפה בדירת מגורים שמורכבת כך יש לקחת בחשבון את המשקל של כל המרכיבים :



שלבים בחישוב -

○ **נתון בתקנים:**

$$\frac{150 \text{ kg}}{\text{m}^2} \text{ ומחיצות} \quad \frac{2000 \text{ kg}}{\text{m}^3} \text{ טיט + ריצוף}, \quad \frac{1700 \text{ kg}}{\text{m}^3} \text{ חול}, \quad \frac{2000 \text{ kg}}{\text{m}^3} \text{ טיח}, \quad \frac{2400 \text{ kg}}{\text{m}^3} \text{ בטון}$$

עומס קבוע מורכב מכל המרכיבים הנ"ל, כולל המחיצות :

$$\frac{384 \text{ kg}}{\text{m}^2} = \frac{2400 \text{ kg}}{\text{m}^3} * 0.16 \square = \text{רצפת בטון}$$

$$\frac{119 \text{ kg}}{\text{m}^2} = \frac{1700 \text{ kg}}{\text{m}^3} * 0.07 \square = \text{חול}$$

$$\frac{60 \text{ kg}}{\text{m}^2} = \frac{2000 \text{ kg}}{\text{m}^3} * 0.03 \square = \text{ריצוף + טיט}$$

$$\frac{30 \text{ kg}}{\text{m}^2} = \frac{2000 \text{ kg}}{\text{m}^3} * 0.015 \square = \text{טיח}$$

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

$$593kg$$

○ סכימה של כל הנ"ל = משקל עצמי = m^2 , לזה מוסיפים את המחיצות

$$743kg$$

$$150kg$$

○ וזה יחד נותן לנו את העומס הקבוע = m^2 . נוסיף לזה את העומס השימושי שבתקנים לבית מגורים שזה 150 ונקבל את העומס הקבוע + השימושי -

$$893kg$$

○ זה העומס שפועל בפועל על הרצפה ללא מקדמי ביטחון .

○ העומס לתכנון יהיה כך - יש לייצר גיאומטריה שתכיל את העומסים האלו, בצורה

כזו שהעומס לתכנון יהיה בעצם :

העומס הקבוע + העומס השימושי + מקדם הביטחון.

מקדם הביטחון שבד"כ משתמשים בו הוא **1.4 לקבוע 1.6 לשימושי**. כלומר העומס לתכנון יהיה :

$$743 * 1.4 + 150 * 1.6 = \frac{1280kg}{m^2}$$

מתכננים את הכול כך **שכל מ"ר יוכל להחזיק טון ו-280 קילו** .

3 כיון פעולת העומס / פעולת כיוון הרוח :

● **עומס אנכי** – מצב סטטי – מקדם בטחון של 1.4, כל העומסים הפועלים **מעלה/מטה**, כמו המשקל העצמי של המבנה, הפועל פעולה אנכית בשל כוח הכבידה של כדה"א.

● **עומס אופקי** – מקדם בטחון של 1.6, ת"י 414 מגדיר למתכנן איזה עומס צריך לקחת למבנה והוא תלוי במהירות הרוח (שמשתנה לפי האזור בארץ), סוג המבנה (גובה המבנה כי עומס הרוח גדל ככול שגבוה), צורת המבנה (עגול עדיף מבחינת עומס רוח) . במבנים קטנים (3-4) קומות זה עומס זניח, א ך במבנים גבוהים (+20 קומות) עומס הגובה משמעותי. יש מבנים כמו אנטנות שמשקלן קטן והם תמירים ועבורם עומס הרוח משמעותי. בת"י העומסים ומפת הרוחות נמדדים ומוכתבים העומסים שיש לתכנן.

דוגמאות לחץ אופקי -

- עומס רוח (עומס אקראי שלא פועל כל הזמן).
- לחץ קרקע - לחץ עפר על קיר תומך - אם יש קיר תומך ויש אדמה בצד, הקיר מגן ותומך מפני הישפכות האדמה פנימה לתוך המבנה, האדמה בצד הגבוה מפעילה לחץ קרקע על הצד הנמוך, בדומה למרתפים שהקירות שתומכים אותו מתוכננים לחץ קרקע.
- לחץ מים- מאגר מים / בריכה בהם המים מפעילים לחץ אופקי על דופן הבריכה /המאגר שיש לקחת בחשבון. במאגרים גדולים עומס מים מהווה עומס גדול מאוד.
- רעידת אדמה- ת"י 413, רעידת אדמה י וצרת כוחות חיצוניים אופקיים וצריך שהמבנה ידע להתמודד עם עומסים כאלו. כתוצאה מרעידת אדמה המבנה מתחיל להתנדנד ולזוז, התזוזה גורמת למבנה לצורת תנועה מסוימת. בצורה בסיסית בה כל הקומות זהות, הקומה העליונה תזוז ברמה גבוהה יותר, העומס יהיה גדול יותר ככול שנעלה בקומות. כשמחשבים מבנה לרעידות אדמה יש להתמודד מול כוחות אלו ע"י אלמנטים כמו ממ"ד שיודעים להתמודד עם תוספת של כוח אופקי.

לבסוף העומס מגיע לבסיס, הכוחות יוצרים כוח * זרוע כלומר מומנט, רוצים להפיל/להפוך את המבנה. לכל מיקום בארץ מוגדרת תאוצת הקרקע וזה לא אחיד,

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

המקדמים גבוהים יותר באזורי השבר. אין שילוב מקסימאלי של רוח + רעידת אדמה יחד. ברעידת אדמה יש חשיבות להסתברות, עוצמה חזויה, עושים חישובי הסתברויות בהתאם לסוג המבנה על מנת לקבל מקדם ביטחון (במבנים עמוסים מקדם ביטחון מוגבר למשל בבית חולים). רוב התכנונים הם על בסיס הזזות-שהבניין לא רק ישרוד אלא שהתכולה שלו לא תינזק.

- מעקות / קירות מסך - תקן 1142 מגדיר איזו הזזה מותרת במעקה, איזה עומס מותר על המעקה, גם בקניונים וגם בכבישים.

4 מיון העומס לפי צורת פריסת העומס על האלמנט במבנה:

- עומס נקודתי/מרוכז - פועל על שטח קטן, עומס של 100 טון, כמו עמוד.
- עומס מפורס/מחולק – מחולק / פרוס קווי, כמו קורה.
- עומס מפורס/מחולק לשטח – משטחים למיניהם או יחידות אורך כמו רצפה ותקרה.

חומרי בנייה עיקריים

שלד המבנה – החלק שמבוצע בתחילת העבודה הוא מקנה למבנה את הצורה – אורך, רוחב, גובה וכו'. על השלד להקנות למבנה יציבות, חלקי השלד אחראים לכך שהמבנה יעמוד בכל העומסים והכוחות החיצוניים שפועלים עליו, תפקיד השלד להעביר את העומסים לקרקע בכדי שלא ישארו במבנה.

עץ - שמש בחומרי גמר/גג רעפים, מבנים קלים. לעיתים גם בקורות דקורטיביות אבל עדיין בד"כ קירוי קל ולא בדברים כבדים מאחר והעץ חלש ביחס לפלדה.

$\frac{100kg}{cm^2}$ מאמץ של בממוצע.

בטון

מרבית שלדי המבנים בישראל יצוק ים מבטון מזוין. בטון שמש מאוד כמעט בכל סוגי המבנים, מגורים, תעשייה, מדובר בחומר שכיח, זול, ניתן לבנות מבנים רבי קומות ומבנים נמוכים. בטון הוא אבן מלאכותית שנוצרת כתוצאה מהתקשות של תערובת מבוקרת.

$\frac{300kg}{cm^2}$ מאמץ של בממוצע.

תערובת הבטון ומרכיביה:

- **צמנט** – חומר מקשה, אשר מקשר בין האגרגטים, מלט הנותן את החוזק לבטון, אחראי על הדבקות המרכיבים, מורכב מאבן גיר ואדמת חרסית, לפי ת"י 1
- **אגרגטים** – חצץ/חול, מתקבל מגריסת סלעים, מוגדר בת"י 3, משתמשים באגרגטים שמורכבים מחתיכות גדולות וקטנות וזאת על מנת שיתחברו ללא חללים ביניהם ולקבלת בטון חלק יותר.
- **מים** – מדובר ב מי שת ייה ולא מלוחים, מכניסים את הצמנט לריאקציה ויוצרים בין המרכיבים קשרים ואח"כ מתאדים.
- לתערובת זו לעיתים מוסיפים **תוספים כגון מוסף מפחית מים, מוסף מחיש התקשרות, מוסף מחיש התחזקות, מוספים מינרליים ועוד.**

יציקת הבטון – שלבים:

- **שלב היציקה** - את התערובת יוצקים לתוך טפסות כשמוטות הזיון נמצאים כבר במקומם. לאחר כמה ימים, כשהבטון מתקשה, מפרקים את הטפסות ומתקבל אלמנט של בטון מזוין. יכולת הבטון להילחץ בכוחות לחיצה גבוהים מאוד, האפשרות לצקת ממנו בקלות כל צורה שהיא, והימצאות חומרי הגלם בארץ עשו את הבטון לחומר בניה כה מקובל בארץ.
- **שלב תהליך ההתקשרות** - מלווה בפליטת חום אשר מגביר את אידוי המים, הוא השלב הראשון של היציקה (+ - 90 דקות).
- **שלב השפרת הבטון** – מתן תנאים אופטימאליים לבטון להגיע לחוזק המקסימלי שלו ע"י המטרת מים, יריעות ניילון ובדים רטובים. פעולות אלו מאיטות את אידוי המים כדי שלא יהיה חוסר במים (בגלל תהליך האידוי) ומשביחות את תהליך התקשרות הבטון. יש לבצע את ההשפרה/המטרה לכל אורך תקופת הבדיקה.
- **שלב תהליך ההתקשות** - הבטון מתחיל להתקשות והוא מתחזק יותר ככל שעובר הזמן, 100% מהחוזק מתקבל בגיל 28 יום. ת"י 118 מגדיר את חוזק הבטון הנדרש שיתקבל לאחר 28 יום. יש חוזקים שונים לבטון.

$$\frac{300kg}{cm^2}$$

עוצמת הבטון במוצע

יחס מים צמנט - את עוצמת הבטון ניתן לקבוע בהתאם **ליחס מים-צמנט**, יחס המסומן באות **אומגה**. ככל שרמת המים עולה כך חוזק הצמנט יורד, מכיוון שישארו חללים יותר גדולים. יש צורך בכמות מים אופטימאלית. ככל שיהיו פחות מים כך ישארו חללים קטנים יותר. **יחס סביר הוא בד"כ בין 0.4 ל 0.6.**

יחס מים צמנט גדול יותר החוזק עולה, כשהצמנט ביחס למים $\frac{w}{c}$ גדל. רכיב הצמנט יותר יקר, אם מגדילים את כמות המים יש לקחת בחשבון שצריך להגדיל גם את הצמנט. היום יש מוספים אל פלסטיים שבכמות קטנה עושים פעולה של מים, מפחיתים את כמות המים הנדרשת כך שלא פוגעים בחוזק. זו טכנולוגיה מאוד מדויקת, השקילה במפעלים היא אלקטרונית ונעשית בצורה מאוד מסודרת ובטעויות אפסיות. מקבלים את החוזק הרצוי **לפי ת"י 118**. תקן זה בא להגן על המתכנן

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

ולחבטיח את הבטון. בתקן מוגדר מקדם הביטחון, תוספת לחוזק הרצוי של במוצע 10%. אם אני דורש ב30 המפעל צריך לתת 33 מגה פסקל או 330 ק"ג לס"מ מרובע. סוגים: ב 100 – 100 ק"ג לס"מ מרובע (קוראים לזה גם ב 10 במגה פסקל (mpa) יש גם ב 200, 300, ב 400, ב 500 וכך הלאה. ב 30,4 ו50 בד"כ שמישים באלמנטים קונבנציונאליים שבונים באתר, הם חזקים יחסית. בב 600, 700 משתמשים בבטון דרוך, במקרים מיוחדים יותר (יקר יותר). בב 10 ו20 משתמשים באלמנטים שהם לא שלד.

- **שלב בדיקת חוזק הבטון - בקרת איכות** - בכל יציקה יש להתקשר עם מכון בדיקה שצריך לקחת דגימה של כ – 10 ס"מ על 10 ס"מ שמורה בתנאי מעבדה. את דגימת הבטון לוקחים ובוחרים באיזה רמות עומסים יכול הבטון לעמוד. את הבדיקות עושים בגיל 7 ימים ובגיל 28 יום ורואים איך מתפתח החוזק, הבטון צריך לעמוד בדרישות המזעריות שמעמיד ת"י 118.
 - בגיל 7 ימים צריך לעמוד בכ - 65-70% מהחוזק (בטון ב 33, צריך לעמוד ב 21 לאחר 7 ימים). אם מקבלים את החוזק הנדרש זה אומר שלאחר 28 ימים נגיע ל - 100%.
 - בגיל 28 ימים על הבטון להגיע ל - 100% חוזק.
 - בגיל 90 ימים יתקבל החוזק הסופי של 120%.
- אם לא מתקבל החוזק הנדרש התראה תופנה למהנדס לשיקול דעתו - הוא צריך לחשוב על פתרונות. שיכולים להיות הריסה טוטאלית, עיבוי, פירוק וכו'. ניתן לבצע בדיקות גם לפני 7 ימים. יש יציקות מאוד עבות בעלות נפח גדול, בשימוש בצמנטים רגילים מתקבלים סדקים בבטון ובהן משתמשים בבטון המגיע לחוזק של 100% אחרי יותר מ28 יום. הבטון ממשיך להתחזק אחרי 28 יום, הוא כל הזמן מתחזק עד 90 יום. יש מצבים בהם נשתמש בצמנט מסוג אחר זהו פטנט בכדי להגיע לחוזק אחר של בטון.

יתרונות וחסרונות הבטון -

יתרונות הבטון :

- חזק בלחיצה
- אינו רגיש במיוחד לשינוי טמפרטורה ולחות
- ניתן לצקת אותו כמעט בכל צורה (אפילו פיסול)
- חומר זול (כ300 ש"ח למטר קוב)
- בעל אורך חיים ארוך (70-80 שנה, אך עדיין יש צורך בתחזוקה).

חסרונות הבטון:

- חלש במתיחה (10% מהחוזק בלחיצה הוא במתיחה)
- חומר פריך (ברגע אחד נשבר, ללא התראה, הסדק הראשון הוא גם האחרון)
- כבד מאוד -משקל מרחבי (עצמי) גדול: 2400 kg/m³.

בטון מזוין-

בתוכו פלדת זיון, שני חומרים שונים אך מתפקדים יחד כחומר אחד:

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

- הדבקות בין מוטות הפלדה והבטון - כשהמוט נכנס יש מאמצי הידבקות, הבטון גורם להידבקות במעטפת המוט בבטון, ואפשר לשפר את זה ע"י קווקוים במוט.
- שני החומרים מקדם התפשטות טרמית כמעט זהה, בשינוי טמפרטורה השינויים נעשים כמעט במידה שווה. כלומר בשינוי טמפרטורה הבניין מתכווץ, שני האלמנטים מתכווצים ומגיבים באופן כמעט זהה לשינוי טמפרטורה, התפשטות והתכווצות, אם ניקח שני חומרים שאין להם מקדמי התפשטות אז ייוצרו שברים.

יתרונות וחסרונות בטון מזוין-

יתרונות –

- הגנה על מוטות זיון מאוויר, קורוזיה (חלודה) ואש
- עמיד נגד מתיחה ולחיצה

חסרונות –

- כבד
- זמן המתנה ארוך לקבלת חוזק
- יש צורך בתבניות
- קשה לגלות טעויות
- יקר לשינוי

פלדה

שימוש בפלדה כמוטות זיון בתוך בטון או כשלד המבנה. שלד ייבנה מפלדה בד"כ במבנים קלים (סככות, חממות, מחסנים) שיש מרחק גדול בין נקודות התמיכה, או כשלד של מבנה גדול רב קומות. זה בעיקר תלוי בעלות, הכדאיות הכלכלית בשימוש בשלד מפלדה יורדת ככל שהמחיר עולה. פלדה חזקה יותר מבטון וניתן לקבל חתכים קטנים יותר בשימוש מפלדה לעומת בטון - משמעותי גם מבחינת מהירות הביצוע שהיא גבוהה יותר בפלדה. העבודה מקצועית ומהירה יותר. בכול מטר קוב בטון יש כ-100 ק"ג פלדה.

$$\text{מאמץ של } \frac{3500 \text{ kg}}{\text{cm}^2} \text{ בממוצע.}$$

יתרונות וחסרונות פלדה-

יתרונות –

- חזקה במתיחה
- חזקה בלחיצה
- השבר /הרס בפלדה נקרא הרס פלסטי, הצרות במוט, דפורמציה שנשארת. פלדה מעובדת מברזל.

חסרונות –

1 חומר יקר - טון פלדה עולה כ-4500,

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

2 רגישות לרטיבות/לחות, קורוזיה. המוטות פחות חשופים לקורוזיה כשהן בתוך הבטון. כיסוי פלדה בשכבת בטון בעובי 5-1 ס"מ (תלוי במיקום האלמנט במבנה) מגן עליה מפני חלודה.

סוגי פלדה -

פלדת בנין - חומר המיוצר בתהליך יצור מאוד מבוקר, הפלדה מורכבת ממספר מרכיבים כימיים ביניהם פחמן (הרכיב המשפר את החוזק, מינון נמוך של פחמן, כ-0.25% מהפלדה). מספר סוגים של מוטות זיון :

פלדה רכה - מסומנת כ־ ϕ , בעיקר משמשים כחישוקים או מוטות עזר, יש 6/8/10/12 מילימטר קוטר של מוט

$$\frac{1900kg}{cm^2}$$

מאמץ מותר לבנייה

פלדה מצולעת - מסומנת בסימול של T בתוך עיגול. קיימים צילוקים (בליטות) על המוט אשר משפרים את הידבקות הבטון על המוט. זו פלדה חזקה יותר מהרכה, קיים בקטרים של 6,8,10,12,14,16,18,20,22,25 ויש גדולים יותר אבל ביצור מיוחד. לרוב שמיש עד 14 קוטר.

$$\frac{3500kg}{cm^2}$$

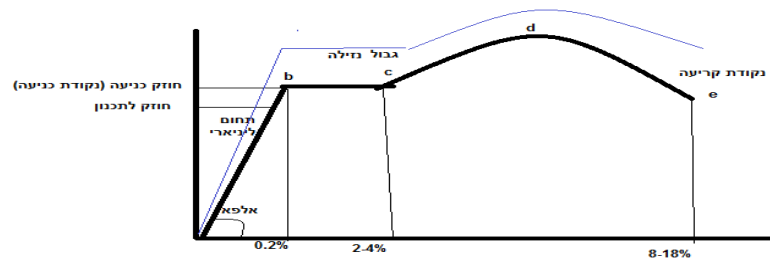
מאמץ מותר לתכנון :

פלדת רשת - מגיעה מכנה מהמפעל, מוטות בחוזק גבוה. מסומנת כ- #, הריבועים/משבצות של הרשת מסומנים למשל כ- 10/10, הקוטר מסומן כ־ ¥ , כשיש - 10/10@#8. הכוונה היא פלדת רשת בקוטר של 8 שהריבועים מסודרים לפי 10 על 10. מייצרים 4 עד 12 מ"מ וניתן לקבל גם בחצאים (4.5, 5.5), מקבלים את הרשת ע"י תהליך של "עיבוד בקר". הרשת מגיעה מרותכת, היציקה נוחה, הכול מאוד מורכב. פלדה חזקה, ממוצע צפי לכמות פלדה ביחס לכמות בטון - 100kg פלדה לכל מ"ק (מטר קוב) בטון.

$$\frac{4300kg}{cm^2}$$

מאמץ מותר לתכנון של

הפעלת עומס מתיחה על פלדה



בציר אנכי

$$\delta = \frac{P}{A} \quad \text{דפורמציה} \quad \frac{\Delta L}{L} * 100 = \varepsilon\%$$

ובאופקי העומס

1. התחום הליניארי – קיימת מתיחה אך כשנפסיק להעמיס הדפורמציה תחזור לקדמותה, המתיחה כביכול תעלם. רוב המבנים צריכים להיות בתחום הזה.
2. נקודת חוזק כניעה - נקודה b - היא הגבול העליון הזה שאנחנו לא רוצים להגיע אליו לטובת מקדם ביטחון. החוזק לתכנון יהיה נמוך בשל כל לחוזק כניעה.

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

3. אזור הנזילה - בין סלס יש תוספת דפורמציה ואין תוספת עומס, זה נקרא אזור הנזילה, בו החומר נהיה אלסטי ונוצרת דפורמציה של בין 2 ל 4 אחוזים, אם אשחרר את העומס תישאר דפורמציה שלא תעלם. בחלק מהמקרים באזור הנזילה כשרוצים מבחינה תכנונית לאפשר דפורמציות.
4. מנקודה c גבול אזור הנזילה רואים עליה במאמץ, העומס גדל והחומר עובר שינוי פנימי המאפשר יכולת התנגדות נוספת.
5. נקודה d היא נקודת מקסימום עומס
6. נקודה e היא נקודת הקריעה. ככל שהפלדה חזקה היא פחות אלסטית ופחות חשופה לדפורמציה (גרף כחול), ולהפך. מודל אלסטיות – יכולת החומר להתנגד למאמצים שמופעלים עליו, ככול שחזק אז פחות גמיש.

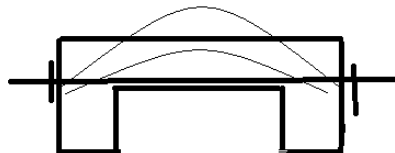
$$\tan \alpha = \frac{\delta}{\epsilon} = E$$

7. ככול שאלפא גדולה יותר החומר חזק יותר, שיש לו מודל אלסטיות גדול יותר
יתרונות הבטון: מגן על מוטות הזיון נגד שריפה / רטיבות, מגן על הפלדה, הפלדה עמידה גם בלחיצה וגם במתיחה, **חסרונות:** לוקח זמן להתחזק, כבד, קשה לגלות טעויות לאחר היציקה.

בטון דרוך-

בטו אשר הוכנסו בו מאמצי לחיצה התחלתיים, הכנסת הלחץ לקורה יוצרת את ההפך מהמצב המתוכנן הסופי, הדריכה היא פעולה בה מכניסים כוחות לחיצה לאלמנט הדרוך ויוצרים מאמצים הפוכים לאלמנט מהמצב המקורי. פלדת הדריכה היא חזקה מאוד. בטון דרוך הוא חומר עם שיטת ביצוע שבאה להקל, האלמנטים המיוצרים פשוטים יותר.

הסבר - אם רוצים לקבל קורה ארוכה יותר אז היא גם תהיה עבה יותר וכבדה יותר. קיים פתרון לכך שיוצר מצב בו לא נצטרך לעבות את הקורה והוא להוסיף מוט פלדה, כבל, אותו נמתח ועליו נפעיל עומס מתיחה כשנגיע לעומס המתוכנן ננעל את הקצוות ו נשחרר את העומס. הכבל רוצה לחזור לאורך ההתחלתי שלו ולא יכול בשל הנעילה ומתקבלת לחיצה. נוצר לחץ על הצד של הקורה שמקבלת מעין כפיפה הפוכה, וע"י הדריכה מצאנו מאמצים הפוכים ובכך בעצם מתקזזת המתיחה, המתיחה כעת קטנה יותר. מפתח 8 מטר ומעלה נחשב לגדול ומשתמשים בדריכה.



סוגי דריכה – קיימים שני סוגי דריכה -

דריכה מוקדמת - מתבצעת במפעלים המייצרים אלמנטים דרוכים טרומיים. במפעל, מכינים את הדריכה בתבניות לעומס המתוכנן, יוצקים בטון, משחררים את הכבלים וכך מופעלת הדריכה. לאחר מכן חותכים את האלמנט לפי הזמנה בהתאם לגודל. הדריכה צריכה להיעשות קרוב ככל האפשר למועד ההתקנה בגלל זחילת הבטון.

חסרונות :

1. קשה לעשות שינויים באלמנטים הללו
2. לא ניתן לעשות חורים
3. זחילת הבטון – כל בטון הוא זוחל, זחילת בטון היא היכולת שלו לקבל דפורמציה (התארכות), ניתן לצמצם זאת ע"י השפרה (המטרת מים).

דריכה מאוחרת – בגלל בעיות טכניות כמו הובלה, הנפה או מורכבות הביצוע ניתן לבצע דריכה בשטח ובאתרי הבניה ובשלבם, כמו בגשר, אשר יש לו אלמנטים וקורות מאוד גדולות וכבדות, ש לא ניתן להביא כיחידה אחת. נעשית מראש הכנה של שרוולים או ברגים שמשחילים ודורכים למעשה אלמנט כנגד אלמנט, לא דורכים את כל האלמנט כיחידה אחת אלא בשלבים בעבודה מאוד מורכבת.

דוגמא נוספת – היא **דריכת "אחר" של תקרות**, מדובר בתקרות גדולות שהמרחק בין העמודים גדול (לא במגורים בד"כ), שיצוקות באתר בהן לאחר יציקת הבטון מחכים מעט שיתחזק ולאחר מכן דורכים את הכבלים. כל מוט נמצא בשרוול פלסטיק ודורכים אותם לאורך ולרוחב, לאחר מכן נועלים, דורכים במקומות מסוימים בתקרה. רצוי שהאלמנטים יהיו זהים כי אז החיבור שלהם יהיה יותר פשוט. פלדת הדריכה היא פלדה "מעולה" – משתמשים באלמנטים האלו בחוטים דקים / עבים בהתאם לגודל האלמנט.

$$\text{חוזק המתיחה הוא כ } \frac{18,000 \text{ kg}}{\text{cm}^2} \text{ (פי 5 מהרגיל).}$$

קרקע / ביסוס -

חקירת הקרקע -

הקרקע מתיבה לנו איך נבסס את המבנה, על מיקום המבנה, ייעודו ותכונותיו. בשלב ראשון נדרשת **חקירת קרקע** וידעת תכונות הקרקע ע"י מהנדס, תפקידי חקירת הקרקע זיהוי יסוד הקרקע, דגימת שכבת קרקע וחקירה מעבדתית של תכונותיה, קביעת עובי שכבות מי התהום ועומקן, וקביעת עומק מי התהום והשינויים החלים בעומק זה. ידיעת הנתונים האלו מאפשרת קביעת תסבולת הקרקע- כמה ניתן להעמיס עליה בלי לגרום נזק- ותכנון היסודות המתאימים. מטרת חקירת הקרקע היא להעלים את אי הודאות ולדעת את המרב כדי לבסס את המבנה בצורה אופטימלית. הקרקע עליה בונים היא גורם נתון. אסור שיהיה כשל בקרקע משום שקשה לתקן בניין בו קיים כשל בקרקע. בשטחים גדולים מאוד כמו תחנות כוח או תחנות רכבת ייעשו המון קידוחים ולעומת זאת בבית פרטי מספיקים שניים או שלושה קידוחים.

שני שלבים :

1. **ביצוע קידוחי ניסיון** – הדרך המקובלת לבדיקות, הקידוח עובר דרך השכבות השונות ואת עומקו קובע מומחה להנדסת קרקע. הקידוח נעשה בדרכים שונות לפי סוג הקרקע. בד"כ נעשה קידוח

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

בקוטר של כ – 10 ס"מ ובעומק של כ - 10 מטר לפחות, נעשים לפחות 2-3 קידוחים במבנה בסיסי למגורים קודחים ומוציאים מדגמים, המקדח מוציא מכל עומק מדגם שנבדק במעבדה. את החקירה מבצע יועץ קרקע שהוא מהנדס שהתמחותו חקירת קרקע, התכנון והבקרה נעשים לפי ת"י 253. בודקים איך הקרקע מגיבה למים (רטיבות), מה חוזקה, האם משנה נפח, בדיקת פלסטיות ועוד.

הבדיקה מחלקת את הקרקעות לשתי קבוצות לפי גודל גרגר הקרקע:

a. **קרקעות גסות גרגר** צורת הגרגר כדורית, עגולה, ככל שהחומר גס יותר גרגריו עגולים יותר ובמגע עם מים הם מחלחלים, ולכן קרקע זו חזקה יותר ותמיד נעדיף לבנות על קרקע גסת גרגר. דוגמאות לקרקעות גסות גרגר - אבן סלע, חול עם צרורות, חול גס (חול ים, "זיפזיף"), חול דק (חמרה חולית), חור חרסיתי (פחות מ 30% חרסית), הקרקעות הבהירות הן גסות גרגר.

b. **קרקעות דקות גרגר** צורת הגרגר מוארכת (כמו אורז). בסוג דקות הגרגר ככל שהגרגרים מוארכים יותר במגע עם מים הם נלכדים, אין חלחול של מים, קרקע זאת כולאת את המים, מה שאומר שיש שינוי נפח והקרקע לא חזקה. קרקע זו בעייתית יותר כי הקרקע משנה נפח ויוצרת סדקים שמשפיעים על הבניין, יש פתרונות לכל סוג קרקע. דוגמאות לקרקעות דקות גרגר: חרסית חולית (יותר מ 30% חרסית), חרסית, טין (קרקע פחות בעייתית מחרסית אשר בה יש גם גרגירים עגולים) ולס (חול מעורב עם טין). ככול שהחומר כהה מדובר בקרקעות דקות גרגר.

אופן הבדיקה –

מעבירים את החומר בנפות שונות כאשר יש מערכת שלמה של נפות בגדלים שונים, לוקחים את המדגמים האלו ומעבירים במערכת הנפות ומסננים את הדגימות וככול שמגיעים לנפות שהחורים שלהן מאוד דקות, קוטר הגרגירים קטן יותר. דוגמא - נפה 200 - קוטר 0.074 מילימטר, היא הנפה האמצעית כל מה שמסתנן מעליה יהיה קרקע גסה ומתחתיה קרקע דקה. הבדיקה היא ש אם יותר מ 50% עבר – אז זה קרקע דקת גרגר ואם יותר מ – 50% נשאר אז מדובר בקרקע גסת גרגר.

2. העמסת ניסיון – נעשית בעזרת מתקן מיוחד, המותקן באזור הבנייה. העמסת הניסיון מראה את

מידת שקיעות הקרקע בעומס מסוים. תחילה מעמיסים עומס קטן ואח"כ מגדילים את העומס בהדרגה, ובכל עומס נמדדת השקיעה. את תוצאות הניסוי מעבדים.

ביסוס

אלמנט השלד בשלב הראשון של הבנייה הוא שמוסר את העומסים לקרקע ומייצב את המבנה. סוג הקרקע משפיע מאוד על הביסוס (גם סוג המבנה אבל בעיקר סוג הקרקע). קרקע שלא משנה את נפחה במגע עם מים, אין החלשות/התנזלות של הקרקע – קרקע יציבה המכתיבה לביסוס רדוד. לפי המלצות יועץ הקרקע מתכננים את הביסוס.

2 סוגים עיקריים של ביסוס:

1. **ביסוס רדוד** - מפלס הביסוס דיי קרוב לפני השטח (1.5/2 מטר) : מרצפים, קירות מסד, פלטת יסוד, פלטת יסוד משותפת ודוברה- פירוט בהמשך.
2. **ביסוס עמוק**- מעבירים את העומסים לעומק האדמה, ביסוס בעומק פני השטח. כלונסאות.

ביסוס רדוד

מרצף-

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

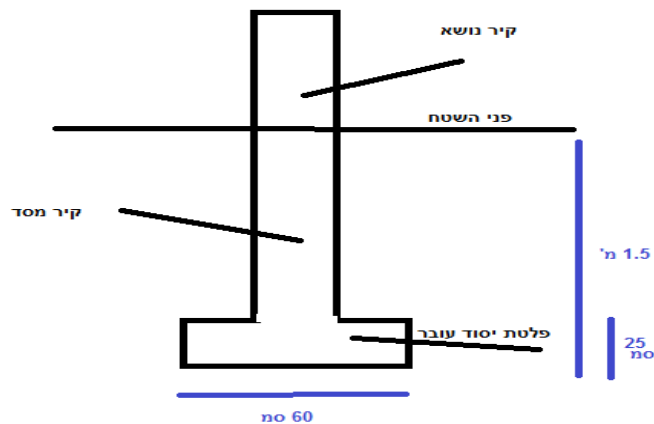
אלמנט פשוט, רצפת בטון על פני השטח, משטח המשמש ביסוס לסככה / מבנה חד קומתי קל, עומסים קלים מאוד, משטח בטון המשמש גם לביסוס, פשוט לביצוע. במשטח עצמו עושים החלשות מקומיות – חריצים יזומים, תפרי דמה, כדי שלא לקבל לאחר מכן סדקים ללא שליטה כתוצאה מהתכווצות והתפשטות וממאמצים. מנסרים חריץ על השטח, כל 4-5 מטר, ויוצרים החלשה כך שהסדק אם יהיה- הוא יהיה באותו החתך.

קורות מסד –

יסודות המתאימים לעומסים קלים. בקרקע עליה המבנה, עושים מערכת של קורות מסד שעליה יושב המבנה. קורות המסד יהיו איפה שעיקר העומס, היא נמצאת לכל אורך הקיר ומעבירה את העומס לקרקע. מדובר בקורות בגודל של 60 ס"מ על רוחב של 20-30 ס"מ. נוצרת מערכת של קורות התומכות אחת בשנייה, קל לבניה אבל אין עמידות לכוחות אופקיים- עומסים דינאמיים, רגיש להיפוך. הקורות נמצאות מתחת לאדמה, מאוד שכיח בגדרות.

יסוד עובר –

רצועת בטון מזוין הנמצאת מתחת לקירות הנושאים בבניין ותפקידו להעביר את העומס מהבניין לקרקע. זה למעשה שכלול של קורת מסד, קיר שהוא חלק משלד המבנה, נושא עומסים של הבניין (חדר מדרגות, קירות של חדרים מוגנים) ומעביר אותם לקרקע. היסוד העובר נמצא לכל אורך קיר, המשך הקיר הוא היסוד העובר והוא מסתיים בתחתית שלו בפלטה. מדובר בעומס קווי של כטון למטר, על הקיר פועל עומס רציף. מבחינת התפקוד של הקיר, הקרקע מפעילה התנגדות ומתקבלת כפיפה והזיון המחושב והעיקרי נמצא בחלק התחתון, שם המתיחה. בתחתית מיצרים בעצם כלוב שהוא יציב ליציקה. מדובר על עומק רדוד של כ 1.5 מטר ולפעמים פחות, וביסוד העובר מה שחשוב זה הרוחב, שהמינימום זה 60 ס"מ (גדל ככול שהעומס גדל).



דוגמא לחישוב יסוד עובר :

$P=30 \text{ t/m}$, מאמץ קרקע מותר $\delta = 1.8 \text{ kg} \frac{\square}{\text{cm}^2}$ – לחשב את רוחב היסוד העובר הדרוש. לפי הנוסחה

הנ"ל נחשב $\delta = \frac{P}{A}$ מאמץ קרקע מותר שווה לעומס הקיר חלקי שטח היסוד, נחלץ את ה A. ה-A הוא שטח שלמעשה מחשבים אותו לפי רוחב היסוד המעבר כפול מטר טיפוסי. נכפיל ב 10 בשלישית על מנת לעבור מטון לקילוגרם בנתונים, b הוא רוחב היסוד העובר, ונקבל:

$$A = \frac{P}{\delta} = \frac{30 * 10^3}{1.8 \text{ kg} \frac{\square}{\text{cm}^2}} = 1666 \square \text{CM}^2 = 100 * b$$

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

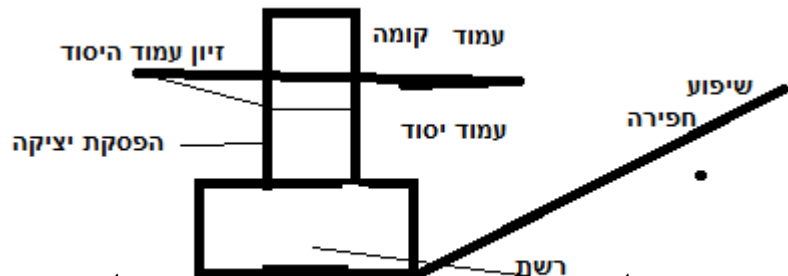
מכאן ש $b=166$ ס"מ ונעגל את זה ל 170 ס"מ (מעגלים לשם הביטחון כלפי מעלה) - רוחב היסוד הדרוש.
הכפלנו ב100 כי בחנו בעצם 1 מטר טיפוס (י)

מסד-

קיר מעל היסוד העובר בהיקף הבניין, יצוק בטון מזוין. תפ קידו להעביר את עומס הבניין ליסוד (חייב להיות קשיח, כדי למנוע שקיעות לא שוות) ולשמור על אדמת המילוי הנמצאת בתוך הבניין.

פלטת יסוד –

"אושייט יסוד", "אושיייה" - מדובר בפלטה תומכת עמוד כשהעמוד והפלטה הן שתי יציקות נפרדות. מדובר בעומס נקודתי שמועבר דרך העמוד ועד הקרקע. מהלחץ של האדמה נוצר כיפוף ולכן מציבים מוטות זיון. נדרשת קרקע יציבה לביסוס. לכל בסיס רדוד צריך פלטת יסוד שמתאימות רק לקרקע המתאימה לבסיס רדוד.



העומק בו נציב את פלטת היסוד יהיה לפחות מטר וחצי מתחת לאדמה. מדובר באלמנט שרגיש לשקיעות. תמיד ימוקם תחת קו צנרת המים. יש לדאוג ל מרחק מינימאלי בין פלטות סמוכות/שכנות או בין יסודות לקירות מרתף, ויש להתחשב בהפרשי גובה ביניהם. יש לדאוג שהפלטה תמוקם מתחת לפני המגרש המוגמר, מתחת לתשתיות קיימות ולפחות 30 ס"מ בתוך שכבת אדמה טבעית. את 30 הסנטימטרים הנוספים מעבר לחפירה למפלס המתוכנן יש לחפור באופן ידני בכדי להבטיח כי היסוד ישב על קרקע טבעית שמעולם לא נחפרה, כך ניתן לפתור הרבה בעיות עתידיות של כשל או שקיעה כלשהי. אדמה טבעית היא אדמה מהודקת. ניתן לקבל שקיעה של בין 1 ל 1.5 ס"מ לשנה במשך 20 – 25 שנים. גם רגישות לרטיבות הקרקע יכולה להאיץ את קצב השקיעה.

דוגמאות חישוב לפלטת יסוד:

פלטה ריבועית - אם העמוד עגול או ריבועי – בהכרח פלטת היסוד תהיה ריבועית, אם העמוד מלבני אך בין צלעותיו קיים הבדל קטן של עד 20 ס"מ בין האחד לשני- גם כאן הפלטה תהיה ריבועית
פלטה מלבנית - אם ההפרש גבוה יותר מ 20 ס"מ אזי הפלטה תהיה מלבנית .
פלטה ריבועית - נחשב לפי הנוסחה:

$$\delta = \frac{P}{A}$$

(מאמץ קרקע מותר שווה עומס חיזורי (P) לחלק לשטח תחתית פלטת היסוד (A)).

פלטה מלבנית - נחשב לפי הנוסחה:

$$d = \sqrt{A} + \frac{a-b}{2}$$

חישוב פלטה ריבועית - נתון:

קורס הנדסת בנין – טכניון
מרצה – שי פורמן

1. עמוד – 30/40 ס"מ

2. עומס – 80 טון (P)

3. מאמץ קרקע מותר – 2.2 ק"ג בס"מ מרובע

יש למצוא את מידות פלטת היסוד.

נציב בנוסחה ונקבל :

$$A = \frac{80 * 10^3}{2} * 2 = 36 \square 63 \text{ CM}^2$$

36,363 ס"מ בריבוע זה השטח ומאחר שיש לנו עמוד, בהכרח הפלטה תהיה ריבעית ולכן נוציא שורש ל – A.
כשהשטח מרובע הצלעות שוות. כעת נוציא שורש לשטח -

$$\sqrt{A} = \sqrt{36363} = 190 \text{ cm}$$

ומכאן שהמידות הן 190/190.

חישוב פלטה מלבנית - נתון:

• עמוד - 25/65 ס"מ

• עומס - 105 טון

• מאמץ קרקע מותר – 2.4 ק"ג בס"מ מרובע

יש למצוא את מידות פלטת היסוד.

נציב בנוסחה ונקבל :

$$A = \frac{105 * 10^3}{2} * 4 = 43 \square 50 \text{ CM}^2$$

ומכאן שמידות הפלטה הן 43750 ס"מ בריבוע, נחשב את צלע C ונחשב את צלע B

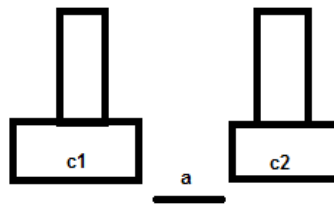
$$d = \sqrt{A} + \frac{a - b}{2} = \sqrt{43750} + \frac{65 - 25}{2} = 230 \text{ cm}$$

$$190 \text{ cm} = c = \sqrt{A} + \frac{a - b}{2} = \sqrt{43750} - \frac{65 - 25}{2}$$

לבדיקה (בקירוב) - $B * C = A$

חישוב מרחק מינימאלי בין פלטות (a)

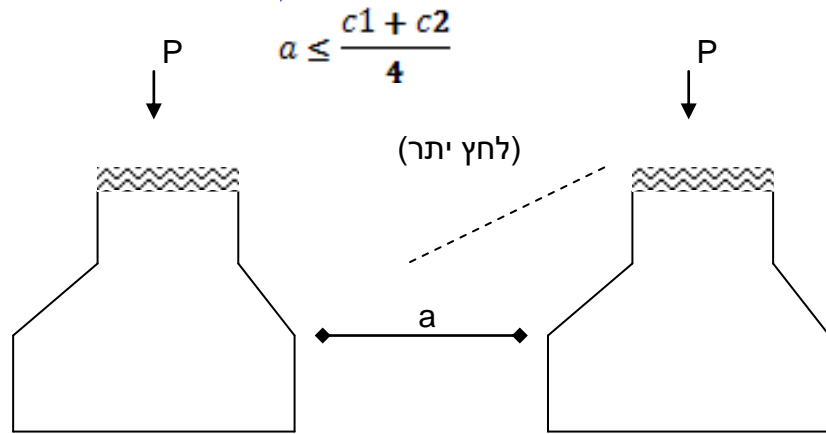
כשיש שתי פלטות יסוד, יש לשמור ולהקפיד על מרחק מינימאלי בין העמודים. כשהפלטות קרובות מידי יש אזור מסוים בו מוגבר הלחץ, המאמץ גדול כי מושפע משתי פלטות ואם לא בודקים את זה, ואזור מסוים נלחץ יותר מאחר, הפלטה יכולה לקבל סיבוב או לשקוע ויכולים להגרם בעיות גדולות בעתיד, ולכן יש לפרוס את העומס. התפשטות העומסים בקרקע. זה לא תמיד בשליטתנו.



המרחק צריך להיות לפחות אורך סכימת אורכי שתי הפלטות לחלק ל-4 במינימום - הנוסחה -

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

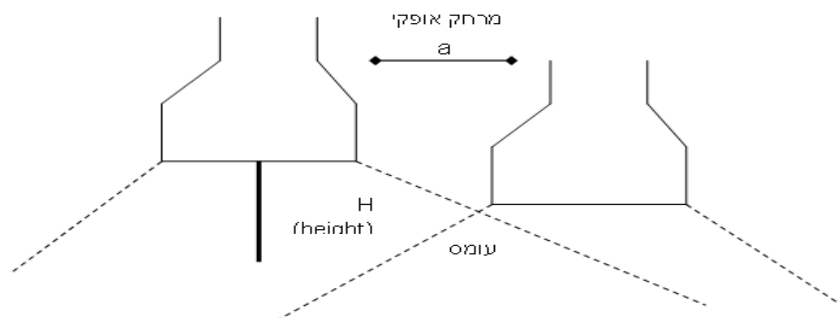


פתרונות למצבים בהם המרחק בין הפלטות קטן מידי –

- אפשר להפוך פלטה ריבועית למלבנית על מנת להאריך מרחק
- לעשות פלטה אחת שמשותפת לשתי עמודים
- אפשר לסובב את הפלטה

חישוב מרחק אופקי בין פלטות –

מודדים את $1c$ ומחלקים ל-2, מודדים את $2c$ מחלקים ל-2, ומחברים את a -



מרחק בין גבהים

בנייה על קרקע הררית / גבעה או כאשר בונים מרתף בצד אחד. כך נוצר מצב בו יש שתי פלטות יסוד בגבהים שונים ויש צורך ב ביסוס מדורג, לא באותו מפלס. ראשית נמדוד מהו המרחק המינימאלי (A) ואחר כך יש לחשב הפרשי גובה (H). סוג הקרקע הנתון והפרשי הגובה הנתונים יכתיבו לנו את המרחק הדרוש ובאיזה גובה נוכל להציב את הפלטות. ככל שהקרקע רכה יותר היחס בין הגובה למרחק האופקי גדול יותר, על כל מטר גובה צריך שלושה מטר אופקי וכל זאת בשל רמת העומס על הקרקע. יש לבדוק שלא נוצר לחץ על הקיר של המרתף ולכן יש להוריד את הפלטה מספיק נמוך בכדי שלא תפגע בקיר.

היחס בין a לבין הפרש הגובה H צריך להיות:

בחול קשה:

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

$$1:1 = \frac{a}{H}$$

כלומר לכל מטר שחופר ניתן ללכת אופקית מטר.

בחול דק:

$$3:1 = \frac{a}{H} = \frac{3}{1}$$

הפרש עומק מקבלים 3 מ"ר אופקי

אם נוצר מצב בו גם הקרקע גבוהה וגם הפלטות קרובות זו לזו אזי הפלטות עלולות להיפגע ולכן נדאג להפרש בין פלטות היסוד השונות.

דוג מאמצי קרקע בחישוב פלטת יסוד

שימוש במאמץ קרקע מדורג לחישוב פלטות יסוד – מצב בו קיימות שתי פלטות יסוד עם עומסים שונים כאשר המאמץ הגדול ביותר ניתן לפלטות עם העומסים הקטנים ביותר, ואת העומסים הגדולים ניתן למאמץ קרקע מופחת, במטרה למנוע שקיעות הבדליות בין פלטות יסוד. הסבר - בבניין יש עמודים שאין להם את אותו עומס, יש חלוקה של עמודים לפי קבוצות. את המאמץ המקסימאלי המותר ניתן לעמוד עם סוג העומס הקטן ביותר – השקיעה של כל פלטה תהיה שונה בגלל השינוי במאמץ על הקרקע, נוצר מצב של שקיעה דיפרנציאלית ולכן צריך לבצע דירוג מאמצים, בכדי להקטין את המאמץ צריך להגדיל את ה-A. כך נקבל מספר פלטות כשכל אחת מהן בגודל שונה ונפתור את בעיית השקיעה.

נתון: עומס קרקע מותר (σ) – 2.2 ק"ג לס"מ מרובע.

נצטרך לחשב את השטח (A) של פלטות היסוד – p לחלק ל a

$$8928 = A1 = \frac{250}{2} \cdot 8$$

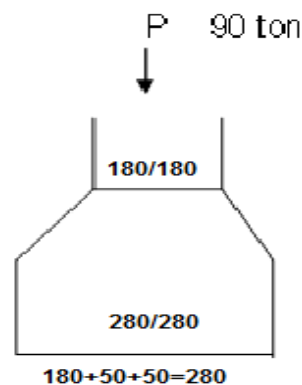
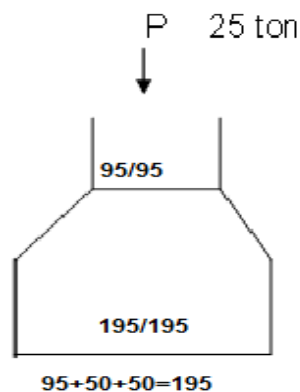
$$\sqrt{A} = \frac{95cm}{95cm}$$

הפלטה היא ריבועית ולכן נוציא שורש מ-A:

$$A1 = \frac{9000}{2} \cdot 8 = 32 \cdot 42 CM^2$$

$$\sqrt{A} = \frac{180cm}{180cm}$$

הפלטה היא ריבועית ולכן נוציא שורש מ-A:



קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

חישוב המאמץ שיהיה בעומק של חצי מטר:

$$\sigma = \frac{25000}{195 * 195} = 0.66 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

דוגמאות לעומסים מול מאמצים:

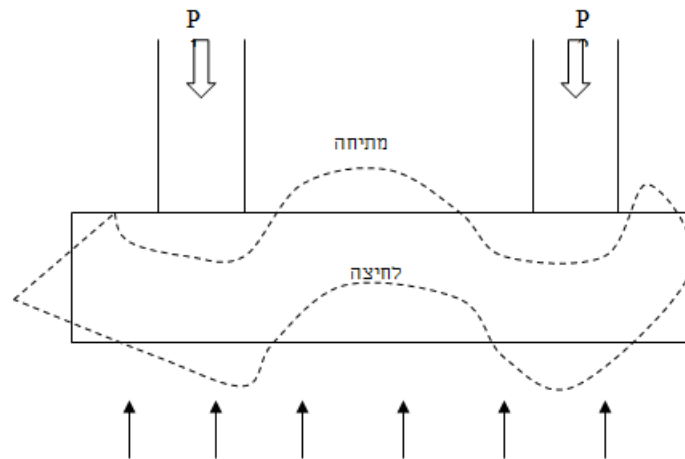
מאמץ	P עומס
2.6	100
2.65	80
2.7	60
2.75	40
2.8	20

פלטה משותפת –

כאשר לא ניתן להתגבר על מרחק מינימאלי קטן ניצור פלטה משותפת לשני העמודים, במקרה זה לא קיימת בעיית פלטות סמוכות.

