GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2025 מועד א'
סמל השאלון: 97153
שם התלמיד/ה: _____

תכנון הנדסי

הנדסת בניין · הנדסאים וטכנאים

הוראות

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: יש לענות על 3 שאלות בלבד: שאלה אחת משאלות 1 ו־2; שתי שאלות משאלות 3, 4, 5, 6 ערך כל שאלה: 33 נקודות. נקודה אחת תינתן על התרשמות כללית. בסך הכול: 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: 1. מחשבון מדעי (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית). 2. קלסר אחד בלבד עם חומר הרצאות. אין להוציא דפים מהקלסר. 3. "סטטיקה, חוזק חומרים ובטון מזויין", טבלאות עזר למגמת בניה ואדריכלות, בהוצאת המרכז לחינוך טכנולוגי חולון. 4. ת"י 413, ת"י 414, ת"י 412, ת"י 466 ות"י 1225. 5. סרגל מידה, סרגל קנ"מ ומשולש.

ד. הוראות מיוחדות: 1. יש להקפיד למלא מספר ת"ז ומספר מחברת בראש עמוד זה. 2. את כל התרשימים הנדרשים יש לערוך בקנ"מ מתאים. 3. רשמו את הנוסחאות שבהן אתם משתמשים כדי להסביר את דרך הפתרון. 4. יש להקפיד ולרשום ליד כל מספר את הכינוי שלו. הנחיות לשימוש ביחידות ובתקנים: מותר להשתמש באחת משתי שיטות היחידות, אך השימוש חייב להיות עקבי לאורך כל הבחינה. יש לרשום בעמוד הראשון של הבחינה: "אני משתמש ביחידות החדשות" או "אני משתמש ביחידות הישנות". אם נבחן משתמש לסירוגין בשתי שיטות היחידות בתוך אותה השאלה או בשאלות שונות – בחינתו תיפסל. אם הנבחן לא ימלא אף אחת מההנחיות, ייחשב הדבר כאילו השתמש ביחידות החדשות. | תיאור | יחידות ישנות | יחידות חדשות | |---|---|---| | מודל אלסטיות של הפלדה | 2,100,000 ק"ג/סמ"ר | 210,000 מגפ"ס | | כוח מרוכז ב: | 1 טון | 10 ק"נ | | כוח מפורס ליחידת אורך ב: (מ"א = מטר אורך) | 1 טון/מ"א | 10 ק"נ/מ"א | | כוח מפורס ליחידת שטח ב: (מ"ר = מטר ריבוע) | 1 טון/מ"ר | 10 ק"נ/מ"ר | | מומנט ב: (מ' = מטר) | 1 טון מ' | 10 ק"נ מ' |

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

1. בתרשים 1 מסורטט קטע מתוכנית של שני עמודים המחוברים ליסוד.

תנאי שפה - בתחתית העמודים יש ריתום מלא. בראש העמודים בכיוון X יש קורה בחתך 50/70.

יש לתכנן את עמוד מספר 1, שמועמס בכוח קבוע ובכוח שימושי, לפי האיור.

מידות העמוד: 50/60 ס"מ.

$d_s = d'_s = 5.0$ ס"מ - עבור העמוד והיסוד.

העמוד אינו מוחזק בכיוון X, ומוחזק בכיוון Y.

העמוד מתוכנן מבטון ב-30 (אגרגט גירי) ומזיון - מפלדה מצולעת. (חוזק התכן:

$f_{sd} = 435\,[\text{MPa}]\ (4350\,\text{kg/cm}^2)$).

