

הרצאה מספר 1 – הנדסת בניין 10/10/05

ספרים: תורת הבניה – ש. ציפר (הוצאת אורט)

מושגי יסוד בתורת החוזק

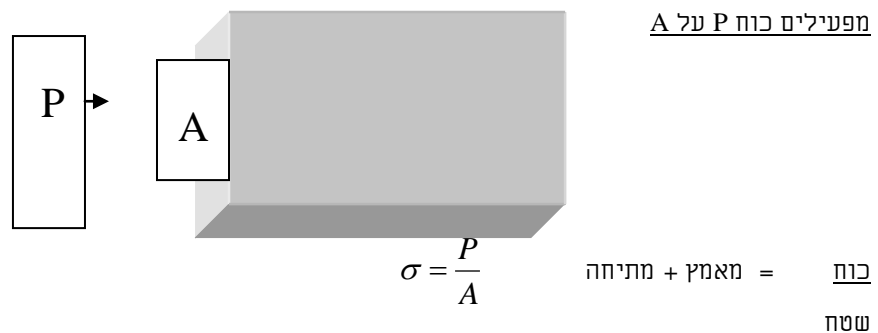
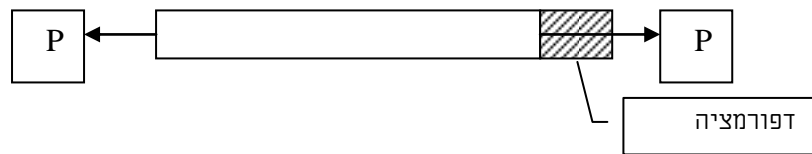
התנהגות של חלקי מבנה תחת השפעת כוחות חיצוניים שפועלים על המבנה.

כתוצאה של הכוחות יש תופעות של מאמץ ודפורמציה.

1. מאמץ מתיחה
2. מאמץ לחיצה
3. מאמץ גזירה
4. מאמץ כתוצאה ממצב כפיפה
5. מאמץ כתוצאה ממצב של פיתול

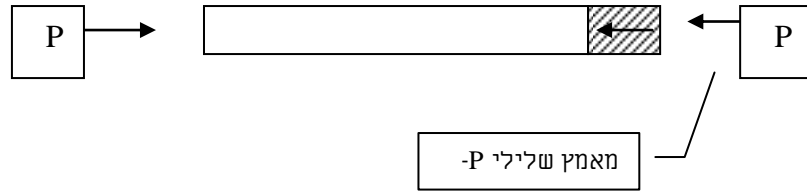
1. מאמץ מתיחה

גוף שמפעילים עליו כוח שגורם לו להתארכות כגורם המתיחה



גודל המאמץ תלוי ב- P (הכוח החיצוני) הגדול יותר. גם הדפורמציה תהיה גדולה יותר.

2. מאמץ לחיצה



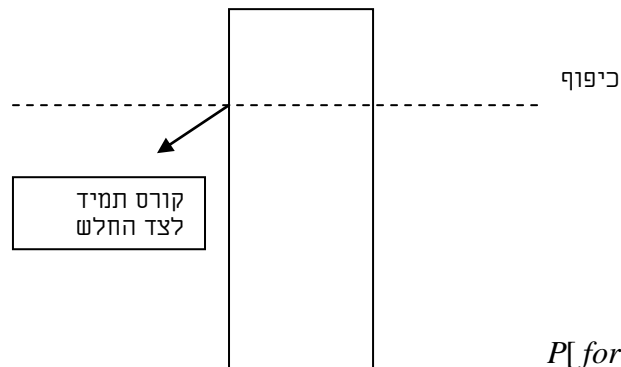
דפורמציה של התקצרות



מאמץ לחיצה $\sigma = \frac{-P}{A}$

$P \times R = M$ (moment)
R: מרחק הכוח מנקודת המדידה

העמוד האופטימלי הוא עגול בגלל שכוח הלחץ מתפזר באופן שווה.
גם ניצול החומר עדיף.
עמוד מרובע – חלופה פחות טובה.
מלבן – הכי חלש.

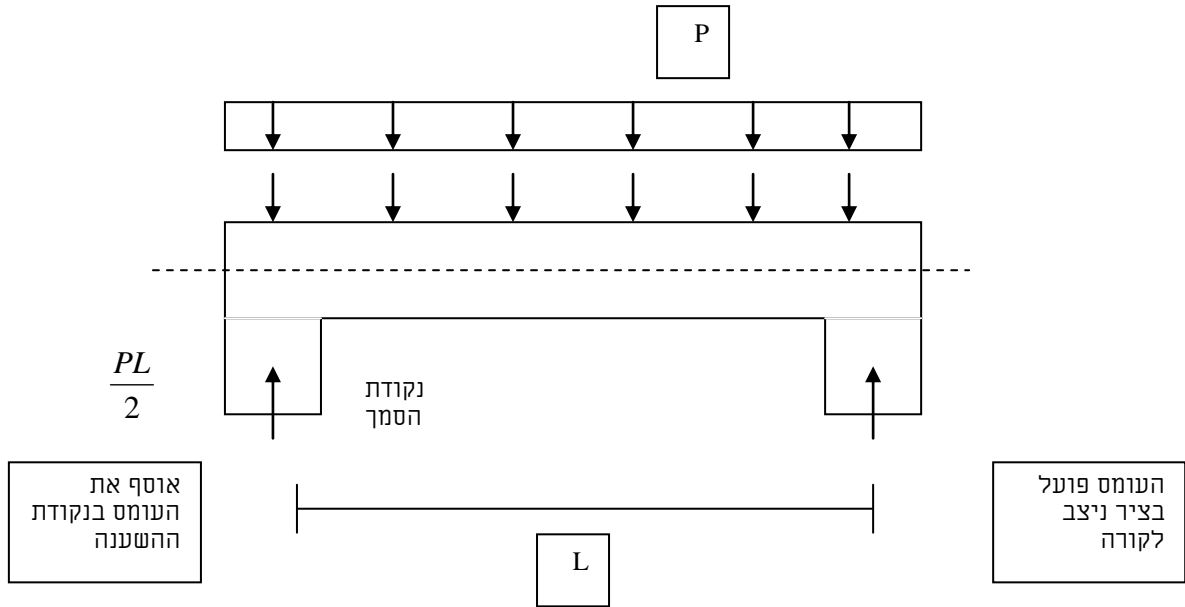


$$P[\text{force}] = \sigma \left[\frac{\text{force}}{\text{area}} \right] * A[\text{area}]$$

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

3. מאמץ גזירה

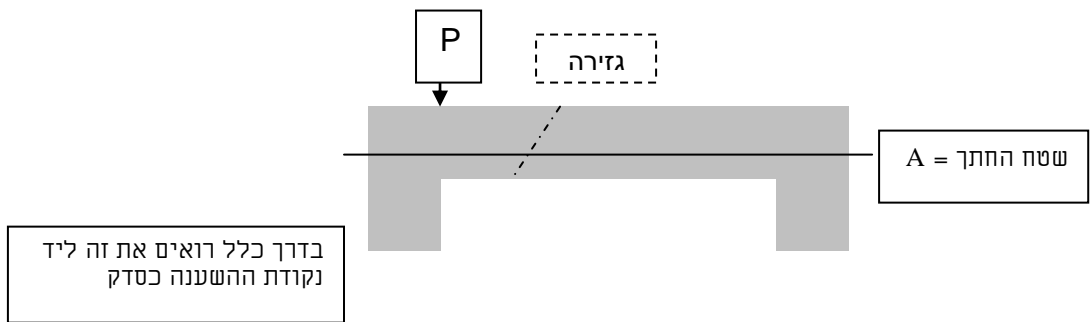
בדרך כלל האלמנטים קוויים (לדוגמא קורות).



$$\tau = \frac{PL}{3}$$



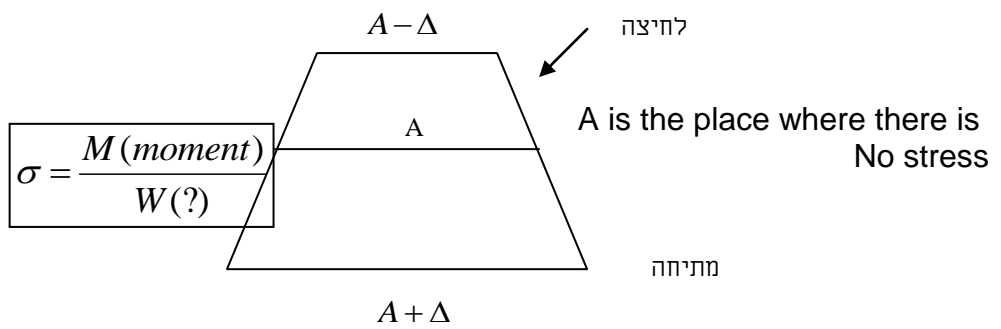
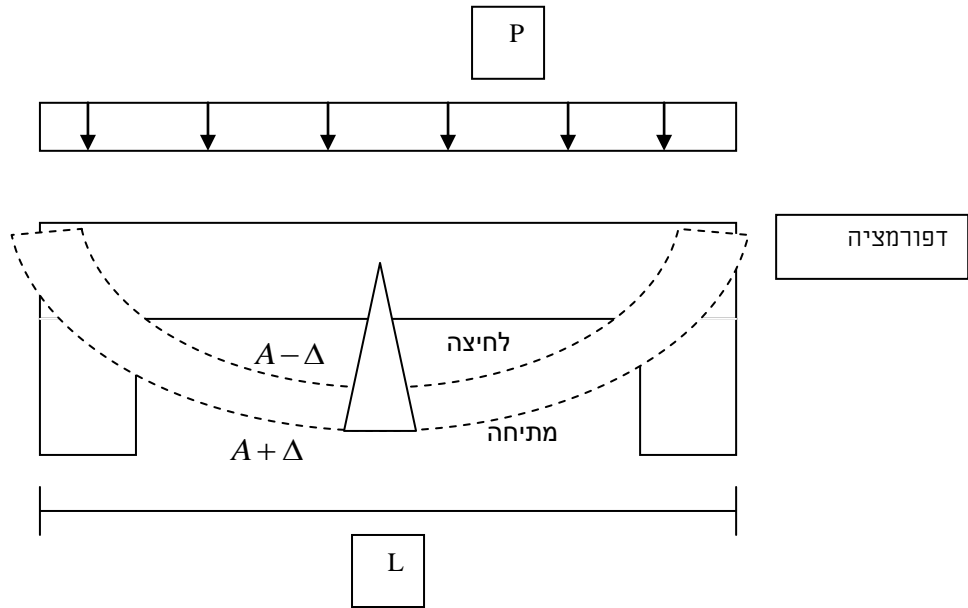
גזירה – כוח שניצב לציר האורך.



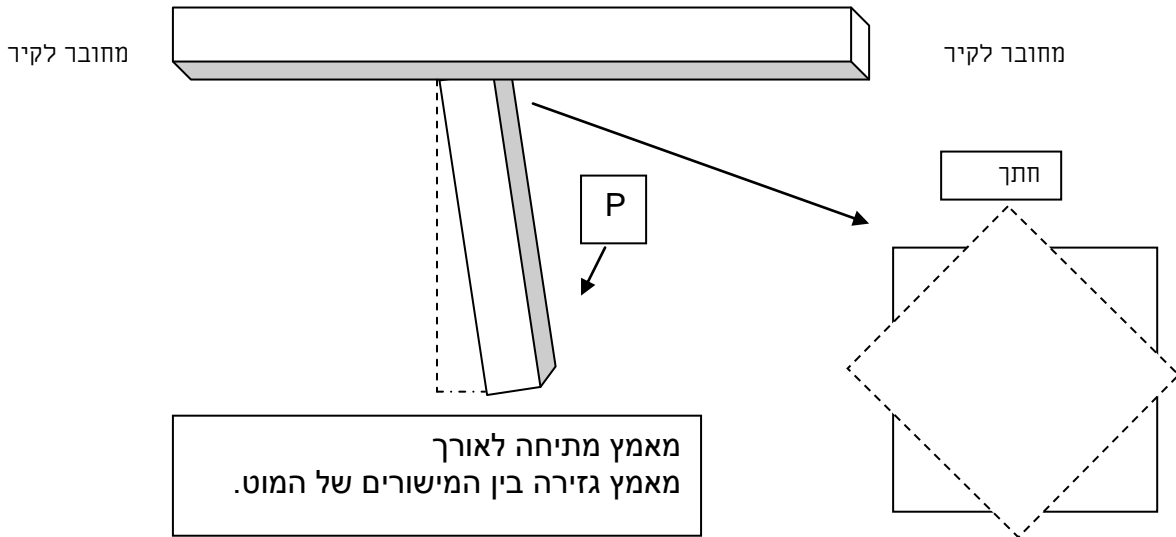
$$\tau = \frac{P}{A} = \text{מאמץ גזירה}$$

בכל קורה יש מאמצים של גזירה ולחיצה.

4. מאמץ כפיפה



5. מאמץ כתוצאה מפיתול



מאמץ הרס: מאמץ שגורם להתפוררות החומר. תלוי בחומר שמשמשים בו. משתמשים במקדמי ביטחון כדי שלא להגיע למאמצי הרס.

מקדם בטחון

$$P \text{ מותר} = \frac{P \text{ הרס}}{\epsilon \text{ (מקדם ביטחון)}}$$

$$P = 20 \text{ ton}$$

$$\sigma[\text{forceofdestruction}] = \frac{5000 \text{ kg}}{2(\text{mikadem})} = 2500 \text{ cm}^2$$

$$\sigma[\text{forceofthepost}] = \frac{P[\text{force}]}{A[\text{areaofthepost}]}$$

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

$$\sigma \text{ מאמץ} = \frac{P}{A}$$

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

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

מקדם ביטחון – מבטיח הגנה על המבנה (הגנה מבחינת החומר).

עומסים בבניין (לבדוק אתר של מכון התקנים)

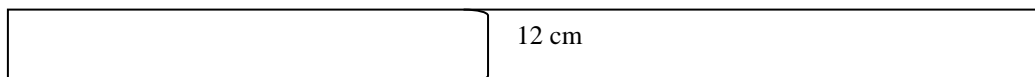
א. משך זמן פעולת העומס

(1) עומס קבוע – עומס שפועל דרך קבע על חלקי מבנה.
תקן ישראלי 109 (משקלים של חלקי מבנה)
 דוגמא: המשקל העצמי של חלקי המבנה: תקרה, קירות, ריצוף וכו'.

(2) עומס שימושי (עומס מעיל): **תקן ישראלי 402**

דוגמא של עומס קבוע:

בטון - 2400 kg/m^3 משקל מרחבי של בטון



תקן ישראלי 402 – תקן עומס למבנה

דוגמא של עומס תקן שימושי – תקן 402

עומסים אמיתיים לרצפה: דירה – 150 kg/m^2

משרד – 200 kg/m^2

ב. כיוון פעולת העומס

(1) עומס אנכי – מצב סטטי
 מקדם ביטחון 1.4

מרפסות שמש – עומס: 350 kg/m²

(2) עומס אופקי
מקדם ביטחון 1.6

דוגמא: מעקות, עומס רוח – תקן ישראלי 414 בארץ מודדים בכל איזורי הארץ הממוצע של רוח לצרכי קביעת סטנדרטים לאיזור של עמידות נגד הרוח גם העמידות נקבע לפי גובה המבנה וצורת המבנה (עגול/מרובע)

שילוט: הפעלת אגורן לפי אזורים – כוח אופקי

רעידת אדמה – תקן ישראלי 413
איך לתכנן בניין שיעמוד ברעידת אדמה.

תקן ישראלי 2413 – איך לתקן בניין ולהתאימו לרעידת אדמה.

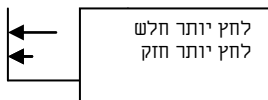
מקדם ביטחון לרעידות אדמה נמוך בגלל שהמקרה נדיר: 1.2 (במקום 2)

אם יש שילוב עומסים אז מקדם הביטחון יעלה.

לחץ הידרוסטטי – גם לחץ אופקי (צדדים של הבכיכה)

לחץ עפר

מקדמי ביטחון במאגרי מים



ג. מיון העומס לפי צורת הפריסה

(1) עומס מרוכז – לדוגמא עמוד.

(2) עומס מחולק קווי – לדוגמא קורה

(3) עומס שמחולק לשטח – משטחים למיניהם (רצפה, תקרה)

שלד המבנה: אותו חלק מהמבנה שמבוצע בתחילת העבודה ומקנה צורה ויציבות למבנה. כל מרכיבי השלד אחראיים לכך שהמבנה יפעל נגד כל הכוחות החיצוניים שיפעלו עליו.

חומרי בניה עיקריים

1. בטון
בטון מזוין (פלדה) – יותר עמיד נגד אש. בדרך כלל בשימוש בארץ.
2. פלדה
בבניינים קלים או גוררי השחקים
יתרון – מתועש, מבנים זמניים. אבל הבעיה היא הגנה מפני אש. ניתן לכסות עם צבע מיוחד או כיסוי של מתחת אחרת כדי להגן נגד אש
3. עץ
לבניינים קלים או פרגולות.

בטון
אבן מלאכותית שנוצרת מהתקשות תערובות של צמנט (החומר המקשה), אגרגטים (חצץ, חול) ומים.
עדיפות של תערובת בין אגרגטים, חתיכות גדולות וקטנות יחד, שיתחברו ללא חללים ביניהם.

צמנט = קלינקר טחון (חרסית טחונה)

יש קשר בין התערובת של צמנט, מים ואגרגטים

יתרונות הבטון

- חזק בלחיצה
- אינו רגיש במיוחד לשינוי סביר של טמפרטורה ולחות
- ניתן לצקת אותו בכל צורה
- חומר זול
- בעל קיום לטווח ארוך

חסרונות של הבטון

- חלש במתיחה
- חומר פריק (ברגע אחד שנשבר)
- משקל מרחבי (עצמי) גדול: 2400 kg/m^3

פלדה

יתרונות של הפלדה

- חזקה במתיחה
- חזקה בלחיצה
- השבר בפלדה הוא שבר פלסטי (יש נזילה או נמתח) (רעידות אדמה)

חסרונות של הפלדה

- חומר יקר

- חומר רגיש לסביבה, בעיקר רטיבות (קורוזיה)

בטון מזוין

שני חומרים שיתנהגו כחומר אחד

חייבים ליצור התנהגות כחומר אחד דרך הדבקות בין מוטות הפלדה והבטון.

יש מקדם התפשטות טרמי כמעט זהה.

יתרונות

- הגנה על מוטות הזיון (מחוסים מאוויר וחשיפה למים (קורוזיה) וגם נגד אש
- עמיד נגד לחצי לחיצה ומתיחה

חסרונות

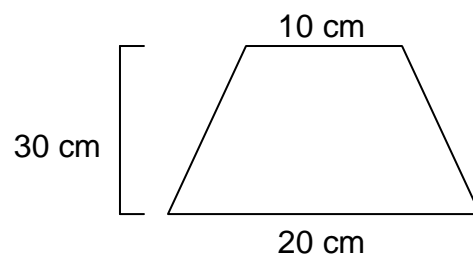
- כבד
- זמן המתנה עד שמקבלים את החוזק (מינימום 28 יום)
- יש צורך בתבניות (צורות)
- קשה לגלות טעויות (אי אפשר לראות מה יש בפנים)
- עולה הרבה לבצע שינויים (חורים בקורה לדוגמא)

אודות חומר הבטון

משקל: 2400 kg/m^3

בטון ליציקה: צריכים להגדיר מה הסמיכות של הבטון

מבחן חמיטה



הופכים דלי בצורה לעיל ובודקים כמה זה שקע

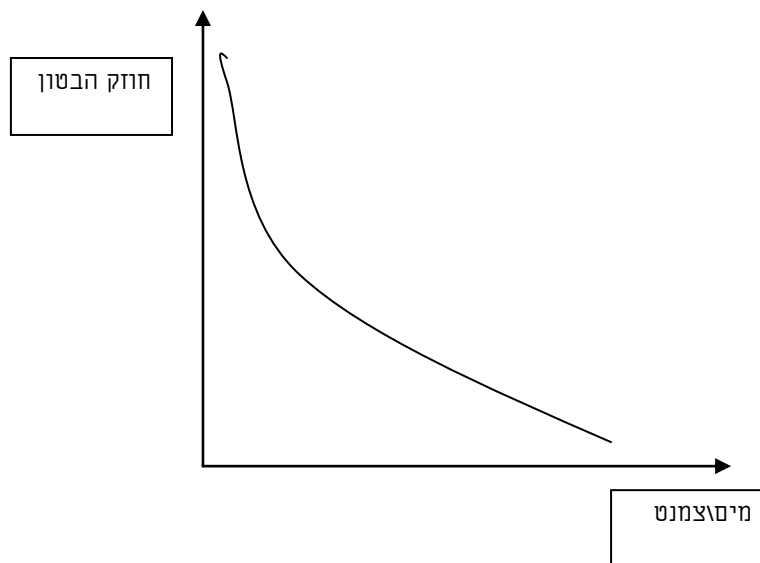
שקיעת הבטון

בטון לח	0 – 5 cm	הטווח הרגיל לבית פרטי
בטון פלסטי לח	5 – 7 cm	
בטון פלסטי	7 – 10 cm	
בטון רך	10 – 15 cm	
בטון יציק	15 – 18 cm	

בטון עם שקיעה גבוהה – לחות גבוהה.

בטון יציק: לחות הכי גבוהה כדי להגיע למקומות גבוהים ולעזור בזרימת הבטון.
לא יסתום את משאבת הבטון

יחס מים / צמנט



יחס סביר: 0.4 – 0.45

ככל שרמת המים עולה – חוזק הצמנט יורד.

מטר קוב בטון: 300 – 400 קילו צמנט
200 – 300 ליטר מים
השאר זה אגרגטים.

חוזק בטון נקבע ב- 28 יום. **תקן ישראלי 118** קובע איך בודקים חוזק הבטון.

לוקחים דגימה מהיציקה למעבדה. לאחר היציקה בודקים 10 ס"מ על 10 ס"מ שמורים בתנאי מעבדה.

לאחר:

90 ימים	28 ימים	7 ימים	3 ימים
120% חוזק סופי	100%	65%	40%

סוג הבטון	חוזק הבטון	
בטון לא קונסטרוקטיבי	ב-10	Mpa (mega pascal)
	ב-15	
בטון מזוין (שלד הבניין)	ב-20	
	ב-25	
	ב-30	
	ב-40	400 kg/cm ²
בטון דרוך (חזקים גדולים)	ב-50	
	ב-60	
	ב-70	
	ב-80-100	

ב-30 Mpa
ב-300 kg/cm

סיבה לדגימה: **תקן 118** לגבי ייצור בטון

תכנון קורה ב-30

החוזק של הקורה יהיה גבוה יותר מ-30
לדוגמא: ב-33

אם תוכנן ל-ב-30 חייבים לבדוק בערך גבוה יותר.
מקבלים טופס בדיקה מהמעבדה ואם לא – לא יהיה תקני.

הרצאה מספר 3 – הנדסת בניין 8/11/05

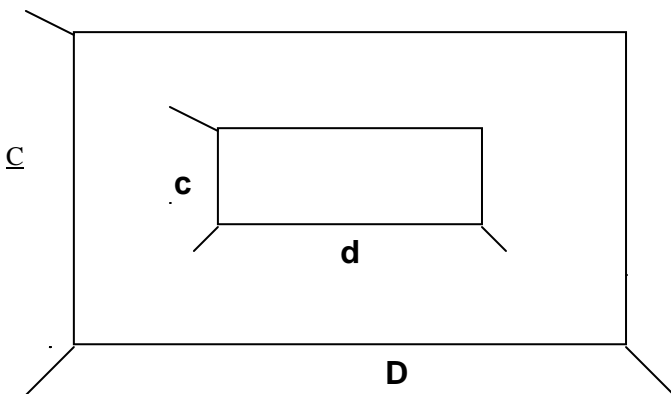
פלטות יסוד

לכל בסיס רדוד צריך פלטת יסוד. את עובי הפלטה צריכים לחשב. פלטות יסוד רק לקרקע שמתאימה לביסוס רדוד.

נוסחה לחישוב מימדי פלטת היסוד:

$$\text{עומס} = \frac{\text{מאמץ קרקע מותר}}{\text{שטח הפלטה}} \quad \sigma = \frac{P}{A}$$

בדרך כלל, השטח (A) זה מה שלא ידוע, לכן: $A = \frac{P}{\sigma}$



פלטה ריבועית

$$d \geq c \rightarrow 20\text{cm}$$

אם המלבן בהפרש או שווה 20 ס"מ נחשב לפלטה ריבועית.

נתון עמוד: 30 / 40 cm

עומס: 80 ton

מסק: 2.2 kg/cm^2

$$A = \frac{P}{\sigma} = \frac{80000}{2.2} = 36,363\text{cm}^2 \quad \text{איזו פלטה צריך?}$$

$$C = D = \sqrt{A} = \sqrt{36,363} = 190\text{cm} \quad \text{פלטה ריבועית:}$$

פלטה: 190 / 190 cm

ניתן להתעלם שהפלטה לא ריבועית וניתן לחשב פלטה כריבוע.

עמוד מלבני

$$C = \sqrt{A} + \left[\frac{d-c}{2} \right]$$

$$D = \sqrt{A} - \left[\frac{d-c}{2} \right]$$

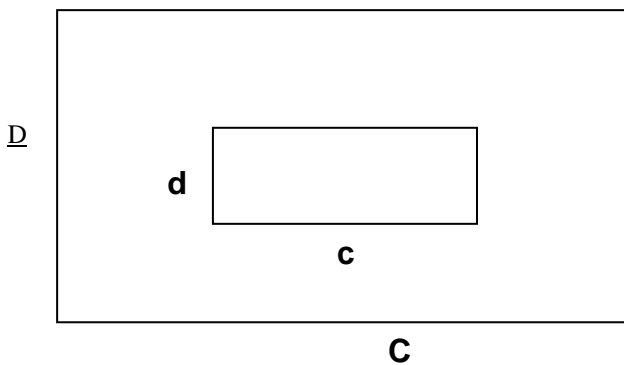
פעם אחת מוסיפים חצי מהפרש העמודים ופעם אחרת מפחיתים חצי מהפרש העמודים.

דוגמא:

עומס: 105 ton

עמוד: 25 / 65 cm

מסק: 2.4 kg/cm^2



$$A = \frac{105000}{2.4} = 43,750 \text{ cm}^2$$

$$\frac{65-25}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ cm}$$

$$C = \sqrt{A} = \sqrt{43,750} + 20 = 230 \text{ cm}$$

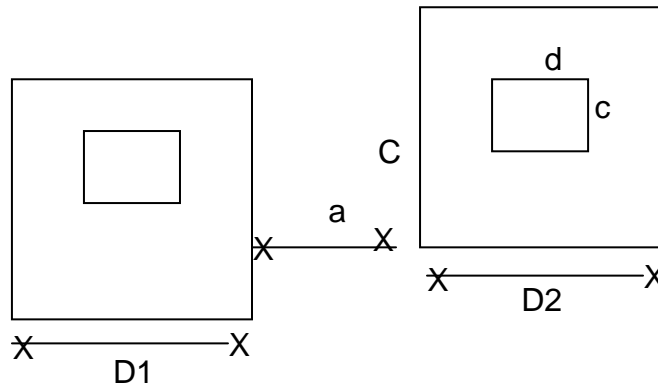
$$D = \sqrt{43,750} - 20 = 190 \text{ cm}$$

בדיקה: $A \times \sigma = P = 190 \times 230 = 105,000$

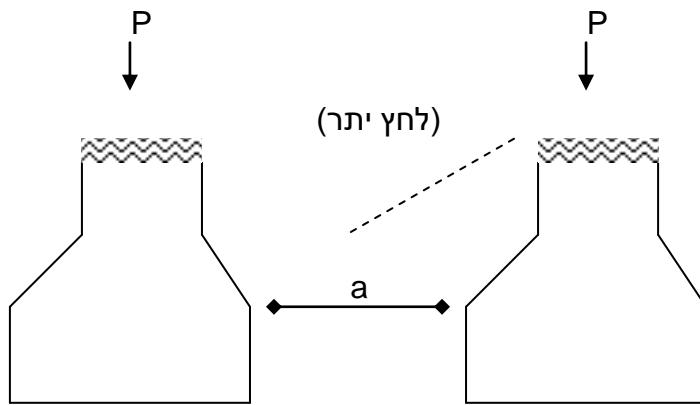
ton105,000

מרחק מינימלי בין עמודים

מרחק אופקי



חישוב מרחק מינימלי: $a \geq \frac{(D1+D2)}{4}$

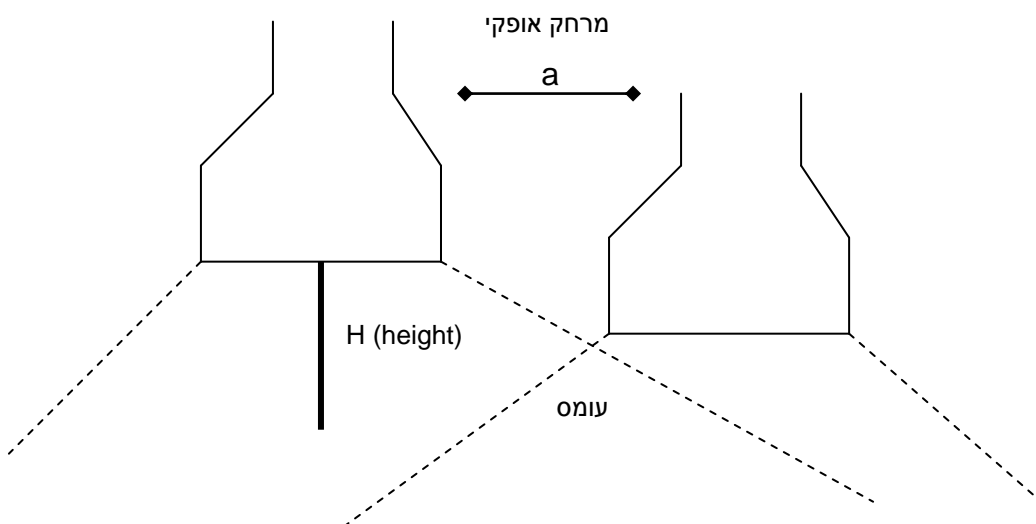


חתך

מה קורה כשאזור נלחץ יותר מהמקום השני?

לפעמים יוצרים פלטת יסוד משותף.

הפרש גובה אנכי בין פלטות שכנות.



היחס בין a ל- H בחול קשה: $1:1 = \frac{a}{H}$

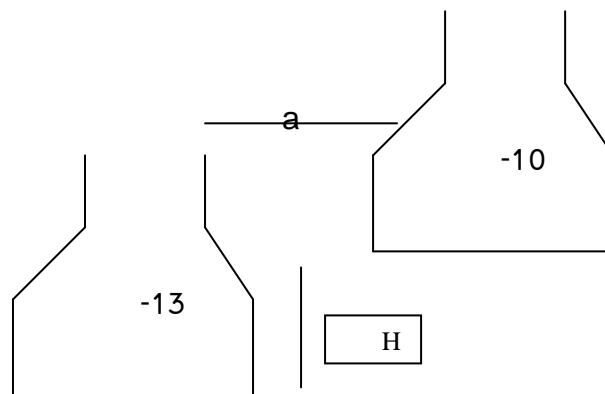
לכל מטר שחופר ניתן ללכת אופקית מטר.

בחול דק: $3:1 = \frac{a}{H} = \frac{3}{1}$ לכל מ"ר.

הפרש עומק מקבלים 3 מ"ר אופקי

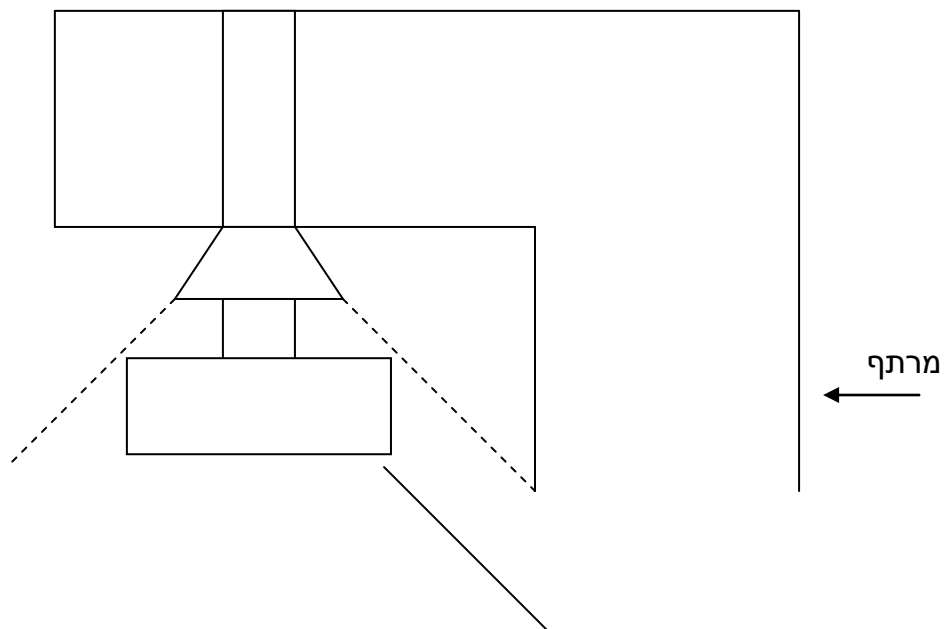
מרחק בין גבהים

קודם בודקים a מינימליים ואחר כך צריכים לחשב הפרשי גובה.



אם הקרקע חול קשה 1:1
אם הקרקע חול דק רך 1:3 צריכים להעמיק את הפלטה.

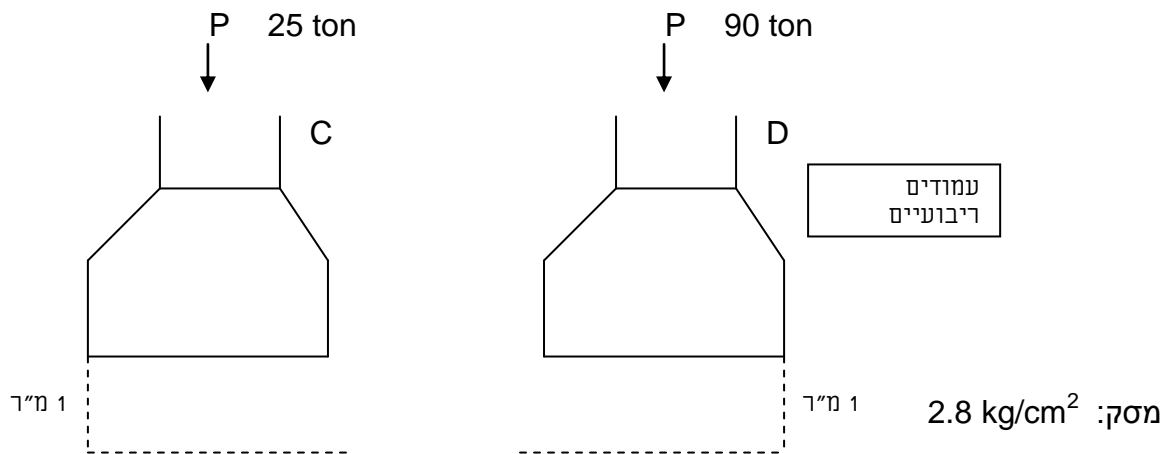
דוגמא:



אם נעמיק את הפלטה, לכן מורידים את הלחץ מקיר המרתף.

פלטות יסוד: ניתן לקבל שקיעה 1.5 – 1cm לשנה במשך 20-25 שנה. גם רגישה לרטיבות הקרקע (רטיבות יכולה להאיץ את קצב השקיעה).

דירוג מאמצי קרקע בחישוב פלטות יסוד



חישוב הפלטות:

$$C = \frac{25000}{2.8} = 8928 \text{ cm}^2$$

$$\sqrt{8928} = 95 \text{ cm} / 95 \text{ cm} = C$$

$$D = \frac{90000}{2.8} = 32142 = 180 \text{ cm} / 180 \text{ cm}$$

מה המאמץ למטר אחד מתחת לתחתית היסוד (אותן יסודות)?

$$\frac{P}{A - 1 \text{ m}^2} = \sigma$$

Area of space under 95 cm column with –1 meter depth

$$C \text{ above- } A = (95 + 100 + 100)^2 = 87$$

$$\frac{P}{A} = \frac{25000kg}{(95+100+100)^2} = 0.29kg/cm^2$$

חישוב הפלטה השניה D:

$$\sigma = \frac{90000}{(180+100+100)^2} = 0.62kg/cm^2$$

מאמץ מעל הקרקע.

השקיעה באזור D תהיה יותר גדולה ממקום C בגלל השינוי במאמץ על הקרקע.

יוצר שקיעה דיפרנציאלית, ולכן צריכים לעשות דירוג מאמצים.

איך מקטינים את המאמץ? מגדילים את A

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

כשחישבנו פלטות יסוד באותו מאמץ ראינו שיש הפרשים לפי העומס. על מנת להקטין את המאמצים ולמנוע שקיעה דיפרנציאלית עושים דירוג מאמצים.

פלטה עם העומס הכי קטן נחשב מסק מופחת על ידי קבלת מאמצים שווים.

בדו"ח קרקע יקבלו טבלת עומסים.

P	Kg/m ²
100 ton	1.2
80 ton	1.4
60 ton	1.6
40 ton	1.8
20 ton	2

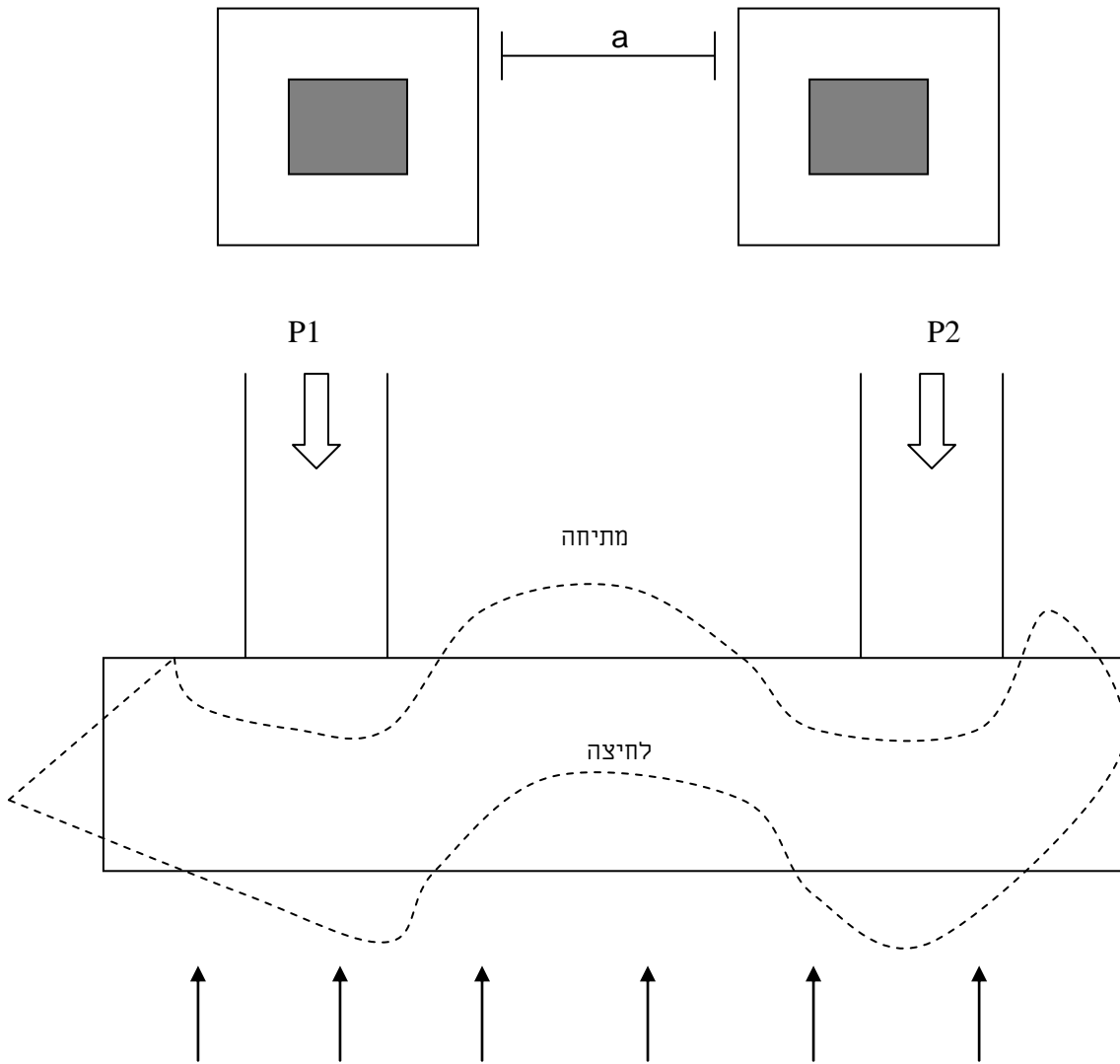
$$0.2 \text{ kg/m}^2 \cdot 10 = 2 = \text{מסק}$$

זה יקבע את גודל הפלטות.

נותנים מקסימום בעמוד שמקבל הכי פחות עומס.

פלטת יסוד משותפת

כאשר לא ניתן להתגבר על מרחק מינימלי קטן:



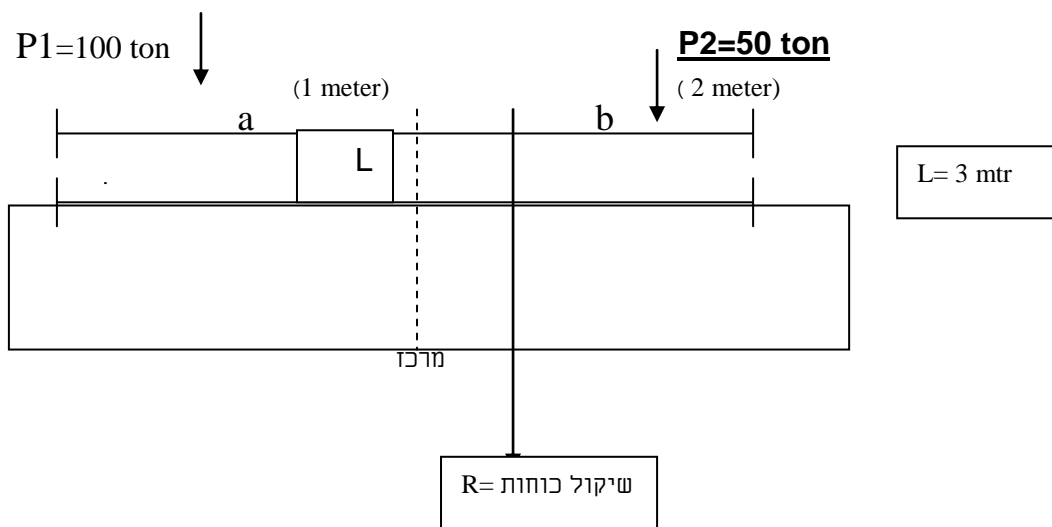
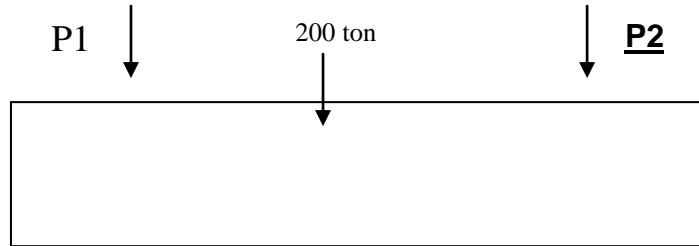
בפלטה שיש בה עומס אחד נקודתי, יש זיון בחלק התחתון בלבד.

במקרה הזה צריך זיון בחלק העליון בגלל שיש לחץ מתיחה בחלק העליון, שזה זיון מחושב לפי הלחץ.

איך קובעים מיקום (מרכז) הפלטה המשותפת? שווי משקל בין שני העומסים.

אם $P1=P2$ הפלטה יכולה להיות באמצע.

אם: $P1=100\text{ ton}$
 $P2=100\text{ ton}$ ← ייחשב מרכז על בסיס 200 ton



$$P1 + P2 = R$$

$$P1 * a = P2 * b$$

$$100000 \times a = 50000 \times b = [b = (3 - a)]$$

$$100 \times a = 50 \times (3 - a) = 150 - 50a = 100a$$

$$150 = 150a$$

$$a = 1.0\text{meter}$$

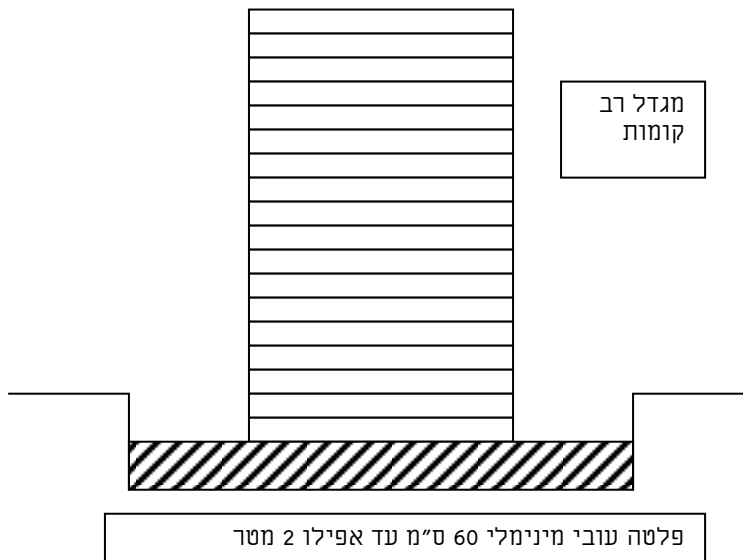
$$b = (3 - 1) = 2\text{meter}$$

לשים לב: עמוד מרחק הכובד שיהיה הכובד יותר קרוב לעמוד עם העומס יותר גדול.

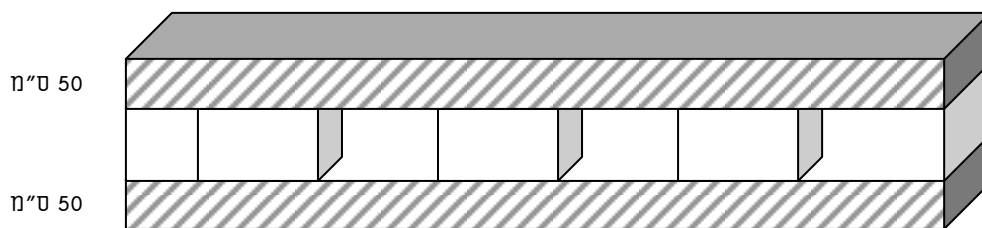
דוברה \ רפסודה

פלטה אחת גדולה מתחת לכל הבניין. משטח רציף. יצירת יסוד משותף מתחת לכל המבנה. השימוש לעומסים ופלטות קרובות. משתמשים בזה כשהעומסים יחסית גדולים. נפוץ בבניינים שיש עומסים גבוהים כמו מגדלים.

פלטה עם הרבה בטון וזיון ואלמנט יקר ולכן לא מבצעים אלא אם צריך אותה.



חתך טיפוסי של דוברה:



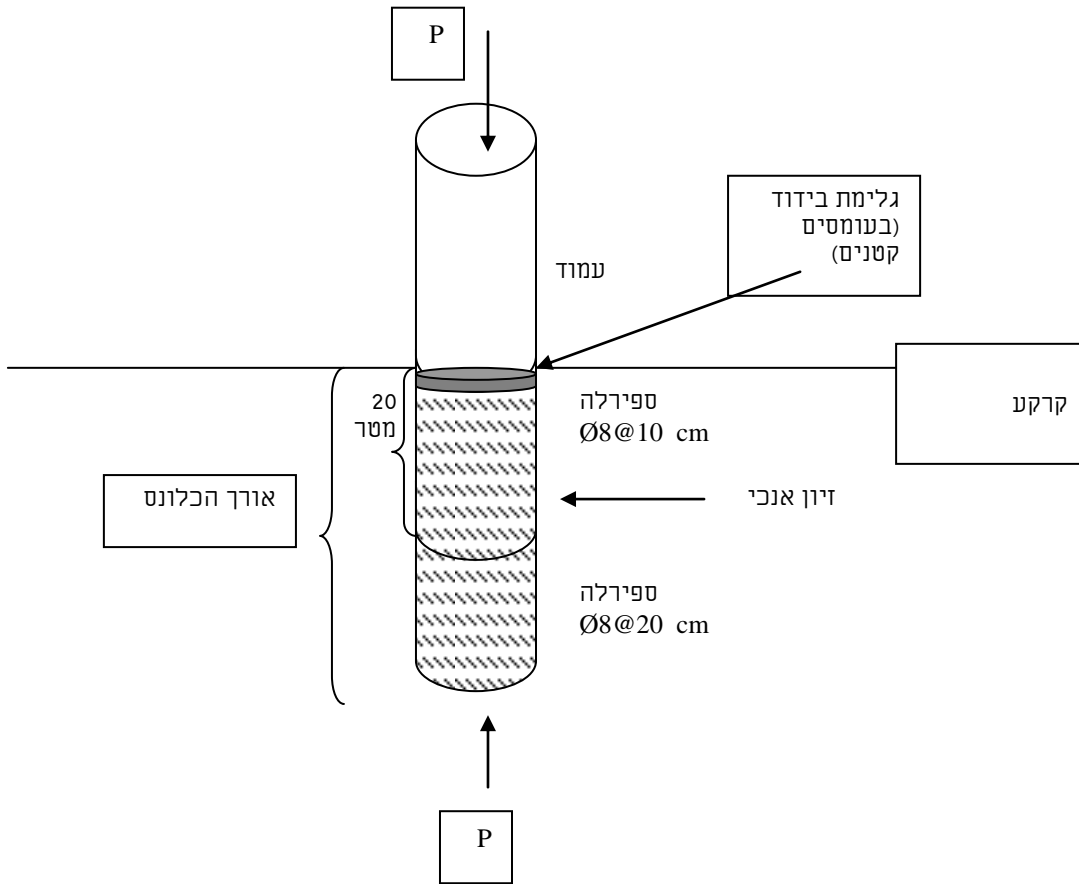
גם יכול להיות פלטה עליונה ותחתונה או יכול להיות פלטה אחת לכל השטח.