פלטה משותפת מול פלטה "רגילה" –

1. בפלטה שבה יש עומס אחד נקודתי, יש זיון בחלק התחתון בלבד, בפלטה משותפת צריך זיון בחלק העליון בגלל שיש לחץ מתיחה בחלק העליון שזה זיון מחושב לפי הלחץ.
2. כשפלטה משותפת מתכופפת, בניגוד לפלטה יסוד רגילה, צורת הכפיפה נראת ככה:

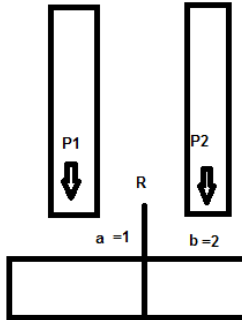
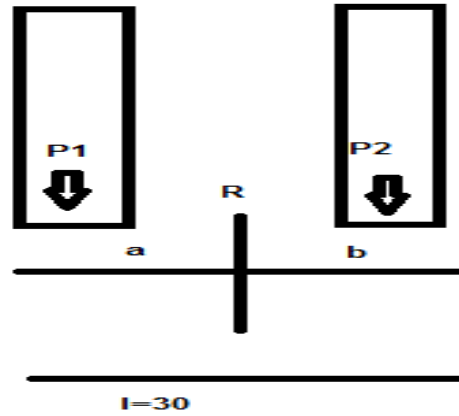


ביצד נקבע את מיקומה (מרכז) של הפלטה המשותפת?

מרכז הפלטה המשותפת צריכה להיות בין שני העמודים, שווי משקל בין שני העומסים. אם $P_1 = P_2$ הפלטה יכולה להיות באמצע, זהו מרכז הכובד שנקרא **שקול הכוחות R** שערכו הוא סה"כ הכוחות $p_1 + p_2$. העומס צריך להיות בשווי משקל כך ש $p_1 * a = p_2 * b$

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן



אך מה קורה אם $P1$ אינו שווה ל- $P2$?

מרכז הכובד קרוב יותר ל- $P1$

אם לדוגמא $p1=100\text{ton}$, $p2=50\text{ton}$, המרחק בין העמודים $L=30\text{m}$

$$100a=50b$$

$$100a=50(L-a)$$

$$100a=50 \cdot 3 - 50a$$

$$150a=150$$

$a=1$ מטר אחד.

המידות ינחו אותנו כיצד למקם את הפלטה, נציב אותה בהתאם למרחק בין העמודים ולעומסים, באופן שבו נמרכז את העומס, בעין זה יכול להראות כאילו שהפלטה ממוקמת "עקום" – בצד.

דוברה \ רפסודה

דוברה- יסוד גדול אחד המשותף לחלק או לכל עמודי המבנה שבנוי כפלטה אחת גדולה מתחת לכל הבניין, משטח רציף שמתאים לביסוס רדוד (סמוך לפני הקרקע) על קרקע יציבה.

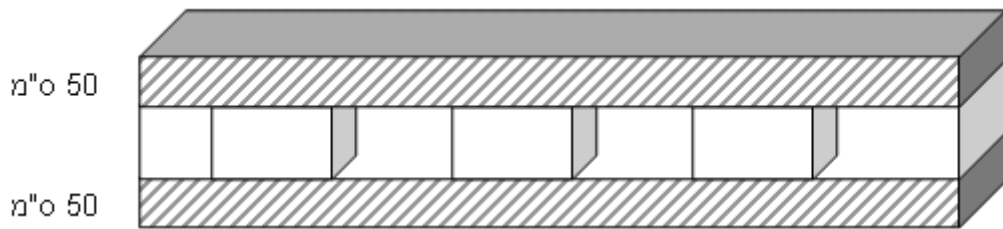
1. הקרקע הקיימת חייבת להתאים לביסוס. כל המבנה מבוסס על רפסודה בעובי אחד של כ- 60-50 ס"מ כמינימום. ביסוסים רדודים יותר רגישים לשקיעות.
2. נשתמש בדוברה כאשר ישנם הרבה אלמנטים קרובים שדורשים יצירת בסיס אחד. משתמשים בה כשהעומסים יחסית גדולים. נפוץ בבניינים שיש עומסים גבוהים כמו מגדלים.
3. מדובר באלמנט יקר, יש להשתמש בהמון חומר כמו בטון ומוטות זיון וכן צריך לעבוד ברציפות, לרוב מדובר בפיתרון לא כלכלי ולכן לא מבצעים אלא אם חייבים.
4. יכולה להיות פלטה עליונה ותחתונה או יכולה להיות פלטה אחת לכל השטח וניתן לשלב אף עם כלונסאות כפתרון של דוברה וכלונסאות ביחד (כך משתמשים בפחות כלונסאות).
5. פתרון של דוברה בא גם מהיבט של הימנעות מכניסה למי תהום (בעיית כלונסאות במקרה של מי תהום – יותר מסובך ויקר) כמו גם כמובן פתרון לביסוס רדוד.
6. את הדוברה מנצלים גם כך שהיא הרצפה התחתונה.

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן



חתך טיפוסי של דוברה:

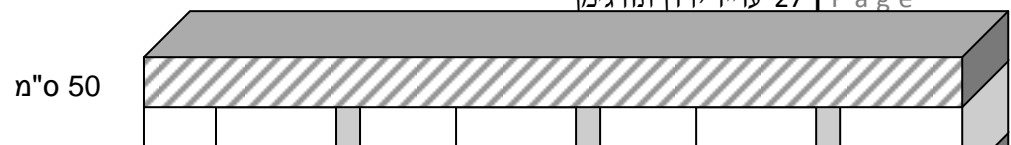


ביסוס עמוק –

כלונסאות

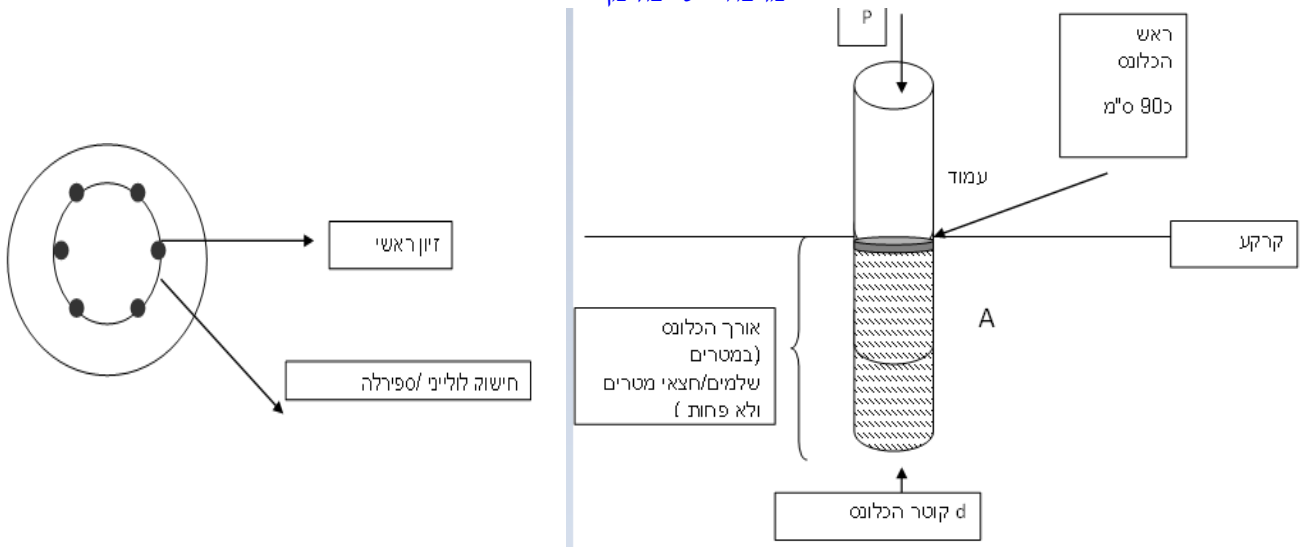
קידוח לעומק האדמה – יצירת יסודות עמוקים שהם עמודים בתוך האדמה המתאימים לקרקעות לא יציבות, ת"י 940 דן בעקרונות שיטת ביסוס זו. יש קרקעות בעייתיות ויש להתגבר על כך באמצעות העברת העומסים לקרקע, העברת עומסי הבניין ע"י חיכוך מעטפת הכלונס עם האדמה וע"י לחץ של תחתית הכלונס עם האדמה.

- בביסוס זה מתבצע קידוח לעומק האדמה ע"י מכונת קידוח בצורה עגולה. לקידוח מכניסים בטון מזוין, כולב זיון שמורכוז ממוטות זיון אשר מוקפים בחישוקים בקוטר של 40-50 ס"מ, מקבלים אלמנט עגול רציף בתוך הקרקע.
- חתך גלימת הבידוד – מעבר העומס ע"י הכלונס מועבר ע"י לחץ מגע וחיכוך.
- ניתן לבצע כלונסאות שהם יצוקים באתר או כלונסאות טרומיים שמובאים לאתר.



קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן



מאמצי מגע –

בד"כ מבצעים כאשר האדמה לא יציבה (אשר משנה את צורתה עקב רטיבות). בעומסים קטנים החלק העליון חשוף לרטיבות.

שני סוגי כלונסאות:

כלונס קצה- כלונס שמוסר את העומס לאדמה ע"י לחץ של תחתית הכלונס על האדמה, כאן מזניחים את עניין החיכוך ומתמקדים רק בלחץ. ה כלונס מוצב בקרקע שהשכבה העליונה שלה לא יציבה ומתחתיה נמצאת שכבה נושאת טובה לביצוע. כלונס זה מעביר את העומס רק בתחתית שלו, ע"י לחץ קצה. כשיש מילוי גרוע ורוצים לעבור אותו מתגברים על זה ע"י קידוח.

תסבולת כלונס קצה -

$$P = \sigma \cdot A$$

כאשר $A =$ שטח חתך הכלונס ולחץ קצה.

$$A \cdot \delta = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot \delta$$

דוגמא:

$D=80$ cm, (קוטר)

$L=9$ meter, (עומק)

$\sigma = 4$ kg/cm² (עומס קרקע מותר, מאמץ)

מכאן שהעומס המותר על תחתית הכלונס הוא

$$P = \frac{\pi \cdot 80^2}{4} \cdot 4 \text{ kg/cm}^2 = 20,106 \text{ kg} = 20 \text{ טון.}$$

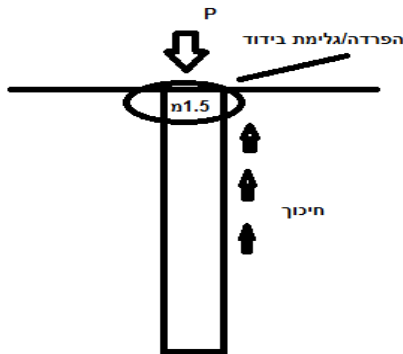
כלונס חיכוך (צף)-

כלונס המוצב בקרקע שמטרתו מאמץ חיכוך של מעטפת הכלונס עם הקרקע אשר מנוגד לכיוון העומס. את הכלונס הזה נציב בקרקע כזו שהשכבה העליונה של ה עמוקה ולא יציבה ולא ניתן להגיע לשכבה נושאת טובה, מדובר במצבים בהם האדמה גרועה ואפשר למסור את העומס לעומק האדמה רק ע"י חיכוך בין מעטפת הכלונס לקרקע ולא ע"י לחץ.

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

באדמה חרסיתית ישנם מים, ברטיבות הקרקע רוצה לשנות נפח, המים גורמים לדחיסה מה שיוצר מצבים של דחיקת הכלונס כלפי חוץ, יש לקחת בחשבון את האזור שקרוב לפני הקרקע שחשוף לרטיבות (נגר עילי, ממטרים..). בעומס קטן החיכוך משמעותי יותר מהעומס. יש לנטרל את החיכוך בחלק העליון ולשם כך יש צורך בבידוד שמורכב מבדי יוטה, פליז או פוליגל – חומר פלסטי שמוכנס בפן העליון בגובה של 1.5 מ"ר בד"כ. המים אינם מחלחלים כי זאת קרקע חרסיתית ולכן ממקמים את הבידוד רק למעלה. בעבר זה נעשה ע"י גלימת בידוד/הפרדה. בקידוח מצמידים למעטפת את גלימת הבידוד. זה מנטרל את כוחות התפיחה בחלק העליון שבעומסים קטנים יכולים לגרום נזק למבנה.



תסבולת של כלונס חיכוך:

L פעיל זה למעשה L פחות האורך של גלימת הבידוד 1.5 מ"ר

דוגמא מספרית:

גלימת בידוד: 1.5 מ"ר

כלונס: $D = 80 \text{ cm}$

אורך כלונס: $L = 9 \text{ m}$

מאמץ חיכוך: $\zeta = 0.28 \text{ kg/cm}^2$ (חיכוך)

$$P_{80} = \pi \cdot 80 \cdot (900 - 150) \times 0.28 = 52,778 \text{ kg}$$

יחס אורך לקוטר כלונס צריך להיות בתחום המותר: $20 < \frac{L}{D} < 12$. זה בד"כ יותר לכיוון ה-20.

$$\tau = \frac{0.3 \text{ kg}}{\text{cm}^2}, p = 100 \text{ ton}, \text{cm}90 = D = L$$

$$100 \cdot 10^3 = \pi \cdot 90 \cdot (L - 150) \cdot 0.3$$

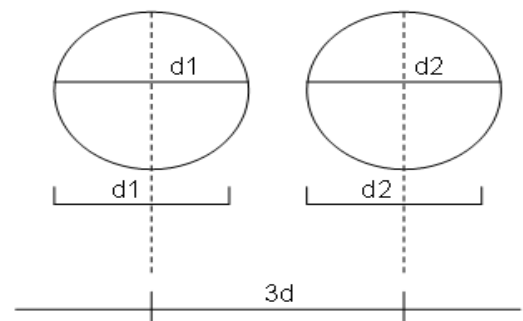
מכאן ש $L = 1330$ ס"מ כלומר כ-14 מטר.

$$\frac{L}{D} = \frac{14}{0.9} = 15$$

נבדוק אם היחס תקין: שזה עומד בתקן.

מרחק מינימום בין כלונסאות:

מינימום $3d$ שזה d (הגדול בין השניים) כדי להבטיח תסבולת.



אם הקטרים שונים, לוקחים קוטר ממוצע. אם אין אפשרות למרחק זה, מתחשבים בתסבולת כמופחתת (70%). ניתן לצמצם את המרחק

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

3D



$$2\pi D = \frac{\pi D}{2} + \frac{\pi D}{2} + 2X$$

והמינימום מרחק שווה ל $\frac{\pi D}{2} = 1.57X$

זיון כלונס-

שטח חתך מוטות הזיון AS במינימום צריך להיות 0.4% משטח חתך הכלונס AC.
קוטר זיון מינימלי – דרישות מינימום : 12 מ"מ קוטר ראשי המינימלי , 5 מספר מוטות מינימלי
דוגמא :

$$As = 0.004 \times \frac{80^2 \times \pi}{4} = 20.1 \text{ cm}^2$$

שטח כולל של מוטות זיון : $D=80$ ס"מ קוטר .

נתונה הטבלה הבאה :

מוטות	שטח חתך המוט
1Φ 12	1.13 cm ²
1Φ 14	1.54 cm ²
1Φ 16	2.01 cm ²
1Φ 18	2.54 cm ²
1Φ 20	3.14 cm ²

כמה מוטות 12 צריך ? כמה מוטות בקוטר 16 צריך ? כמות מוטות מינימאלי :

$$N_{\Phi 12} = \frac{20.1 \text{ cm}^2}{1.13 \text{ cm}^2} = 18 \Phi 12$$

18 מוטות ברזל בגודל 12

$$N_{\Phi 16} = \frac{20.1}{2} = 10 \Phi 16$$

10 מוטות ברזל בגודל 16

שיטות ביצוע קידוח לכלונסאות

1. כלונס יציקה באתר

2. כלונס טרום – כלונס מוחדר

בזמן הקידוח כשמוציאים את האדמה (הפרה של הקרקע) , צריך לדאוג שבמהלך הביצוע הקרקע תישאר יציבה ולא תתמוטט . עושים כלונס יציק במקרה של סכנת קריסת קרקע. בחדירת כלונס יש סכנה של התמוטטות הקרקע עקב אדמה לא יציבה (חול) או מי תהום.

השיטה היבשה-

השיטה הפשוטה ביותר, מקדח קודח וכל פעם שמתקדם מוציא אדמה החוצה, כך הקרקע יציבה והקידוח הוא נקי. מתאים למצב שאין מי תהום בעומק בו קודחים ושהקרקע היא קרקע יציבה, כבדה כמו חרסית. בחול למשל שהוא לא יציב, האדמה תתמוטט בזמן קידוח. אחרי הקידוח מודדים את האורך של הכלונס, את האנכיות שלו (שהוא במקום), מנוף למעשה מוריד את כלוב הזיון וממרכזים אותו. על כל מוט כזה יש גלגלים

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

ששומרים מרחק, דואגים שמוט הזיון יהיה במרחק מהקידוח. לאחר מכן יוצקים את הכלונס בעזרת משאבה עם צינור ארוך שיורד לתחתית ומתחילים לצקת מלמטה למעלה (לא זורקים את הבטון מלמעלה כי זה ייצור חוסר יציבות) קרוב לתבנית. זה הפתרון הכי זול מבחינת היזם.

שימוש בתמיסת בנטונוייט –

אבקה שחורה שהופכת לעיסה שבמגע עם מים הופך לחומר אטימה. הבנטונוייט נדבק לדופן הקידוח. כאשר בקידוח מגיעים למי תהום ורוצים למנוע התמוטטות בשל פריצות של מים, משתמשים ב בנטונוייט. מעבדה מוסמכת שבאתר בודקת את האיכות שלו לפי קריטריונים מסוימים. מדובר במצבים בהם נצטרך לייצב את הכלוב של הקידוח בכדי שהאדמה לא תתמוטט (כמו חול). מאחר ובתחתית היה בנטונוייט בד"כ לא נשתמש במאמץ מגע מסוג זה של הכלונסאות כי לרוב נשאר בנטונוייט. בשיטה זו קיבלנו אפשרות לקדוח דרך מים, דרך קרקע רוויה, בלי הסיכון של התמוטטות של הקרקע.

תהליך השימוש בבנטונוייט -

1. נכנסים לשכבת מי התהום בכדי לקיים קידוח יציב, מזרימים ושואבים את התמיסה שוב ושוב בזמן הקידוח (סוג של מחזור החומר) ודואגים שמפלס הבנטונוייט יהיה מעל מפלס המקדח.
2. לאחר הקידוח הבנטונוייט נדבק ל כל דפנות הקידוח ויוצר שכבה מעטפת אטומה ויציבה. המערכת שמזרימה את התמיסה כל הזמן של הקידוח היא מערכת של משאבות, צינור מזרים לתוך הקידוח, ומערכת ששואבת את החומר מנפה אותו ובודקת את איכותו, ומחדשת אותו לשימוש חוזר.
3. כעת, כשכל דפנות הקידוח עטופות בבנטונוייט, מ שחילים את כלוב הזיון ומורידים את צינור המשאבה ויוצקים את הבטון. המשקל המרחבי של הבטון גדול בהרבה מהבנטונוייט ושארית הבנטונוייט שנשאר ("פקק") בתחתית נדחף ע"י הבטון כלפי מעלה עד שיוצא. צריך לצקת מספיק בטון כל שכל השאריות יצאו החוצה. לפני בניית ראש הכלונס אחרי שהבטון יבש מורידים את השטח העליון לוודא שלא נשאר בנטונוייט כי זה חומר חלש, ואז משלימים את ראש הכלונס.

שיטת CFA כלונסאות בקידוח מקדח חזלוני

מקדח בצורה של בורג בו יש צינורות דרכם מזרימים את הבטון, חומר הקידוח יוצא בצורה ספיראלית החוצה. מתחרה בשיטת הבנטונוייט וזול מהבנטונוייט, שיטה שכחה כיום ומהירה.

1. פתרון לשימוש באדמה חולית, קידוח בחול בזמן שמירת יציבות בקידוח. כשהמקדח קודח החול יוצא כלפי מעלה ובסוף מתקבל חור שבתוכו מקדח,
2. אמצע המקדח הוא למעשה צינור שדרכו מזרימים בטון, תוך כדי שמזרימים בטון מוציאים את המקדח לאט לאט. לאחר מכן צריך להחדיר את כלוב הזיון מהר לתוך הקידוח שמלא בבטון הרטוב. לבטון נותנים מעכב שלא יתקשה מהר, וכלוב הזיון הוא מוקשח יותר, ברזלים בקוטר גדול יותר. זה צריך להיעשות כמה שיותר מהר כי אחרת הבטון מתקשה.
3. אם אפשר לעשות שיטה יבשה אז עושים כי מקדח חזלוני יקר יותר. צריך להכניס למעשה את כלוב הזיון ולצקת בטון אבל אם נוציא את המקדח הכול יתמוטט.

מיקרופייל –

זהו מקדח חזק שחודר וקודח לתוך הסלע ומבסס. בכלונס בקוטר קטן של בין 20 ל 45 ס"מ באורך קטן של 6-8 מטר. נעשה רק בקרקע קשה, בסלעים. התסבולת היא לא גדולה לכלונס בודד ולכן יש כמה לכל עמוד. תופסים את המילוי ועושים ביסוס רדוד. בקרקע שהיא סלעית וצרכים לעשות בה פלטת יסוד, למעשה צריך להביא מכשיר שיחצוב בסלע וזה יקר וארוך. יש אפשרות למעשה במקום זה לקדוח בתוך סלע כלונס. כלונס חיכוך הרבה יותר אפקטיבי.

כלונס מוכן שמגיע לאתר ומחדירים אותו ע"י דפיקות/מכות פטיש. זה אופייני בעיקר במקומות של מים, ששיטות הקידוח והגישה מסובכות, באזורים ימיים בעומקים של 8-10 מ"ר ולא יותר, אופייני במקומות בהם העומסים לא גדולים, אדמה רכה וכשאינן גישה (ליד נחלים). מדובר שיטה אמינה, דומה לדפיקת מסמר. העומס האמיתי זה הדופק שמחדירים אותו, ככה בודקים למעשה את היכולת שלו, את התסבולת שלו. הקוטר של הכלונסאות האלו הוא קטן 20-30 ס"מ.

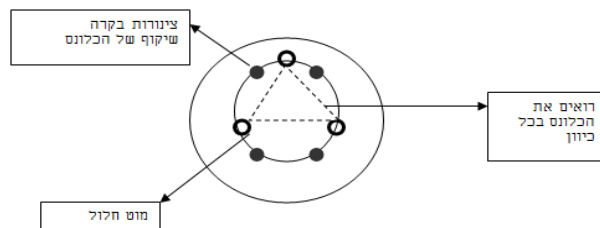
כלונסאות – בדיקות בקרה – בדיקות אל הרס לכלונסאות

כשמבצעים קידוח באדמה ומכניסים את גוף הזיון פנימה ומאחר וזה לא נראה על פני האדמה, יש לעשות בקרת איכות- עושים בדיקות בקרה, בדיקות אל הרס, בדיקות לא הורסות, על מנת לראות שהכלונס תקין, רציף, צפוף, איכותי ושבוצע בקוטר והאורך שרצינו.

סוגי בדיקות:

a בדיקה סונית – בדיקה פשוטה ולא יקרה, שמתבצעת ע"י מכון בקרה, נותנים מכת פטיש שמריצה גל קול מלמעלה ובוחנים את ההחזרה של אותו גל קול. לא בודקת את איכות החומר אלא את הרציפות והאורך. אם הכלונס תקין צריך לקבל את ההחזרה בקצה הכלונס. בכל כלונס חובה לבצע את הבדיקה הזו זה המינימום שעושים כדי לאשר את הכלונסאות. יש לבדיקה סטייה של 10% והקודחים לוקחים זאת בחשבון.

b בדיקה אולטרה סונית - בדיקה יקרה יותר ש נעשית בכלונסאות בקוטר של מ 90 ס"מ ומעלה ובאופן מדגמי. זו בדיקה יותר מעמיקה, סוג של שיקוף – העברת תמונה ע"י גלי הקול. מצרפים לכלוב הזיון צינורות בקרה פנימה. אחרי שהבטון התקשה (+7 ימים) מעבירים מכשירים דרך הצינורות האלו, מתקבל תצלום של הכלונס בחתכים שונים ואם ישנה בעיה ניתן לזהות אותה, את הכשל ואיפה נמצא. אם יש כשל, יש צינורית שיורדת וחורצת את צינור הבקרה ומכניסים דייס (מי צמנט) שהופך לבטון שממלא ומתקן את הכשל, זו שיטה לתקן את הכלונס ולא להרוס אותו בשל כשל.



קשה להכניס כלוב ברזל עם צינורות בקרה לקידוח מלא בטון, זה נעשה אך מסובך יותר. לא ניתן לבצע בדיקה אולטרה סונית בשיטת CFA בגלל שבעייתי להחדיר מוט חלול, ואז מסתפקים בבדיקה הסונית.

c קידוחי גלעין – בדיקת דגימה - בדיקה מחמירה שבאה לאחר בדיקה סונית ולאחר בדיקה אולטרה סונית, יקרה יחסית, נעשה במקרים בהם יש ספק בכלונס הבעייתי ולא יודעים אם יש כשל אך הכלונס יקר, בקוטר גדול, ולא רוצים להרוס. קודחים ומוציאים דגימה לכל אורך

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

הכלונס, קידוחי גליל, מסדרים את הקידוחים האלו בתיבה ולוקחים את זה למעבדה שבוחנת את חוזק הבטון בלחיצה.

גורמים המשפיעים על בחירת הביסוס

- סוג הקרקע – אם הקרקע יציבה או משנה את נפחה (לא יציבה)
 - עומק השכבה היציבה (עמוק מידי או רדוד)
 - סוג המבנה (עומסים קלים או כבדים). אם האדמה יציבה, לפעמים עדיף לבצע כלונס אפילו אם הקרקע יציבה. מבנים עם מעט עמודים והרבה עומסים.
- d** זמן ביצוע כלונס יותר מהר מהביסוס הרדוד למרות שביסוס רדוד יותר זול.
- e** שיטת בניית השלד – אם השלד בנוי מעמודים או קירות (במקרה של קיר נישא – דוברה).
- f** שיפוע פני קרקע / הפרשים בין יסודות לקירות – שיפוע עד 15% או מעל 15% - שינוי. מעל שיפוע של 15% עדיף כלונס. בעייתי לעשות ביסוס רדוד בגלל יותר מידי חפירות וכו'. אין מצב שעושים בסיס רדוד על מילוי.

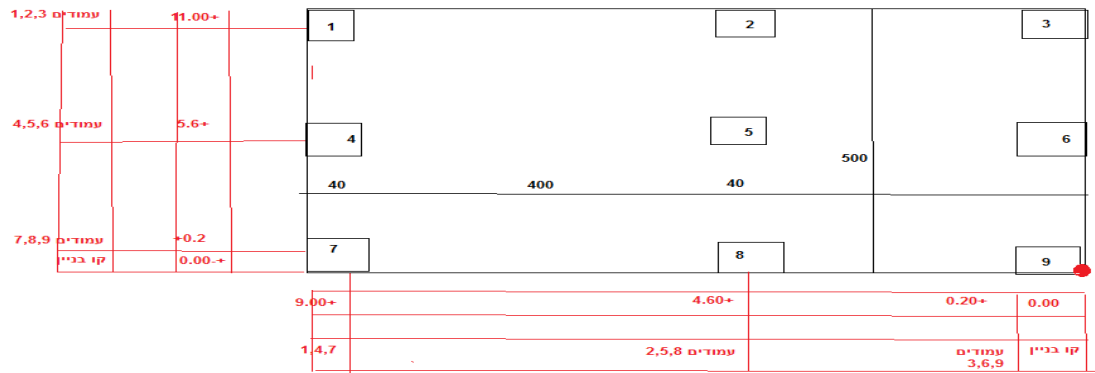
תכנית יסודות / מתווה יסודות

תכנית היסודות היא חלק מתכניות השלד, בעזרתה נמקם את יסודות הבניין (מרכז עמוד/פלטת יסוד/כלונס) ביחס לנקודה ידועה וקבועה אחת בבניין וזאת בכדי למנוע טעויות מצטברות. הנקודה הידועה חייבת להיות קבועה, יכולה להיות שרירותית, יכולה להיות פיר מעלית/חדר מדרגות/קו בנין.

דוגמה –

במבנה 9 עמודים, למרכז כל עמוד יש קואורדינאטות בציר X ו-Y ביחס לנקודה אחת ידועה שהיא הפינה הימנית התחתונה. בשלב ראשון מסמנים את קו הבניין ואת היסודות, ומחשבים את הקו אורדינאטות של מרכז כל עמוד. דוגמא נוספת בספר עמ' 97.

קורס הנדסת בנין – טכניון
מרצה – שי פורמן



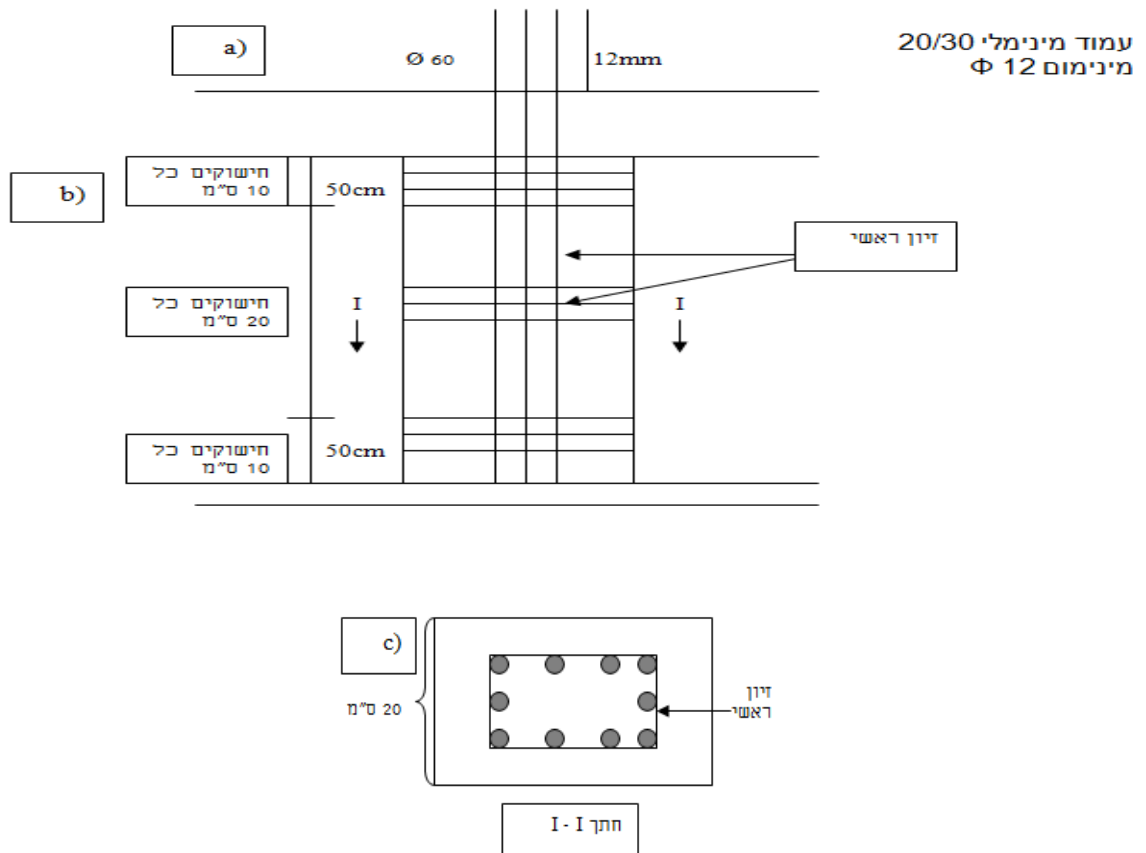
עמודים -

עמוד הוא אלמנט שתפקידו לשאת בעומס, להעביר עומסים אנכיים וורטיקאליים ולכן נתון לחץ ולסכנת קריסה. סכנת הקריסה מלווה בכפיפת העמוד.

גורמי קריסה -

- צורת החתך של העמוד - עגול - אידיאלי, לחץ שווה, ריבועי - בסדר ב- 2 כיוונים, מלבני - אין לחץ שווה. חלק יותר חלש.
- גובה - ככל שהעמוד גבוה וארוך יותר כך סכנת הקריסה תחת עומס קטן גדולה יותר.
- החומר ממנו עשוי העמוד - ב' 30 לעומת ב' 40 (ב- ב' 40 התסבולת יותר גבוהה)

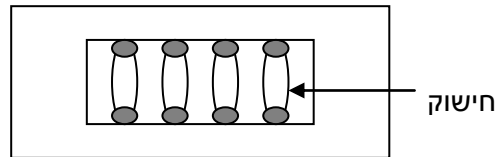
עמוד טיפוסי -



קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

1. השטח שבולט צריך להיות לפחות $60 \times X$ קוטר המוט. העמוד תמיד יבלוט החוצה כלפי מעלה בכדי לבצע זיון גם בקומה העליונה.
2. חישובים - תפקידם למנוע קריסה – סוגר ים את העמוד, בתקרה וברצפה (ככול שקרובים לסמכים) כמות החישובים תגדל. החישוב הוא חישוב סגור שתפקידו לייצר את כלוב הזיון בשלב היציקה ולקבל את הכוחות האופקיים. החישוב עוטף את מוטות הזיון ו מכוסה ע"י בטון בעובי של מינימום 2 ס"מ ועד 5 ס"מ.
3. **כל ברזל שני בעמוד צריך להיות תפוס בפינה של חישוב**, זה נעשה ע"י שימוש באביזר בשם "קלמרה" או ע"י שימוש בחישובים קטנים. **במבחן: נתון עמוד ויש לסדר את החישובים / נותנים מידה וצריך לבחור- לזכור שכל מוט שני צריך להיות תפוס.**
3. מידה מינימאלית – רוחב עמוד 20 ס"מ (מינימום שטח עמוד – חתך 600 cm^2 20/30 או שניתן לעשות 25 ס"מ \times 25 ס"מ (אך לא פחות מ- 600 cm^2)
4. כל ברזל שני חייב להיות תפוס עם חישוב



- בחלקו התחתון של כל עמוד יהיה ביסוס. על הביסוס (הכלונס/יסוד אחר) יהיו קוצים בולטים שעולים מעלה עם כיוון העמוד. החלק שמתחבר לביסוס הוא עמוד יסוד והוא צריך להיות בגובה נמוך יחסית ועבה ככול הניתן, אלו קומות בהן הבניין מחובר ליסוד וזה מקום רגיש ברעידות אדמה.
- גובה קומה טיפוסי 3 מטר.

מידות

- 1 מידה מינימאלית של עמוד היא רוחב של 20 ס"מ
- 2 שטח העמוד המינימאלי הוא 600 ס"מ בריבוע
- 3 זיון ראשי יעשה במוטות של מינימום 12 ס"מ
- 4 המרחק בין המוטות יהיה 30 ס"מ במקסימום
- 5 שטח חתך מוטות הזיון הראשי (AS) צריך להיות לפחות 1% משטח העמוד (AC) - $AS=0.01*AC$

דוגמא:

נתון עמוד של 20×30

בשלב ראשון נבדוק מהו שטח חתך מוטות הזיון הראשי –

$$AC=20*30$$

$$AC=600$$

$$AS=0.01*600$$

$$AS=6$$

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

בשלב שני נבדוק בכמה מוטות נשתמש -

מספר מוטות מינימאלי בעמוד מרובע – 4

מספר מוטות מינימאלי בעמוד עגול – 5

כלומר המינימום הנדרש פה הוא 4 מוטות .

$$6/4=1.5\text{cm}^2$$

בשלב שלישי נבדוק באילו מוטות להשתמש -

נתון שברזל 1 בקוטר = 1.13 סמ"ר, בקוטר 14 = 1.54 סמ"ר, של 16- 2.01 סמ"ר

כלומר: או 4 מוטות של 14 -

$$4*1.54=6.16$$

או 6 מוטות של 12 -

$$6*1.13=6.78$$

קורות

תפקיד הקורה הוא להעביר את העומס המופעל עליהן מן התקרה לעמודים או לקירות נושאים. מדובר באלמנט אופקי שמתייחסים אליו כאלמנט קווי הנשען על עמודים או קירות. בגלל העומס הקורה מתכופפת ונוצרים בה כוחות גזירה ומומנטי כפיפה.

ארבעה סוגים של קורות

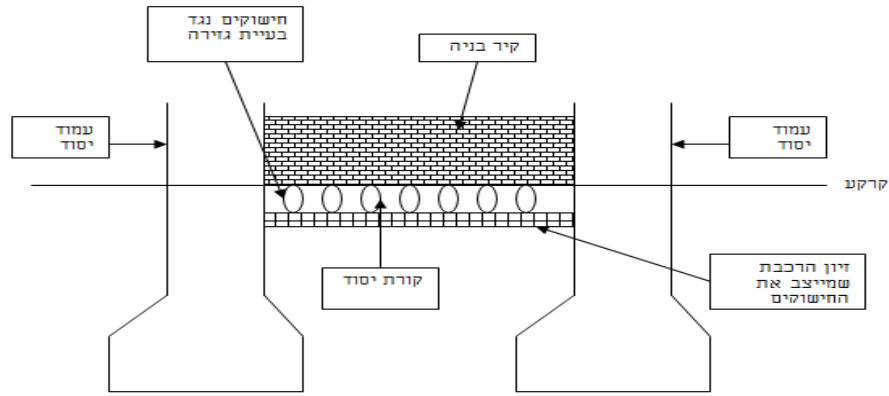
קורות בדלות

- **חגורות** – אלמנט דומה לקורה אך בעל חתך קטן. קורה בחתך הבניין, תפקיד החגורה לייצב את הקיר נגד כוחות אופקיים, עובייה כעובי הקיר וגובהה 20 ס"מ. חגורה נמצאת מעל הפתח אם זו דלת וגם מתחת אם זה חלון (ואז המשקל של הבלוקים עובר על החגורה). תפקיד החגורה לקשר את חלקי הבניין למיניהם זה אל זה ולחזק אותם ולהקנות למבנה עמידות בפני כוחות אופקיים.
- **קורות יסוד / קורות קשר** – קורות הממוקמות מתחת לפני הקרקע (לפחות 30 ס"מ), ומקשרות בין שני עמודי יסוד. כיסוי הקורה ומוטות הזיון ייעשה ע"י בטון ובעובי של 5 ס"מ. זאת במקרה והרצפה היא **רצפה צפה**. הקורה היא חלק מהרצפה או מתחת לקיר. על הקורה ממוקמים חישוקים כאשר במרכז הקורה מספר מינימאלי של חישוקים ובצד ליד נקי הסמך כמות גדולה וזאת בשל הגזירה והלחיצה.

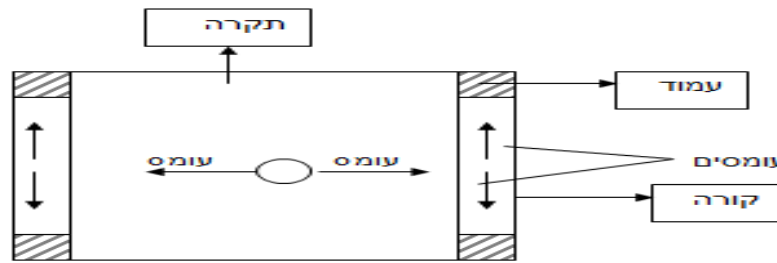
מטרות קורות היסוד –

- לשאת את עומס הקיר ולהעבירו לעמודי היסוד
- להקשיח את הבניין לכוחות אופקיים (רעידות אדמה)
- לשמור על המילוי בתוך הבניין (כשהמילוי גבוה נוצרות קורות גבוהות המשמשות כמבנה תומך).
- כשהרצפה היא רצפה תלויה יוצקים מעל עמודי היסוד תקרה תלויה עם קורות יסוד שתפקידן לשאת את עומס ה רצפה ולהעבירו לעמודי היסוד, לשאת את עומס הקיר שמעל הקורה ולהעבירו לעמודי היסוד ולהקשיח את הבניין לכוחות אופקיים

קורס הנדסת בנין – טכניון
מרצה – שי פורמן



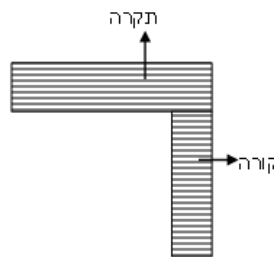
- **קורות תקרה -** קורות הבטון המזיין נשענות על עמודים או קירות נושאים או קורות ראשיות. מקובל לצקת את הקורות והתקרה ביחד. קורת התקרה נושאת את עומסי התקרה אשר זורמים ועוברים דרכה וממנה לסמכים, לעמודים.



תקרה – מבט על

קיימים 3 סוגים של קורות תקרה :

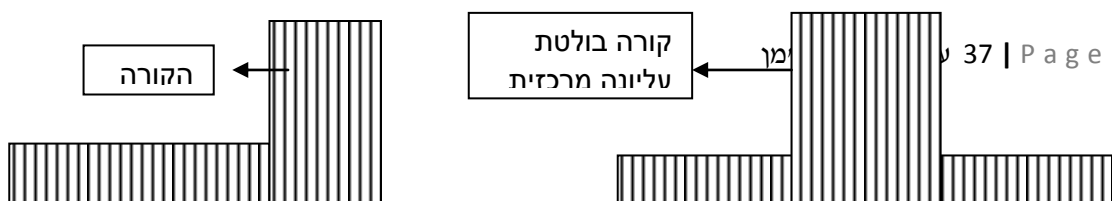
a. **קורה בולטת תחתונה** - קורה אשר מאפשרת לנו לצמצם את עובי התקרה, מאחר והתקרה כיביכול יושבת על נקודות סמך מלבד העמודים. קורה זו עדיפה מאשר קורה עליונה מאחר וכאשר קיים לחץ, אזור התקרה משתתף בלחץ ורוחב הקורה מוגבל בעובי, הלחץ מופעל גם על הקורה וגם על העמוד, בנוסף קורות כאלו יותר כלכליות ויותר נוח להשתמש בהן מבחינה תכנונית. אזור הלחיצה של קורה בולטת תחתונה משתתפת בעומס.



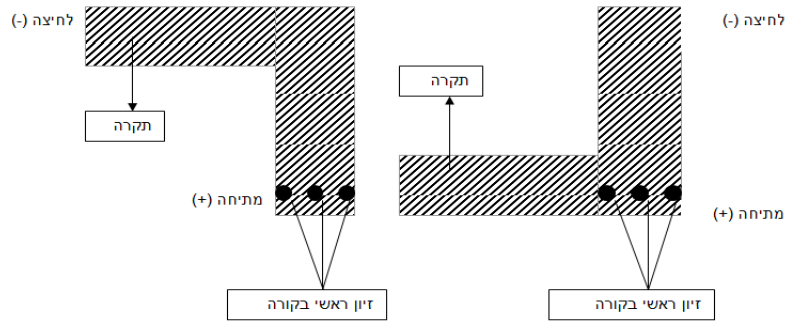
b. **קורה בולטת עליונה** - משמשת בד"כ לגג עליון או לתוך חלל. למעשה יציקת קורה זו היא סוג של אילוץ. כמו כן אנו מגבילים את הקורה בחלק העליון. בד"כ נעשה כשפה, מעקה וגם במצבים בהם לא ניתן לתכנן קורה בולטת תחתונה. בקורה זו הלחץ מופעל רק על הקורה והעמוד אינו משתתף בלחץ כמו בקורה הבולטת התחתונה.

חתך קורה בולטת עליונה

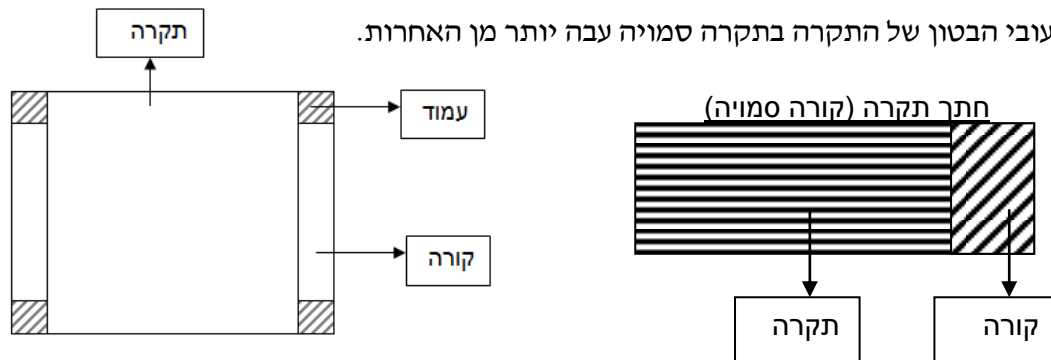
חתך הקורה



הבדלי עומסים בין קורה בולטת עליונה ובולטת תחתונה :



c. **קורה סמויה** – קורה זו בעובי התקרה ומהווה חלק אינטגרלי מהתקרה, לא ניתן להבדיל בהפרש גובה. נעשה לרוב למגורים לטובת מקסימום גמישות או בבתי חולים מבחינה תפקודית ומבחינה אדריכלית (קורות בולטות מקשות על שינויים אדריכליים לאחר מכן). עובי הבטון של התקרה בתקרה סמויה עבה יותר מן האחרות.

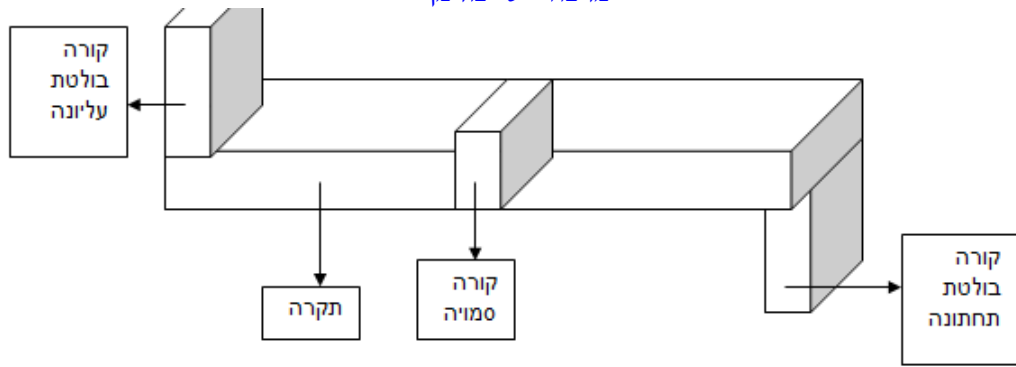


הערות כלליות לשלושת קורות התקרה

- קורות תמיד בין נקודות תמיכה
- קורות תחתונות יוצקים עם התקרה
- קורות עליונות יוצקים עם רצפה, אבל אפשר גם בנפרד
- קורות סמויות תמיד עם התקרה

חתך שלושת קורות התקרה בתקרה אחת :

קורס הנדסת בנין – טכניון
מרצה – שי פורמן



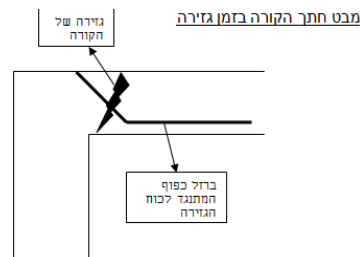
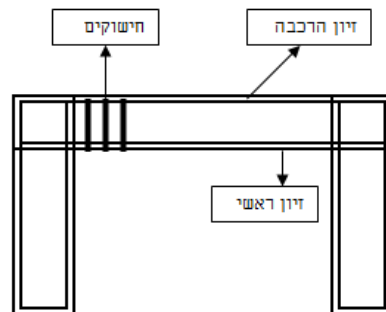
זיון הקורה

זיון הרכבה הינו זיון עזר לייצור כלוב הזיון זיון זה נוצר מהרכבת חישוקים , ככול שמתקרבים לסמך, החישוקים סמוכים יותר. בעבר היו משתמשים בהרבה מוטות.

חישוק הינו מוט אחד בעל כיפוף (היוצרים צורה של חישוק) אשר עוטף את הקורה, תפקיד החישוק הינו לקשור בין האזור המתוח של הקורה לאזור הלחץ על מנת לקבל אלמנט אחד וכמו כן להתנגד לכוחות הגזירה והפיתול. החישוקים עוטפים את כל זיון ההרכבה והזיון הראשי. מוטות ההרכב העוזרים להרכיב את הכלוב.

החישוק עטוף בבטון בעובי של כ - 2 ס"מ (מתחת לאדמה הבטון עוטף בעובי של כ - 5 ס"מ. על מנת לחשב את גודל העיגון של החישוק נכפיל את קוטר החישוק ב - 10 ונפחית 2 ס"מ מכל צד (2 הס"מ של הבטון) הקוטר הוא במ"מ ולכן מכפילים ב - 10 בכדי להגיע לס"מ.

אם הקוטר הוא של 8 מ"מ אז נכפיל ב - 10 = 8 ס"מ, החישוק עטוף בבטון בעובי של 2 ס"מ ולכן נפחית 2 ס"מ מכל צד, קיבלנו עיגון של 4 ס"מ.