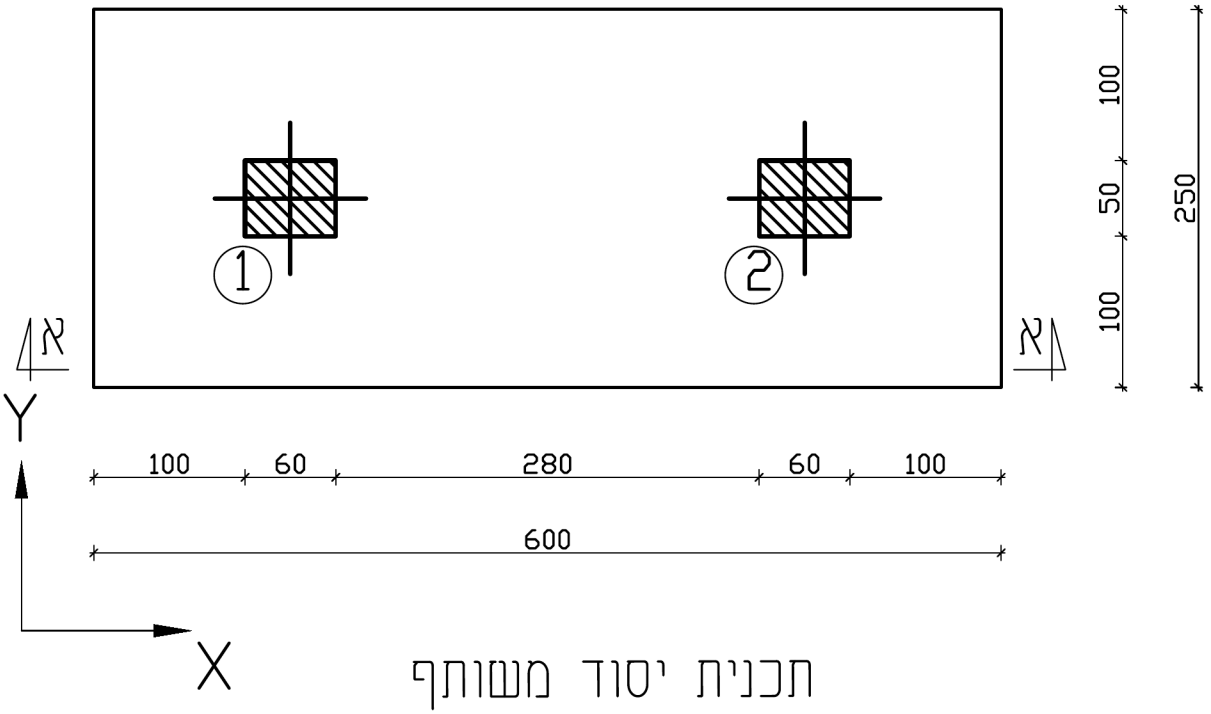
חובה לציין את היחידות בכל חישוב. אי־ציון היחידות יוריד נקודות!

סעיפים א, ב עוסקים בתכן עמוד.