מקרה נוסף של שימוש בדוברה: מי תהום. (בעיית כלונסאות במקרה של מי תהום – יותר מסובך)

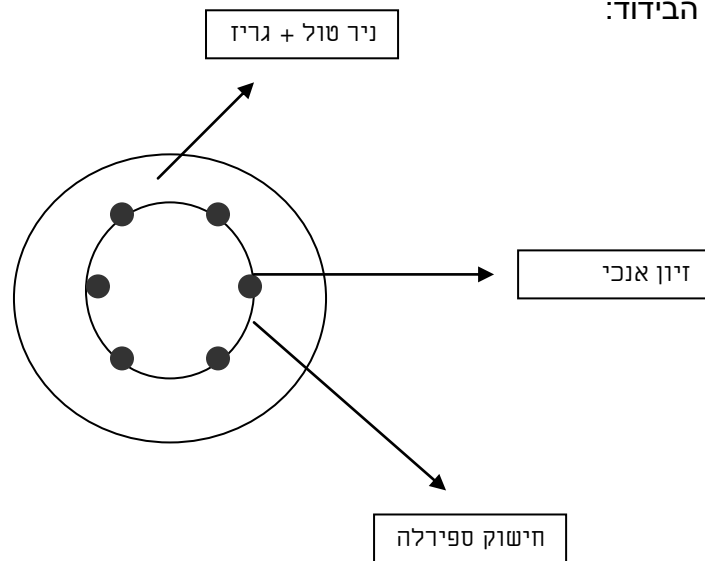
בעיה בדוברה:

אם בניין ייצור הרבה עומס משטח הקרקע שניתן לצקת את הדוברה, לא ניתן להשתמש בדוברה.

כלונס: קידוח לעומק האדמה. יצירת יסוד שהוא עמוד בתוך האדמה.



חתך גלימת הבידוד:



ניתן לבצע כלונסאות שהם יצוקים באתר או כלונסאות טרומיים שהם מובאים לאתר.
הכלונס עובד על ידי חיכוך עם הקרקע ומאמצי הקרקע מהאדמה.

מאמצי מגע

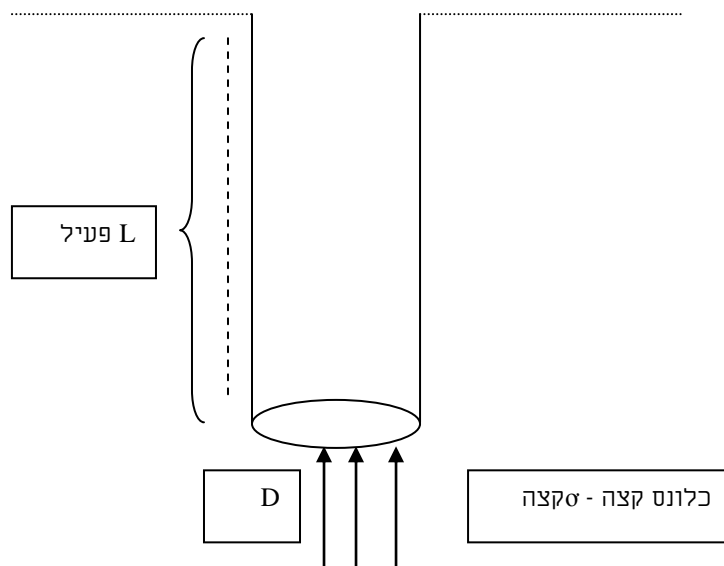
בדרך כלל מבצעים כשהאדמה לא יציבה (אדמה משנה את צורתה בגלל רטיבות).
בעומסים קטנים החלק העליון חשופים לרטיבות.

כלונס חיכוך

כלונס שמוסר עומס ע"י חיכוך של המעטפת עם הקרקע.

כלונס קצה

כלונס שמוסר את העומס לאדמה ע"י לחץ של תחתית הכלונס עם האדמה.



$$P = \frac{D^2 \pi}{4} \times \sigma \quad \text{: תסבולת כלונס קצה}$$

$$P = \text{כלונס קצה} = \text{שטח הבסיס} \times \sigma^*$$

מהי התסבולת לכלונס?

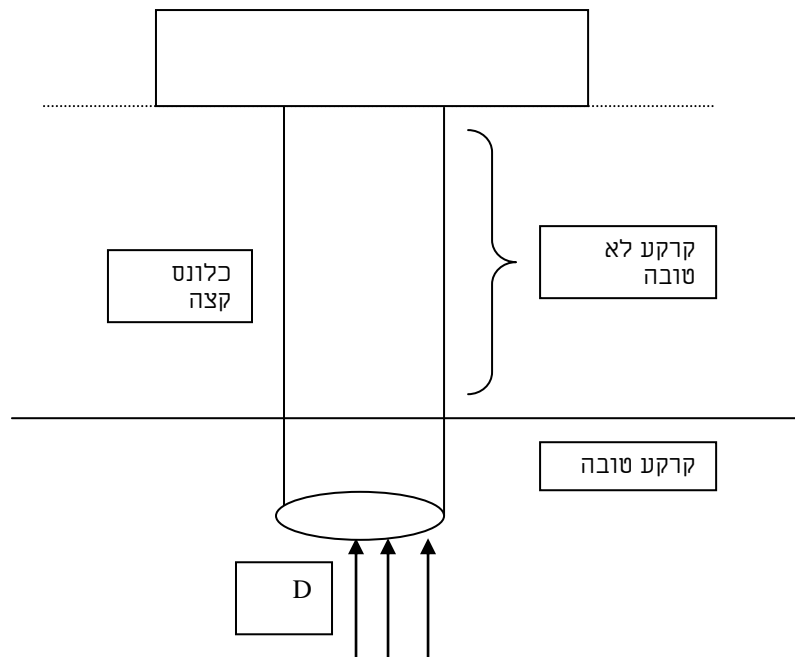
נתונים:

$D=80\text{ cm}$

$L=9\text{ meter}$

$\sigma = 4\text{ kg/cm}^2$

$$P = \frac{\pi * 80^2}{4} \times 4\text{ kg/cm}^2 = 20,106\text{ kg}$$



תסבולת של כלונס חיכור:

גלימת בידוד: 1.5 מ"ר

כלונס: $D = 80\text{ cm}$

אורך כלונס: $L = 9\text{ m}$

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

לא מחשבים את אורך גלימת הבידוד

$$P = \pi D (L - \text{גלימת בידוד}) * \zeta$$

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

יחס אורך לקוטר כלונס: $12 \left\langle \frac{L}{D} \right\rangle 20$

$$\frac{L}{D} = \frac{900}{80} = 11.25 \text{ מחוץ לתחום}$$

קוטר 80 ס"מ על 9 מטר לא עומד בתחום המותר.

ניתן לשנות L או D כדי להתאים.

בדיקה עם 70:

$$P_{70} = 52778 = (L - 150)0.28 * \pi * 70$$

$$\frac{52778}{0.28 * \pi * 70} = (L - 150) = \frac{52778}{61.57}$$

$$L = 10m$$

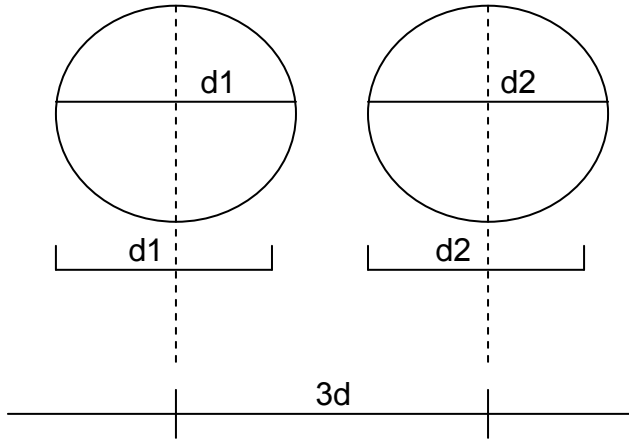
$$\frac{900}{70} = 12.8 \text{ בתחום המותר:}$$

הרצאה מספר 4 – הנדסת בניין 14/11/05

כלונס חיכוך

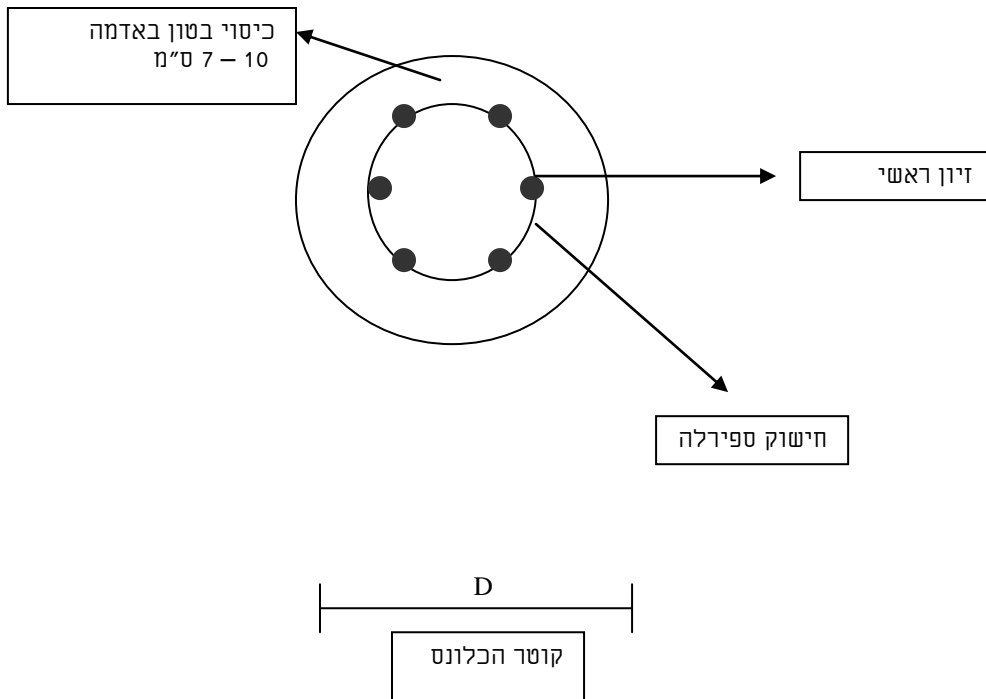
כלונס קצה

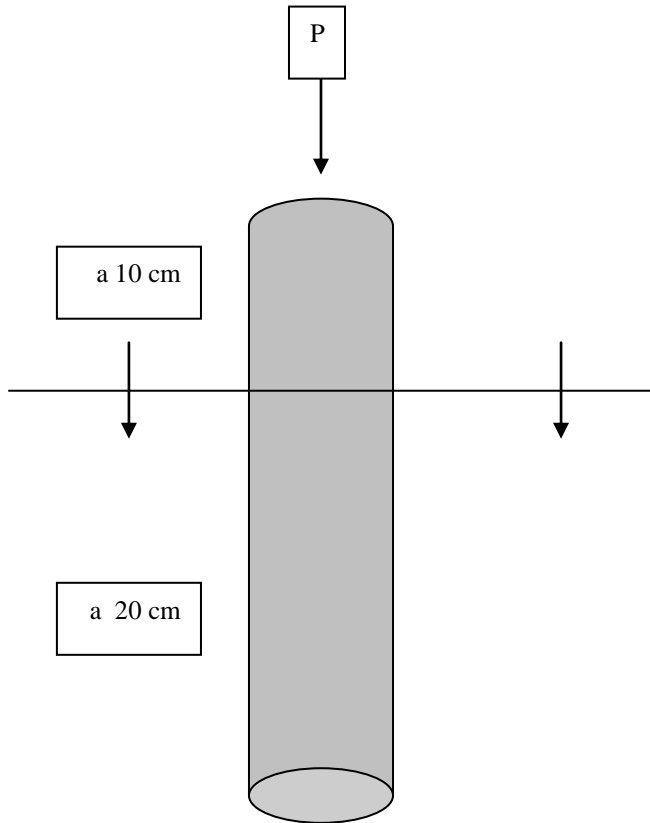
מרחק בין כלונסאות:



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

זיון כלונס





$$A_s = 0.4\% A_c = \frac{0.4\% \pi D^2}{4} \quad \text{שטח זיון:}$$

A_c : שטח חתך
 A_s : שטח כולל של מוטות זיון הכלונס.

דוגמא:

$$A_s = 0.004 \times \frac{80^2 \times \pi}{4} = 20.1 \text{ cm}^2 \quad \text{שטח כולל של מוטות זיון:}$$

קוטר זיון מינימלי – דרישות מינימום

12 מ"מ קוטר ראשי המינימלי
 5 מספר מוטות מינימלי

$$\frac{D}{10} = \frac{\text{רוחב}}{10} = \text{מספר מוטות מינימלי}$$

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

לפי הדוגמא לעיל: 20.1 cm²

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

$$16 \text{ מוטות ברזל בגודל } 16 \quad N_{\Phi 16} = \frac{20.1}{2} = 10\Phi 16$$

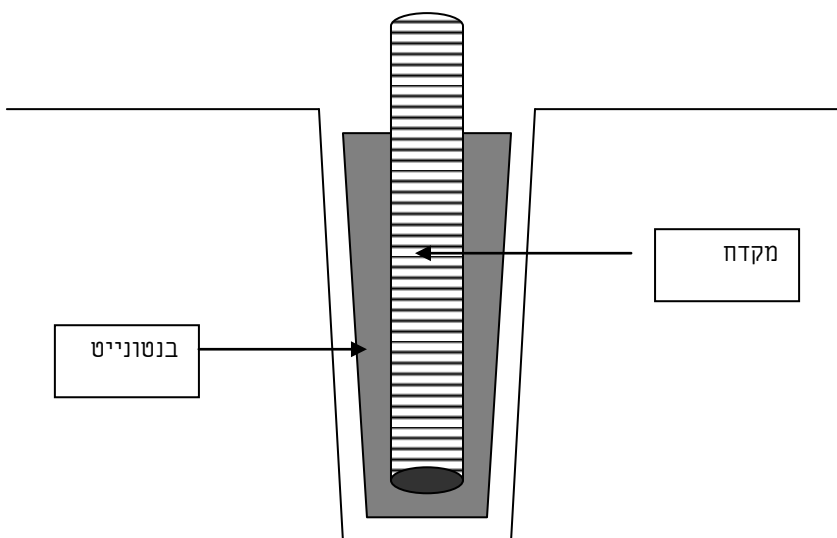
שיטות ביצוע כלונסאות

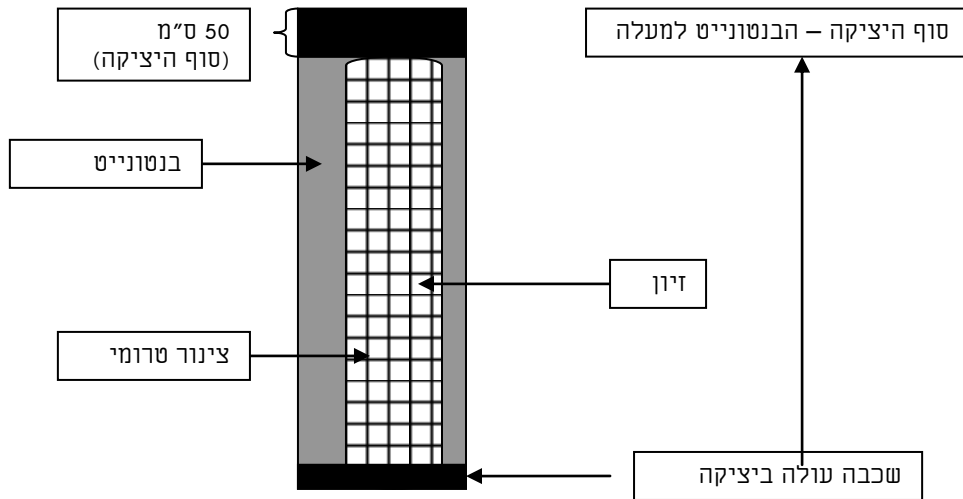
1. כלונס יציקה באתר
2. כלונס טרום – כלונס מוחדר

עושים כלונס יציק במקרה של סכנת קריסת קרקע.. בחדירת כלונס יש סכנה של התמוטטות הקרקע עקב אדמה לא יציבה (חול) או מי תהום.
עושים כלונסאות בשיטת בנטונייט או שיטת CFA

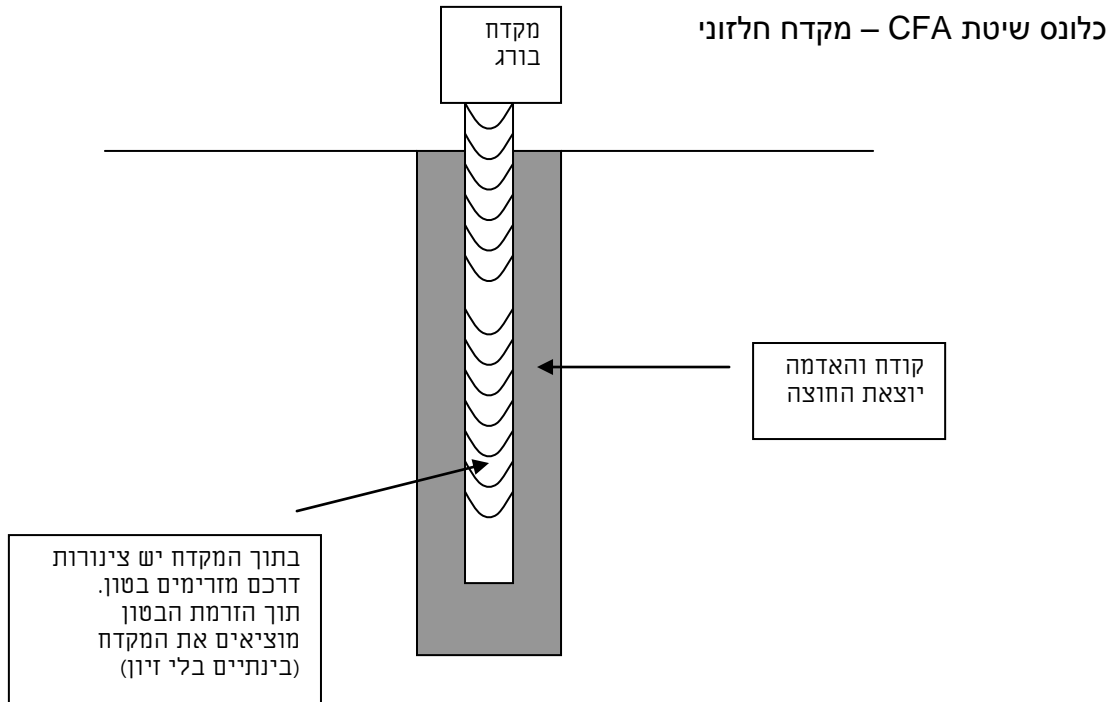
א. כלונס בנטונייט – אבקה שהופכים לעיסה. מזרימים את העיסה בתוך הקידוח של הכלונס. הבנטונייט נדבק לדופן הקידוח.
מזרימים ושואבים וזה יוצר דופן אטום של בנטונייט.

בנטונייט #1





הבנטונייט עולה למעלה לכן החלק העליון של הכלונס מסיטים אותו בחצי מטר כדי שנגיע לבטון באיכות טובה וממלאים שוב.

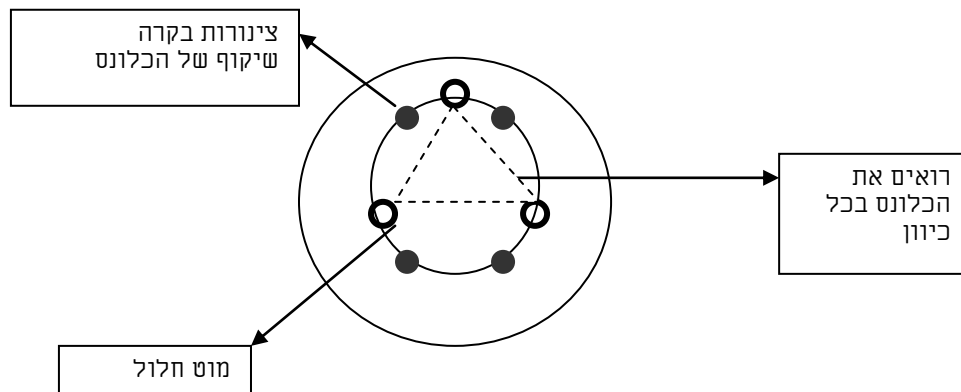


לאחר מכן מחדירים זיון בתוך בור מלא בטון. בעייתי מעבר ל-15 מטר עומק. אם משתמשים בקוטר צר של זיון מתקפל, לכן צריך מינימום קוטר $1\Phi 16$ בדרך כלל משתמשים ב בטון: ב-30

בעית בקרת איכות בכלונס יציק באתר.

בדיקות אל הרס לכלונסאות

1. בדיקה סונית – בודקת איפה שיש בטון ואיפה שיש אדמה.
2. בדיקה אולטרה סונית – נותן תמונה ברורה. עושים בכלונסאות 90 ס"מ ומעלה בגלל היוקר.



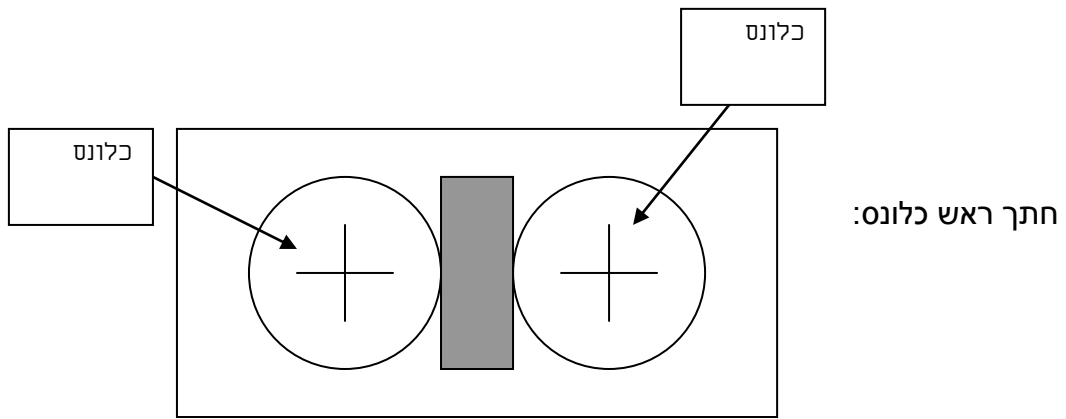
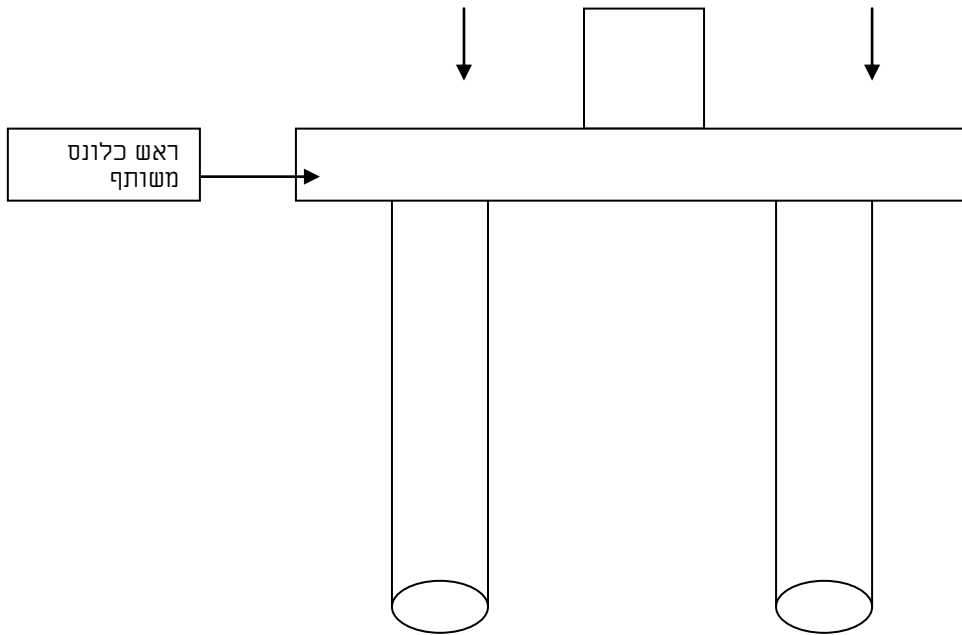
בדיקה אולטרה סונית לא ניתן בשיטת CFA בגלל שזה בעייתי להחדיר מוט חלול CFA בעייתית לבדיקת איכות.

3. קידוחי גלעין – בדיקת דגימה. מאוד יקר לביצוע.
- הכי טוב צינורות בדיקה ואם רואים בעיה אז ניתן להחדיר עוד בטון דרך דיזה באזור הבעייתי בשימוש של לחץ גבוה.

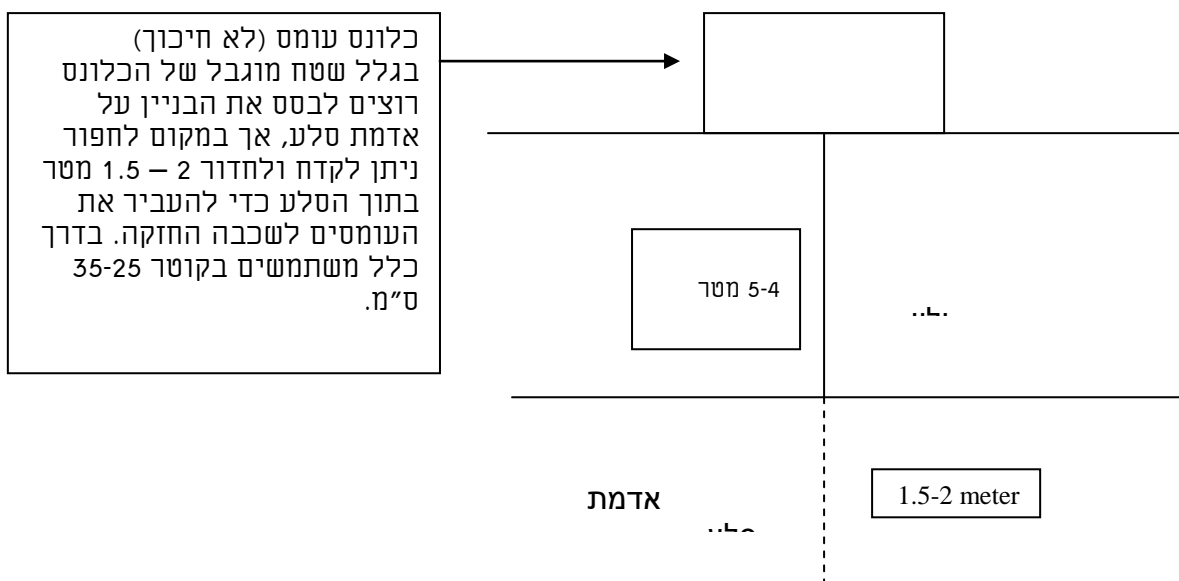
כלונס טרום – כלונס מוכן שמביאים ממפעל ומחדירים אותו באתר.

עצם פעולת החדרה מעיד על מאמצי תסבולת של הכלונס. עושים את זה כשיש בעיות של קידוחים. בדרך כלל קוטר 30 – 20 ס"מ ומחדירים דרך פטיש.

במקרה של עומס גדול יצריך יותר מכלונס אחד. עושים ראש כלונס.



כלונסאות בעלות קוטר קטן - מיקרופייל



אם היה במילוי סלע סדוק כדי להפחית עלות של חפירה, היו עושים כלונס כזה כדי להגיע לסלע יציב.

כלונס חיכוך הרבה יותר אפקטיבי.

גורמים המשפיעים על בחירת הביסוס

1. סוג הקרקע – יציבה או לא
 2. עומק השכבה היציבה (עמוק מידי או רדוד)
 3. סוג המבנה (עומסים). אם האדמה יציבה, לפעמים עדיף לבצע כלונס אפילו אם הקרקע יציבה. מבנים עם מעט עמודים והרבה עומסים.
- זמן ביצוע כלונס יותר מהר מהביסוס הרדוד למרות שביסוס רדוד יותר זול.
4. שיטת בניית השלד – אם השלד בנוי מעמודים או קירות (במקרה של קיר נישא – דוברה).
 5. שיפוע קרקע – 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.

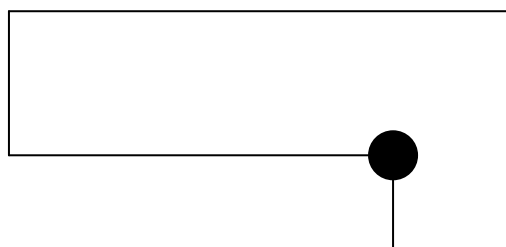
מתווה יסודות

תוכנית מתווה יסודות - תוכנית שבה מסומנים מרכזי היסודות. כאשר כל מרכז יסוד מקבל קורדינטות בציר X ו- Y ביחס לנקודה אחת המפנה כשהוא נקודה ידועה (לדוגמא קו בניין) אין מדידה יחסית בין עמודים או קירות בכדי למנוע סטיות.

(בחוברת עמוד 38)

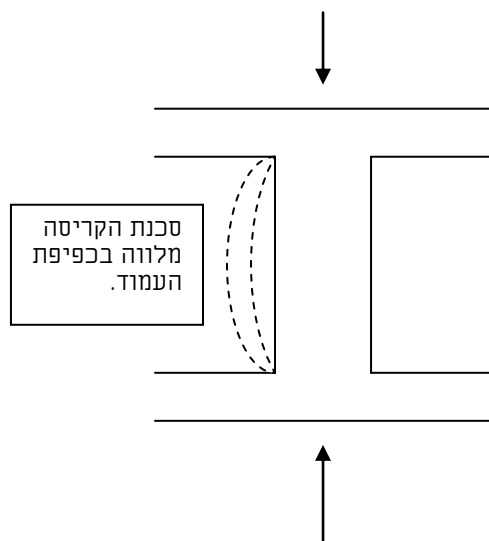
סימון מיקום העמודים תמיד ביחס למקום אחד כמו 0:0.

יש מקרה שבניין בצורה הזאת יעשו נקודת הבסיס למדידה ואז חלק מהמדידות יהיו בו ביחס לנקודה:



עמודים

אלמנט שמתוכנן להעביר כוחות אנכיים ונתון ללחץ וסכנת קריסה

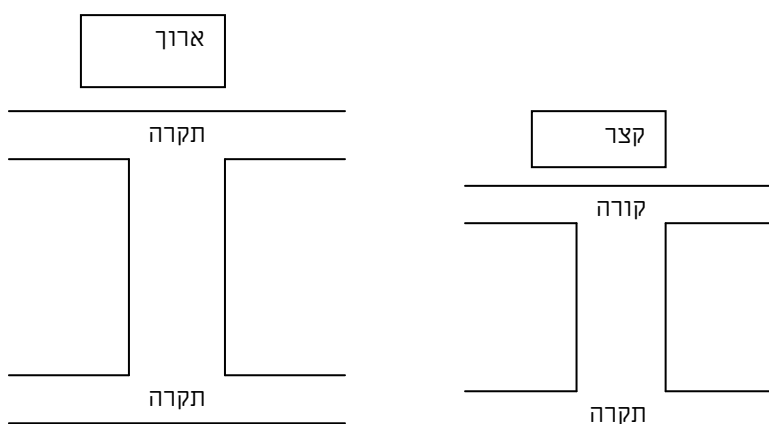


עומס שמביא לקריסת העמוד.

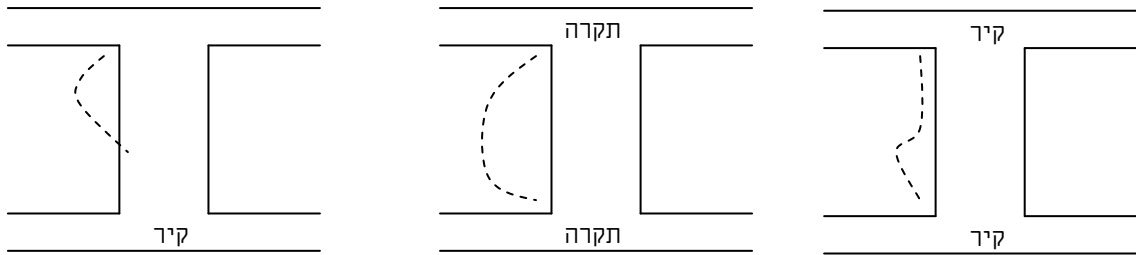
גורמי קריסה

1. אורך קריסה
2. צורת חתך עמוד
3. חומר ממנו עשוי העמוד

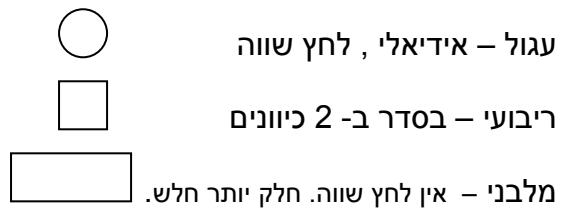
1. אורך קריסה – סיכוי שהעמוד הארוך יותר יקרוס תחת עומס קטן יותר.



אם עמוד מחובר לקיר אז העמוד יקבל בטן קטן יותר וישא בלחץ גדול, תלוי במצב עיגון העמוד.



2. חתך העמוד

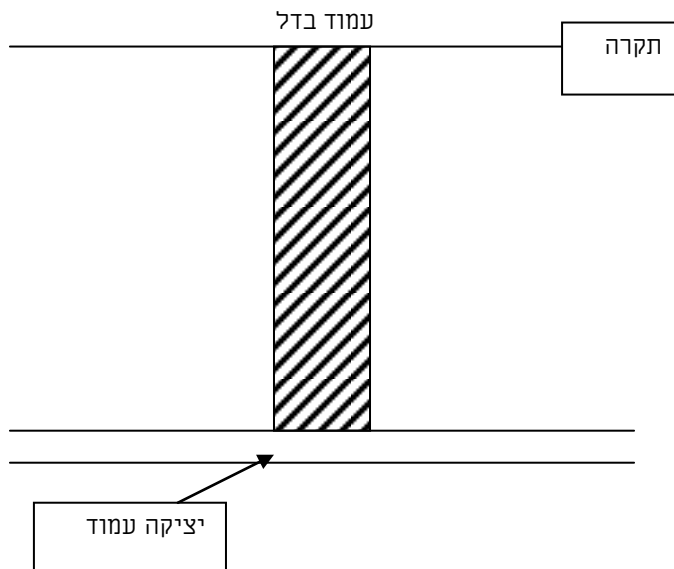


3. חומר בו עשוי העמוד

ב- 30 לעומת ב- 40 (ב- 40 תסבולת גבוהה יותר).

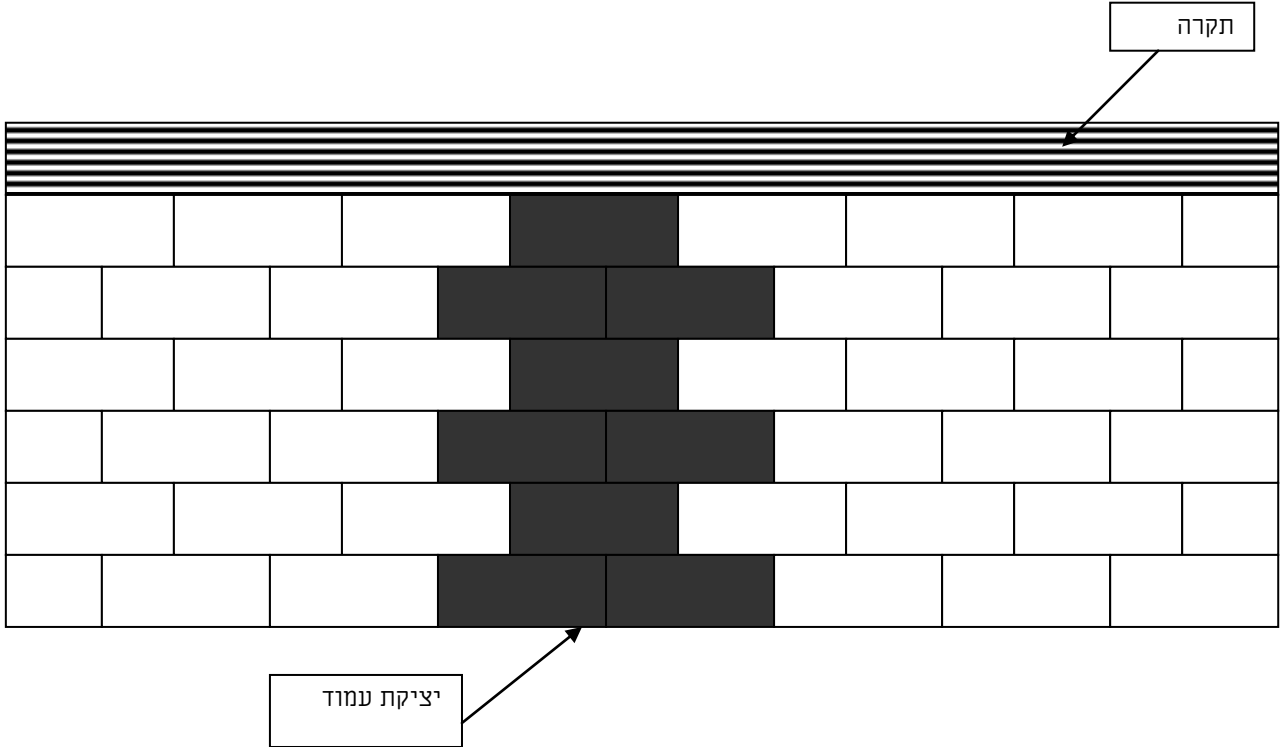
שיטת ביצוע שלד

1. יציקת עמודים בדלים
2. בניית קירות ויציקת עמודים עם התקרה (קיר בלוקים עם יציקת בטון של עמודים).



בניית קירות ויציקת עמודים עם תקרה (קשר טוב בין עמוד לקיר)

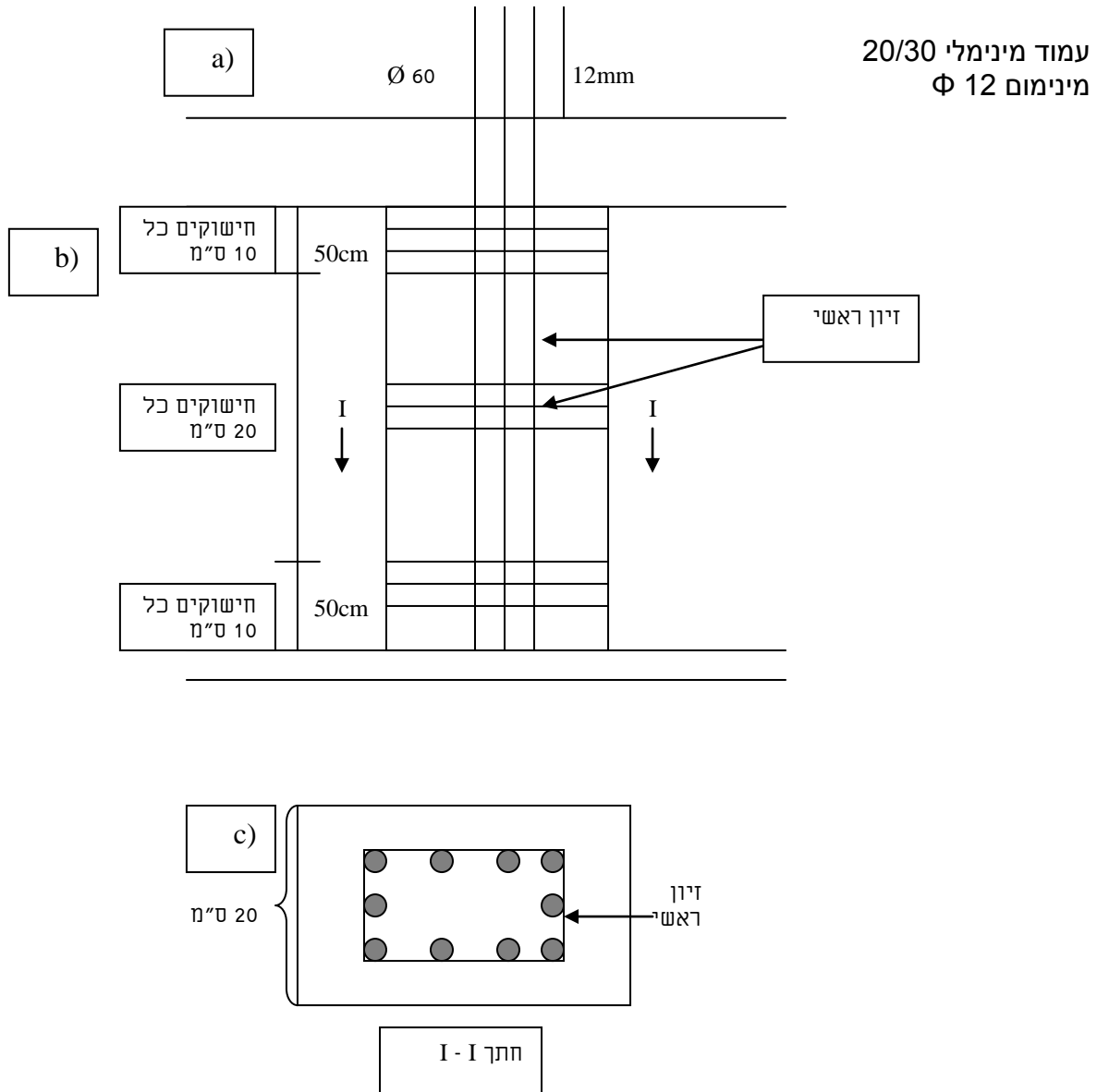
רק בבניינים נמוכים של קומה או שתיים.



שיטת בניה שפחות מהירה משיטת עמוד בדל.

היה פופולרי כשהיו משתמשים בקיר נושא שהיום זה אסור.

הערות קונסטרוקטיביות בנושא עמודים



(a) השטח שבולט צריך להיות לפחות 60×60 קוטר המוט.

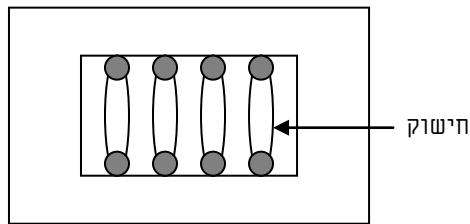
(b) תפקיד חישוקים למנוע קריסה – סוגר את העמוד.

(c) מידה מינימלית – 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)

מרחק בין מוט למוט לא יעלה על 30 ס"מ: @30 cm

$A < 30 \text{ cm}$

(d) כל ברזל שני חייב להיות טפוס עם חישוק



דוגמא:

$\Phi 8 @ 20 \text{ cm}$ (קוטר לכל 20 ס"מ)

מספר מוטות בריבוע: 4

מספר מוטות בעיגול: 5

עמוד עגול מינימלי לא פחות מ- 25 ס"מ

שטח זיון: A_s

שטח חתך עמוד: A_c

(שטח חתך עמוד) $A_s \geq 0.8 \% A_c$ (שטח זיון חתך עמוד)

דוגמא:

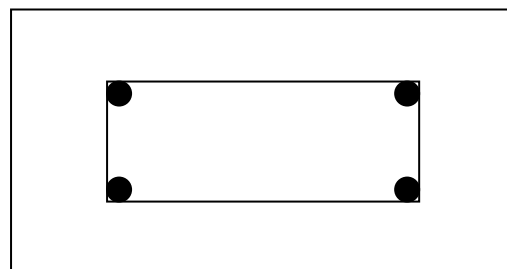
20/30

$$A_c = 20 * 30 = 600 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0.008 (600) = 4.8 \text{ cm}^2$$

מוטות: $1 \Phi 14$

קוטר: 1.54 cm^2



$$4 \Phi 14 = 1.54 \text{ cm}^2 (4) = 6.16 \text{ cm}^2 > 4.8$$

או

$$(6 \Phi 12 = 6 (1.13)) = 6.78 \text{ (בסדר)}$$

מינימום: $A_s = 0.4\% A_c$

קורות

אלמנטים הנשענים על עמודים או קירות ותפקידם לקבל את העומסים על התקרה ולהעבירם לעמודים או לקירות.

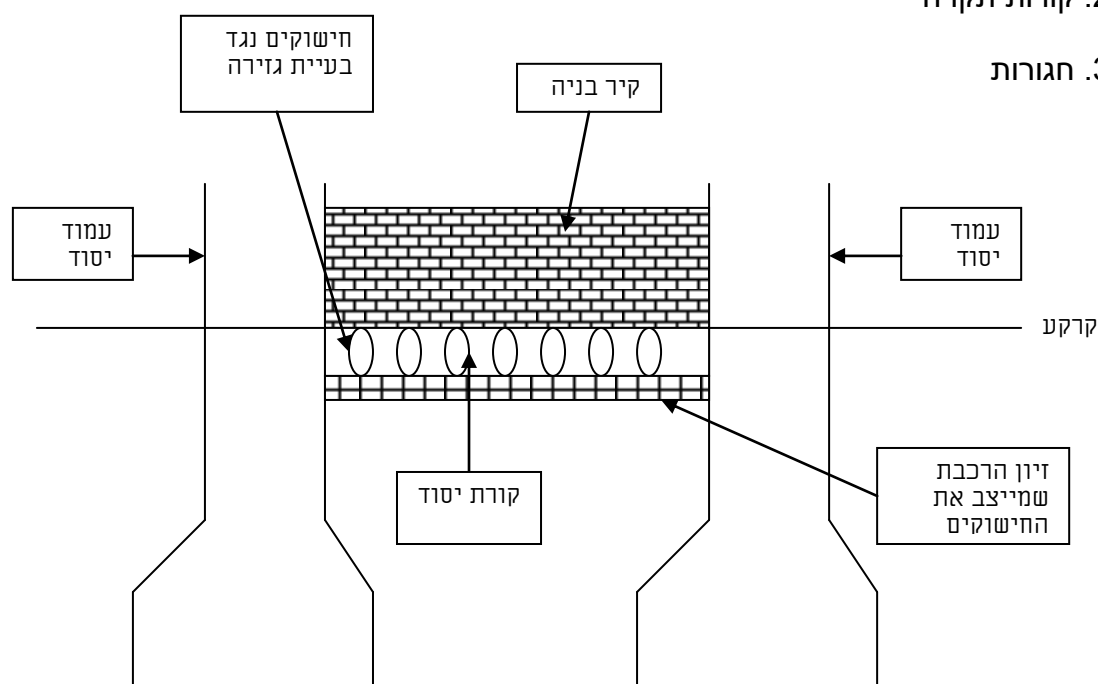
פועלים נגד של עומסי כפיפה (אלמנט קווי)

1. קורות יסוד, קורות קשר

מתחת לפני הקרקע יקושר בין 2 עמודים כדי לתת כוח אופקי. הגנה מפני רעידות אדמה. חייבות בכל הבניינים.