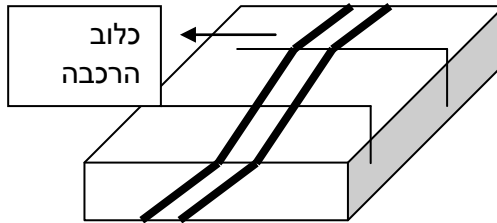


ברזל 1 - הרכבה או מונטז, המחזיק את כלוב הזיון
ברזלים 2 + 3 - ברזל מחושב עיקרי למנוע גזירה
ברזל 4 - זיון ראשי

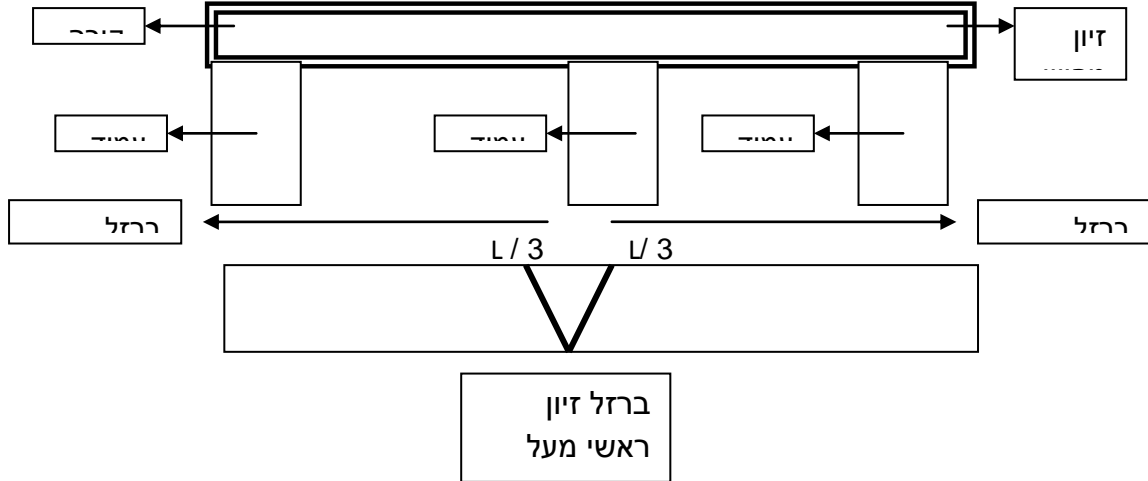
קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

חישובים נמצאים בקצוות (בנקודות הסמך) בפסיעות של 10 ס"מ ובמרכז הקורה בפסיעות של 20 : 30 ס"מ. היום לא נעשה שימוש רב במוטות (2 + 3) ולכן מרבים להוסיף מספר חישובים נוסף על מנת למנוע גזירה.



דוגמא לכללים לסידור מוטות הזיון בקורות:



H = גובה הקורה = L/10 H (בערך) = L = מפתח בין העמודים

נחשב מוט זיון (ברזל הרכבה) עליון ממרכז העמוד ועד 1/3 הדרך. מוט זיון (ברזל הרכבה) תחתון יהיה רצוף. יש מוטות זיון תחתונים ומוטות זיון עליונים, יש אפשרות להניח מספר מוטות עליונים (עם מגבלת ה- 1/3) ומספר מוטות תחתונים אשר יהיו רצופים ובאותו אורך.

$$\delta = K \frac{Q * L^4}{E * I}$$

שקיעה של קורה -

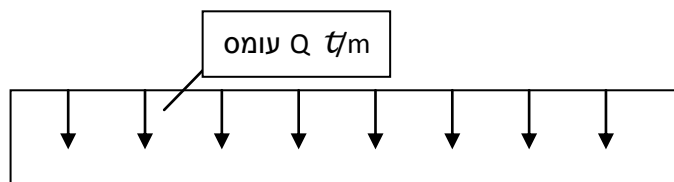
δ = שקיעה (של קורה) =

K = מקדם שתלוי בתנאי הקצה של הקורה (ז"א היכן ממוקמת נקודת הסמך ביחס לכלל הקורה), איך האלמנט תפוס בקצוות (

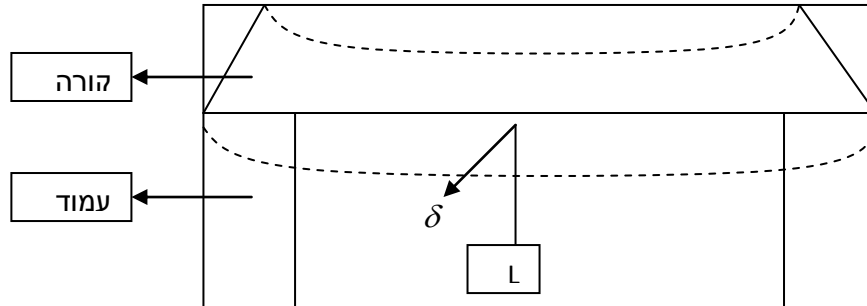
Q = העומס על העמודים (נמדד בטון למטר) - ככל שהעומס (Q) גדול יותר השקיעה (δ) תהיה גדולה יותר. L^4 = המפתח בין העמודים או בין נקודות תמיכה (מחושב ברביעית). ככול שהמפתח (L) גדול יותר השקיעה (δ) תהיה גדולה יותר.

E = מודול אלסטיות - תכונה של החומר ממנה עשוי החומר של האלמנט, חוזק או יכולת להתנגד לכוחות או מאמצים שפועלים עליו. ככל שהחומר קשיח וחזק יותר מודול האלסטיות (E) גדול יותר וככל שמודול האלסטיות (E) גדול יותר השקיעה (δ) תהיה גדולה יותר.

I = מומנט האינרציה. תכונה גיאומטרית של החתך. ככל שהחתך בעל ממדים גדולים יותר, כך מומנט האינרציה גדול יותר ולהפך - ככול ש Q גדול יותר אז השקיעה גדולה יותר.

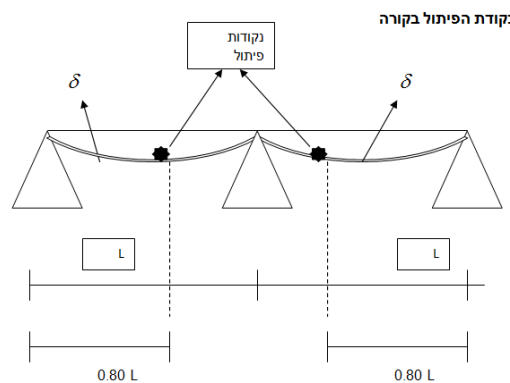


קורה עם שני סמכים - כפיפה מנקודה לנקודה

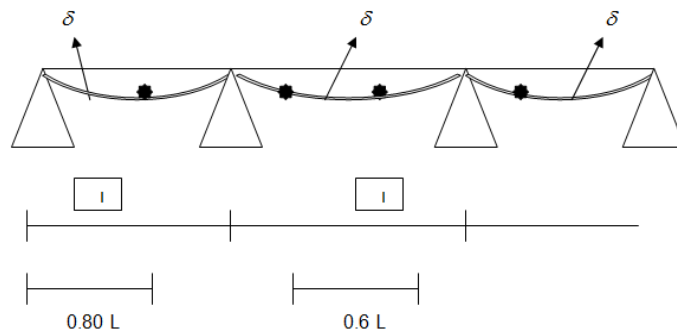


נקודת הפיתול בקורה –

קורה מתמשכת – כשיש כפיפה הכפיפה יוצרת פיתול שבגללו המפתח קטן. מצב זה יוצר קשיחות וכך מתקבל אלמנט יותר קשיח. ברגע שיש פיתול נוצר מצב שנקרא ריתום בו הסמכים רותמים את הקורה וכך בעצם מחזקים אותה.
קורה אחת הממוקמת בין שלושה סמכים - נקודת הפיתול מתקיימת במרחק (L) של 0.8 וזה אומר שהקורה מתפקדת רק ב- 80%. זאת הסיבה השקיעה תהיה קטנה יותר (כאילו שהקורה קצרה יותר).



קורה אחת הממוקמת בין ארבעה סמכים – נוצר מצב בו חלק מהקורה נמצא בין שני סמכים (עם המשך לכל צד) אזי אורך הקורה (L) מצטמצם ל- 0.6.

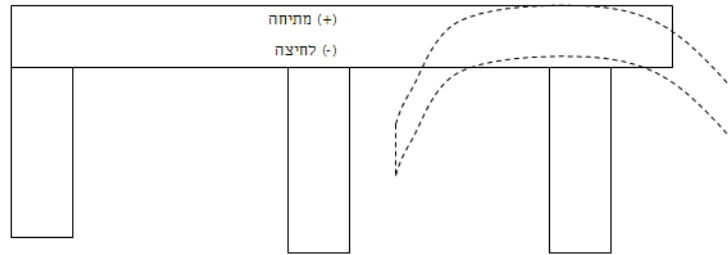


סמך נקודת תמיכה: סמך קבוע וסמך נייד

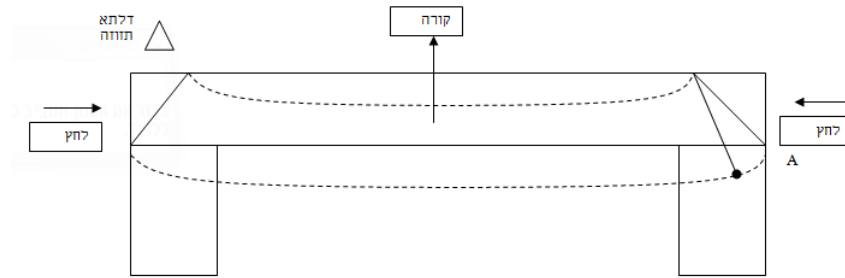
קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

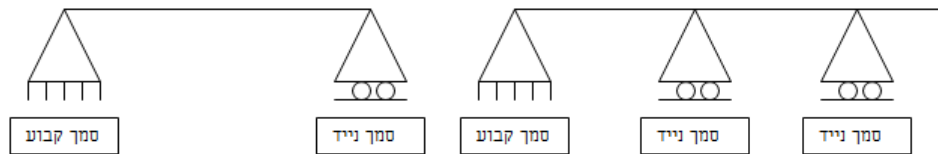
כאשר הלחץ על הקורה יגבר הקורה תקבל כיפוף בהתאם לרישום בנקודת הסמך. יהיה קימור של הקורה ואילו משני צדדיה תהיה נפילה של הקורה. לכן רוב הברזל יימצא מעל הסמך.



כתוצאה מהתכופפות הקורה נקודה A רוצה לזוז פנימה:



לכן צד אחד של הקורה סמך קבוע וצד שני של הקורה סמך נייד. במידה ולא הייתה ניידות של נקודת הסמך, אז היה נוצר לחץ משני צדי הסמכים כלפי מרכז הקורה.



בכל מקרה סמך אחד חייב להיות קבוע ולא משנה מה מיקומו בסדרת הסמכים. לעומת זאת, אסור ששני סמכים יהיו ניידים

קורס הנדסת בנין – טכניון

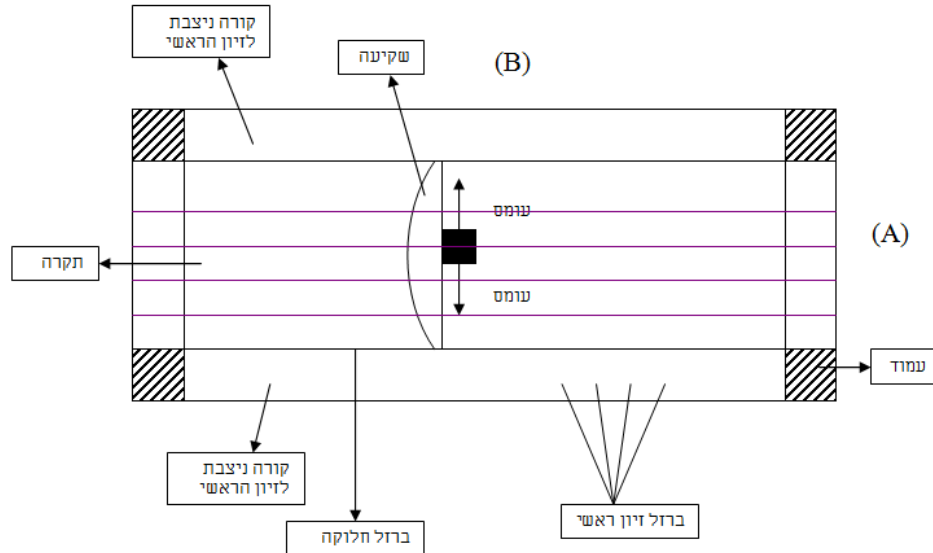
מרצה – שי פורמן

עמוד 113 בספר, אלמנט אופקי שבא ליצור תחתיו חלל שנועד לשימוש,

• תקרות יצוקות באתר:

○ תקרה מקשית בכיוון אחד עם קורות בולטות –

תקרה העשויה מפלטת בטון מזוין בעובי אחיד, הזיון הראשי המחושב נמצא בכיוון אחד ובניצב לו נמצא זיון משני. הערה: הזיון הראשי נמצא תמיד בניצב לקורות התקרה.



- הצד הצר של התקרה הוא החלק הקשיח (מאחר והעומסים הולכים תמיד לצד הצר – הדרך הקצרה ביותר). ולכן הזיון הראשי מוקם בכיוון הקצר (A).
- ברזל החלוקה גורם לשיתוף פעולה בין ברזל ראשי למוט זיון ראשי פגוע או לחלוקת עומסים על שטח גדול יותר, במקרה שיש עומסים נקודתיים ברזל החלוקה נמצא במצב של ניצב לברזל הראשי.
- התקרה המקשית עשויה מבטון מזוין והיא כבדה מאוד, לכן יש עומסים גדולים.
- המפתח הסביר בין עמודים / נקודות סמך: $L = 5m$
- עובי התקרה או גובה התקרה: $h = \frac{L}{29}$
- עובי מינימלי לתקרה: $25cm \div 10cm$
- ע"פ הדוגמא לעיל: $h = \frac{L}{29} = \frac{500}{29} = 17cm$
- מעבר לעובי 25 ס"מ התקרה הופכת לחריגה ואזי אנו נדרשים לבצע תקרה מסוג אחר.

○ תקרה מקשית, בשני כיוונים נשענת על קורות בולטות "מצולבת" –

תקרה העשויה מפלטת בטון מזוין ומצטיינת בהעברת עומסים, נמצאת במקומות בהם קיים יחס ריבועי בין הצלעות וכן כשיש דרישות מיוחדות כמו מרחבים מוגנים בהם קירות הממ"ד משמש ים כקורות. תקרה זו בעלת קורות בכל היקף, הזיון הראשי פרוס לשני כיוונים (X ו-Y) והיא אופטימלית כשמפתח X = מפתח Y.

1. הגבולות הכדאיים לתקרה מתוחה בשני כיוונים כאשר היחס:

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

$$0.6 \leq \frac{L_y}{L_x} \leq 1.6$$

2. עובי התקרה עפ"י יחס :

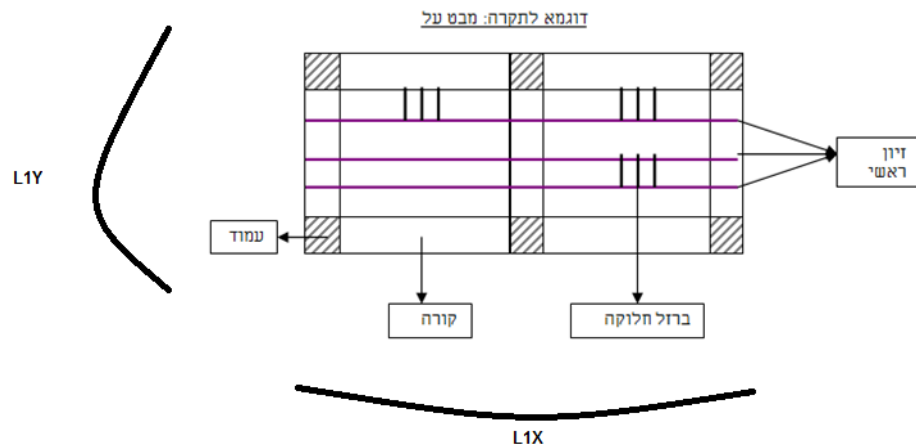
$$h = \frac{L}{32}$$

3. טווח העובי נע בין :

$$25cm \div 10$$

4. תקרות מסוג זה דורשות כמות גדולה של זיון ובטון.

5. גבולות מפתח (סביר) 8 – 10 מטר



$$0.6 < \frac{L1Y}{L1X} < 1.6$$

$$h = \frac{L1}{32}$$

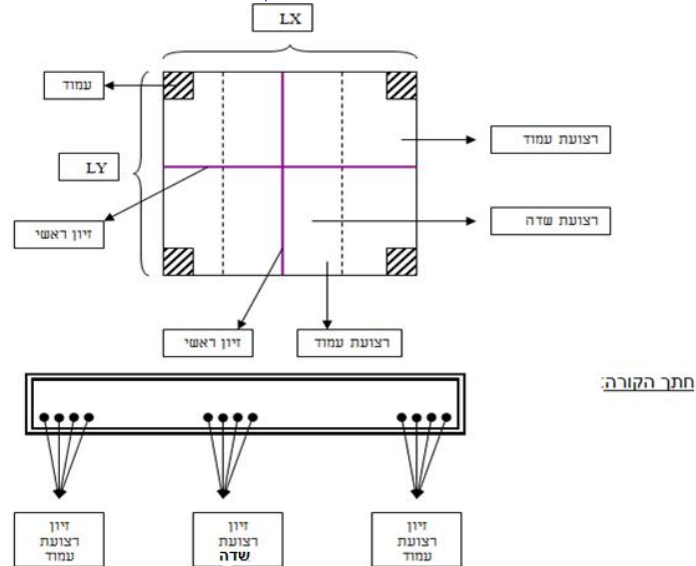
- 0 יש מוטות זיון בשני הכיוונים וזה מחייב הערכת גובה
- 1 תקרות שמעבירות יחסים גבוהים למשל במרחב מוגן בית דפוס, לא במגורים אלא בתעשייה בגלל שהתקרות כבדות. מפתחים מקסימום 8-9 מ', אם אין ברירה אפשר יותר.

○ תקרה מקשית, המתוחה לשני כיוונים ונשענת ישירות על העמודים (תקרה ללא קורות) -

תקרה זו עשויה מבטון מזוין, כבדה יותר, בעלת זיון גדול יותר, יחסית עבה יותר וכמו כן היא יקרה (כספית) לעומת תקרת קורות הנשענת עליהם. התקרה נשענת ישירות על העמודים, ללא קורות. בתקרה זו, קיימת רצועת עמוד - קטע מתוך התקרה שנמצא באזור העמודים בו מרוכזת כמות גדולה של מוטות זיון (עשירה יותר בברזל משמעותית) מאשר קטע אחר של התקרה. זיון הרצועה בשני הכיוונים למעשה יוצר קורה סמויה לשני הכיוונים. שמיש כשיש מגבלה - כמו כאשר לא ניתן לעשות קורות מתחת לתקרה. העומסים מגיעים ממרכז התקרה (מרכז השדה) לכיוון רצועת העמוד. תקרה זו מצטיינת בהעברת עומסים גדולים ועומסים דינמיים, מבצעים אותה כאשר אין אפשרות לבצע קורות בולטות בהיקף התקרה. יש בעיה בתקרות האלו ולפעמים רואים בחניונים שהשקה של העמוד עם התקרה היא מוארכת יותר, על מנת למנוע מהעמוד לצאת מהתקרה.

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן



חתך הקורה:

0 גובה התקרה (עובי): $h = \frac{L}{25}$ כאשר L הוא LMAX.

○ תקרת צלעות מתוחה בכיוון אחד ונשענת על קורות בולטות -

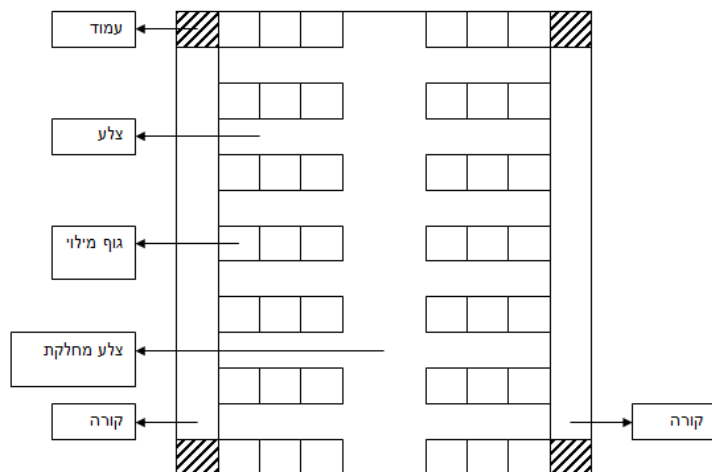
התקרה מורכבת מצלעות בטון וגופי מילוי, מטרתה היא הפחתת המשקל העצמי של התקרה. המרווח בין צלעות הבטון הוא כחצי מטר. עקב גופי המילוי בעלי משקל עצמי קל יחסית, נקבל תקרה שהיא קלה יותר (מתקררות בטון מלא). תיבנה בד"כ במבנים קלים כמו משרדים אך לא במגורים.

גופי מילוי - תפקידם לתפוס נפח וע"י כך להפחית משמעותית את המשקל העצמי של התקרה על מנת לייצר תקרה קלה יותר שמאפשרת מפתחים גדולים יותר במשקל עצמי נמוך יותר.

סוגים של גופי מילוי:

- **בעלי משקל:** בלוק איטונג (תוצר חול וסיד - בלוק עם חללי אוויר), בלוק בטון, קלקר, ארגזי פח חלולים ועוד. המילוי תופס נפח ביציקה ונותן משקל נמוך יותר.
- **חסרי משקל:** בלוק קלקר (פוליסטרין מוקצף - קל קר) ו/או תבניות PVC שנשלפות לאחר היציקה ואז נקבל חללים ו/או ארגזי פח או קופסאות היוצרים חללים.

בד"כ מדובר בתקרה שמעליה אין כלום – קומה אחרונה

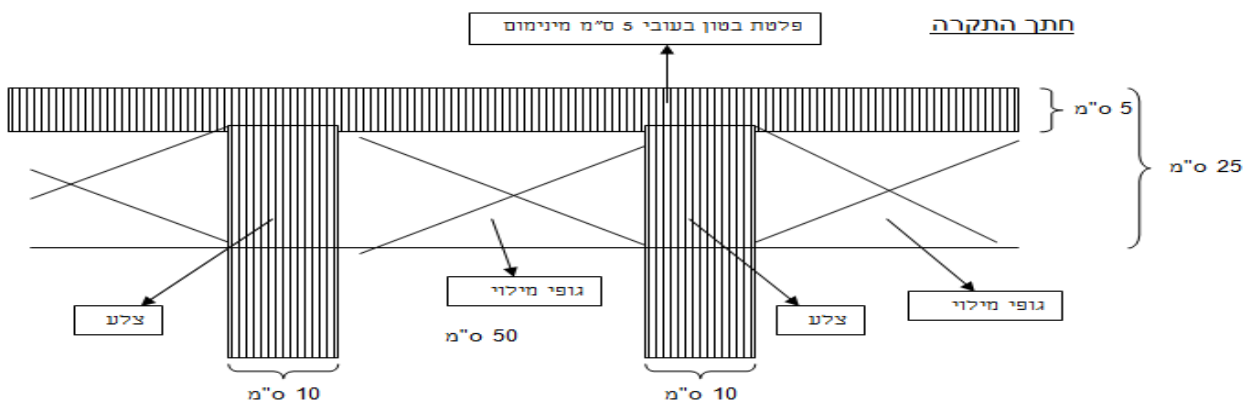


קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

- 1 **צלעות ראשיות** הן קורות בטון בחתך קטן, שמופיעות בתדירות קבועה והעומס של התקרה מועבר דרכן לקורות. הזיון הראשי + חישובים של התקרה נמצא בצלעות.
- 2 **צלע מחלקת** קיימת במרכז התקרה אשר ניצבת לצלעות הראשיות. מדובר בצלע מבטון מזוין שחלקי המילוי שלו הן מחלק אחר, רוחבה כמו של צלע ראשית. תפקידה לעזור לחלוקת עומסים ליתר הצלעות ובמידה ויש צלעות פגומות (זיון לא מספק, בטון לא מספק) היא מתפקדת גם כקורה. בכל פסיעה של 2 עד 2.5 מטר יש צלע מחלקת. הצלעות הראשיות הן עם זיון בכיוון אחד לכן התקרה נקראת "מתוחה בכיוון אחד". כל התקרה מוצקת במקשה אחת הכוללת את כל חלקיה.
- 3 זיון הצלע המחלקת : הזיון הוא אותו זיון שיש בצלע הראשית אך כאן הוא מחולק כך שחציו נמצא בחלק העליון של הצלע וחציו האחר נמצא בחלק התחתון של הצלע המחלקת. (צלע מקבל לחצים משני הכיוונים)
- 4 על כל הצלעות והבלוקים קיימת יציקה משלימה של פלטת בטון בשכבה של **מינימום 5 ס"מ** - "טופינג". תפקיד הפלטה לקשור את כל האלמנטים (צלעות + גופי מילוי), כך שכל האלמנטים של התקרה יעבדו באופן אחיד וכמו כן חלוקת העומסים לכל הצלעות, קורות ועמודים.

מבט מהצד -

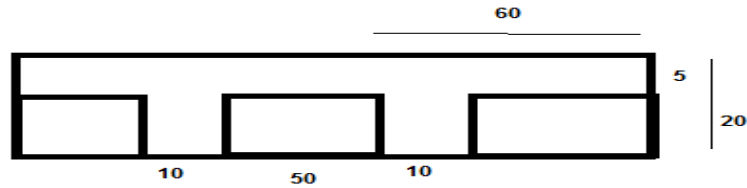


- 5 **יתרון לתקרה** : קלה לשינויים והעברת צנרת באזורים שאין בטון מזוין.
- 6 **חיסרון בתקרה** : עבודת הסידור של התקרה הכוללת סידור גופי מילוי וסידור הצלעות מרובה מאוד ולוקחת זמן. בנוסף התקרה בעייתית בעומסים דינמיים- לא ניתן להעמיד מכונות עם רעידות על תקרה כזאת.
- 7 לרוב תקרת צלעות תהיה בלי הבליטות של הקורות, הקורה משפיעה על עובי התקרה.
- 8 מרחק צירי – המרחק בין הצלעות = רוחב בלוק + צלע

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

דוגמא לחישוב משקל עצמי של התקרה למ"ר:



נתון - בטון - $2400\text{kg}/\text{m}^3$

איטונג - $500\text{kg}/\text{m}^3$

פליטה עליונה בעובי 0.05 (5 סנטימטר מינימום)

המרחק הצירי בין הבלוקים $60=50+10$ ס"מ (0.6) ז"א שב כל 60 ס"מ יש צלע ישנה צלע מחלקת כל 2.5 מ'.

שלים בחישוב משקל עצמי של תקרה:

שלב 1 - משקל פליטה עליונה - עשויה בטון, בעובי של 5 ס"מ לכן נכפיל את העובי במשקל הבטון למטר:

$$0.05 * 2400 = 120\text{kg}/\text{m}^2$$

שלב 2 - משקל צלעות בטון ראשיות - צלעות שמופיעות בתדירות

○ 10 ס"מ (בין הבלוקים) מכפילים אחד-בשני, מחלקים במרחק

○ 20 ס"מ (רוחב בלוק האיטונג מסביבו הצלעות) הצירי ומכפילים במשקל הבטון

$$\frac{0.1 * 0.2}{0.6} * 2400 = \frac{80\text{kg}}{\text{m}^2}$$

שלב 3 - משקל בלוקי מילוי איטונג - חישוב שטח בלוק איטונג ($50 * 20$) - מכפילים אורך ורוחב הבלוק, מחלקים במשקל הצירי ומכפילים במשקל איטונג לק"ג:

$$\frac{0.5 * 0.2}{0.6} * 500 = \frac{83\text{kg}}{\text{m}^2}$$

שלב 4 - משקל צלע מחלקת - לזכור שהחיתך של הצלע המחלקת היא כמו צלע ראשית

○ 10 ס"מ (בין הבלוקים) מכפילים אחד בשני, מחלקים במרחק

○ $20=0.2$ ס"מ (רוחב בלוק האיטונג מסביבו הצלעות) הצירי ומכפילים במשקל הבטון (נתון כי

מרחק צירי של צלע מחלקת הוא 2.5 מ')

$$\frac{0.1 * 0.2}{2.5} * (2400 - 500) = \frac{15.2\text{kg}}{\text{m}^2}$$

שלב 5 - משקל עצמי של התקרה - סכימה של הנ"ל = $298.2 = 120 + 80 + 83 + 15.2$

שלב 6 - חישוב עובי - $h = \frac{L}{23}$

תרגיל המשך לדוגמה -

נתון -

שטח תקרה - 100 מ"ר

שטח צלעות בטון - 20% משטח תקרה

100kg זיון נדרש לכל 1 מ"ק בטון

שאלה 1 – חשב כמות בלוקי איטונג -

שטח המילוי הדרוש הוא 80% כלומר 80 מ"ר. כמות בלוקים נדרשת לפי נתוני הדוגמא הקודמת – מידות הבלוק – גובה הבלוק : 20, שטח הבלוק : רוחב – 50 + עומק – 30 = סה"כ 80 ולכן – 534 יחידות.

$$\frac{80}{0.5 * 0.3} = 534$$

שאלה 2 – חשב נפח הבטון -

בטון נמדד בנפח V. שטח כל התקרה - 100 ולכן נחשב את הפלטה העליונה – $0.05 * 100$ גובה הצלע – 20, שטח הצלעות – 20 מ"ר, ולכן נחשב את צלעות הבטון - $0.2 * 20$ ולכן נפח הבטון הנדרש במ"ק הוא

$$100 * 0.05 + 20 * 0.2 = 9$$

$$V = 9 \text{ מ"ר קוב}$$

שאלה 3 – חשב את משקל הזיון הסופי -

נתון כי - 100kg זיון נדרש לכל 1 מטר קוב בטון, מאחר ויש לנו 9 מ"ק בטון נכפיל ב - 100:

$$9 * 0.1 = 900 \text{kg}$$

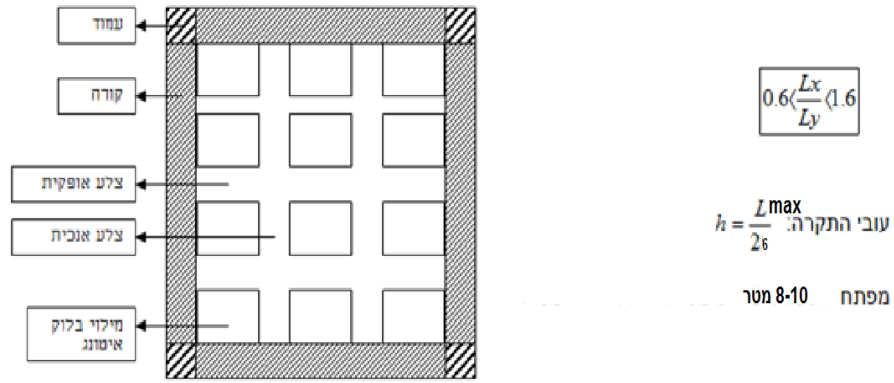
○ תקרת צלעות, מתוחה בכיוון אחד ונשענת על קורות סמויות

עובי הקורה מכתיב את עובי התקרה, שיטה זו אופיינית במגורים ובבתי חולים, בעיקר במקומות בהם יש הרבה צנרת ודרישה לשינוי מחלקות. בד"כ לא במגדלים. תקרות אלה נמצאות במקומות בהם לא נרצה לקבל קורות בולטות, דורשות יותר זיון ובטון ולכן הן עבות יותר.

○ תקרת צלעות, מתוחה בשני כיוונים

1. תקרה בה הצלעות מסודרות בשני כיוונים. הצלעות נמצאות בכיוון אנכי ואופקי מה שמחייב קורות בכל היקף התקרה (קורות בולטות). תפקיד הקורות הבולטות הוא נקודת משען לצלעות. העומס כאן בשני כיוונים X ו-Y.
2. צורת התקרה תהיה ריבועית, או מתקרבת לריבוע, אך כאשר נעבור את הערכים הקיצוניים, נבצע תקרה בכיוון אחד. תקרה זו מצטיינת בהעברת עומסים, ולכן ניתן להגיע למרחקים גדולים.
3. בתקרה זו נשתמש למבנה תעשייה קלה, בתי חולים, מסחר, חנייה, חינוך, מקומות שיש סיכוי להעברת צנרת מבלי לפגוע בזיון הראשי ועוד.
4. בחישוב משקל עצמי (למטר טיפוס) נתייחס לצלע כל 50 ס"מ או 60 ס"מ – כפי שביצענו בדוגמא לעיל (במקום לחלק ב- 2.5 מ' נחלק ב- 0.6 מ').
5. החיסרון: עבודה הדורשת זמן רב בסידור: זיון, בלוקי מילוי בשני כיוונים. בחישובים נשתמש בגופים חסרי משקל לצורך מילוי ואזי נשלוף אותם ונקבל צלעות בולטות לכל התקרה.

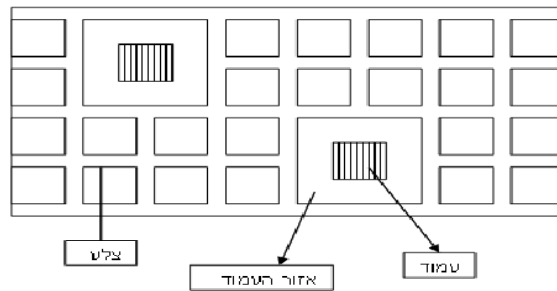
קורס הנדסת בנין – טכניון
מרצה – שי פורמן



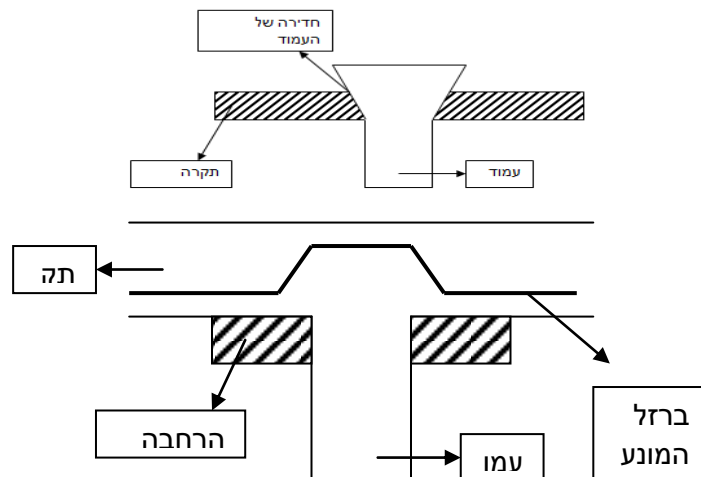
תקרת ערוגות ללא קורות, נשענת ישירות על העמודים

הצלעות בתקרה לשני הכיוונים. באזור העמודים נבטל את המילוי. הזיון הראשי בכמות גדולה בסביבת אזור העמוד, ולמעשה אזורים אלה משמשים כרצועת עמוד ואילו האחרות כרצועת שדה. תקרה זו היא די עבה, אין כאן גופי מילוי אלא בטון מלא ואין קורות, יש מספר צלעות והרבה מוטות זיון ליד העמודים ולכן הצלעות הללו מתפקדות כמעין קורה. תקרה זו מצטיינת בהעברת עומסים. נמצאת במקומות שאין אפשרות לבצע קורות (כגון חניונים, תעשייה, מסחר). נשתמש בתבניות PVC ליצירת החללים בגודל 40 X 40 ס"מ או 50 X 50 ס"מ.

עובי התקרה: $h = \frac{L}{18}$



חסרון: העמוד רוצה לחזור את התקרה ולכן מתגברים את הבטון סביב העמוד, תגבור זה נקרא כותרת, מייצרים יציקת בטון מלאה ללא גופי מילוי ובתוכה מוטות זיון מברזל כרשת שתפקידם מניעת החדירה של העמוד לתקרה:



• תקרות שאינן יצוקות באתר:

○ פלטות שטוחות טרומיות - דרוכות

תקרת ערוגות, הנשענת ישירות על העמודים ללא קורות בולטות, מצטיינת בהעברת עומסים ומשמשת למפתחים של 17 ס"מ בד"כ. יכולה להגיע לגבהים (מגדלים) ומתאימה כמעט לכל סוגי המבנים, כמו מבני ציבור ותעשייה או מבנים שיש הרבה חזרה של אותו אלמנט. מדובר בפלטות שטוחות המובאות לאתר ומונחות על הקורות הקיימות עם מרחק של 10 ס"מ. קיימות קורות באתר על מנת לה ציב עליהן את הפלטות. הפלטה הטרומית היא כלכלית והדריכה מייצרת אלמנטים הפוכים.

באתר מבצעים "טופינג" שהיא יציקה של 5 ס"מ על גבי הפלטות הדרוכות עם רשת זיון בכדי על מנת לייצר שיתוף בין כל הפלטות ולאזן את העומסים. מדובר בדריכה שעשויה מבטון, בנקודות הקצה של התקרה ניתן כיסוי בטון (מאחר ויש פער בין רוחב הפלטה לבין רוחב התקרה). רוחב פלטה: 120 ס"מ, 90 ס"מ, 60 ס"מ. עובי מקסימאלי 40 ס"מ.

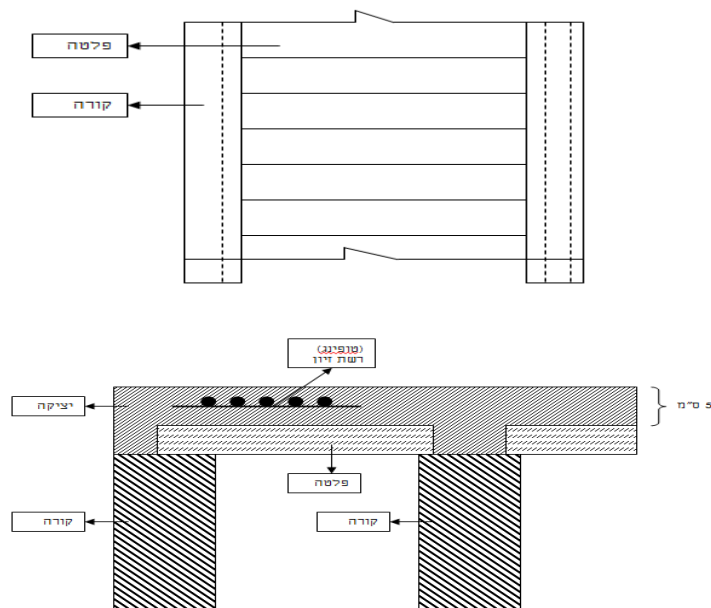
היתרון -

(א) אין צורך להכין תבנית ליציקת התקרה.

1 חסכון בזמן מאחר והכל מגיע מוכן.

2 חסכון בכוח אדם.

חסרון: קורות בולטות נדרשות- בגלל שמניחים את זה על הקורה.

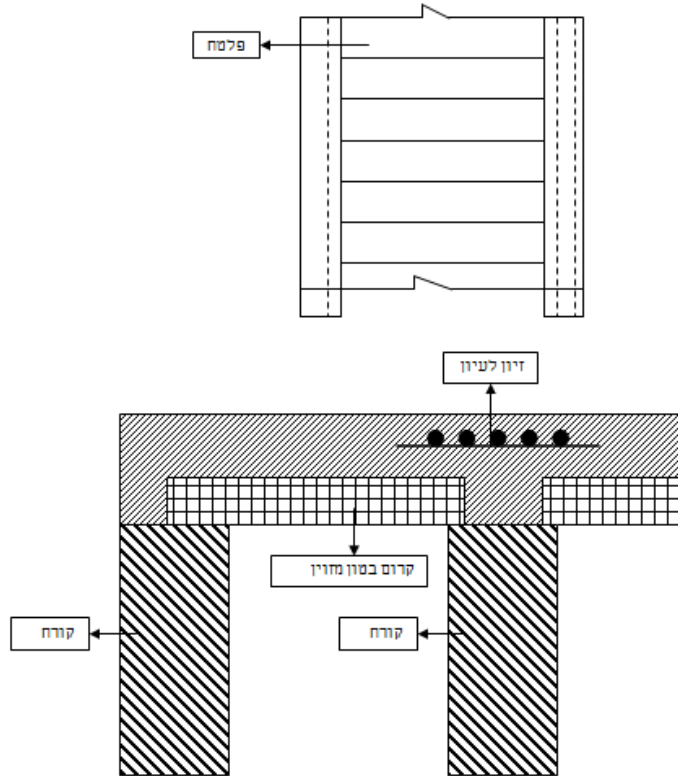


○ תקרת קרום טרומית מבטון מזוין

פלטת דקה (5-8 ס"מ) ועליה שכבה עבה של בטון אשר מוכנה ומגיעה עם רשת זיון. על הפלטה הזו נעמיס בטון בעבודת שטח - כך שהשלמת היציקה תתבצע באתר. בכדי לקשר בין הפלטה ליציקת הבטון נשתמש במוטות ברזל. העובי הכללי של התקרה (פלטה + בטון) ע"פ דרישה בטווח שבין 15 ל-55 ס"מ. המפתחים של התקרה 5 מ'.

הפלטה נקראת גם קרום, שיכול להיות דרוך ולא דרוך, תלוי בעומסים. הקרום משמש גם כזיון תחתון וגם משמש כתבנית. התקרה נמצאת במקומות בהם אין אפשרות לשים תחתית.

קורס הנדסת בנין – טכניון
 מרצה – שי פורמן



○ **תקריות בעלות חתך מיוחד –**

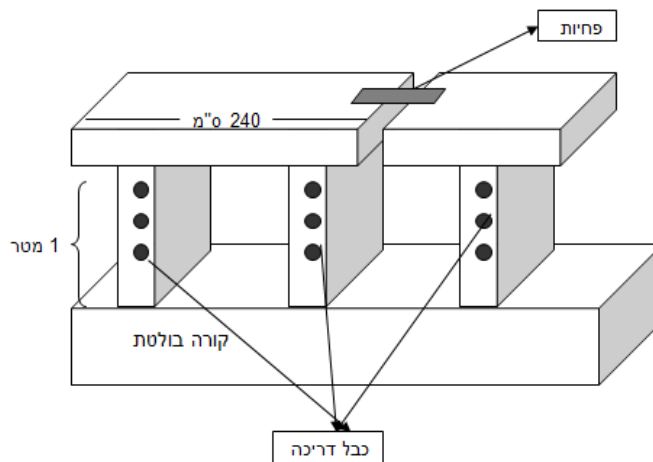
תקריות דרוכות בחתך קמץ כפול

חתך מיוחד בצורת קמץ כפול. מדובר בחתך מזוין ודרוך. תקרה זו מצטיינת במפתחים גדולים עד 15 מטר (סביר) עם אפשרות של עד 20 מטר. על הפלטות מבצעים יציקה משלימה של 5 ס"מ המחברת בן הפלטות ("טופינג"). נמצא תקרה זו באולמות תיאטרון. אלמנטים אלה רגישים לעומסים דינמיים (ריקודים, אימונים אירוביים ועוד). החיבור בין הפלטות יחובר על ידי ריתוך פחיות.

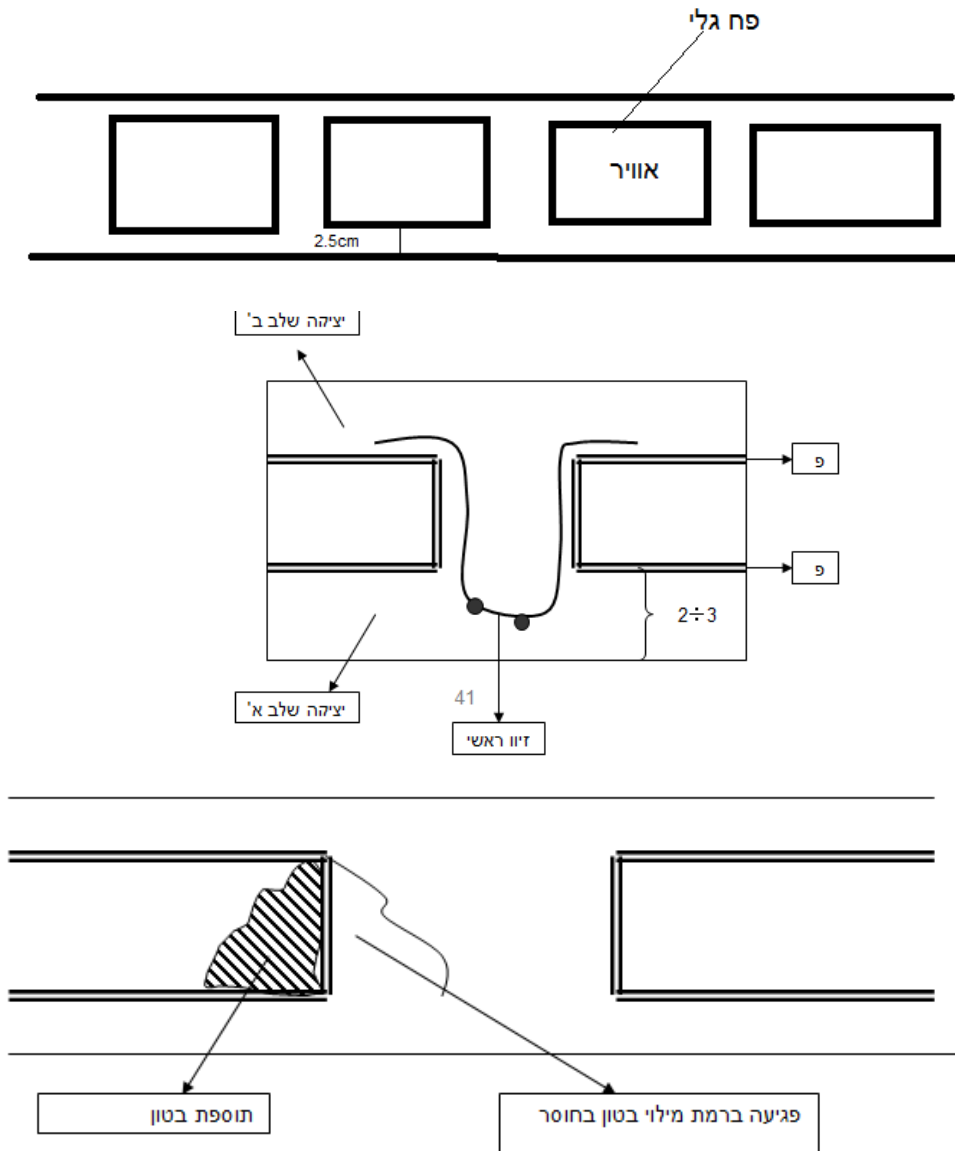
יתרונות:

גישור על פער של מרחקים גדולים (מתאים לאולם שמחות).

מהירות ביצוע (בנית גשרים בכביש).



תקרה עם פלטה עליונה ותחתונה עם פחים בניהם. כאשר הפחים לא היו מספיק מעוגגים ביציקה התחתונה בשעת היציקה. גוף המילוי היה פח גלי. בשעת היציקה עם חולשות של הפח נוצר מצב של: א. תוספת בטון עקב התכופפות הפח פנימה לחלל. ב. חוסר בטון מאחר והפח נגס ברוחב הצלע.



הפח לא עובר דרך הזיוו הראשי למטה ולכן נמנעה קשירה לחלק העליון (לעומת מצב שבו יש חישוק רגיל). במרווח הזמן שבין יציקת שלב א' ליציקת שלב ב', הבטון בחלק התחתון נסדק (נגזר), נגרמת הפרדות בין השכבה העליונה לשכבת היציקה התחתונה. הפח הוא פח רציף ללא צלעות מחלקות וזהו חסרון. בהרבה מקרים קיים אוויר בין הפח לבטון ואז למעשה הפח לא משמש כחישוק.

פתרון לתיקון:

1. הריסת המבנה
2. ייצור חישוקים לצלעות בסיבי פחמן.

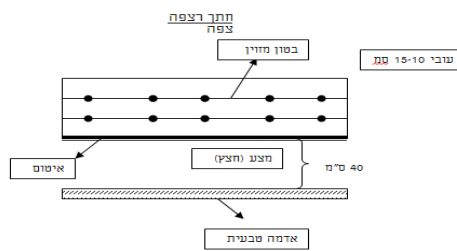
רצפות - רצפת קומת הקרקע

הרצפה הראשונה אשר תלויה בקרקע

שני סוגים של רצפת קרקע -

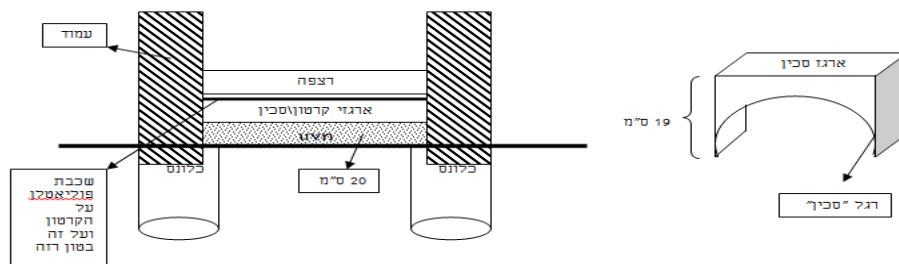
1. רצפה צפה –

הרצפה צפה ע"ג הקרקע. תיעשה כאשר האדמה טובה לביסוס כזו שלא משנה את נפחה (בגלל הקושי להדק את המילוי סביב יסודות). מדובר ברצפה שיכולה להיות דיי דקה (מינימום 10-15 ס"מ), כאשר יש לה רשת אחת או 2 רשתות זיון (תלוי בעוביה), והיא מונחת על גבי הקרקע - לפני יציקת הרצפה מומלץ להניח שכבת הפרדה בין הקרקע ליציקה ולכן שמים תחתיה שכבת מצע (סוג של חצץ מודרג, עם דירוג טוב של האגרטים) בשכבות אופקיות ומהודקות היטב וזאת בכדי למנוע תזוזת רצפה בשל תזוזת הקרקע וחדירת רטיבות למבנה. שכבת ההפרדה יכולה להיות עשויה גם חומרים ביטומנים או ריעות ניילון.