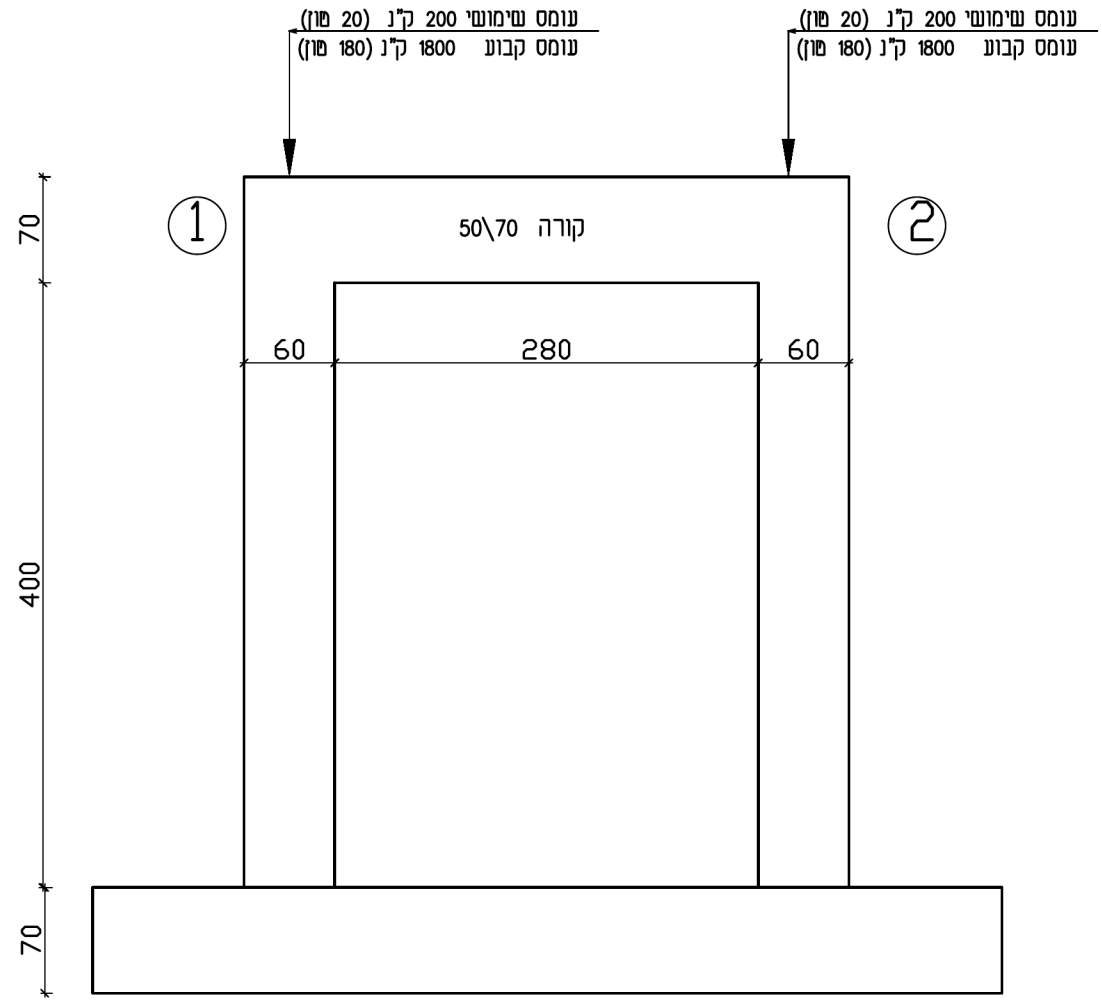
נתון עבור שני הכיוונים:

$$A = 0.7,\ B = 1.2,\ C = 0.7$$

דרוש:



תכנית יסוד משותף



חתך א–א

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

א. חשבו את כוח התכן ואת ערך התמירות הגבולית, λ_{min} , בכיוון X.

(4 נקודות)

ב. חשבו את האורך הפעיל של העמוד בכיוון X.

(12 נקודות)

סעיפים ג, ד, ה, ו עוסקים בתכן היסוד.

ג. חשבו את מאמץ התכן השורר בקרקע (אין להתחשב במומנטים המגיעים מהעמוד).

(2 נקודות)

ד. חשבו וסרטטו את מהלכי כוחות הגזירה והמומנטים ביסוד בכיוון X (בציר העמוד).

(5 נקודות)

ה. חשבו את הזיון הדרוש לכיסוי המומנטים (אין צורך בחלוקה לרצועות).

(4 נקודות)

ו. בדקו גזירה בכיוון X ביסוד (יש לחשב V_{Rdc}).

(6 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

2. בתרשים **מספר 2** נתונה תקרה של מבנה בן **3** קומות, המשמש למשרדים.

במהלך הפתרון **אין צורך** להתחשב במצבי העמסה מסוכנים **ואין צורך** להתחשב בהגבלת יחסי המפתחים.

העומס הקבוע על התקרה הטיפוסית הוא נוסף על משקלה העצמי:

$\Delta g = 4\,\mathrm{KN/m^2}\ (400\,\mathrm{kg/m^2})$.

העומס השימושי על התקרה הטיפוסית:

$q = 2.5\,\mathrm{KN/m^2}\ (250\,\mathrm{kg/m^2})$.