2. קורות תקרה

3. חגורות



קורות תקרה

קורות בולטות תחתונות

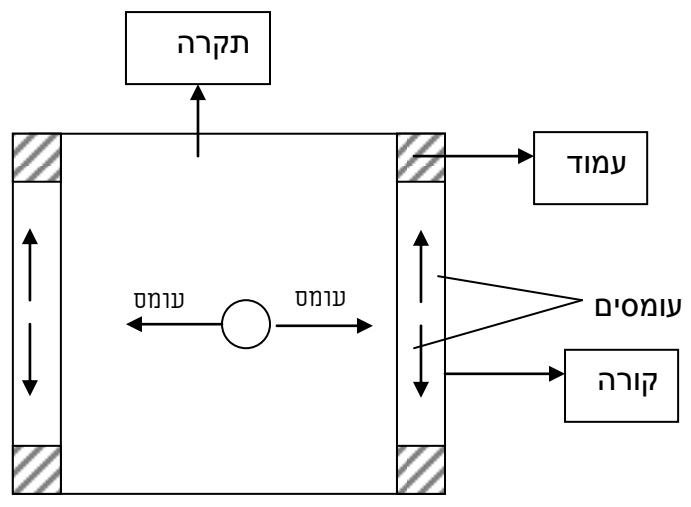
קורות בולטות עליונות

קורות סמויות

קורות תקרה

קיימים 3 סוגי קורות והם:

1. קורה בולטת תחתונה
2. קורה בולטת עליונה
3. קורה סמויה

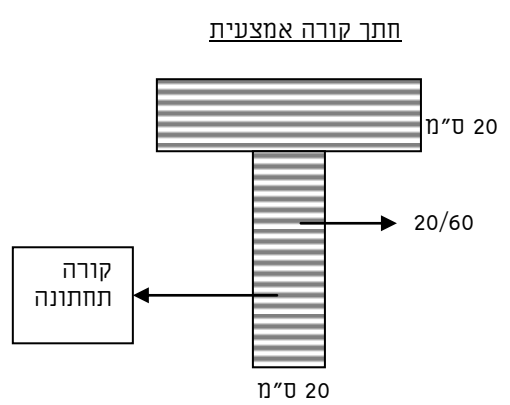
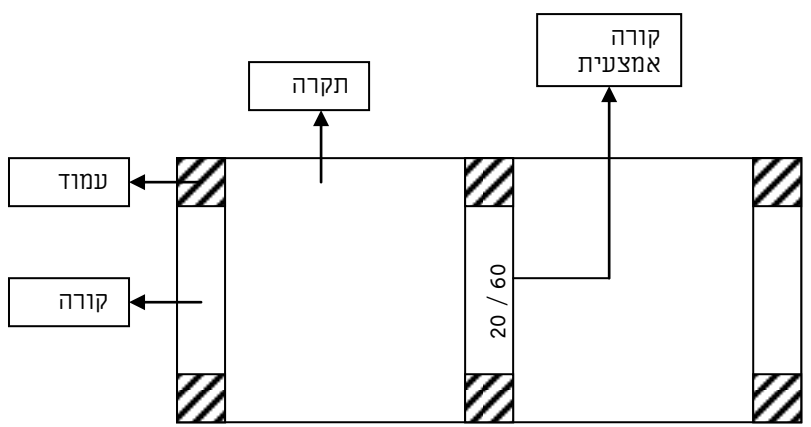
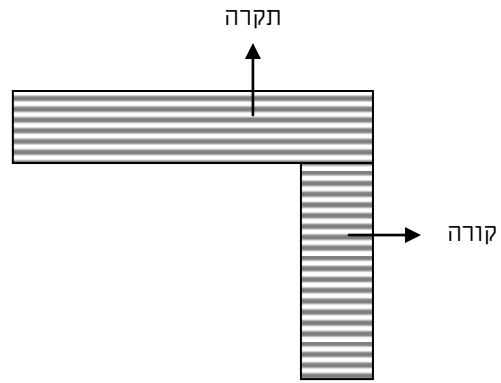


תקרה – מבט על

תפקיד הקורה הוא להעביר את העומסים אל העמודים.

קורה בולטת תחתונה

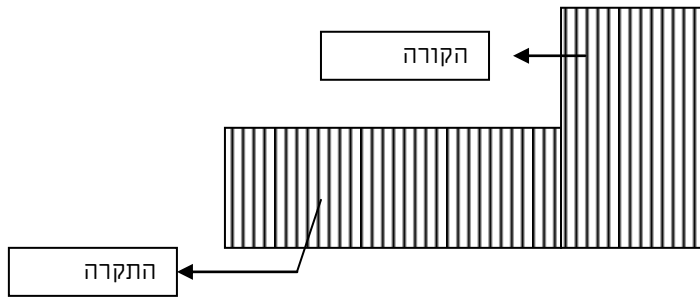
קורה התחתונה מאפשרת לנו לצמצם את עובי התקרה, מאחר והתקרה יושבת על נקודות סמך מלבד העמודים.



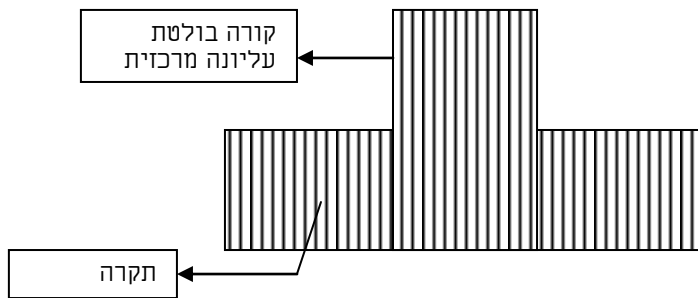
קורה בולטת עליונה

משמשת בדרך כלל לגג עליון או לתוך חלל. למעשה זה מקרה של אילוץ שאנו נדרשים להכין הקורה בצורה הזאת. כמו כן אנו מגבילים את הקורה בחלק העליון.

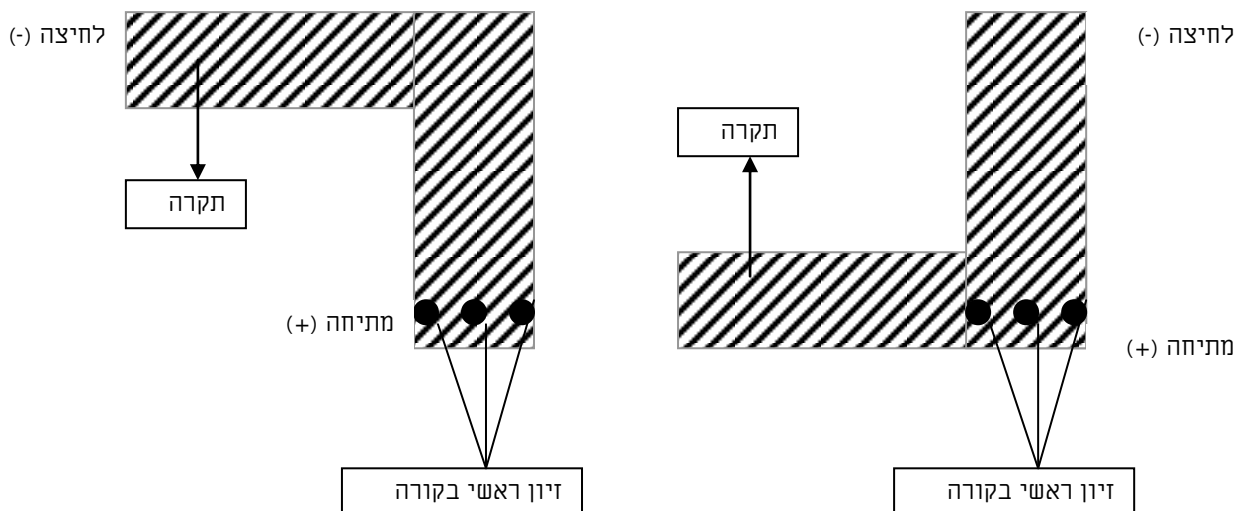
חתך קורה בולטת עליונה פינתית



חתך הקורה

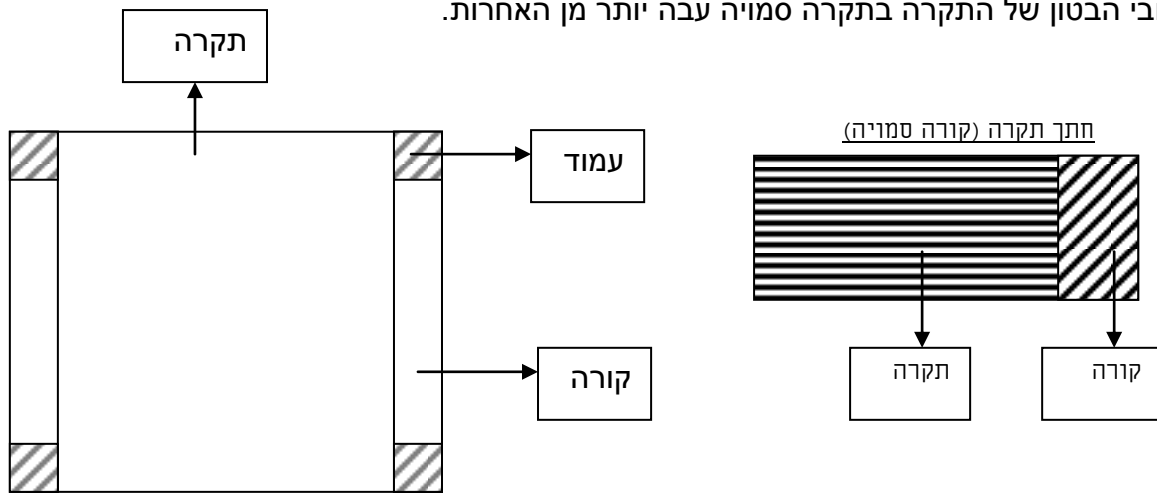


הבדלי עומסים בין קורה בולטת עליונה ובולטת תחתונה:



קורה סמויה

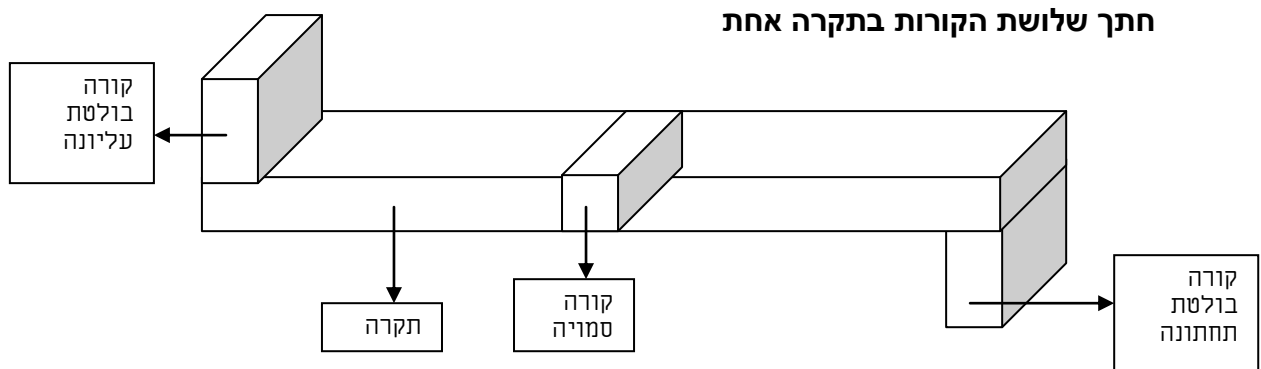
זוהי קורה שעוביה כעובי התקרה ומהווה חלק אינטגרלי מן התקרה. עובי הבטון של התקרה בתקרה סמויה עבה יותר מן האחרות.



הערות כלליות לשלושת הקורות

- 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 הקורות בתקרה אחת

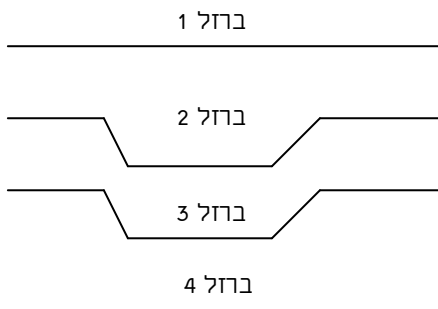
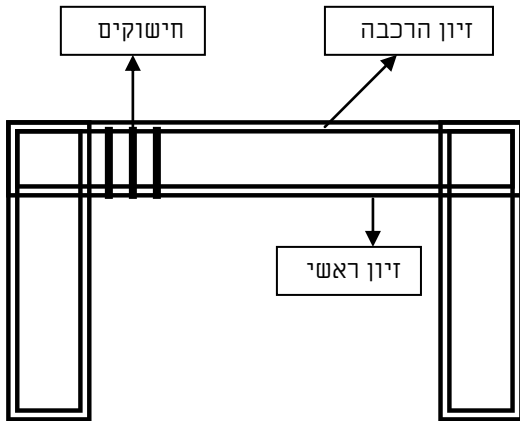
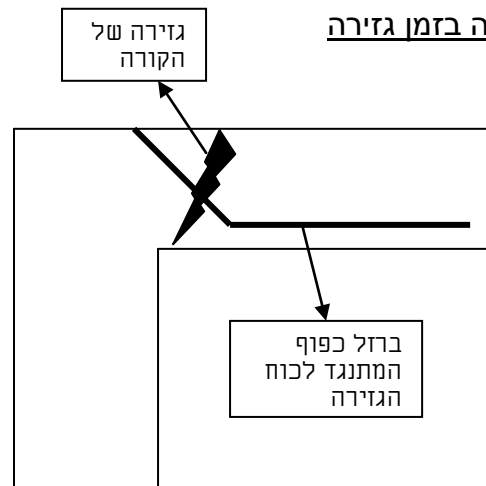


זיון הקורה

זיון הרכבה – זהו זיון עזר לייצור כלוב הזיון.

חישוקים – תפקידם לקשור בין האזור המתוח של הקורה לאזור הלחוץ על מנת לקבל אלמנט אחד וכמו כן להתנגד לכוחות הגזירה והפיתול.
החישוקים עוטפים את כל זיון ההרכבה והזיון הראשי.

מבט חתך הקורה בזמן גזירה



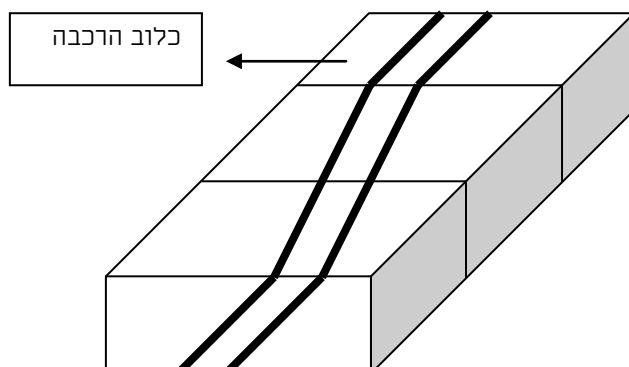
ברזל 1 – הרכבה או מונטז', המחזיק את כלוב הזיון

ברזלים 2 + 3 – ברזל מחושב עיקרי למנוע גזירה

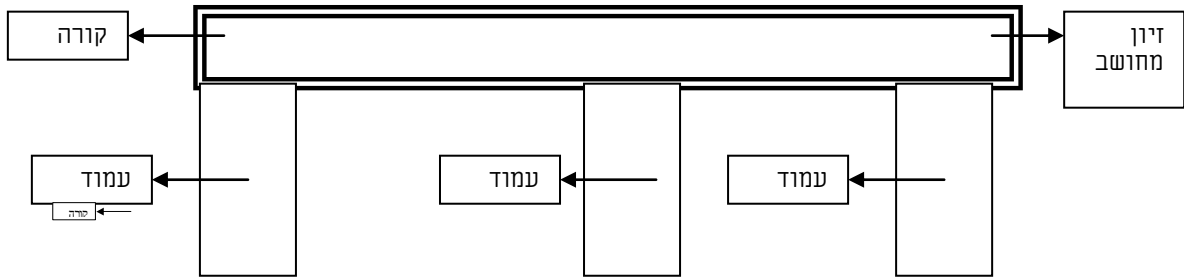
ברזל 4 – זיון ראשי

חישוקים בקצוות (בנקודות הסמך* בפסיעות של 10 ס"מ ובמרכז הקורה בפסיעות של 20 : 30 ס"מ

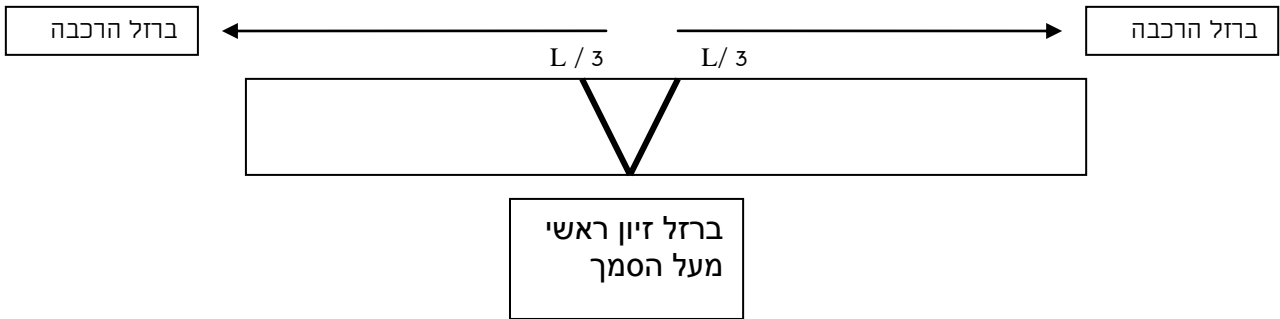
היום לא נעשה שימוש רב המוטות (2 + 3) ולכן מרבים להוסיף מספר חישוקים נוסף על מנת למנוע גזירה.



דוגמא לכללים לסידור מוטות הזיון בקורות

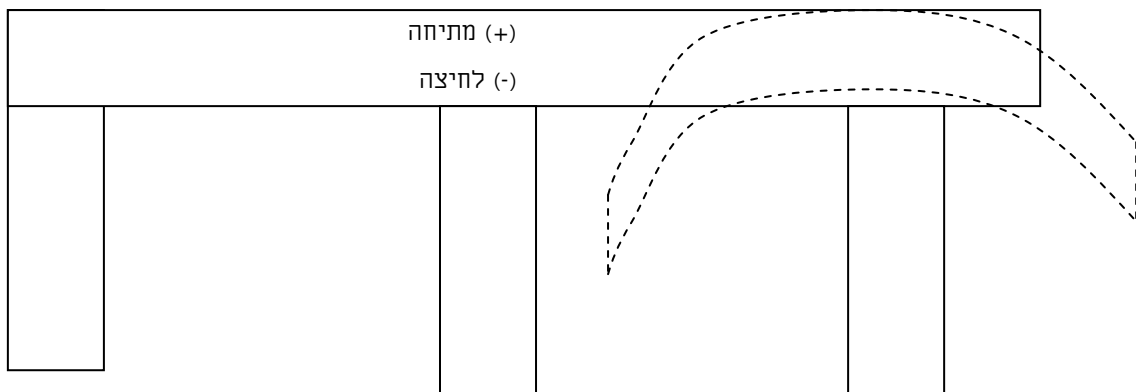


$L =$ מפתח בין העמודים

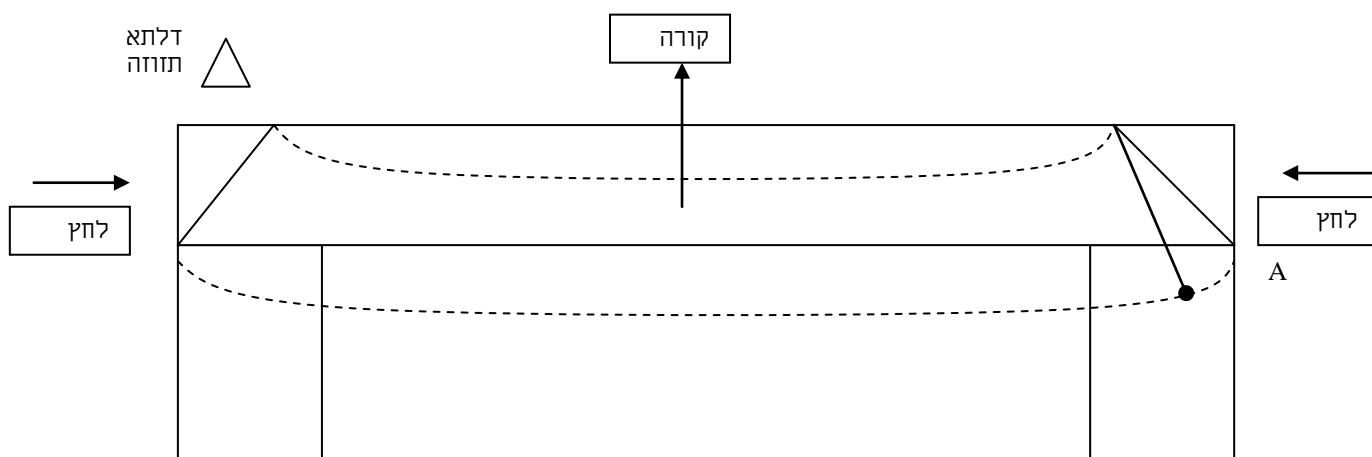


סמכים קבועים מול ניידים

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

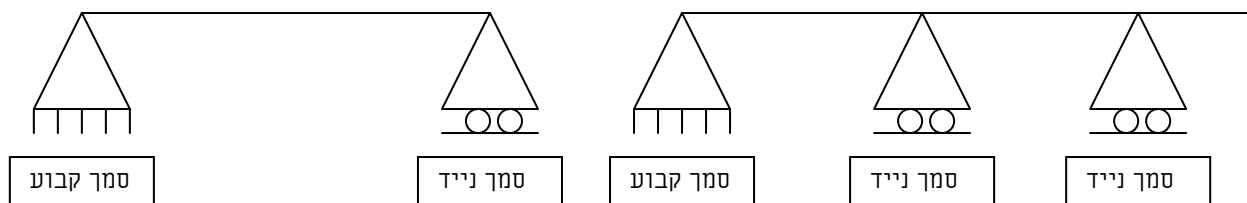


כתוצאה מהתכופפות של הקורה נקודה A רוצה לזוז פנימה:



לכן: צד אחד של הקורה סמך קבוע
צד שני של הקורה סמך נייד

במידה ולא היתה 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.

שקיעה של קורות

δ = שקיעה (של קורה)

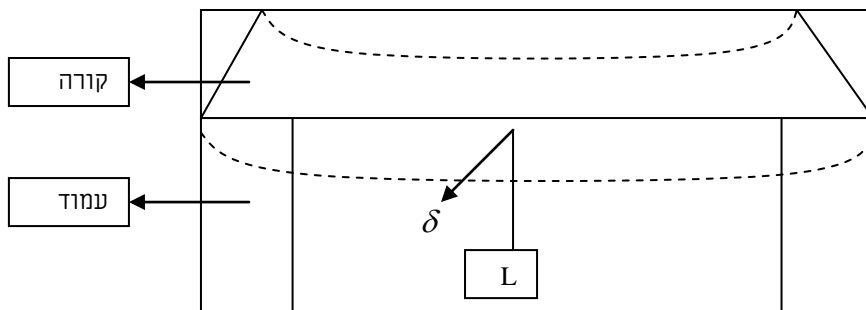
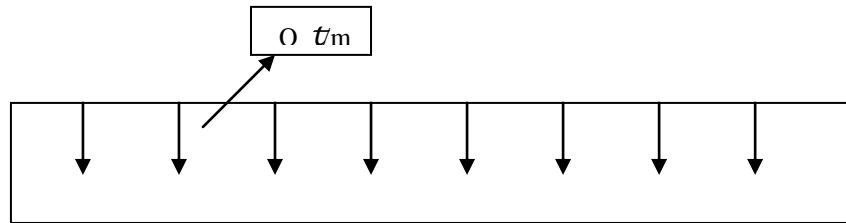
K = מקדם שתלוי בתנאי הקצה של הקורה (ז"א היכן ממוקמת נקודת הסמך ביחס לכלל הקורה)

Q = העומס על העמודים (נמדד בטון למטר)

L^4 = המפתח בין העמודים או בין נקודות תמיכה (מחושב ברביעית)

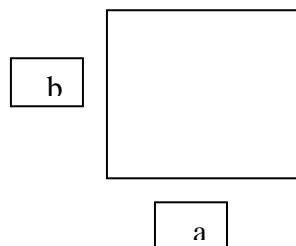
E = מודול אלסטיות – תכונה ממנה עשוי החומר של האלמנט, חוזק או יכולת להתנגד לכוחות או מאמצים שפועלים עליו. ככל שמודול האלסטיות גדול יותר, הוא קשיח יותר.

I = תכונה גיאומטרית של החתך. ככל שהחתך בעל ממדים גדולים יותר, כך מומנט האינרציה גדול יותר.



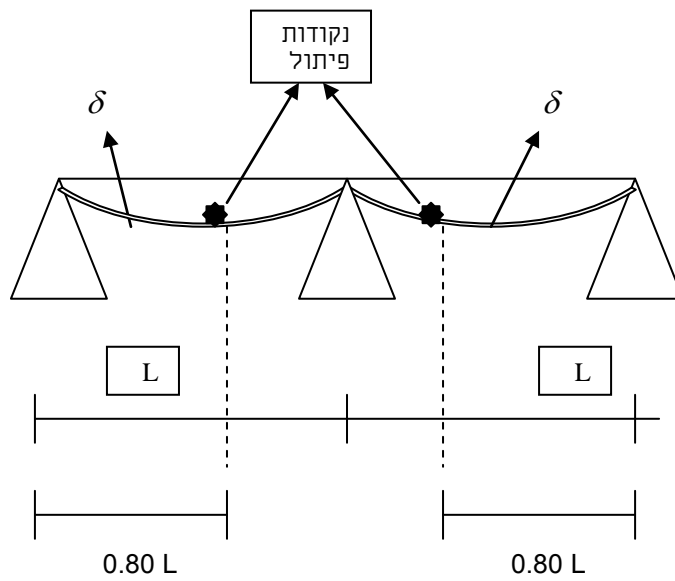
$$\delta = K \frac{Q * L^4}{E * I}$$

חתך הקורה

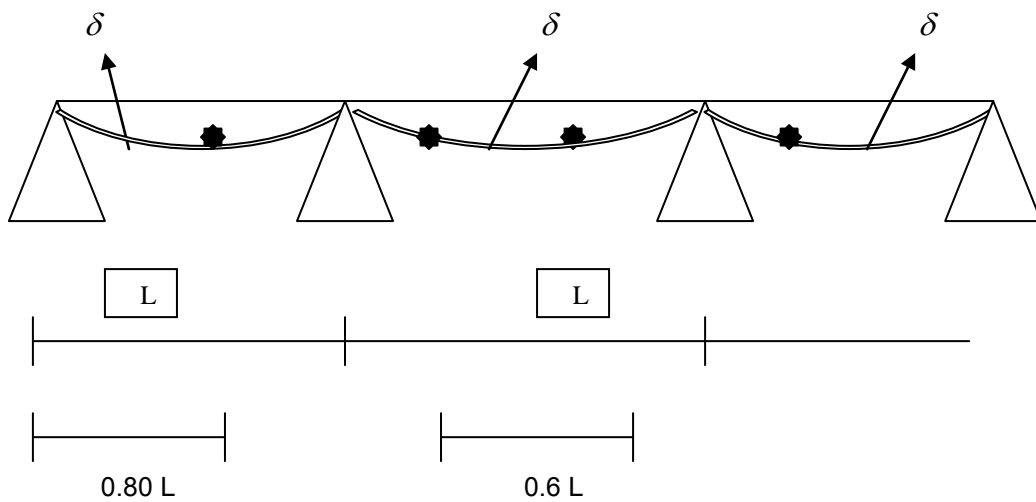


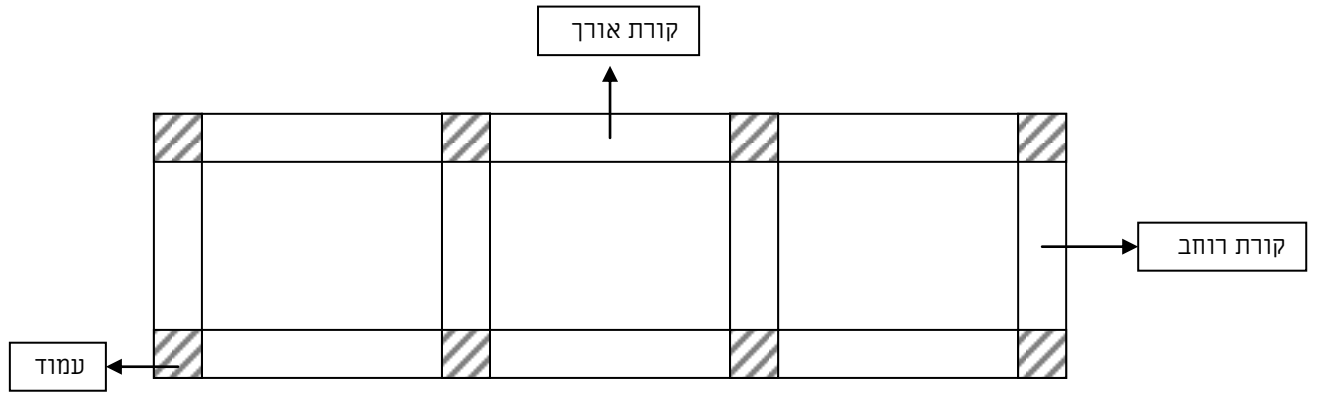
$$I = \frac{a * b^3}{12}$$

נקודת הפיתול בקורה



נקודת הפיתול מתקיימת במרחק של $0.8L$ וזה אומר שהקורה מתפקדת רק ב- 80% ולכן השקיעה תהיה קטנה יותר (כאילו הקורה קצרה יותר).
במצב שנמצא חלק של קורה בין שני סמכים (עם המשך לכל צד) אזי אורך הקורה מצטמצם ל- $0.6L$.





במידה והבחירה ניתנת לנו באופן חופשי, היינו בוחרים בקורות אורך וזאת משום שבקורה ארוכה אנו מקבלים מספר נקודות סמך ולכן נוכל לצקת קורות קטנות יותר וזה מביא לחסכון כספי.

$$h \cong \frac{L}{10} \text{ : (כלל אצבע):}$$

לדוגמא: אורך הקורה 10 מטר בין מפתחים אזי גובה הקורה יהיה = 1 מטר
 העומסים זורמים מן התקרות אל הקורות ומשם לעמודים.

תקרות

אלמנט אופקי שבא ליצור תחתיו חלל שנועד לשימוש, כאשר אנו מבדילים בסוגי התקרות כדלקמן:

1. תקרות יצוקות באתר
2. תקרות המורכבות מחלקים טרומיים

א1 – תקרה מקשית, העשויה מבטון מזוין, מתוחה בכיוון אחד ונשענת על קורות בולטות.

א2 – תקרה מקשית, העשויה מבטון מזוין, בשני כיוונים נשענת על קורות בולטות.

א3 – תקרה מקשית, העשויה מבטון מזוין, המתוחה לשני כיוונים ונשענת ישירות על העמודים (תקרה ללא קורות).

א4 – תקרת צלעות, מתוחה בכיוון אחד ונשענת על קורות בולטות.

א5 – תקרת צלעות, מתוחה בכיוון אחד ונשענת על קורות סמויות.

א6 – תקרת ערוגות (צלעות בשני כיוונים), נשענת על קורות בולטות.

א7 – תקרת ערוגות, הנשענת ישירות על העמודים ללא קורות בולטות.

ב1 – תקרות מפלטות שטוחות, מבטון דרוך או בטון מזוין.

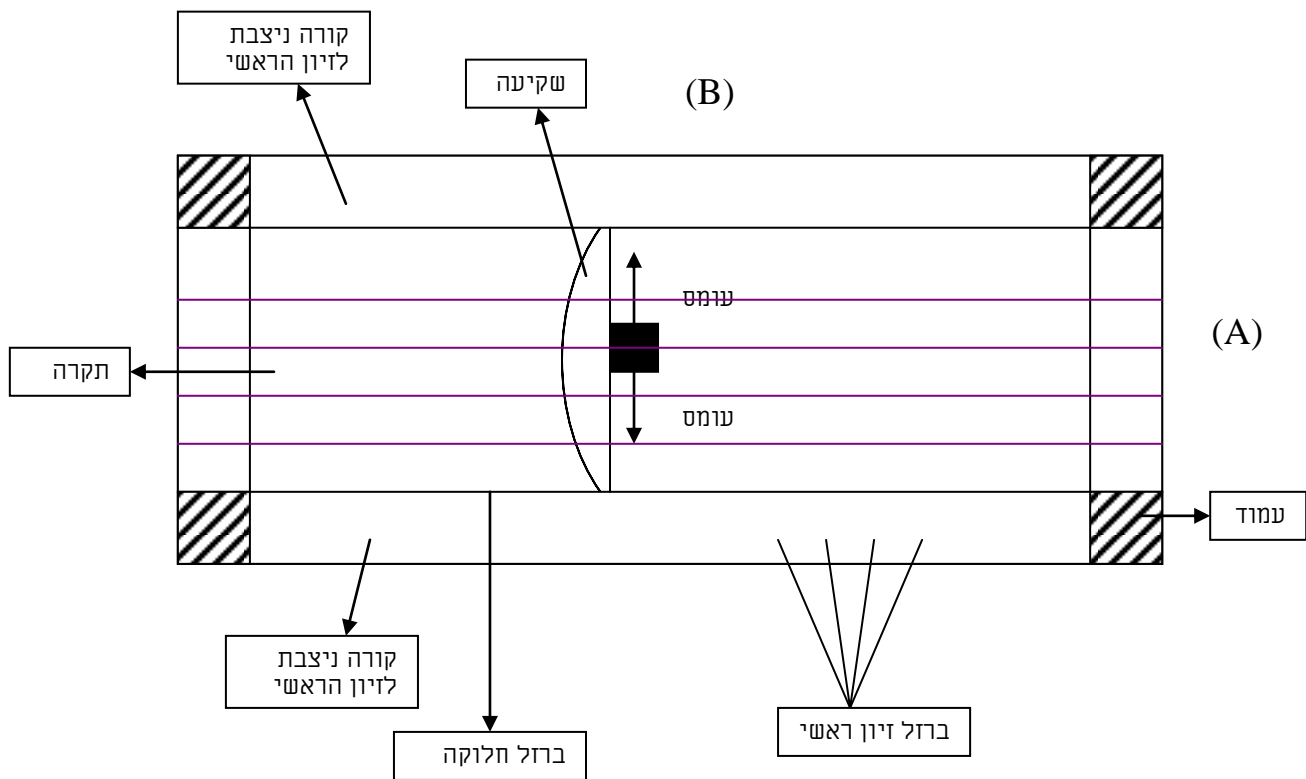
ב2 – תקרות קרום (תקרות בעובי דק).

ב3 – תקרות בעלות חתך מיוחד.

תקרה מקשית (יש לעיין בחוברת עמוד 10) בכיוון אחד עם קורות בולטות

תקרה מקשית: זוהי בעצם 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 הברזלים הראשיים ולעזור למוט זיון ראשי פגוע/או לגרום לחלוקת עומסים על שטח גדול יותר, במקרה שיש לנו 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: $25cm \div 10cm$

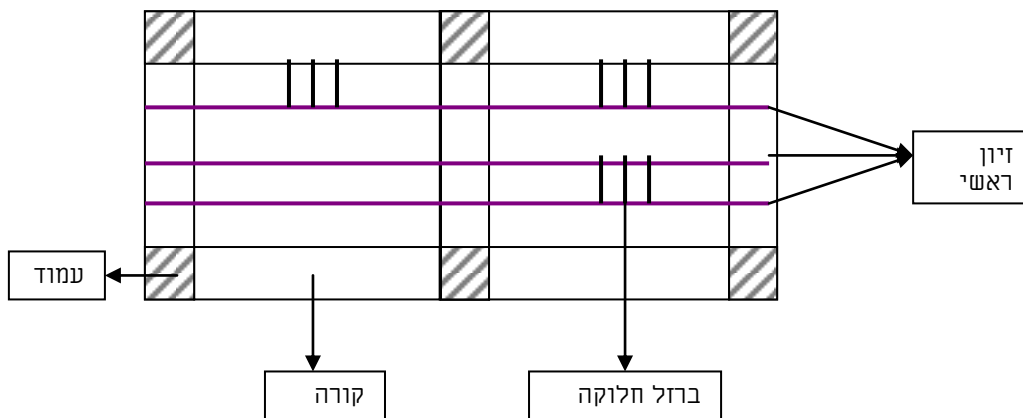
ע"פ הדוגמא לעיל: $h = \frac{L}{29} = \frac{500}{29} = 17cm$

מעבר לעובי 25 ס"מ התקרה הופכת לחריגה ואזי אנו נדרשים לבצע תקרה מסוג אחר.

תקרה נמשכת

סידור הברזל

דוגמא לתקרה: מבט על



ברזל החלוקה יהיה בכמות של 20% מן הכמות של הברזל הראשי.

לברזל פיגורה יש תפקיד אך ורק בזיון.

תקרה מקשית מתוחה בשני כיוונים נשענת על קורות בולטות "מצולבת"

זוהי תקרה שיש לה קורות בכל היקף התקרה, הזיון הראשי פרוס לשני כיוונים (X ו-Y).
היא אופטימלית כאשר מפתח X = מפתח Y.

הגבולות הכדאיים לתקרה מתוחה בשני כיוונים כאשר היחס: $0.6 \leq \frac{L_y}{L_x} \leq 1.6$

התקרה עשויה מפלטת בטון מזוין ומצטיינת בהעברת עומסים (נמצאת במקומות בהם קיים יחס ריבועי בין הצלעות) וכאשר יש דרישות מיוחדות כגון: מרחבים מוגנים, אז קירות הממ"ד משמשות במקום הקורות. כמו כן בחדר מכונות.

$$h = \frac{L}{32} \text{ עובי התקרה עפ"י יחס:}$$

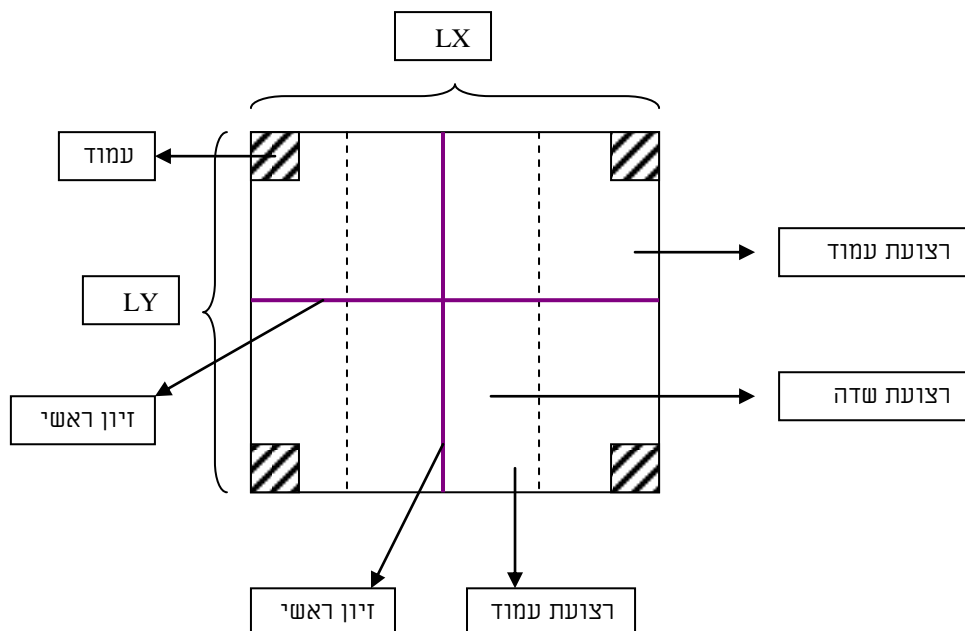
טווח העובי נע בין $10 \div 25 \text{ cm}$

תקרות מסוג זה דורשות כמות גדולה של זיון ובטון.

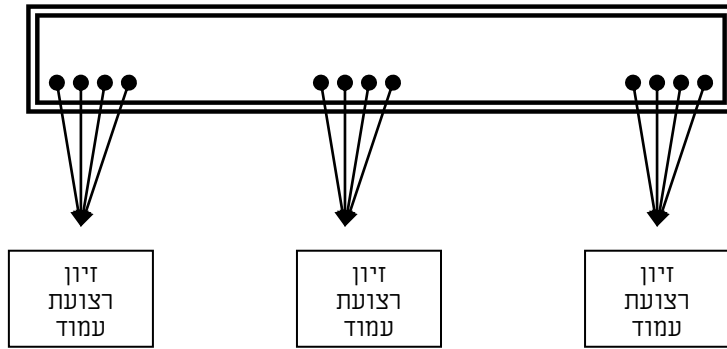
גבולות מפתח (סביר) עד 10 – 8 מטר.

תקרה מקשית בשני כיוונים "ללא קורות"

תקרה זו עבה יותר מן התקרה לעיל ויש בה זיון גדול יותר.



חתך הקורה:



רצועת עמוד: קטע מתוך התקרה שנמצא באזור העמודים ובו מרוכזת כמות גדולה יותר של מוטות זיון מאשר קטע אחר של התקרה. הזיון של הרצועה בשני הכיוונים למעשה יוצר קורה סמויה לשני הכיוונים.

העומסים ממרכז התקרה (מרכז השדה) לכיוון רצועת העמוד.

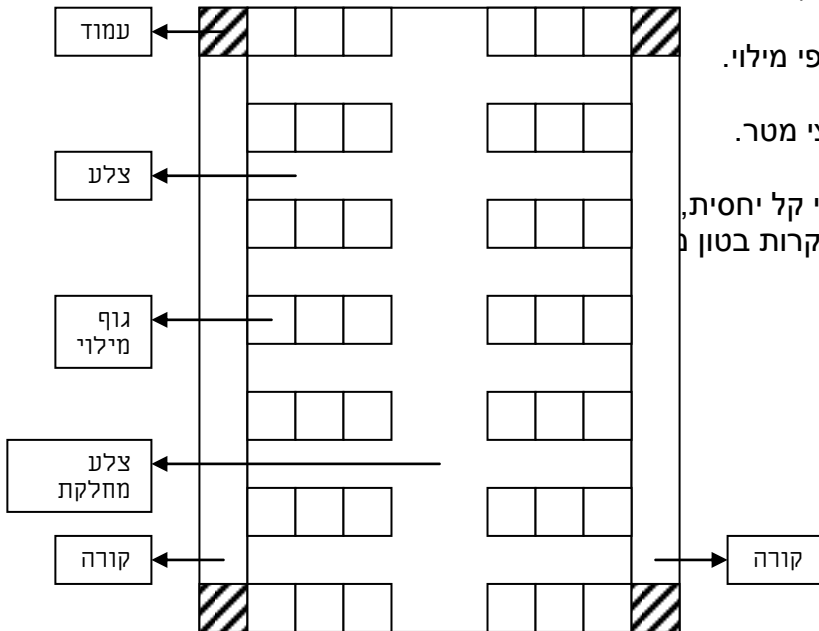
תקרה זו יחסית עבה לעומת תקרת קורות הנשענת עליהם, כמו כן היא יקרה (כספית).

$$h = \frac{L}{25} \text{ : (עובי): גובה התקרה}$$

תקרה זו מצטיינת בהעברת עומסים גדולים ועומסים דינמיים, מבצעים אותה כאשר אין אפשרות לבצע קורות בולטות בהיקף התקרה.

תקרות (המשך)

תקרת "צלעות" מתוחה בכיוון אחד ונשענת על קורות בולטות
(עמוד 11 בחוברת (מספור של יוסי))



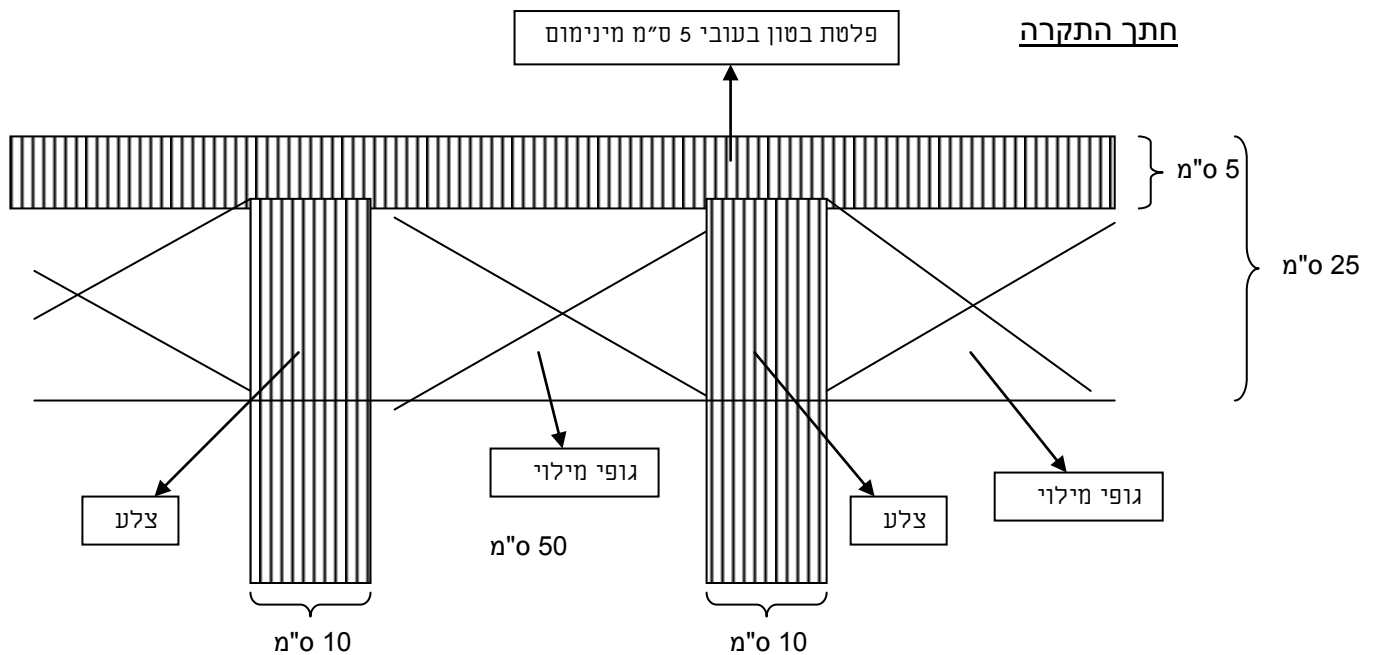
התקרה מורכבת מצלעות בטון וגופי מילוי.

המרווח בין צלעות הבטון הוא כחצי מטר.

עקב גופי המילוי בעלי משקל עצמי קל יחסית, נקבל תקרה שהיא קלה יותר (מתקרות בטון)

(עמוד 16 בחוברת לפי עדינה)

חתך התקרה



גופי מילוי

קיימים שני סוגים של גופי מילוי והם:

- בעלי משקל: בלוק איטונג (תוצר חול וסיד-בלוק עם חללי אוויר), בלוק בטון.
- חסרי משקל: בלוק קלקר (פוליסטירין מוקצף- קל קר) ו/או תבניות PVC שנשלפות לאחר היציקה ואז נקבל חללים ו/או ארגזי פח היוצרים חללים.

הזיון הראשי של התקרה נמצא בצלעות.

יתרון לתקרה: קלה לשינויים והעברת צנרת באזורים שאין בטון מזוין.
החסרון 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..

על כל הצלעות והבלוקים קיימת יציקה של פלטת בטון בשכבה של 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.

במרכז התקרה קיימת צלע מחלקת. תפקידה לעזור לחלוקת עומסים ליתר הצלעות וגם במידה ויש צלעות פגומות (זיון לא מספק, בטון לא מספק) למעשה היא מתפקדת 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 נוצקת במקשה אחת הכוללת את כל חלקיה.

(יש לעיין בחוברת בעמוד 11).

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)

דוגמא

באם יש בצלע ראשית זיון 16 מ"מ = 4 ס"מ, אזי בצלע המחלקת קיים: 2 ס"מ למעלה ו- 2 ס"מ למטה.

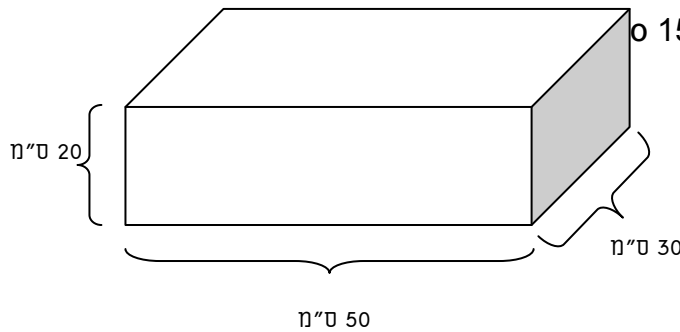
במפתחים שהם מעל 5 או 6 מטר, אנו משתמשים בתקרה מסוג זה ("צלעות" מתוחה בכיוון אחד על קורות בולטות).

התקרה מסוג זה נמצאת בדרך כלל בבניה מתועשת.

בעומסים דינמיים (כגון הצבת מכונה) תקרה זו בעייתית מאחר ויש בה צלעות וגופי מילוי (הנחת המכונה על אזורים של גופי מילוי אינה טובה).

עובי התקרה - מינימום

בלוק מילוי איטונג מסומן כך: 30 / 50 / 20 ועצם גובהו ובנוסף ליציקת הפלטה התקרה תגיע לגובה של 25 ס"מ.



בלוק איטונג מינימום: 14 - 15 ס"מ

פלטה: 5 - 6 ס"מ

תקרה זו עבה יותר אך גם קלה יותר (לעומת תקרה יצוקה - פלטה אחת).

$$h = \frac{L}{23}$$

מקדם עובי התקרה:

דוגמא לחישוב משקל עצמי של התקרה

תקרות מחשבים ע"פ 1 מ"ר טיפוסי.
 בדוגמא, תקרה מקשית. עוביה 20 ס"מ.
 משקל מרחבי של בטון: 2400 kg/m^3

$$2400 * 0.2 = 480 \text{ kg/m}^2 = \text{משקל של 1 מ"ר}$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times m = \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

הנחה: קיים ריצוף + חול בגובה 10 ס"מ במשקל מרחבי של 2000 kg/m^3

$$2000 \times 0.1 = 200 \text{ kg/m}^2 \text{ :זא}$$

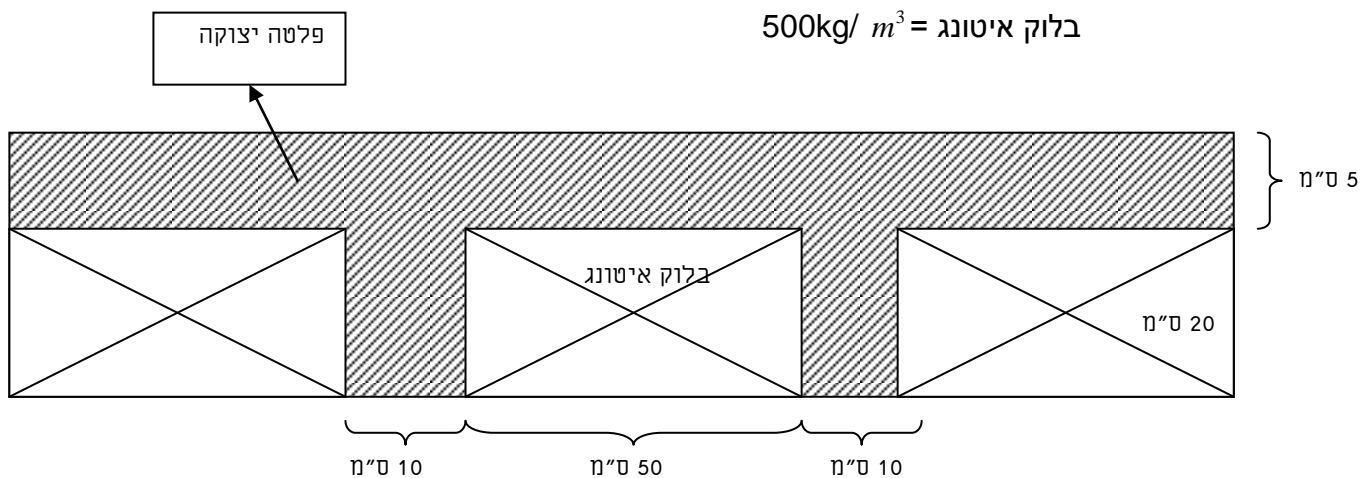
$$480 + 200 = 600 \text{ kg/m}^2 = \text{סה"כ המשקל (תקרה + ריצוף + חול)}$$

תרגיל לדוגמא

- א. נתונה תקרת צלעות עם מילוי בלוק איטונג. דרוש לחשב את המשקל העצמי של התקרה.
- ב. בהנחה שעל התקרה יש ריצוף ומחיצות כמו התקרה מטייחת, חשב את העומס הקבוע שפועל על התקרה.
- ג. בהנחה שהתקרה היא בית מגורים, חשב את עומס השרות שפועל על התקרה ואת התכן.