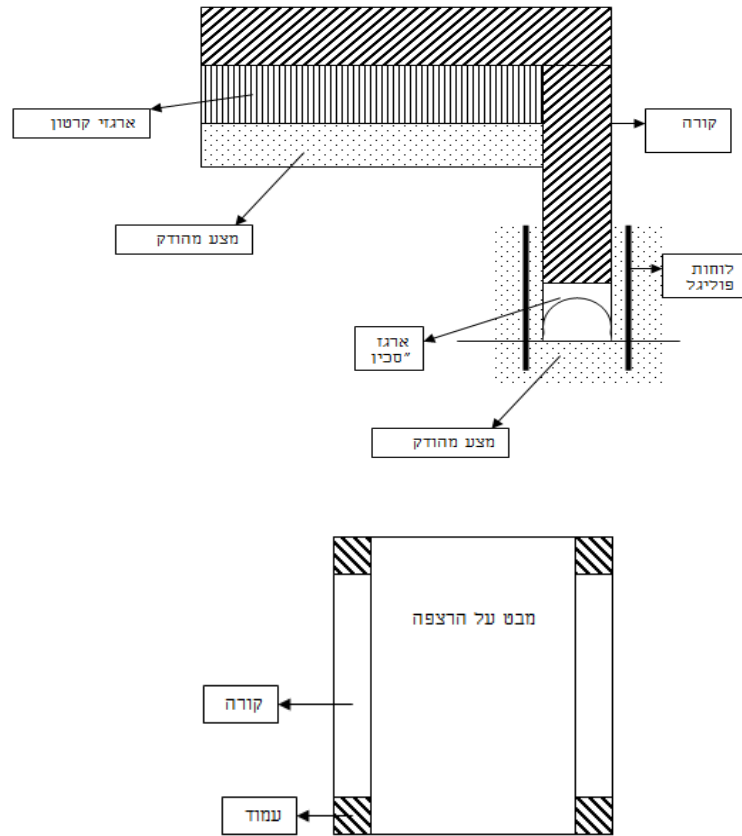
2. רצפה תלויה – מנותקת מהקרקע :

רצפה אשר אינה מונחת על הקרקע אלא על קורות ועמודי יסוד (כלונסאות בד"כ). נעשית כאשר הקרקע אינה טובה לביסוס ואנו צריכים לנתק את הרצפה מן הקרקע. כדי לצקת רצפה כזו יש לבנות מערכת טפסות מוגבהות מן הקרקע ועליה יוצרים את הרצפה. מערכת הטפסות יכולה להיות מורכבת מטפסות עץ רגילות ולאחר היציקה יש לפרקן ולשם כך יש להגביה את הרצפה ב 100 ס"מ לפחות. שיטה אחרת היא מערכת טפסות שמורכבת מארגזים מיוחדים (קל קר /קרטון כוורת), גובה הארגזים הוא בד"כ 20 ס"מ. כאשר האדמה מתרוממת, הארגזים נדחקים לכיוון הרצפה (בטון) ואזי רגלי הסכין של הארגז נשברות. רוב הרצפות הן תלויות. הארגז הוא פרט עקרוני שמפריד את הרצפה מהאדמה. מעל לארגזי קלקר או קרטון יש שכבת איטום מפוליאטלין מעל לשכבת הבידוד יוצקים שכבת בטון רזה בגובה 5 ס"מ על מנת ליצור משטח עבודה להכנת הזיון לרצפה. התפקיד של ארגזי הסכין או ארגזי קרטון הוא לשאת את משקל הבטון בזמן היציקה, לאחר היציקה אין שימוש בארגזי הקרטון, קורסים. מאחר והאדמה מתנפחת (גשמים) והארגזים נלחצים, אזי עם הזמן נקבל חלל בין המצע לבין הרצפה, מרווח של כ 25 ס"מ.



קורס הנדסת בניה – טכניון
מרצה – שי פורמן

חתך רצפה



הקורה תפוסה בשני העמודים בכל צד. לאחר היציקה נוצר למעשה חלל בין הקורה לבין האדמה.

1. חלוקה ראשונה –

1. קירות נושאים –

משמשים כעמוד ומשתתפים בהעברת עומסי הבניין מקומה לקומה עד למפלס היסודות. הקירות הנושאים חזקים וקשיחים משאר הקירות בבניין. בד"כ קיר נושא עשוי מבטון מזוין (2 רשתות זיון). קירות אלו בנויים מבלוקי מילוי בד"כ לפני הריסת קיר יש לבדוק אם הוא קיר נושא בין אם הוא מבטון או מבלוקים.

2. קירות שאינם נושאים –

אינם משתתפים בהעברת העומסים ובנויים מבלוקי מילוי למיניהם (איטונג – בטון) והם נבנים לאחר ביצוע השלד.

2. חלוקה שנייה –

1. קירות המבוצעים לפני יציקת השלד –

מסדרים את הקירות לפני יציקת התקרה הבאה בתור (מעל). הקיר ישתתף בהעברת עומסים וזה חזק יותר מבניית קיר לאחר בניית השלד. מבחינת בצוע נעדיף את הבנייה לפני יציקת השלד. קיר שטראדות, קיר "שיני קשר". מתאים לבניית בתים לא גבוהים של 2-3 קומות בלבד. קיר זה הינו קיר בנייה היושב על רצפת הבטון.

2. קירות המבוצעים לאחר בניית השלד –

יוצקים את השלד של הבניין כולל רצפות, תקרות ועמודים ולאחר מכן משלימים את כל הקירות החיצוניים והפנימיים. קירות כאלו כמו גבס, יושבים על הריצוף.

3. חלוקה שלישית – חלוקה לפי חומרי בנייה –

1. שיטה יבשה – גבס, זכוכית –

מחיצות מגבס או זכוכית (או שניהם יחד). השלד יבוצע ורק אח"כ יורכבו לוחות הגבס או הזכוכית, זו עבודה נקייה.

2. שיטה רטובה – בטון מזוין, בלוקים –

שיטה בה בונים את רוב הקירות בבניין (בעבודה עם חומרים כמו בטון מזוין ויציקות, בלוקים ובטון או איטונג, טיט וכו') עבודות אלו יכולות להיות פנימיות או חיצוניות. מרכיב הרטיבות דומיננטי בעבודות הללו.

חגורת בטון –

בבניית קיר בלוקים – התקן אומר שלכל 10 שורות של בלוקים צריכה להיות חגורת בטון בגובה של 210 ס"מ ($1+20*10$) ז"א שבחללים גבוהים בגובה של 2-3 קומות בכל 210 ס"מ תהיה חגורה. בקירות ארוכים נכניס חגורה אנכית באמצע בכדי לחזק את הקיר. חגורת בטון זו היא רציפה נמשכת לכל אורך הקיר. תפקיד החגורה – להקנות הקשחה לקיר שעומד כנגד כוחות אופקיים. חגורה זו משמשת גם כקורה מעל הפתח (חלון או דלת) כגובה העליון של הפתח (לא חייבת להיות ישרה) ולכן בד"כ גובה הדלת יהיה כ – 210 ס"מ. תמיד נצטרך חגורה, גם לפני וגם אחרי בניית השלד, אם מרכיבים את החגורה לאחר בניית השלד נקדח את מוטות הזיון לתוך העמוד ורק אח"כ ניתן להשלים את החגורה וזאת בכדי שתהיה מחוברת ומעוגנת.

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

חגורה מתחת לחלון – מתחת לכל חלון יש חגורת בטון הנמשכת 50 ס"מ במינימום מעבר לכל צד של החלון, כך נשמור שתהיה כמה שפחות גזירה. תפקיד החגורה לפזר את העומסים המרוכזים אשר מתנקזים לפינת החלון ולכן החגורה מתחת לחלון משמשת למעשה כקורה. **חגורה אנכית לקיר בלוקים** – לפי התקן אנו בונים חגורת הקשחה אנכית לאחר בניית השלד במרחק של 3.5 מ"ר. עובי החגורה כעובי הקיר ומחוברת ע"י קוצים לתקרה ולרצפה. בכל בלוק שני מחדירים מוט זיון לפחות בקוטר של 6 מ"מ ובאורך 40 ס"מ. חלקו האחד של המוט מוחדר לעמוד וחלקו השני מונח על גבי הבלוק. מאחר והעמוד מהבטון והקיר מאיטונג מתנהגים שונה כאש רקיימים הפרשי טמפרטורות אז המוט מבצע קשירה ומונע סדק בין הקיר לעמוד. במבני ציבור מחויבים לעשות מוט זיון לקישור בין העמוד לקיר הבלוקים.

4. חלוקה רביעית – ייעודי הקיר -

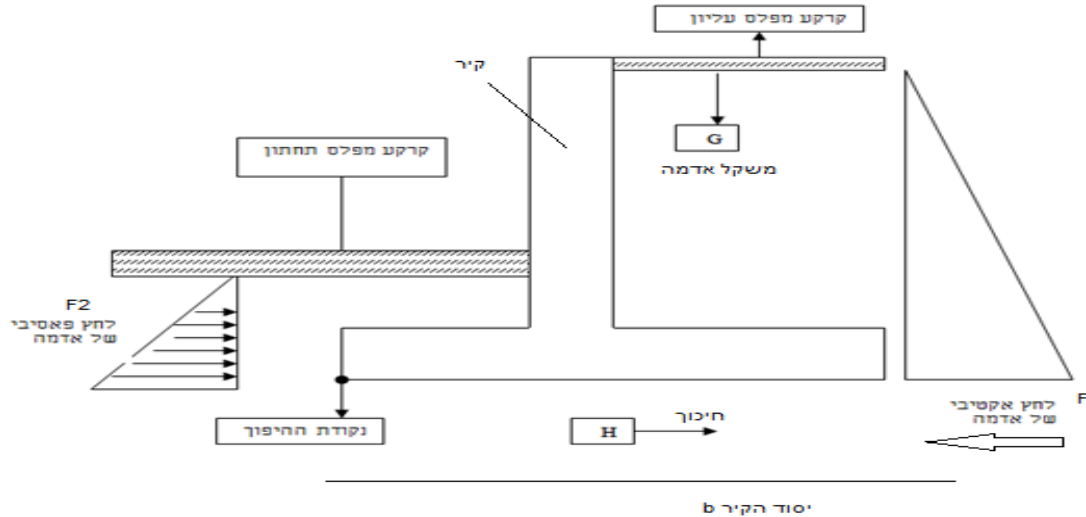
1. קירות חוץ –

מגנים על חלל הפנים מקור וחום. כמו כן הן המראה החיצוני של המבנה. עוביים לפחות 20 ס"מ, קיים ת"י 1045 בידוד טרמי וע"פ אזורים בארץ נשתמש בהוראותיו.

2. קירות פנים –

קירות המחלקים את החלל בדירה / משרד / מפעל וכו'. בד"כ נדרשים לעמוד בפני דרישות אקוסטיות. עוביים 7/10 ס"מ. לחומרים יש תקן.

קיר שתפקידו לתמוך בקרקע המהווה חלק משלד המבנה ולעיתים אף עצמאי. קיר תומך בא לאפשר הפרש מפלס, כ אשר יוצרים הפרש בין מפלסים (בניית מרתף) או אם קיים בפועל הפרש מפלס (הר) על מנת שהאדמה במפלס הגבוה לא תתמוטט לכיוון המפלס הנמוך יש לבצע תמיכה של הקרקע ואת העומסים שעל גביה ע"י קיר תומך.



קיר זיזי - אופקי

בדיקת הקיר - כיצד הקיר עובד? החלקה – היפוך – מאמצים:

לחץ אקטיבי – F סכום הלחץ האקטיבי הוא בעצם כל הלחץ האקטיבי של הקיר הזה שפועל ישר במרכז הכובד, הלחץ הזה מופעל על הקיר ע"י האדמה. האדמה למעשה מתנהגת כמו לחץ הידרוסטאטי, לחץ זה משתנה בצורה ליניארית ותלוי בסוג הקרקע, כך ככל שאנו יורדים עמוק יותר אזי הלחץ האופקי על הקיר מתחזק. לחץ זה גורם להזזה של הקיר ויוצר לחץ על האדמה שבחלק התחתון. האדמה בצד הקיר מפעילה לחץ אקטיבי F_1 ורוצה ליפול למפלס הנמוך.

לחץ פסיבי – כתוצאה מהלחץ שעל החלק התחתון האדמה מהצד שני, מחזירה לחץ בחזרה. זאת מאחר והאדמה לוחצת את הקיר, הקיר "זז" מעט ולוחץ את האדמה במפלס התחתון, האדמה במפלס התחתון מחזירה לחץ פאסיבי על הקיר, לחץ של F_2 שגם פועל בשליש הגובה. בגלל שיש אדמה נוצר חיכוך (H) בעקבות משקל האדמה (G).

מרכז הכובד של משולש ישר זווית נמצא בשליש הגובה ($h/3$) הכוח פועל בשליש הגובה. ה- F נמצא גם במשולש של האקטיבי וגם במשולש של האקטיבי.

1. החלקה

הגורם להחלקה/להזזה הוא F_1 והמתנגד לו הוא F_2+H , ניקח מקדם ביטחון ונגדיל את הכוח שגורם להחלקה ב- 1.5 וכתוצאה אקבל איזה קיר אני צריך. ה- G הוא משקל האדמה וה- $2F$ אינו משתנה מה שמשתנה הוא ה- H שהוא בעצם משקל האדמה * מקדם החיכוך. בכדי לפתור את יציבות הקיר נשחק בחישוב אורך הרגל שהאדמה בעצם יושבת עליה וכך נגדיל את החיכוך. על מנת למצוא את H :

$$1.5F_1 = F_2 + H$$

$$H = G^*$$

מקדם החיכוך

2. היפוך

הקיר רוצה לזוז ולהתהפך כנגד כיוון השעון. מומנט ההיפוך הוא כוח*זרוע (זרוע = הניצב העומס).

מה גורם להיפוך? $F1 \cdot H1/3$

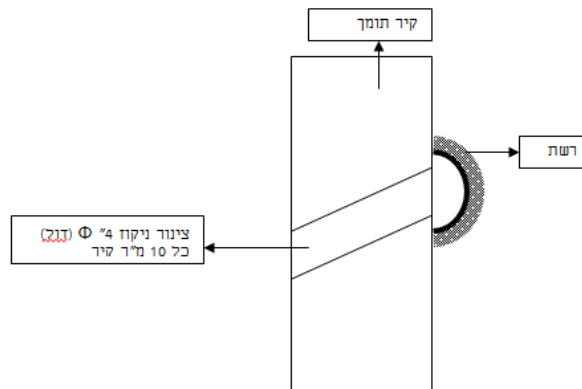
מה מתנגד להיפוך? $F2 \cdot H2/3$

מרחק הכובד של G - מ G עד לנקודת ההיפוך. גם כאן ניתן להגדיל את הרגל בכדי לפתור את בעיית היציבות. על מנת למנוע מהקיר להתהפך נוסיף מקדם בטחון של 1.5 -

$$1.5F1 \cdot \frac{h1}{3} = F2 \cdot \frac{h2}{3} + G \cdot X$$

3. מאמצים בתחתית הקיר

אסור לעבור את המאמץ המותר. צריך שבתחתית הקיר יהיה מאמץ לחיצה אשר יהיה מורכב משתי לחיצות, לחץ האדמה ולחץ ההיפוך. הרגל מתרוממת מעט ונקודת ההיפוך נכנסת פנימה. אנו נשאף שלא תהיה מתיחה בכלל ושתהיה רק לחיצה. בכדי שלא תהיה מתיחה נשתדל להאריך את הרגל וכך עומס האדמה ישפיע על לחץ ההיפוך. בצורה כזו נאזן את הלחץ ונגיע למצב בו אין מתיחה כלל. **הצטברות של מים** – יש לקחת בחשבון שיוורדים גשמים אשר מחלחלים לאדמה וגורמים להצטברות של מים מאחורי הקיר ודוחפים אותו. המים מהווים לחץ אקטיבי הגורם להתמוטטות ול הרס של הקיר. זו בעיה נפוצה בפיתוח, כשיש אזור חדש שבונים. על מנת לגרום למים להסתלק, נרכיב צינור ניקוז לכל 10 מ"ר קיר בכל 2-3 מטר.



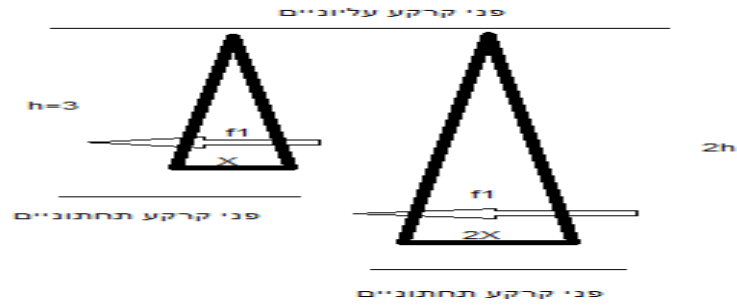
שאלה 3 מועד פברואר 2006 :

בפיתוח שטח תוכנן קיר תומך, הפרש מפלסי קרקע בגובה 3 מ'. יש לתכנן קיר תומך להפרשי קרקע בגובה 6 מ'. חשב והסבר **פי כמה יגדלו** ההטרחות שלהלן :

- לחץ ופני הקרקע עליוניים
- לחץ עפר בגובה פני הקרקע התחתונים
- העומס האופקי הכולל
- המומנט בגובה פני הקרקע הנמוכים
- הסבר את תוספת העומסים והסכנה לקיר תומך שתגרם ע"י מים הנקווים מאחורי הקיר אם לא יבוצעו חורי ניקוז.

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן



1. לחץ פני הקרקע העליוניים יוותרו ללא שינוי.
2. לחץ עפר בגובה פני הקרקע התחתונים גדל פי 2, הלחץ משתנה לינארי.
3. העומס האופקי הכולל (F1) הוא למעשה שטח המשולש.
4. המומנט בגובה פני הקרקע הנמוכים, בקיר 3 מ' ולעומת זאת ב 6 מ' כלומר פי 8

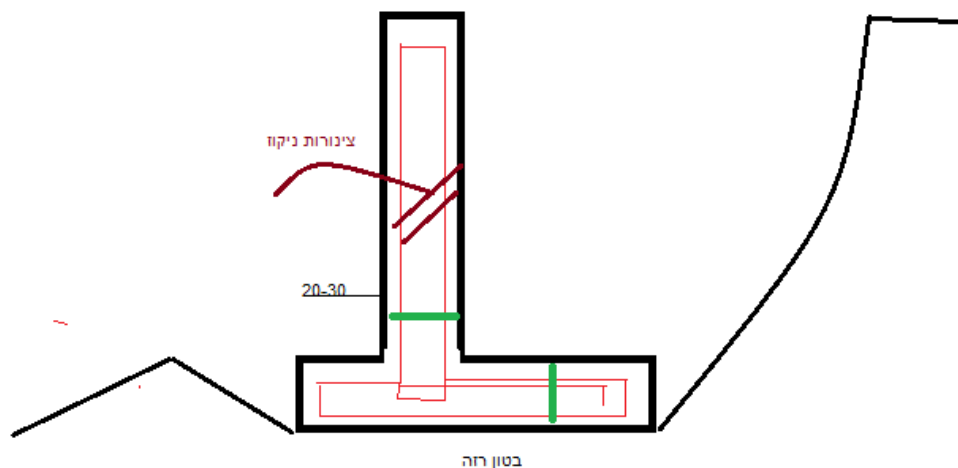
$$\text{כלומר פי } f1 \text{ קיר } 3 \text{ מ' } \frac{x * h}{2} = 0.5xh, f1 \text{ קיר } 6 \text{ מ' } \frac{2x * 2h}{2} = 2xh$$

$$m = f1 * \frac{h}{3} = 0.5xh * \frac{h}{3} = \frac{xh^2}{6}$$

5. לחץ מים משמעותי יותר מלחץ קרקע, נוסף לחץ הידרוסטאטי שאם לא נלקח בחשבון יהרוס את הקיר, יקבל נטייה כלשהי, הזזה כלשהי.

צורת הזינו :

כשרוצים להציב קיר תומך יש לחפור באדמה, להציב את הרגל והקיר, בתחתית יוצקים שכבת בטון רצה כתשתית, ברזל ראשי יהיה במסומן באדום וצורת הברזל האופיינית היא כמסומן, ברזל ראשי ומשני, ברזלים אורכיים. מציבים צינורות ניקוז וממלאים בחזרה באדמה, מחזירים את האדמה/מילוי בשכבות מהודקות. ומקבלים קיר עם שיפוע קל. הבוהן של הקיר 20-30 ס"מ, העובי של הקיר כמו העובי של היסוד (ירוק). ביציקה יוצקים קודם את היסוד ואח"כ את הקיר.



קיר כובד

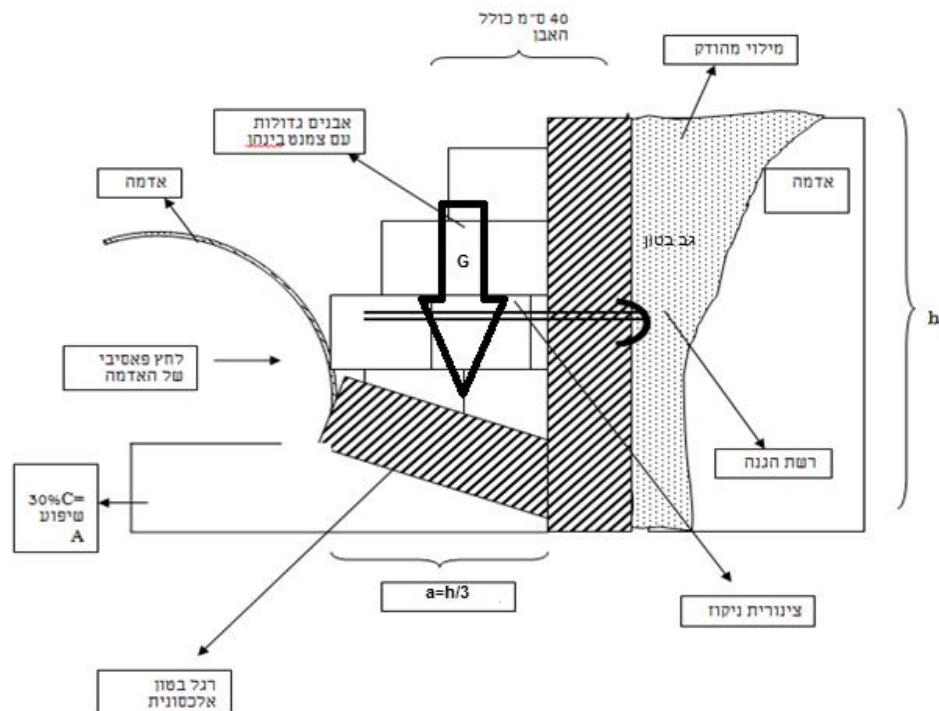
קיר תומך כבד שבא לייצר הפרש מפלס קרקע, ברובו עשוי מאבנים גבוהות. יציבות הקיר נובעת מהמשקל העצמי הגדול של הקיר, יש כל הזמן לחץ כי הוא כבד. ייבנה בד"כ במקומות של פיתוח או במקומות ציבוריים.

זה קיר כובד תומך הבא לייצר הפרש מפלס קרקע. הרגל האלכסונית של הקיר באה להגדיל את אזור החיכוך עם הקרקע. המשקל העצמי נוצר מהאבנים הגדולות. לקיר רגל מבטון אלכסונית על מנת להגדיל את החיכוך עם הקרקע. יש לקיר גם בטון (לא בהכרח מזוין). תפקיד הבטון ליצור קו אנכי וקשר עם אבני הבטון. בין האבנים יש קשר צמנט. עם סיום בניית הקיר מחזירים מילוי מהודק בגב הקיר. המסה (G) יושבת על קיר האבנים והיא מאוד גדולה ומשמעותית. השיפוע של (C) הוא בגובה של $30 \div 20$ ס"מ. עיקר היציבות נובעת מחיכוך הרגל.

היתרון: חפירה יחסית קטנה לעומת קיר זיזי.

החסרון: תופס רוחב גדול (לכן מאבדים שטח).

יש הרבה סוגים של קירות כובד- עשויים מרשתות למנוע תדרדרות, ממולאים בחלוקי נחל ועוד. ממלאים ברשות/כלובי זיון חומרים וזה סוג של שימוש בחומר האתר או שיש את המסלעה. יש גם אלמנטים שמייצרים אותם כקיר כובד.

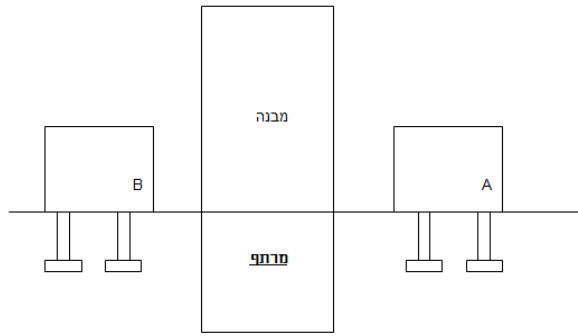


קיר דיפון (שיגומים)

חפירת מרתף באדמה שסביבה יש שכנים, יש צורך ב חפירה עמוקה אך מאחר ויש מבנים קיימים (A+B) יש לחפור רק בשטח המבנה, וזאת על מנת לא למוטט את המבנים הקיימים. לשם כך משתמשים בקיר דיפון – אשר בא לתמוך את האדמה הנמצאת בגבולות המגרש, מאחר וניתן לבצע חפירה רק בגבולות המגרש. הקיר עשוי מכלונסאות בהיקף המגרש ולאחר מכן ניתן לחפור למפלס המתוכנן. הבניינים הקיימים מפעילים לחץ ויש גם לחץ אדמה ויתכן גם לחץ מים אם יש.

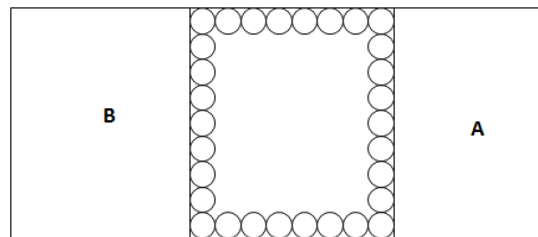
קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן



שלב ראשון -

מבצעים קידוחים של כלונסאות - כאשר בין כלונס לכלונס יש מרווח של 10 ס"מ בד"כ, לעיתים עד 15 ס"מ. בפועל מתחילים עם הכלונס הראשון ואזי מדלגים שלושה ומבצעים עוד כלונס. כך ממשיכים בסבב עד לסיום כל הכלונסאות (הביצוע של כל רביעי נועד למנוע התמוטטות קרקע). בסוף נמלא את החללים וניצור קיר בטון.



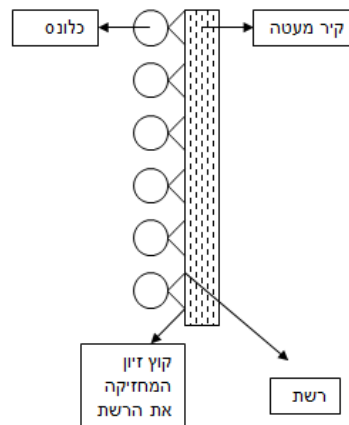
מאחר וחפירה בסמיכות של 10 ס"מ לא אפשרית, אי אפשר לקדוח כלונס ליד כלונס, יש להמתין להתייבשות הכלונס וכשהוא מתחזק בתום הסבב חוזרים ומבצעים הכלונס שליידו. אם המרתף הוא בגובה של 3 מ"ר אזי הכלונס יהיה בגובה קצת יותר מכפול, את הכלונסאות תמיד נציב בתוך שטח המרתף שלנו.

שלב שני -

לאחר סיום השלמת הכלונסאות, נבצע בחלק העליון קורת ראש הנמצאת לכל אורך הכלונסאות, המטרה היא שכל הכלונסאות יעבדו יחד (גובה החגורה $30 \div 40$ ס"מ). זו עבודה שלוקחת לא מעט זמן. על מנת שהקיר יעבוד בצורה אחידה, קורת הראש מאחדת את כל הכלונסאות לקיר אחד.

שלב שלישי -

עם סיום השלב לעיל, נגשים לשלב החפירה עד למפלס הרצוי. אורך כלונס: $L = 2h + 1m$ (כלונס דיפון). מנקים כל האדמה הנמצאת בין הכלונסאות ואז מבצעים קיר בטון – הנקרא קיר מעטה, שהוא בגובה של 4 מ.

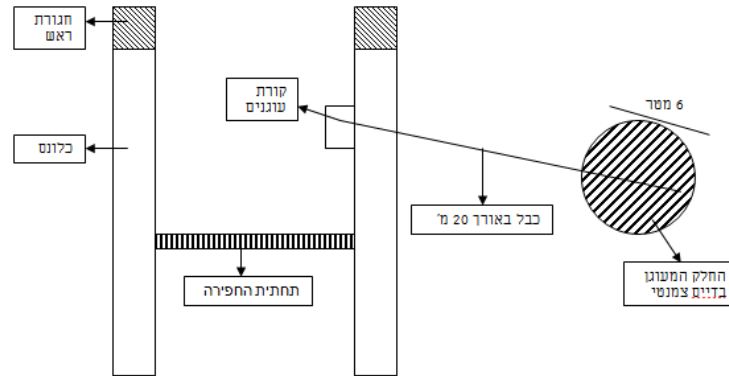


קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

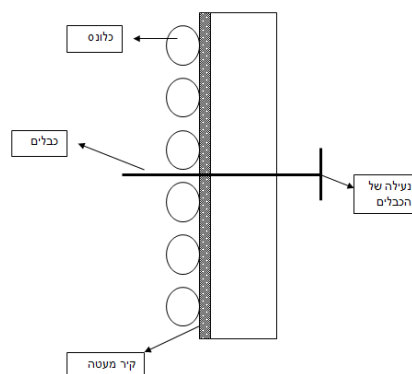
זהו פתרון טוב למרתף של 5-6 מטר. במידה ורוצים חפירה עמוקה יותר, לדוגמא כ- 20 מטר עומק – אזי נבצע קיר דיפון + עוגני קרקע כי זה לא יעיל.

עוגן קרקע - כאשר מעוניינים לבצע מרתפים עמוקים של כמה קומות, הכלונסאות יהיו ארוכים מאוד וגם רחבים מאוד, נוצר מצב של **הקטנת** שטח המרתף. בכדי לפתור את הבעיה הזו נשתמש בעוגני קרקע. עוגני קרקע הם קידוחים חלולים ואופקיים בין הכלונסאות לעומק האדמה, זהו סמך אופקי **לקיר הדיפון**, הסמך נוצר ע"י קידוח והחדרה של כבלי פלדה.



העוגן הראשון בגובה 2.5 מטר מהמפלס העליון. מבצעים עוגן כל 2.5 מ"ר. קיימת מכונה המחדירה את הכבל שאורכו 20 ס"מ כאשר היא גם מבצעת את פעולת הדיוס.

דיוס - יוצרים חלל ריק בתוך האדמה ע"י הזרמת אוויר בלחץ מאוד גבוה, לאחר מכן מזריקים דייס בטון (מים עם צמנט) לתוך החלל יחד עם כבל פלדה שהוחדר. אורך הכבל הנמצא בתוך בועת הדייס = 6 מטר. השלבים הבאים הם הבדיקה והנעילה, יש לחכות 10 ימים (בכדי שהצמנט יתייבש לגמרי). לאחר 10 ימים החלק המעוגן מתקשה ואז מבצעים דריכה. הדריכה היא בעצם הצבת קורת פלדה היקפית. מותחים את כבל הפלדה לעומס המתוכנן ע"י מכונת מתיחה, ולאחר שמגיעים לעומס הרצוי נועלים את הכבל. הכבל המתוח לוחץ בחזרה על הקיר. כך נוצר גוש אדמה מעורבב עם צמנט והגוש הזה הוא העוגן. ע"י פעולה זאת יצרנו תמיכה אופקית לקיר. להמשך – ממשיכים לחפור כלפי מטה ומבצעים שוב את פעולת ההחדרה של כבל נוסף. העוגנים פרוסים במרחקים של 2.5 מטר לגובה ולרוחב. בסוף כשכבר יש את התקררות משחררים את העוגן. פעולת הקדיחה ע"י להעביר את הכבל מתבצעת במרווח של 10 ס"מ שבין כלונס לכלונס. נשתמש בהם בכל קומה ובין כל שניים שלושה כלונסאות.



שני סוגי עוגני קרקע –

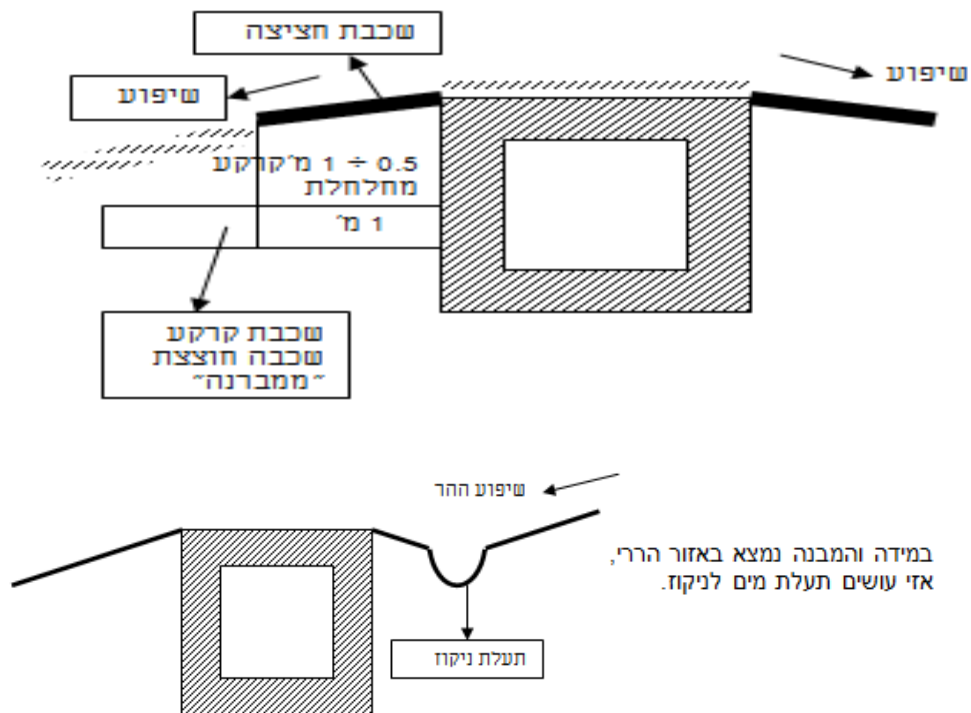
זמני - בשימוש עד שתבנה תקרה המחברת בין שתי קצוות החפירה ואזי נשחרר את העוגן לאחר העברת העומסים. (משמש רק לצורך הבניה).

קבוע - כאשר אין באפשרותנו להעביר עומס מקיר השיגומים (הכבל משמש כעוגן קבוע).

מניעת בעיות איטום/רטיבות – נרצה שבקומת המרתף לא יהיו מים ולכן נרצה למנוע רטיבות.

1. **הרחקת מים עיליים –** גשמים, מים חיפוניים. מדובר במצב בו רצוי שהסביבה הקרובה של המבנה תהיה אטומה. יש לשפיע את פני השטח מצידו של המבנה על מנת שהמים העיליים יורחקו ויזרמו מהמבנה החוצה ולא להפך, יגלשו שמאלה וימינה. כמו כן קרוב לפני הקרקע עושים שכבה חוצצת/אטימה (ריצוף, חצץ), אשר לא מאפשרת חלחול. שכבה זו נקראת "ממברנה". מדובר באדמה חרסיתית של 50 ס"מ שבעצם כולאת מים בתוכה, המים נשארים שם ואח"כ מתאדים ולא מגיעים לנקודות הבעתיות למעלה. מניעת המשך החלחול של המים.

במידה והאדמה היא חולית אז לא תהיה בעיה משום שהמים אינם נכלאים אלא יכולים לחלחל.



2. **הרחקת מים תת קרקעיים –** מדובר במים שנמצאים בתחתית המקלט, כשהאדמה היא אדמה חרסיתית

אשר כולאת מים יש צורך בהרחקתם, אדמה חולית היא אינה בעייתית משום שהמים מחלחלים דרכה ואינם נכלאים.

פתרון לניקוז המים התת קרקעיים הינה מערכת ניקוז אשר נבנית רק לאחר בניית המרתף ולפני כיסוי השטח באדמה. מערכת זו אשר מקיפה את המבנה מורכבת מצינורות ובורות:

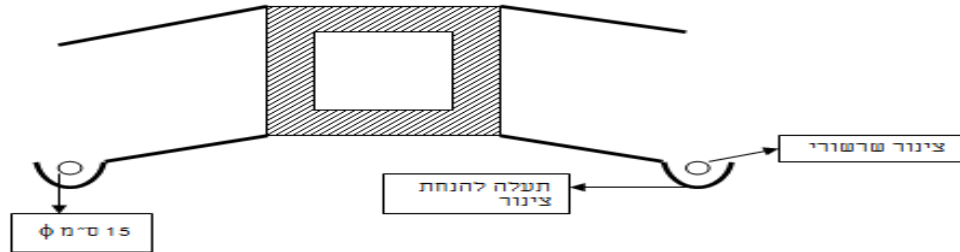
צינורות שרשריים – צינורות מפלסטיק גמיש מחורר ים, עטופים בחצץ כך שהאדמה אינה נכנסת אלא רק המים יכולים לעבור. בצינורות יוצרים שיפועים ועוטפים אותם בלבד.

בורות ניקוז – קידוחים עמוקים ברוחב 60 ס"מ קוטר לפחות, אותם ממלאים בחצץ על מנת שלא ייסתמו. יש לדאוג שלפחות 2 מ' קרקע מנקזת. נקדח בור ניקוז באדמה אשר נמצאת מתחת למרתף ובתכונתה היא כולאת מים, עד שנגיע לקרקע מנקזת. באדמה חולית אין דרישה לקידוחים עמוקים. במקרים קיצוניים שואבים את המים מתוך בורות הניקוז. כמות הבורות תלויה בתכנית המבנה וצורתו.

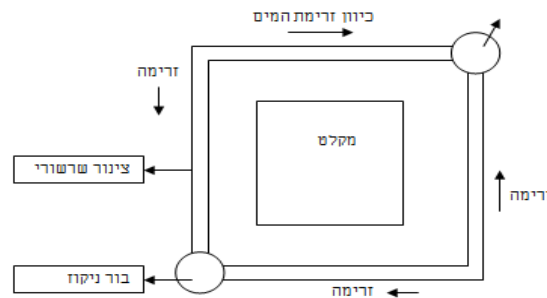
קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

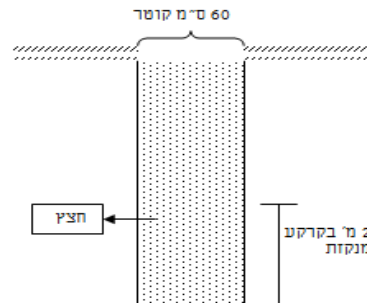
הקידוח אל הקרקע המנקזת הוא חובה ולכן גם אם נדרש מספר מטרים נוספים יש לקדוח. הערה: במידה והקרקע שמתחת למרתף היא מנקזת. כל המים חודרים דרך הצינורות השרשריים ומובלים לתוך בורות הניקוז, המים מגיעים לנקודת הניקוז הנמוכה ביותר (לכן נוביל אותם לשם), ובצורה הזו אנו מסלקים את המים ופותרים את בעיית הצטברות המים.



מבט תוכנית



הקידוח -



3. איטום קירות המבנה נגד חדירת מים

כל מבנה שבא במגע עם האדמה חייב לקבל טיפול של איטום מסביבו.

שלבי יציקת שכבות האיטום -

נבחין בין 2 מקרים :

• אדמה טובה לביסוס - יציבה -

שלב 1 - בתחילה נחפור לתחתית המרתף ואז נכין את התשתית לעבודה שכבת בסיס. תשתית

העבודה היא בטון רזה, ולמעשה על שכבה זו מבצעים את מערכת האיטום.

שלב 2 - על שכבת התשתית יש להגן ע"י יציקת בטון נוסף או פריסה של לבד, ארג זכוכית או יריעות

ביטומניות (יש לציין כי לא כל המהנדסים מבצעים את שכבת ההגנה) כאשר המערכת כוללת

לפחות 2 שכבות של יריעות. שכבות איטום אלה בולטות מעבר למבנה, אחר כך מקפלים את

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

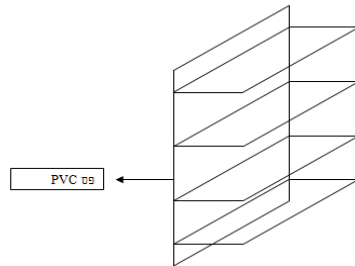
השוליים ומחברים אותה לאיטום הקירות, כך נוצרת שכבת איטום אינטגרלית לכל המבנה במלוא היקפו למעט החלק העליון (פני הקרקע).

שלב 3- על האיטום (של התחתית) נוסף עוד איטום בצורת בד גיאוטכני או איטום נוסף.

שלב 4- לאחר שכבת ההגנה יש לסדר את מוטות הזיון ואז ליצוק את הרצפה עד לנקודת הפסקת יציקה ואז יוצקים את הקיר. מאחר וקיים קושי ליציקת הקירות והרצפה, אזי יוצקים הרצפה ואז נוצרת הפסקת יציקה (נקודת החיבור שבין הקירות לרצפה).

שלב 5- בין מוטות הזיון שמים שן (בליטה) ומוסיפים עצר כימי מתנפח או לחלופין פס PVC שמוכנס חציו לרצפה וחציו לקיר לכל אורך ורוחב המקלט, הפתיל רץ לכל האורך בין מוטות הזיון במקום של הפסקת היציקה.

פס PVC הוא פולימר נפוץ אשר משמש תחליף לחומרי בנייה מסורתיים כגון טיט, בטון ועץ. עצר כימי מתנפח הוא חומר לו יש תכונה שכאשר הוא פוגש מים הוא מתנפח ולכן מונע מרטיבות לחלחל פנימה. מדובר בפתיל היקפי לאורך המבנה אשר ברגע שיוצקים בטון הוא משנה את נפחו בצורה משמעותית ולמעשה אוטם את הכניסה למים שמגיעים, נשתמש בעצר כימי בעת הפסקת יציקה. אם לא היינו מניחים עצר כימי המים היו מחלחלים לתוך יציקת הבטון שיצקנו והיו דוחפים אותו למעלה. פס PVC -



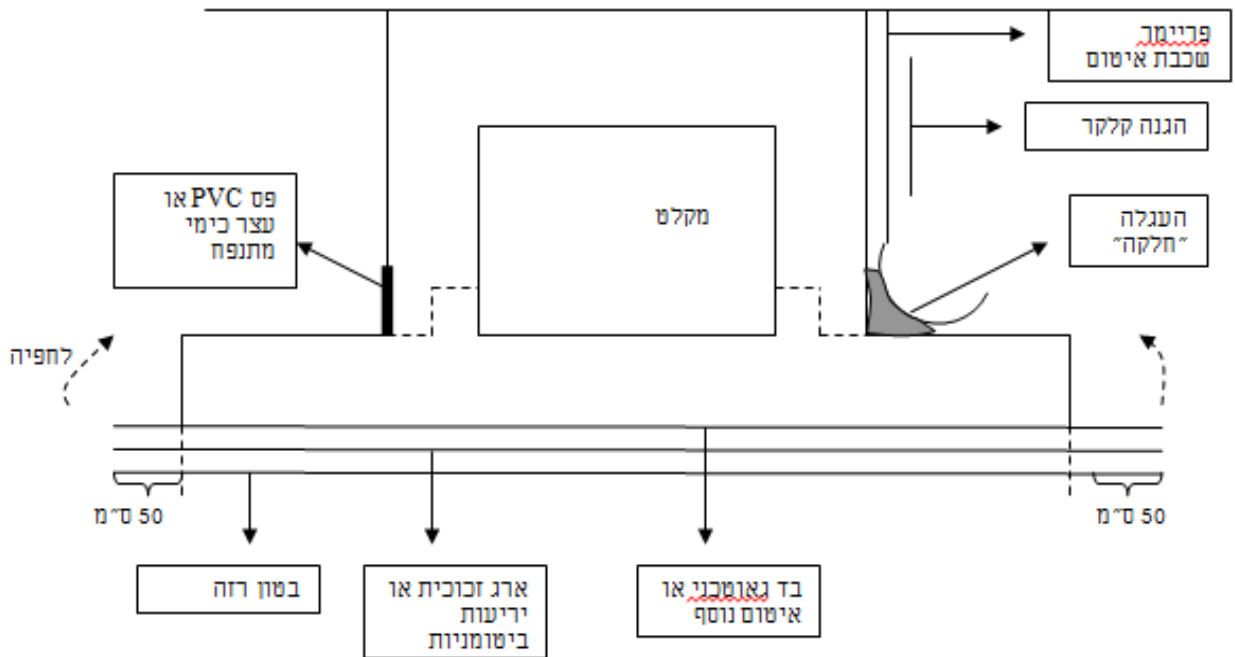
שלב 6- היציקה הבאה היא הקיר. יש לוודא שהקיר חלק מספיק לאיטום. לאחר מכן משלימים את התקרה ומתקבל אלמנט יצוק עם בטון מזוין. להשלמת מערכת האיטום, ראשית יש לבדוק שהקיר נקי מבליטות / מסמרים / ברזלים.

שלב 7- לאחר מכן יש ליצור "עגלה" ("רולקה") כ – 5 ס"מ, בזווית של 90 מעלות, בכדי להרחיק מים ובכדי לבצע את היריעה. מעגלים את הפינה של השיפוע והמים מסתלקים החוצה.



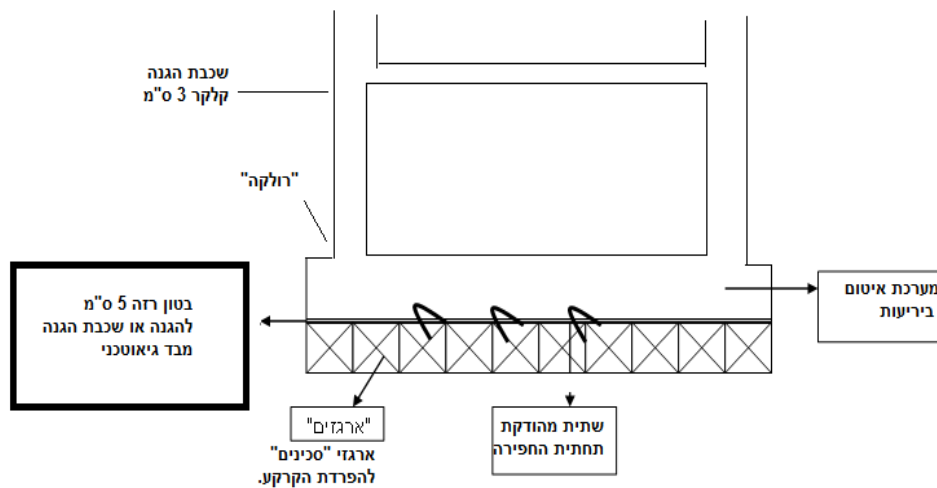
שלב 8- מורחים על הקיר משפר אטימה ואח"כ משלימים את מערכת האיטום של הקיר - לפחות 2 שכבות של מערכת יריעות. יוצרים מערכת אטומה למעשה מסביב, מחברים למערכת האיטום של הרצפה.

שלב 9- כדי להגן על האיטום משתמשים בלוחות קלקר בעובי של לפחות 3 ס"מ, מדביקים קלקר על גבי האיטום לפני שמחזירים את האדמה. בקרקע אגרסיבית עם סלעים חדים, בונים קיר חיצוני כדי להגן על מערכת האיטום. במקרים חריגים בונים קיר בנייה נוסף



• אדמה לא טובה לביסוס - לא יציבה

במידה והקרקע אינה יציבה מתחת למקלט, לדוגמא אדמת חרסית שמנה אשר משנה את נפחה כאשר מגיעה למגע עם מים, אז על מנת שהבטון הרזה לא יתנתק מתחתית המקלט ניצוק אותו על ארגזים שמשמשים כחלל. הרעיון הוא להפריד את רצפת המרתף מהקרקע. לכן אנו נקשור את הבטון הרזה לרצפת הבטון של המקלט. לסוף כשכבת הגנה לאיטום ישנה שכבת הגנה של 3 ס"מ או במקרים קשים בקיר הגנה. ההבדל בין שני הסוגים הוא המצע, האדמה.