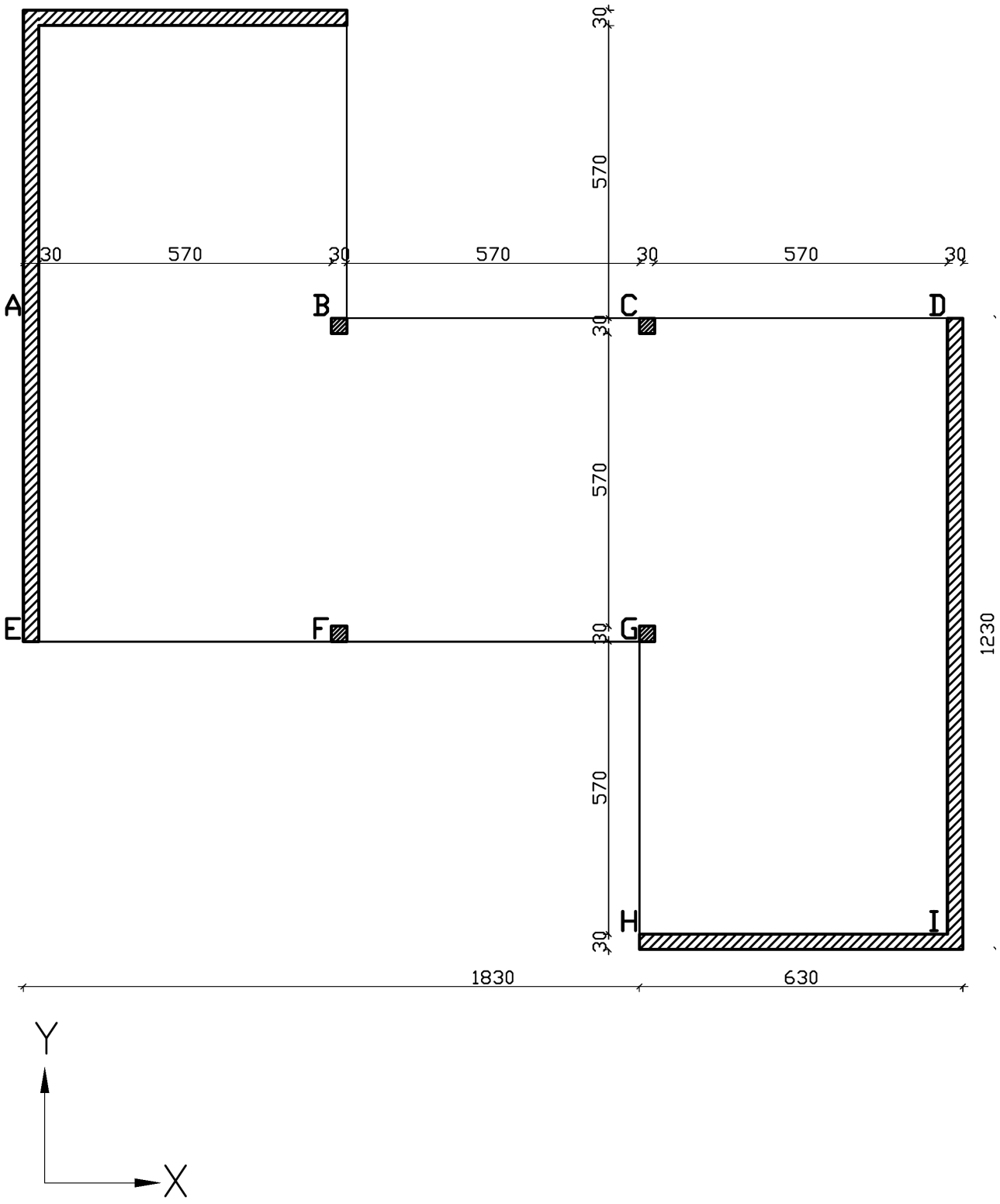
סוג הבטון: ב-30, אגרגט גירי.

פלדה מצולעת: $435\,\mathrm{MPa}\ (4350\,\mathrm{kg/cm^2})$

עובי כיסוי הבטון עבור שני הכיוונים: 3 ס"מ.