נתון: בטון $= 2400 \text{ kg/m}^3$ – משקל מטר טיפואי.

בלוק איטונג $= 500 \text{ kg/m}^3$



הסבר:

- צלע מחלקת מופיעה כל 2.5 מטר.
- דרוש לחשב את המשקל העצמי של התקרה (מטר טיפואי).

פלטה עליונה (יצוקה): $2400 \times 0.05 \text{ m} = 120 \text{ kg/m}^2$

צלעות הבטון: $\frac{0.1 \times 0.2}{0.6} \times 2400 = 80 \text{ kg/m}^2$ מרחק בין צירי בלוקי מילוי = 0.6

רוחב טיפואי צלע בטון ברצפה לעיל 10 ס"מ על 20 ס"מ

$$\frac{0.5 \times 0.2}{0.6} \times 500 \text{ kg/m}^3 = 83 \text{ kg/m}^2 \quad \text{גופי מילוי (למטר רצ):}$$

$$\frac{0.1 \times 0.2}{2.5 \text{ m}} \times 1900 = 15 \text{ kg/m}^2 \quad \text{צלע מחלקת:}$$

$$(1900 = 2400 \text{ הבטון} - 500 \text{ הבלוק})$$

$$120 + 80 + 83 + 15 = 298 \text{ kg/m}^2 \quad \text{סה"כ משקל עצמי של התקרה:}$$

הנחה: ריצוף 8 ס"מ (4 ס"מ חול במשקל מרחבי: 1600 kg/m^3)
 (4 ס"מ ריצוף במשקל מרחבי: 2000 kg/m^3)

הנחה: טיח בתחתית התקרה (5 ס"מ טיח במשקל מרחבי: 2000 kg/m^3)
 מחיצות (משקל = 100 kg/m^2)

חישוב: העומס הקבוע = משקל עצמי + ריצוף + טיח + מחיצות + תקרה.

$$\text{ריצוף + חול: } (0.04 \times 1600) + (0.04 \times 2000) = 144 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{טיח: } 0.015 \times 2000 = 30 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{מחיצות (נתון): } 100 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{תקרה (משקל עצמי): } 298 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{סה"כ עומס קבוע } \underline{\underline{572 \text{ kg/m}^2}}$$

מאחר והדירה מגורים אזי עפ"י תקן ישראלי ת"י-412

$$\underline{\underline{150 \text{ kg/m}^2}}$$

סה"כ עומס שרות 722 kg/m^2 (עומס קבוע + שימושי)

עומס תכן (מתוכנן) = קבוע $1.4 \times$ (מקדם בטחון)
עומס שימושי $1.6 \times$ (מקדם בטחון)

מקדמים 1.4 ו- 1.6 הינם מקדמים עפ"י ת"י-412.

עומס קבוע: $572 \times 1.4 = 800.8$

עומס שימושי: $150 \times 1.6 = 240.0$

סה"כ עומס תכן 1041 kg/m^2

(משקל עצמי תקרה + ריצוף + חול + טיח + מחיצות + שרות – מוכפל במקדמים)

שטח הצלעות מתוך כלל התקרה הוא: 20% ושטח המילוי 80%

תרגיל

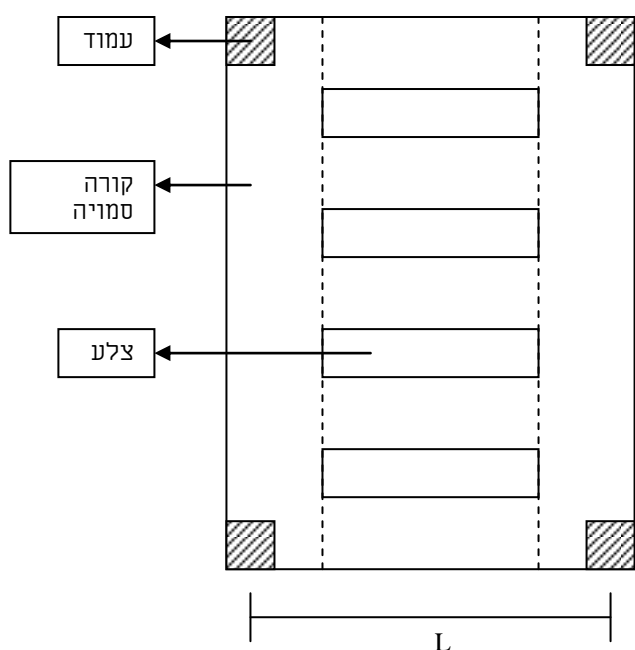
נתון: שטח תקרה 80 מ"ר $80 \times 0.8 = 64 \text{ m}^2$

בלוק איטונג 0.3×0.5

$$\frac{64 \text{ m}^2}{0.3 \times 0.5} = 426 \text{ blocks}$$

תקרת צלעות בכיוון אחד על קורות סמויות

תקרות אלה נמצאות במקומות בהם לא נרצה לקבל קורות בולטות. כמו כן דורשות יותר זיון ובטון והן עבות יותר.



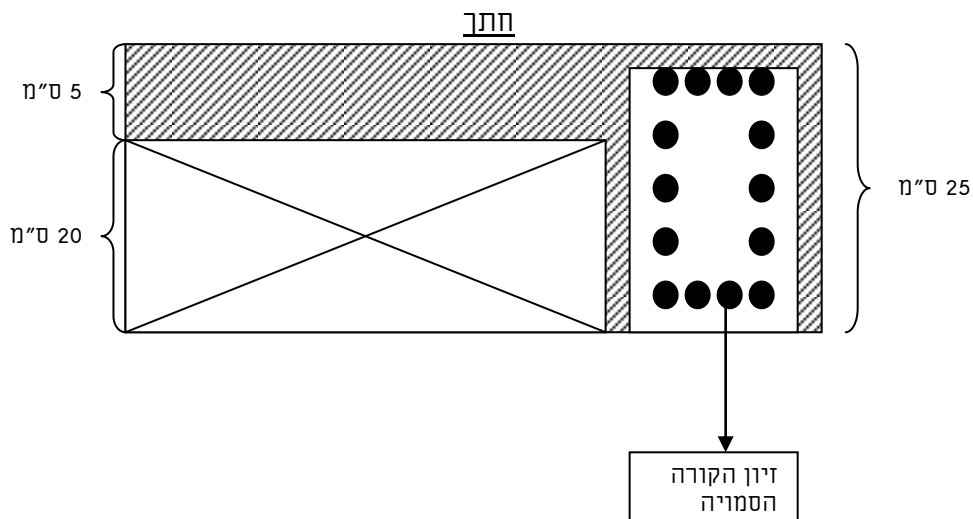
מקדם עובי הקורה: $h = \frac{L}{14}$

קורה סמויה (תקרה צלעות) = h
רוחב תקרה = L in cm

המפתח תפרס ממרכז העמודים.

בתקרה זו אפשר להגיע למפתחים של עד $13 \div 12$ מטר.

עובי התקרה $70 \div 80$ ס"מ.

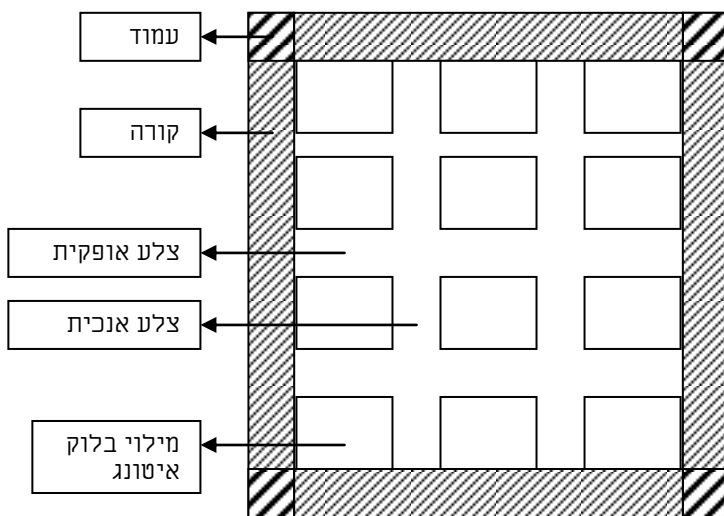


תקרת ערוגות – צלעות בשני כיוונים

תקרה בה הצלעות מסודרות בשני כיוונים (עמ' 12 בחוברת).

הצלעות נמצאות בכיוון אנכי ואופקי וזה מחייב קורות בכל היקף התקרה (קורות בולטות). תפקיד הקורות הבולטות הוא נקודת משען לצלעות.

העומס כאן בשני כיוונים X ו-Y



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

צורת התקרה היא ריבוע או מתקרבת לריבוע אך כאשר נעבור את הערכים הקיצוניים, נבדוק תקרה בכיוון אחד.

בתקרה זו נשתמש למבנה תעשייה, בתי חולים ועוד.

תקרה זו מצטיינת בהעברת עומסים.

$$h = \frac{L}{25} \text{ : עובי התקרה}$$

מפתח מינימלי: 5 ÷ 6 מטר ועד 11 ÷ 12 מטר.

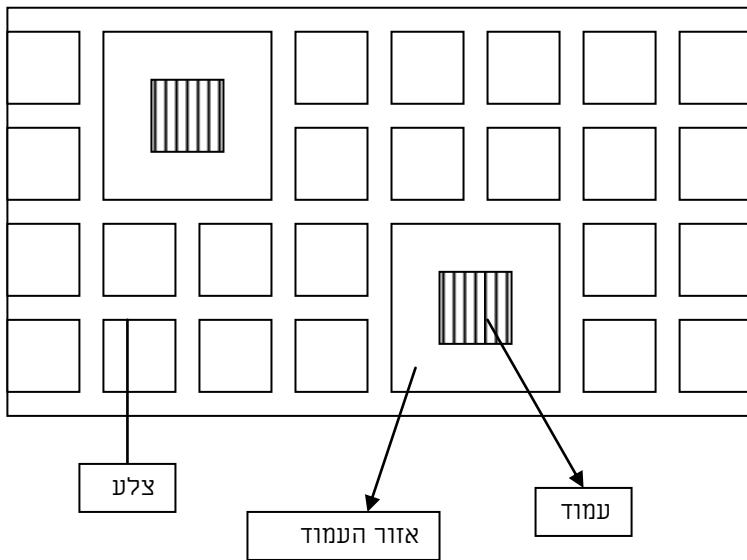
נמצא תקרה זו במקומות כגון: חניון, תעשייה, מקומות שיש סיכוי להעברת צנרת מבלי לפגוע בזיון הראשי.

בחישוב משקל עצמי של תקרה זו (למטר טיפוסי) אנו מתייחסים לצלע כל 50 ס"מ או 60 ס"מ – כפי שביצענו בדוגמא לעיל (במקום לחלק ב- 2.5 מ' נחלק ב- 0.6 מ').

החסרון לתקרה: עבודה הדורשת זמן רב בסידור: הזיון, בלוקי מילוי בשני כיוונים.

בחניונים נשתמש בגופים חסרי משקל לצורך מילוי ואזי נשלוף אותם ונקבל צלעות בולטות לכל התקרה.

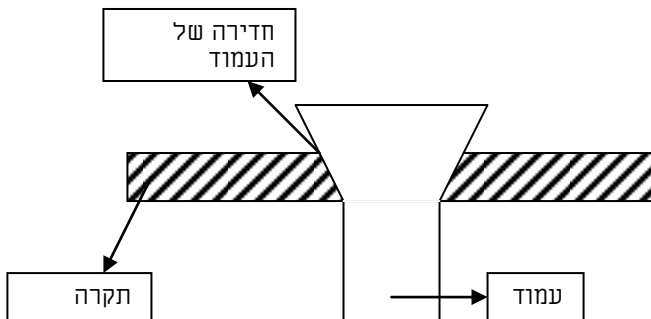
תקרת ערוגות ללא קורות



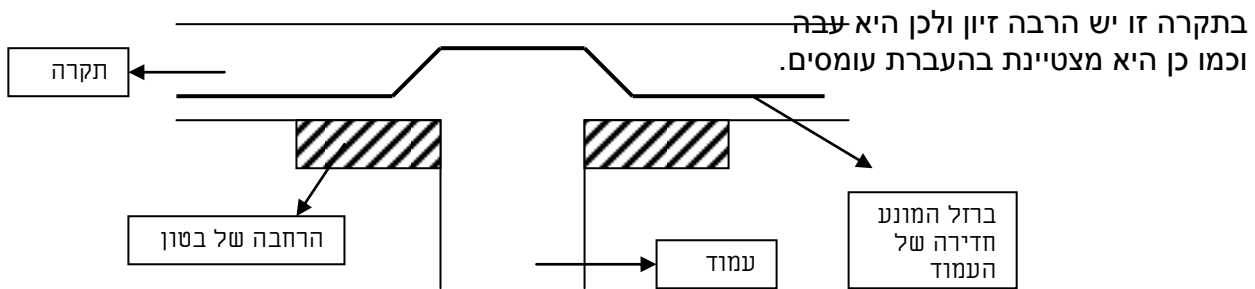
הצלעות בתקרה לשני הכיוונים.

באזור העמודים נבטל המילוי.

הזיון הראשי בכמות גדולה בסביבת אזור העמוד, ולמעשה אזורים אל משמשים כרצועת עמוד ואילו האזורים כרצועת שדה.



חסרון: העמוד רוצה לחדור את התקרה ולכן מתגברים את הבטון סביבת העמוד.



בתקרה זו יש הרבה זיון ולכן היא עבה וכמו כן היא מצטיינת בהעברת עומסים.

תקרה זו נמצאת במקומות שאין אפשרות לבצע קורות (כגון חניונים).

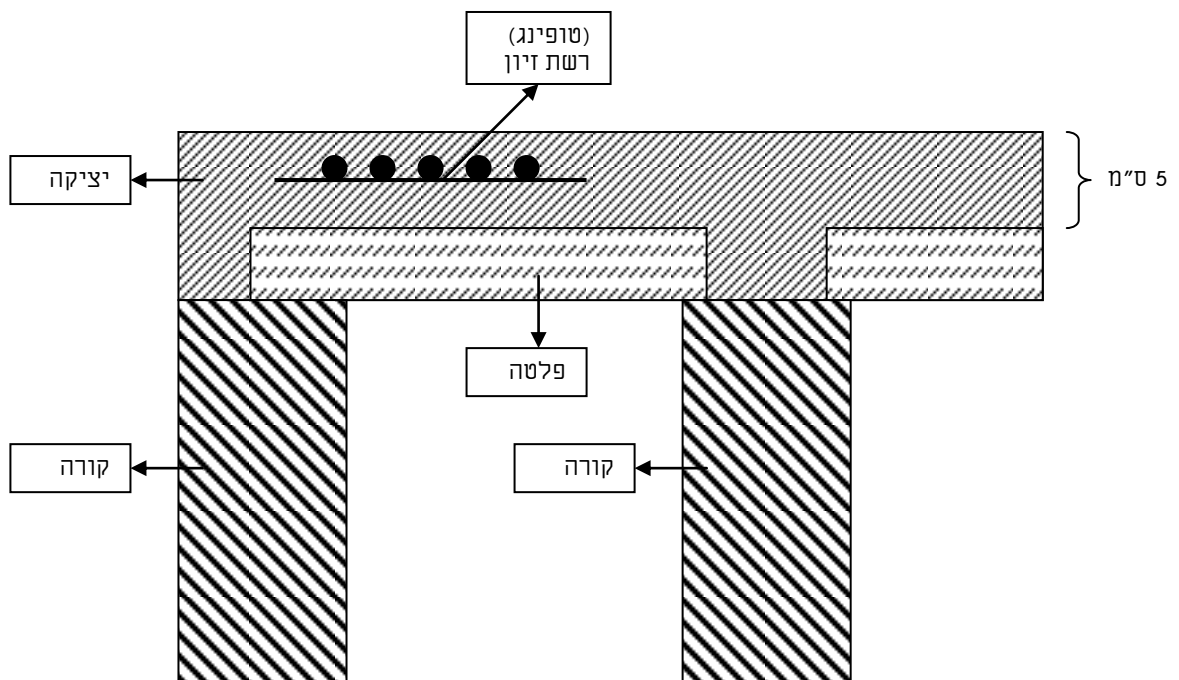
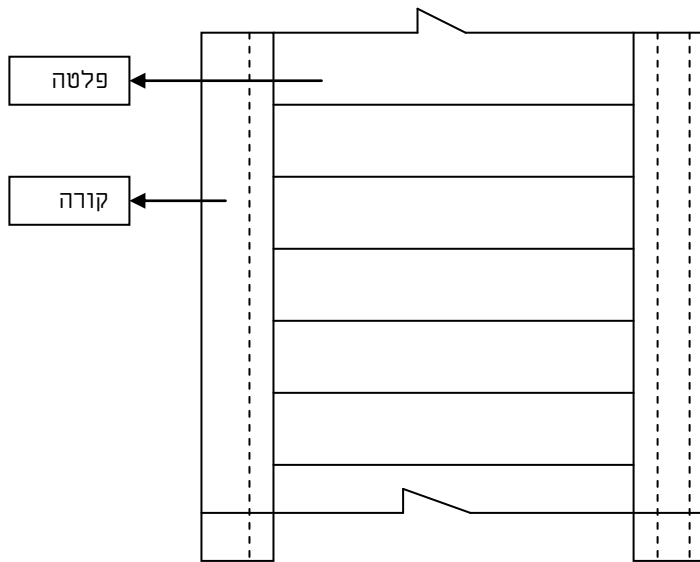
$$h = \frac{L}{18} \text{ עובי התקרה:}$$

נשתמש בתבניות PVC ליצירת החללים בגודל 40 X 40 ס"מ או 50 X 50 ס"מ.

תקרה מפלטות שטוחות טרומיות (דרוכות)

הפלטות הדרוכות מובאות לאתר ומונחות על הקורות עם מרחק העשנה של 10 ס"מ.

באתר מבצעים יציקה של 5 ס"מ "טופינג" על גבי הפלטות הדרוכות עם רשת זיון (טופינג של הרשת לקשור כל הפלטות).



היתרון בשיטה:

1. אין צורך להכין תבנית ליציקת התקרה.
2. חסכון בזמן מאחר והכל מגיע מוכן.
3. חסכון בכוח אדם.

בתקרה זו חייבים בקורות באתר וזאת על מנת להכין עליהן את הפלטות.

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

רוחב פלטה: 120 ס"מ, 90 ס"מ, 60 ס"מ.

משתמשים בתקרה זו למפתחים של: $3m \leq L \leq 15.5m$

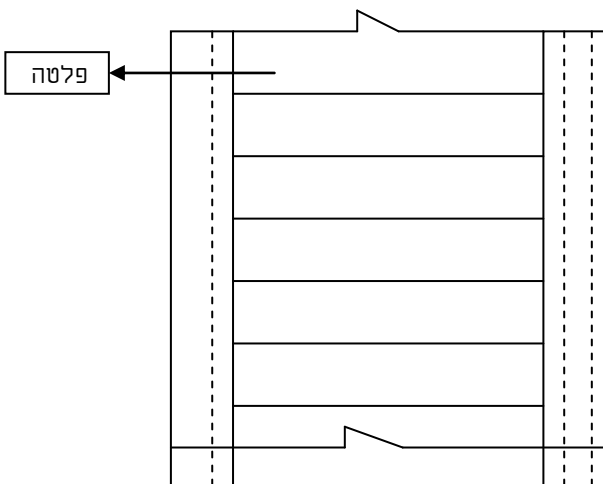
תקרה זו נמצאת במבני ציבור ותעשייה.

התקרה מצטיינת בהעברת עומסים.

בנקודות הקצה של התקרה ניתן כיסוי בטון (מאחר ויש פער בין רוחב הפלטה לבין רוחב התקרה).

התקרה מתאימה למבני ציבור או מבנים שיש הרבה חזרה של אותו אלמנט.

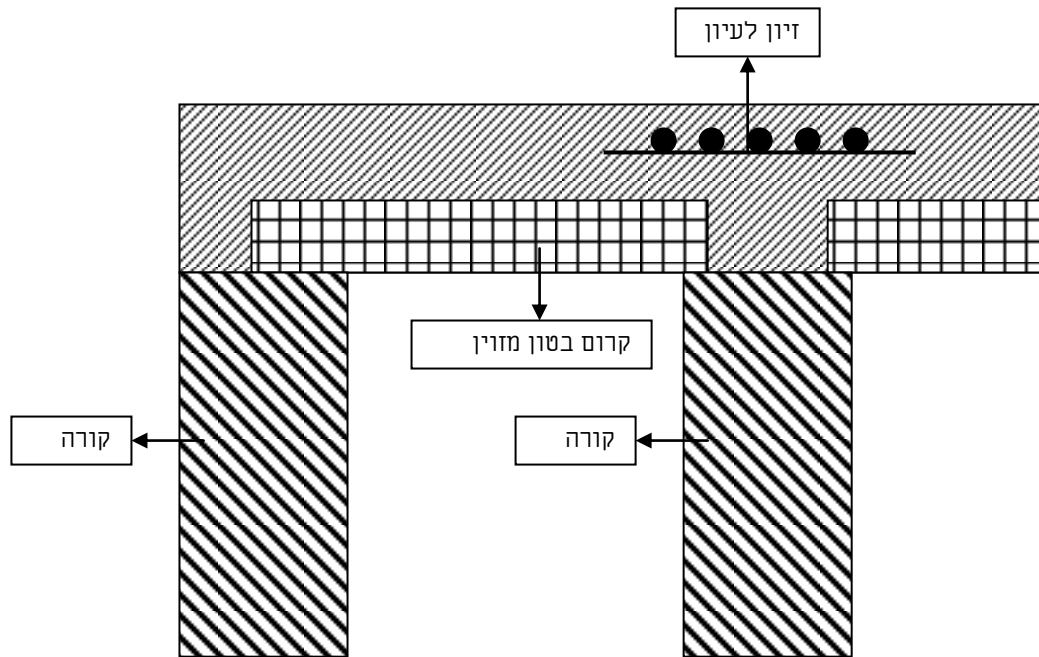
תקרת קרום טרומית מבטון מזוין



(עמ' 13 בחוברת אצל יוסי- 20 אצל עדינה)

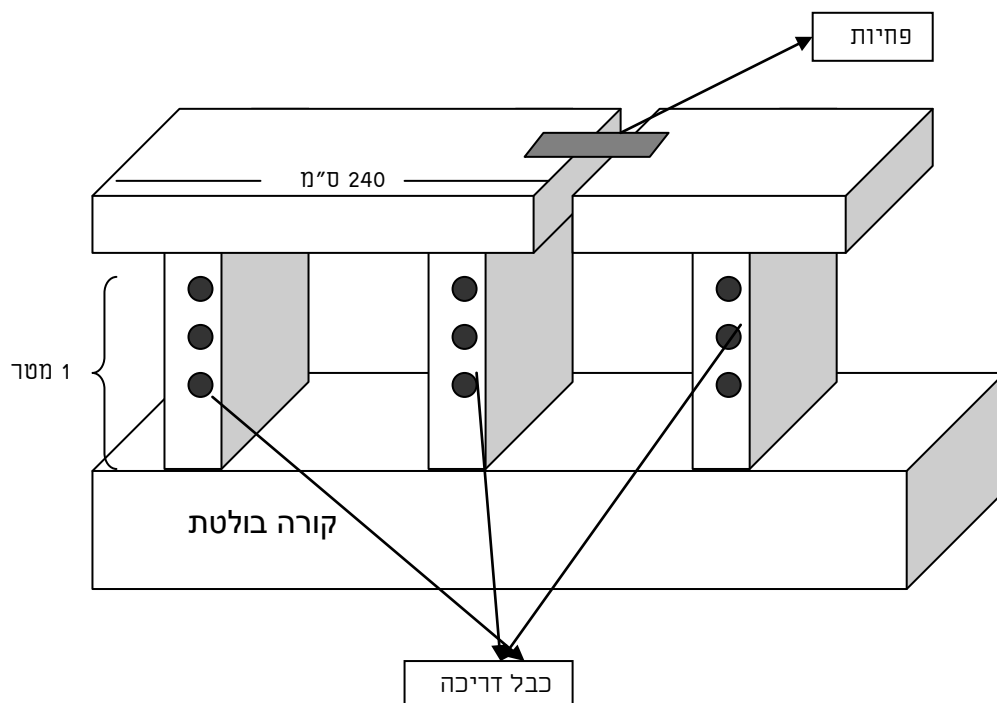
- הפלטה דקה 5-8 ס"מ ועליה שכבה עבה של בטון
- המפתחים של התקרה 5 מ'.
- השלמת היציקה מתבצעת באתר.
- הקרום יכול להיות דרוך ולא דרוך, תלוי בעומסי
- הקרום משמש גם כזיון תחתון וגם משמש כתבון

- התקרה נמצאת במקומות בהם אין אפשרות לשים תחתית.
- העובי הכללי של התקרה: עפ"י דרישה בטווח שבין 15 ל- 55 ס"מ.



תקרות דרוכות בחתך קמץ כפול

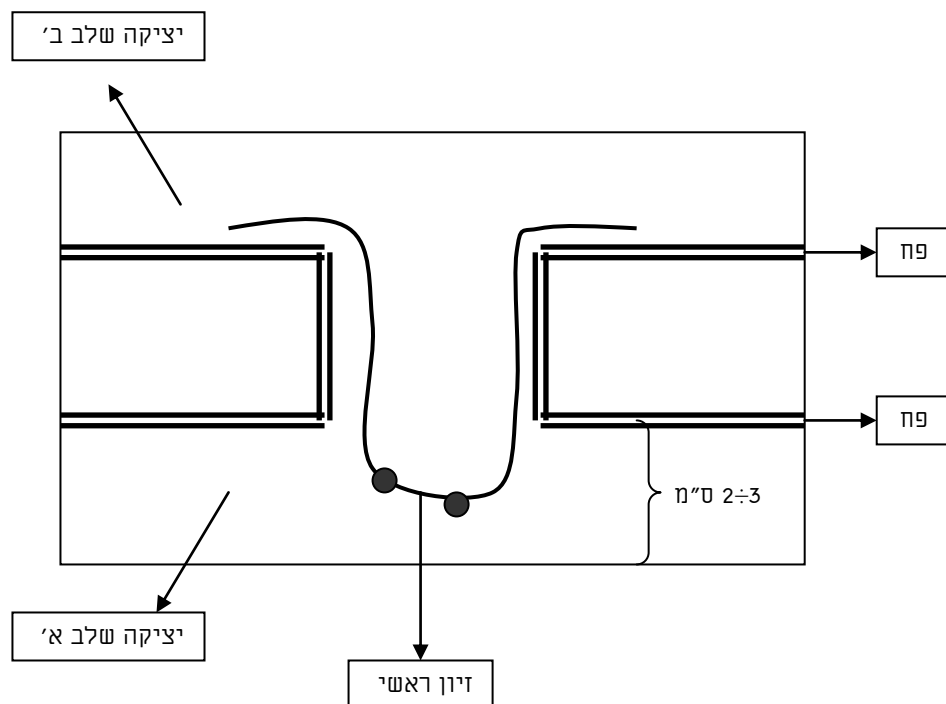
מצטיינת במפתחים גדולים עד 15 מטר (סביר). אפשרות עד 20 מטר.



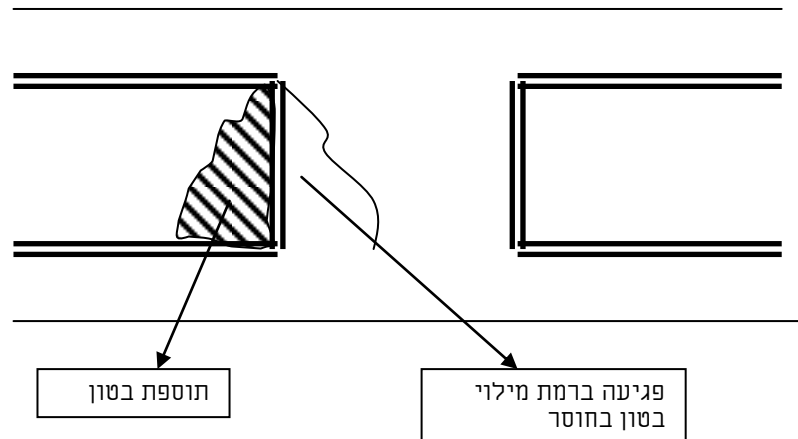
על הפלטות מבצעים יציקה משלימה המחברת בן הפלטות.
 נמצא תקרה זו באולמות תיאטרון.
 אלמנטים אלה רגישים לעומסים דינמיים (ריקודים, אימונים אירוביים ועוד).
 היתרון: גישור על פער של מרחקים גדולים (מתאים לאולם שמחות). מהירות ביצוע (בנית גשרים בכביש).
 החיבור בין הפלטות יחובר על ידי ריתוך פחיות.

תקרת פל-קל

תקרה עם פלטה עליונה ותחתונה.
 הפחים לא היו מספיק מעוגנים ביציקה התחתונה בשעת היציקה.



- בשעת היציקה עם חולשו של הפח נוצר מצב של:
- תוספת בטון עקב התכופפות הפח פנימה לחלל.
 - חוסר בטון מאחר והפח נגס ברוחב הצלע.



הפח לא עובר דרך הזיון הראשי למטה ולכן נמנעה קשירה לחלק העליון (לעומת מצב שבו יש חישוב רגיל).

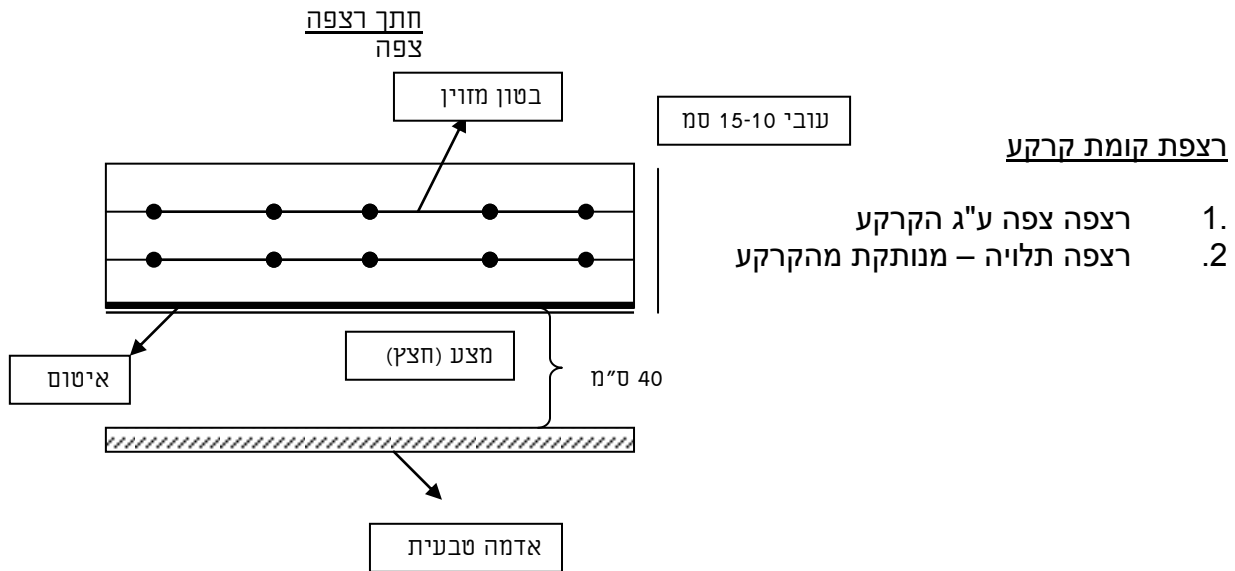
במרווח הזמן שבין יציקת שלב א' ליציקת שלב ב', הבטון בחלק התחתון נסדק (נגזר), נגרמת הפרדות בין השכבה העליונה לשכבת היציקה התחתונה.

הפח הוא פח רציף ללא צלעות מחלקות וזהו חסרון.

בהרבה מקרים קיים אוויר בין הפח לבטון ואז למעשה הפח לא משמש כחישוב.

פתרון לתיקון

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

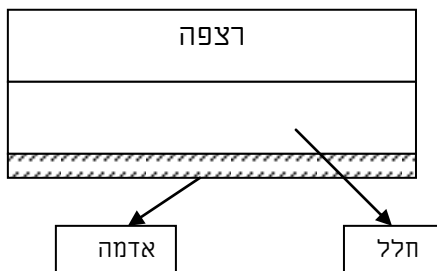


כאשר קרקע טובה לביסוס (לא משנה נפחה), אפשר לבצע את הרצפה ישירות על הקרקע והיא נקראת "רצפה צפה".

ביצוע רצפה צפה

- רצפה – בטון מזוין
- מצע – חצצים בגובה 40 ס"מ. מתחת לחצצים אדמה טבעית.
- עובי הרצפה – $10 \div 15$ ס"מ

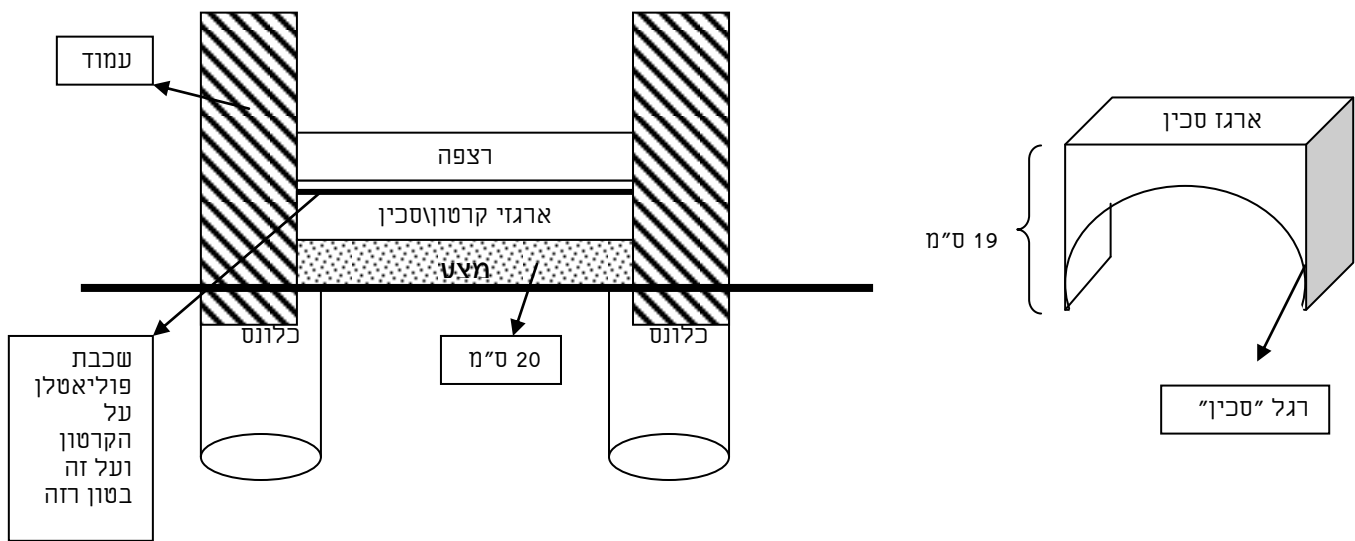
רצפה תלויה



כאשר הקרקע לא טובה לביסוס ואנו צריכים לנתק את הרצפה מן הקרקע, רצפה זו נקראת "רצפה תלויה".

על הקרקע מסדרים שכבה של מצע בד"כ 20 ס"מ.

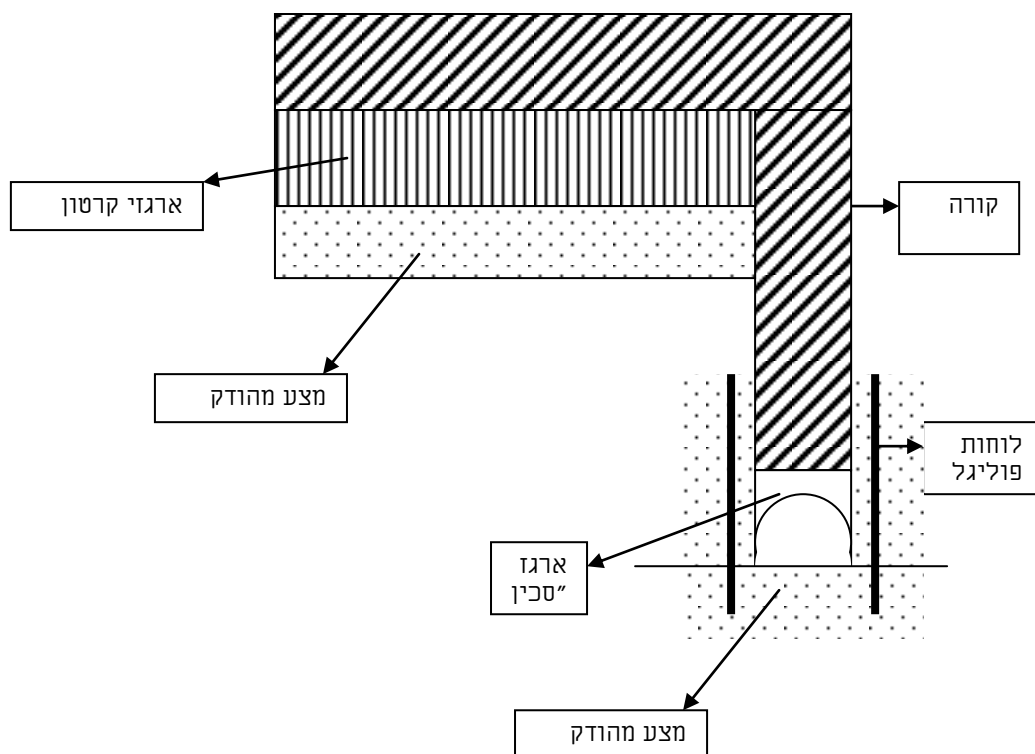
כאשר האדמה מתרוממת, הארגזים נדחקים לכיוון הרצפה (בטון) ואזי רגלי הסכין של הארגז נשברות. הארגז עשוי קלקר או קרטון.

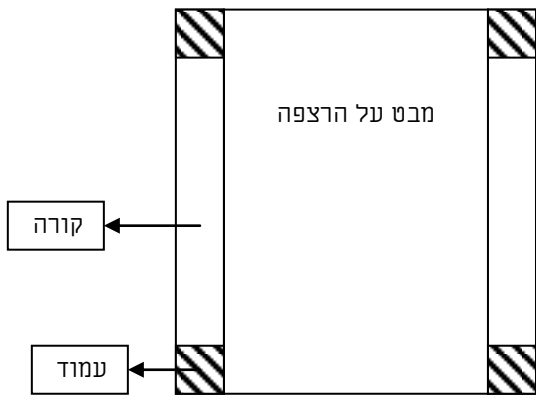


מעל לארגזי קלקר או קרטון יש שכבת איטום מפוליאטלין מעל לשכבת הבידוד ניצוק שכבת בטון רזה בגובה 5 ס"מ על מנת ליצור משטח עבודה להכנת הזיון לרצפה.

התפקיד של ארגזי הסכין או ארגזי קרטון הוא להחזיק את היציקה של הרצפה בשלב הבניה. לאחר היציקה אין שימוש בארגזי הקרטון. מאחר והאדמה מתנפחת (גשמים) והארגזים נלחצים, אזי עם הזמן נקבל חלל אויר בין המצע לבין הרצפה.

חתך רצפה





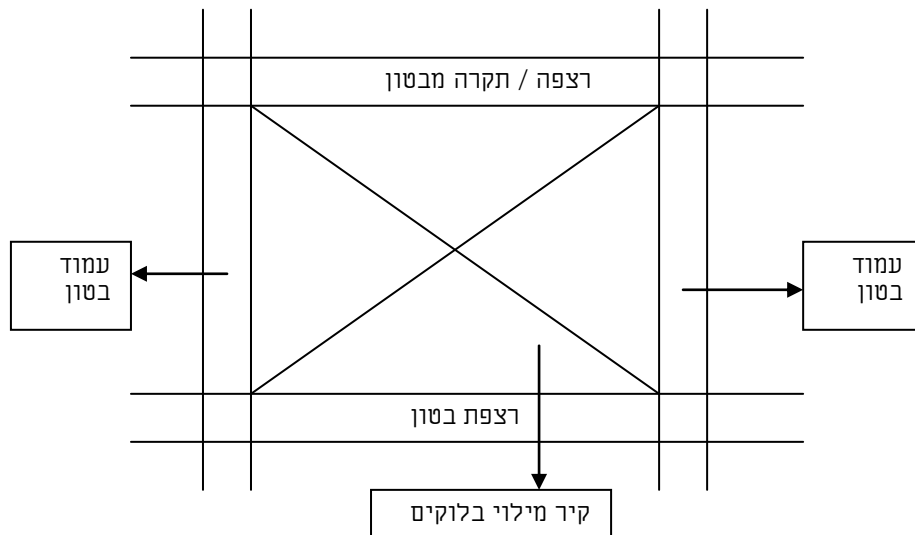
הקורה תפוסה בשני העמודים בכל צד.
לאחר היציקה נוצר למעשה חלל בין הקורה לבין האדמה.

קירות ומחיצות

א. חלוקה ראשונה

קירות נושאים ושאינם נושאים

"קיר נושא" – תפקידו כעמוד ומשתתף בהעברת עומסי הבניין מקומה לקומה עד למפלס היסודות. הקירות הנושאים חזקים וקשיחים משאר הקירות בבניין. בדרך כלל קיר נושא עשוי מבטון מזוין (2 רשתות זיון), לעומת זאת קירות שאינם נושאים הם אינם משתתפים בהעברת העומסים. קירות אלו בנויים מבלוקי מילוי למיניהם (איטונג-בטון) והם נבנים לאחר ביצוע השלד.



בדרך כלל לפני הריסת קיר יש לבדוק אם הוא נושא או לא נושא, בין אם הוא מבטון או מבלוקים.

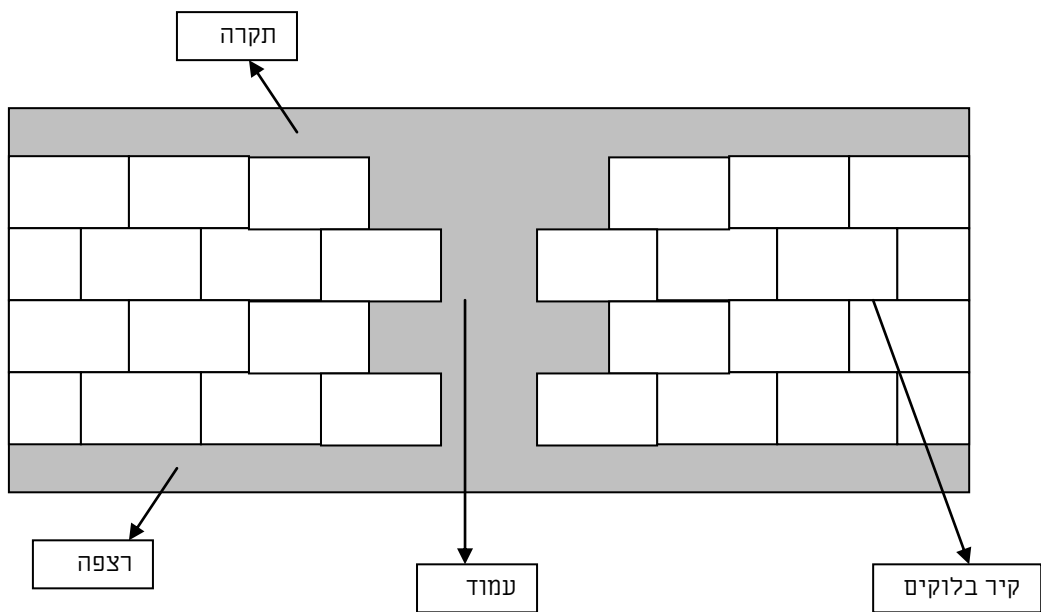
ב. חלוקה שניה

קירות המבוצעים לפני יציקת השלד
קירות המבוצעים לאחר יציקת השלד

קירות לפני

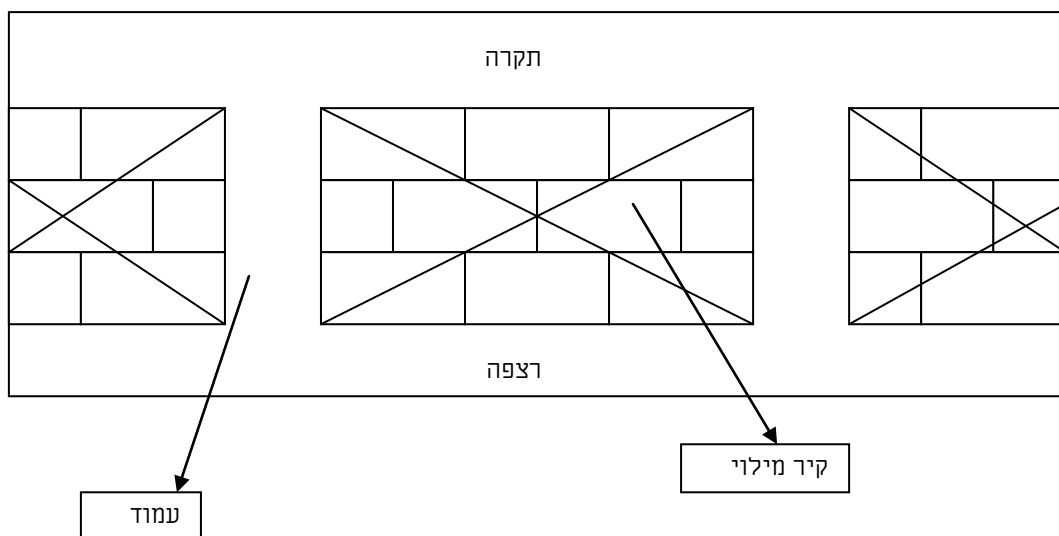
מסדרים את הקירות לפני יציקת התקרה הבאה בתור (מעל). כאן נקבל קירות שהם משתתפים בהעברת עומסים.

“קיר שטראדזות”



קירות אחרי יציקת השלד

יוצקים את שלד הבניין כולל רצפות, תקרות ועמודים, לאחר מכן משלימים את כל הקירות החיצוניים והפנימיים.



ג. חלוקה לפי חומרי בניה

שיטה רטובה – בטון מזוין, בלוקים

רטובה: שיטה בה בונים את רוב הקירות בבניין (בעבודה עם חומרים: בטון מזוין ויציקות, בלוקים ובטון או איטונג טיט וכו'). עבודות אלה יכולות להיות פנימיות או חיצוניות. (מרכיב הרטיבות דומיננטי בכל העבודות האלה).

שיטה יבשה – גבס, זכוכית

יבשה: מחיצות מגבס או זכוכית (או שניהם יחד). השלד מבוצע ואח"כ הרכבה של לוחות הגבס או הזכוכית (עבודה נקיה).

ד. חלוקה לפי ייעוד הקיר

קירות חוץ וקירות פנים

קירות חוץ: קירות אלה מגינים על חלל הפנים מקור וחום. כמו כן הן המראה החיצוני של המבנה. עובי הקירות האלה לפחות 20 ס"מ. קיים ת"י 1045 (בידוד טרמי) ועפ"י אזורים בארץ נקבל את התקן.