יש המון כשלים באיטום, במקרה זה הבעיה היא שהארגזים בסופו של דבר יקרסו והבטון הרזה שמעליהם יקרס גם איתם. בעבר השתמשו בחוטים ודאגו לייצר חוטים בולטים כלפי מעלה כלפי היציקה כדי שהאיטום ייצמד מתחת לרצפה, לחלק התחתון של המבנה, ואז לא תהיה בעיית חדירה של מים.

1. כמות צמנט בבטון – לא פחות מ- 300 ק"ג למטר קוב. ככול שיש יותר צמנט בבטון הוא אטום יותר ולכן כך משופר.
2. יציקת המרתף ללא סגריגציה – סגריגציה היא מצב בו האבנים הגדולות והקטנות נפרדות, התערובת אינה אחידה, מתקיימת כאשר הבטון נזרק מגובה ובמצב זה האבנים הגדולות נופלות ראשונות ושוקעות וכך נוצרים חללים. ביציקת מרתף משתמשים במרטטים כדי לקבל קיר בטון חלק.
3. יש להימנע מהפסקות יציקה על מנת לקבל איטום אופטימי אלי. הפסקות היציקה הן נקודות תורפה לחדירת מים, יש ליצוק את הרצפה ביציקה אחת ואת הקירות באחרת.
4. נוסף חומרים שהם משפרי איטום (מפחיתי מים) על מנת לצמצם את היחס של מים צמנט, חומרים אלו משפרים את הבטון עושים את הפעולה של המים (דבקות) אך בכמות קטנה יותר.

תפר –

חלוקה של המבנה לשני חלקים או יותר כאשר אין קשר בין החלקים למעט מקרים מיוחדים. הכוונה לתפר קונסטרוקטיבי, הפרדה מלאה. לדוגמה – מבנה שבנוי ומורכב מכמה בניינים. התפר מבטיח לנו שלא תהיה הקשה בין המבנים ולא פוגע בתפקוד המבנה, בד"כ ייבנה בצורה נסתרת. לתפר עובי מסוים שנדרש לחשב. התפר המינימאלי – 2 ס"מ.

תפקידיו העיקריים של התפר –

1. לאפשר התפשטות והתכווצות של המבנה ללא הפרעה על מנת למנוע סדקים. ככל שהמבנה ארוך יותר, היכולת שלו להיסדק גדול יותר.
2. למנוע או להפחית ככול האפשר את הפרשי שקיעות הבדלית (דיפרנציאליות) בין היסודות. לדוגמה, למבנה יש רצון לשקוע יותר מהחניון אז נעשה נקודות תפר משני צידי המבנה וכך נמנע שקיעה.
3. ניתוק של המבנה במקומות מסוימים שהם מסוכנים או בעייתיים בזמן רעידות אדמה. התפר צריך לתת מענה בכדי שהמבנה יתנהג בחופשיות ברעידות אדמה.

תפר צריך עמוד בשתי הגבלות –

1. גודל התפשטות התרמית של המבנה
 2. גודל התזוזה האופקית של המבנה בזמן פעולת כוח רעידות אדמה
- תפר מעצם היותו תפר הוא רגיש, אם יש תזוזה/רעידת אדמה, שם יתכנו הנזקים, כנ"ל ברטיבות- המים יגיעו לתפר- התפר הוא נקודת תורפה.
 - a. אם בתכנית נראה כאילו יש בניין אחד אבל בעצם מדובר בשני בניינים אשר מחולקים ע"י תפר, אז אם המבנה ארוך יש התפשטות גדולה. מאפשר לבניין להתכווץ ולהתפשט ללא קמטים.

מיקום התפר :

שטחים משותפים/שטחי מעבר. במקום שלא פוגע בתפקוד המבנה. תפר לא יעשה באמצע המבנה.

תפר וקיר תומך –

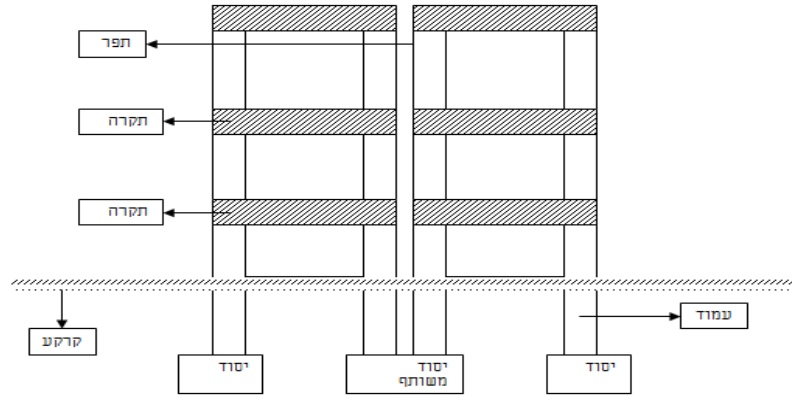
גם קיר תומך נחלק בעזרת תפרים כאשר הקיר חשוף לשמש אזי נצמצם את התפרים למרחקים של 15 מ"ר. הביצוע יבוצע כך – יציקה – קלקר – יציקה – קלקר

תפר ומרפסות –

כאשר יש לנו מקרה של תוספת מרפסות או חדר נוסף לכל הקומות במבנה של 10 קומות, לא נבצע תפר מאחר ורוחב הבסיס קטן ביחס לגובה וגם המשקל העצמי קטן ביחס למבנה. לכן נבצע קשירה בין המרפסות למבנה אך נבצע חיבור שיאפשר הזזה אנכית.

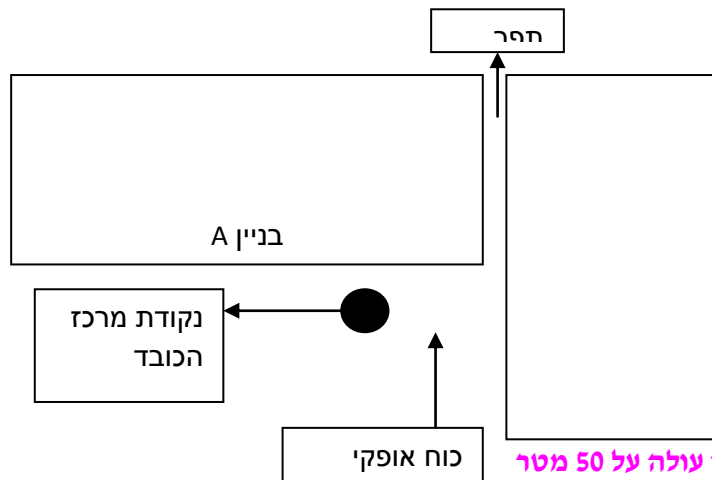
תפר ומבנה בעל יסוד משותף –

מבחינת התפר, המקום היחידי שמחבר את הבניינים הוא היסוד שטמון באדמה ובמילים אחרות המקום היחידי שהמבנה לא מנותק הוא ביסוד המשותף, במקרה של יסוד באזור התפר, אנחנו לא מבצעים תפר ביסוד בגלל עומס אקסצנטריות ובגלל שקיעה של מומנט (המלווה בסדקים). דבר זה לא תורם, ומאחר והוא קבור באדמה אזי הוא לא חשוף להבדלי טמפרטורות ולכן ההתפשטות וההתכווצות היא קטנה. כמו כן, לגבי כלונס ששני העמודים יורדים אליו אזי יש לבצע ראש כלונס משותף.



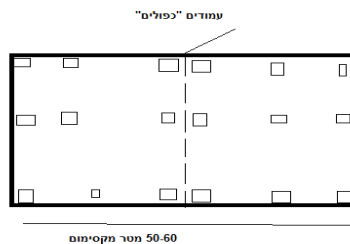
תפר ומבנה הבנוי בזווית -

על מנת למנוע סיבוב של המבנה כתוצאה מהפעלת כוח (אופקי), אזי ננתק את המבנה בזווית שבין השניים ואזי נקבל למעשה 2 מבנים.



תפר ומבנה שאורכו עולה על 50 מטר

חובה לבצע תפר. אם לא מבצעים תפר העמודים מקבלים יותר מידי כוח אופקי ואז יש צורך בבטון יותר חזק. בנוסף למשקל התקרות נוסף כוח אופקי שרוצה לסובב את העמודים. בד"כ מבצעים עמודים בשני צדדי התפר, בתפר מחברים אותם והם יוצאים מפלטה אחת משותפת כדי למנוע סיבוב וכי בקרקע ההפרשים זניחים ואין בעיה לחבר אותם בביסוס.



תפר ומבנה קיים שמוצמד לו מבנה חדש -

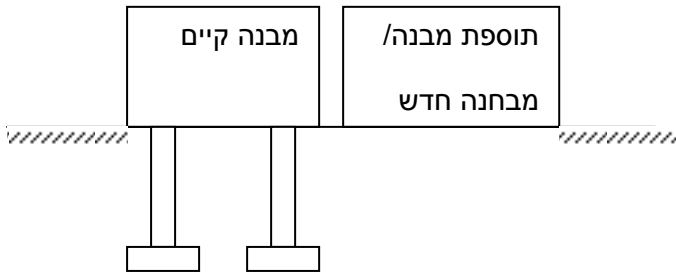
המבנה הקיים "סיים" למעשה את תהליך

השקיעה (הנמשך כ- 20-25 שנה). ולכן

אם נחבר את שני המבנים, החדש עדיין

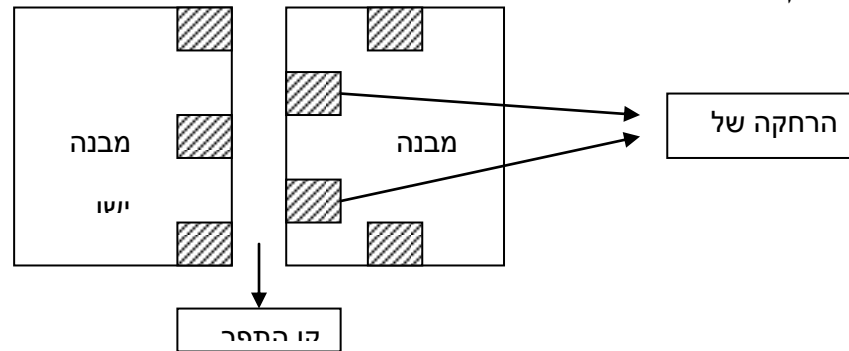
לא שקע ולכן רצוי להפריד אותם. חובה לעשות

תפר כשבונים מבנה חדש בין המבנה הקיים והחדש.



לעניין הביסוס – אנו נדרשים להרחיק את העמוד של המבנה החדש מן העמוד הקיים במבנה הישן. מערכת

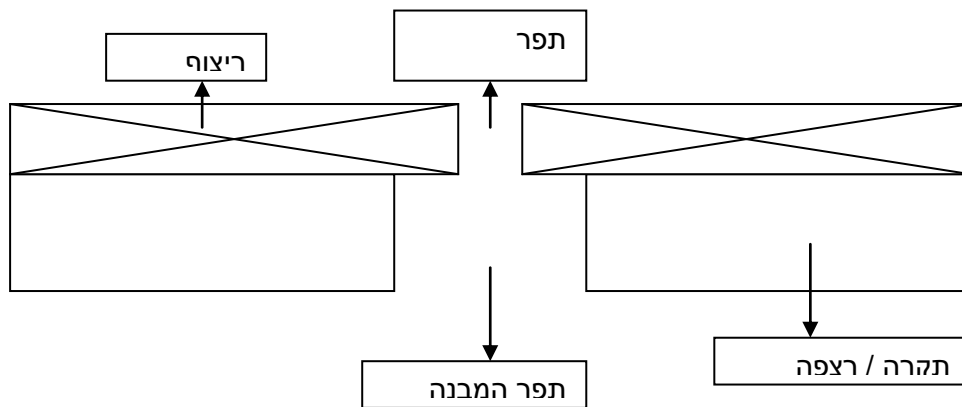
ביסוס נפרדת, מנותק בלפחות 2 ס"מ.



השקיעה של המבנה החדש אינה משמעותית, כ- 1/2 ס"מ, ולכן בריצוף נתקן את המצב. בריצוף אנו נקטין את

קו התפר למינימלי (ע"י קירוב המרצפות) ובמקרה בעייתי נחליף את הריצוף. את התפר נמלא במסטיק

אלסטומרי כך שלא נבחין בתפר, אך התפר קיים לכל אורכו של המבנה.



תפר דמי ברצפה צפה –

יציקת הרצפה הצפה מתבצעת ישירות על הקרקע, כאשר יוצקים יציקה גדולה בפעם אחת, נקבל סדקים בכל

מיני מקומות. לכן נעשה תפר דמי. תפרי הדמי יבוצעו בחלקים הכי חלשים בהם בוצעה החלשה יזומה בצורה

של ניסור על מנת לקבל חריץ. רשת החריצים ברצפה תהיה פרוסה במשבצות של 5 מטר על 5 מטר. לאחר מכן

נוסיף חומר גמיש לחלל המנוסר. על מנת שלא תהיה שקיעה דיפרנציאלית בין הריבועים ברצפה אז נשתמש

עם ברזל יתד המונע שקיעה.

נוסחת החישוב גודל התפר (בשל ההתפשטות)

α = מקדם ההתפשטות תרמי

ΔC° = הפרשי טמפרטורות

L = אורך המבנה

δ = התארכות המבנה

$$\delta = L * \Delta C^\circ * \alpha$$

דוגמא:

נתון:

מקדם התפשטות (α) - 0.000012

הפרשי טמפרטורה (ΔC°) - 30° (הפרש קיצוני)

$L=60\text{m}$

מכאן ש:

נחשב את התארכות המבנה (δ) לפי הנוסחה

$$\delta = 6000 \times 30^\circ \times 0.000012 = 2.16 \text{ ס"מ}$$

המבנה מתפשט לשני הצדדים, כל צד 1.08 ס"מ (2.16/2). מינימום תפר 2 ס"מ – ולכן לא יתנגשו בשל התפשטות והתכווצות.

בזמן היציקה קוברים לוח קלקר שיוצר את המרווח בין הבטון.

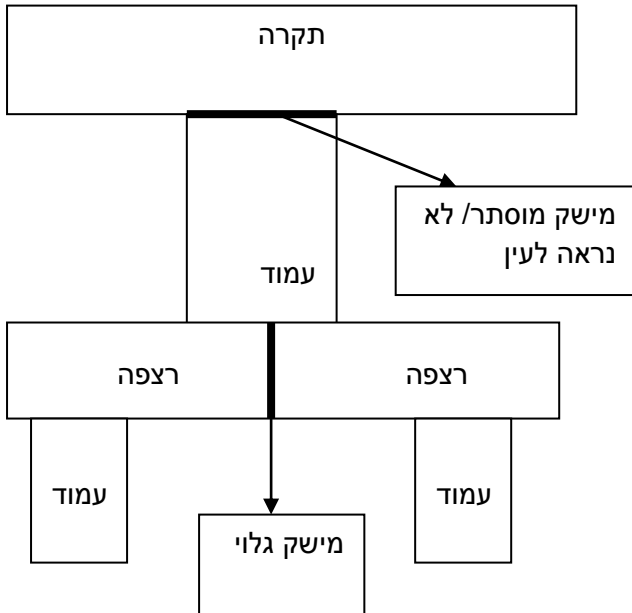
הפסקת יציקה באלמנט מסוים בין יציקה ליציקה.

ההפסקה נדרשת עקב מספר סיבות -

- פישוט של הביצוע, וזאת עקב אלמנטים מסובכים במבנה.
- הספקי עבודה (על בסיס יומי), נוחות לחלוקת העבודה לפי ימים.
- החלפת תבניות (חסכון בכמות התבניות לעבודה).

ישנם 2 סוגי מישקים :

- **מישק הנראה לעין** - למשל בין העמוד לתקרה.
מדובר על הפסקה באותה הקורה.
- **מישק מוסתר / לא נראה לעין** – למשל בין העמוד לקורה.

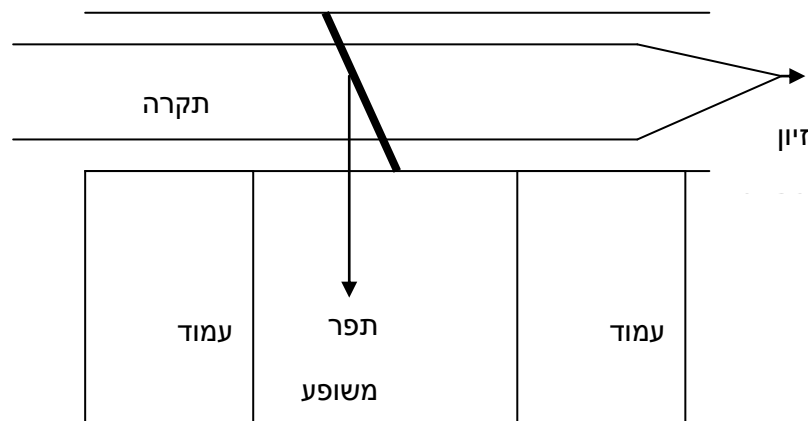


- b. מישק אופקי באלמנט אנכי פחות מסוכן.
- c. מישק באלמנט אופקי בעייתי.
- d. מישק אופקי נעשה במקומות הנוחים לנו (העומס עובר במגע) מסוכנים. בעמודים למשל נפסיק מטר מן העמוד או לאחריו.

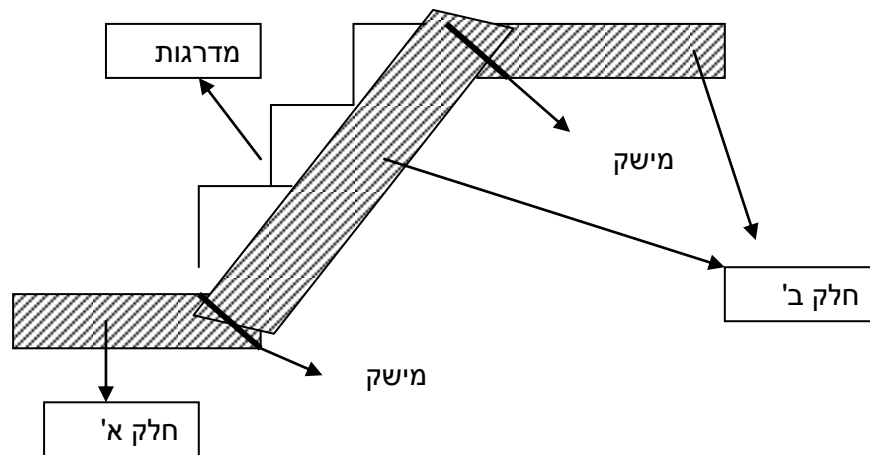
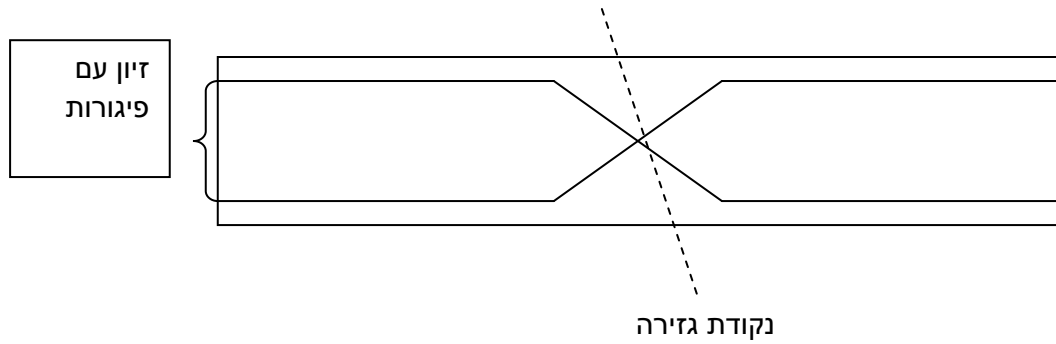
מדובר במקומות שאינם

הפסקות יציקה -

כשאנו יוצקים בטון לעיתים אנו יוצקים בצורה לא רציפה, עם הפסקות. בד"כ ההפסקה תהיה משופעת וזאת על מנת לנצל שטח פנים ככל היותר בין היציקה החדשה לישנה. אזור הפסקת היציקה הוא אינו חזק ויש לחזק אותו, לכן לפני יציקת הבטון החדש אנו נמרח את פני המישק בחומר משפר הידבקות ובמקומות שיש בעיות של גזירה אזי המישק יקבל תוספת זיון. באופן כללי נמנע מהפסקות יציקה. זיון עובר מצד לצד ואינו מופסק.



מישק בחדרי מדרגות – בעיה זו שכיחה במדרגות. קיימים הפסקות יציקה ולכן ניצוק חלק א' תחילה ואחר כך את חלק ב' (החלק העליון + השיפוע).



קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

מבני פלדה

מדובר על מבנים בהם שלד המבנה עשוי מפלדה או שילוב של בטון ופלדה. מדובר לרוב באולמות, האנגרים, סככות וכן גם בתי מגורים ובניינים "רגילים" משולבים בטון ופלדה. בפלדה כל המידות הן במילימטר.

שני סוגים של מבני פלדה -

• מבנים קלים –

סככות, אולמות (תקרות פלדה), בד"כ כיסוי מחומר קל (כמו פחים). קירות המבנים הקלים יכולים להיות מקונסטרוקציית פלדה (האנגר למטוסים, מבנה קל עם קונסטרוקציה כבדה). נשתמש בפרופילים סטנדרטים שהם למעשה מוצר מדף עולמי. מפרופילים אלה ניתן להקים קונסטרוקציות שונות. לפלדה פרופילים שחלקם סטנדרטים, אחידים, וחלקם עשויים מאלמנטים. מוצרי המדף הסטנדרטים הם באורכים של 6 ו-12 מ. הערה: בפלדה כל המידות במ"מ.

• מבנים כבדים –

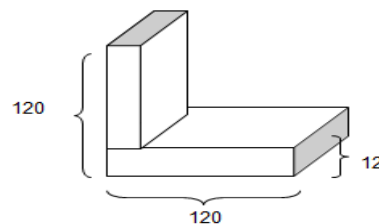
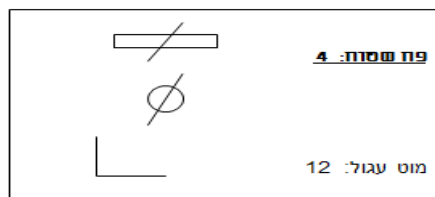
מבנים רבי קומות, קורות פלדה, עמודי פלדה, תקרות פלדה. מבנים מיוחדים שהשלד העיקרי שלהם עשויים מקונסטרוקציית פלדה. שימוש בקונסטרוקציית פלדה יכולה לזרז את הביצוע, להקל בפרטים ולדייק, ובנוסף, פלדה חזקה מבטון פי 10, אם לוקחים עמוד פלדה למול עמוד בטון, עמוד הפלדה יהיה קטן יותר ויכול להביא לחיסכון ב מקום ובכסף (מבחינת מחיר, יש שינויים במחירי הפלדה והבטון ולכן יש תקופות בהן הכדאיות יכולה גם לרדת).

פרופילים של פלדה וצורות החתך שלהם –

בפרופילים מה שמעניין הוא צורת החתך שלהם, במבנים קלים נשתמש בפרופילים סטנדרטיים שהם למעשה מוצר מדף מהם ניתן להקים קונסטרוקציות שונות:

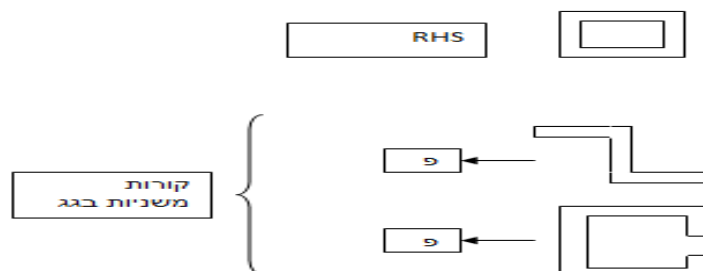
פרופיל זיתן -

L120/120/12 - המספרים מסמנים את הגובה במ"מ:



פרופיל ריבועי מלבני –

יכול לשמש גם בקורה וגם בעמוד. קורות משניות בגג הן קורות שנושאות בעצם את הקירווי ונקראות "פטה"



פרופיל I -

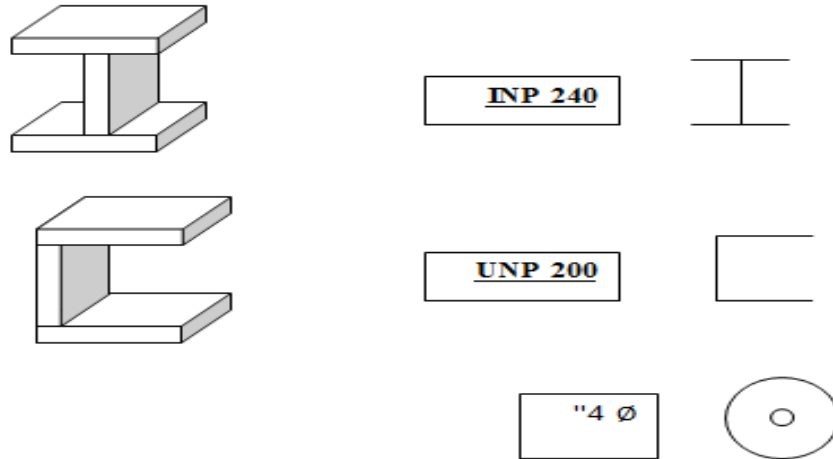
240 הוא גובה הפרופיל – נשתמש בגופים קטנים (קורות) וכשהגופים הם גדולים (עמוד) נשתמש בפרופיל זה רק הפוך – בצורה של H.

פרופיל U -

200 הוא גובה הפרופיל – שמשמש בעיקר לקורה.

פרופיל צינור -

מוגדר באינצ'ים 4 אינצ'ים כשעובי הדופן הוא T.



האורך למוצר מדף 6 מטר (ניתן לקבל גם 12 מטר). בד"כ משתמשים למבנים של עד 8 מטר. במפתחים גדולים יותר נצטרך פרופילים מורכבים ולכן נייצר קורות מפחים. הפח עשוי פלדה. פח הוא ריתוך של מספר חלקים מהם יוצרים אלמנט – ניתן לייצר בעוביים שונים. כל הפרופילים מפלדה סטנדרטית / Fe 360

הגנה על פלדה

על הפלדה צריך להגן מפני אש. הגנה זאת מתבצעת או ע"י צבע מעכב בערה (פתרון יקר) או ע"י התזת טיח (לא אסתטי).

פלדה או בטון

עלויות - מה שקובע האם נשתמש בפלדה או בבטון לרוב הוא הצד הפיננסי. לרוב לבטון מחיר קבוע ולפלדה מחיר משתנה. ולכן העלויות משתנות כל הזמן ואיתם גם ההעדפה בין הבטון לפלדה.
חתיכים - פלדה חזקה יותר מבטון. יש לכך משמעות מבחינת שטח - לדוג - עמוד יהיה דק יותר אם עשוי מפלדה ועבה יותר אם יהיה עשוי מבטון.
משקל - תקרת בטון - 2400 ק"ג למטר מרובע
פלדה - 80 ק"ג למטר מרובע

חוזק של פלדה

יש כל מיני חוזקים של פלדות לדוגמה – FE360 שהוא ST37. ז"א שחוזק הפלדה הוא 3700 ק"ג למטר מרובע. זו הפלדה הסטנדרטית והשכיחה שבה בעיקר משתמשים בארץ. גם לפלדה זו יש מספר סוגים ובכל מדינה היא משתנה, לדוגמה במדינות קרות הפלדה היא שונה כי בקור מאוד נמוך הפלדה יכולה להיות מאוד פריכה ולהישבר בקלות.

חיבורים בפלדה

החיבורים נועדו ליצירת אלמנט ארוך יותר. לחיבור שני פחים (נשתמש בפחי עזר).

א. ברגים:

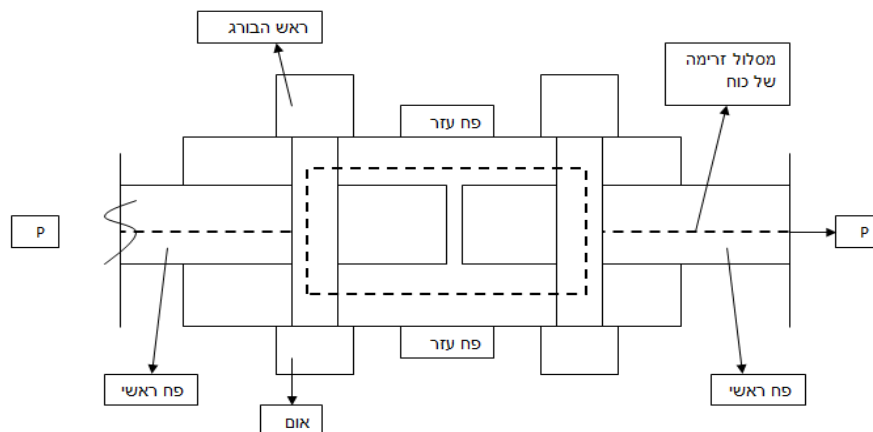
יש כל מיני חוזקים לברגים, חוזק הבורג גבוה מחוזק הפלדה. העומסים עוברים דרך הברגים. למעשה יש נתק בין האלמנטים (הפחים), אזי הברגים משמשים כמעבר לכוחות הגזירה ואו המתיחה. גם לזה יש תקנים למרחקים תקינים בין ברגים. תמיד נשתמש ביותר מבורג אחד כדי שהפרופיל לא יתמוטט בשל כשל בבורג.

ברגים דרוכים: $\emptyset 16 < d$ (הקוטר גדול מ- $\emptyset 16$ מ"מ)

מותחים את הבורג ואז נועלים, אך מאחר והבורג נדרך הוא ישאף לחזור למצבו הראשוני, ואז נוצר לחץ על הפח, המביא לכוח מתנגד, חיכוך בין הפחים. הברגים לדריכה הם עם חוזק ותסבולת גבוה יותר.

ברגים רגילים: $\emptyset 16 \div \emptyset 8$ קוטר של עד 16 מ"מ, מוצמד לאומים עד כדי מגע מלא.

שימוש באום – לחיזוק מלא ושימוש נכון בברגים יש לנעול את האום עד למגע מלא של המרווח – ניתן להשתמש אף באום כפול. צריך להקפיד שכאשר האום סגור יש לראות שלושה פסים של הבורג מחוץ לאום, אחרת הבורג נחשב קצר מידי.



יתרון בברגים:

- i. אפשר להביא את חלקי האלמנט למצב הסופי הרצוי ולכן ייצור חלקי האלמנט יהיו בצורה מדויקת מאוד
- ii. הבורג חזק יותר מהפלדה.

חסרון בברגים:

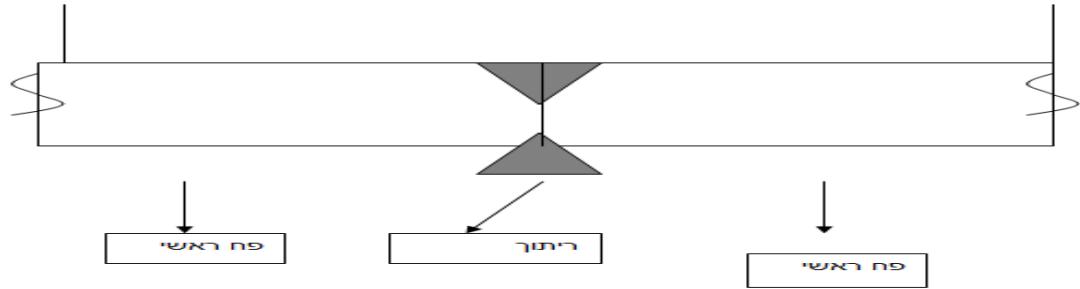
- iii. דורש פחי עזר,
- iv. קדיחת חורים באלמנט מחלישה אותו.
- v. דורש עבודה מקצועית.

ב. **ריתוך**

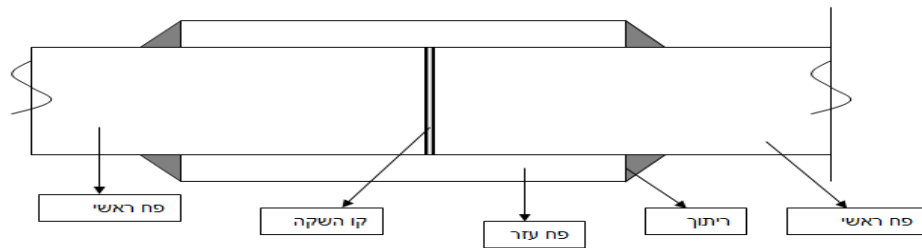
חיבור חלקי האלמנט לגוף אחד.

שני סוגי ריתוך:

א) **ריתוך בהשקה** – מילוי של חלל. לוקחים שני פחים ומבצעים ריתוך, מדובר במילוי של החתכים בחומר. תהליך הריתוך הוא בעצם המסת חומר בחימום אשר ממלא את המרווח ויוצר חומר אחד, החומר הזה הוא במינימום באותו חוזק של הפלדה ואף חזק יותר. ולכן אם יש כשל הוא לא ינבע בהכרח מנקודת החיבור. כמו כן בריתוך בהשקה נקבל שטח פנים חלק.



ב) **ריתוך לא בהשקה** – "מילאת" צריך להיות 0.7% מהעובי המינימאלי של הפרופיל (שהוא 4 מ"מ) אחרת לא יהיה חזק מספיק ויכולה להיווצר בעיה. ריתוך של חלקי האלמנט המבוצע בעזרת פחים נוספים (פחי עזר) ריתוך "מילואה"



יתרונות בריתוך

- אין החלשה או פגיעה באלמנט (חורים) לעומת הברגים
- יש חסכון בפחי העזר
- מראה אסתטי ויפה (בהשוואה לברגים שנראים).

חסרונות בריתוך

- בזמן הריתוך יש לייצב את האלמנט, למעשה יש צורך בחיבור זמני ע"מ להשיג יציבות של חלקי האלמנט לקראת ריתוך.
 - לרוב הריתוך נעשה במסגרייה על הרצפה כי קשה לייצב
 - קשה לרתך בגובה ולכן יש צורך בקונסטרוקציית עזר
 - מאחר ויש פה מילוי של חומר בין 2 פחים, יש צורך לבחון את איכות הריתוך ע"י בדיקות אל הרס-בדקים את איכות הריתוך - שאין בועות אוויר, שהמילוי באיכות טובה, סדקים ועוד. לפעמים פוסלים את הריתוך או שולחים לתיקון.
 - שימוש גם בברגים וגם בריתוך. הריתוך נעשה במפעל וההרכבה נעשית בשטח ע"י ברגים.
- ג. **מסמרה** – ישן מאוד וכבר לא משתמשים.

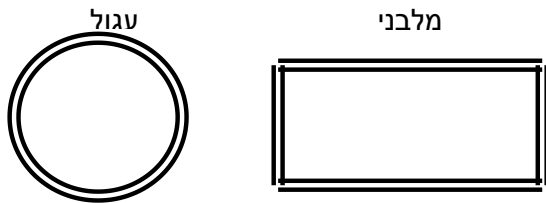
אמינות החיבור –

- בברגים** - נבדוק כשל בברגים או בפח האלמנט ולכן נשתמש ביותר מבורג אחד.
- בריתוך** – יש לבדוק האם הריתוך תקני, אמינות זו נבדקת ע"י כך שאין חללים או סדקים בריתוך.
- בדיקה 1 - פעולת בדיקה שמתבצעת ע"י שיקוף (רנטגן) והיא מסובכת יותר, מדובר בסוג של קרינה שלא מתאפשרת בהרבה מקומות כמו מקומות מאוד גבוהים מהם הבדוק אינו יכול להתרחק או במקומות הומי אדם.
- בדיקה 2 - קיימת גם בדיקה מגנטית שמתבצעת באמצעות פיזור אבקה חשמלית, בעזרת זרמים מחפשים את נקודת הכשל. מדובר בבדיקה יחסית פשוטה שבודקת את הפגמים בריתוך עצמו. בדיקה זו מבוצעת ע"י מעבדה מוסמכת שבודקת מה הבעיה בריתוך.
- נשתדל לעשות את הבדיקות במעבדה ותיקונים במסגריה ולא בשטח
 - ככל שהמבנה מורכב יותר נעדיף להשתמש בברגים עקב מידות מדויקות וקבועות.

דוגמאות לאלמנטים מפלדה:

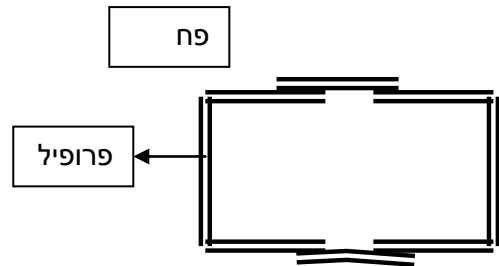
עמודים -

עמוד מפרופיל מלבני ופרופיל עגול – מבט מלמעלה -

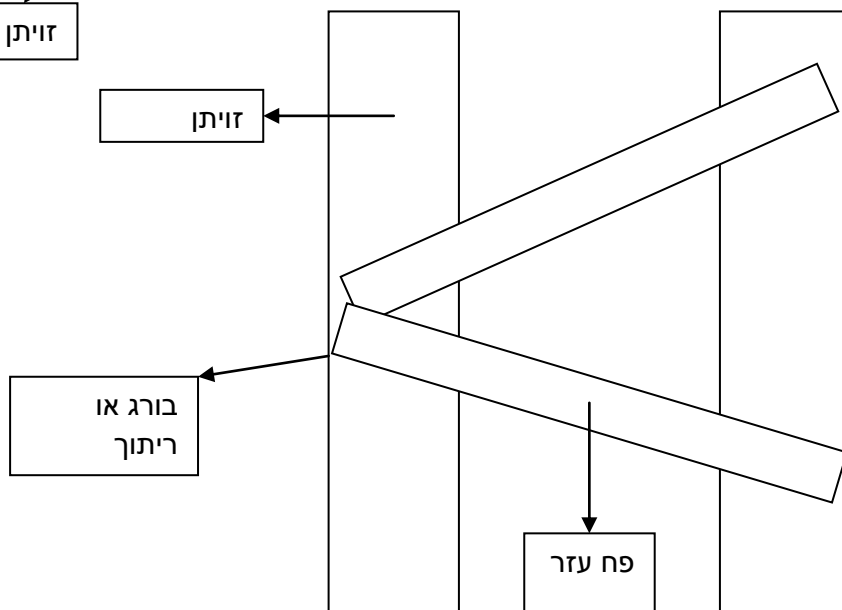
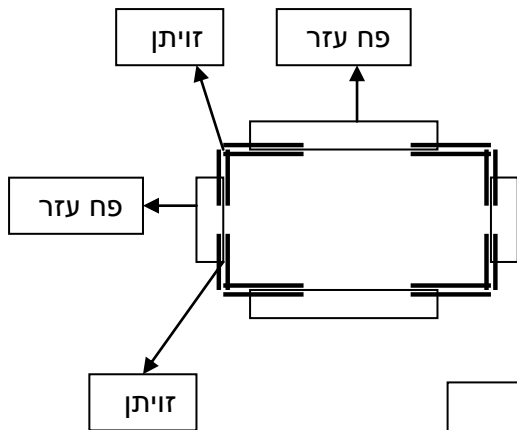


מבט מלמעלה -

מורכב משני פרופילים ופח עזר



מבט מהצד -

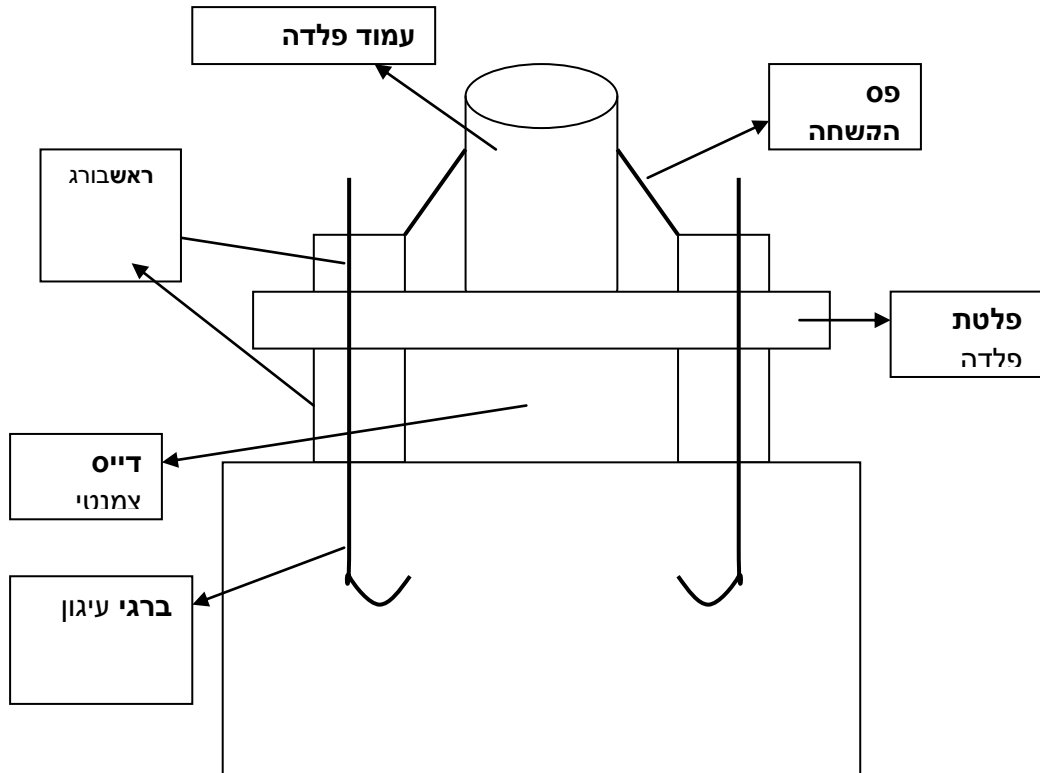


חיבור העמוד לפלטת יסוד/כלונס

למבנה פלדה יש ביסוס. לרוב הביסוס יהיה מבטון – מה שמעל הקרקע יהיה מפלדה שמתחברת לבטון מזוין. הבטון זול יותר לרוב מהפלדה ועדיף לשים בטון מתחת לאדמה ולא פלדה. יהיו פעמים שנשתמש לביסוס בפלדה כמו בביסוס מתחת למים שם לא ניתן ליצוק בטון.

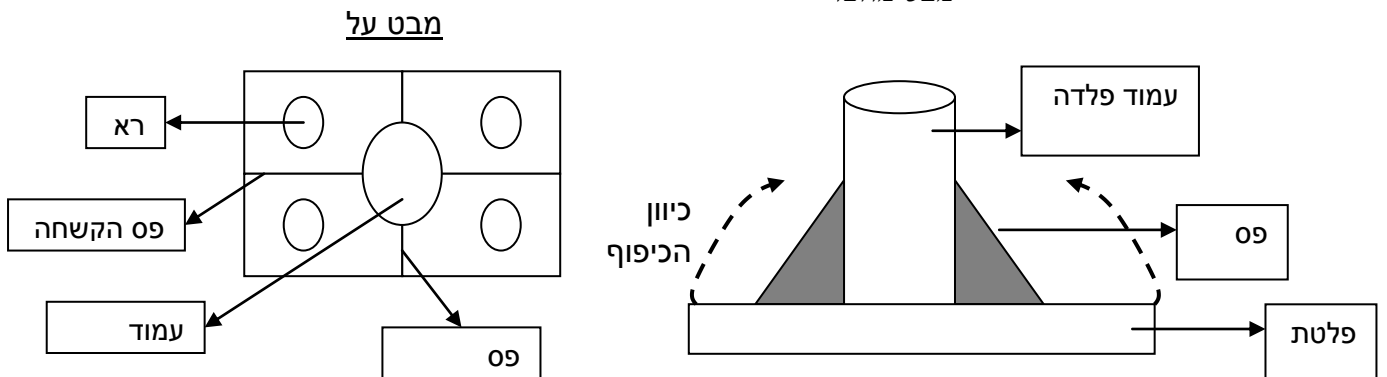
ברגי עיגון - בזמן היציקה נעגן באמצעות ברגי עיגון, פלטת הפלדה קשורה לעוגני הבטון ומשמשת תחתית לעמוד. העמוד מגיע עם בסיס וחורים אשר תואמים לברגי העיגון שמתלבשים על הברגים ומחוזקים עם דיסקה ואום מלמטה ומלמעלה אשר מחזיקים את העמוד ושומרים על יציבות.

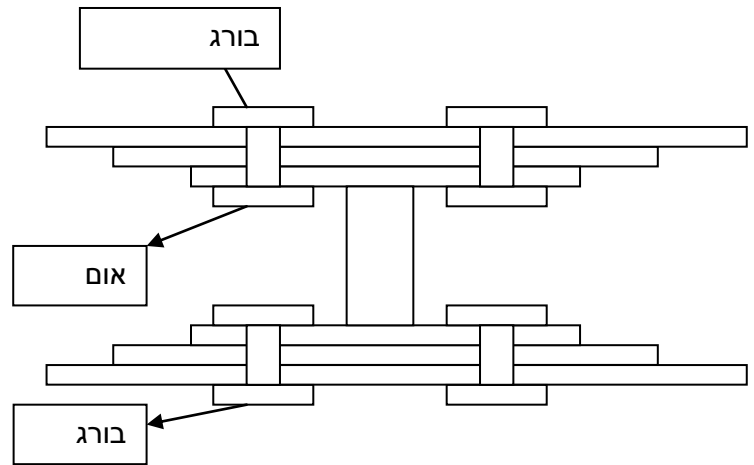
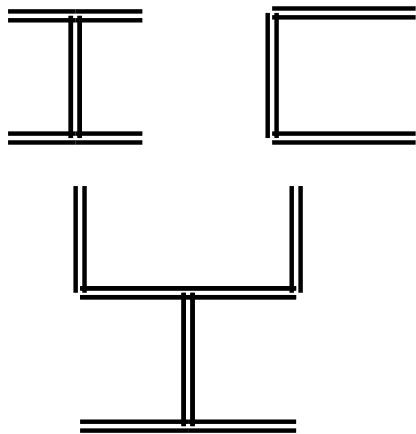
דיוס - את המרווח שבין הפלדה ליציקת הבטון (בין הבסיס של העמוד לבין הכלונס) נמלא **בדייס צמנט** – (בטון דחוס) על מנת שיהיה מגע מלא ושהעומס לא יעבור דרך הברגים.



פס הקשחה - הלחמה של משולש פח בין העמוד לפלטה על מנת למנוע קיפול של הפלטה כלפי מעלה. צלעות החיזוק מונעים את הכפיפה של הפלטה.

מבט מהצד -





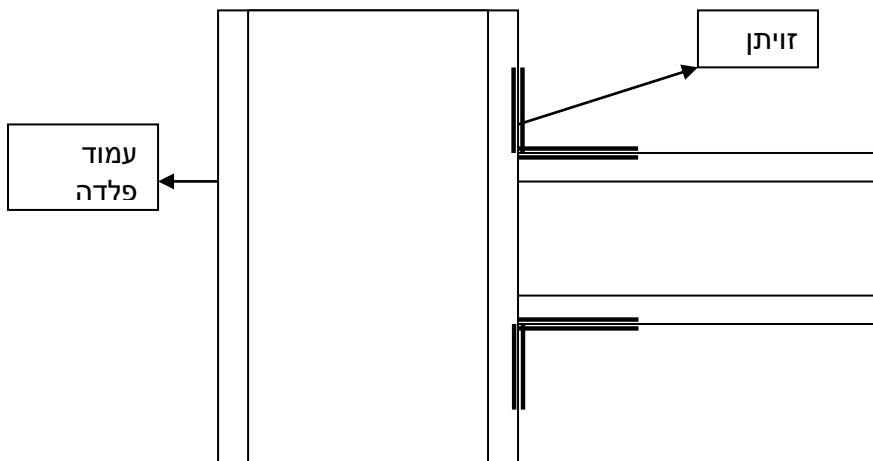
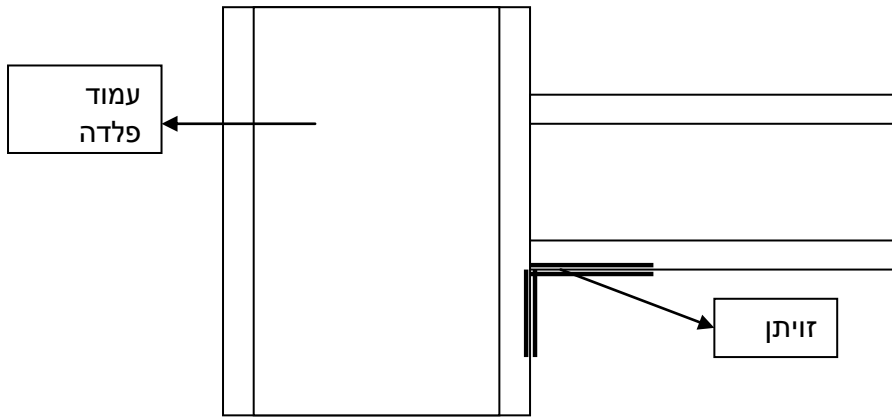
חיבור קורה לעמוד

”חיבור פרקי”

מכינים תושבת ומניחים עליה את הקורה. עדיף על חיבור ריתום בגלל שריתום דורש סטטיקה מדויקת. ניתן למקם את הקורה על הזוויתן גם בברגים וגם בריתוך. באופן כללי נעדיף להשתמש בברגים.