דרוש:

יש לתכנן תקרה מקשית ללא קורות:



א. חלקו את התקרה לרצועות בשני הכיוונים, על גבי **תרשים מספר 2**.
ציינו את המיקום, את הכינוי ואת המידות של הרצועות בכל כיוון.
(5 נקודות)

ב. חשבו את עובי התקרה משקולי כפף לפי ת"י 466.
(5 נקודות)

ג. חשבו וסרטטו את מהלך המומנטים לאורך רצועת העמודים A-B-C-D (בחלק ההמשכי).
(10 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

ד. **חשבו את הזיון הדרוש מקוטר 14 מ"מ עבור הרצועה שחישבתם בסעיף ג'.**

(5 נקודות)

ה. **חשבו את הריאקציה המתקבלת עבור עמוד C.**

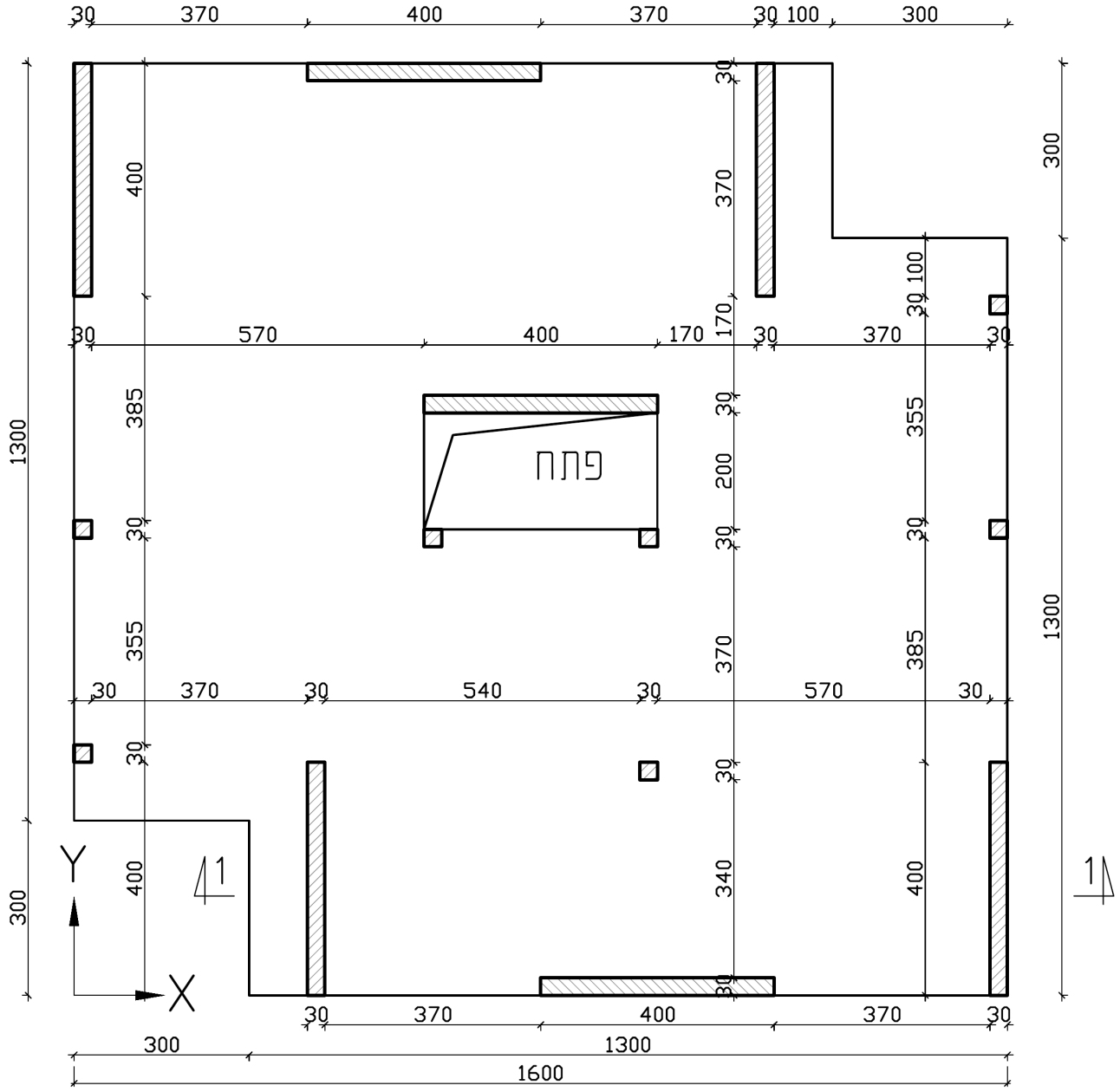
(2 נקודות)