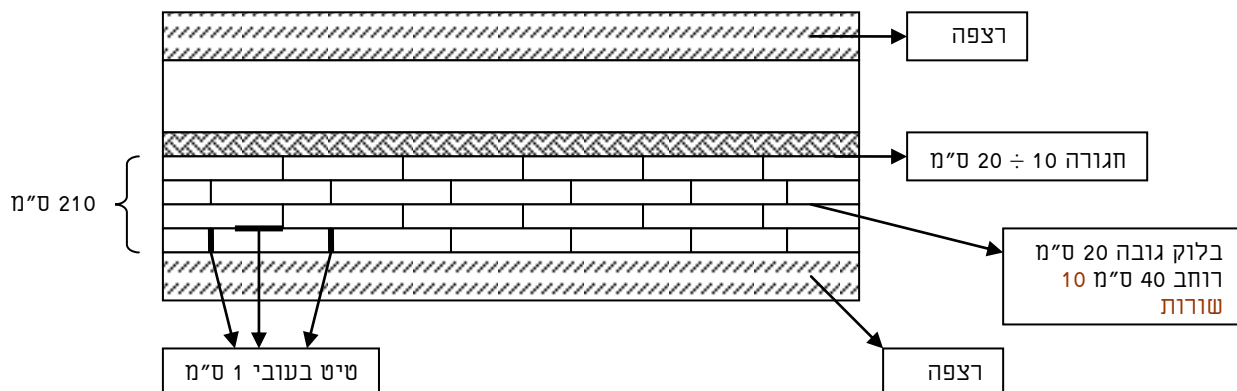
קירות פנים: קירות המחלקים את החלל בדירה / משרד / מפעל ועוד. בדרך כלל נדרשים לעמוד בפני דרישות אקוסטיות. עובי הקירות $7 \div 10$ ס"מ. לחומרים מהם נבנה את הקירות יש תקן.

בניית קיר בלוקים

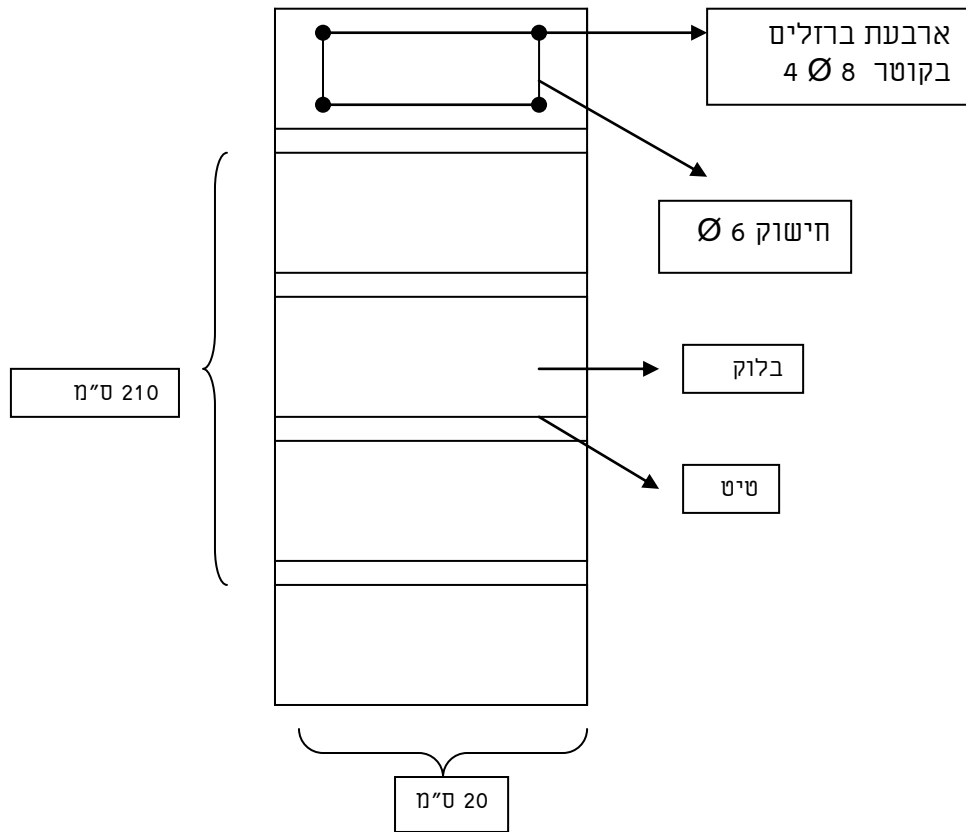
התקן אומר שלכל 10 שורות של בלוקים צריכה להיות חגורת בטון בגובה של 210 ס"מ
 $10 \times (1 + 20) = 210$

חגורת בטון זו נמשכת לכל אורך הקיר.

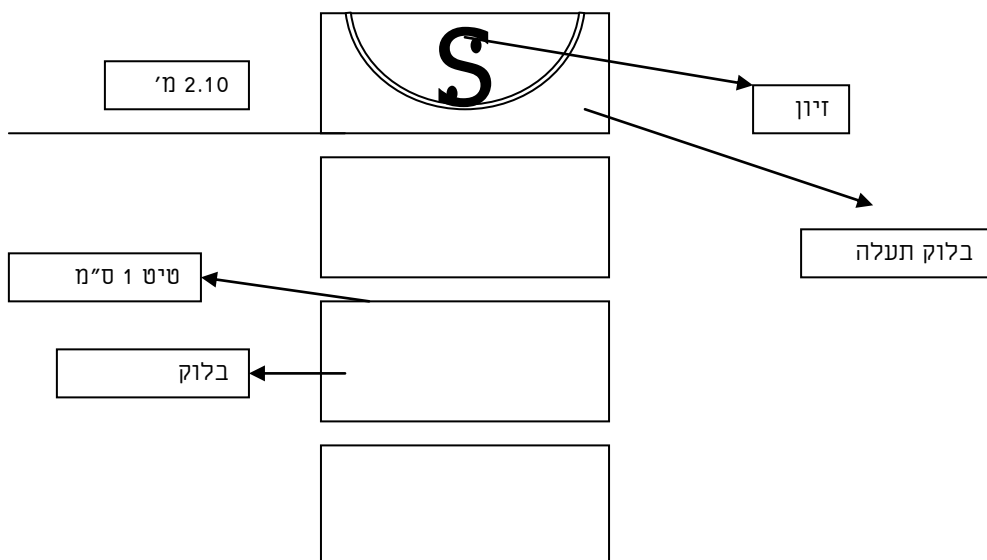
תפקיד החגורה: להקנות הקשחה לקיר שעומד כנגד כוחות אופקיים.



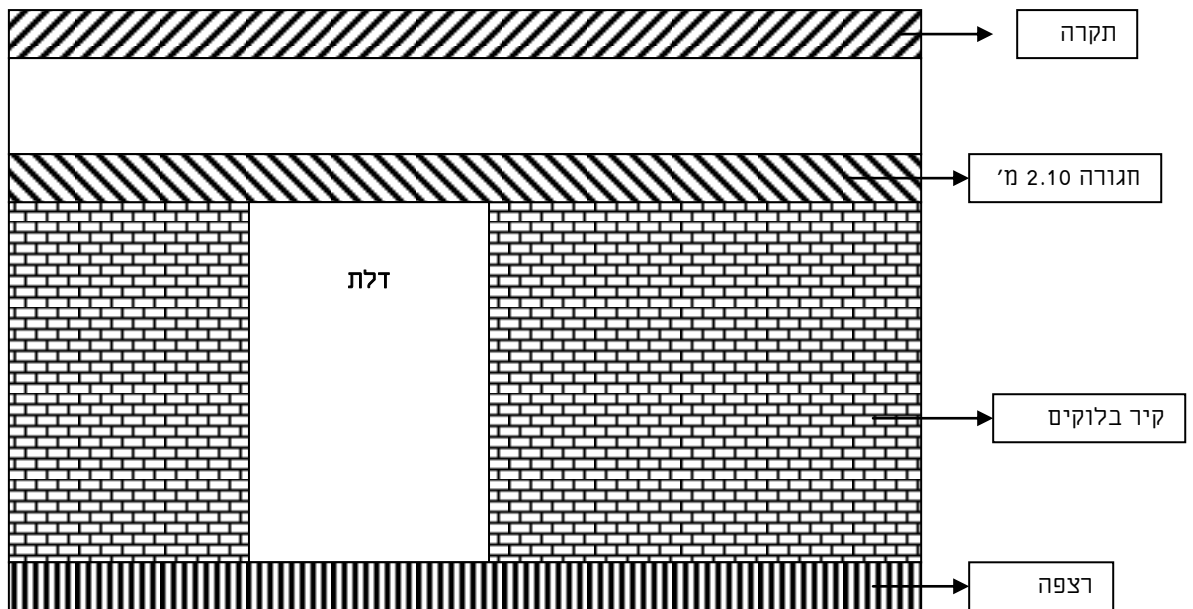
חתך החגורה



אפשרות נוספת לבלוק תעלה

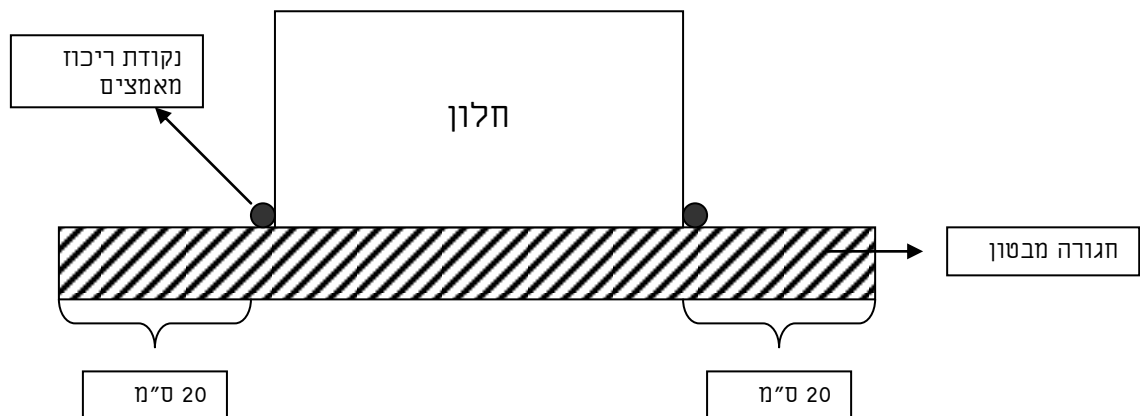


החגורה בדרך כלל בגובה של 210 מטר מן הרצפה לכן גובה הדלת בדרך כלל 210 ס"מ.



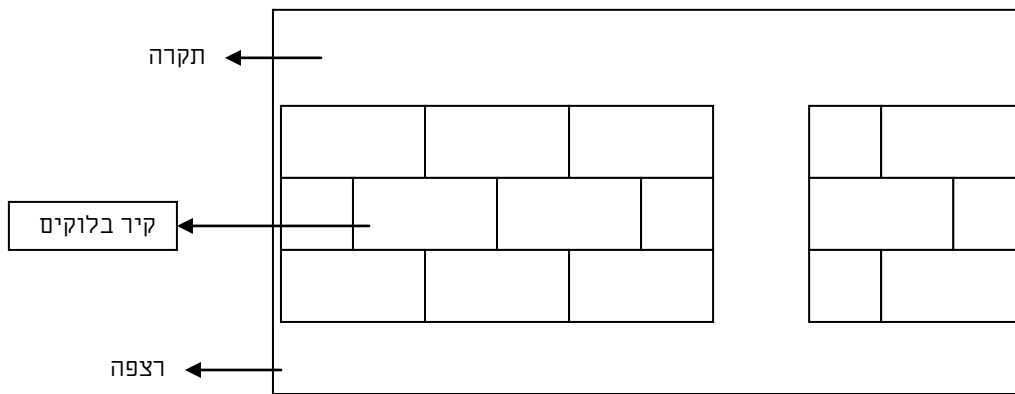
חלון

מתחת לחלון יש חגורות בטון הנמשכות 20 ס"מ לכל צד. תפקידה לפזר את העומסים אשר מתנקזים לפינת החלון ולכן החגורה מתחת לחלון משמשת למעשה כקורה.



חגורות אנכיות לקיר בלוקים

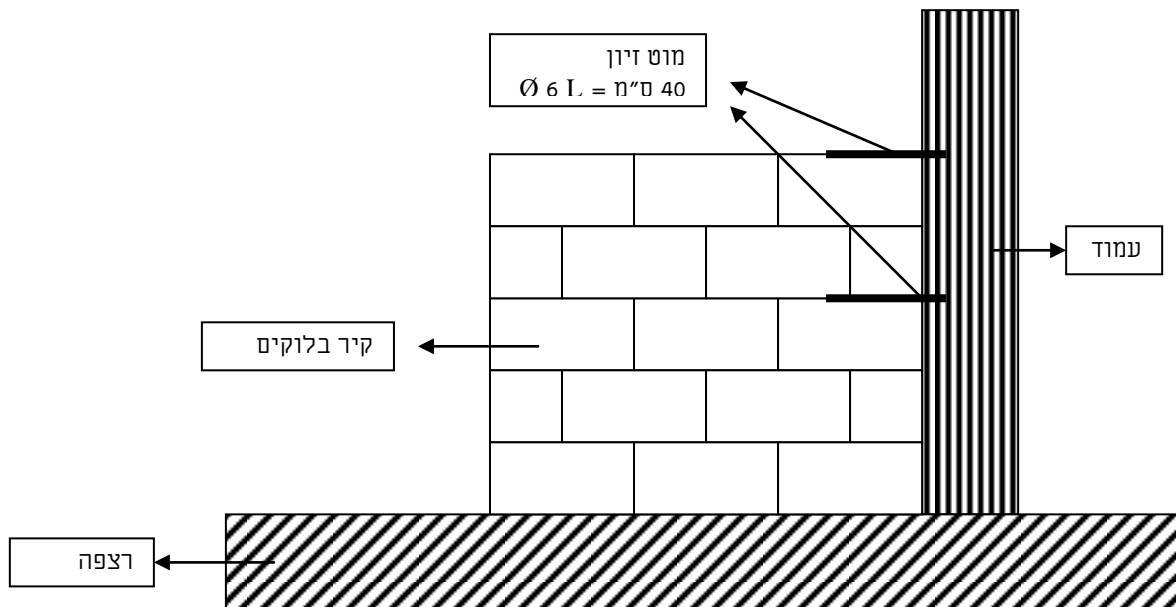
לפי התקן, אנו עושים חגורת הקשחה אנכית במרחקים של 3.5 מטר. חגורה זאת נעשית לאחר בנית השלד. עובי החגורה כעובי הקיר. החגורה מחוברת ע"י קוצים לתקרה ולרצפה.



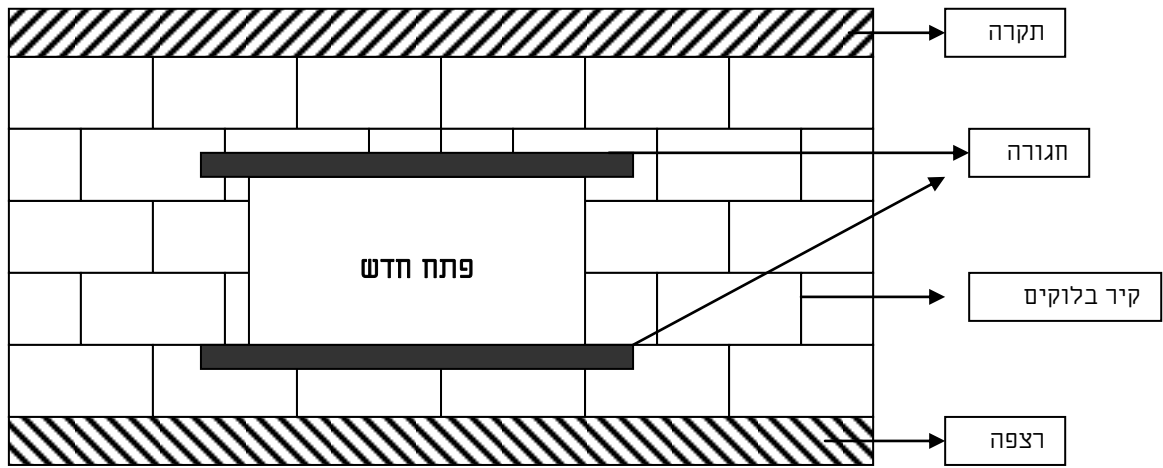
בכל בלוק שני מחדירים מוט זיון, לפחות בקוטר $\varnothing 6$ מ"מ באורך 40 ס"מ. חלקו האחד של המוט מוחדר לעמוד וחלקו השני מונח על גבי הבלוק.

מאחר והעמוד (בטון) והקיר (איטונג) מתנהגים באופן שונה כאשר קיימים הבדלי טמפרטורות, אזי המוט מבצע קשירה ומונע סדק בין הקיר לעמוד.

הערה: במבני ציבור מחויבים לעשות מוט זיון לקישור בין העמוד לקיר הבלוקים.



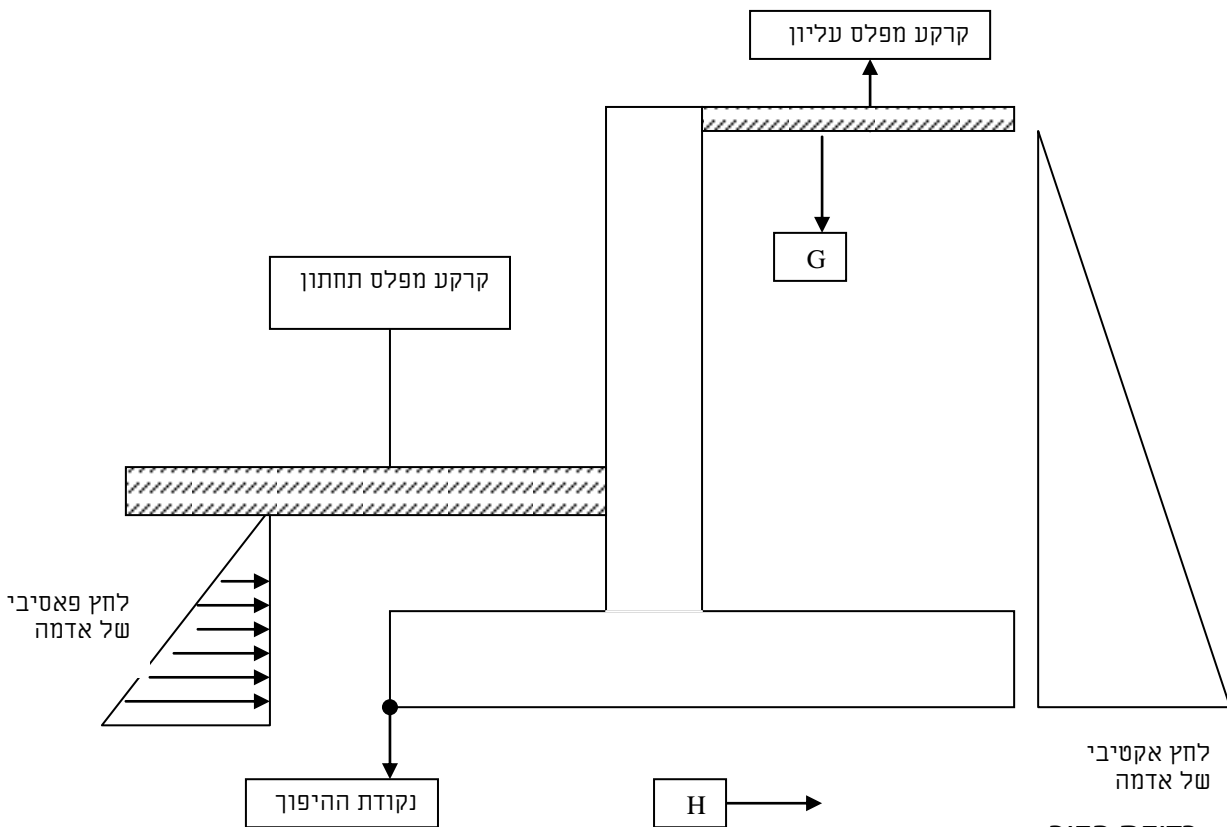
הערה: פתיחת קיר מחייבת חגורה או כל תמיכה אחרת מעל הפתח.



קירות תומכים

1. קיר תומך מבטון מזוין – זיזי (גמיש)
2. קיר כובד
3. קירות שיגומים – דיפון

כאשר יוצרים הפרש מפלס בקרקע או קיים בפועל, על מנת שהאדמה במפלס הגבוה לא תתמוטט לכיוון המפלס הנמוך, יש לבצע תמיכה של הקרקע. לדוגמא: כביש במפלס התחתון.



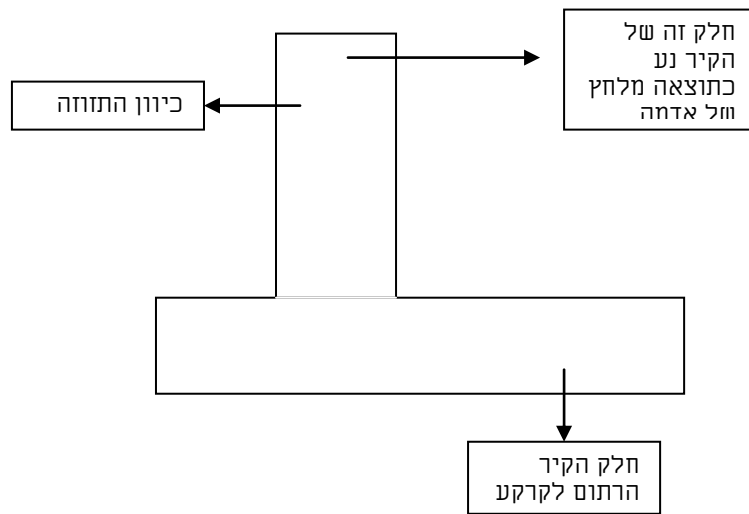
בדיקת הקיר

- א. החלקה
- ב. היפוך
- ג. מאמצים בתחתית הקיר

כיצד הקיר עובד?

צד אחד תומך אדמה (החלק האנכי), האדמה למעשה מתנהגת כמו לחץ הידרוסטטי, ולכן ככל שאנו יורדים בעומק הלחץ האופקי גדל.

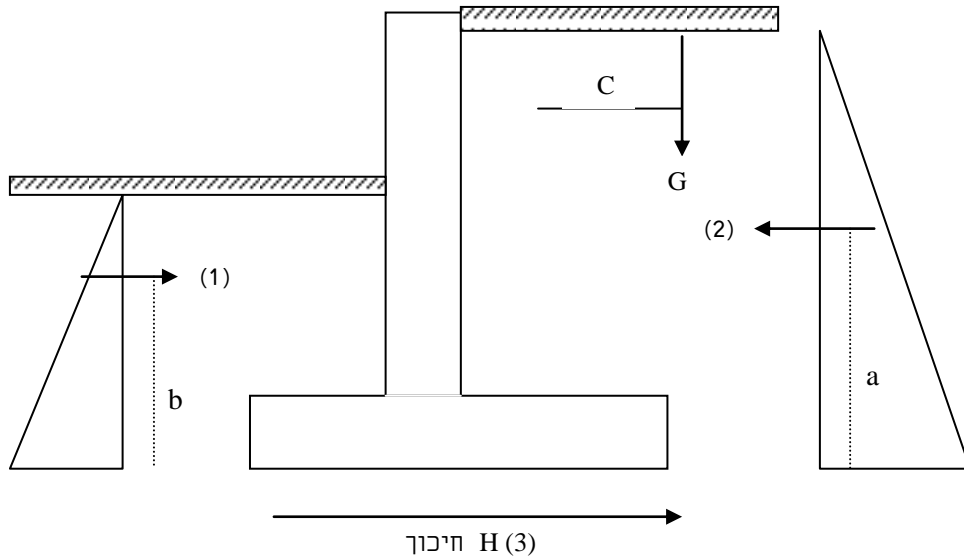
האדמה בצד הקיר מפעילה לחץ אקטיבי ורוצה ליפול למפלס הנמוך. מצד שני, מאחר והאדמה לוחצת את הקיר, הקיר "זז" מעט ולוחץ את האדמה במפלס התחתון, האדמה במפלס התחתון מחזירה לחץ פאסיבי.



א. החלקה

למשולש הגדול (האופקי) יש שקול הפועל בערך בשליש גובה המשולש ומסומן באות (a).
 כמו כן במשולש הקטן ומסומן באות (b).

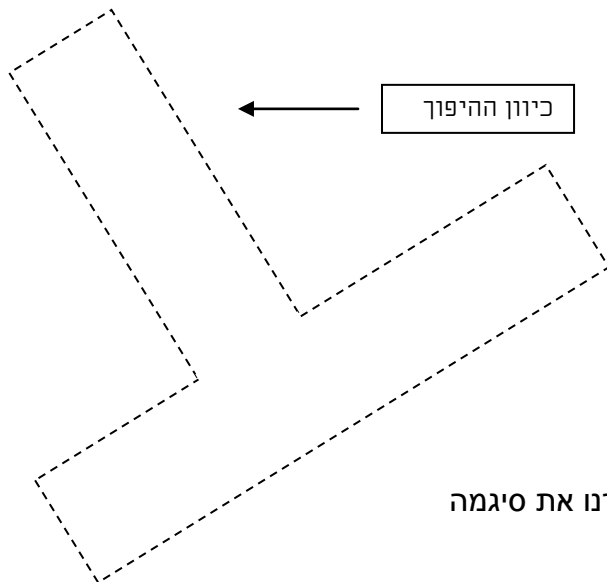
לכן: כוח (אקטיבי 2) < כוח (חיכוך) 3 + כוח 1 (פסיבי)



ב. היפוך

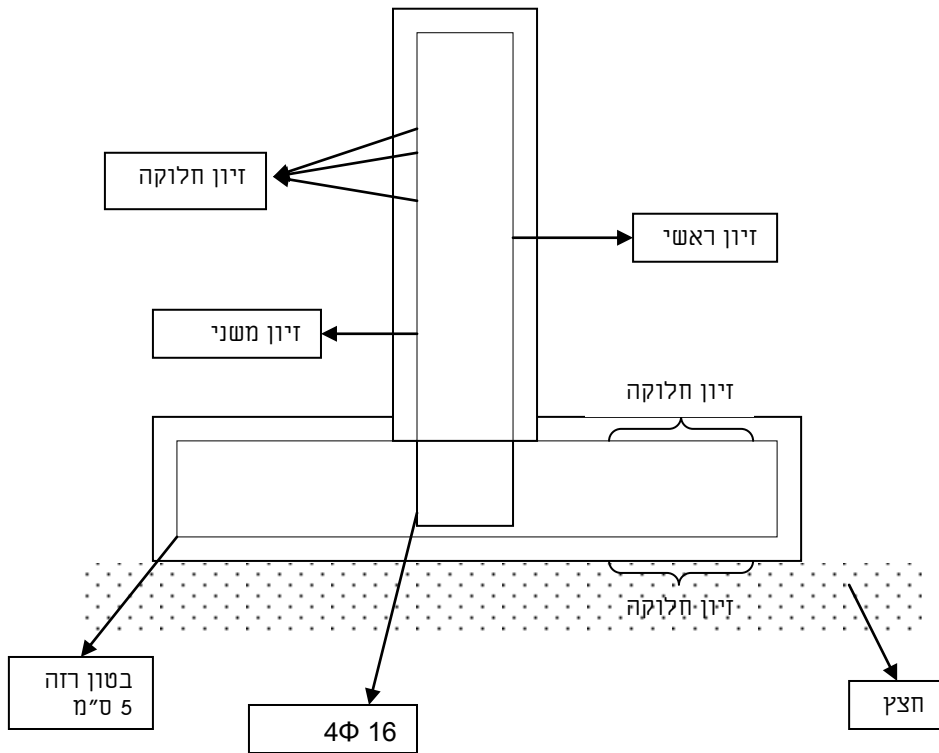
כוח 2 מנסה להפוך את הקיר

$$b + G \cdot C > 2a$$

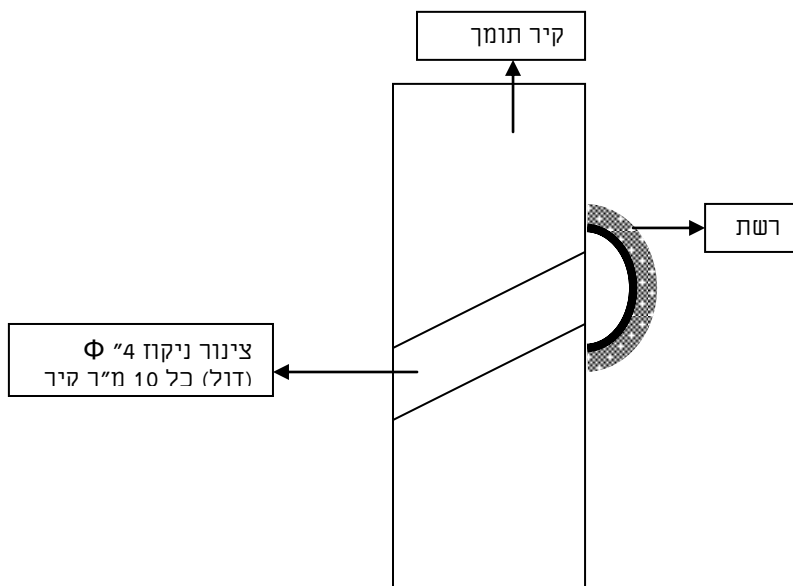


הערה: את רגל הקיר בודקים שלא עברנו את סיגמה
 קרקע מותר (מסק)

הזיון לקיר תומך

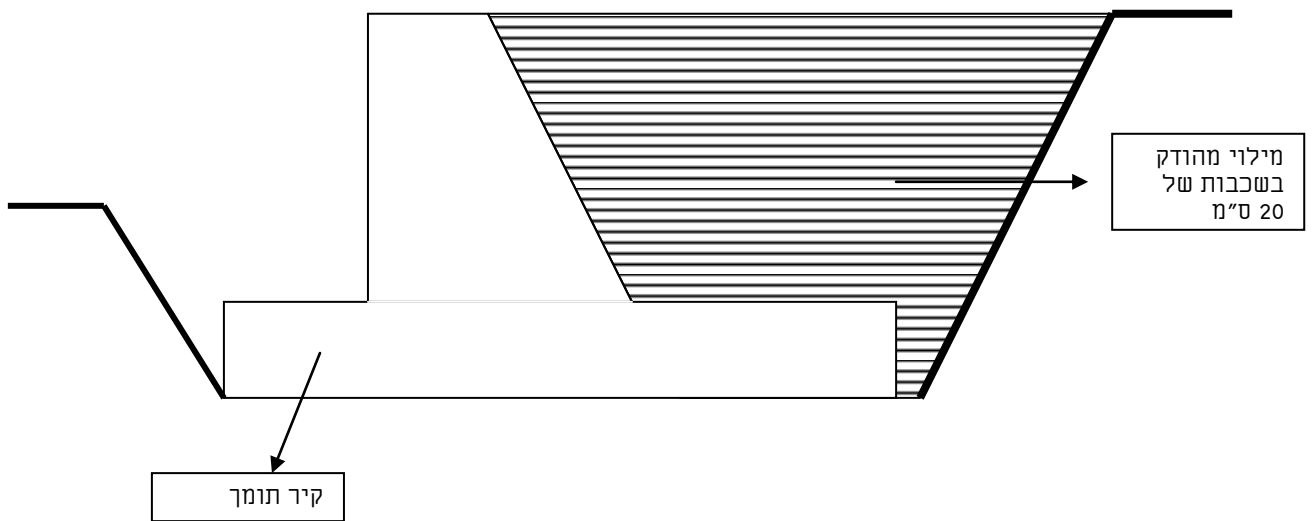
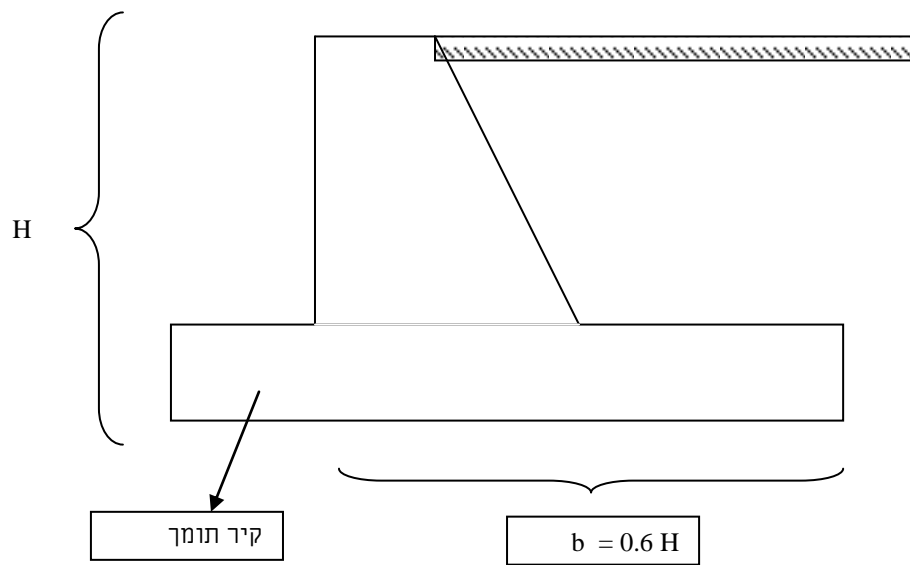


- יש לקחת בחשבון מים שיוורדים בגשמים ולכן אנו עושים צינור ניקוז של 4 (דול) לכל 10 מ"ר קיר (מניעת לחץ נוסף).
- החצץ מונע מן האדמה לברוח.
- רשת למנוע סתימה של הצנרת.

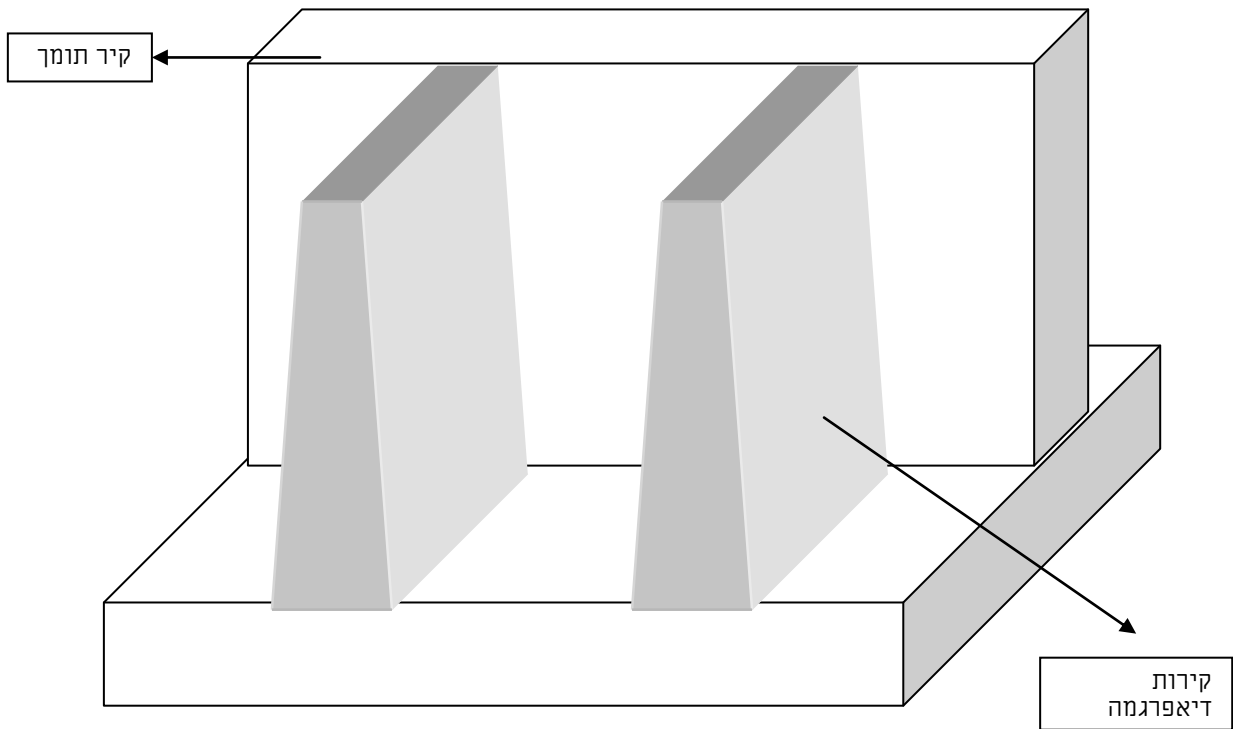


בגובה שמעל 5 – 4 מטר אזי עושים את הקיר בצורת טרפז בגבהים $3 \div 7$ מטר.

היחס הנדרש ל (B) : $b = 0.6H$

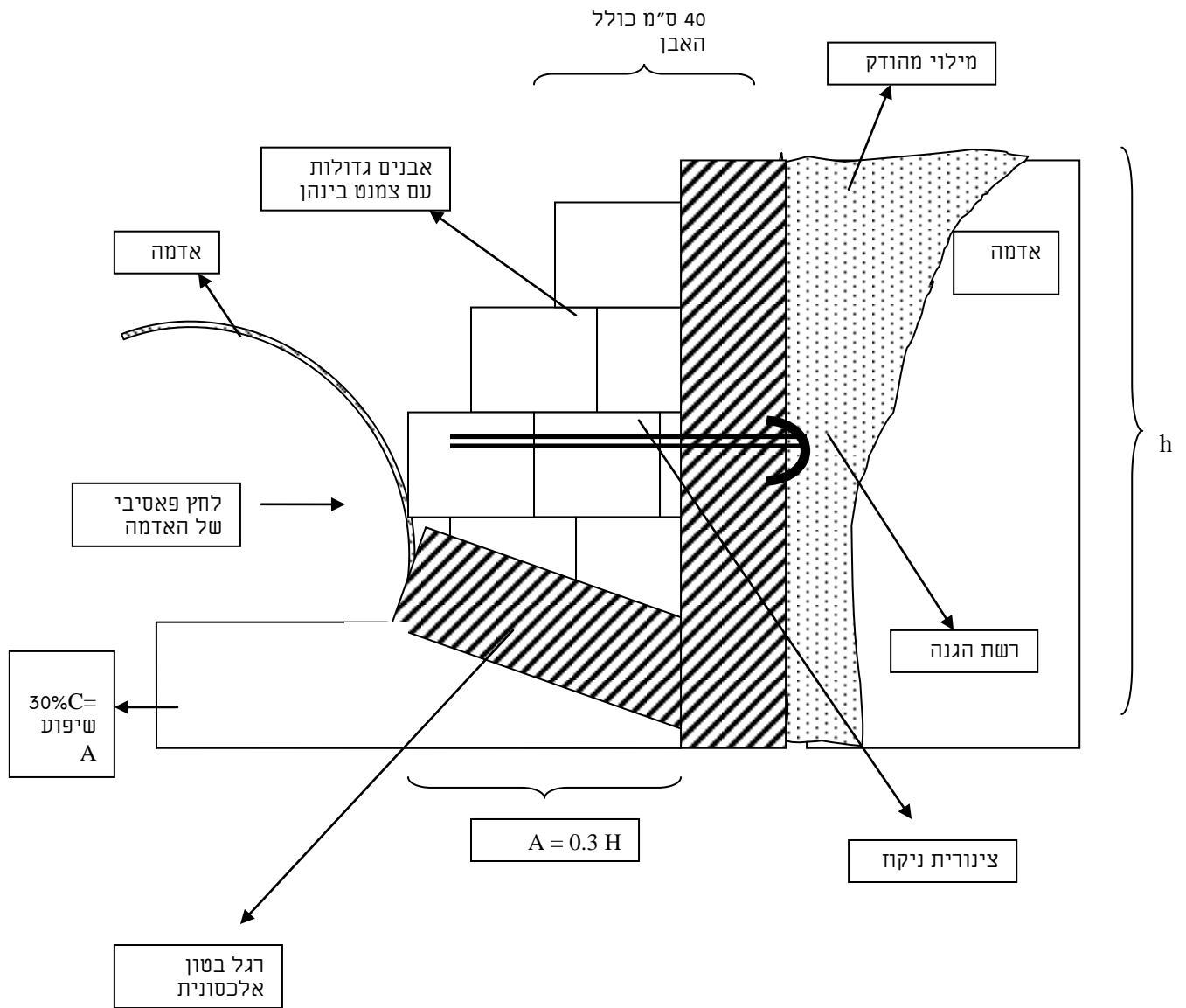


בגבהים של קיר גבוהים יותר עושים קיר עם צלעות.



קיר כובד

זהו קיר כובד תומך הבא לייצר הפרש מפלס קרקע.
לקיר הכובד עיקר היציבות שלו נובעת מן המשקל העצמי.
הרגל האלכסונית של הקיר באה להגדיל אזור החיכוך עם הקרקע.
המשקל העצמי נוצר מן האבנים הגדולות.



קיר כובד

זהו קיר עם רגל מבטון אלכסונית וזאת 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.

היתרון – חפירה יחסית קטנה לעומת קיר זיזי.

החסרון – תופס רוחב גדול (לכן מאבדים שטח).

בדרך כלל נמצא קיר זה במקומות ציבוריים.

המסה יושבת (G) על קיר האבנים

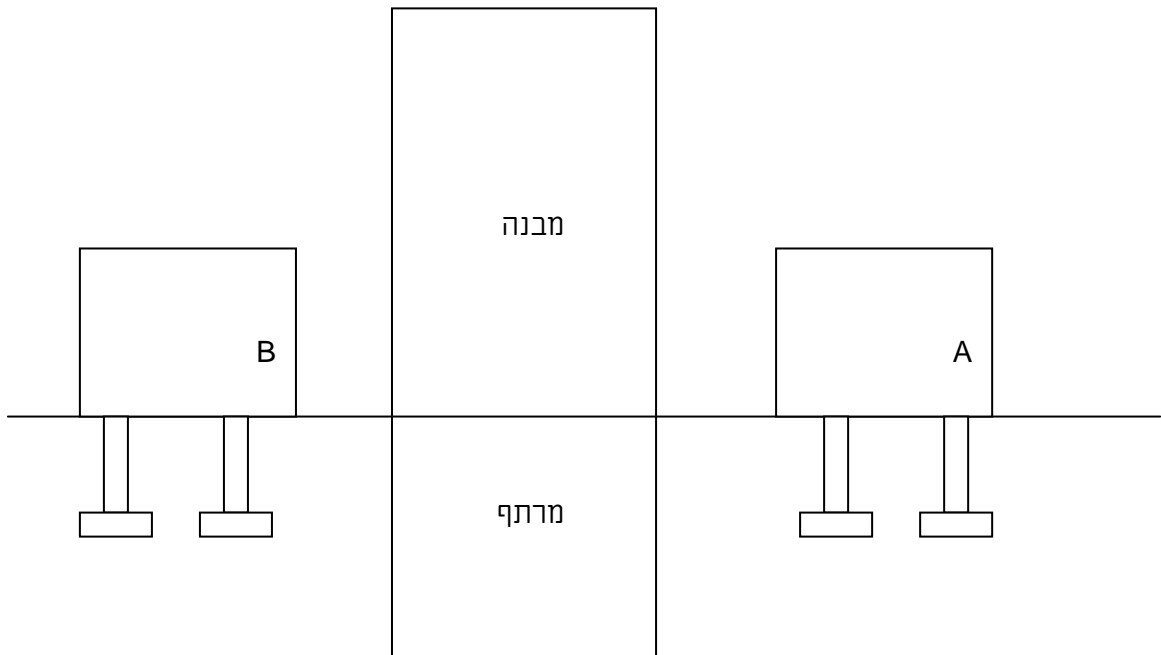
השיפוע של (C) הוא בגובה של $20 \div 30$ ס"מ.

עיקר היציבות נובעת מן החיכוך של הרגל.

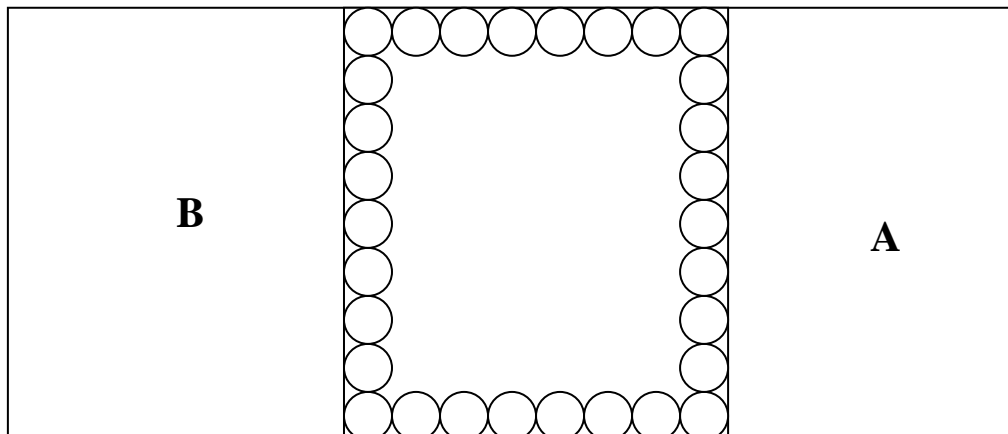
קיר שיגומים (דיפון)

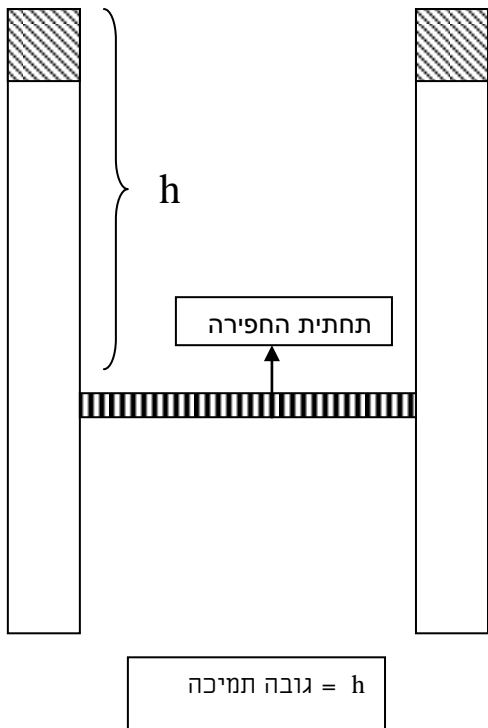
$$B + A = \text{מבנים קיימים}$$

רוצים לחפור חפירה עמוקה בגבולות המגרש שלידי יש מבנים או תנאים שלא מאפשרים חפירות במרחב גדול אך דורש חפירות עמוקות.
שיגומים – זהו קיר הבא לתמוך את האדמה הנמצאת בגבולות המגרש מאחר וניתן לבצע החפירה רק בגבולות המגרש.



מבצעים קידוחים של כלונסאות, כאשר יש מרווח בין כלונס לכלונס של 10 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).





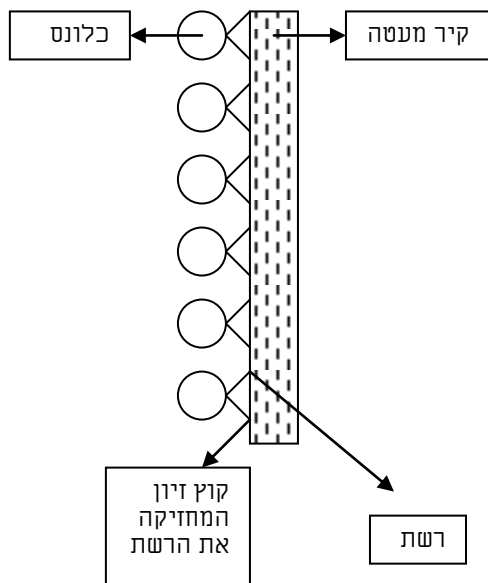
מאחר וחפירה בסמיכות של 10 ס"מ לא אפשרית, אנו נמתין להתייבשות הכלונס וכאשר הוא מתחזק בתום הסבב חוזרים ומבצעים הכלונס הסמוך.

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).

עם סיום השלב לעיל, נגשים לשלב החפירה עד למפלס הרצוי.

אורך כלונס: $L = 2h + 1m$ (כלונס דיפון)

מנקים כל האדמה הנמצאת בין הכלונסאות ואזי מבצעים קיר בטון – הנקרא קיר מעטה. קיר המעטה נעשה בגובה של כ- 5 מטר.

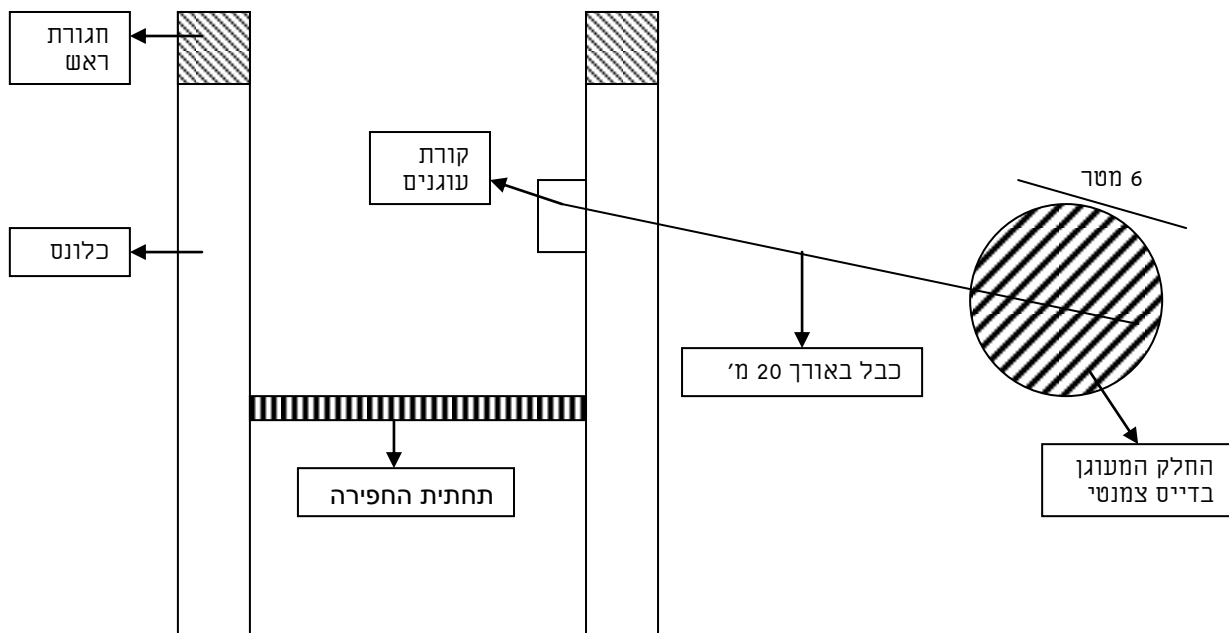


על הרשת המוחזקת ע"י הקוצים יוצקים בטון.