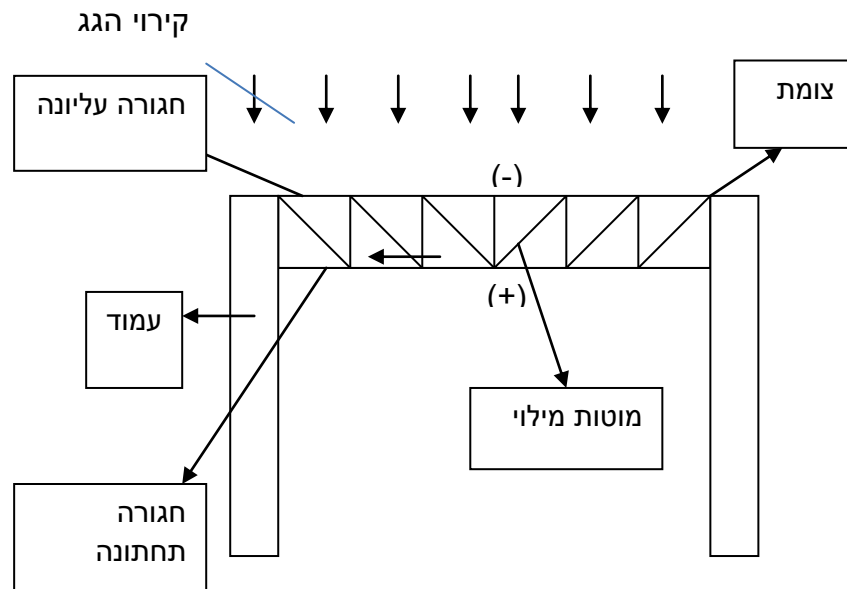
”חיבור רתום”

הקורה נמצאת בין שני זוויתנים, כמו כן מחוברת ע”י ברגים. אם הצד שני חופשי. (כמו מרפסת חייב ריתום)

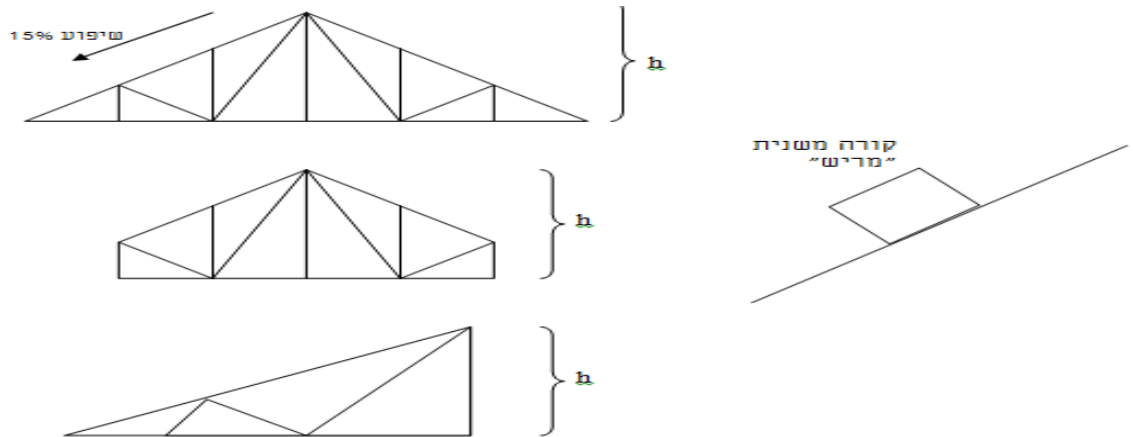


בסדר גודל של 8-10 מ' אפשר להסתדר עם הפרופילים הקיימים, אך במפתחים גדולים מעל 15-25 מטר, אזי האלמנטים הופכים לכבדים ולכן נשתמש במסבך (אגד).

- מסבך הוא קורה העשויה ממוטות (פרופילים). נבנה בעיקר במבנים קלים כמו סככות, האנגרים, אורות. על המסבך חלים עומסים קלים כמו רוח, משקל אדם וכו'. המרחק בין העמודים יכול להיות גדול. למסבך אין כפיפה אלא רק לחץ וזה קורה כי קיימת צומת עליה חל העומס ולא על הקורה עצמה ולכן אין כפיפה.
1. זהו אלמנט בעל משקל קטן, כלכלי וחסכוני אשר מחליף את הקורה.
 2. זהו פרופיל שמאפשר ייצור אלמנט תומך למפתחים גדולים, מגשר בין פתחים גדולים, כמו 20 מ'.
 3. כל הקורות המשניות נשענות על הסמך, העומס עובר לנקודות התמיכה.
 4. מורכב מחגורה עליונה, חגורה תחתונה שעשויה מפרופילים סטנדרטים (זה גם הגובה שלו), ומוטות מילוי, בניהם אויר.
 5. אם המסבך מתכופף יש מתיחה ב חגורה תחתונה ולחיצה בחגורה העליונה מתאים לעומסים אופקיים – לחיצה ומתיחה - כוחות ציריים
 6. הקורות המשניות דרך הצמתים מונעות את קריסת החגורה העליונה שעליה לחץ.
 7. מוטות המילוי מקשרים בין החגורה העליונה והתחתונה ומשמים כדופן של הקורה, הם מחברים את החגורה התחתונה עם העליונה שיעבדו יחד. יש עליהם לחיצה או מתיחה, כשלחיצה מהווה סכנת קריסה, שגדלה ככול שהאלמנט ארוך יותר.
 8. האלמנט הוא כאמור כלכלי מאחר ואם דואגים להעמיס רק על נקודות הצומת, אז המאמצים/כוחות שיש באלמנטים הם אך ורק כוחות ציריים (מתיחה/לחיצה ולא כפיפה).
 9. יש לדאוג שאלמנטים משופעים (כמו בשרטוט, אלכסוני) יהיו מתוחים וורטיקליים יהיו לחוצים. לכל אלמנט לחוץ – רצוי אלמנט קצר. לכל אלמנט מתוח – רצוי אלמנט ארוך.
 10. האלמנט הוא בעל משקל קטן אך כדי שיתפקד בצורה נכונה צריך שכל העומסים שיפעלו עליו בנקודות החיבור (הצמתים) יפעלו מאמצי לחצה ומתיחה.

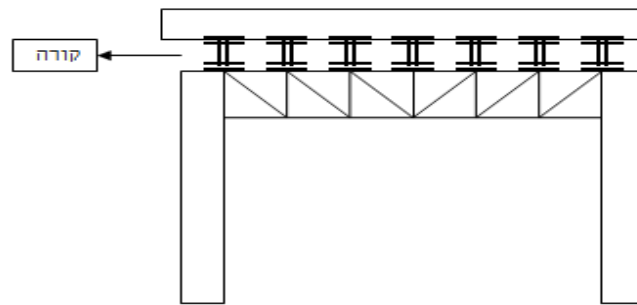


תלוי במבנה, המסבך יתאים לצורת של המבנה, מגדירים את השיפוע של המבנה אם יש.

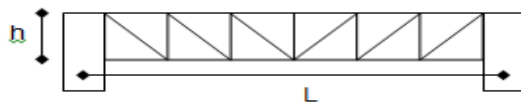


קורות משניות / פטות -

צורך החתך היא בד"כ יקר העומס אנכי אבל יש גם עומס בכיוון ניצב כי הגג הוא אנכי והוא פחות חזק. הפרופיל הנ"ל מאפשר תכונה גיאומטרית חזקה בצד אחד ומספקת בשנייה. על ידי קורות המשנה אנו מנצלים את המסבך בצורה מקסימאלית מבחינת עומס הכוחות (הנחת הקורות על הצמתים) שעליהם יפעלו מאמצי הלחיצה והמתחה. מספר אגדים כאשר הקורות המשניות שנושאות את העומס של הגג מעבירים את העומסים לנקודות העומס. **מריש** היא קורה משנית שתפקידה לשאת את כיסוי הגג או את כיסוי הקורות. במבנים פשוטים בעלי כיסוי קל, המריש מורכב מפרופיל מיוחד הנקרא פרופיל שרשרת או מצינור. המפתח המקובל של מריש מסוג זה הוא 4-6 מ'. המרחק בין המרישים ייקבע בהתאם למידות החומר המכסה.



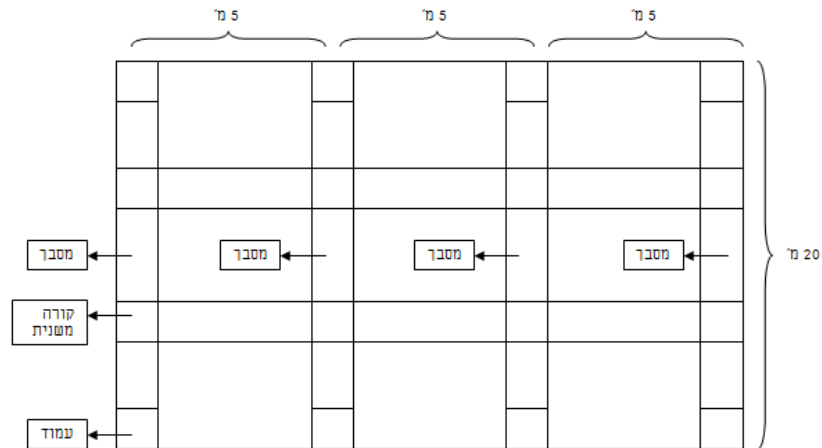
באופן כללי: גובה מסבך



$$Ih = \frac{L}{10}$$

הגובה – אם המפתח הוא L אזי שהגובה הוא בערך $L/10$. מאוד שימושי באולמות ספורט כשאינן עמודים באמצע והגג יודע לגשר בין הפתחים.

דוגמא למס' מסבכים במבנה אחד.



מסבכים ועומס רוח –

מבנים קלים – אורוות, סככות, תחנות דלק, מוסכים וכו'. עומס רוח שוקל יותר מהמשקל העצמי של הקורות ולכן צריך לחשב את המבנים בהתאם לעומס הרוח. ההתמודדות עם עומס הרוח מתוכנן באופן בו מגיעה הרוח וכיוונה. אם היא מגיעה מלמטה, מהצד או מלמעלה. רוח משפיעה יותר ככול שהמבנה גבוה יותר ולכן יש לייצב את מבנה מפני עומס הרוח. איך נייצב את הגג מול עומס רוח? (ת"י 414)

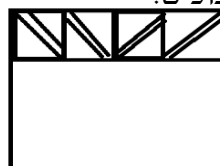
רוח צידית –

מבנה כשחזיתו השמאלית סגורה -

- מגיעה רוח משמאל ובהנחה שהחזית השמאלית סגורה, העומס מגיע לקיר, ומתחלק - חלקו עובר לביסוס וחלקו לגג. את העומס שעובר למישור הגג צריך ל העביר גם כן לביסוס. העומס מנסה לדחוף ימינה את המבנה ולכן צריך ליצור אלמנט שידע לקבל את העומסים ולהקשיח את המבנה.
- לשם כך יש לבצע חיזוקי רוח במישור הגג, מדובר במוטות מתיחה, בשני הצדדים ובנוסף גם מלמטה ומלמעלה, יוצרים מעין אלכסונים שיכולים להיות פרופילים או אף כבלים (בעיקר במבנים קטנים). יוצרים מסבך שלוקח את עומס הרוח שעל הגג ומעביר את עומסי הרוח דרך הגג על ידי מוטות המתיחה לצידי המבנה. כך יוצרים יציבות אופקית.
- מחזקים בחיזוקי רוח גם את קירות הצד של המבנה וזאת על מנת להקשיח את המבנה ע"י אלכסונים מפלדה אשר מעבירים את העומס לביסוס המבנה ולקרקע.

רוח מגיעה מלמטה כלפי מעלה -

מבנה ללא קירות – כמו תחנות דלק, הרוח מגיעה והעומס המרכזי הוא כלפי מעלה ולא מהצד. העמוד והקורה צריכים להתמודד עם עומס הרוח. על החגורה התחתונה פועל לחץ. הבעיה היא שהחגורה הזו יכולה לקרוס במישור שלה, לקבל "בטון" כי בינה לבין המסבך אין שום דבר. פותרים זאת ע"י חיזוק המסבך באמצעות קורות - מוטות בין החגורות במישור התחתון שבין המסבכים, קורות משנה המונעות קריסה, או שעושים מוטות משופעים שתופסים את החגורה התחתונה כל מרחק מסוים על מנת למנוע את הקריסה. צריך בעצם לייצב את המסבך כנגד כוחות הפוכים.



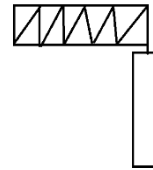
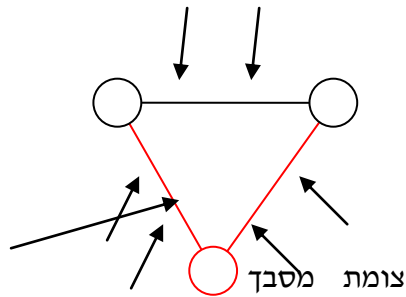
קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

- חזית המבנה נקראת "גמלון" עליה נקים קורות למניעת עומס רוח.
- **מסגרת** – אלמנט קשיח שיודע להתמודד עם עומסים אופקיים ולהישאר יציב, פרופילים עבים יותר. חיבור קשיח בין עמוד לקורה. כשאין אפשרות לייצר קירות משתמשים באלמנט מסגרת.
- רוב החיבורים באתר מתבצעים ע"י ברגים.

מסבך מרחבי -

עד כה דיברנו על מסבך מישורי - בעל חגורה עליונה, תחתונה ומוטות מילוי. מסבך מרחבי הוא מסבך עצמאי כמו שלט פרסום, מגדל אייפל, עמוד חשמל, עגורן וכו'. הפעולה שלו היא ביותר משני מישורים. כל נקודה תפוסה במרחב בלפחות שתי נקודות. מבחינת הגובה זה יהיה כאן $L/15-20$. כל צומת תפוסה בשני כיוונים. תפיסה זאת יוצרת פעילות מרחבית ומונעת קריסה.



יתרון – כל מסבך תפוס בשתי נקודות.

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

קונסטרוקציות עץ -

גגות עץ -

לעץ יש תכונה שונה מבטון, העץ הוא סיבי, ואת החוזק שלו בודקים לפי הסיבים, עם כיוון הסיבים. מתיחה וכפיפה – 100 ק"ג לס"מ מרובע – לצורך ההשוואה בפלדה מדברים על משקלים גבוהים הרבה יותר – באלפים. אם המאמץ קטן – נצטרך יותר עץ.

חיבורים בין עצים – או ע"י פחים משוננים או ע"י ברגים ומסמרים שמתחברים ע"י לוח נוסף.

גגות עץ יהיו קלים העשויים מעץ. בונים גג מעץ בשל הנושא הארכיטקטוני ועל מנת לבצע קירוי של גגות רעפים.

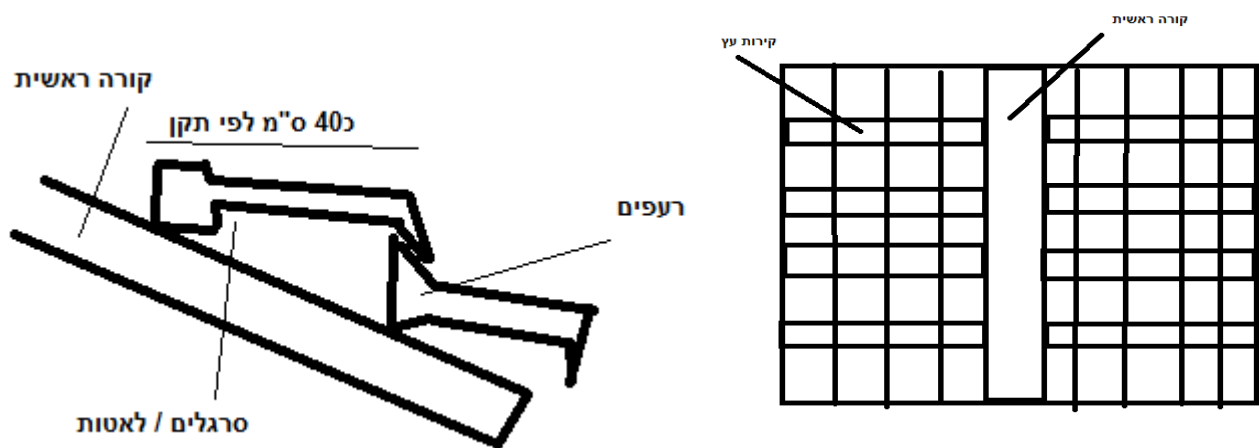
מתוכנן בעיקר לעומס רוח – תקן עומסים 412:

1. למקום של מעל 200 מ"ר מעל פני הים אין צורך להתחשב בעומס שלג.
2. גג שאינו מתאים לעומסים לפי הגדרה של משקל – כמו משקל אדם(אנשי שירות לדוג')

גגות רעפים

עמודים 217-229, 401-402

קונסטרוקציה שבד"כ עשויה מעץ בעלת שיפוע -



- לפי התקן כל רעף שני צריך להיות קשור.
- הגג לא עמיד לעומסי רוח רציניים ומשקלו העצמי קטן (משקל מרחבי – 600-800) לכן יציב לעומס קל בלבד כמו אדם בודד (שמתקן את הגג). הגג אינו יציב לכוחות הדף אופקיים.
- גג עץ יקר יותר מגג בטון.
- סרגלים – בנקודות הסמך יש סרגלים מעץ - עליהם מניחים את הרעפים, כל 40 ס"מ שמים רעף, קורות משניות עליהם יושבים הרעפים.
- השיפוע הוא יחסית גדול, לפחות 40% וזאת על מנת שהמים יסתלקו בצורה מהירה
- על מנת שהמים לא יפלו מהגג בצורה חופשית יש אפשרות ליצור סגירה, תעלה של מים.
- ארגזי רוח - סיום הבנייה בסגירת המפגש בין הבית לגג (נקודת הקצה) ע"י ארגז רוח, זאת בכדי שלא יכנס משהו לתוך הגג או בכדי למנוע מהרוח להעיף את הגג. בארגז הרוח ממקמים את המרזב שנועד להסדרת הניקוז, אך לרוב לא נעשה כי מייקר את הגג. בד"כ קורות הגג בולטות החוצה ושמים את הרעפים וכל המים נשפכים בצורה חופשית (בעייתית כי המים משפריצים על החלון).

קורס הנדסת בנין – טכניון
מרצה – שי פורמן

- **קשירה** - הרעפים הם במידות 31 ס"מ והם מחויבים בקשירה ע"י חוט פלדה לקונסטרוקציה. קושרים כל רעף רביעי (באזורים גיאוגרפיים בעיתיים קושרים את כל הרעפים) וזאת על מנת למנוע ששבירה או שחרורו של רעף יגרמו לכשל רציף.
- אין אפשרות לבניית קומה נוספת על גג רעפים.
- חיבור באגד עץ ע"י פחים משוננים או ע"י מסמרי עץ. המסמרים מחלישים את האלמנט ולכן בנקודת החיבור נוסיד סח משונן.
- גג הרעפים איננו מעובד ולכן יש כניסה של חום מבחוץ. על מנת ליצור שכבת בידוד, מצמידים מתחת לגג רדיד אלומיניום עם צמר סלעים שאוטם את כניסת החום.
- **עליית הגג** - ניצול חלל הגג – רצפת הגג חייבת להיות קונסטרוקטיבית – גובה מחייב 1.80.

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

מרחב מוגן –

המרחב המוגן מגן מפני פגיעה מהדף במבנים ולא מפגיעה ישירה (מקלט מגן מפני פגיעה ישירה).

ממ"ד - מרחב מוגן דירתי

- תפיסה שהתחילה ב-1991 (מלחמת המפרץ) מאחר ולא הצליחו להגיע בעת חירום בזמן למרחבים המוגנים החיצוניים. מרחבים מוגנים מתוכננים לעמוד בפני הדף ולא בפני פגיעה ישירה (לעומת מקלטים).
- ממ"ד – מרחב מוגן דירתי, ממ"ק – מרחב מוגן קומתי, ממ"מ – מרחב מוגן מוסדי (במוסדות ציבוריים כמו בית חולים).
- אזור מבטון מזוין כאשר חייב להיות **רצף קונסטרוקטיבי** כך שיתקבל לכל גובה הבניין במקום מסוים את המרחבים המוגנים אחד מעל השני. הדרישה היא שכל ממ"ד בנוי על משנהו לכל גובה המבנה. כאשר בקומת הקרקע יש הקלה - לפחות 70% מקירות הבטון יימצא גם בקרקע - מאפשרים שימוש בחדר שבקומה התחתונה כחנייה/מעבר במקרה שאין דירת גן. הממ"ד הוא חלק מהשלד ומייצב את המבנה. משום שהממ"ד בנוי ברצף הוא עוזר בהעברת העומסים.
- בכל ממ"ד שהוא חדר חייב להיות **חלון הדף ודלת הדף**. ההדף כמובן מגיע מבחוץ והדלת כתגובה רוצה להיכנס פנימה, לכן בונים את הדלת בצורה כזאת שיש מסגרת עם שן שמונעת ממנה לעוף פנימה הגבהה שמונעת מהדלת להיכנס ההגבהה בנויה כמדרגה. זה נקרא פתח אור. משקוף מפלדה אותו שמים בזמן היציקה ואח"כ שמים את הריצוף. בגלל אותה שן יש הבדל בין הריצוף של חוץ הממ"ד לפניו שלו, 3 ס"מ. המידה נטו של הפתח בין המשקופים.
- **קיר פנימי** בתוך הממ"ד – עובי 20 ס"מ. קיר פנימי (בין 2 ממ"דים) – עובי 15 ס"מ. קיר פנימי – רחוק מהחזית בלפחות 2 מטר מקו חזית, מעל לזה יחשב חיצוני. אם יש מרחק של פחות מ- 3 מטר מקו החזית הקיר ייקרא קיר חוץ – אם הקיר חשוף לחוץ (מרפסת) זה ייקרא קיר חוץ
- קיר חיצוני בממ"ד – עובי של 25 ס"מ, אם החלון הוא חלון הדף נגרר, העובי עולה לכ 30 ס"מ. יהיו בממ"ד רק שני קירות חיצוניים. מדובר במינימום 25 ס"מ וכשיש חלון הדף נגרר העובי יגדל.
- ביניים / תקרות - 15 ס"מ – גג ורצפה תחתונה יהיה לפחות בעובי 20 ס"מ.
- מינימום גודל ממ"ד – 5 מ"ר.
- אם הכניסה למרחב המוגן היא מול הסלון או מול ויטרינה, דורשים קיר הגנה מבטון מזוין, קיר ה מגן על הפתח של הממ"ד להגן על מי שמגיע לפתח ולא מספיק להיכנס למרחב המוגן שלא יפצע.
- אסור לחפות בחיפויים קשיחים את הקירות הפנימיים (כמו קרמיקה), אלא רק בטיח ממ"ד. ניתן לרצף.
- קיימים 2 צינורות אויר בקוטר 8 צול.

ממ"ק - מרחב מוגן קומתי

- נמצא בלובי המרכזי – המרכז אליו מספר דירות בקומה או במבני משרדים.
- מותר שיהיה קיר חיצוני אחד בלבד. עובי קיר חיצוני מינימום 30 ס"מ במידה ומוסיפים חלון עובי הקיר יהא 35 ס"מ. אין חובה להוסיף חלון – הרבה פעמים הממ"ק ממוקם במרכז המבנה. ההבדל בין ממ"ד לממ"ק הוא עובי הקירות.
- הקיר הפנימי יהי מרוחק לפחות 3 מטר מן החזית (כמו בממ"ד).
- קיר הדף מבטון מזוין הממוקם בכניסה לממ"ק המגן על הכניסה – עובי 20 ס"מ

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

- עובי רצפה – בין הקומות 15 ס"מ, עובי הגג 20 ס"מ. שטח הממ"ק – לכל ממ"ק מותרות 4 דירות בלבד.
- פתח מילוט קומתי- בגודל 70*70.
- קיים סולם עלייה לקומה מעל (דהיינו, אפשר לעלות או לרדת ממרחב מוגן אחד למשנהו). הסולם בכל קומה ימוקם בפינה הנגדית (שמאלה או ימינה).
- ריצוף - ניתן לעשות במרחב מוגן דירתי / קומתי. חיפוי קירות – אסור

ממ"מ - מרחב מוגן מוסדי

- דרישות והנחיות מחמירות תפקודיות
- עובי נדרש גדול יותר מרחב גדול יותר.
- **הזיון** בקירות בנוי מרשת פנימית של 10*10 והזיון המינימאלי הוא קוטר 8 בדירתי (ממ"ד) והרשת החיצונית יכולה להיות בריבועים של 20*20 (זיון כפול בפן הפנימי) – 2 רשתות זיון בכל קיר. זה זיון מינימאלי ולעיתים גדול יותר.

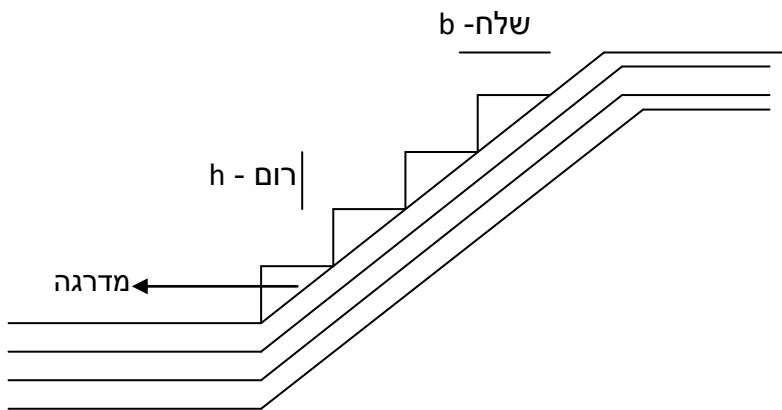
עמודים 193-194 ומעמוד 320

מדרגה זה אלמנט המאפשר לגשר בין שני אלמנטים.

א. רמפה "משטח משופע": $20^\circ - 0^\circ$

ב. מדרגות: $50^\circ - 20^\circ$ כאשר בעיקר זה בסביבות 30 מעלות של שיפוע איתו עובדים.

ג. סולמות: $90^\circ - 50^\circ$



B - שלח המדרגה - המרחק

האופקי בין קצה מדרגה לבין קו השלכתו האנכי של קצה של המדרגה שמעליה.

H - רום המדרגה – המרחק האנכי בין מפלס

שלח מדרגה לבין שלח המדרגה שמתחתיה. פעמיים הרום ועוד השבח צ"ל בין 61 ל 63 ס"מ (גובה עליה מול מרחק עליה)

$$2h + b = 61cm \div 63cm$$

להלן מידות מקובלות בתחומים שונים:

1. מגורים

$$2 \times 17.5 + 27 = 62cm, \text{tag} \alpha = \frac{17.5}{27} = 33^\circ, \text{ } b = 27 \text{ ס"מ}, \text{ } h = 17.5 \text{ ס"מ}$$

2. מבני ציבור

$$2 \times 15.5 + 30 = 61cm, \text{tag} \alpha = \frac{15.5}{30} = 31^\circ, \text{ } b = 30 \text{ ס"מ}, \text{ } h = 15.5 \text{ ס"מ}$$

3. מרתף

$$2 \times 18 + 26 = 61cm, \text{tag} \alpha = \frac{18}{26} = 35^\circ, \text{ } b = 26 \text{ ס"מ}, \text{ } h = 18 \text{ ס"מ}$$

מבנה המדרגה

מדרגות בחדרי מדרגות תמיד יהיו מבטון מזוין משום שיש צורך בשרידות גבוהה במצבי חרום.

תכונות נדרשות –

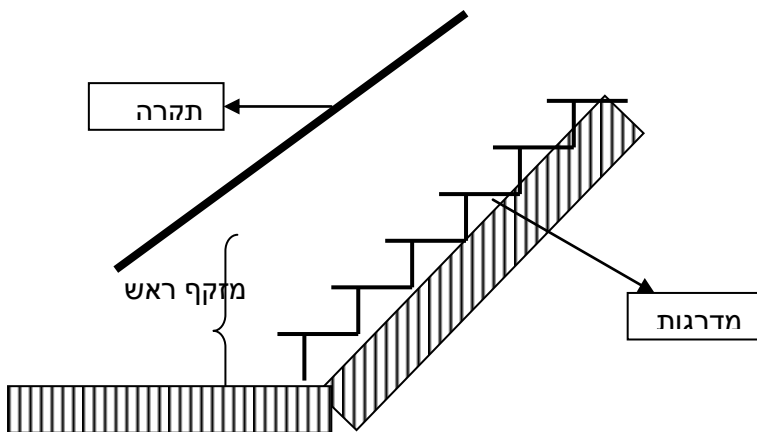
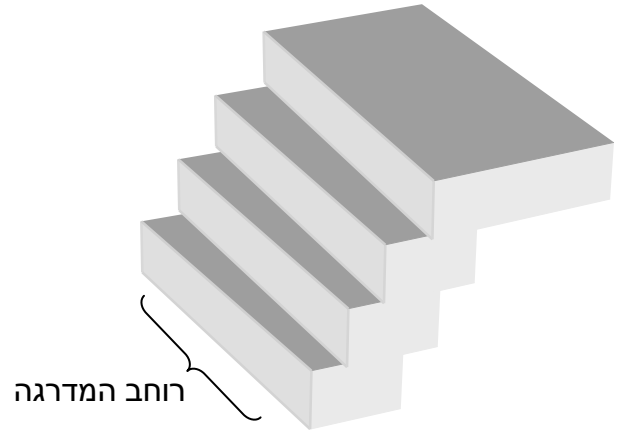
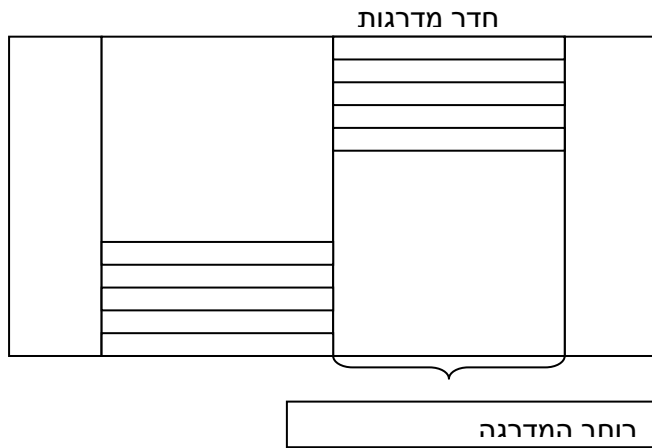
עמידות בפני אש

עמידות מפני החלקה

הזיון יהיה בשטח המדרגה

רוחב המדרגה

חדר מדרגות פנימית (בתוך מבנה בודד) – 80 ס"מ מינימום = 0.8 מטר (וילה)
חדר מדרגות שמוביל לעד 2 דירות – 90 ס"מ מינימום = 0.9 מטר (מהלך אחד של מדרגות)
חדר מדרגות בבניין רגיל לא רב קומות - 1 מטר
חדר מדרגות בבניין רב קומות (10 קומות לפחות) - מינימום 1.1 מטר
המידה לרוחב המדרגה היא מציר הקיר למעקה. בפועל יוצאות מדרגות גדולות יותר מדרישת המינימום

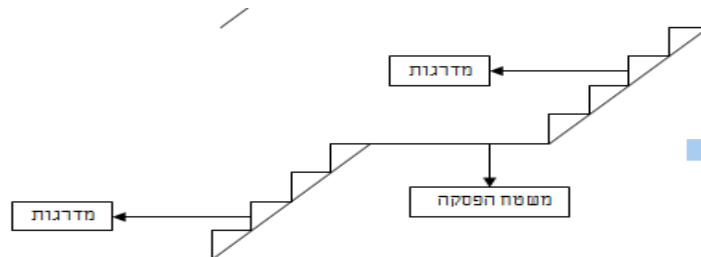


מזקף ראש-

המידה האנכית בין מישור שלח מדרגה או מישור משטח מרוצף לבין החלק הנמוך ביותר של חלק הבניין הנמצא מעליו .
צריך להיות מינימום 2.10 מטר.

כמות מדרגות

במהלך רציף של מדרגות מותר מקסימום 16 מדרגות בגרם אחד ומינימום 3 מדרגות בחדר המדרגות. בבית פרטי ניתן לעשות גם פחות.
במידה וקיים מקרה בו נדרשים ליותר מ- 16 מדרגות אזי עושים משטח הפסקה של 1 מטר. בכל גמר של מהלך מדרגות חייב להיות משטח אופקי (לא כניסה מיידית לדירה) שרוחבו לפחות כרוחב המדרגה.



מעקה בחדר מדרגות

גובה המעקה יהיה לפחות 1.05 מטר

חדר מדרגות – מידות מינימום נדרשות

שטח

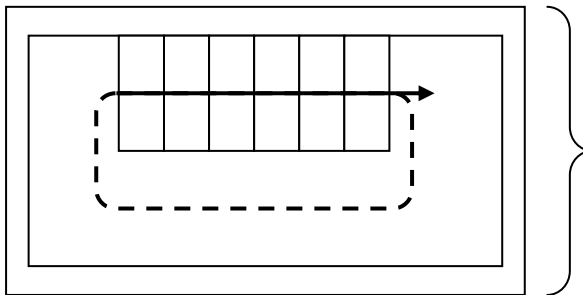
אם חדר מדרגות מוביל לעד 5 דירות – שטחו צ"ל מינימום 9 מ"ר
אם מוביל ליותר מ-5 דירות בקומה - מינימום 10 מ"ר שטח רצפה בהיטל אופקי (מבט על).

רוחב מינימאלי של חדר מדרגות –

1. תלוי בצורת חדר המדרגות
2. לזכור כי רוחב מדרגה יהיה לפחות מטר אחד.
3. כשאומרים רוחב חדר המדרגות מתכוונים לרוחב כל חדר המדרגות כולל המסדרון.

1. כיוון עליה אחד

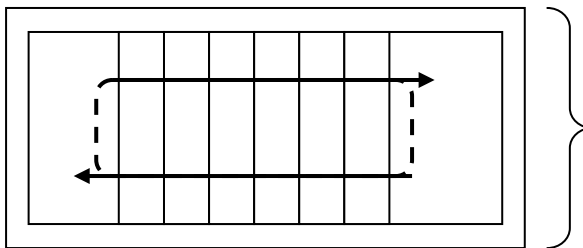
מדובר על גרם אחד בכיוון אחד, יש לשים לב שזה גובר על הדרישה הרגילה של מטר אחד.
רוחב מינימאלי של 120 מ (1.2)



2.2 מ'

2. מהלך מדרגות אחד

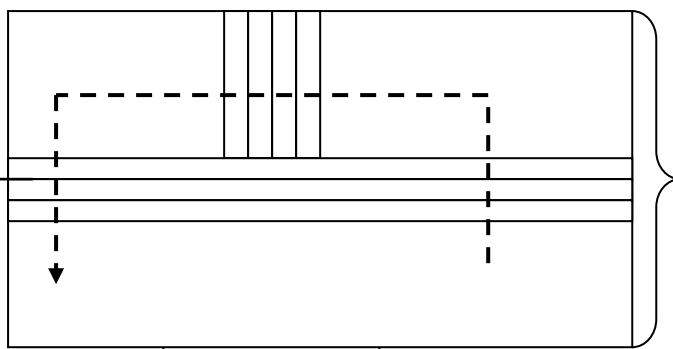
הולכים על משטח אופקי ועולים שוב.
רוחב מינימאלי בין הקירות 2.2 מ'



2.2 מ'

3. שני מהלכים מקבילים

2.2 מ' מינימום

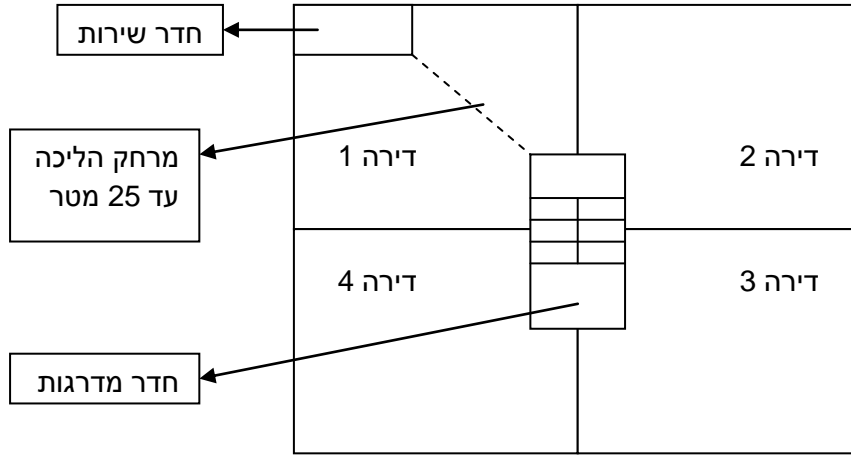


4. שלושה מהלכי מדרגות או יותר

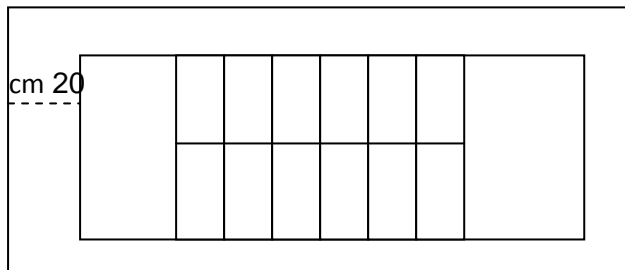
2.6 מ' מינימום

מרחב יציאה (מילוט) לכיוון חדר מדרגות

1. מרחק יציאה מכל חלק של הבניין עד לחדר המדרגות (מהכניסה לחדר, מודדים מהחלק הכי רחוק) לא יותר מ- 25 מטר במדידה (לפי כיוון ההליכה האמיתי) מכל חדר או חדר שרות או מרפסת.
2. במבני ציבור או משרדים מחפשים פתרונות על מנת לעמוד בטווח המרחק של 25 מטר, כמו מספר של חדרי מדרגות.

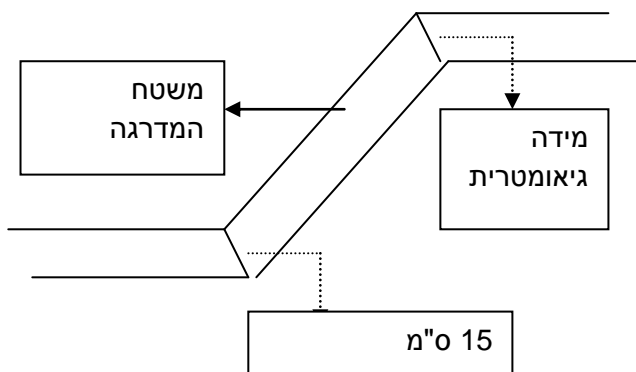


קירות חדר המדרגות



1. עשוי בטון מזוין

- עובי קירות לפחות 20 ס"מ (עד 8-9 קומות).
- בבניין רב קומות – עובי קיר 30 ס"מ (רב קומות – 27 מטר מעל מפלס 0- כניסה).
- משטח המדרגה מינימום 15 ס"מ.
- מידה של משטחים – נוצר גיאומטרית.



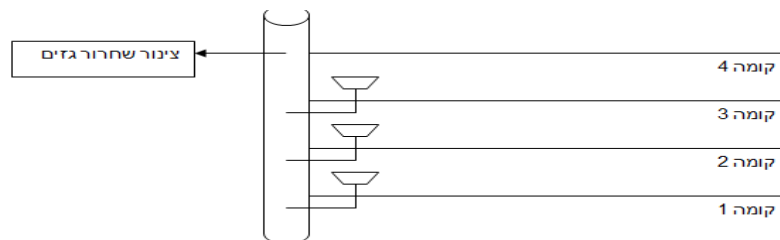
חדר מדרגות הוא אלמנט קונסטרוקטיבי מבטון מזוין (היום חל איסור מוחלט לבנות חדר מדרגות מבלוקים)

זיון מינימאלי של חדר מדרגות או המדרגות הוא 8 מ"מ קוטר

בספר מעמוד 244 - דרישות לפי הל"ת - הוראות למתקני תברואה ות"י 1205.

דרישות יסוד למתקני תברואה

1. יש לספק מים ראויים לשתייה
2. חובה לספק לכל צרכן ספיקה מספקת, הכוונה היא ללחץ מתאים ותנאים סביבתיים נאותים (צרכן = נקודת צריכה, למשל אמבטיה/כיור..)
3. הספקת מים חמים תובטח לכל צרכן שזקוק לכך (אם יש דרישה)
4. תכנון וביצוע רשתות מים השומרות על טיב המים.
5. אבטחת צנרת המים והמתקנים מפני חימום יתר או התפוצצות או קיפאון.
6. סידורים תברואתיים מינימאליים לפי הוראות הל"ת.
7. יש לתכנן מערכת נקזים מתאימה, מתוכננת ומתוחזקת באופן כזה שלא מאפשר אחסנת מוצקים, המערכת תצויד בפתחי ביקורת ושיפועים מתאימים.
8. מערכת אספקת המים והניקוז תבנה מחומרים ברי קיימא וללא פגמים, מדובר על חומרים בעלי קיים ארוך וללא פגמים – אורך החיים כזמן סביר.
9. חתם מים - כל "קבועה" (אסלה, כיור, אמבטיה) שמחוברת ישירות למערכת ניקוז צריכה להיות מצוידת בחתם מים שהוא מחסום – מעבר לגזים וריחות מרשת הביוב לדירה. מערכת הניקוז פתוחה לאטמוספירה ע"מ לשחרר כל הגזים הנמצאים בצנרת. מחסום המים הזה מלא במים וכך מונע כניסה של ריחות רעים וחרקים ממערכת הביוב לדירה. מערכת הניקוז פתוחה לאטמוספירה על מנת לשחרר את כל הגזים הנמצאים בצנרת.
01. סילוק גזים ממערכת נקזים - לכל צינור אויר ממערכת הניקוז עולה מעל לנקודה הגבוהה ביותר של המבנה (לגג המבנה), וזאת על מנת למנוע אפשרות החזרת גזי פליטה למבנה. ז"א שקיים פתח ממנו הגזים מתנקזים ומשתחררים. אסור לסגור את הפתח הזה.



11. מערכות אספקת מים ונקזים – בודקים שאין ליקויים בהרכבה או בחומר שממנו עשויה המערכת. (נבדקת ע"י מכון התקנים), בדיקת התקינות מתבצעת לפני השימוש ולאחר ההרכבה.
21. סילוק של חומרים מזיקים הפוגעים בצנרת, כולל תרכובות למיניהן היכולות לפגוע בצנרת עצמה (חומרים מאכלים). כנ"ל לגבי תאורה ואוורור, יש לדאוג לכמות תאורה מספקת. (לא לשפוך חומרים בעייתיים כמו שמן או חומצה למערכת הניקוז).
31. יש להבטיח שלא תהיה זרימה חוזרת של מי ביוב, בכל מקום שלא קיים ביוב מרכזי יש להתקין מתקן סילוק פרטי, מדובר במיכל שאותו צריך לפנות מדי פעם. כיום זה כבר כמעט ולא קיים. כך נמנע שימוש במי ביוב, הזרימה תהיה חד כיוונית.
41. מידות מינימאליות של חדר- לפי תקנון
51. יש לבנות את מערכת הניקוז באופן כזה שתמנע הצפה של מי ביוב.

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

61. מערכות הספקת מים ונקזים חייבים באחזקה לשמירת תקינות מכנית.
71. כל קבועה תברואתית כולל החיבורים שלה, תצריכה להיות מורכבת במקום נגיש לאחזקה ולשימוש.
81. מיקום הצנרת יהיה כך שימנע פגיעה באלמנטים קונסטרוקטיביים ואלמנטים אחרים עקב השימוש בקבועות זאת בכדי שלא יפגעו ויגרמו נזקים בקירות, בעמודים וכו'.
91. אין להזרים ביוב למי תהום או למים עיליים ואין לנקז גשמים למי ביוב.

חומרי הצנרת

- **מתכתיים** – צינורות מפלדה או נחושת עמידים בלחצים גבוהים ועמידים בפני שריפה חסרונות:

○ קורוזיה

○ דורש עבודה מקצועית (חיבורים)

○ מקדם התפשטות – נמוך מאשר אל מתכתי.

צינורות פלדה

• עם תפר (ת"י 103, 530)

• ללא תפר (ת"י 593)

• כל הצינורות מגולבנים (מאחר ומיועדים לשתייה)

• חיבורים (מתכתיים) – בעיקר בהברגה.

נקודות חסרון: ההברגה נוגסת בצינור.

צינורות נחושת

• משמש בעיקר למים חמים

• דורש עבודה מקצועית מאוד

• חיבור של צינורות נחושת לפלדה – קיימת בעיה

• לצנרת נחושת יש איבוד חום מהיר, דורש בידוד

- **אל מתכתיים** – צינורות פלסטיק. מתאימה גם למים חמים וגם לקרים

• חומרים פלסטיים – לא נתקפים בקורוזיה

• חומר חלק – לכן יש הפסדי לחץ קטנים לעומת ברזל.

• אבנית ולכלוך – לא נתפסים (אבנית עם הזמן מקטינה קוטר)

• חומר פלסטי - לא עמיד בלחצים גדולים

• מקדם התפשטות הרבה יותר גדול ממתכת (חסרון)

סוגי צינורות אל מתכתיים

• צינורות PVC

• צינורות פליאתילן גמישים, בד"כ לגנון (תרמו פלסטי – גמיש)

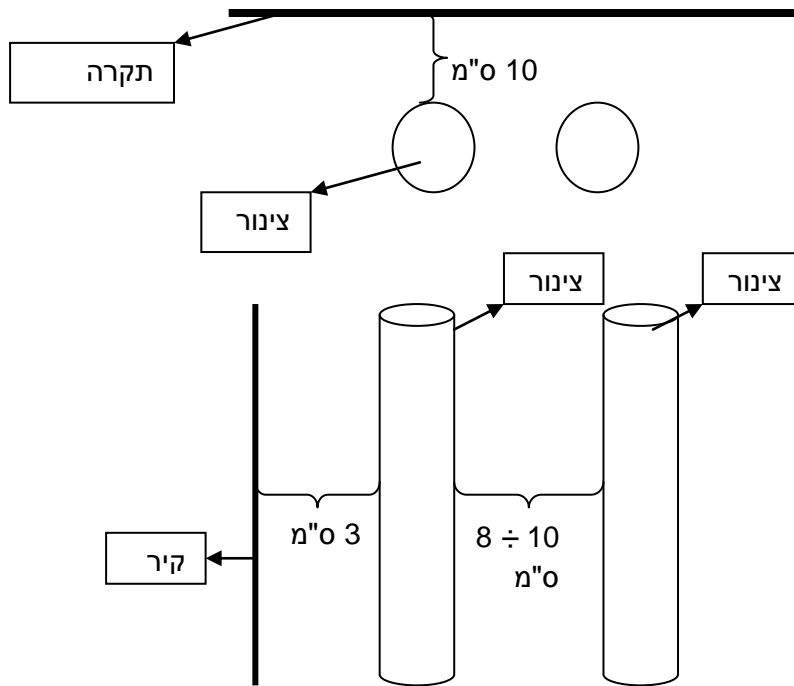
• צינורות פוליאטילן מצולב (פקסגול) למים חמים וקרים (תרמו פלסטי – גמיש)

• צינורות פוליאוטילן – פל גל (תרמו פלסטי)

• CPVC קשיח

הרכבת הצנרת

על הצנרת להיות גלויה על מנת שיהיה נוח לתפעל ולתחזק, כמו כן, לא מצמידים צינורות לתקרה על מנת שתהיה אפשרות תחזוקה. אם בכל זאת חייבם שצנרת תעבור בקיר, צריך לשאוף למינימום (יוצר בעיות אקוסטיות).



המרחקים הנדרשים:

צינור לקיר – 3 ס"מ

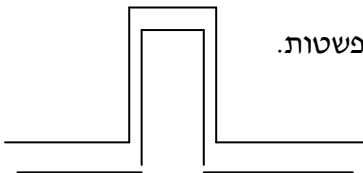
צינור לצינור – $8 \div 10$ ס"מ

צינור לתקרה – 10 ס"מ

במגורים הצנרת תעבור בתוך הריצוף ולא תהיה גלויה, מקבעים אותה ע"י בטון בגלל שהיא צנרת בלחץ – על הצינורות קיים לחץ בגלל הפעלה של ברזים וכד' ולכן יש לקבע אותה.

צריך להקפיד שהצנרת תהיה ישרה ככול הניתן, כאשר היא אינה ישרה יש הקטנה של הלחץ וריכוז של מאמצים ומזה נרצה להמנע. בנוסף, האזורים הבעייתיים מייצרים עם הזמן הצטברות של לחץ בצנרת, ויכולה להצטבר בהם גם אבנית.

למניעת התפוצצות של המינור כתוצאה מחום גבוה נבצע אומגה בצינור בשביל התפשטות.