ו. **בדקו אם קיימת בעיית חדירה (אין צורך לחשב זיון חדירה) סביב עמוד C במידות 30/30, אם אכן קיימת בעיה, הציעו פתרון ללא חישוב (יש להניח מנת זיון $\rho = 0.015$).**

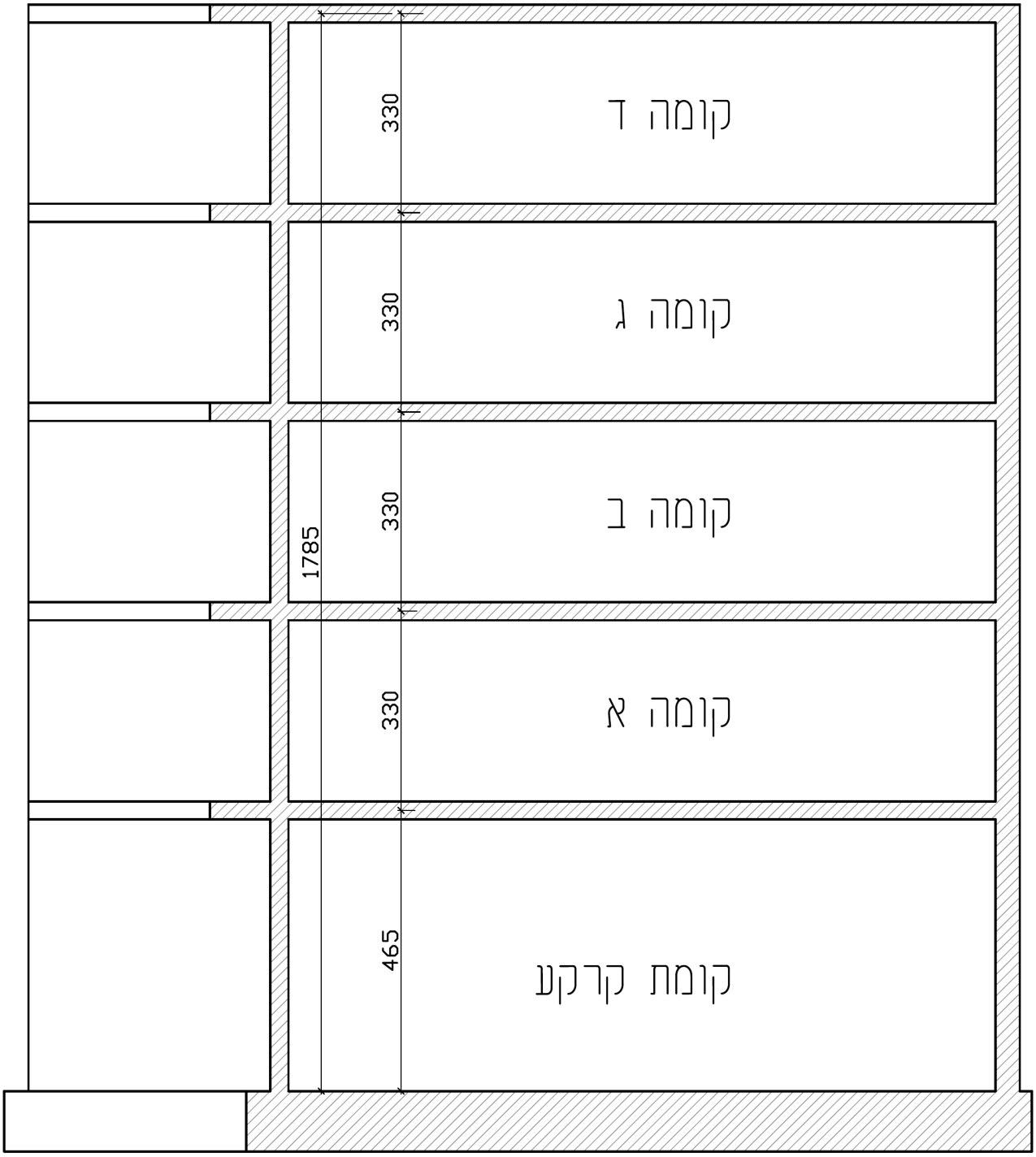
(6 נקודות)