במידה ורוצים חפירה עמוקה יותר, לדוגמא כ- 20 מטר עומק – אזי נבצע קיר דיפון + עוגני קרקע.

עוגן קרקע

זהו סמך אופקי לקיר הדיפון, הסמך נוצר ע"י קידוח והחדרה של כבלי פלדה. לאחר מכן עושים דייס צימנטי של הכבלים ודריכתם לאחר תקופה של 10 ימים. ע"י פעולה זאת יצרנו תמיכה אופקית לקיר. פעולת הקדיחה ע"מ להעביר את הכבל מתבצעת במרווח של 10 ס"מ שבין כלונס לכלונס.

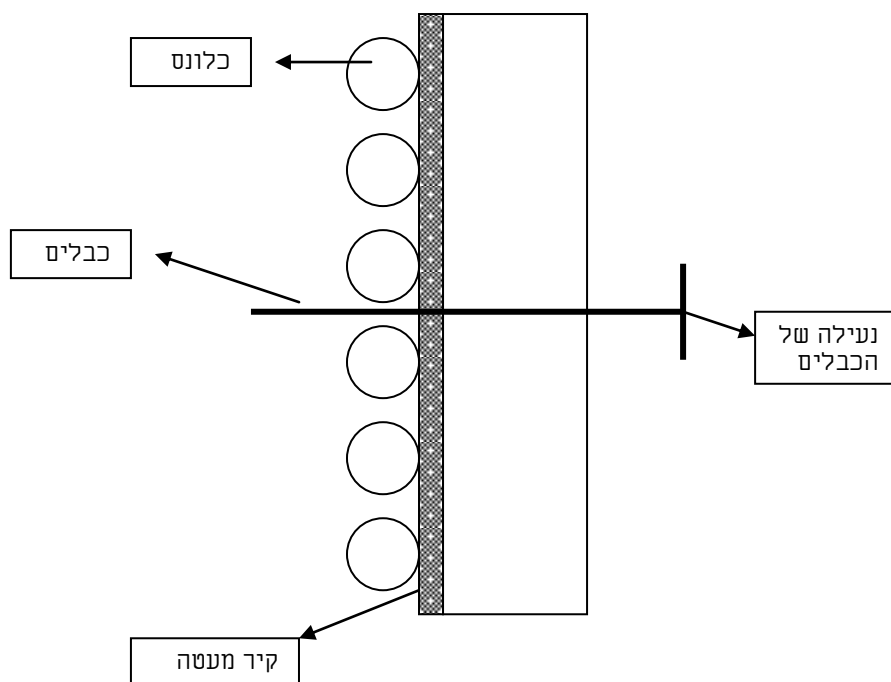


העוגן הראשון בגובה 2.5 מטר מהמפלס העליון. מבצעים עוגן כל 2.5 מ"ר. קיימת מכונה המחדירה את הכבל שאורכו 20 ס"מ כאשר היא גם מבצעת את פעולת הציסוס.

דיוס: יצירת חלל ריק בתוך האדמה ע"ח זרימת אויר של לחץ גבוה, לאחר מכן הזרקה של בטון לתוך החלל יחד עם יתרת כבל הפלדה שהוחדר. אורך הכבל הנמצא בתוך בועת הדייס = 6 מטר.

לאחר 10 ימים החלק המעוגן מתקשה ואז מבצעים את המתיחה של הכבל לעומס המתוכנן ונועלים את הכבל.

להמשך – ממשיכים לחפור כלפי מטה ומבצעים שוב את פעולת ההחדרה של כבל נוסף. העוגנים פרוסים במרחקים של 2.5 מטר לגובה ולרוחב.



קיימים שני סוגי עוגנים: זמני וקבוע

זמני

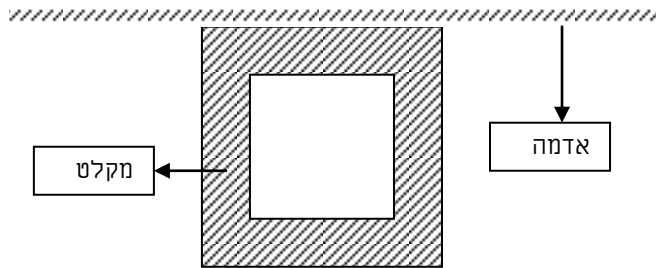
בשימוש עד שתבנה תקרה המחברת בין שתי קצוות החפירה ואזי נשחרר את העוגן לאחר העברת העומסים. (משמש רק לצורך הבניה).

קבוע

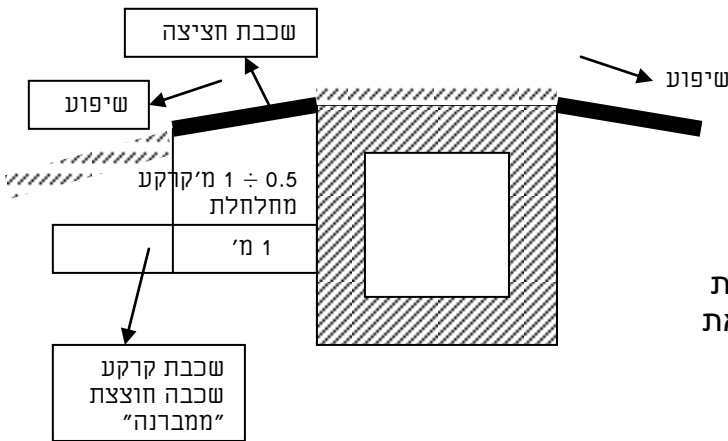
כאשר אין באפשרותנו להעביר עומס מקיר השיגומים(הכבל משמש כעוגן קבוע).

הרצאה מספר 8 – הנדסת בניין 12/12/05

מבנים תת קרקעיים – איטום נגד רטיבות

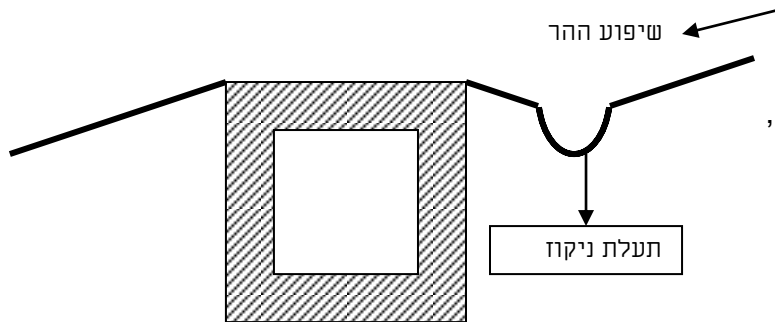


- א. הרחקת מים עיליים
- ב. הרחקת מים תת קרקעיים
- ג. איטום קירות המבנה נגד חדירת מים



א. הרחקת מים עיליים

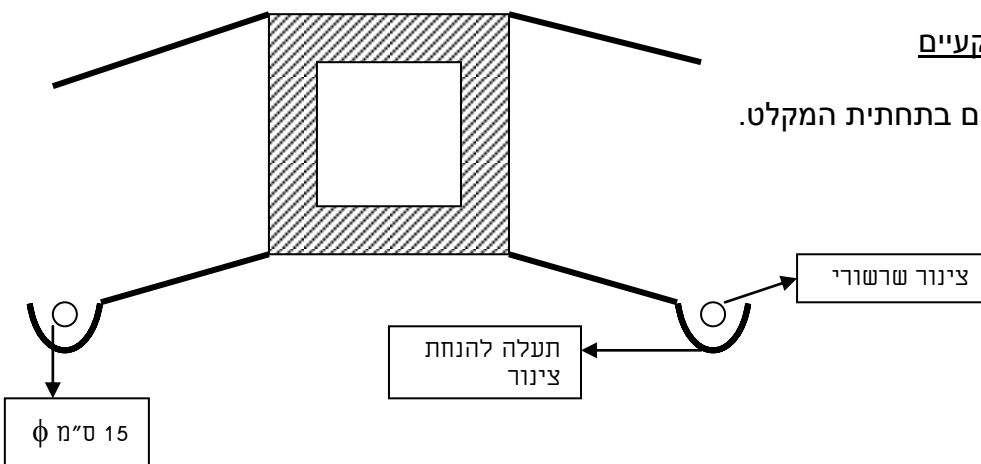
- א. עושים שיפוע מצידיו של המבנה על מנת שהמים העיליים יגלשו שמאלה וימינה, כמו כן עושים שכבה חוצצת (ריצוף, חצץ) כמו כן, קרוב לפני הקרקע עושים שכבה חוצצת "ממברנה", לדוגמא: אדמת חמרה שהיא כולאת מים והם יכלאו בשכבה הזאת.



- ב. במידה והמבנה נמצא באזור הררי, אזי עושים תעלת מים לניקוז.

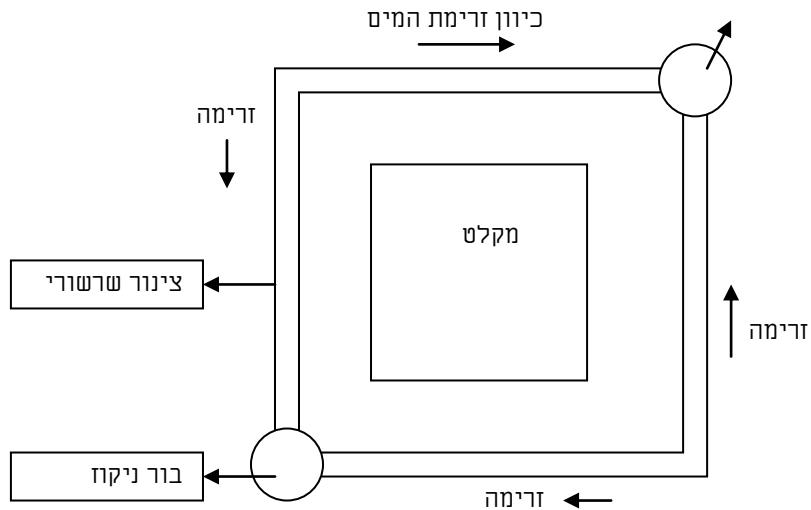
ב. מים תת קרקעיים

- אלו הם מים הנמצאים בתחתית המקלט.

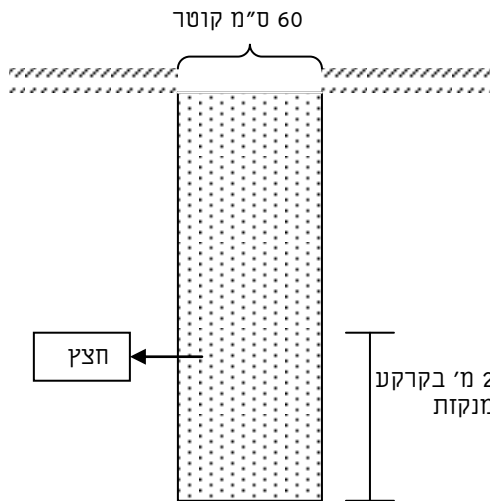


בהיקף המבנה יש צינור שרשורי (צינור מחורר) והוא עטוף בבד, ואזי המים שנמצאים בסביבתו נכנסים לצינור ומובלים לבורות הניקוז.

מבט תוכנית



בור ניקוז



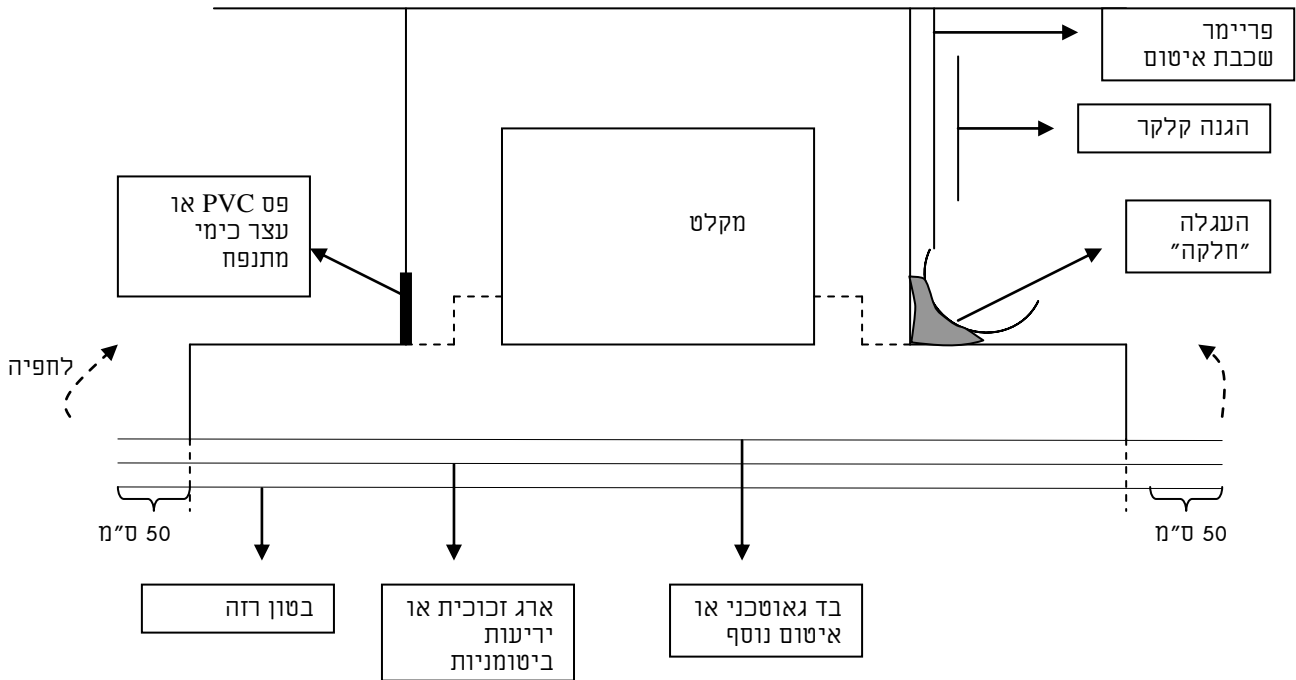
זה קידוח ברובל לפחות 60 ס"מ קוטר. ממלאים את הבור בחצץ ע"מ שלא ייסתם, כמו כן יש לדאוג שלפחות 2 מ' בקרקע מנקזת. הקידוח אל הקרקע המנקזת הוא חובה ולכן גם אם נדרש מספר מטרים נוספים יש לקדוח.

הערה: במידה והקרקע שמתחת למרתף היא מנקזת – אדמה חולית אין דרישה לקידוחים עמוקים. אבל היה והיא כולאת מים (האדמה שמתחת למרתף), אזי אנו מבצעים את הקידוח של בור הניקוז עד שנגיע לקרקע מנקזת.

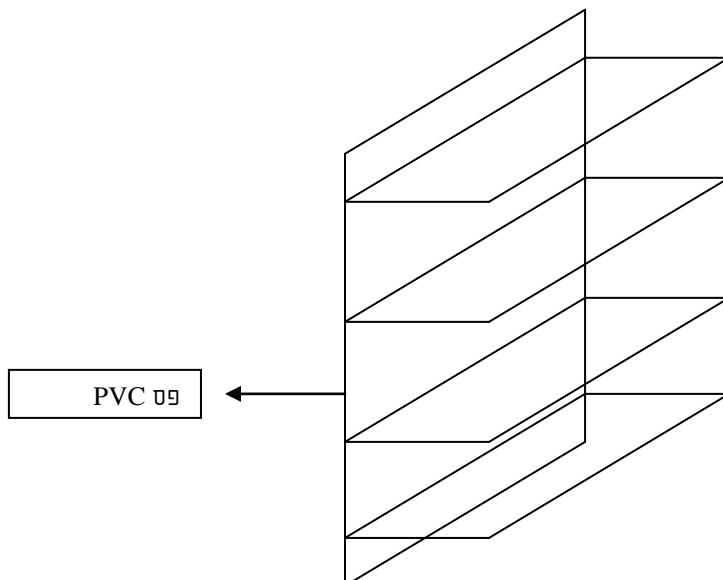
במקרים קיצוניים עושים שאיבה של המים מתוך בורות הניקוז. כמות הבורות תלויה בתכסית המבנה וצורתו.

ג. איטום קירות המבנה נגד חדירת מים

איטום קירות המבנה נגד חדירת מים, כל מבנה שבא במגע עם האדמה חייב לקבל טיפול של איטום.

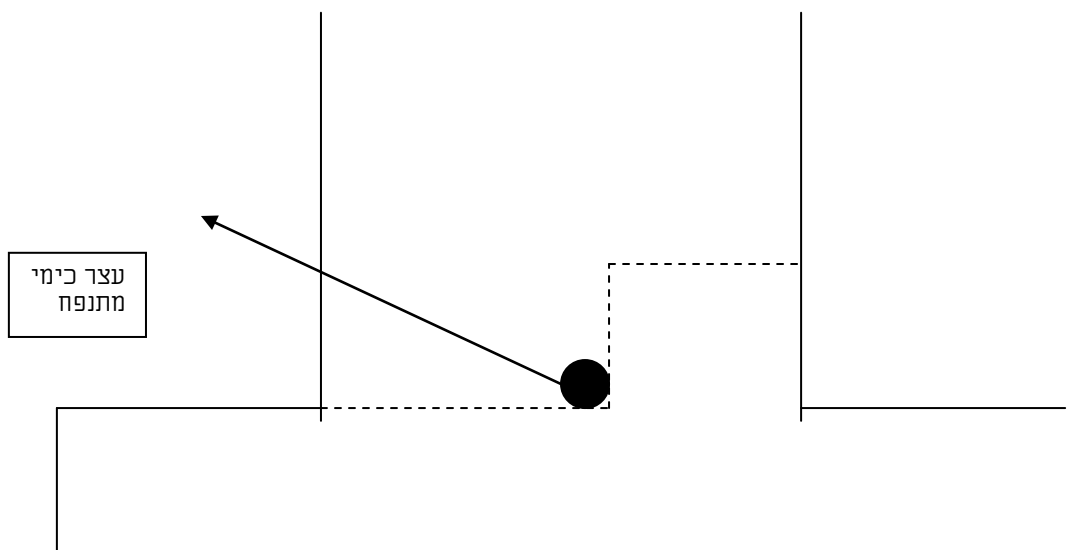


הערה: המרתף לעיל נמצא על קרקע יציבה ולכן קיימת שכבת בטון רזה.



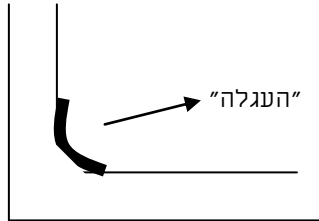
הבטון צריך להיות עם תכונות משופרות כגון:

- כמות צמנט בבטון – לא פחות מ- 300 ק"ג למטר קוב.
- יציקת המרתף ללא סגריגציה (סגריגציה מתקיימת כאשר הבטון נזרק מגובה ובמצב זה האבנים הגדולות נפלות ראשונות ויוצרים חללים), ביציקת מרתף משתמשים במרטטים כדי לקבל קיר בטון חלק.
- כמו כן יש להימנע מהפסקות יציקה על מנת לקבל איטום אופטימלי.
- נוסף מספר חומרים שהם משפרי איטום (מפחיתי מים) על מנת לצמצם את היחס של מים צמנט, משפרי הבטון עושים את הפעולה של המים (דבקות) אך בכמות קטנה יותר.
- על הבטון הרזה מבצעים שכבת איטום כגון זפת או ביטומן + ארג זכוכית או יריעות ביטומניות. שכבות איטום אלה בולטות מעבר למבנה ואחר כך מקפלים את השוליים ומחברים אותה לאיטום הקירות, כך נוצרת שכבת איטום אינטגרלית לכל המבנה במלוא היקפו למעט החלק העליון (פני הקרקע).
- על האיטום (של התחתית) נוסף עוד איטום בצורת בד גיאוטכני או איטום נוסף.
- מאחר וקיים קושי ליציקה של קירות + הרצפה, אזי יוצקים הרצפה ואז נוצרת הפסקת יציקה (נקודת החיבור שבין הקירות לרצפה). אזי מבצעים שן (בליטה) ומוסיפים פס PVC שמוכנס חציו לרצפה וחציו לקיר לכל אורך ורוחב המקלט. או לחלופין עצר כימי מתנפח.
- לעצר הכימי המתנפח יש תכונה שכאשר הוא פוגש מים הוא מתנפח ולכן מונע מרטיבות לחלחל פנימה.



מערכת האיטום של הקיר

הרצפה בדרך כלל בולטת מעט מן הקירות, זהו מצב נוח למיקום תבניות הקיר מאחר ויש לנו זווית של 90° בין הקיר לרצפה. בזווית נעשה מילוי בטיט – "העגלה".



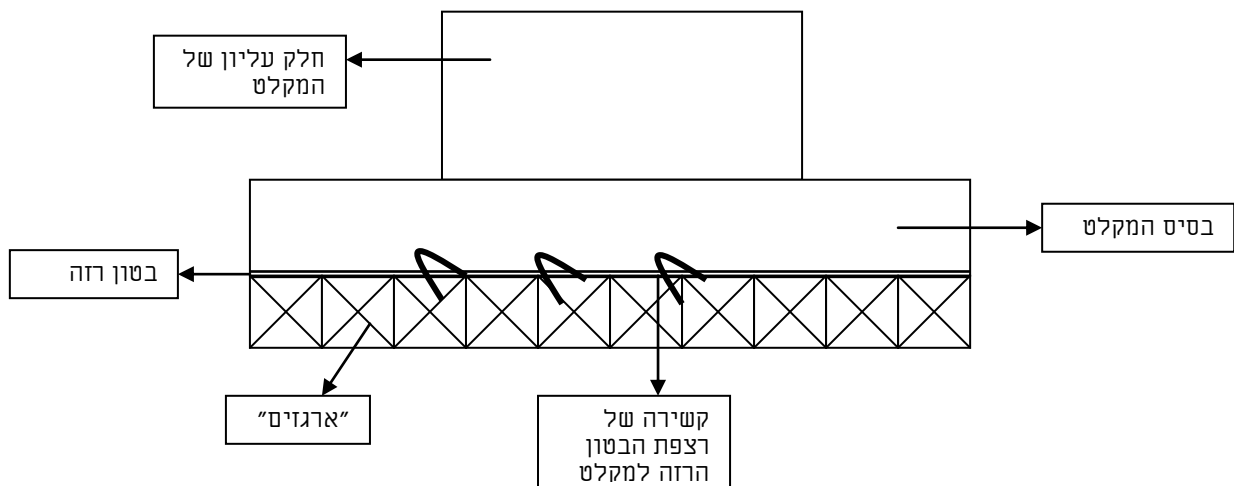
לכל אורך הקיר יש לדאוג שהקיר יהיה חלק על הקיר, כתשתית אנו נמרח פרימייר (משפר הדבקות) ועליה נבצע את האיטום.

מערכת האיטום כוללת מספר שכבות של ביטומן + ארג זכוכית או שימוש ביריעות ביטומניות, כאשר המערכת כוללת לפחות 2 שכבות של יריעות.

כאשר נגיע לנקודות החיבור בין קיר לרצפה, נדבק את יתרת האיטום שמתחת לרצפת המקלט על בסיס המקלט ועד לנקודת ההעגלה.

בכדי להגן על מערכת האיטום, נצמיד לוחות קל קר ובמקרים חריגים בונים קיר בניה נוסף.

במידה והקרע לא יציבה מתחת למקלט (לדוגמא חרסית שמנה), אזי הבטון הרזה יהיה על ארגזים. אנו עושים זאת על מנת שרצפת הבטון הרזה לא תתנתק מן תחתית המקלט, עקב כך שהארגזים זה למעשה חללים. לכן אנו נקשור את הבטון הרזה לרצפת הבטון של המקלט.



תפרים ומשקים

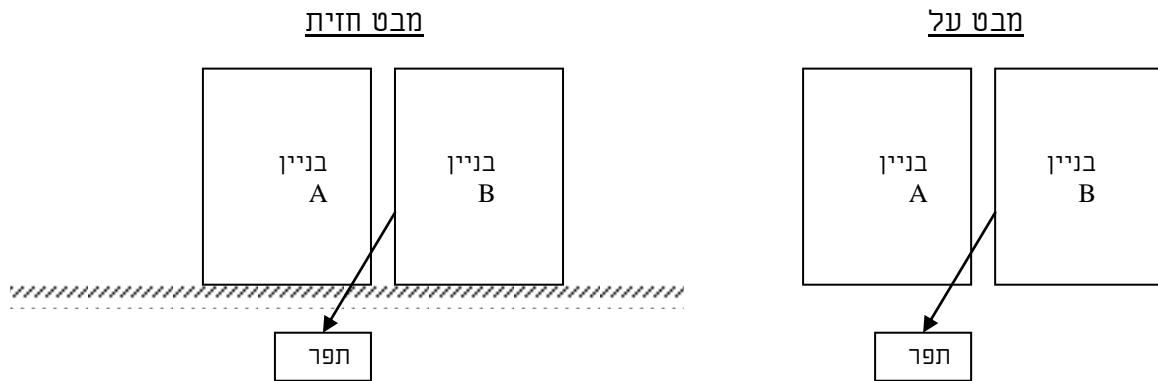
תפר – זוהי חלוקה של המבנה לשני חלקים או יותר כאשר אין קשר בין החלקים למעט מקרים מיוחדים.

לתפר עובי מסויים שנדרש לחשב.

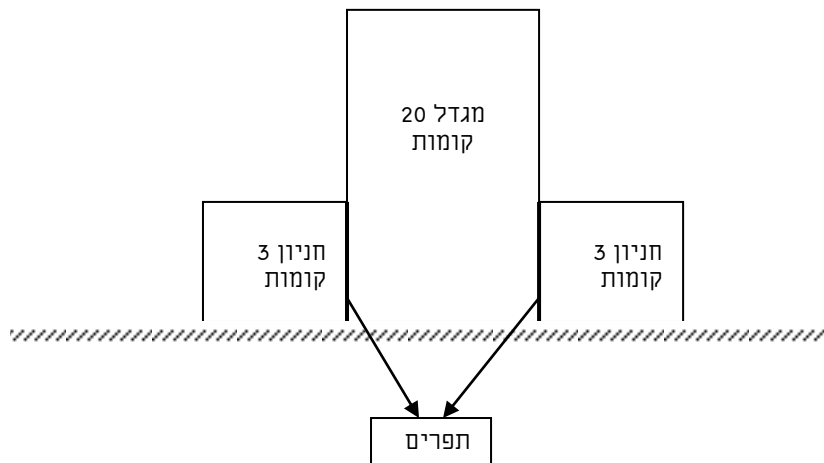
התפר המינימלי – 2 ס"מ

תפקידיו העיקריים של התפר:

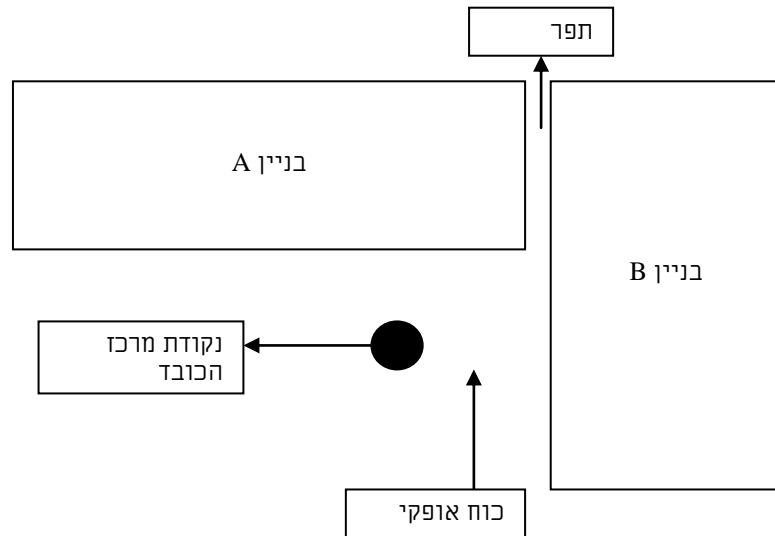
1. לאפשר התפשטות והתכווצות של המבנה ללא הפרעה על מנת למנוע סדקים.
2. למנוע או להפחית הפרשי שקיעות הבדלית (דיפרנציאלית)
3. ניתוק של המבנה שהם מסוכנים או בעייתיים בזמן רעידות אדמה.



לדוגמא: מאחר ולמבנה יש רצון לשקוע יותר מן החניונים, אזי נעשה נקודות תפר משני הצדדים של המבנה.



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



כיצד נקבע התפר?

- א. ההתפשטות והתכווצות של המבנה
- ב. סכום התזוזות בכיוון האופקי
- ג. במבנים נמוכים: מה שיכתיב זה ההתפשטות והתכווצות
במבנים גבוהים: מה שיכתיב זה ההתנגשות ביניהם

נוסחת החישוב להתפשטות

α = מקדם ההתפשטות של בטון מזוין

ΔC° = הפרשי טמפרטורות (יום ולילה)

L = אורך המבנה

δ = התארכות המבנה

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

דוגמא:

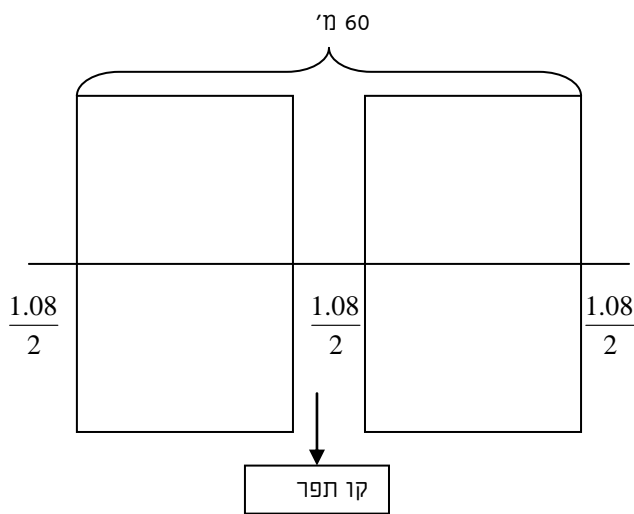
מקדם התפשטות $\alpha = 0.000012$

הפרשי טמפרטורה $= 30^\circ$

$L=60\text{m}$

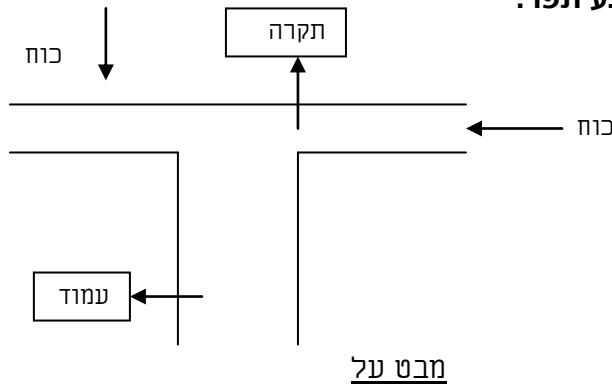
פתרון

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



המבנה מתפשט לשני הצדדים ולכן נותנים $\frac{1.08}{2}$ לכל צד.

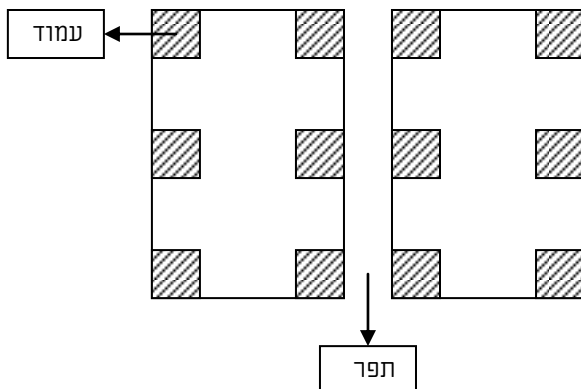
במבנה שאורכו עולה על 50 מטר חובה לבצע תפר.



אם לא מבצעים תפר העמודים מקבלים יותר מידי כוח אופקי ואז צריכים בטון יותר חזק.

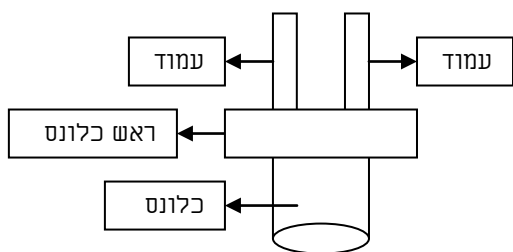
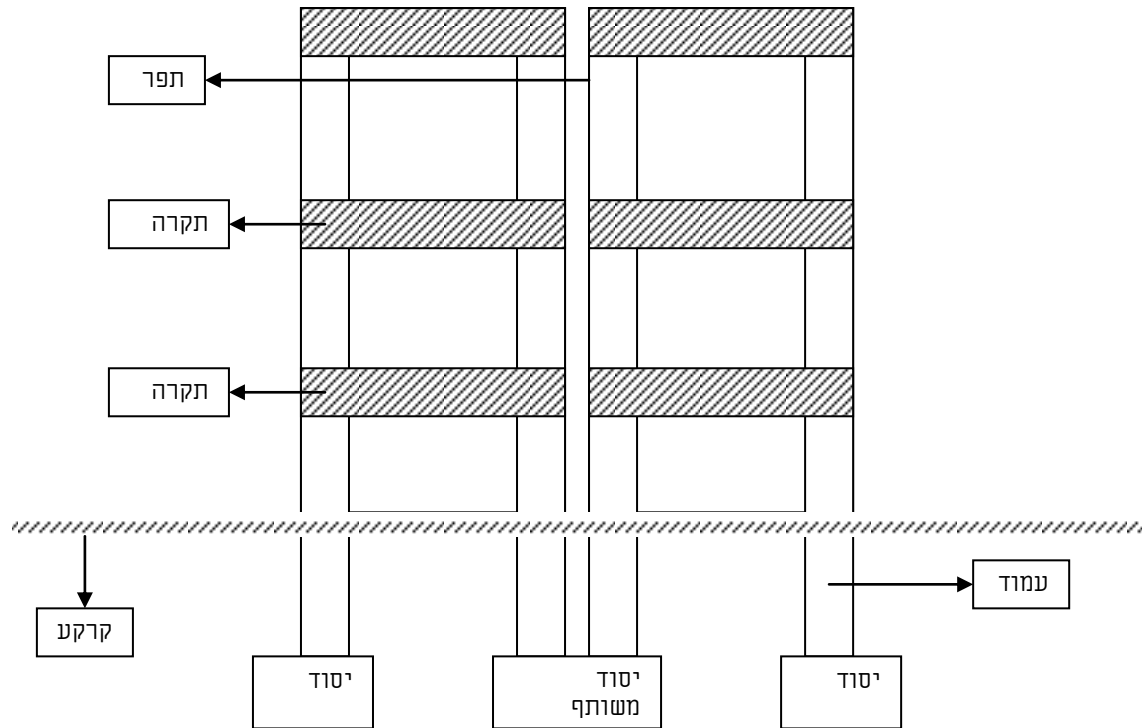
בנוסף למשקל התקררות נוסף כוח אופקי שרוצה לסובב העמודים.

בדרך כלל מבצעים עמודים בשני צדדי התפר.

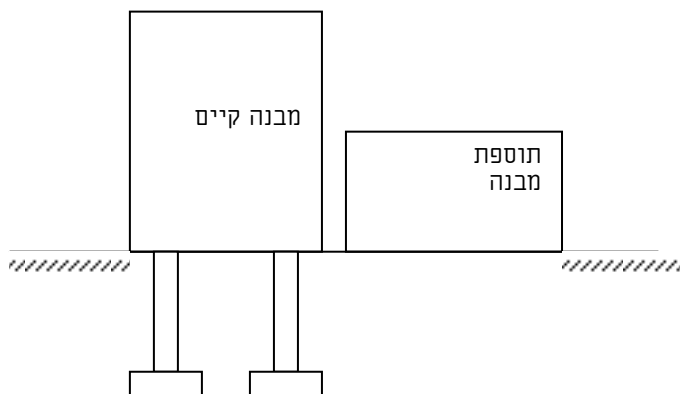


הערה: המקום היחידי שהמבנה לא מנותק הוא ביסוד המשותף.

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.



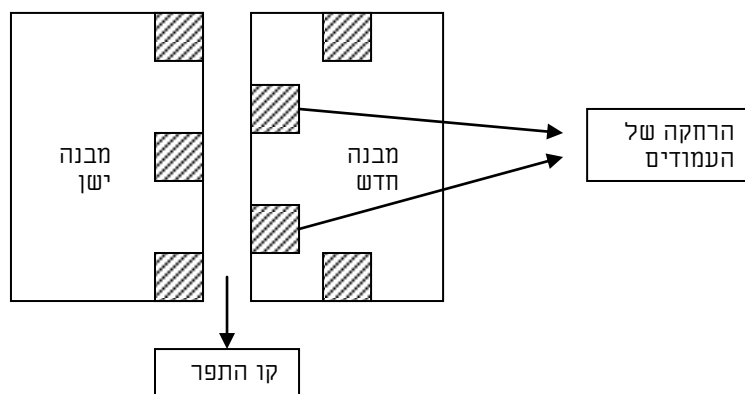
כמו כן, לגבי כלונס ששני העמודים יורדים אליו, אזי יש לבצע ראש כלונס משותף.



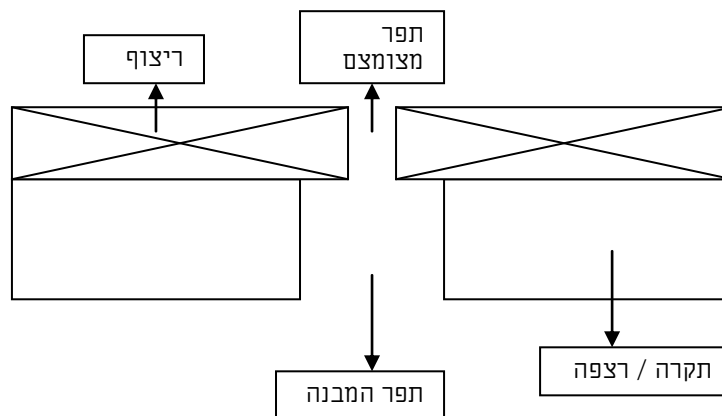
מבנה קיים שמוצמד לו מבנה חדש

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.

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



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). במקרה בעייתי נחליף את הריצוף. את התפר נמלא במסטיק אלסטומרי כך שלא נבחין בתפר, אך התפר קיים לכל אורכו של המבנה.



מרפסות (כתוספת לקיים)

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

מישקים (הפסקות יציקה)

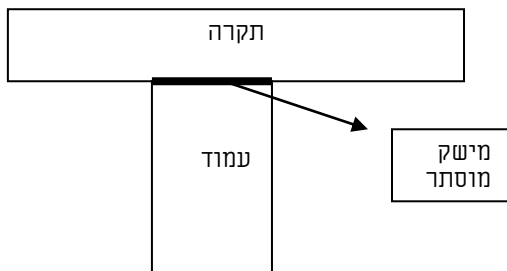
מישק: זוהי הפסקת יציקה באלמנט מסוים.
ההפסקה נדרשת עקב מספר סיבות:

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

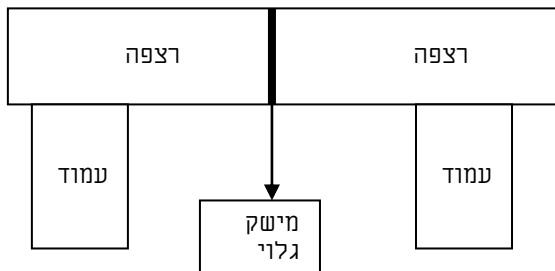
במישקים אנו מבחינים עפ"י מספר עקרונות:

1. מישק הנראה לעין.

2. מישק מוסתר

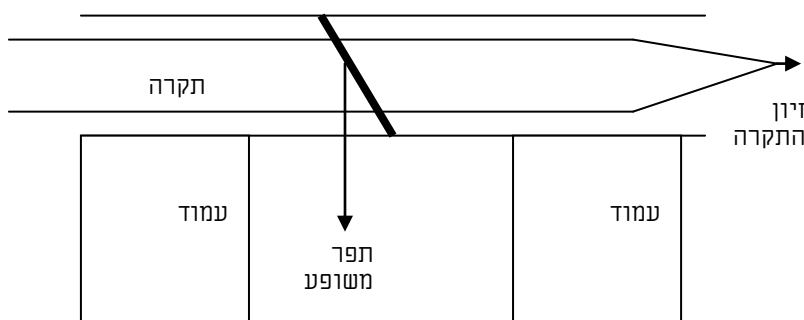


מישק אופקי באלמנט אנכי פחות מסוכן.



מישק באלמנט אופקי בעייתי.

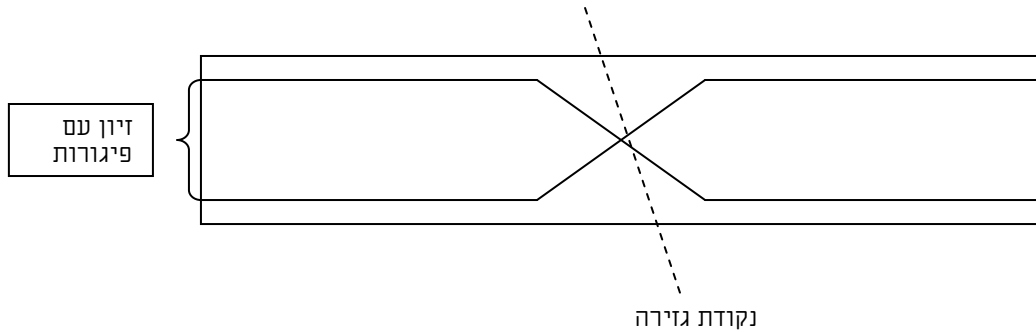
מישק אופקי נעשה במקומות הנוחים לנו (העומס עובר במגע).
בעמודים למשל נפסיק מטר מן העמוד או לאחריו.
בדרך כלל ההפסקה תהיה משופעת וזאת על מנת לנצל שטח פנים ככל היותר בין היציקה החדשה לישנה.



הזיון עובר מצד לצד ולא מופסק.

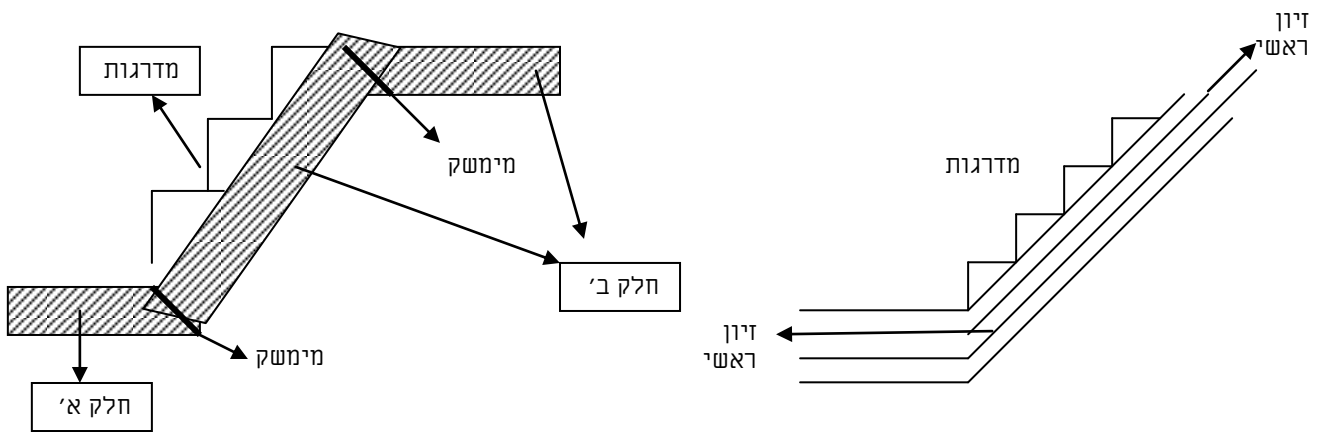
לפני יציקת הבטון החדש אנו נמרח את פני המישק בחומר משפר הידבקות.

במקומות שיש בעיות של גזירה אזי המישק יקבל תוספת זיון.



בעיה זו שכיחה במדרגות.

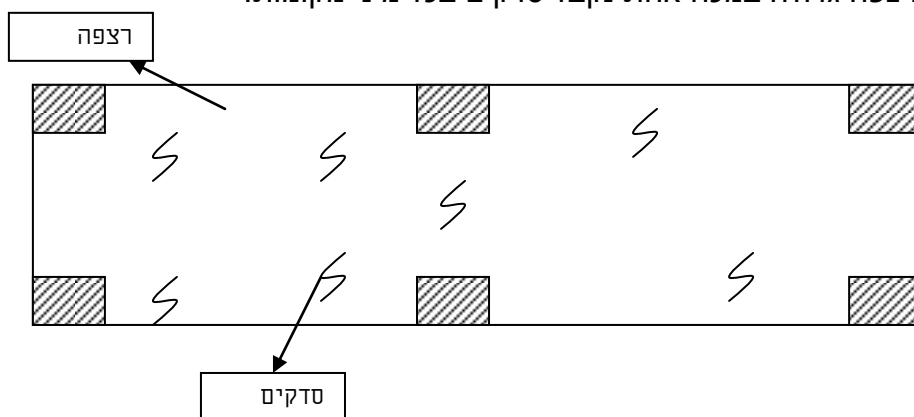
במקרה כזה ניצוק חלק א' תחילה ואחר כך את חלק ב' (החלק העליון + השיפוע).



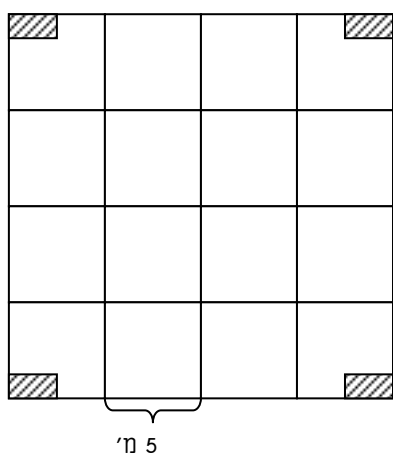
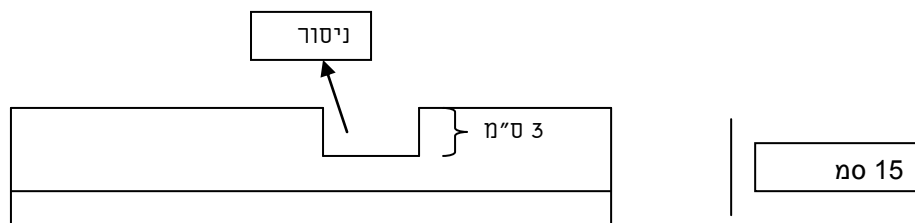
רצפה צפה

רצפה צפה – רצפה המבוצעת ישירות על הקרקע.

כאשר יוצקים רצפה גדולה במכה אחת נקבל סדקים בכל מיני מקומות.



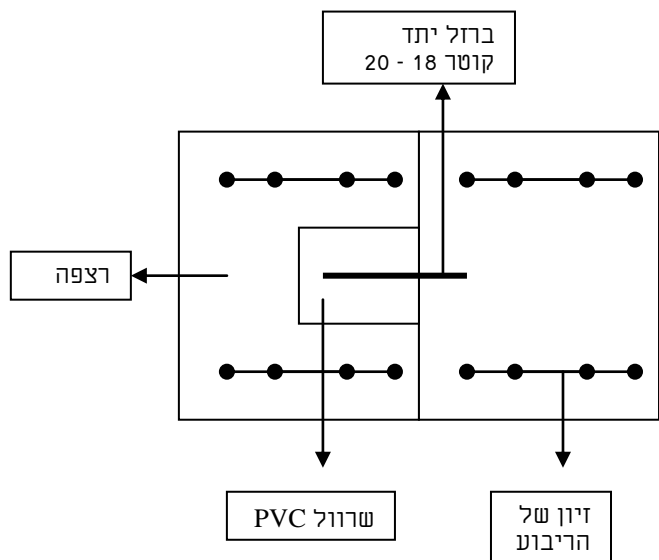
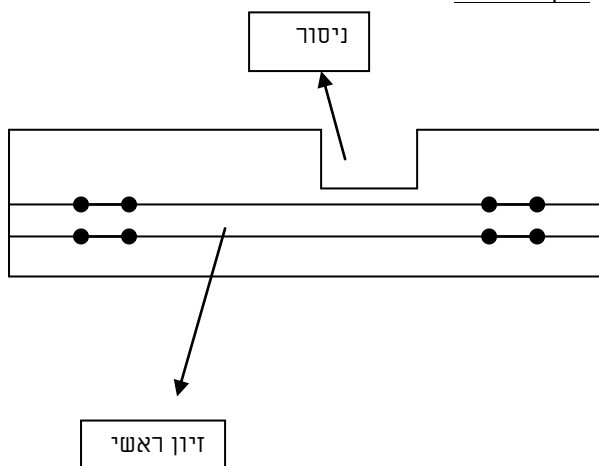
לכן נעשה "תפר דמי" מאחר ויש מתחים, הם יתבצעו במקומות הכי חלשים, במקומות בהם בוצעה החלשה יזומה.