סימון צבעים לפי שימוש

מים קרים – כחול

מים חמים – אדום

כיבוי אש

כמו כן יש לסמן כיוון הזרימה

חיטוי-

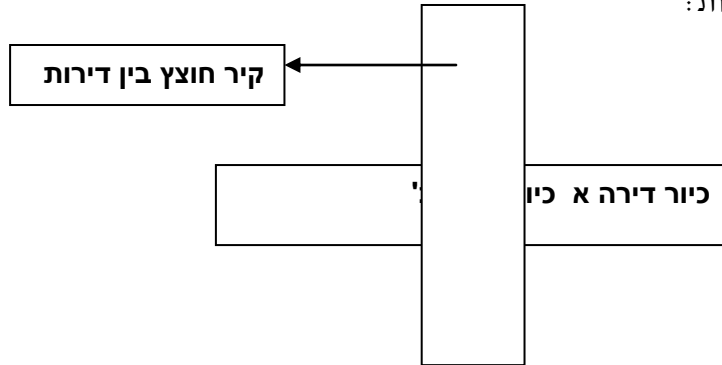
לפני הפעלת הצנרת היא עוברת תהליך חיטוי.

בדיקת לחץ-

הצנרת עוברת בדיקת לחץ ע"י הזרמת מים בלחץ (כ - 150% מלחץ עבודה – 12 אטמוספרות).

אקוסטיקה-

קיימת דרישה תכנונית לרכז צנרת כך שתהא הקבלה בין דירות וזאת על מנת למנוע הצמדת צנרת לחדר שינה, ולמקם באזור בו הרעש אינו מפריע. בנוסף יש לדאוג ולהימנע מזרימת מים בקיר דירות סמוכות או למקם את זרימת המים באותן הנקודות:



מערכת ניקוז

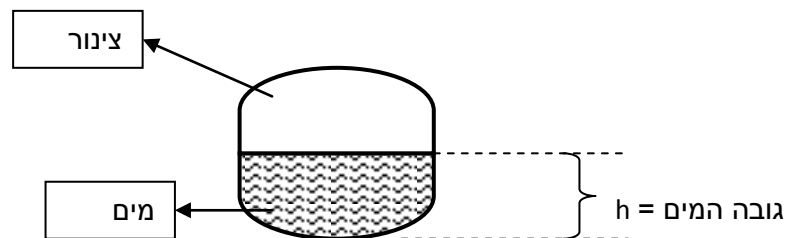
מערכת שפועלת על עיקרון של GRAVITY - כוח כבידה.

1. מי דולחין- מים לא נקיים אך ללא מוצקים (מי כיור + אמבטיה)
2. מי שופכין- מים מלוכלכים עם מוצקים (אסלות)
3. מי גשם- אין מנקזים מי גשם למערכת השופכין והדלוחין.

מערכת הניקוז מורכבת משתי מערכות נפרדות שמגיעות בסוף לצינור אחד, קיימים מבנים בהם קיימת הפרדה בין מי דלוחין לשופכין. תכנון צנרת הניקוז נעשה ע"י צינור שמעביר גם נוזל וגם מוצק, אם הצינור גדול מידי, הנוזל יסתלק והמוצק לא יסתלק באופן מספק ולכן צריך שכל המוצקים ינועו בצורה אחידה ע"י חישוב הקוטר והשיפוע של הצינור. ולכן, כדי לייצר זרימה טובה יש לייצר שיפועים כך שהכל ינוע בכוח הגרוויטציה, לחץ זה נקרא לחץ אטמוספרי.

שיפועים

שיפוע מינימלי של צנרת: 2% - מקסימלי: 5%. כאמור, השיפוע נועד לגרום לזרימה תמידית של כל מי השופכין והדלוחין לזרום הלאה למערכת הביוב. היחס בין הקוטר לגובה צ"ל בין 0.5 ל 0.7 (עומק זרימה/ ציפה). קוטר הצינור הוא D.



חיבור לרשת אינסטלציה ציבורית -

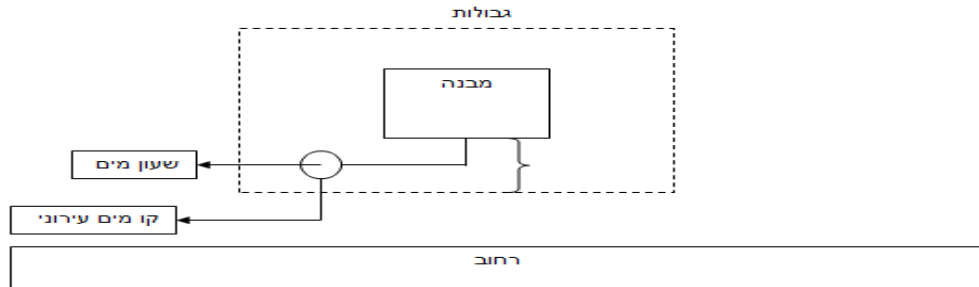
אספקת מים שמתקבלת מהרשת העירונית. מי שמתכנן את ענייני חיבורי האינסטלציה הוא יועץ אינסטלציה המתכנן.

תיק סניטרי הוא תיק שמוגש כחלק מהדרישות לבקשת היתר בניה

הטמנת צינור המבנה –

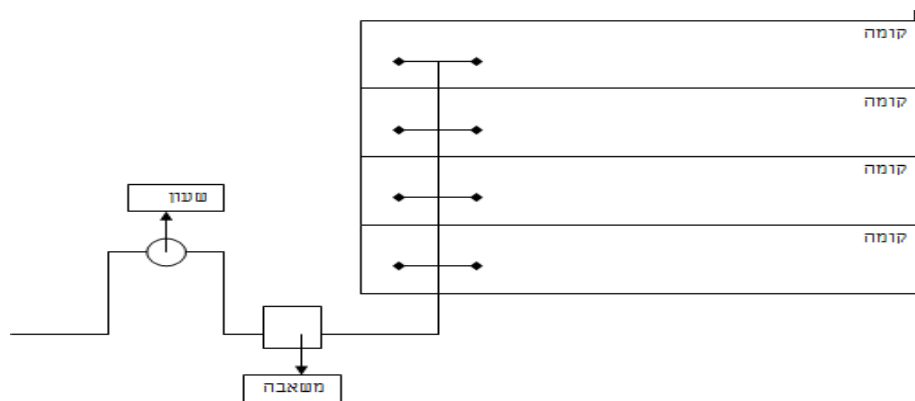
אם עשוי מפלדה נטמין את הצינור בעומק של 0.5 מ' אם עשוי מפלסטיק נטמין את הצינור בעומק של 10 מ' כמו כן אם יש מעבר כביש יש להטמין את הצינור בעומק של 10 מ'. יש לשים לב לא להטמין את הצינור מעל משטחי בטון ובמקומות מרוצפים מרחק צינור מקו הבניין-

יש להרחיק את הצינור מקו הבניין מינימום 2 מ"ר וזאת בכדי להגן על יסודות המבנה.



לחץ האטמוספרות העירוני -

2. לחץ - הדרישה למערכת אספקה $4 \div 5$ אטמוספרות לכל יחידת/נקודת קצה. כמו כן מניעת רעש (מים זורמים). יש לספק לחץ מתאים לכך של בין 4 ל - 5 אטמוספרות. נובע מנוחות השימוש.
3. הלחץ העירוני של האטמוספרות ידוע, נתון מהרשות העירונית. עם קבלת הלחץ העירוני, נחשב את קוטר הצינור, כך שבכל נקודה נקבל לחץ אטמוספרי שווה , לכן בקומות הגבוהות קוטר הצינור יהא קטן, ובקומות הנמוכות גדול.
4. לעיתים הלחץ העירוני לא מספיק ויש להגביר את הלחץ, ולכן, במקרה כזה, של לחץ בקומות הגבוהות נשתמש במשאבה שתוכל להעלות את הלחץ בד"כ יש 2 משאבות.
5. יהיה שעון מונה בקו המים שהוא בעצם צינור תת קרקעי מתכתי כאשר עומקו יהיה בערך מטר (תלוי בסוג האדמה) רצוי שיהיה רחוק מהמבנה (בערך 2 מ').
6. קיים מקדם ביטחון של 1.5 לבדיקת הלחץ.



מיכל מים על הגג – אמבטיית מים

המים העירוניים יגיעו ישירות למיכל בגג ו רק אח"כ יוזרמו לדירות (תיתכן גם אפשרות לפיצול כך שבקומות הראשונות / נמוכות נשתמש בלחץ העירוני ואילו לקומות הגבוהות במיכל על הגג).

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

כמו כן אפשר להשתמש במיכל על הגג כמקור מים לכיבוי שריפות. ואזי המיכל משמש לשתי פונקציות בו זמנית: עונה לדרישות מכבי אש (מתקן לכיבוי) ומהווה מיכל להתגברות על לחץ אטמוספרי בצנרת. המשאבה - מעלה את המים עד למיכל העליון או עד לקומות הגבוהות, פועלת רק בשעות הלחץ ולא באופן קבוע. בד"כ יש משאבה נוספת. כך מספקים מים לדירות. המשאבה מעבירה מים למיכל שמחובר לצנרת. לחץ מינימום/מקסימום – מהרשות המקומית נקבל ערכי לחץ מינימום ומקסימום בקו העירוני. הלחץ בצנרת המבנה יהא נגזרת של נתוני הקו העירוני.

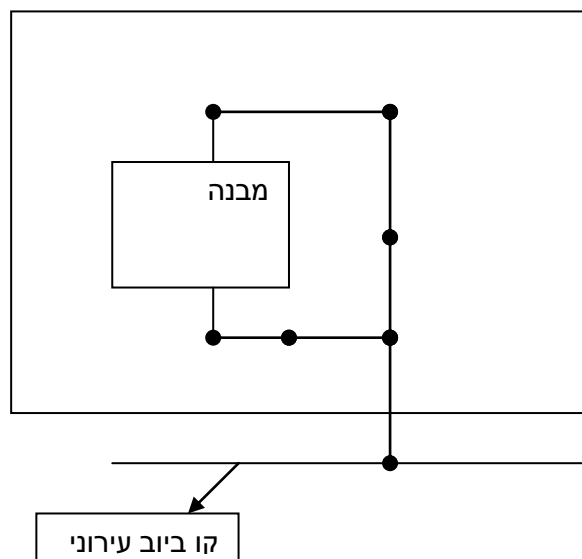
כיבוי אש

כאמור מקור אחד לשימוש לכיבוי שרפות מגיע **ממיכל המים** שניצב על הגג. בנוסף, בבניינים רבי קומות קיימת **רשת** נוספת והיא מיועדת לכיבוי אש ותפקידה לספק מים לכיבוי אש. המים בד"כ נאגרים בכמות מסוימת, בבריכה או בכל מתקן אחר.

- קיים בבנייני ציבור או בבניינים רבי קומות.
- מקום האגירה במרתף המבנה ובנוסף משאבה.
- למערכת זאת יש מתזים (ספרינקלרים).
- למתז יש גלאים לטמפרטורה, ואזי בטמפרטורה מסוימת המתז מתחיל לפעול ומפזר מים.
- במקרים פשוטים קיימים ברזים עירוניים (בסמוך למבנה).
- במקרים של מבנים גבוהים / גדולים נוסף מערכת למבנה.
- כדאי שהמערכת הזו תהיה גלויה כדי שתהיה נוחה לתחזוק.

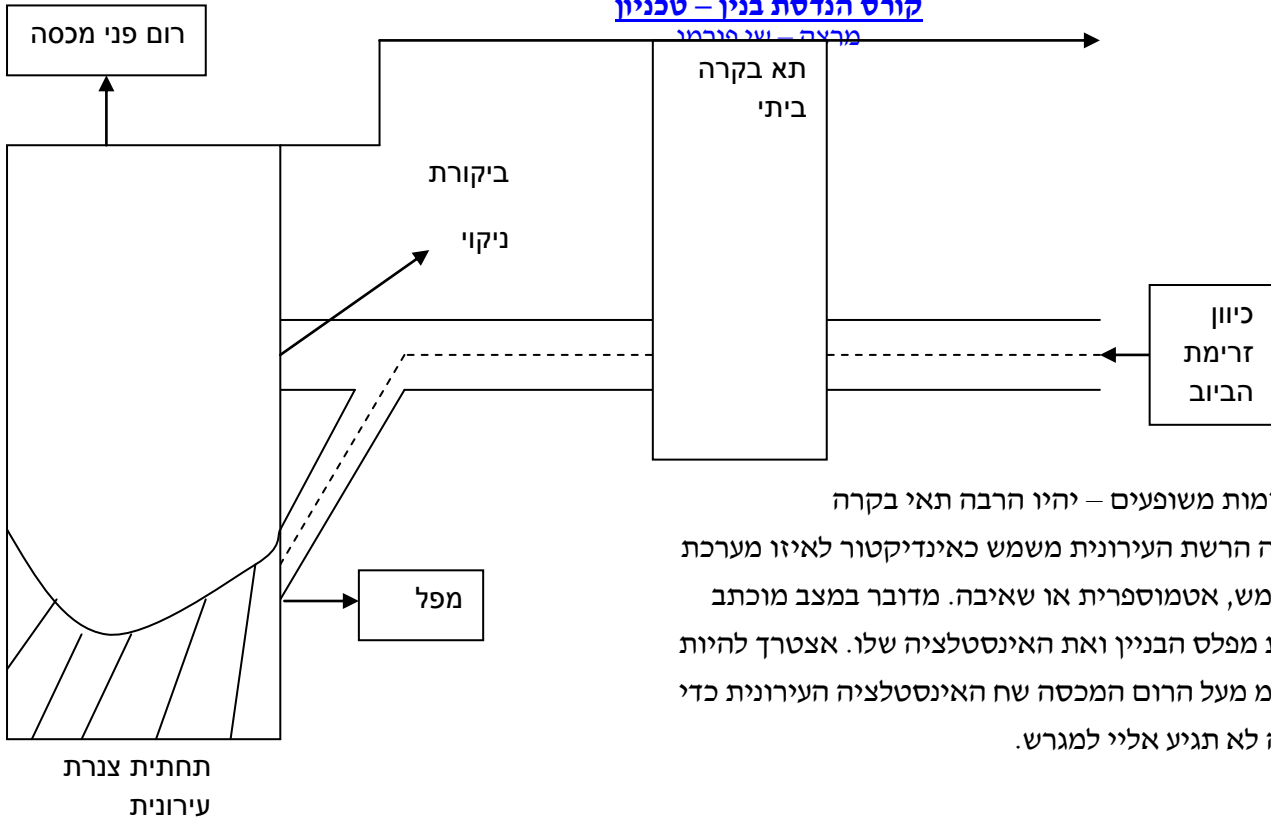
חיבור לרשת הביוב –

המערכת העירונית (ביוב) תהא תמיד נמוכה ממערכת המבנה. במידה והבית נמוך מן הרשת העירונית, אזי יש להיעזר במשאבות. אין להניח קו ביוב בזווית פחות מ-90 מעלות תא בקרה (בור בקרה): משמש לניקוי סתימות בצנרת. אלמנט טרומי עם מכסה עליון. מרחק בין תא לתא יהיה 15 מטר מינימום אלא אם כן יש שינוי כיוון. תא בקרה שמתחבר לקו ביוב עירוני חייב להיות לפחות 20 ס"מ מעליו. בכל מקום של שינוי כיוון או מרחק



קורס הנדסת בנין – טכניון

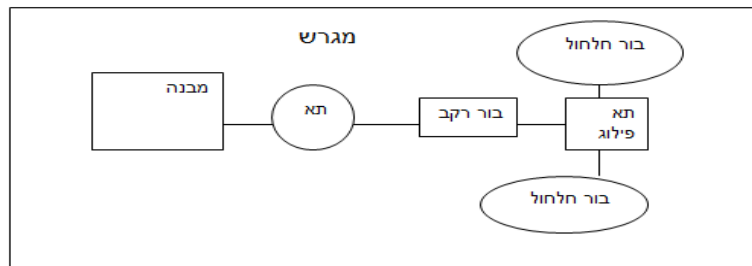
מרחב – ועני פורמטי



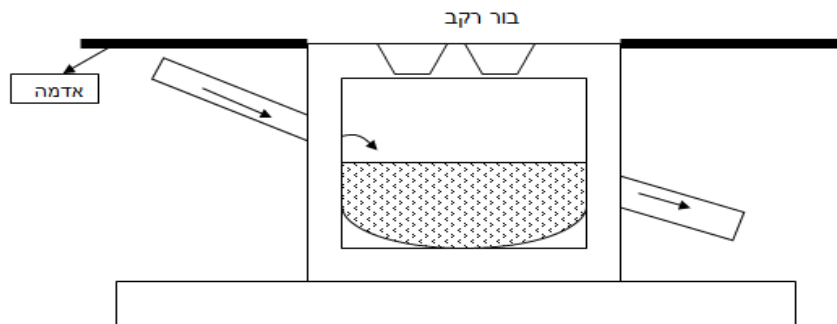
כשיש מקומות משופעים – יהיו הרבה תאי בקרה רום מכסה הרשת העירונית משמש כאינדיקטור לאיזו מערכת ניקוז נשתמש, אטמוספירית או שאיבה. מדובר במצב מוכתב שקובע את מפלס הבניין ואת האינסטלציה שלו. אצטרך להיות כ – 20 ס"מ מעל הרום המכסה שח האינסטלציה העירונית כדי שהסתימה לא תגיע אליי למגרש.

סילוק ביוב פרטי

מצב בו אין מערכת ואז נדרש לתת פתרון מקומי, מדובר באילוץ. הערה: מי דלוחין אפשר לשחרר לקרקע.



מתא הבקרה הזרימה ממשיכה לבור הרקב. הנוזלים ממשיכים הלאה והמוצקים שוקעים בבור הרקב.



בור חלחול – הזרימה מתא הבקרה תמשיך לתאי פילוג ומשם לבורות החלחול, בתא הפילוג מידי פעם ישונה הכיוון לבור חלחול. בור החלחול יושב על חצץ. מדובר בקידוח באדמה, ממלאים בחצץ וכל הנוזלים מגיעים אליו ומאפשרים חלחול של הנוזלים האלו שמגיעים בסופו של דבר למי תהום

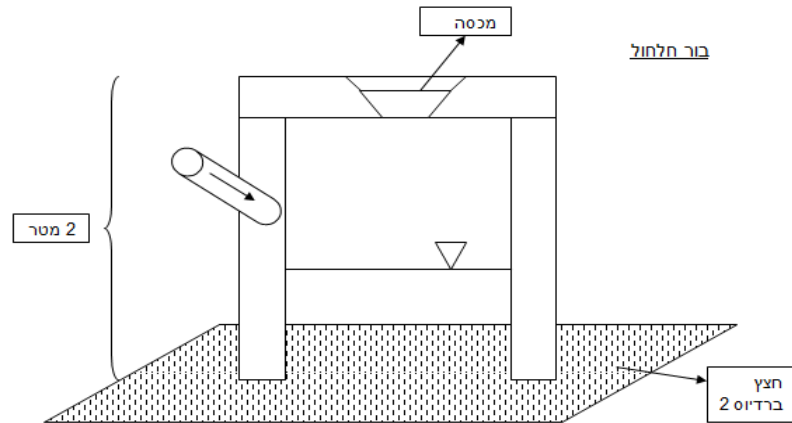
קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

בור רקב - תפקידו לסנן בין מוצקים לנוזלים, לגרום לשקיעת המוצקים ולהמשיך את זרימת הנוזל. בסופו

של דבר הנוזל מגיע לתא פילוג. עומק בור הרקב: 2 מטר.

היום ניתן לקנות בורות (חלחול ורקב) מוכנים, טרומים.

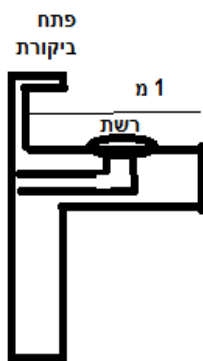


ניקוז מי גשם

צינור הניקוז דואג שהמים יוצאים ומתרחקים מהמבנה על מנת למנוע בעיות רטיבות. צינורות הניקוז מנקזים את גגות/מרפסות המבנה.

כמות צינורות מי גשם – בכל גג לפחות 2 צינורות מי גשם וכל צינור מי גשם מקבל 100 מ"ר. צינור מי גשם קוטרו כ- 4 אינץ' (כ- 10 ס"מ). לרוב נמצא בסמוך לעמוד או בתוך העמוד ועולה לגג המבנה.

מיקום צינורות מי גשם - אם נמצא בעמוד פינתי זה מתבטא בגג בכך שיש ברך שרחוקה כמטר מהצינור, ומעליה רשת לטובת מניעת כניסת עלים, הצלחת שקולטת את המים מורחקת מהפינה. צמ"ג- צינור מי גשם. יתכן צינור מי גשם ישיר, עמוד פנימי, במרכז תקרה, בלי ברך. נקודות הניקוז הן הכי נמוכות בגג, שם הקולטים.



איטום ובידוד גגות

הגג חשוף לחוץ ולהפרשי הטמפרטורות, יש להגן עליו מחדירת מים (אטימה) מהפרשי טמפרטורות (בידוד תרמי) כאשר יש הפרשי טמפרטורות האקלים בתוך המבנה טובים יותר. לאיטום ולבידוד יש תקנים ישראלים ומפרט ביצוע לבידוד.

לאחר בניית השלד יש לבצע פעולה של בנייה על הגג, יש לשים לב שלא מתחילים ליצוק כאשר הגג רטוב אחרת המים ייכלאו ויגרמו לרטיבות. כשיש עובש- סימן שאין בידוד תרמי טוב. שלבי האיטום –

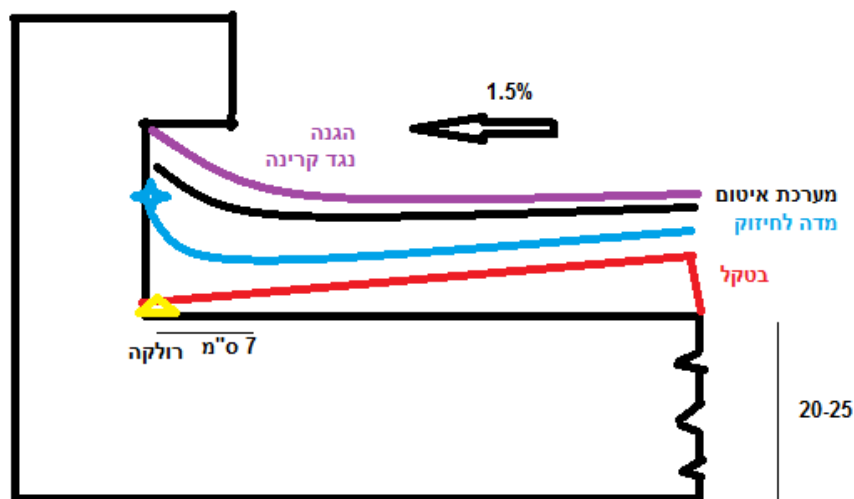
איטום ראשוני – מריחה בטומנית (כמו זפת) אשר מגנה מפני אדי מים.

בטון שיפועים – השכבה הראשונה שעל הגג יהיה בטון שיפועים, מדובר בבטון אוורירי עם הרבה חללים, מוקצף, קל שנקרא "ב' קל", כושר הבידוד הוא טוב ולכן משמש כבידוד תרמי, המשקל העצמי 12000 ק"ר למ"ר השלישית. מערכת בטון שיפועים מעבירה את המים לנקודה הכי נמוכה וכך מנקזים את המים. נבצע שיפוע של 1-2% כשהבטון יהיה במינימום 7 סנטימטר. מדובר ביציקה שמבוצעת ע"י מכונה, חומר לא חזק.

"מדה" - על בטון השיפועים ניצוק שכבה נוספת שנקראת מדה, שכבה זו היא בעצם בטון רגיל לחיזוק – על מנת להגן על הב' קל, 4-5 ס"מ בטון עם רשת זיון. נועד לגגות עליהם שמים מכוונות/ שמשמשים לחניה – בעלי עומסים גדולים, בגג רגיל השכבה הזו לא חייבת להיות.

יריעות ביטומניות - הן מערכת איטום שמולחמות על שכבת הבדה בעזרת חימום. היריעות משתנות בעוביים ובד"כ מומלץ להניח יריעה כפולה. ניתן להגן על היריעה מפני קרינה, כיום היריעות מגיעות עם פיגמנט המגן על עצמו מפני קרינה. את היריעה מרימים כלפי מעלה למעקה וכדי שתתעגל מניחים תחתיה יריעה אחרת, היא מקובעת ע"י סרגל אלומיניום לתוך המעקה. קיבוע מכני.

"רולקה" - העגלה, מגנה על הפינה, עשויה בטון ושומרת מפני חדירת מים. גורמים 90 מעלות להתעגל.

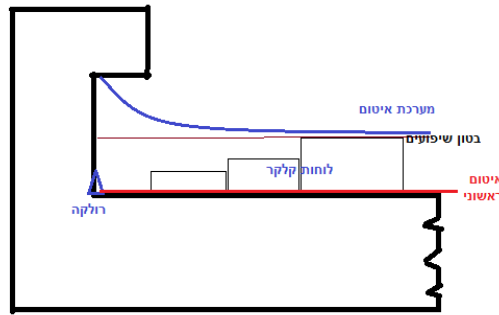


שימוש בקלקר –

קורס הנדסת בנין – טכניון

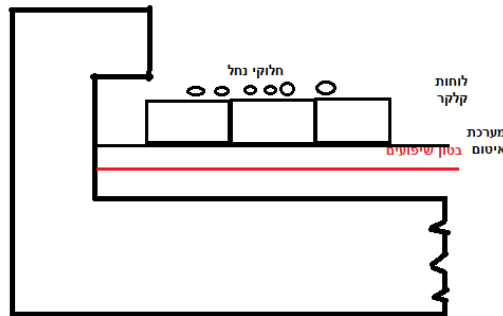
מרצה – שי פורמן

אם רוצים לשפר את הבידוד התרמי ניתן להשתמש בחומר מבודד טוב כמו קלקר (פוליסטרן מוקצף, בין 3 ל 5 ס"מ) שאותו מניחים מתחת לבי קל. שאר התהליך זהה.



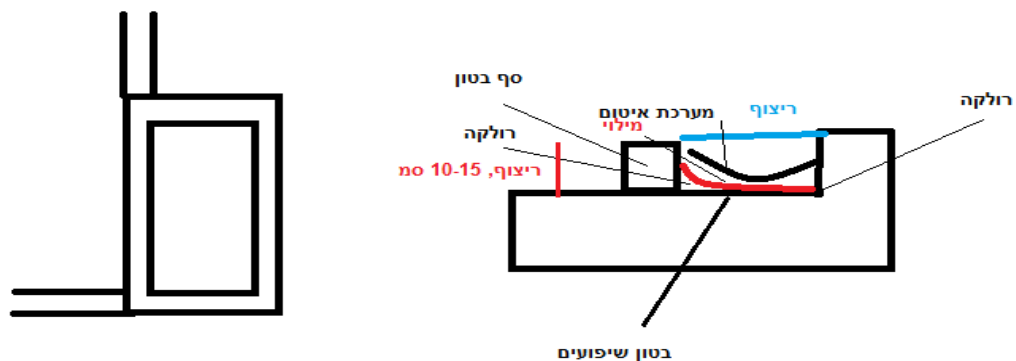
”גג הפוך”

ניתן להציב חלוקי נחל על הקלקר שמונח על היריעות הביטומניות בכדי להגיע למראה אסטטי. (גג נמוך בסביבת מבנים גבוהים שרואים אותו, מבני ציבור בד"כ)



ריצוף -

איטום מרפסת/יציאה לגג מרוצף - ה שיפוע חשוב על מנת לנקז את המים, נקודת ניקוז במקום הכי נמוך ויהיה כלפי חוץ. סף בטון- תוחם את פנים הדירה למניעת רטיבות, האיטום עולה עליו. במרפסות/גגות קטנים יחסית, פותרים את בעיית האיטום בכך שהריצוף לא עבה מידי 10-15 ס"מ והמבנה הזה נותן את הגובה. אם יש גגות/מרפסות גדולות שצריכים לייצר שיפועים, צריכה להיות הנמכה וקפיצה משמעותית.



חדרים רטובים

הכוונה לחדרי אמבטיה, שירותים- חדרים שעוברת בהם צנרת ועל מנת להגן מפני רטיבות עושים על גבי הרצפה לפני הריצוף והצנרת, איטום במריחה ביטומנית, גם בקירות, ורק לאחר מכן עושים את הצנרת.

תפקידי הטיח

1. **כיסוי דקורטיבי למבנה** – נראה לעין לכן צורתו חשובה, טיח פגום פוגע בנראות הבית (מתקלף/בועות)
2. **הגנה על המבנה** - אוטם את המבנה מפני רטיבות, מבודד מרעש, חום וקור ושומר על חיי המבנה.

מרכיבי הטיח

1.0 חומר מקשר- צמנט, גבס סיד - אחראי על חוזק הטיח

1.0 אגריגטים- חול טבעי / חול מחצבה

1.0 נוזל - מים

טיח חוץ מורכב ממספר שכבות :

1.0 שכבת ההרבעה – שכבת יסוד - שכבה ראשונה, עשירה בצמנט, נותנת את החוזק לטיח. ביחס

של חול לצמנט מדובר על 2.5:1.

1.0 שכבה מיישרת - יחס חול צמנט של 3:1

1.0 שכבת הגמר / שליכט – קובעת את מראה המבנה ומונחת לאחר מספר ימים מכיוון שהשכבה

הקודמת לא הספיקה להתחזק 4.5:1.

בין שכבה לשכבה יש לבצע השפחה של מים.

אופן ביצוע הטיח

○ הרקע עליו מיישמים את הטיח הוא הבנייה / אלמנט יצוק שצריך להיות **ישר** (לא אפשרי ליישור או תיקון טעות ע"י טיח כי הוא דק, אחרת יתקבלו סדקים בטיח). עובי הטיח כ-1.5 ס"מ.

○ לפני הדבקת הטיח יש לדאוג שהקיר **נקי, מחוספס ורטוב**

○ יש להקפיד על **הרכב** הטיח – יחס בין החומרים – צמנט וחול – 1/3.

דגשים לגבי טיח

1.010 משקל הטיח כבד יחסית 2000 ק"ג למ"ר.

1.020 יש להגן על פינות (אנכיות או אופקיות) בכדי למנוע סדקים וזאת ע"י אביזר בזווית הפינה סרגל שמקשיח את הפינה ועשוי מרשת, סרגל החיזוק של הפינה שומר על עובי הטיח, מאפשר ביצוע טיח פינות וגם שומר על הפינה.

1.030 בחיבור של תקרה עם קיר הטייחים חורצים את הנקודה, מנסרים אותה על מנת שלא תיסדק, ההחלשה הזו גורמת לכך שלא נראה את הסדקים.

1.040 הטיח ייפסק בערך 20 ס"מ מעל הריצוף (עד הפנל) – רק לאחר מכן מרצפים, מניחים את הפנלים ועושים השלמות לטיח.

חיפוי חוץ- אבן

1.010 השיטה הרטובה –

קיר הרקע הוא קיר עליו מבצעים את החיפוי, רצוי שקיר זה יהיה מבטון כי מעגנים עליו הרבה מאוד דברים. חיפוי החוץ הוא מחוץ למבנה ומגן על המבנה. הכול למעשה בשיטה הזו עובר דרך הדייס, אם יש בעיה בדייס יתכן כשל.

דיוס - לפני ביצוע החיפוי במטרה להגן על המבנה מפני רטיבות, עושים שכבה של טיח צמנטי לאיטום.

זוויתן - בתחתית הקיר, וכן כל 3 מטר יש זוויתן (פרופיל פלדה) שרץ לכל האורך אשר מעוגן ע"י מיתד. הזוויתן נמצא בין האבנים, לא רואים אותו, צריך שיהיה בגודל מתאים שאבן החיפוי תשב עליו.

לשם כך אבן החיפוי צריכה להיות בין 3-4 ס"מ, והדייס הצמנטי 5-7 ס"מ, כלומר הסה"כ בין 8 ל10 ס"מ.

רשת זיון - מיתדים המעוגנים לקיר 60/60 ס"מ. רשת שמעוגנת לקיר.

אבן חיפוי - קודחים באבן, גם בצורה אופקית, בקידוח משחילים וו שנכנס ורקלית לאבן ומתלבש על רשת הזיון. כל אבן נתפסת בארבעה ווים וכך מורכבת על רשת הזיון.

מילוי דיס - לאחר השלמת התפיסה ולאחר שהאבן כבר מורכבת על רשת הזיון, מכניסים דייס ברווח שבין אבן החיפוי לקיר.

אם אבן משתחררת בגלל ביצוע לא טוב / אין מספיק ווים / עיגון לא התבצע כמו שצריך והרווח יונקת את האבן יש לוודא שיש מילוי של דייס מלא מאחורי האבן. אפשר לעשות בדיקת שליפה מקומית. יש פרויקטים בהם הקבלן מחויב לבדיקות האלו. באבנים גדולות מחברים מאחוריהם פקקי אבן כדי לשפר הדבקות, עוד אבנים שיודעות לקבל את התפיסה.

1.020 שיטת ההדבקה-

שימוש בדבק במקום דייס, שיטה זאת מתאימה לאבנים קטנות. את הזוויתן אי אפשר לעגן לבלוק – חייבת להיות חגורת בטון - מתוכנן מראש.

1.030 השיטה היבשה-

שכיחה בעיקר בבנייה ציבורית, בשיטה זו כל אבן תפוסה ב8 נקודות (2 בכל צד) כאשר יש אביזר שאותו מעגנים. בשני צדדיו יש פינים הנכנסים לחורים שקודחים באבן והם מעוגנים בצורה מכאנית לקיר עצמו בסוף, הוא מקבל טיח אטימה. היתרון – מדויק, יוצרים בידוד תרמי בגלל שיש אוויר מאחורי האבן (שגרוע בקיר בטון).

1.040 שיטת ברנוביץ-

על רצפת הבטון הקיימת איפה שאמור להיות הקיר, מרימים תבנית, שמים את האבנים יוצקים בטון ועליו תבנית מתכת. יתרון – שימוש בתבניות מתועשות ואז אפשר להשתמש באותה תבנית בכמה קומות/בניינים. חסרון - האבן מקבלת עומסים גם כי מחוברת לקיר, ובבניין גבוה היא יכולה להתפרק כי חלשה מבטון.

0. מרצפים לאחר עבודת הטיח, ראשית - מעל יציקת הבטון יוצקים חול מילוי - חול "שימשומית" בעובי של 12-15 ס"מ ומעליו מניחים את המרצפות.
1. יש כמה סוגים של ריצוף –
2. מרצפות טרצו- יחסית קשיחה, מרצפות בטון ובהם שכבת טרצו עליונה אח"כ הצמנט. מבצעים את הריצוף ע"י טיט הדבקה מתחת לריצוף.
3. פנלים – תפקידם להגן על הקיר בעיקר ממים בעת שטיפת הרצפה.

קיימים עומסים שפועלים על זכוכית. המשקל המרחבי של זכוכית כמו של בטון 2400 ק"ג למ"ר בשלישית. החומר מאוד יקר ויחסית חזק ולכן נשתמש בו באלמנטים של קירות מסך וחלונות אך לא כשלד עיקרי. לפי ת"י 938 10991 נדע איך לחשב עובי נדרש של זכוכית, מיקומה, איזורי עומס וכו'.

סוגי זכוכית

- 0 **זכוכית בטיחותית מחוסמת** - זכוכית חזקה פי 4 מזכוכית רגילה, חיסום- חימום וקירור מהיר. היתרון – ברגע שנשברת נשברת לרסיסים קטנים מאוד מבלי לגרום נזק ולכן נתקין אותה במקומות שבהם נרצה שתישבר לרסיסים כמו תקרת זכוכית.
- 1 **זכוכית בטיחותית רבודה** - מורכבת משתי שכבות שמודבקות זו לזו, חלשה מהרגילה. היתרון שלה הוא שהיא אינה נפרדת מהמסגרת שלה כאשר היא נשברת, השברים לא מתנתקים מהמסגרת אלא רק נסדקים, מוחזקת ע"י הדבק - מתאים למעקה/מחסום.
- 2 **זכוכית רגילה בטיחותית** - עמידה למהלומות, מצופה ביריעת פלסטיק מצד אחד מתאימה לויטרינות.
- 3 **זכוכית אנטי-סאן** - זכוכית שמכניסה אור שעובר דרכה בכמות גבוהה והיא מחזירה אור בכמות נמוכה יחסית – בעלת מקדם הצללה נמוך.
- 4 **זכוכית רפלקטיבית** - מחזירה – אפקט המראה – בעלת מקדם הצללה טוב ושיעור החזרה גבוה, הזכוכית מחזירה את קרני השמש / האור למקום בו יש עוצמת אור גדולה יותר. - ביום החזר האור יהיה החוצה והזכוכית כמו מראה ובלילה החזר האור יהיה פנימה. בעיתיות- אפקט המראה יוצר סנוור כלפי חוץ.
- 5 **Low e - זכוכית חכמה** - מפחיתה את מעבר החום פנימה, זכוכית עם ציפוי סולארי שבולמת קרינה, בנויה משכבות, בתוך הזכוכית יש סוג של גז. אין צורך בצלונים מקבלים את האור אך לא מרגישים את החום.
- 6 **זכוכית חסינת אש** - עבה, חסינה נגד ירי, נקראת גם "מחושלת" (עברה חיטול), חזקה מאוד.

בספר עמוד 284

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

אקוסטיקה/ מפלס רעש

ת"י 1004 ות"י 1418 ועוד תקנות למניעת מפגעים המכתיבות רמות רעש.

רמת רעש נסבלת ממוצעת תהיה כ – 40 דציבלים (db), בשעות הלילה רעש נסבל יהיה כ – 30-35 דציבלים.

מפלס הרעש תלוי ברעש החיצוני (כמו כביש רועש) כיצד נתמודד עם הרעשים החיצוניים?

1. ע"י המעטפת שכוללת טיח, קיר חיצוני העוטף את החדר, גם בטון, גבס, בלוקים וכו' מבודדים ברמה מסוימת ולהפחית את רמת הרעש, כל סוג מבודד ברמה אחרת.
2. ע"י תנאים פנימיים שונים כמו חומרים רכים וסופגים למיניהם כמו שטיחים, ריפודים, הנמכות תקרה ועוד. חומרים רכים אלו סופגים את הרעש.
3. הפניית חדרי שינה לאזורים מרוחקים ממוקדי רעש – מבחינת ההיבט התכנוני.
4. ריכוז הצנרת במקום אחד - זרימה/פתיחת ברזים יוצרת רעש. מבחינת תכנון, לשים צנרת בפיר ולא בתוך קיר אחרת יש כשלים אקוסטיים והרעש מורגש או שממקמים חדרי שירותים בסמוך לחדרי שירותים אחרים.
5. מעליות – נחבר עם מכשירים שלא מעבירים ויברציות או רעידות ונמקם בתוך פיר.
6. מנועים של מזגנים לא יעמדו על הרצפה אלא על בסיס צף שבנוי מבטון ובידוד. נושיב את יחידת המזגן על בסיס צף שלא מעביר רעידות.

בידוד אקוסטי

השוואה בבידוד אקוסטי של מספר חומרים :

סוג הקיר	מסה שיטחית ק"ג/מ"ר (כמה שוקל הקיר)	אינדקס בידוד I – כמה מפחית בדציבלים db
קיר בטון מזוין בעובי 15 ס"מ	360	53
בלוק בטון בעובי 10 ס"מ	168	42
בלוק בטון בעובי 15 ס"מ	260	47
בלוק בטון בעובי 20 ס"מ	300	50
בלוק איטונג 20 ס"מ	168	45
בלוק גבס 10 ס"מ	130	40
מחיצת גבס כולל בידוד	27	47

- ברעש של 80 דציבלים נפחית את ה – I וכך נקבל מהו עומס הרעש
- בטון ואיטונג בד"כ דומים ולכן נשתמש בהם
- חוק המסה לא עובד באקוסטיקה, אלמנט כבד לא בהכרח מבודד אקוסטית טוב יותר לעומת אלמנט קל יותר.
- שימוש בחומרים אשר סופגים את הרעש ולא מחזירים, שימוש בחומר קשה (כמו בטון) מחזיר קול ולכן האקוסטיקה גרועה ויש רעש.
- מפלס הרעש עולה עד קומה מסוימת ומקומה מסוימת (20 בערך) יורד ככול שעולים.

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

עבודות חשמל

כל העבודות צריכות לעמוד בדרישות של חוק החשמל ותקנות החשמל, דרישות מכון התקנים, חברת חשמל, בזק, חוקי התכנון והבנייה וכו'. בכל עבודת חשמל יש לערוך תוכנית חשמל מסודרת ובגמר ביצוע יש לערוך בדיקה ע"י חשמלאי מוסמך שמצהיר שהמערכת תקינה ע"י מילוי הצהרת תקינות.

אלמנטים במערכת עבודות חשמל

מובילים – צינורות/תעלות פלסטיק המותקנים בקירות באופן גלוי או סמוי, מותקנים בקווים ישירים, והקוטר שלהם לפחות 18 מ"מ. יכולים להיות קשיחים ויכולים להיות גמישים.

חוטי משיכה – בכל הצינורות מתקנים חוטי משיכה לצורך השתלת מוליכים בעתיד.

צבעים – לכל צינור צבע שונה לצורכי זיהוי.

תיבות חיבור – מעבר בין המובילים מתבצע רק דרך תיבות חיבור בעצם קופסאות שדרךן מבצעים מעברים. תיבות אלה יכולות להיות סמויות או גלויות, בד"כ ממוקמות בתקרה והן עשויות מפלסטיק או מפח.

הכנות עבור חברת חשמל

- שלוחה מתחת ללוח ראשי של חברת החשמל בה יעבור כבל האזנה/משיכה ראשי
- בין קומה לקומה נשאיר צינורות מעבר שהם שרוולים / צינורות חלולים כדי לאפשר מעבר כבלים בין הקומות, שזה בד"כ בקוטר של 111 ס"מ.

כבלים ומוליכים

כבלים – חוטי החשמל שמגיעים משוריינים בעטיפה מחומר פלסטי, בעלי שלושה מוליכים (כל מוליך עטוף). קטעי הצינורות בהם יושחלו הכבלים יהיו ישרים, אסורה תפנית חדה מ120 מעלות ובכל מקום שתידרש סטייה היא תבוצע באמצעות תיבת חיבור. הכבל מושחל ע"י חוט משיכה לתוך המובילים. כשיש הרבה כבלים בתעלות צריך לסדר אותם כך שיהיו מקבילים אחד לשני.

מוליכים – חוטי נחושת, שהחתך המינימאלי שלהם הוא 1.5 מילימטר מרובע בשטח שלו.

הארקות והגנות במבנה

הארקת יסוד בהתאם לחוק החשמל, בתכנית של יועץ חשמל, מדובר במניעת מצב של הפרש פוטנציאל במבנה, מכת מתח – פגיעת ברק. יש צורך בהארקה בשביל למנוע התחשמלות. צריך לדאוג שהמבנה מוארק לקרקע וגן האלמנטים שיכולים לגרום לסכנת התחשמלות כמו צנרת, ציוד, לוחות חשמל. זוהי מערכת מפני פגיעת ברק שמבוצעת במבנים מתכתיים / מבני תעשייה / עם ציוד רגיש. מדובר במערכת שכוללת את הברק ודואגת להוריק – כמו אנטנות, המערכת היא בעצם רשת של פסי נחושת שהולכים לאורך קו אופקי ואנכי ובסופו של דבר מבחוף מחובר לאדמה.

מוט הארקה – בקוטר 10 מ"מ שהוא חלק מכלוב זיון, כך שבעצם ניתן להחדיר אותו גם לכלונסאות – הביסוס. המוט בולט ובכל קומה נדאג לחברו לזיון הקורות ונעלה ככה לכל הקומות. לא

חייב שיהיה בכל העמודים אלא רק בחלקם. זהו מוליך המחובר לכלונסאות ועולה מעלה.

פס השוואת פוטנציאל – במפלס הביסוס יש פס השוואת פוטנציאל מתכתי בחתך של 40 מ"מ על 4 מ"מ שמחבר בין כל היסודות.

לוח מתגים זירתי

לוח שעשוי מפלסטיק שכבה מאליו, אינו דליק, כל המוליכים עוברים בלוח הזה. בתוך הלוח יש מפסקי זרם אוטומטיים מגנטיים תרמיים (מאמ"ת) שנועדו לעצור מיידית באופן אוטומטי הזרמת חשמל כשיש שינויים בזרם, קצר או עליה בטמפרטורות. הלוח מתאים ל - 24 מאמ"תים (מפסק אוטומטי מגנטי תרמי), בכל מפסק זרם נומינלי, ולכל מפסק מוגדרת עוצמת ניתוק, כושר הגברת זרם. מפסק צ"ל מחומר מהודק.

מיקום אביזרים והתקנתם

- מפסק – מתוכנן כך שלא תהיה נגיעה בחלקים חיים – יהיה מבודד
- מסך זרם – יהיה בנוי לעוצמת זרם של עד 16 אמפר
- בתי תקע תלת פינים מתאים ל – V 230 ו – 16 אמפר לפי ת"י 32

מפסקים ובתי תקע - מיקום

- מפסקים – 1.3 מ' מהרצפה
- מפסק לדוד - 1.7 מ' מהרצפה
- בתי תקע בחדרי מגורים – 80 ס"מ - 0.8 מ' מהרצפה
- בתי תקע למקרר /מכונת כביסה/תנור – 1.8 מ
- בתי תקע במטבח - 1.3 מ
- נקודת טלפון/ טלוויזיה – 80 ס"מ - 0.8 מ' מהרצפה
- לחצני תאורה במדרגות - 1 מ' מהרצפה
- סיכום עבודות גמר במבנה – עמוד 379 בספר

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

עלויות / כתב כמויות – חישוב כמויות

לכל עבודה יש תקן והנחיות לגבי חישוב כמויות. חשב כמויות הוא – כמאי שאחראי על אומדן כמויות, עבודה מאוד מדויקת, בד"כ מהנדסים עם הרבה ניסיון בביצוע ותכנון. המחיר הוא מחיר מושלם לביצוע + חומרים. חישוב כמויות הוא כלי בעזרתו מודדים את העבודות שנעשות ולכל העבודות יש מחיר, תלוי ביחידות (יש כאלו הנמדדות לפי אורך, קוב, מחיר יחידה ועוד), יש מחירים לשעות הפעלת ציוד/עובד. סיכום כל תתי סעיפים נותן את אומדן כל פרק, סיכום כל האומדנים הוא עלות הפרויקט.

כללי -

משקל סעיפים באחוזים במדד מחירי התשומה בבנייה למגורים :

חומרים -

- (א) **חומרי מחצבה** (חול, חצץ, אבן, שיש, חרסינה, קרמיקה) - 5.03%
- (ב) **מלט, איטונג ומוצריהם** (בלוקים, מדרגות מוכנות, מרצפות ופנלים, בלוקים) - 20.37%
- (ג) **ברזל ומוצרי מתכת** (ברזל ציון, פרופילים מאלומיניום, פחים, חוטים, מסמרים) - 8.68%
- (ד) **עץ וחומרים אחרים** (מוצרי נגרות, צבעים, זכוכית, חומרים ביטומנים וחומרי בידוד אחרים, אלמנטים מפלסטיק) - 5.13%
- (ה) **חומרי אינסטלציה** (סינטרי + חשמל : צינורות פלדה, צינורות פלסטיק, אמבטיות, ברזים, כלים סינטרים, צנרת לאינסטלציה חשמלית, חוטים חשמליים) - 5.3%

סה"כ חומרים – 44.51%

שכר עבודה, ציוד והוצאות -

- (א) **שכר עבודה** (פועלי בנייה, צוות פיקוח וניהול) - 42.78%
- (ב) **הובלה** (הובלת חומרים והסעת פועלים) - 3.59%
- (ג) **ציוד וכלי עבודה** (עצמי + שכירות) - 3.24%
- (ד) **כלליות ושונות** (ביטוח, משרדים, הוצאות משפטיות והוצאות שונות אחרות) - 5.88%

סה"כ שכר עבודה, ציוד והוצאות – 55.49%

הגדרות – על מה נשלם וכיצד נמדוד

"חישוף" - מגרדים את פני הקרקע העליונים עד 20 ס"מ – כל מה שעמוק מ- 20 ס"מ ייקרא חפירה.

הריסת מבנים - תיאור הבית ומה הוא כולל בצורה מפורטת

כריתת עצים - נמדד לפי יחידה – קוטר של כל עץ

עבודות חפירה - מה נכלל בעבודת חפירה, לפי מטר קוב לכל השטח (נפח אדמה) – מדובר בחפירה כללית של השטח.

קידוח כלונסאות - תשלום על קידוחי כלונסאות ייעשה לפי מדידה, נמדוד את הכלונסאות לפי מטר אורך עם ציון קוטר הקידוח

מילוי והידוק - תשלום על מילוי והידוק יבוצע רק על מילוי מבחוץ, על אדמה שנחפרה והוחזרה לא משלמים. מצע (מילוי) מודדים במ"ר בציון עובי השכבה.

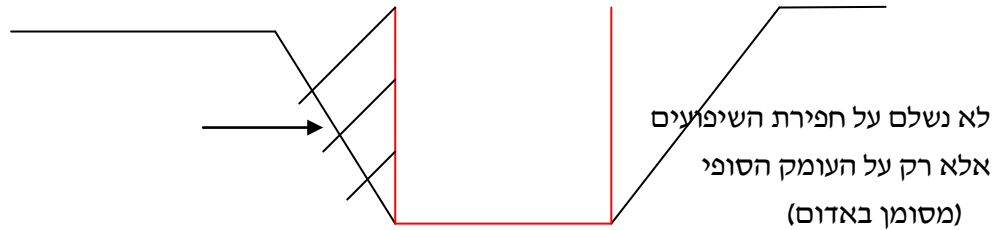
תוספות - הובלה – תשלום על הובלה של יותר מ- 100 מ"ר

חפירה או חציבה - זה אותו דבר, גם אם באמצע החפירה היה צריך לחצוב התשלום יהיה זהה.