3. **בתרשים 3** מוצגת תוכנית של תקרת קומות קרקע, א', ב', ג', ד'. **בתרשים 3א** מוצג חתך של מבנה.
בתרשים 3ב מוצגת תוכנית של מידות צירויות בין העמודים למערכת הצירים עבור חישוב סעיף **ח'**.
המבנה הוא מבנה משרדים בן 5 קומות ללא אפשרות עלייה לגג, המבוסס על גבי רפסודה. בתוכנית מופיע סימון של קירות הקשחה.
במהלך הפתרון אפשר להניח שקשיחות התקרות במישורן היא אין־סופית.
מידות קירות ההקשחה - לפי הרשום בתרשים.
העומס הקבוע על כל תקרה במבנה (כולל משקל עצמי של התקרה):
$g = 20\,\mathrm{kN/m^2}\ (2000\,\mathrm{kg/m^2})$.
העומס השימושי הוא בהתאם לת"י 412.
המבנה נמצא באזור פתח תקווה. $S_S = 0.15$, $S_1 = 0.04$, $Z = 0.06$.
הקרקע במקום היא מטיפוס C.
המבנה מתוכנן לרמת משיכות נמוכה.

יש צורך לבדוק מגבלות מבנה סדיר לפי הנחיות הסעיפים.