רשת החריצים ברצפה תהא פרוסה במשבצות של 5 מטר X 5 מטר. לאחר מכן נוסף חומר גמיש לחלל המנוסר.

כל ריבוע למעשה מחולק לשני הכיוונים (התפשטות והתכווצות) וכמו כן שקיעה דיפרנציאלית של כל ריבוע.

זיון הרצפה

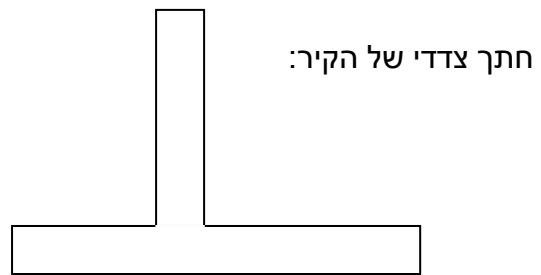
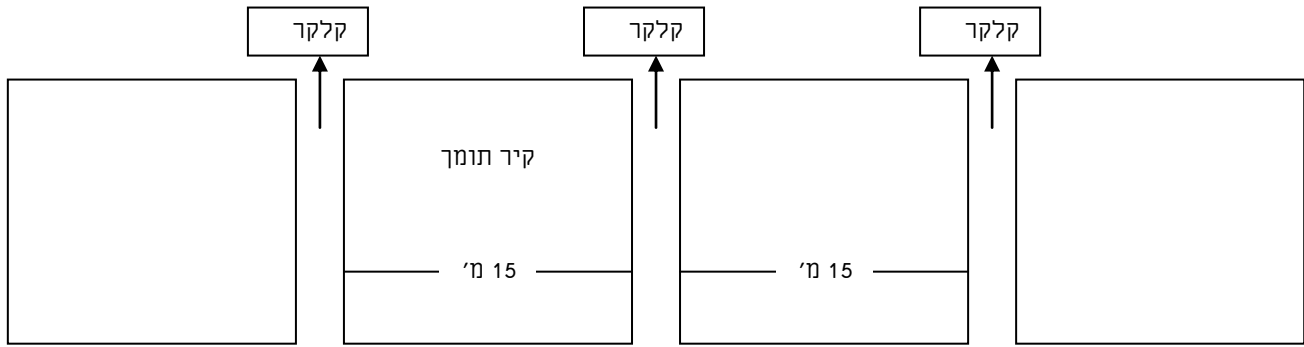


על מנת שלא תהא שקיעה דיפרנציאלית בין הריבועים ברצפה, אזי משתמשים עם ברזל יתד המונע שקיעה זו. המוט יתד מקובע בצד אחד ובצידו האחר נתון בתוך שרוול PVC ולכן מתאפשרת פעולה אופקית של הריבועים. מיקום היתד כל 50 ס"מ.

תפר קיר תומך

גם קיר זה נחלק בעזרת תפרים, כאשר הקיר חשוף לשמש אזי נצמצם את התפרים למרחקים של 15 מטר.

הביצוע: יציקה – קלקר – יציקה – קלקר – יציקה

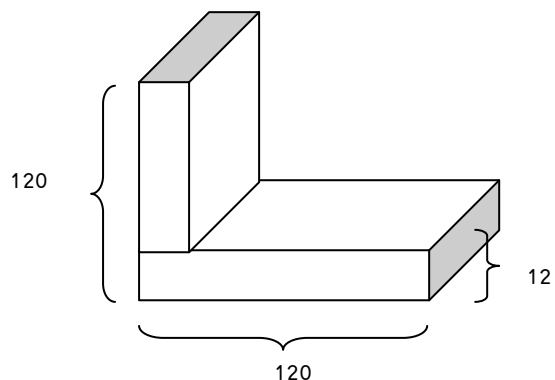
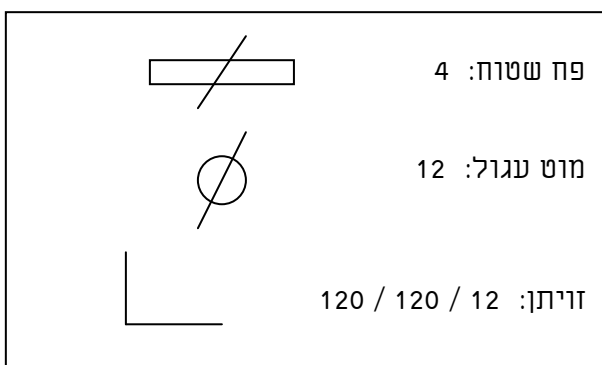


מבני פלדה

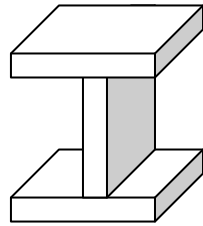
הכוונה היא שלד המבנה מפלדה או שילוב של השניים (בטון או פלדה).
מבני הפלדה מתחלקים לשניים:
א. מבנים קלים – סככות, אולמות (תקרות פלדה) בד"כ כיסוי קל (פחים).
ב. מבנים כבדים – מבני קומות, קורות פלדה, עמודי פלדה, תקרות פלדה.

קירות המבנים הקלים יכולים להיות מקונסטרוקציית פלדה (האנגר למטוסים, מבנה קל עם קונסטרוקציה כבדה).

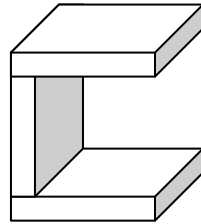
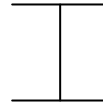
במבנים קלים נשתמש בפרופילים סטנדרטים שהם למעשה מוצר מדף עולמי. מפרופילים אלה ניתן להקים קונסטרוקציות שונות.



הערה: בפלדה כל המידות במ"מ חובה.



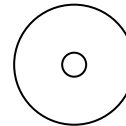
INP 240



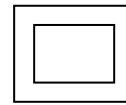
UNP 200



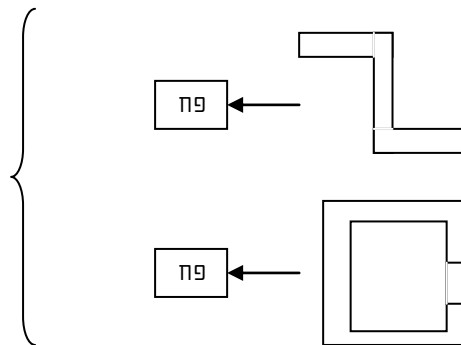
∅ 4"
3.25 = t (עובי דופן)



RHS



קורות משניות
בגג



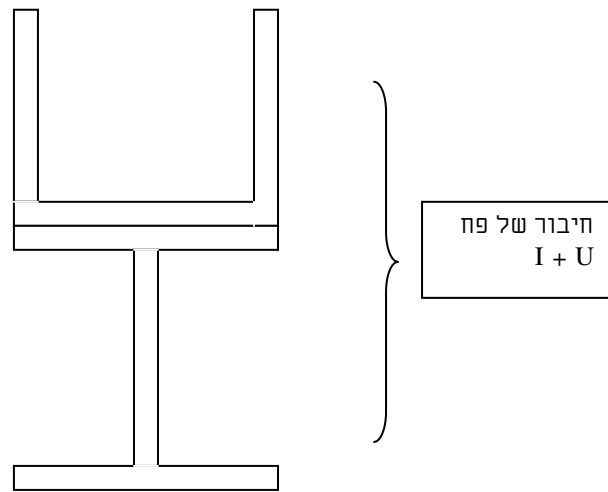
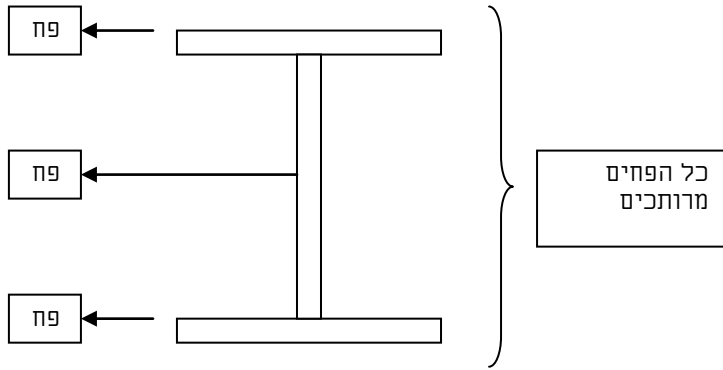
האורך למוצר מדף 6 מטר (ניתן לקבל 12 מטר).

בדרך כלל משתמשים למבנים של עד 8 מטר.

במפתחים גדולים יותר נצטרך לפרופילים מורכבים ולכן נייצר קורות מפחים.

כל הפרופילים מפלדה סטנדרטי Fe 360

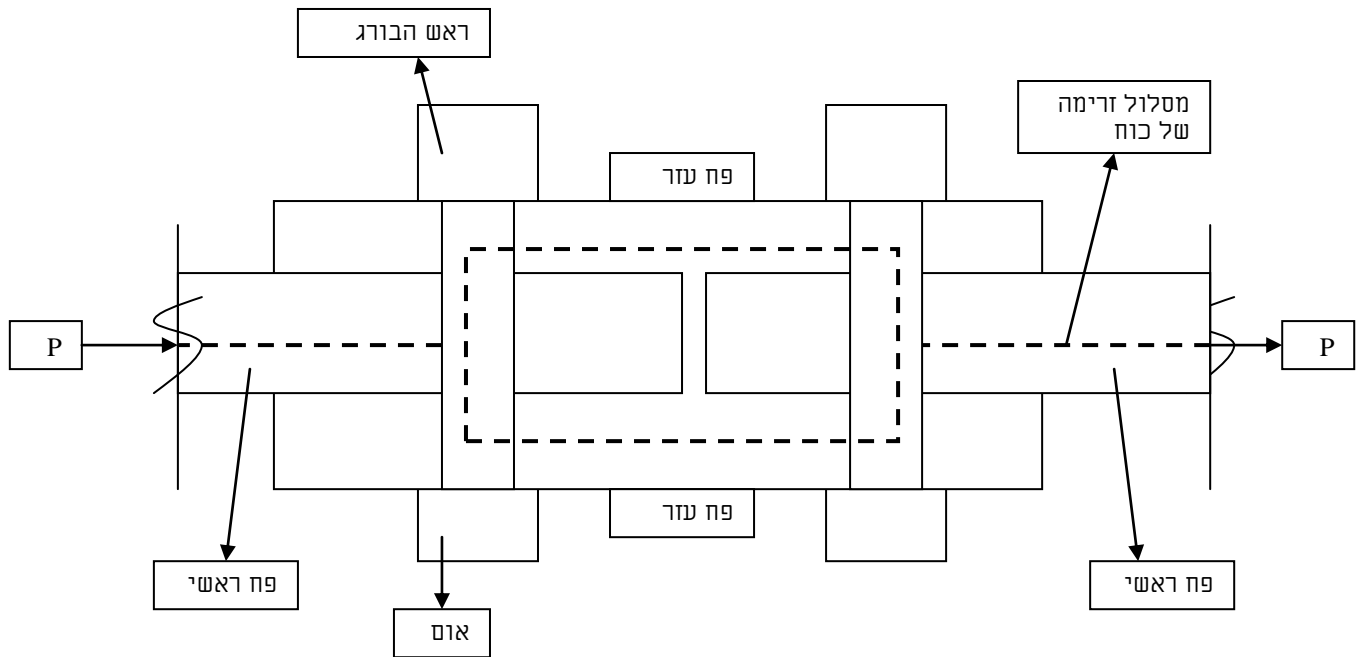
דוגמאות:



חיבורים בפלדה

- א. ברגים: רגילים, דרוכים
- ב. ריתוך

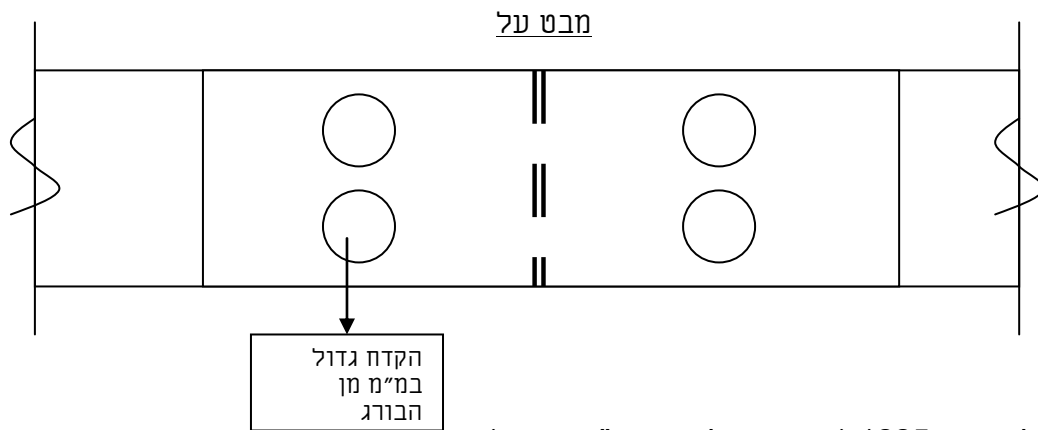
החיבורים נועדו ליצירת אלמנט ארוך יותר.



לחיבור שני פחים נשתמש בפחי עזר נוספים (ראה דוגמא)

העומסים עוברים דרך הברגים.

למעשה יש נתק בין האלמנטים (הפחים), אזי הברגים משמשים כמעבר לכוחות הגזירה ו/או המתיחה.



ת"י לברגים: 1225 (מחוייבים לתכנן עפ"י תקן זה)

ברגים דרוכים

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

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

ברגים רגילים: $14 \div 8$

יתרון בברגים: אפשר להביא את חלקי האלמנט למצב הסופי הרצוי ולכן הייצור של חלקי האלמנט יהיו בצורה מדויקת מאוד.

חסרון בברגים: 1. דורש פחי עזר, 2. קדיחת חורים באלמנט מחלישה אותו. 3. דורש עבודה מקצועית.

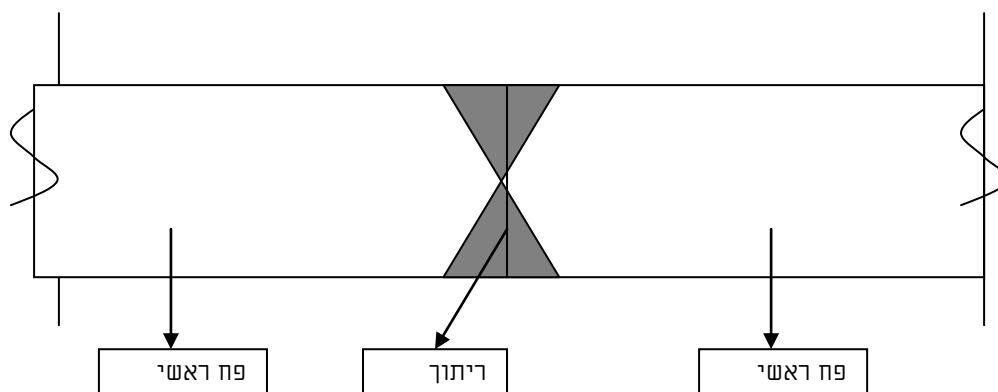
ריתוך

חיבור חלקי האלמנט לגוף אחד.

קיימים שני סוגי ריתוך: א) השקה, ב) לא בהשקה

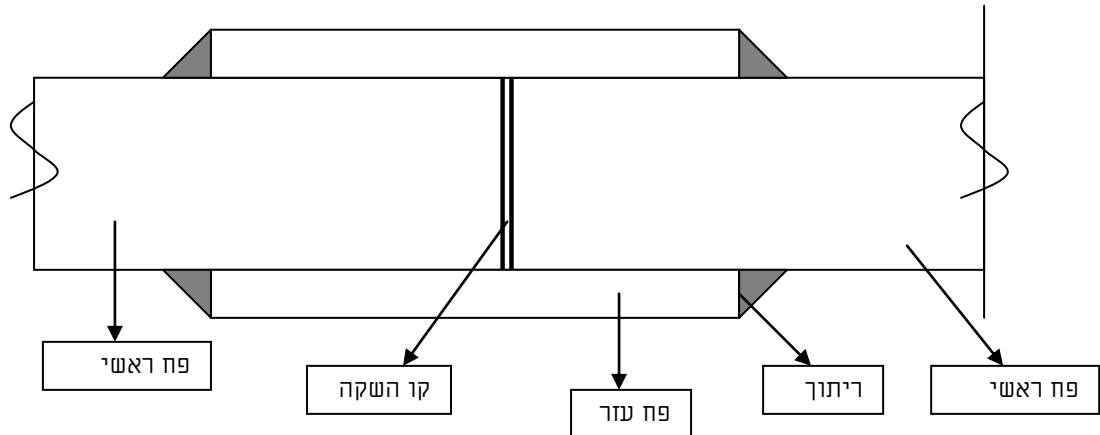
ריתוך בהשקה

לוקחים שני הפחים ומבצעים ריתוך. חומר הריתוך הוא מינימום באותו חוזק של הפלדה ואפילו חזק יותר. ולכן אם יש כשל הוא לא ינבע בהכרח מן נקודת החיבור. כמו כן בריתוך בהשקה נקבל שטח פנים חלק.



ריתוך לא בהשקה

ריתוך של חלקי האלמנט המבוצע בעזרת פחים נוספים (פחי עזר)



יתרונות לריתוך בהשקה

- אין החלשה או פגיעה באלמנט (חורים).
- יש חסכון בפחי העזר, כמו כן 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.

אמינות החיבור

בברגים: נבדוק כשל בברגים או בפח האלמנט.

בריתוך: יש לבדוק האם הריתוך תקני, אמינות זו נבדקת ע"י כך שאין חללים או סדקים בריתוך. פעולת הבדיקה נעשית בדרך כלל ע"י שקוף (רנטגן) ואז נראה אם נדרשת פעולת תיקון.

קיימת גם בדיקה מגנטית, ע"י פיזור אבקה חשמלית ובעזרת זרמים, נחפש הכשל (נקודת הכשל).

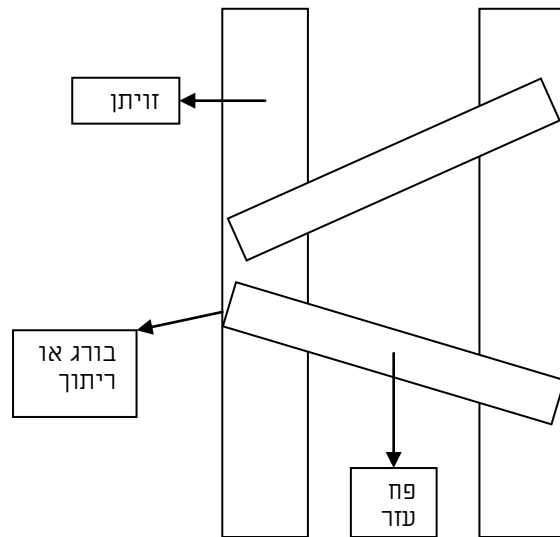
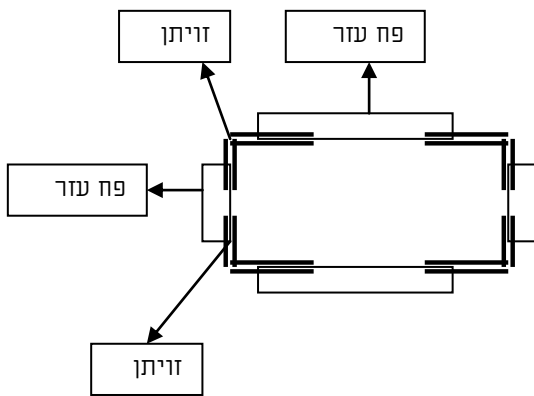
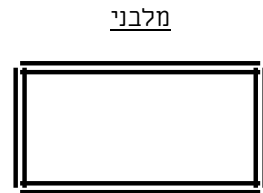
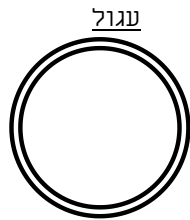
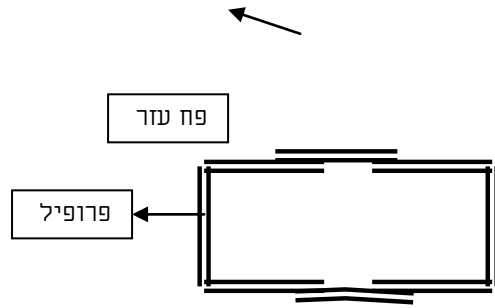
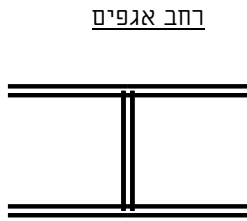
הערה: ככל שהמבנה מורכב יותר עדיף ללכת לברגים עקב מידות המדויקות וקבועות.

עמודים (פלדה)

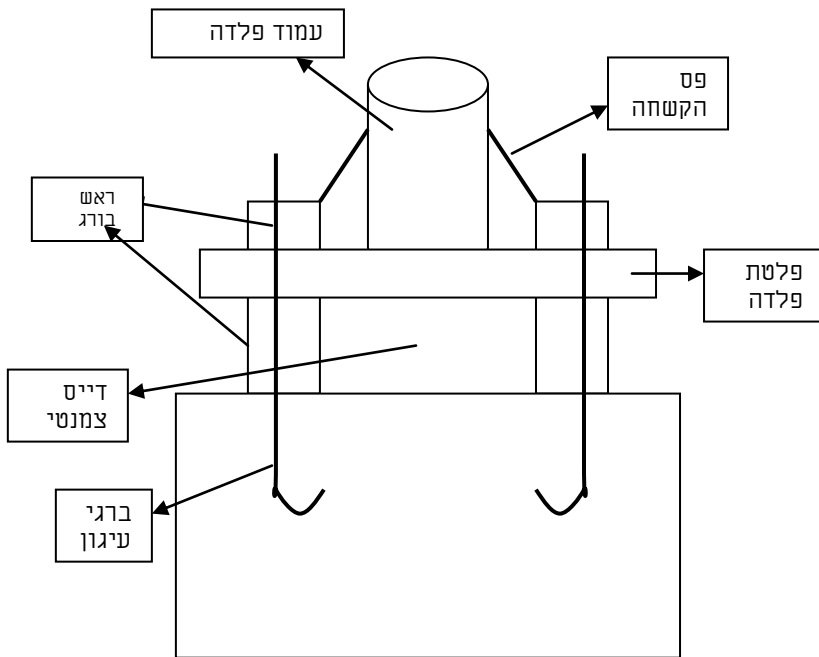
אלו סוגי חתכים נמצא בעמודי פלדה?

להלן דוגמאות:

שני פרופילים
ופח עזר



חיבור עמוד לפלטת יסוד



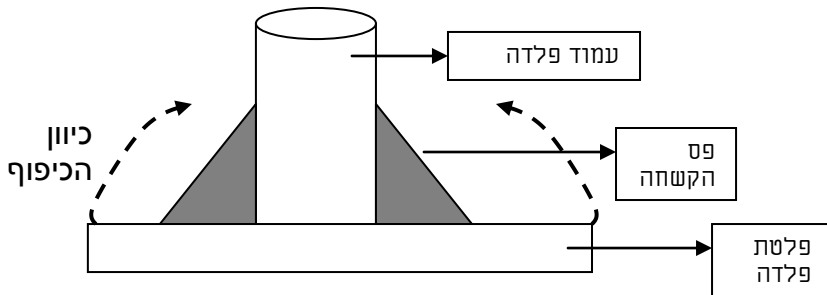
למבנה פלדה יש ביסוס. הביסוס יהא בבטון.

בזמן היציקה יוצקים עם ברגי עיגון.

הפלטה קשורה לעוגני הבטון ומשמשת תחתית לעמוד.

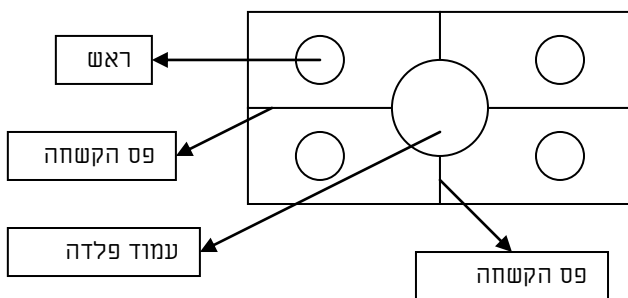
במרווח שבין הפלדה ליציקת הבטון נבצע דייס צמנטי.

פס הקשחה



הלחמה של משולש פח בין העמוד לפלטה על מנת למנוע קיפול של הפלטה כלפי מעלה.

מבט על

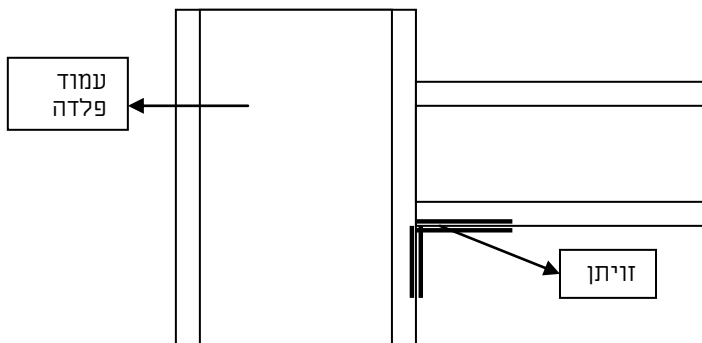
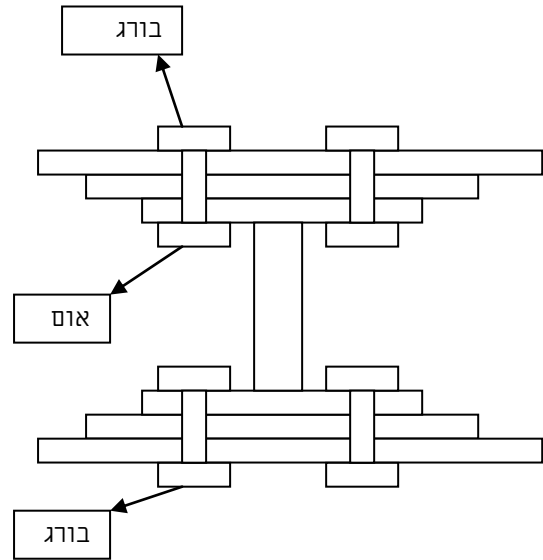
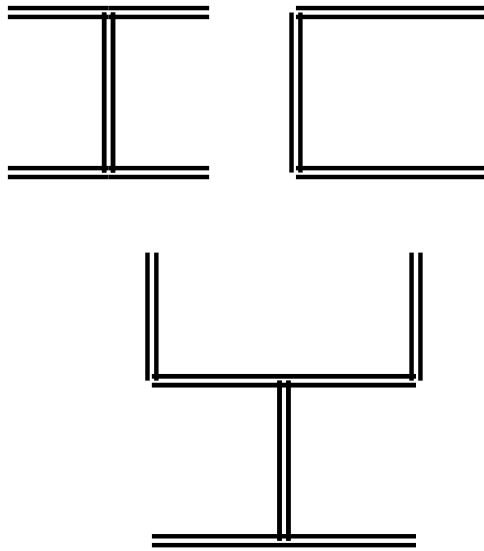


הערה:

את הפעולה לעיל אפשר לעשות עם כל הפרופילים של העמודים.

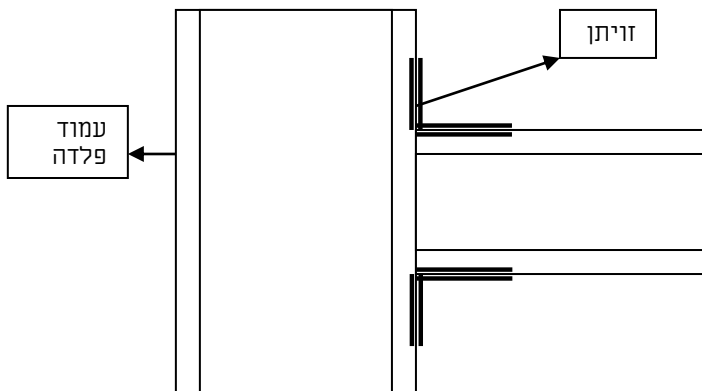
קורות

פרופילים שונים המשמשים לקורות.



חיבור קורה לעמוד

"חיבור פרקי"
מכינים תושבת ומניחים עליה את הקורה. עדיף על ריתום בגלל שריתום דורש סטיקה מדויקת.



"חיבור רתום"
הקורה נמצאת בין שני זויתנים, 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).

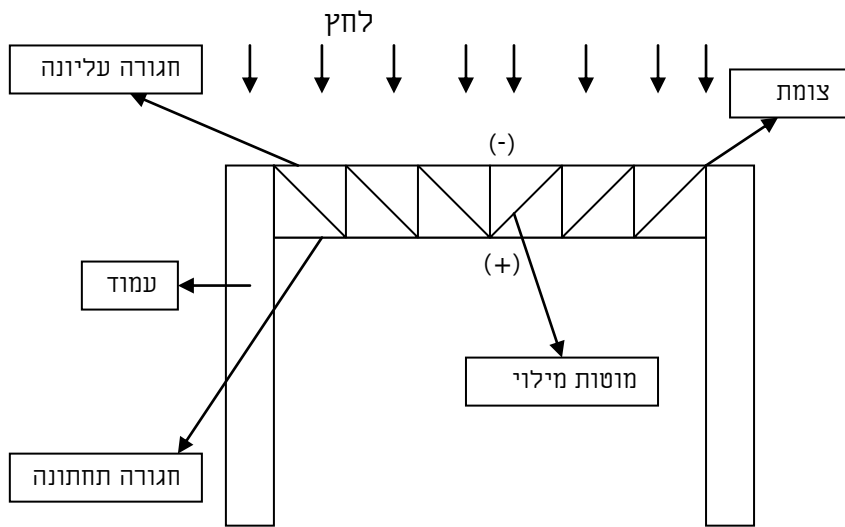
מסבך (אגד)

עשוי מוטות (פרופילים).

- חגורה עליונה ותחתונה.

מוטות מילוי אנכיים ומשופעים

- חגורה עליונה (נלחצת)
- חגורה תחתונה (נמתחת)

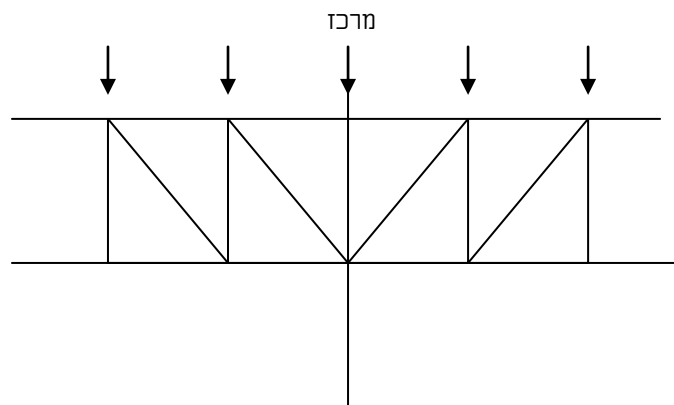


מתאים לעומסים אופקיים-לחיצה ומתיחה-כוחות ציריים.

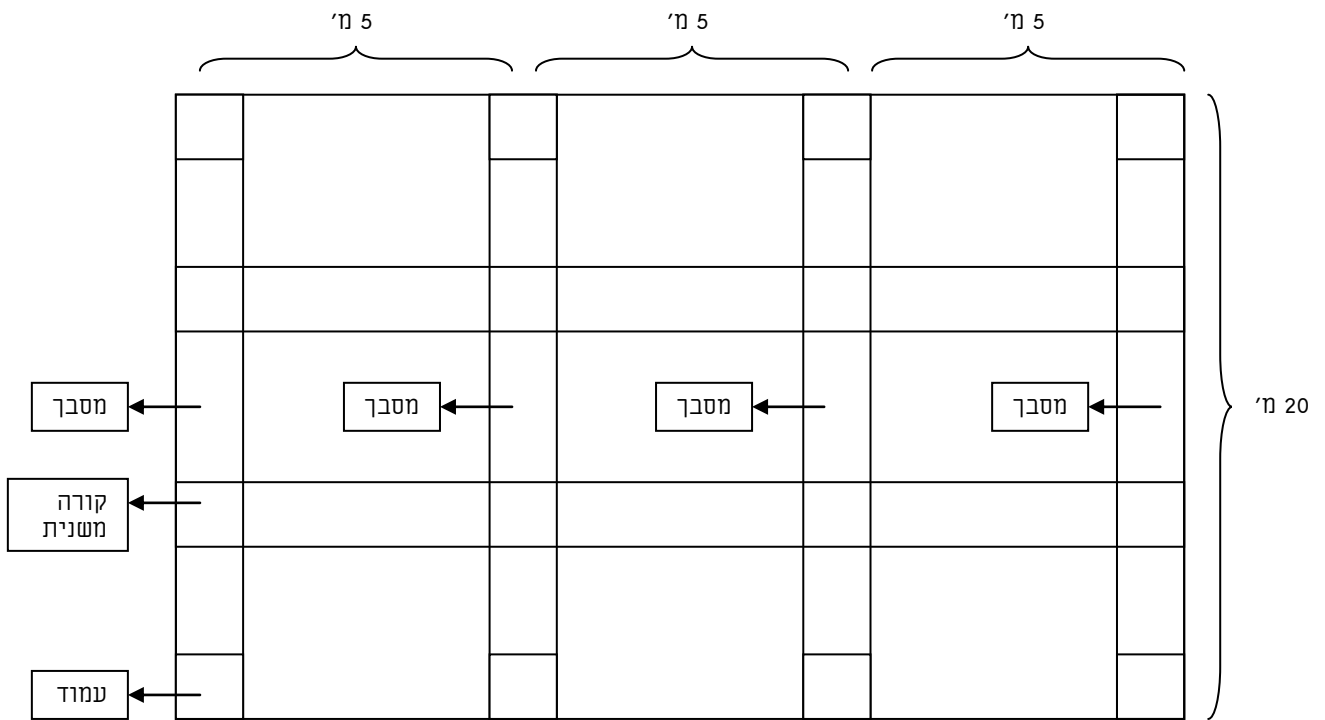
מוטות המילוי מקשרות בין החגורה העליונה והתחתונה. כמו כן משמשות כדופן של הקורה.

מבניית המסבך (אגד) נקבל אלמנט שהוא מאוד חסכוני במשקל עצמי אבל כדי שהאלמנט יתפקד בצורה נכונה – צריך שכל העומסים שיפעלו עליו בנקודות החיבור הנקראות "צמתים". על נקודות הצמתים פועלים מאמצי לחיצה ומתיחה.

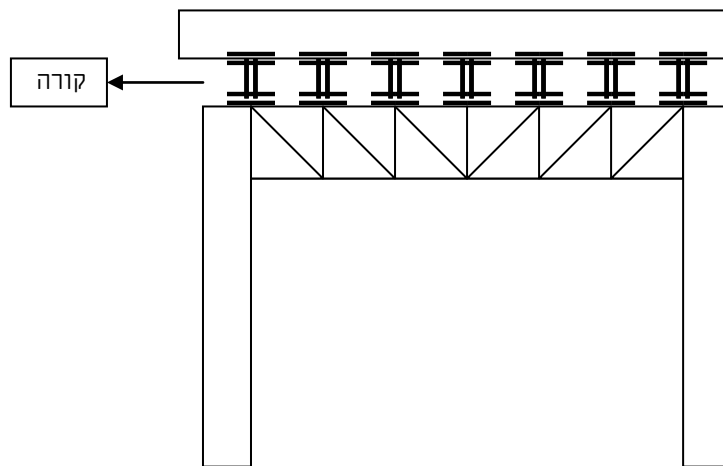
הערה: לכל אלמנט לחוץ – רצוי אלמנט קצר.
לכל אלמנט מתוח – רצוי אלמנט ארוך.



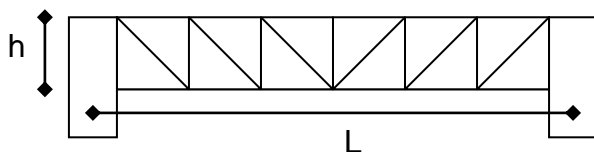
האנגר – דוגמא למס' מסבכים במבנה אחד.



ע"י קורות המשנה אנו מנצלים את המסבך בצורה מקסימלית מבחינת עומס הכוחות (הנחת הקורות על הצמתיים).

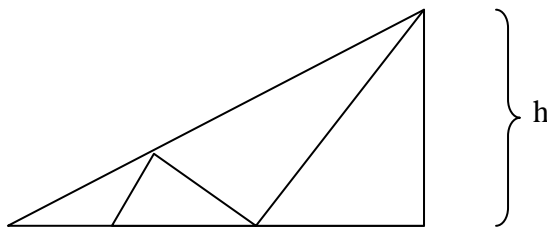
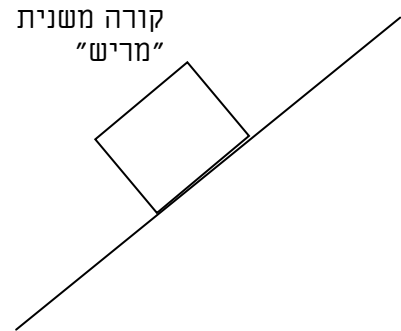
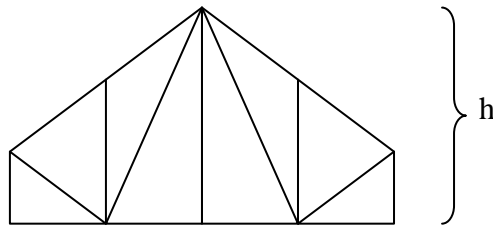
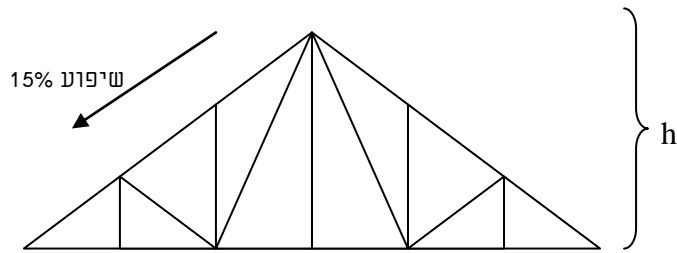


באופן כללי: גובה מסבך



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

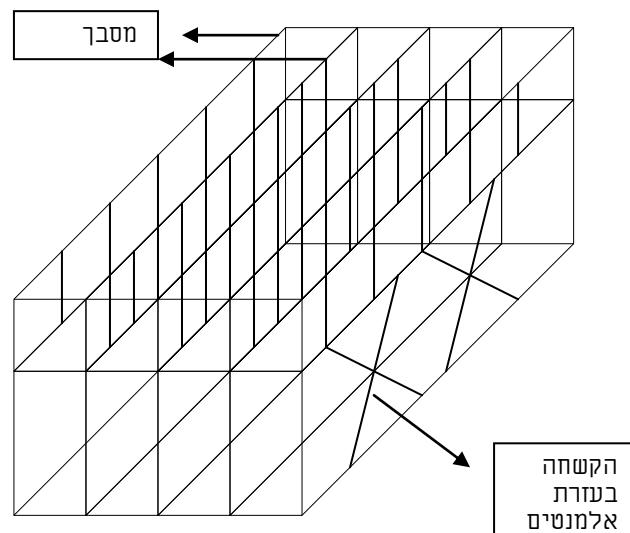
סוגי מסבכים



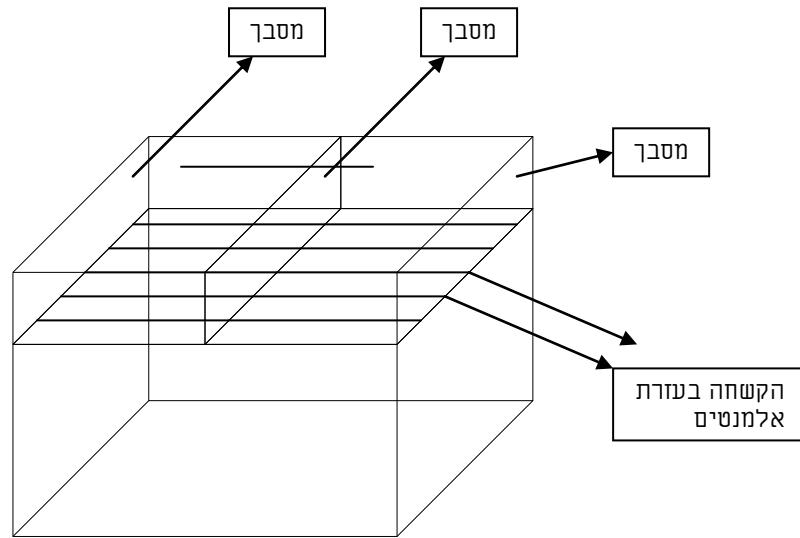
מריש

מריש הוא קורה משנית שתפקידה לשאת את כיווי הגג או את כיווי הקורות. במבנים פשוטים בעלי כיווי 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.

לייצוב מבנה לכוחות אופקיים (מבנים קלים) בחזיתות, נבצע הקשחה בעזרת אלמנטים.

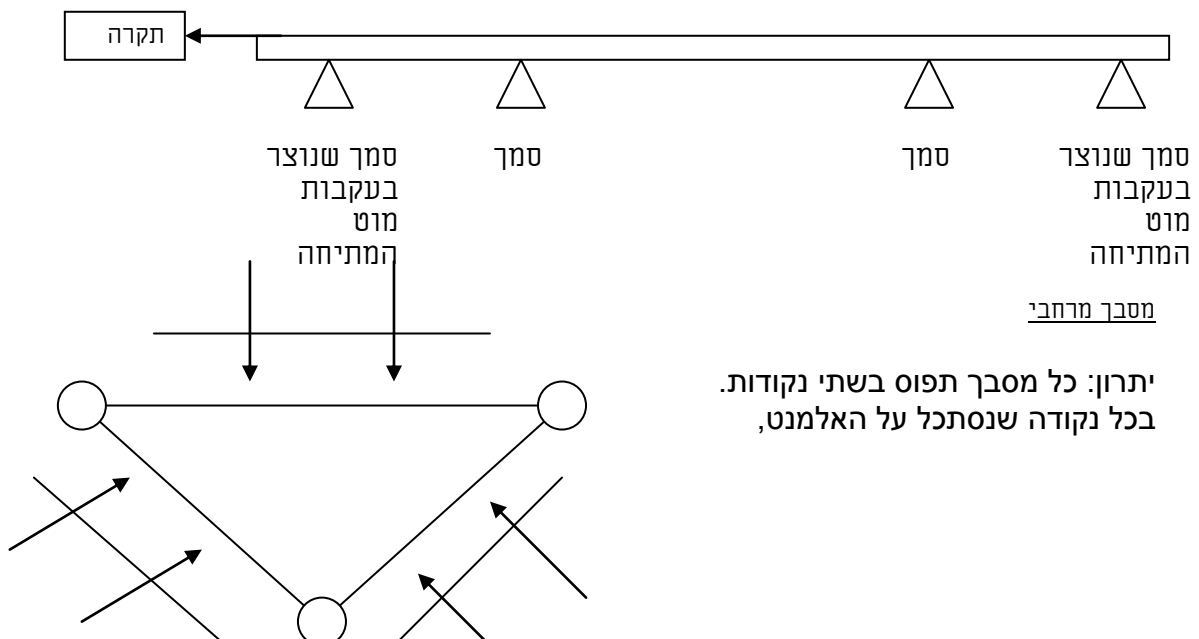
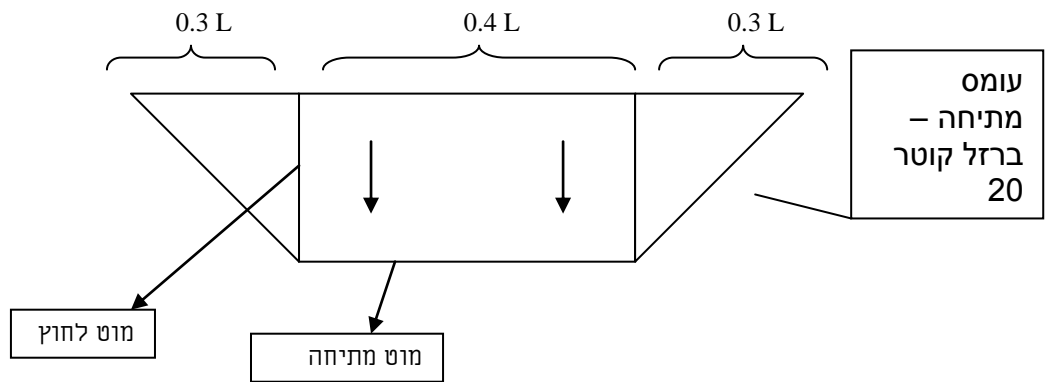


במבנים פתוחים לרוח הלחץ יבוא מתחת לתקרה ולכן יש להוסיף מוטות בין המסבכים.



מתלה

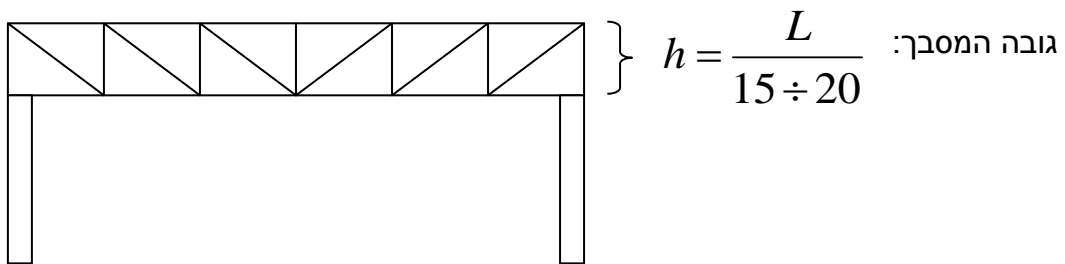
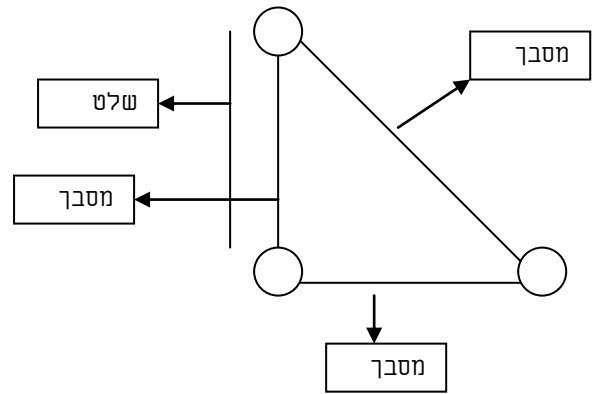
קיים מוט מתיחה. במוט זה יש להשתמש למפתחים קטנים עד 6 מטר. השימוש במוט מתיחה נועד להחליף את בניית האגד (מסבך)



יתרון: כל מסבך תפוס בשתי נקודות. בכל נקודה שנסתכל על האלמנט,

נראה שהוא תפוס בשתי נקודות.

לדוגמא: שלטי חוצות
עגורן
עמוד חשמל



חסרון: נדרשת כמות גדולה של חומר.

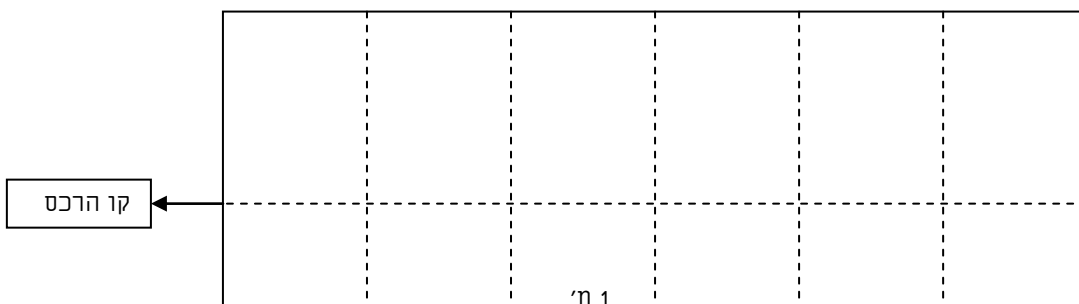
גגות עץ

ת"י - 1556

גגות קלים, גגות מעץ עושים בגלל הנושא הארכיטקטוני וע"מ לבצע קירוי של גגות רעפים.

את הקונסטרוקציה מעץ אפשר לבצע גם באלומיניום.

- אין אפשרות לבנית קומה נוספת. עומסים קלים בלבד לדוגמה- לאדם בודד לתיקון הגג.
- הגג אינו יציב לכוחות הדף אופקיים.
- השיפוע יחסית גדול, לפחות 40% (ע"מ שהמים יסתלקו בצורה מהירה).
- הרעפים מחוייבים בקשירה וזאת למנוע ששבירה או שיחרור של רעף אחד לא יגרום לכשל רציף.