קורס הנדסת בנין – טכניון

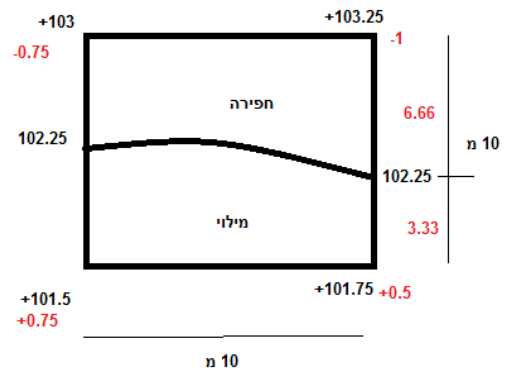
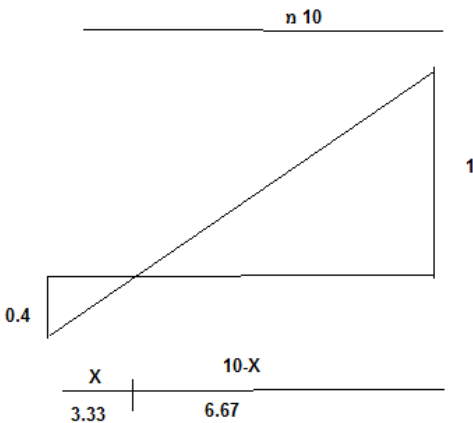
מרצה – שי פורמן

חפירה תת קרקעית / לתעלות - תשלום על חפירה תת קרקעית ייעשה רק על השטח הנמדד, השטח הנמדד, נמדד במטר קוב בציון רוחב החפירה, לא מתייחסים לשיפועים אלא לעומק הסופי משום שאנו מלאים את השיפועים בחזרה.



דוגמא לחפירה ומילוי -

שטח של $10 \times 10 = 100$ מ"ר. מספר שמבטא גובה אבסולוטי מעל לפני הים - יש לישר למפלס של $+102.25$
 מ – 103.25 נפחית 1
 מ – 103 נפחית 0.75
 ל – 101.75 נוסף 0.5
 ל – 101.5 נוסף 0.75
 מבט על - מבט מהצד -



עבודות חפירה :

טרפז $S = (6.67 + 10) \cdot \frac{1}{2} = 8.335m^2$

גובה ממוצע $h = \frac{0.75 + 1 + 0 + 0}{4} = 0.4375m$

$v = 8.335 \cdot 0.4375 = 3.64m^3$

עבודות מילוי :

מילוי $S = (3.33 + 10) \cdot \frac{1}{2} = 6.665m^2$

מילוי $h = \frac{0 + 0 + 0.75 + 0.5}{4} = 0.3125m$

$v = 0.3125 \cdot 41.65 = 12.99m^3$

בדוגמא זו נפח חפירה גדול מנפח המילוי.

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

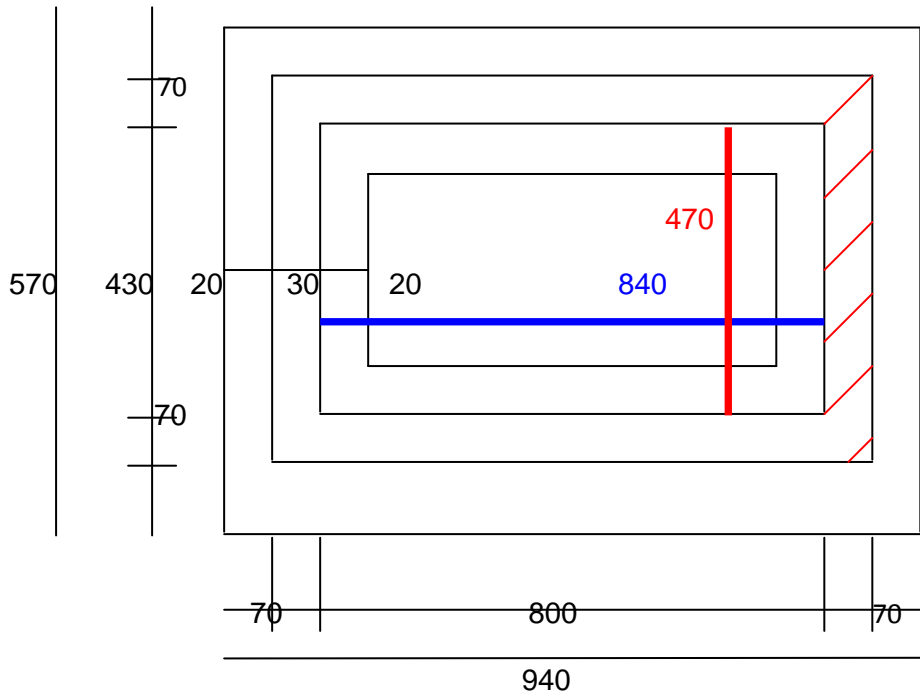
חלקם היחסי של מרכיבי העלויות לסוגי מבנים שונים

מרכיבי עלויות באחוזים							
מעלית	מיזוג אוויר	עבודות חשמל	אינסטלציה סניטרית	עבודות גמר	עבודות שלד	תיאור המבנה	סוג מבנה
3		5	12	44	36	5 ק+ ק עמודים ביסוס רדוד	בית מגורים 24 יח"ד 6 קומות
6		4	13	36	41	8 ק+ ק עמודים ביסוס כלונסאות	בית מגורים 32 יח"ד 9 קומות
3		4	7	35	51	רב קומות על כלונסאות (2 חדרי מדרגות, 2 מעליות)	בית מגורים 14 קומות
		5	10	38	47	2 קומות ביסוס רדוד	בית מגורים קוטגי
4		4	5	36	51	חניון תת קרקעי, קומת כניסה וחנויות 4 קומות משרדים ביסוס רדוד, שיש בקירות הכניסה (ללא שטיחים וללא תקרה אקוסטית)	<u>בניין משרדים</u> <u>סטנדרט בינוני</u>
3	10	4	4	35	44	כולל מיזוג אוויר, תקרות אקוסטיות, שטיחים.	בניין משרדים סטנדרט גבוה
		8	7	39	46	ביסוס רדוד, מרחב מוגן	בית ספר דו קומתי
		9	7	31	53	ביסוס כלונסאות, ג-פלטות טרומיות דרוכות, כולל אגף שירותים	אולם ספורט
		13	3	38	46	דו קומתי, ביסוס רדוד, כולל תקרות אקוסטיות, שטיחים	ספרייה

- בתעשייה המיזוג תופס אחוז גבוה יותר
- ככול שהמבנה נמוך השלד הופך יקר יותר

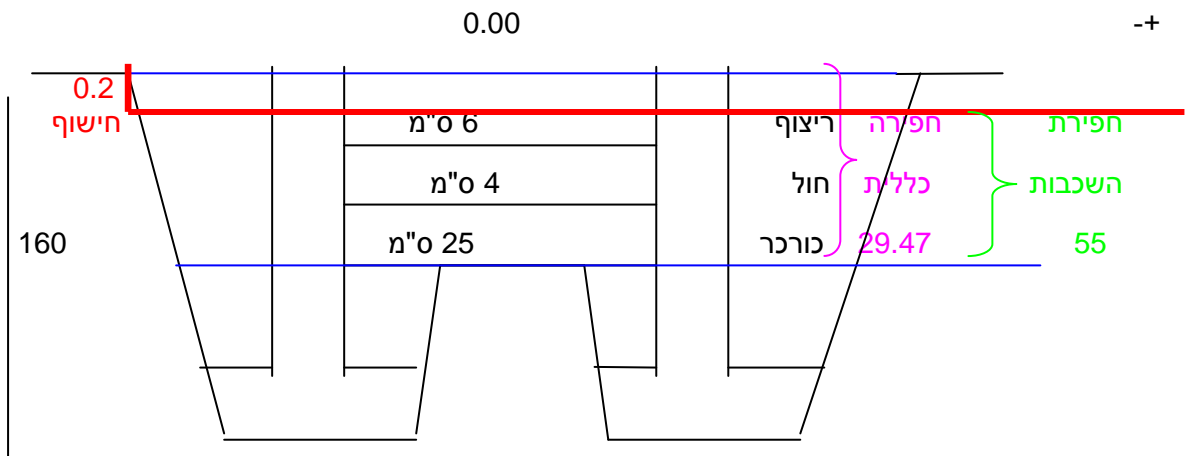
תרגיל לדוגמה לחישוב כמויות - מהחוברת, בעמוד 99 :

מבט מלמעלה



יסוד עובר – קיר שבחלק התחתון שלו יש הרחבה זו תוכנית של מבנה הקיר מדובר בקיר מבטון מזוין שנמצא מתחת לאדמה רוחב יסוד עובר - מינימום 60"m

מבט מהצד



דרוש : כתב כמויות לעבודות עפר.

צריך לחשב כמה חומר

חישוב

01-01

בשלב הראשון באופן כללי נ כשיר את השטח - הרחקת חומר והסרת צמחים, יש צורך בחישוף, חישוף נמדד במ"ר - מדובר על חישוף פני השטח. נשתמש בכלי חפירה / טרקטור ולחשף עד 20 ס"מ מפני הקרקע לטובת ניקיון פני השטח. כריתת עצים (לפי מחיר יחידה, נמדד בקוטר, באישור קק"ל) תמיד נבצע חישוף. נבדוק כמה שטח עלינו לחשף. במקרה דגן נבצע חישוף -

חישוב בעובי שלא עולה על 20 ס"מ על כל השטח - מ"ר

$$9.40 * 5.70 = 53.58$$

01-02

השלב השני הוא חפירה כללית (V) בקרקע חולית (מ"ק) לפי נפח חפירה תת קרקעית, חפירה ליסודות, לתעלות, קידוח כלונסאות מילוי והידוק- כולל מילוי שמביאים מצעים - קרקע מדורגת תשתית לרצפות תלויות /מילוי (מ"ר בציון עובי שכבה). תוספות - בד"כ שכבה של 15 ס"מ הובלה מעל 100 מ דרוש בתשלום, חפירה/ חציבה- אין על זה תוספת במקרה דגן ביצוע חפירה כללית כך -

חפירה כללית בקרקע חולית מ"ק (V) כוללת את כל השכבות לכל שטח המגרש

$0.2 + 0.25 + 0.04 + 0.06 = 0.55$ 55 מ"ר	}	0.2 - מפלס פני הקרקע - חישוף פני הקרקע 20 ס"מ
		0.06 - הריצוף
		0.04 - חול
		0.025 - כורכר

$$9.40 * 5.70 (0.2 + 0.25 + 0.04 + 0.06) = 29.47$$

01-03

חפירה עבור יסוד עובר (מחשבים רק מה שמשלמים עליו כלומר בלי שיפועים) שטח יסוד עובר :

רוחב היסוד העובר

שיטה ראשונה -

70 = 0.7 מ"ר, יש לחשב פעמיים בכל צד (מבט מלמעלה) ולכן אורך היסוד העובר :

$$0.7 (2 * 9.40 + 2 * 4.30) = 19.18 \text{ מ"ר}$$

שיטה שנייה חישוב כמה שטח נחפור בסה"כ (שטח גדול) בהפחתת השטח הקטן, 53.28 הוא השטח הגדול (החישוף) 4.3*8 הוא השטח הקטן - כך -

$$53.28 - [8 * 4.3] = 19.18$$

נפח היסוד העובר -

$$1.6 = \text{גובה היסוד העובר}$$

$$55 = \text{חפירת השכבות לכל שטח המגרש שביצענו}$$

$$S = 1.6 - 55 = 1.05 \text{ (שטח)}$$

$$v = 19.18 * 1.05 = 20.14 \text{ (נפח) במ"ק.}$$

01-04

מילוי כורכר - כורכר נמדד במטר קוב, יש לנו 25 ס"מ עובי של כורכר בשטח של בין הקירות, מקיר לקיר יש רווח של 20 ס"מ (0.2) ולכן נוסיף לשטח הפנימי מצד אחד (4.3) כך -

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

$$4.3+0.2+0.2=4.7$$

ומצד שני (800) כד –

$$8+0.2+0.2=8.4$$

ולכן השטח לכורכר הוא –

$$S=4.7*8.4=39.48 \text{ (שטח)}$$

$$V=39.48*0.25=9.87 \text{ (נפח)}$$

הכורכר הוא בין הקירות למעשה 9.87 מ"ק

01-05

מילוי חול –

עובי החול 4 ס"מ לכל השטח הקטן –

$$S=8.4*4.7=39.48 \text{ (שטח)}$$

$$V=39.48*0.04=1.58 \text{ (נפח)}$$

החול על שטח הדירה לצורך ריצוף הוא 1.58 מ"ק

2.0 עבודות בטון -

את עבודות הבטון מודדים במידות נטו, ברזלי הזיון וכמויות הפלדה נמדדים בנפרד. כל אלמנט ימדד בנפרד. מחיר הבטון כולל - את כל החומרים, את הציוד, את העבודה ויש לקבל את הבטון בהתאם לתקן. **מחיר הבטון כולל – את המערבל, תבניות - טפסות (מה שתומך את היציקה, על התבניות יוצקים), תיקונים** לאחר פירוק הבטון מהתבניות, **כיתום הפינות, החלקת הבטון (החלקה רגילה), השפרה** והגנה על הבטון. **מחיר הבטון לא כולל – תפרים, תבניות מיוחדות** (למשל עם איזו שהיא טקסטורה), לא כולל **החלקה מיוחדת** (למשל אני רוצה ללטש את הרצפה ולקבל רצפת חניון).

מדידת האלמנטים –

בטון רזה - משמש כמשטח עבודה, תשתית לביצוע עבודות. זה בטון לא קונסטרוקטיבי איתו מבצעים איטום ובנייה, נמדד במ"ר בציון עובי – היציקה היא לשטח. למשל יש לי 100 מ"ר בטון רזה בציון העובי

פלטות יסוד - יסודות בטון נמדדות במטר קוב

כלונסאות - נמדדות בציון מטר האורך ובציון הקוטר

קורות יסוד, מסדים וראשי כלונס - נמדדים במטר קוב בציון רוחב או חתך למשל קורות בחתך 20/60

ו - X מטר קוב, ככל שהאלמנט קטן יותר המחיר לקוב יעלה. כל אחד מהם נמדד בנפרד.

רצפות - מודדים במטר מרובע בציון עובי, כך מודדים גם תקרות כמובן, בתקרת צלעות מודדים במ"ר את עובי הבטון נחשב כעובי ממוצע.

עמודים - מודדים במטר קוב בציון חתך

קירות - מודדים במטר קוב בציון עובי הקיר

חגורות - נמדדות לפי מטר אורך בציון חתך, למשל חגורה בקירות 20 ס"מ כך וכך מטר אורך

קורות תקרה - נמדדות במטר קוב בציון חתך. מודדים רק מה שבולט מתחת לתקרה קורות סמויות הן חלק מהתקרה ולכן לא נמדדת.

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

כל הזיון נמדד בנפרד כאשר לכל מטר קוב בטון יש בערך 100 ק"ג למטר בשלישית מוטות זיון. (עמוד 100 בחוברת מראה איך מודדים) ב-30 (חוזק הבטון)

חישוב

02-01

עמודים 1,4,5 – שלושה עמודים בחתך 20/20, אורך כל עמוד הוא L. כל עמוד מתחיל מתחת לקורה, הקורה היא 0.4 ולכן -

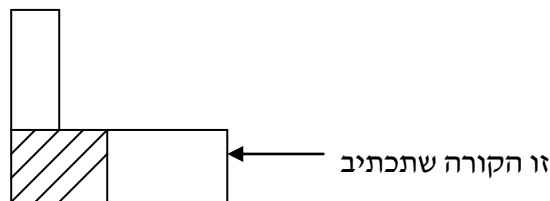
$$\text{אורך } L - L_{1,4,5} = 2.8 - 0.4 = 2.4$$

נפח העמודים – V - שלושה עמודים כפול חתך העמוד 20/20 כלומר $0.2 * 0.2$ כפול האורך של העמודים 2.4

$$3 * [0.2 * 0.2] * 2.4 = 0.288$$

02-02

עמודים 2,6 – שני עמודים בחתך 20/30 כלומר $0.2 * 0.3$. כל קורה היא 0.5, בגלל שהעמוד הוא מלבני אז הקורה שמכתיבה היא זו שמקבילה לצלע הארוכה של העמוד ולכן נחשב על פיה את ה - L



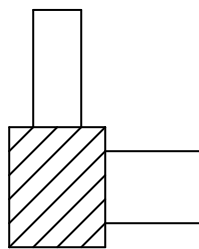
$$\text{אורך } L - L_{2,6} = 2.8 - 0.5 = 2.3$$

נפח העמודים – V - שני עמודים כפול חתך העמוד 20/30 כלומר $0.3 * 0.2$ כפול האורך של העמודים 2.3

$$2 * [0.3 * 0.2] * 2.3 = 0.276$$

02-03

עמודים 3,7 – שני עמודים בחתך 30/30 כלומר $0.3 * 0.3$. כל קורה היא 0.15, בגלל שהעמוד הוא גדול ובולט מהקורות נחשב את אורכו ונחסיר את עובי התקרה -



$$\text{אורך } L - L_{3,7} = 2.8 - 0.15 = 2.65$$

נפח העמודים – V - שני עמודים כפול חתך העמוד 30/30 כלומר $0.3 * 0.3$ כפול האורך של העמודים 2.65

$$2 * [0.3 * 0.3] * 2.65 = 0.477$$

02-04

חישוב קורות תקרה 4,5 בחתך 20/30, יש שתי קורות כאלה, הקורה הארוכה כוללת את העמוד, הקורות הקצרות יגיעו עד העמוד (0.2 - 20).

$$\text{אורך } L - \text{נחסיר את העמוד } L_{4,5} = 2.5 - 0.2 = 2.3$$

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

נפח הקורה – V - שתי הקורות כפול החלק הבולט שלהן (12-30=18) כפול כמות העמודים כפול אורך הקורות

$$2.3 * 0.18 * 2 * 2.3 = 0.1656$$

02-05

חישוב קורות תקרה: קורה 1 באורך של 6, ושתי קורות מספר 2,6 בחתך 20/40, יש שתי קורות כאלה, אורך הקורה 6 - הקורה הארוכה כוללת את העמוד, הקורות הקצרות יגיעו עד העמוד (20 = 0.2).

אורך – L - נחסיר את העמוד (עמוד 2 - 0.2 עמוד 6 - 0.2)

$$L_{2,6} = 6 - 0.2 - 0.2 = 2.3$$

$$L_1 = 3$$

3.0 **בטון דרוך**

4.0 **עבודות בנייה**

- הכוונה לעבודות של בלוקים, נמדד בצורת נטו לפי השטח במ"ר, המדידה מתבצעת בהתחשב בפתחים שהשטח שלהם עולה על 0.2 מ"ר (חלונות, דלתות...). ולא מתחשבים בדברים קטנים כמו קידוח בנוסף, כל דבר שהוא לא בנייה כגון עמוד, קורה או אלמנט מבטון.
- מחיצה מוגדרת עד עובי 14 ס"מ.

המחיר כולל – ציוד עזר לקבלת עבודה באיכות, עשיית שקעים, מגרעות, חריצים, שיני קשר (קשר בין קיר לעמוד), חיבורים (חיבור בין קירות או בין מחיצות), יצירת פתחים למשל לדלת או חלון, השלמות או סתימות תוך שימוש בחלקי בלוקים, בנייה בשטחים קטנים וצרים, פיגומים ותמיכות.

המחיר לא כולל – בנייה נקייה (ללא טיח).

04-01

מחיצות בנייה בעובי 10 ס"מ

יש לחשב את שטח הקיר ולהפחית ממנו את הפתח במקרה הנ"ל את הדלת, חישוב שטח = אורך כפול גובה.

$$\text{אורך הקיר} = 370 + 370 = 7.40$$

בקירות צריך לקחת בתוספת את הריצוף –

$$H = 42 + 210 + 10 = 262 \text{ ס"מ} = \text{קיר בניה}$$

$$S = 2.62 \times 7.4 = \text{שטח ברוטו של הקיר}$$

$$= 0.8 - 2.2 \text{ הפחתה}$$

5.0 **עבודות איטום**

נמדד במ"ר בשטח נטו ללא פחת וללא חפיפות.

המחיר כולל – כל הציוד וציוד העזר, מריחת כל השכבות, בדיקה לאחר גמר העבודות של הצפה, תיקונים לאחר הבדיקה.

המחיר לא כולל – בטון השיפועים שנמדד בנפרד, אם יש הגנה מסוימת על האיטום או סיוד.

0.9 עבודות טיח

יש הפרדה בין טיח חוץ לטיח פנים או לטיח בצורה אחרת. נמדד במטר מרובע.
המחיר כולל – חומרים, עבודה, ציוד וציוד עזר, פיגומים, פירוק והרכבה, הכנת הרקע - הכנת חורים, הרחבה, חריצים, סרגלים, הפרדות בין שטחי טיח, עבודות תיקון לאחר גמר, עבודות אחרונות, הגנה על הטיח השפרה, ודוגמאות לאישור המפקח דוגמאות קטנות בגודל של 30X30
המחיר לא כולל – אם יש צורך בטיח על שטחים עקומים זה ישולם בנפרד.
חישוב הטיח - מתחיל מעל גובה הפנל בהפחתת הפתחים.

10 ריצוף

נמדד במ"ר.
המחיר כולל – הכשרת השטח, ציוד, מילוי חול, הנחת המרצפות, מילוי טיט, השלמות תוך כדי חיתוך ועיבוד, סתימת המישקים לאחר הגמר, תיקונים, חיתוכים בזווית של 45 מעלות, ליטוש הריצוף, אשפרה והגנה, פיגום לצורך חיפוי.
המחיר לא כולל – אם יש שכבות בידוד בריצוף, מילוי של המישקים בצורה מיוחדת.
את החיפויים של המעקות, הפנלים (שיפולים) והתפרים בריצוף מודדים במטר אורך בפנלים יש לציין גם גובה הפנל.
בניכוי דלתות אם יש פנלים בחדר אז מורידים פנלים משני צדי החדר.
בריצוף אמבטיה – אין ריצוף מתחת האמבטיה אך יש ריצוף מתחת לאסלה. בחדרי אמבטיה אין פנלים כי יש חיפוי גם על הקיר.

11 עבודת צבע

נבדיל בין צבע חוץ וצבע פנים, נמדוד במ"ר.
המחיר כולל – חומרים, ציוד וציוד עזר, הכנת דוגמאות, הכנת השטח, ניקוי. מדובר בשטח נטו, לא מנכים פתחים.
צביעת דלתות וחלונות נמדדים כיחידה

תכנון ורישוי –

חוק המקרקעין 1969 – הקרקע יכולה להיות מחולקת, יכולה להיות בבעלות פרטית או משותפת. חכירה לדורות מעל 25 שנה.

מקרקעין – קרקע וכל הבנוי והנטוע עליה וכל דבר אחר שמחובר חיבור של קבע.

מקרקעין מוסדרים – נרשמו לאחר הסדר לפי הסדר הזכויות במקרקעין.

מגרש – לרבות דרך, קרקע בגבולות מוגדרים וכל עצם הנמצא עליה.

רישום – בפנקסי מקרקעין שמתנהלים לפי חוק מקרקעין ותקנות.

כל הקרקעות של המדינה מחולקות למס' סוגים –

1. קרקע חקלאית – שמטפלת בנושא זה ועדה

2. מקרקעין ציבור – קרקעות של המדינה או של הרשות המקומית.

3. קרקעות ייעוד – קרקעות שמיועדות לתועלת הציבור.

4. קרקעות לבנייה – בהתאם לתוכניות בדיני תכנון ובנייה.

חוק התכנון והבנייה הוא מ-1965 מסדיר את הבנייה בארץ, לפי חוק זה קיימים מוסדות התכנון שהם – המועצה הארצית לתכנון ובנייה שתפקידה –

1. לייעץ לממשלה בכל הנוגע לקרקע הכללי בנושא תכנון ובנייה,

2. להכין תוכנית מתאר ארצית שקובעת את השטחים שמיועדים לחקלאות, תעשייה, מגורים, כבישים.

1. לקבל ערעורים על החלטות של ועדות בדרג נמוך יותר.

2. ביקורת על תוכניות מתאר מחוזית.

ועדה מחוזית –

א. הכנת תוכנית מתאר מחוזית, תוכנית מפורטת.

ב. בינוי ערים.

ג. כללים מלאים באדריכלות.

הוועדה מקבלת ערעורים על החלטות של ועדות מקומיות ומחליטה במקרים של ועדות בנייה. הוועדה רשאית לתת הנחיות לוועדה מקומית להכנת תוכנית מתאר למקום מסוים, באזורי פיתוח ועדה מחוזית משמשת כוועדה מקומית.

ועדה מקומית –

○ הכנת תוכנית מתאר מקומית.

○ הכנת תוכניות מפורטות.

○ החלטה על גובה בניינים, מס' קומות, אחוזי בנייה, קו בנייה, והנחיות לאדריכלים.

ועדה מקומית נותנת התרי בנייה. בערים הגדולות מועצת העיר היא הוועדה המקומית.

ועדה מיוחדת –

נמצא באזורים חדשים או אזורי פיתוח.

היא כמו ועדה מחוזית ומקומית יחד.

תוכניות –

תוכניות מתאר – לפי חוק התכנון והבנייה שטח המדינה חולק לתוכניות לפי העדיפות שהן –

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

1. תוכנית מתאר ארצית – בטיפול המועצה הארצית, התוכנית קובעת את התכנון של שטח המדינה מבחינת ייעוד קרקעות, קביעת אזורי תעשייה, התווית רשת דרכים, ייעוד שטחי נופש, הוראות על שמירה על עתיקות במקומות קדושים.
2. תוכנית מתאר מחוזית – בטיפול הוועדה המחוזית, יש תוספת של פרטים לביצוע זה ההבדל בין התוכנית המחוזית לארצית.
3. תוכנית מתאר מקומית – בטיפול הוועדה המקומית, מטרת התוכנית פיקוח על פיתוח השטח, אבטחת תנאים בריאותיים, נושא של בטיחות, שמירה על בניינים בעלי חשיבות היסטורית וארכיאולוגית, שמירה ופיתוח של מקומות חשובים מבחינת טבע ונוף, הוועדה המקומית רשאית לקבוע תנאים לשימוש הקרקע, קביעת רשת חשמל, מים, טלפון ותחבורה, הוועדה יכולה לבטל דרכים.
4. תוכנית מתאר מפורטת – הוועדה המקומית רשאית להכין תוכנית מפורטת לכל קרקע שבמרחב התוכנית המקומית, כל בעל קרקע יכול להכין תוכנית מפורטת, התוכנית כוללת – חלוקה לקרקעות או מגרשים או להיתרי בנייה, ייעוד הקרקעות לצורכי הציבור, סימון אזורי חניה, מיקום בניינים כגון נפח, גובה וצורה, שמירה על בניינים חשובים, הריסת מבנים קיימים, הקצבת קרקע לאנשים שנפגעו עקב התוכנית, נטיעת עצים, מס' מבנים במגרש, התוכנית המפורטת צריכה להיות בהתאם לתוכנית המתאר המקומית אין אפשרות להכין תוכנית מתאר מפורטת אם אין תוכנית מתאר מקומית, היתר בנייה מבקשים רק לפי תוכנית מפורטת.

רישוי בנייה -

בקשה להיתר בנייה – גרמושקה – בטופס 1 יש את תיאור הנכס, גוש חלקה, אח"כ מי המבקש אח"כ בעל זכות בנכס, עורך הבקשה הראשי זה מי שמתרגם ועורך את כל תוכניות המבנה זה האדריכל מישהו בעל רישיון לערוך תוכניות האדריכל מוביל את הפרויקט מהתחלה עד הסוף.

מתכנן השלד – אחרי על נושא הציבות כגון מחשב את אלמנטי השלד, מגיש בחשבון יציבות.

גם מתכנן השלד מלווה את הבנייה מהתחלה עד הסוף.

מפרט שמתאר את השימוש של המבנה כגון מגורים, מסחרי.

סוג החומרים – ממה המבנה בנוי.

טבלת שטחים – מסכמים את השטחים כל קומה, יש שטחים עיקריים שזה אחוזי הבנייה לכל קרקע יש אחוזי בנייה מותרים זה קיים בתיק המידע לגבי הקרקע.

עמוד 106 בחוברת יש הצהרות.

שני תפקידים שיש רק לאחר אישור הבנייה -

אחראי לביצוע הוא אחראי לביצוע השלד שזה מהנדס הוא אחראי על הביצוע בפועל וזה לאחר שקיבלנו אישור בנייה.

אחראי לביקורת בד"כ נציג של חברת הפיקוח.

הגרמושקה –

רצף של תוכניות הבנייה שמחברות ביחד כיחידה אחת ללא הפרדה והמטרה שהן מחוברות כדי שלא יעשו שינויים הכל חייב להיות ביחד ורציף.

הגרמושקה כוללת – את התוכניות של המבנה בקנה מידה 1 ל-100, כל חזיתות המבנה, בנוסף, צריך להגיש שני חתכים אשר חתך אחד חייב להראות את חדר המדרגות.

תוכנית שנערכת ע"י מודד מוסמך, היא מראה את השטח לפני הבנייה כ- 10 מטר מכל צד, מראים את קווי המגרש, בניינים שקיימים ליד, דרכים, עמודי חשמל, התוכנית הזו מראה את השטח לפני הבנייה וגם בעזרת תוכנית כזו הועדה יכולה לראות אם נעשו חריגות בנייה.
תוכנית זו היא בקנה מידה של 1 ל- 250 (מפה מצבית).

צביעה של אלמנטים –

את התוכניות עצמן תובעים בצבעי זיהוי שבאים להסביר, למשל אלמנטים מבטון מזוין יהיו בכחול, אלמנטים באדום הם של קירות בנייה, צהוב זה אלמנט שאני רוצה להרוס, ירוק אלמנט של קונסטרוקצית פלדה קלות (לפעמים בצבע חום), שחור או אדום לסירוגין אלו אלמנטים שנבנו בחריגה ובהיתר הנוכחי רוצים עכשיו להכשיר אותם.
חשוב מאוד לסמן את חץ הצפון.

יש להגיש **תיק צהוב** זה תיק תעבורתי – בו יש את חישובי הצנרת ולחצים וקוטר הצנרת.

תיק כחול – תיק חישוב יציבות סטטי.

תוכנית קונסטרוקציה – תוכנית המרחב המוגן, מופיעה בכל רצף התוכניות של הגרמושקה, היא התוכנית האחרונה, התוכנית מקבלת אישור של פיקוד העורף והיא חלק מהיתר הבנייה.

טופס 4 – בקשה לתעודת גמר, כשאנחנו לקראת גמר הבנייה ורוצים להתחיל תהליך של חתימות לאישור, בעזרת טופס 4 ניתן להתחבר לחשמל וכדומה, לאחר טופס 4 יש **טופס 5** – זו תעודת גמר של הבניין.
רישום בטאבו ניתן לעשות רק עפ"י תעודת גמר.

היתרי בנייה – החוק מגדיר שרק שינוי פנימי במבנה לא מחייב היתר בנייה כלומר לא משנה את כמות יחידות הדיר, לא משנה את חזית המבנה ולכן זה לא מחייב הגשת היתר בנייה אבל אם שמת מזגן בחוץ או הגדלת חלון אז שינית את חזית המבנה וזה מחייב היתר.
קבלת היתר בנייה – אסור לבנות אם אין היתר בנייה, היתר בנייה ניתן לתקופה של שנה, ניתן לחדש אותו כל שנה, אם לא התחלת בפעולת בנייה לאחר שנה אזי ההיתר מתבטל.

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

מעבר על בחינות

אוגוסט 2005 שאלה 1

מתשריט מופיע קטע מתכנית העמדה של בניין. מפלס החצר 98.9+.

1. תכנית העמדה- ממבט על, רואים איך הבניין ממוקם ביחס לסביבה שלו.

2. 98.9- מפלס אבסולוטי מעל פני הים (רום)

ענה על השאלות הבאות, על סמך התשריט :

1. יש לחשב את קנה המידה בתכנית

מודדים עם סרגל את הקו

$$500=1.2$$

$$500/1.2=416$$

כלומר הקני"מ הוא 400 :1

2. מה אורך הקו בים נקודות A ו-B המסומנות ע"י החיצים

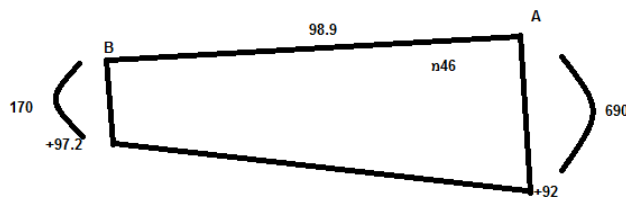
$$11*4.16=4$$

3. מה מפלס פני קרקע טבעית בנקודה A ובנקודה B

קו הגובה בנקודה A הוא 92+, בנקודה B - הוא בין 97 ל98, מציירים ניצב ומודדים בערך את היחס. זה

בערך 97.2.

4. מה גובה נקי של קיר תומך בנקודה A ובנקודה B.



5. מה שטחו הנקי של הקיר?

מודדים עם סרגל את אורך הבסיס הקטן ואת אורך הבסיס הגדול מחברים בניהם מכפילים אותם בשטח

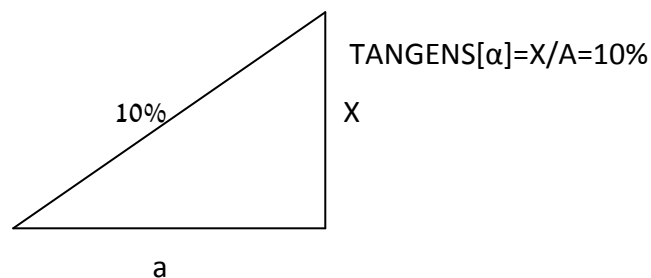
ומחלקים לשניים כך -

$$s=(1.7+6.9)/2*46=197$$
 שטח הטרפז :

6. מה שיפוע הקרקע הממוצע בים נקודות C ו-D.

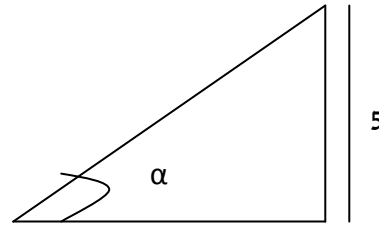
שיפוע תמיד מבטאים באחוזים ומשתמשים ב-TANGENS. על כל מטר שנלך אופקית נצטרך

לעלות 10 ס"מ. טנגנס של הזווית כפול 100.



קורס הנדסת בנין – טכניון
מרצה – שי פורמן

416 = קני"מ, 4.3 מדידה בסרגל



$$4.3 * 416 = 1788 / 100 = 17.9$$

$$\text{Tan}[a] = 5 / 17.9 = 0.27$$

$$0.27 * 100 = 27$$

שיפוע באחוזים = 27%

שאלה 2

נתבקשת להשוות בין עליות קיר תומך ב2 אלטרנטיבות (ראה חתכי הקיר):
סעיף א :

$$\text{קיר 1: חפירה } 20 * 3 = 60 \text{ עלות } 60 * 24 = 1440$$

$$\text{מילוי: } 20 * 7 = 140 \text{ עלות } 140 * 10 = 1400$$

$$\text{יסוד לקיר } 20 * 2 * 0.3 = 12 \text{ עלות } 12 * 720 = 8640$$

$$\text{קיר תומך } 20 * (0.3 + 0.2) / 2 * (5 - 0.3) = 23.5 \text{ עלות } 23.5 * 1250 = 29375$$

$$\text{סה"כ פלדה } 0.09 * (12 + 23.5) = 2.84 \text{ טון פלדה}$$

$$\text{עלות: } 4500 * 2.84 = 12750 \text{ ₪}$$

$$\text{חורי ניקוז } n = 4 * 20 / 1 = 80 \text{ עלות } 80 * 30 = 2400 \text{ ₪}$$

$$\text{חיפוי: } 80 * 200 = 16000$$

$$\text{סה"כ עלות } 72000$$

קיר 2 :

$$125 * 300 = 37500 \text{ עלות הקיר. נפח בטון בקיר. } 0.4 + 2.1 / 2 * 5 * 20 = 125$$

$$\text{חורי ניקוז } 2400 \text{ ₪}$$

$$\text{סה"כ } 42740 \text{ ש"ח}$$

סעיף ב

$$\text{קיר 1: } s = 0.4 * 20 = 8$$

$$X = 4 / \text{שיפוע}$$

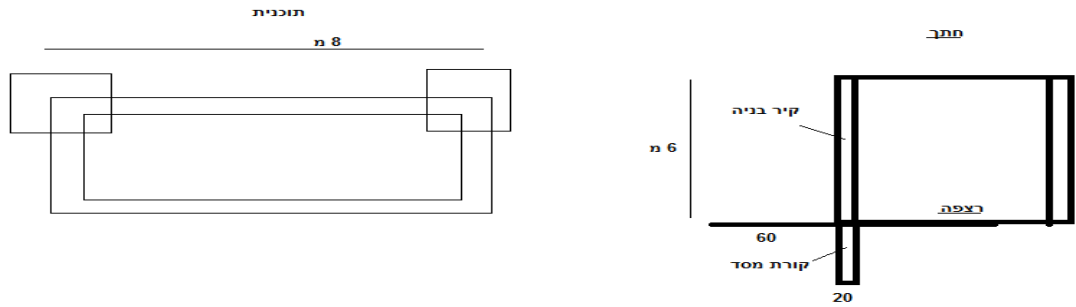
$$X = 1.76$$

$$S = 20 * 1.76 = 35.2 \text{ מ"ר}$$

סעיף ג

חורי ניקוז משחררים לחץ מים. אם אין חורי ניקוז, יש לחץ הדרוסטטי וזה הרסני לקיר.

רצפה צפה- רצפה שמבוצעת על הקרקע ומוסרת ישירות לקרקע את העומס.



רק נתונים 2, 6, 10 רלונטיים - משקל מרחבי בטון, קיר בלוקים ומשקל טיח.
נצטרך למצוא מהו העומס שנושא כל עמוד יסוד של הקורה מהקיר והקורה.
עומס קורה – משקל עצמי :

$$10 = 1 \text{ kg ניוטון}$$

$$10 \text{ ק"ג} = 100 = \text{ניוטון וכן הלאה}$$

$$1000 = \text{ניוטון} = \text{kN} = 100 \text{kg} = 0.1 \text{ton}$$

1. **עומס משקל עצמי קורה** : חתך הקורה 60/20, 2500 משקל מרחבי בטון (2500/10)

$$0.2 * 0.6 * 25 = 0.3 \text{ ton m'}$$

2. **משקל קיר איטונג** : גובה הקיר (6) כפול משקל איטונג (1.7 – 0.17)

$$0.17 * 6 = 1.02 \text{ ton m'}$$

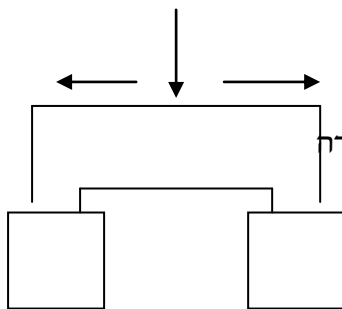
3. **עומס טיח** : 0.4 טון למ"ר (0.04), מריחת טיח משני הצדדים לכל גובה הקיר (6)

$$0.04 * 2 * 6 = 0.48 \text{ ton m'}$$

לסכם את הכל בכדי להגיע לסה"כ עומס – ונחלק בין שני היסודות

$$0.3 + 1.02 + 0.48 = 1.8$$

$$1.8 * 8 / 2 = 7.2 \text{ ton m'}$$



פברואר 2006 שאלה 4

לפי תקן 975 לחישוב גודל דירה.

שטח פנים הדירה = השטח נטו, בין הקירות, לא כולל מתחת לקירות (עובי הקיר), לא כולל קירות חיצוניים. אלו בדכ השטחים המופיעים בטאבו, שטח מינימאלי.

שטח אפקטיבי- שטח שכולל את עובי הקיר, אם יש קיר משותף אז חצי ממנו. שמיש בארנונה.

שטח נומינלי = שטח אפקטיבי + החלק היחסי ברכוש המשותף (לוקחים את היחס בין הדירות לפי שטחי הפנים על מנת לדעת את החלק היחסי ברכוש המשותף)

בשאלה תכנית קומה – גרם מדרגות ומולו מעלית (סימן X). חדרים – מסומן חלון/דלת, קווקו / ריבועים



– מרפסת מרוצפת. יש פה סימון של מפלסים של הרצפה

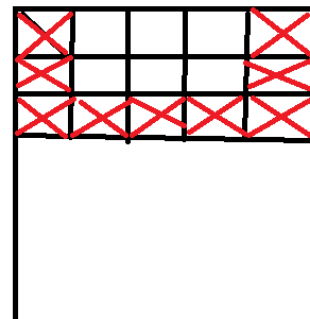
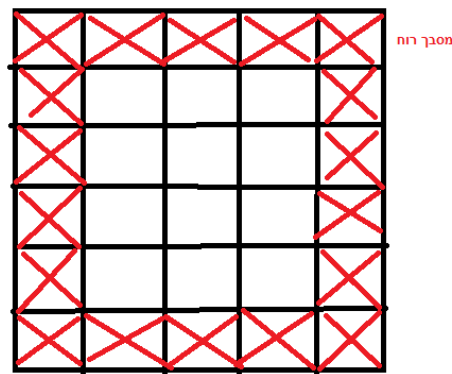
בנוסף משני צידי המרפסת למשל, שטחים שלא שייכים לקומה, שייכים לקומה מתחת לפי המפלסים. פתרון בחוברת.

פברואר 2010 שאלה 4

בתשריט שבנספח מתוארים: מבט על, גמלון, חזית צדדית של מבנה פלדה קל עם גג משופע ודפנות עשות פיברגלס.

ציין והסבר- אלו אלמנטים חסרים להבטחת יציבות המבנה? בפני אלו כוחות לא יעמוד? הצע ע"ג התשריטים את האלמנטים החסרים.

חסר יצוב בפני כוחות רוח.



- 27 מ"ר ב – 1:200 – כל ס"מ במפה 2 ס"מ בפועל
- 0.00+ הוא הגובה האבסולוטי – במקרה שלנו 25.50
- לכניסה הראשית תמיד יהיה חץ
- יוצאים מנקודת הנחה שכל הניקוזים בחצר מנקזים נגר עילי לכיוון הנקודה הנמוכה ביותר (גובהו של המפלס מסומן בסוגריים) ולכן הניקוז יהיה לכיוון הכביש.
- אורך של צלע מסומן במרכזה

נקודה מספר 3 - חוץ הבניין – חצר משק – נתון בשאלה כי שיפוע לאורך חצר 1% ולכן צריך לרדת 1 ס"מ –

$$25.5 - 0.01 = 24.49$$

נקודה מספר 5 - רחבה מרוצפת – במדידה ע"י סרגל - 1.60 ס"מ (בפועל 1:200 = 1 ל - 2)

$$1.6 * 2 = 3.2$$

נכפיל את האורך במציאות בתוספת 1% כי מדובר בחצר –

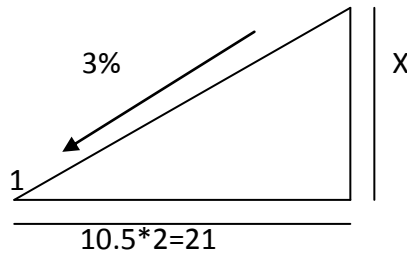
$$320 * 0.01 = 3.2$$

$$25.49 - 0.03 = 25.46$$

נקודה מספר 1 - גינה – כל החלק העליון – יש לשים לב שצריך לחשב את השטח בניכוי שטח החניה, יש לוודא מהו אחוז השיפוע:

$$X/21 = 0.03$$

$$X = 21 * 0.03 = 0.63$$



$$26.05 - 0.63 = 25.42$$

נקודה מספר 2 - חצר משק – מפלס 2 מציין את סוף המדרגה, נמדוד בסרגל ונקבל 1 ס"מ בשל הקני"מ 1:200 – 1 ל - 2 ולכן –

$$1 * 2 = 2$$

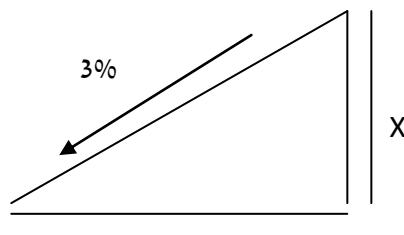
$$25.49 - 0.02 = 25.47$$

נקודה מספר 6 - גינה – כל החלק התחתון, כאן אין צורך לחשב את השטח משום שאין מה לנכות, נתון לנו כי אורך הגינה בחלק הזה הוא 27 ולכן:

$$X/27 = 0.03$$

$$X = 0.03 * 27 = 0.81$$

$$25.15 + 0.81 = 25.96$$



27

קורס הנדסת בנין – טכניון

מרצה – שי פורמן

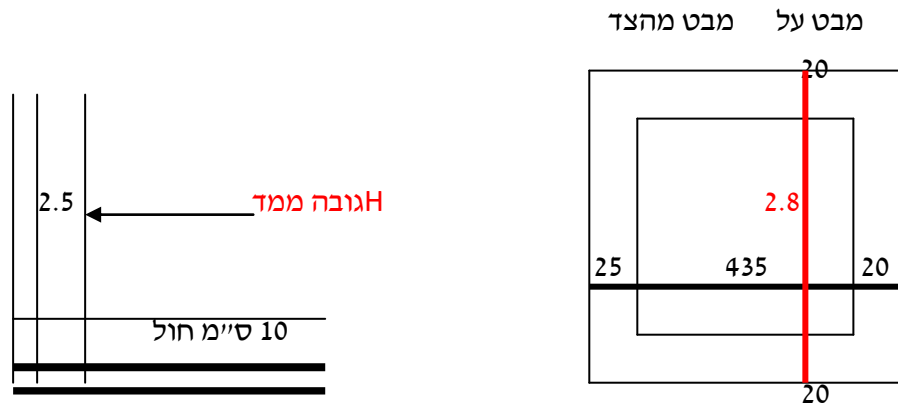
נקודה מספר 4 – גינה, 3% שיפוע, ניצור שיפוע מ – 4 ל – 25.15, נמדוד בסרגל

$$5.5 * 2 = 11$$

$$11 * 0.03 = 0.33$$

$$25.15 + 0.33 = 25.48$$

אוגוסט 2007 שאלה 4



א. קירות + תקרה -

$$2.8 * 4.35 = 12.18 \quad \text{תקרה -}$$

$$H = 2.5 + 0.1 = 2.6 \quad \text{גובה קירות - מוסיפים את החול}$$

שטח פנים - אורך ורוחב כפול שני קירות בגובה של 2.6

$$[2.8 * 4.35] * 2 * 2.6 = 37.18$$

לנכות פתחים - חלון - $A1 * 1 = 1$

$$A0.8 * 2.1 = 1.68 \quad \text{דלת -}$$

סה"כ לנכות פתחים - 2.68

$$37.18 + 12.18 - 2.68 = 46.68 \quad \text{קיר נטו שטח פנים תקרה + רצפה בניכוי פתחים -}$$

קירות + תקרה - 46.68

ב. נפח קירות הממד -

$$A2 * (4.35 + 20 + 25) \quad \text{המידה החיצונית -}$$

גובה (2.6) כפול (רוחב (4.8) כפול צד אחד (0.2) כפול פעמיים בתוספת אורך (2.8) כפול צד אחד (0.2) ועוד אורך (2.8) כפול צד שני (0.25) -

$$A2.6((4.8 * 0.2 * 2) + (2.8 * 0.2 + 2.8 * 0.25)) = 8.3$$

הפחתה של חלון ודלת

נפח קירות הממד - 7.7 מ"ר

$$A800*7.7=6160$$

$$A7.7*0.1=0.77 \text{ ton} - \text{כמות פלדה}$$

$$0.77*4000=3080 - \text{מחיר בטון בש"ח}$$

$$\text{שויי בטון} + \text{פלדה} - 9240 \text{ ₪}$$

ד. עלות ביצוע קירות בלוקים

100 ₪ למטר, נצטרך לבדוק כמה מ"ר קיר יש לנו –

$$2.6(4.8*2+2.8*2)=39.52$$

הפחתה של חלון ודלת

$$A39.52-1-1.76=36.76$$

$$100*36.75=3676$$

$$\text{עלות ביצוע קירות בלוקים} - 3676 \text{ ₪}$$

ה. הפרש העלויות בין הקמת חדר רגיל לממ"ד

$$\text{עלות קיר ממד} - \text{בטון} + \text{פלדה} - 9240 \text{ ₪}$$

$$\text{דלת ממד} - 1500 \text{ ₪}$$

$$\text{חלון ממד} - 1500 \text{ ₪}$$

$$\text{אביזרים} - 500 \text{ ₪}$$

$$\text{טיח} - 2334=46.68*50 \text{ ₪}$$

$$\text{סה"כ עלות ממ"ד} - 15074$$

$$\text{עלות קיר חדר רגיל} - \text{בלוקים} - 3676 \text{ ₪}$$

$$\text{דלת} - 600 \text{ ₪}$$

$$\text{חלון} - 800 \text{ ₪}$$

$$\text{טיח} - 1867=46.68*40 \text{ ₪}$$

$$\text{סה"כ עלות חדר רגיל} - 6934$$

הפרש העלויות - 8130