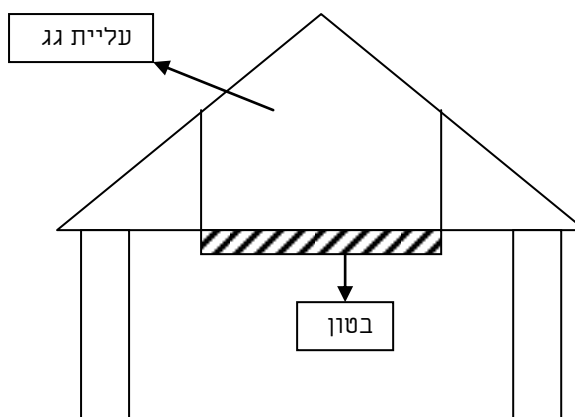
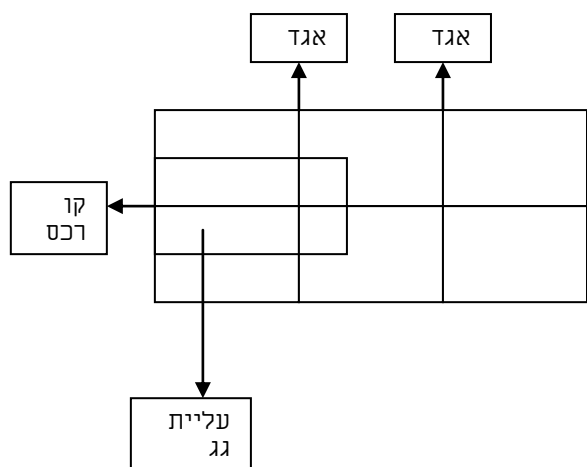
אגד עץ (עיין עמוד 94 בחוברת)

- החיבור באגד עץ – ע"י מסמרי עץ.
- החיבור ע"י פחים משוננים.
- המסמרים מחלישים את האלמנט, בנקודת החיבור מוסיפים פח משונן.
- הרעפים הם במידות 31 ס"מ, מאחורי הרעף יש חוט פלדה שנקשר לקונסטרוקציה (קושרים כל רעף רביעי) באזורים גיאוגרפיים בעייתיים צריך לקשור את כל הרעפים (אזורים המוגדרים כאזורי יניקה).
- בנקודות הסמך יש סרגל עץ על העמוד / קורה.
- בנקודת הקצה של הגג עושים ארגז רוח (למניעת כניסת רוח). הרוח יכולה להעיף את הגג. כמו כן מניעת כניסה של זוחלים, ציפורים ועוד. חלק זה יכול להיות מפח מגולבן (ולכן לא יידרש טיפול ממשוך).
- המרזב ימוקם בתוך ארגז הרוח, למרות שבדרך כלל אין עושים מרזב.
- גג הרעפים איננו מעובד ולכן יש כניסה של חום מבחוץ, ולכן על מנת ליצור שכבת בידוד מצמידים מתחת לגג רדיד אלומיניום עם צמר סלעים והוא אוטם את כניסת החום. קירוי של חלל הגג מסתיים בתקרת רביץ (בחלק הפנים של הדירה).

רביץ – תקרה לא קונסטרוקטיבית המשמשת אך ורק כסגירה של חלל הגג והיא עשויה מרשת XPM מגולבנת. על רשת זו מבצעים טיח בעובי של 5 ס"מ (בד"כ $3 \div 5$ ס"מ). סיום התקרה מבוצע ע"י פרופילים קטנים של פלדה או סרגלי עץ.

ניצול חלל הגג (עליית גג)

רצפת עליית הגג חייבת להיות קונסטרוקטיבית.
גובה מחייב לעליית הגג 1.80 מטר.



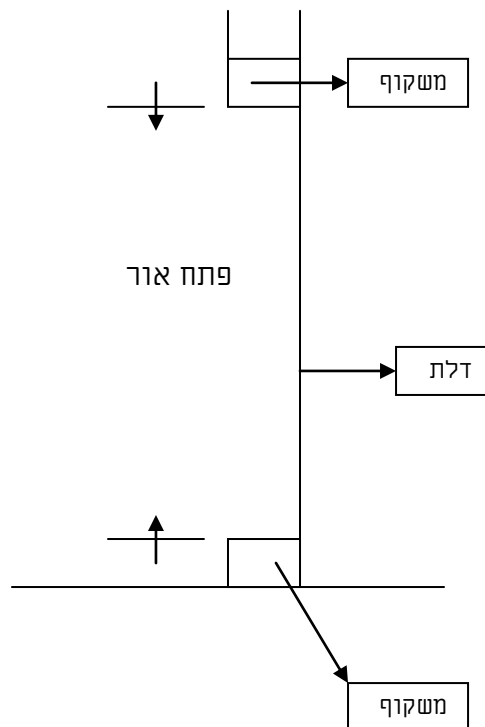
מרחב מוגן – ממ"ד (מרחב מוגן דירתי) – עמ' 15 בחוברת.

- הגנה מפני הדף במבנים.
- הדרישה אומרת שכל ממ"ד בנוי על משנהו, לכל גובהו של המבנה. כאשר בקומת הקרקע יש הקלה – אפשר לייצר לפחות 70% מקירות הבטון.
- מרחב מוגן לדירה ששטחה עולה על 100 מ"ר – שטחו 5 מ"ר.
- מרחב מוגן לדירה ששטחה קטן מ-100 מ"ר – שטחו 5 מ"ר.
- בכל ממ"ד קיים חלון הדף.
- קיר חיצוני – עובי 25 ס"מ.
- קיר פנימי – עובי 20 ס"מ (לפחות 3 מ' מקו חזית).
- בין קומה לקומה עובי רצפת בטון 15 ס"מ – גג אחרון יהיה בעובי 20 ס"מ. בממ"ד הראשון הרצפה תהא בעובי 20 ס"מ.
- קיימים 2 צינורות אויר בקוטר 8 צול.
- מרחב מוגן עם קיר משותף יכול להיות 15 ס"מ (בין שני ממ"דים).
- למרחב מוגן מאושר 2 קירות חיצוניים בלבד.

מרחב מוגן קומתי (עמוד 15 א')

- נמצא בלובי המרכזי – המנקז אליו מספר דירות או משרדים.
- קיר חיצוני אחד בלבד.
- עובי קיר חיצוני 30 ס"מ (במידה ומוסיפים חלון עובי הקיר יגדל ל- 35 ס"מ).
- קיים פתח חילוץ קומתי.
- קיים סולם עלייה לקומה מעל (דהיינו, אפשר לעלות או לרדת ממרחב מוגן אחד למשנהו). הסולם בכל קומה ימוקם בפינה הנגדית (שמאלה או ימינה).
- הקיר הפנימי מרוחק לפחות 3 מטר מן החזית.
- אזור הכניסה – קיים קיר הדף המגן על הכניסה (בטון מזויין) והוא קיר מגן, עובי הקיר 20 ס"מ.
- עובי רצפה – בין הקומות 15 ס"מ, עובי הגג 20 ס"מ, עובי הרצפה 20 ס"מ.
- שטח הממ"ק – 5 מ"ר לדירה שעולה על 100 מ"ר. 4 מ"ר לדירה הקטנה מ- 100 מ"ר.
- לכל ממ"ק מותרות 4 דירות בלבד.
- ריצוף - ניתן לעשות במרחב מוגן דירתי / קומתי.
- חיפוי קירות – אסור מוחלט בשני המקרים.

פתח אור

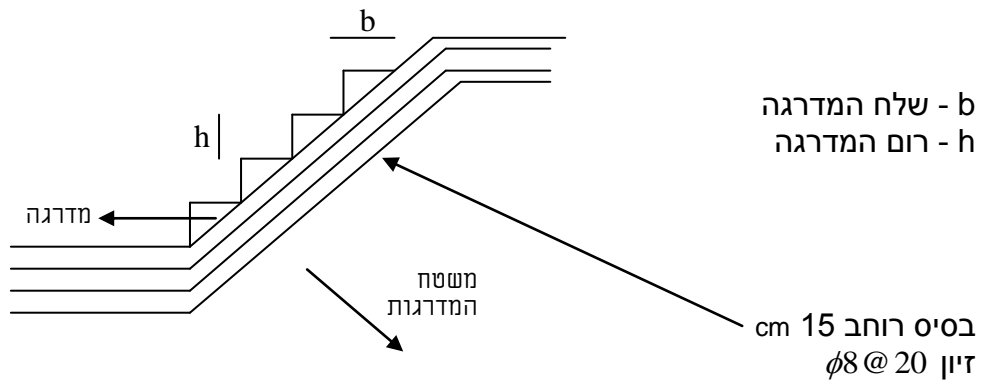


הרצאה מספר 10 – הנדסת בניין 2/1/06

חדרי מדרגות

- א. רמפה: $0^\circ - 20^\circ$
- ב. מדרגות: $20^\circ - 50^\circ$
- ג. סולמות: $50^\circ - 90^\circ$

מדרגה זה אלמנט המאפשר לגשר בין שני אלמנטים.
במדרגות מקובל בדרך כלל לעבוד בזווית של 30° .



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

להלן מידות מקובלות בתחומים שונים:

1. מגורים

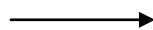
$$2 \times 17.5 + 27 = 62cm, \quad \text{tag } \alpha = \frac{17.5}{27} = 33^\circ, \quad b = 27 \text{ מ"מ}, \quad h = 17.5 \text{ מ"מ}$$

2. מבני ציבור

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

3. מרתף

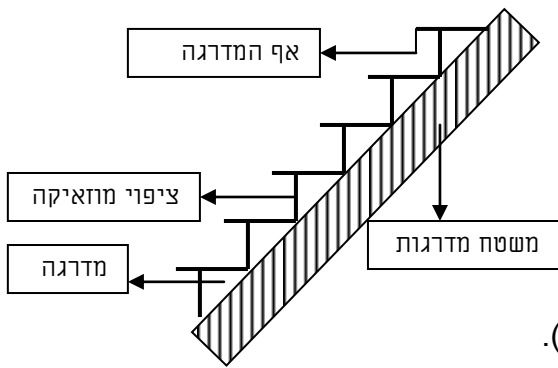
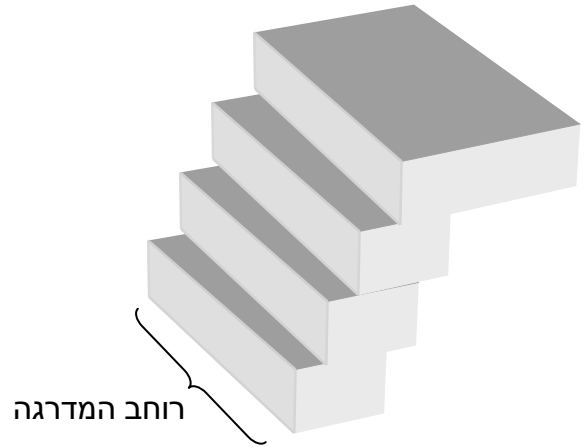
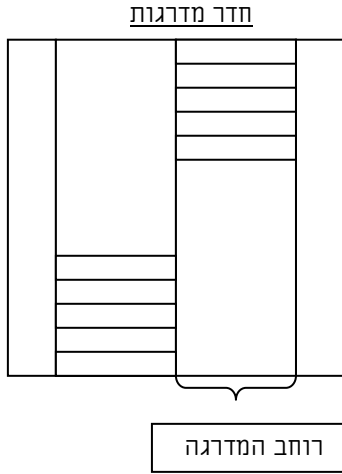
$$2 \times 18 + 26 = 61cm, \quad \text{tag } \alpha = \frac{18}{26} = 35^\circ, \quad b = 26 \text{ מ"מ}, \quad h = 18 \text{ מ"מ}$$



רוחב המדרגה

חדר מדרגות פנימית (בתוך מבנה בודד) - 0.8 מטר
חדר מדרגות עד 2 דירות - 0.9 מטר
חדר מדרגות בבניין רגיל או רב קומות - 1.0 מטר

המידה לרוחב המדרגה היא מקיר לקיר או מציר מעקה לציר המעקה ממול.

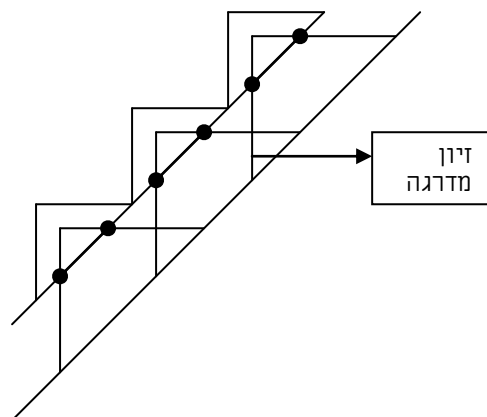
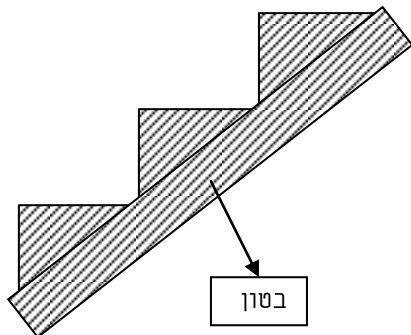


מבנה המדרגה

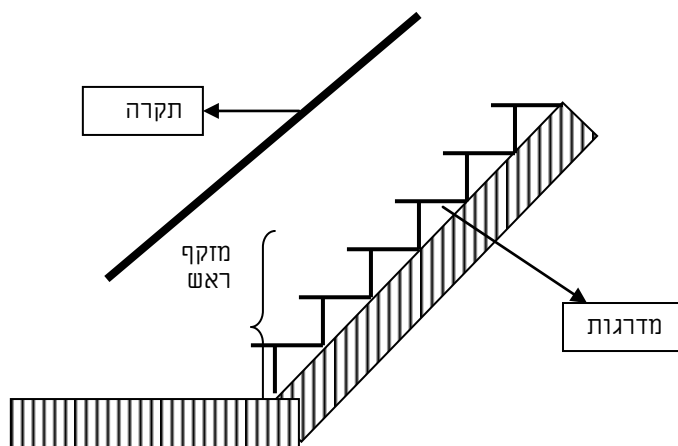
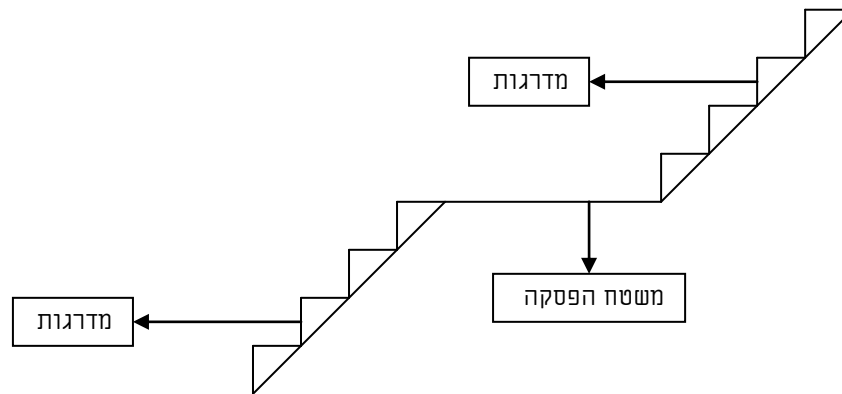
תכונות נדרשות:

עמיד בפני אש
עמיד בפני החלקה
כל הזיון יהיה במשטח המדרגה

הערה: תיתכן אפשרות ליציקת מדרגה במקום (באתר).



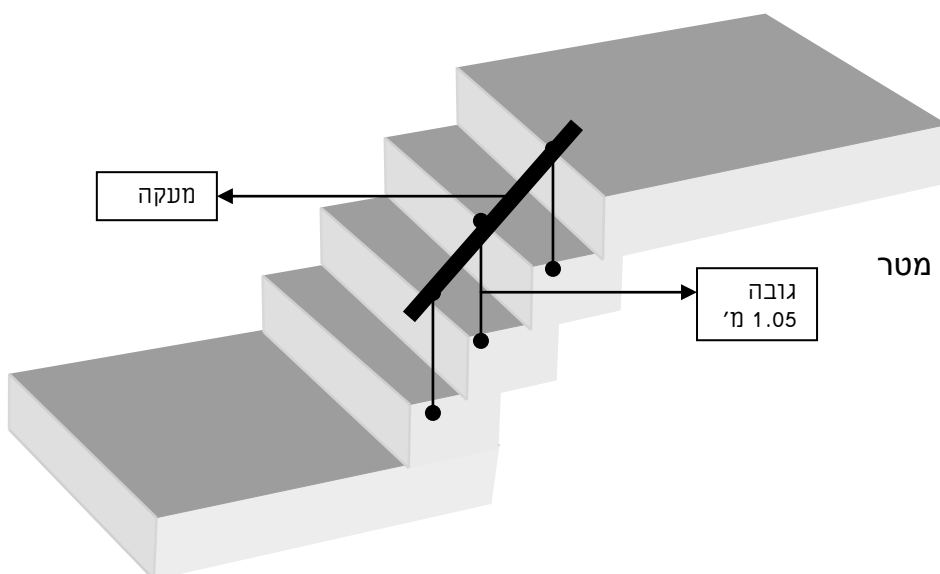
במהלך רציף של מדרגות מותר 16 מדרגות ולפחות מ-3 מדרגות.
 במידה וקיים מקרה בו נדרשים ליותר מ-16 מדרגות אזי עושים משטח הפסקה של 1 מטר.



מזקף ראש

זוהי המידה האנכית בין אף המדרגה לבין מפלס התקרה שמעל. צריך להיות מינימום 2.10 מטר.

הערה: חובה, רוחב אחיד וגובה אחיד לכל המדרגות באותו מהלך.



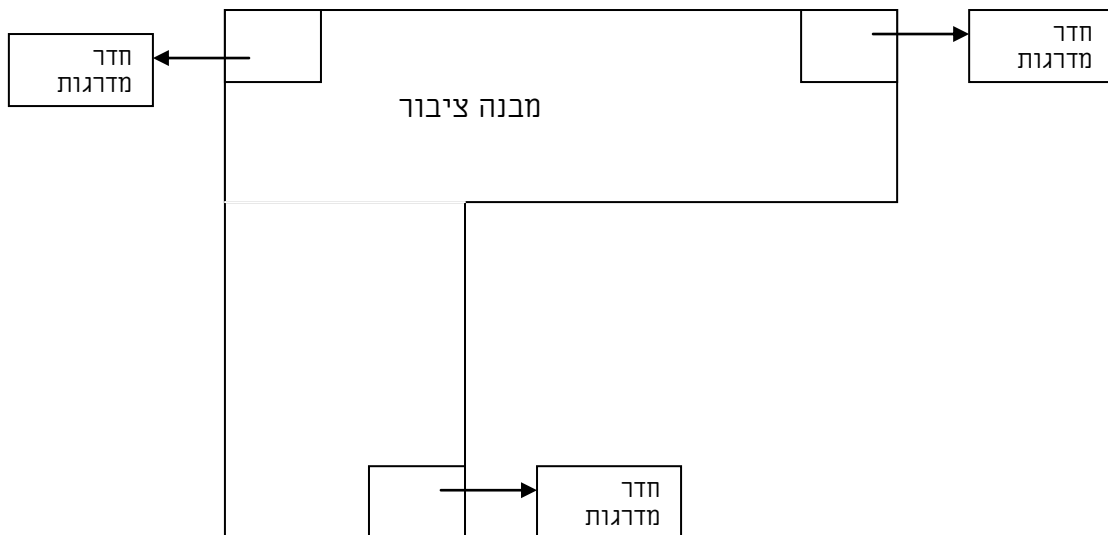
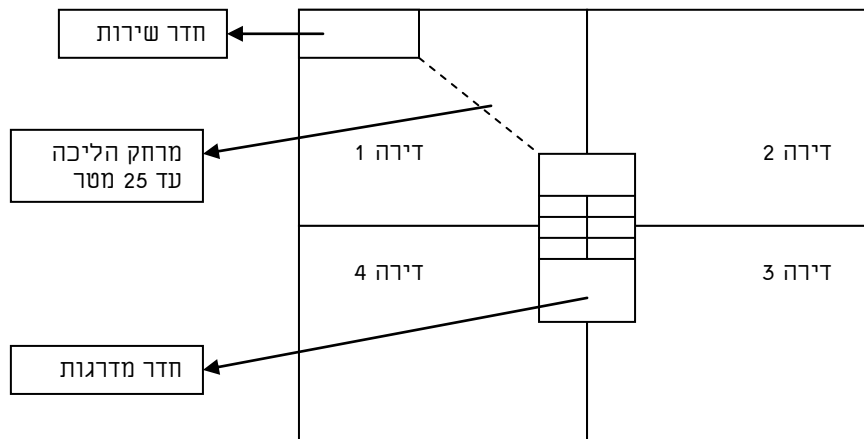
מעקה בחדר מדרגות

- ת"י למעקות 1142
- גובה מעקה – לפחות 1.05 מטר

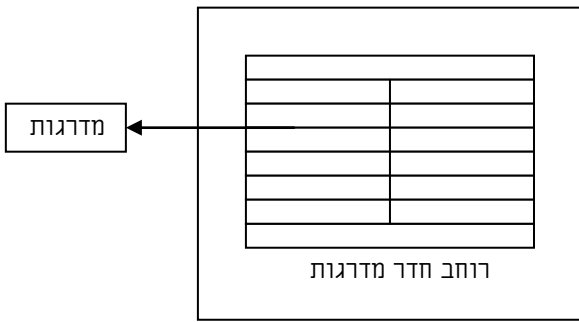
מרחב יציאה לכיוון חדר מדרגות

1. מרחק יציאה מכל חלק של הבניין עד לחדר המדרגות 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.



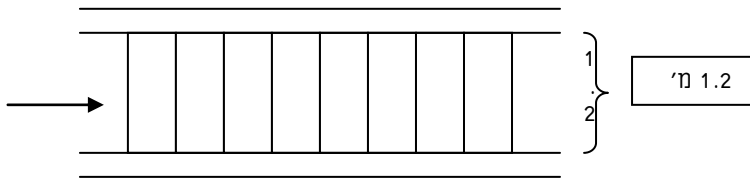
מבט על חדר מדרגות



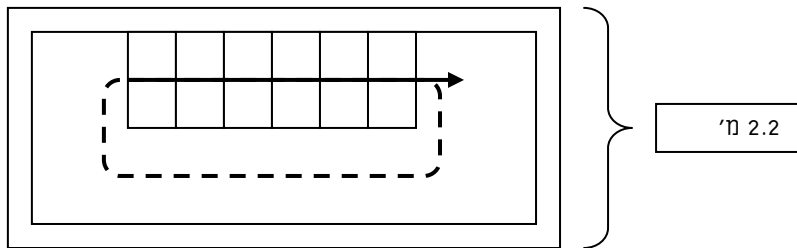
שטח חדר מדרגות לתוכנית קומה

מוביל עד ל- 5 יח"ד בקומה – 9 מ"ר קומתי
 מוביל מעל ל- 5 יח"ד בקומה – 10 מ"ר קומתי

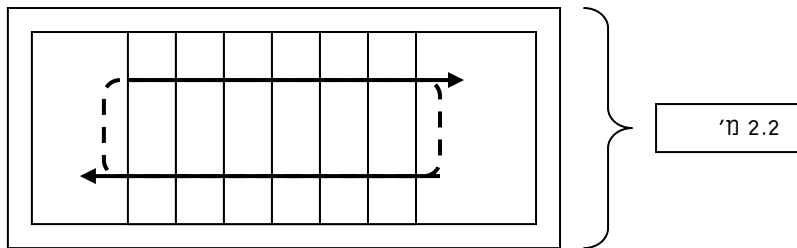
רוחב חדר מדרגות



1. בכיוון עליה וירידה בלבד.

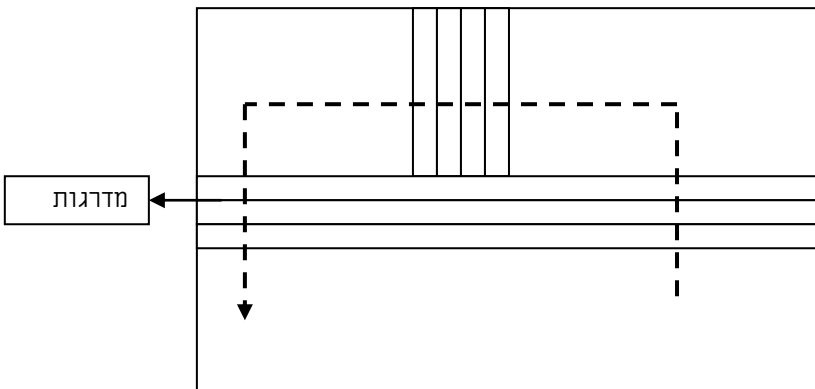


2. מהלך מדרגות אחד.

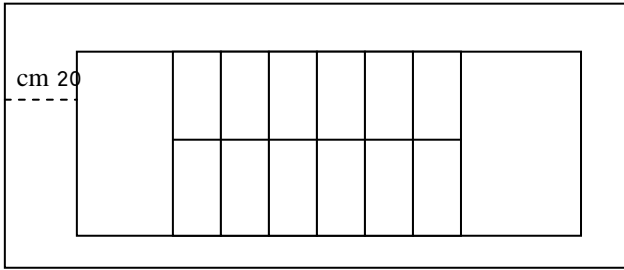


3. 2 מהלכים מקבילים.

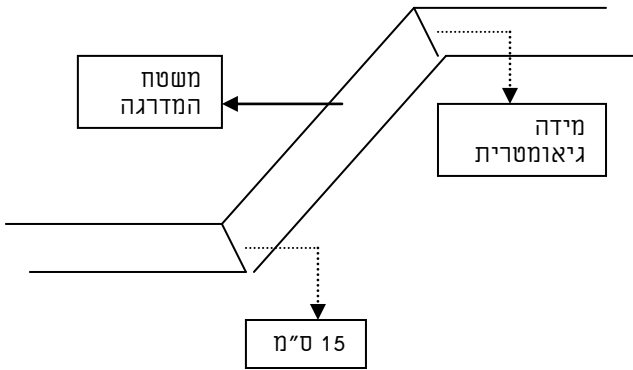
4. 3 מהלכי מדרגות או יותר.



קירות חדר המדרגות



- עשוי בטון מזוין
- עובי קירות לפחות 20 ס"מ.
- בבניין רב קומות – עובי קיר 30 ס"מ (רב קומות – 27 מטר מעל מפלס 0-0-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 מינימלי של חדר מדרגות או המדרגות הוא 8 מ"מ קוטר

עבודות גמר

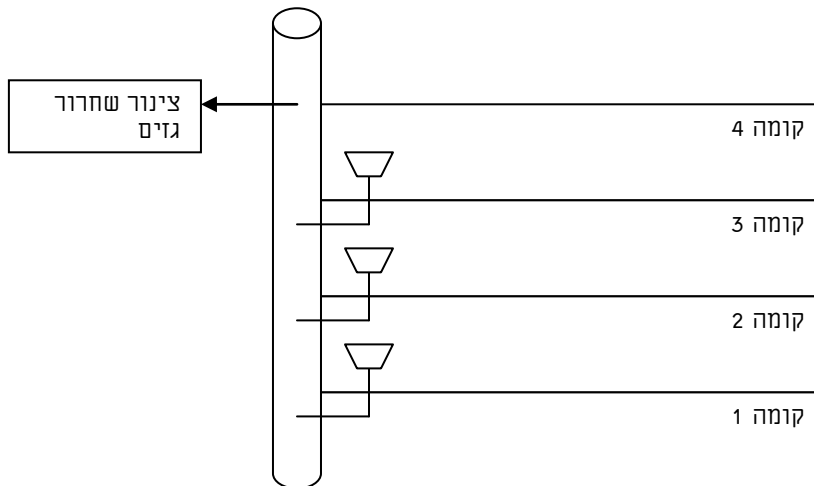
אינסטלציה / מתקני תברואה

- תקנות הל"ת (הוראות למתקני תברואה)
- ת"י 1205

דרישות יסוד למתקני תברואה:

1. אספקה של מים ראויים לשתייה.
2. חובת אספקת מים לכל צרכן בספיקה מספקת, ז"א לחץ מתאים [4-5 אטמוספירות לכל נקודה] בתנאים סביבתיים נאותים.
3. אבטחת אספקת מים חמים לכל צרכן.
4. תכנון וביצוע רשתות מים השומרות על טיב המים.

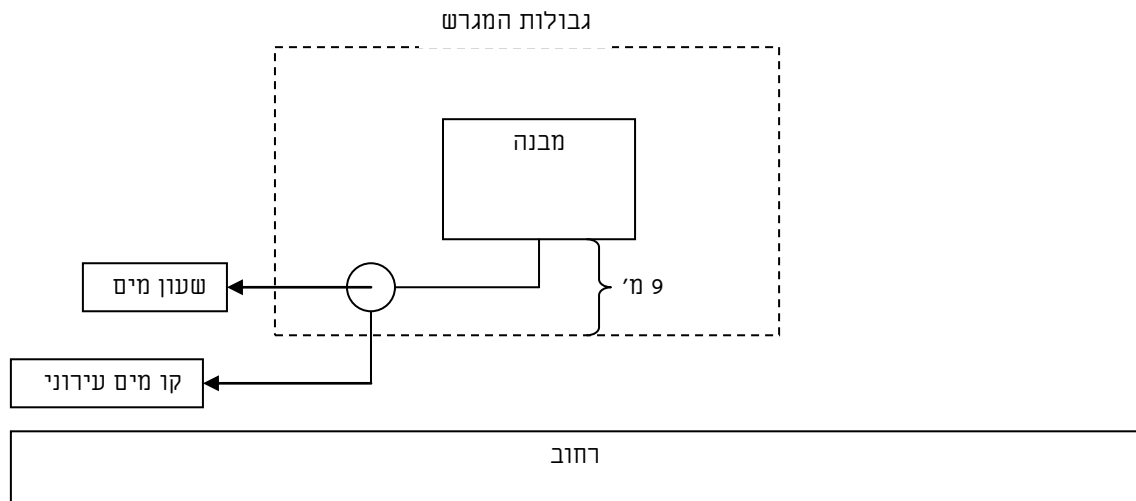
5. אבטחת צנרת המים והמתקנים מפני חימום יתר או התפוצצות או קיפאון.
6. סידורים תברואתיים מינימליים לפי הוראות הל"ת.
7. מערכת נקזים מתאימה ומתוכננת ומתוחזקת באופן כזה שלא מאפשר אחסנת מוצקים, המערכת תצויד בפתחי ביקורת מתאימים.
8. מערכת אספקת המים והנקזים תבנה מחומרים ברי קיימא וללא פגמים.
9. חתם מים (מחסום – מעבר לגזים וריחות מרשת הביוב לדירה).
- הערה: מערכת הניקוז פתוחה לאטמוספירה ע"מ לשחרר כל הגזים הנמצאים בצנרת.
10. סילוק גזים ממערכת נקזים, ז"א, לכל צינור אויר ממערכת הנקזים יש להעלות לנקודה הגבוהה ביותר, וזאת על מנת לשחרר גזים וריחות.



11. מערכות אספקת מים ונקזים – בודקים שאין ליקויים בהרכבה או בחומר שממנו עשויה המערכת. (נבדקת ע"י מכון התקנים).
12. סילוק של חומרים מזיקים הפוגעים בצנרת, כולל תרכובות למיניהן היכולות לפגוע בצנרת עצמה (חומרים מאכלים).
כנ"ל לגבי תאורה ואיוורור, יש לדאוג לכמות תאורה מספקת.
13. בכל מקום שלא קיים ביוב מרכזי יש להתקין מתקן סילוק פרטי.
14. מערכת הניקוז באופן כזה שתמנע הצפה של מי ביוב.
15. כל קבועה תברואתית כולל החיבורים שלה, תהיה במקום נגיש לאחזקה.
16. מיקום הצנרת יהיה כך שימנע פגיעה באלמנטים קונסטרוקטיביים ואלמנטים אחרים עקב השימוש בקבועות.
17. אין להזרים ביוב למי תהום ואין לנקז גשמים למי ביוב.

חיבור לרשת ציבורית

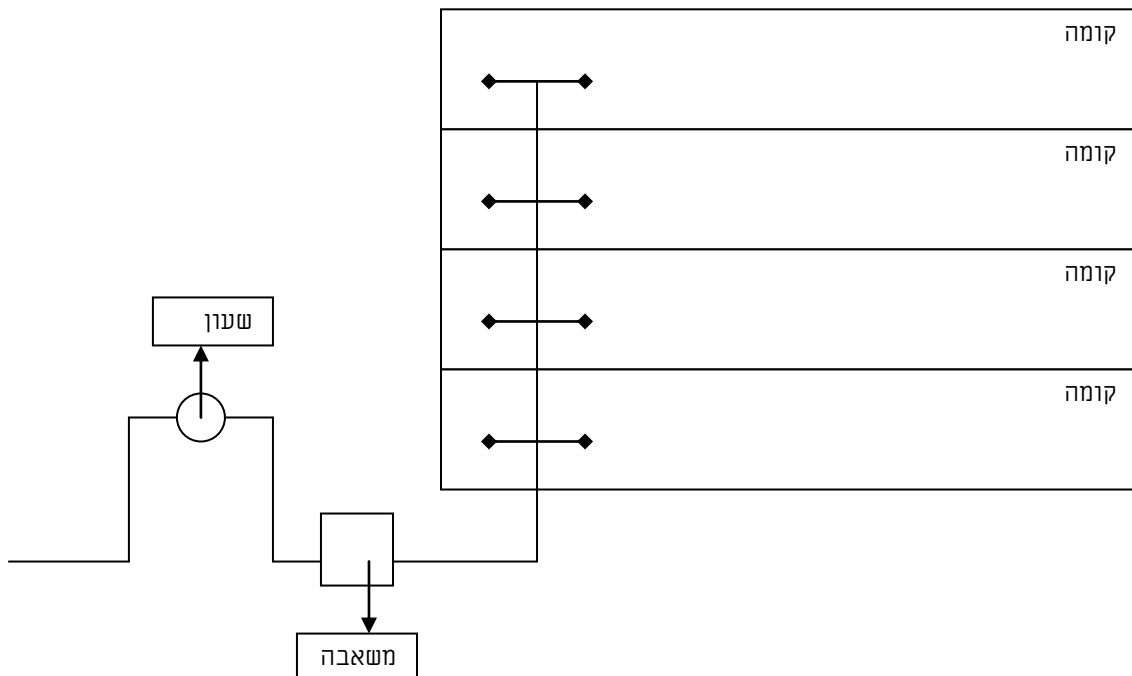
הטמנת צינור המבנה: מפלדה בעומק 0.5 מטר
 מפלסטיק בעומק 10 מטר
 מרחק צינור מקו הבניין-מנימום 2 מ"ר
 כמו כן אם יש מעבר כביש – הטמנה בעומק 10 מטר.



הדרישה למערכת אספקה $4 \div 5$ אטמוספירות לכל יחידת קצה. כמו כן מניעת רעש (מים זורמים).

הלחץ העירוני של האטמוספירות נתון מן הרשות 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).

במקרה שיש בעיה של לחץ בקומות הגבוהות נשתמש במשאבה שתוכל להעלות את הלחץ (בדרך כלל יש 2 משאבות).



מיכל מים על הגג

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

כמו כן אפשר להשתמש במיכל על הגג כמקור מים לכיבוי שריפות.
ואזי המיכל משמש לשתי פונקציות בו זמנית:
א. עונה לדרישות מכבי אש (מתקן לכיבוי)
ב. מיכל להתגברות על לחץ אטמוספרי בצנרת.

המשאבה - מעלה את המים עד למיכל העליון או עד לקומות הגבוהות, פועלת רק בשעות הלחץ ולא באופן קבוע.

לחץ מינימום/מקסימום – מהרשות המקומית נקבל ערכי לחץ מינימום ומקסימום בקו העירוני. הלחץ בצנרת המבנה יהא נגזרת של נתוני הקו העירוני.

בניינים רבי קומות

קיימת רשת נוספת והיא מיועדת לכיבוי אש ותפקידה לספק מים לכיבוי אש. המים בדרך כלל נאגרים בכמות מסוימת, בבריכה או בכל מתאן אחר.

- קיים בבנייני ציבור או 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.

חומרי הצנרת

אנו מפרידים בין חומרים מתכתיים לבין אל מתכתיים.

1. מתכתיים – צינורות מפלדה או נחושת.
2. אל מתכתיים – צינורות פלסטיק.

מתכתיים

עמידים בלחצים גבוהים

עמידים בפני שריפה

חסרונות:

1. קורוזיה
2. דורש עבודה מקצועית (חיבורים)
3. 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: מאחר וההברגה 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

צנרת אל מתכתית

- חומרים פלסטיים – לא נתקפים בקורוזיה
- חומר חלק – לכן יש הפסדי לחץ קטנים לעומת ברזל.
- אבנית וליכלוך – לא נתפסים (אבנית עם הזמן מקטינה קוטר)
- חומר פלסטי - לא עמיד בלחצים גדולים
- מקדם התפשטות הרבה יותר גדול ממתכת (חסרון)

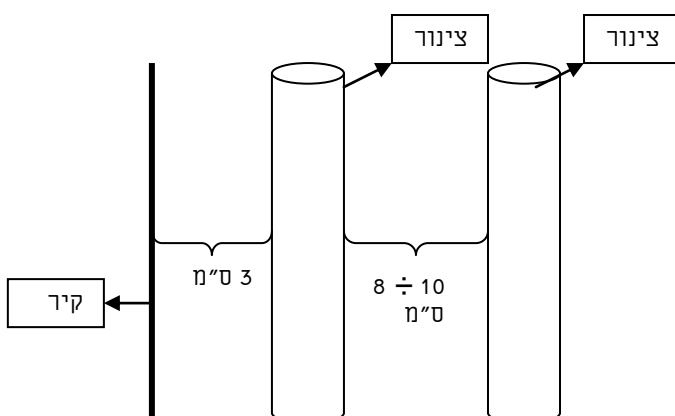
סוגי צינורות אל מתכתיים

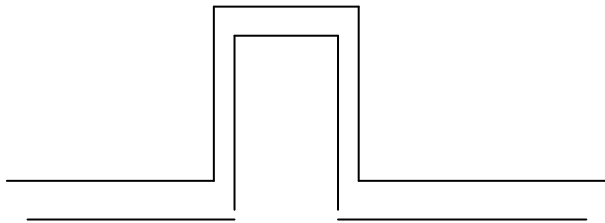
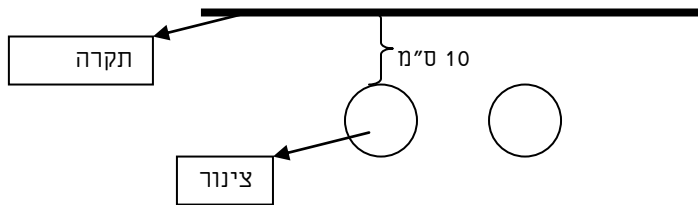
- צינורות PVC
- צינורות פליאתילן גמישים, בדרך כלל לגנון (תרמו פלסטי – גמיש)
- צינורות פוליאיתילן מצולב (פקסגול) למים חמים וקרים (תרמו פלסטי – גמיש)
- צינורות פוליאוטילן – פל גל (תרמו פלסטי)
- CPVC קשיח

הרכבת הצנרת

מרחקים נדרשים:

- צינור לקיר – 3 ס"מ
- צינור לצינור – 8 ÷ 10 ס"מ
- צינור לתקרה – 10 ס"מ





למניעת התפוצצות של הצינור 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

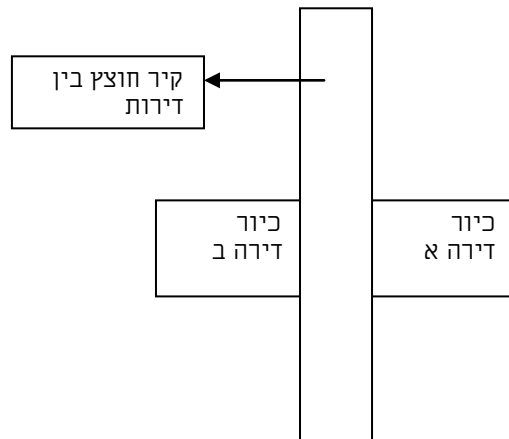
לפני הפעלת הצנרת היא עוברת תהליך חיטוי.

בדיקת לחץ

הצנרת עוברת בדיקת לחץ ע"י הזרמת מים בלחץ (12 אטמ').
היחס המקובל $5 \div 4$ אטמוספירות

אקוסטיקה

קיימת דרישה תכנונית לרכז צנרת כך שתהא הקבלה בין דירות וזאת על מנת למנוע הצמדת צנרת לחדר שינה. לאו חדש ללא זרימת מים בדירה סמוכה.



מערכת ניקוז מים מלוכלכים

אלו מערכות שפועלות על עיקרון של GRAVITY. כוח כבידה.

מערכת זו מורכבת:

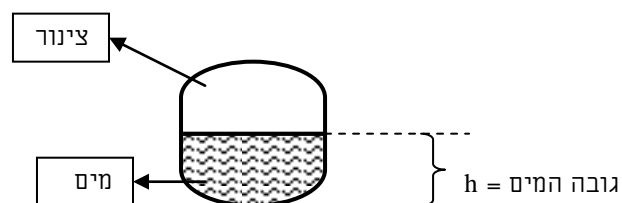
1. מי דולחין
2. מי שופכין
3. מי גשם

מי דולחין: מים לא נקיים אך ללא מוצקים (מי כיור + אמבטיה)
מי שופכין: מים מלוכלכים + מוצקים (אסלות)
הערה: קיימים מבנים בהם קיימת הפרדה בין מי דולחין לשופכין)
מי גשם: אין מנקזים מי גשם למערכת השופכין והדלוחין.

שיפועים

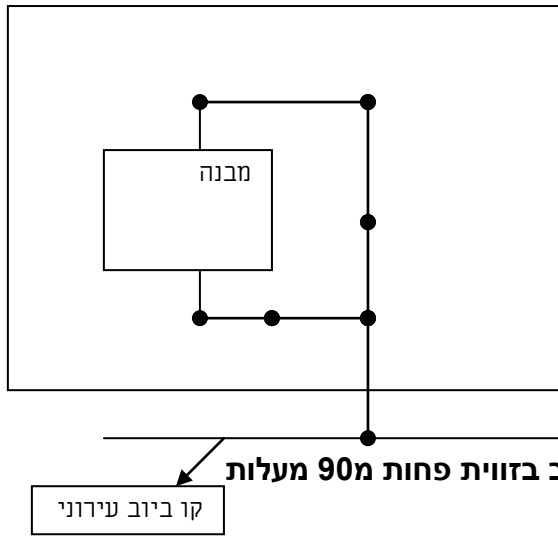
שיפוע מינימלי של צנרת: 2% - מקסימלי: 5%

השיפוע נועד לגרום לזרימה תמידית של כל מי השופכין והדלוחין לזרום הלאה.
מי השופכין והדלוחין מגיעים למערכת הביוב.



חיבור לרשת הביוב

1. חיבור לרשת ציבורית
2. סילוק פרטי



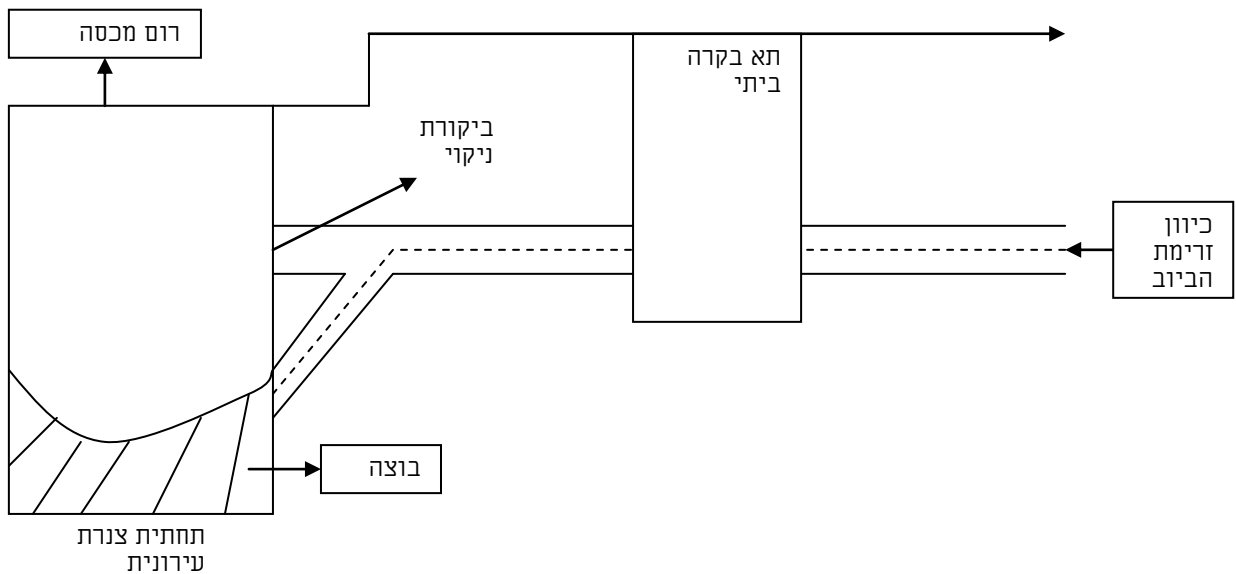
המערכת העירונית (ביוב) תהא תמיד נמוכה יותר מן מערכת המבנה.

במידה שהבית נמוך מן הרשת העירונית, אזי יש להיעזר במשאבות.

בור בקרה בכל מקום שינוי כיוון. אין להניח קו ביוב בזווית פחות מ-90 מעלות בחיבור לקו בכיוון אחר.

תא בקרה: משמש לניקוי סתימות בצנרת. אלמנט טרומי עם מכסה עליון.

מרחק בין תא לתא: 15 מטר. מנימום. אל א אם יש שינוי כיוון

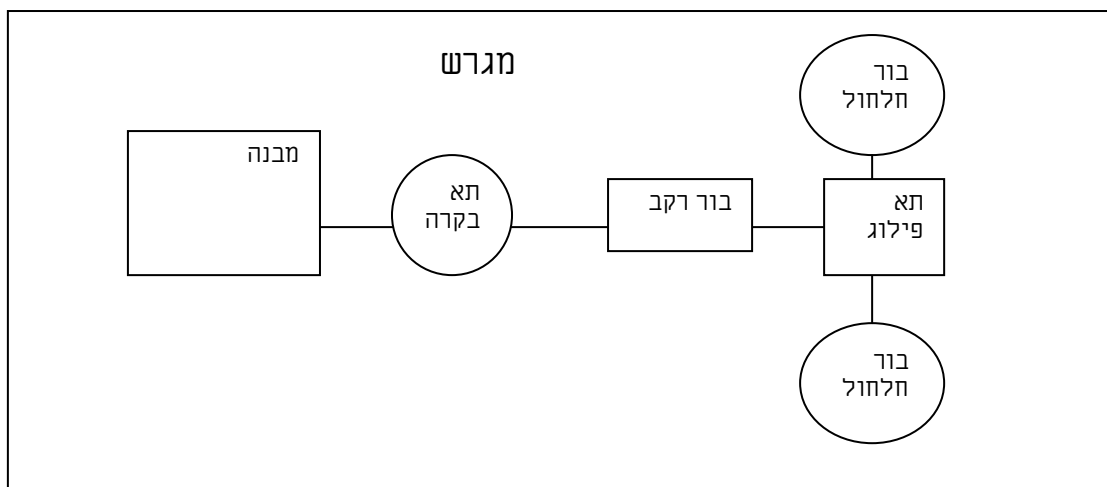


רום מכסה רשת עירונית משמש כאינדיקטור לאיזה מערכת ניקוז נשתמש, אטמוספרי או שאיבה.

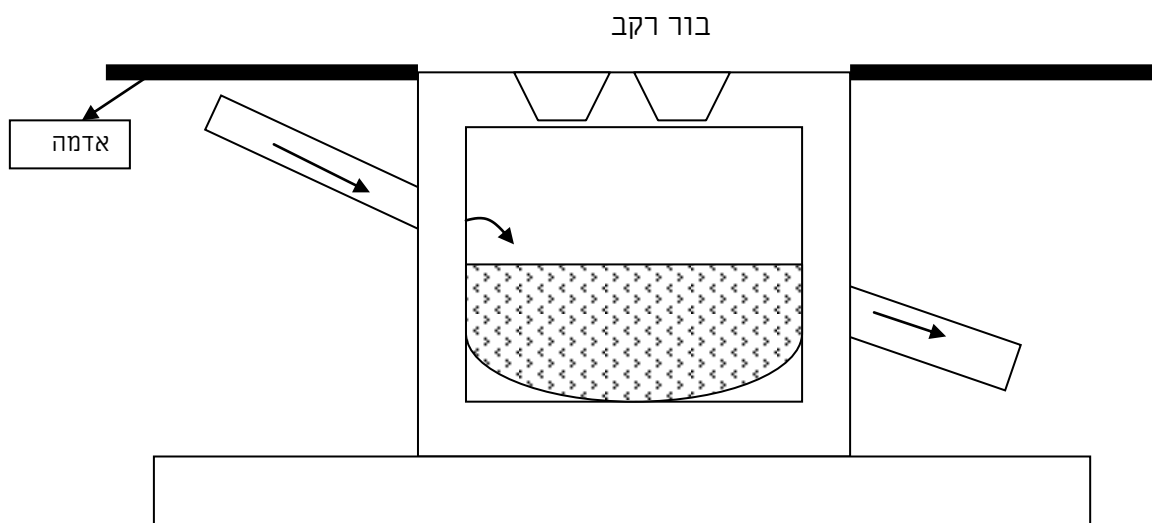
סילוק פרטי

הכוונה היא שאין מערכת ואזי נדרש לתת פתרון מקומי.

הערה: מי דולוחין אפשר לשחרר לקרקע.



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



הזרימה תמשיך לתאי פילוג ומשם לבורות החלחול (בתא הפילוג מידי פעם ישונה הכיוון לבור חלחול).

בור החלחול יושב על חצץ

עומק בור רקב: 2 מטר
היום ניתן לקנות בורות מוכנים, טרומים.
כנ"ל לגבי בור חלחול.

מבט צד בור רקב (מידות)