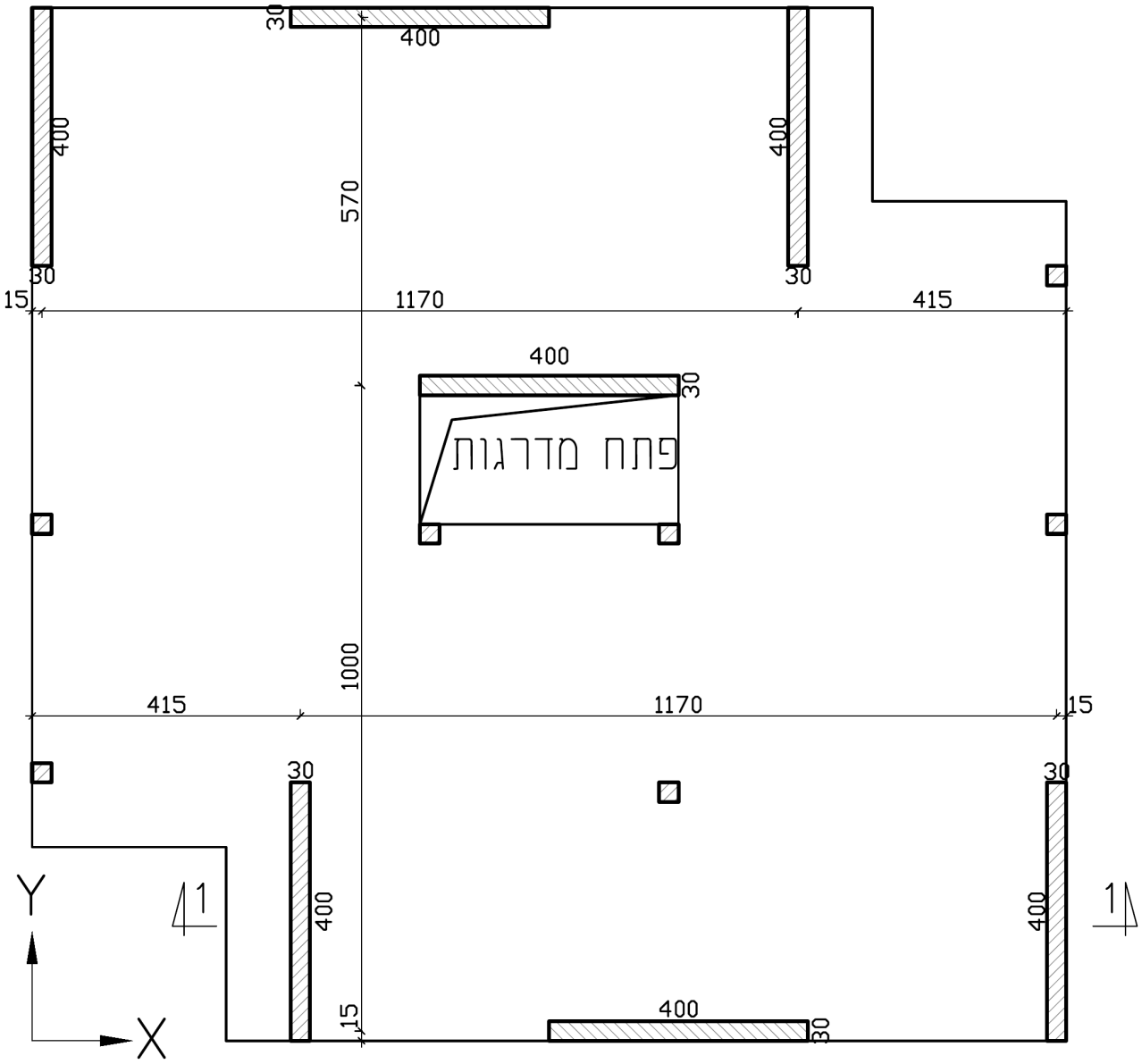


נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il



חתך 1–1

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il



א. קבעו האם המבנה סדיר במתווה האופקי (יש לבדוק מגרעות **בלבד** לפי סעיף 203.1 ת"י 413 גת 5).

(4 נקודות)

עבור סעיפים ב-ח אין צורך להתחשב במגבלות מבנה לא סדיר.

ב. קבעו את מקדמי השכיחות לעומס שימושי.

(2 נקודות)

ג. קבעו את מקדם החשיבות של המבנה.

(2 נקודות)

ד. חשבו את התקופה הבסיסית של המבנה.

(2 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

ה. חשבו את מקדם תאוצת התכן הספקטרית Sa.

(5 נקודות)

ו. חשבו את מקדם התכן הסייסמי Cd.

(2 נקודות)

ז. חשבו את מרכז הכובד, בהתחשב במערכת הצירים X,Y שמופיעה בתרשים 3, ומקמו אותו על התרשים.

(**אין להפחית את פתח המדרגות, אין להתחשב במשקל הקירות והעמודים**).

(4 נקודות)

ח. חשבו את מרכז הקשיחות, בהתחשב במערכת הצירים X,Y שמופיעה בתרשים ב3, ומקמו אותו על התרשים.

(6 נקודות)

עבור סעיפים: ט' י' נתון: $C_d = 0.10$.

ט. חשבו את שטח התקרה הטיפוסית של המבנה (**אין להפחית את פתח המדרגות**).

(1 נקודות)

י. חשבו את הכוחות האופקיים הפועלים על כל קומה (**עבור כיוון Y בלבד**).

(5 נקודות)

4. נתון קיר תומך, המוצג בתרשים **מספר 4**.

מילוי סוג א:

- המשקל המרחבי של הקרקע: $\gamma_1 = 2.2\,\mathrm{t/m^3}\ (22\,\mathrm{kN/m^3})$.
- זווית השפיכה של הקרקע: $\varphi(1) = 40^\circ$.

מילוי סוג ב:

- המשקל המרחבי של הקרקע: $\gamma_2 = 1.8\,\mathrm{t/m^3}\ (18\,\mathrm{kN/m^3})$.
- זווית השפיכה של הקרקע: $\varphi(2) = 33^\circ$.

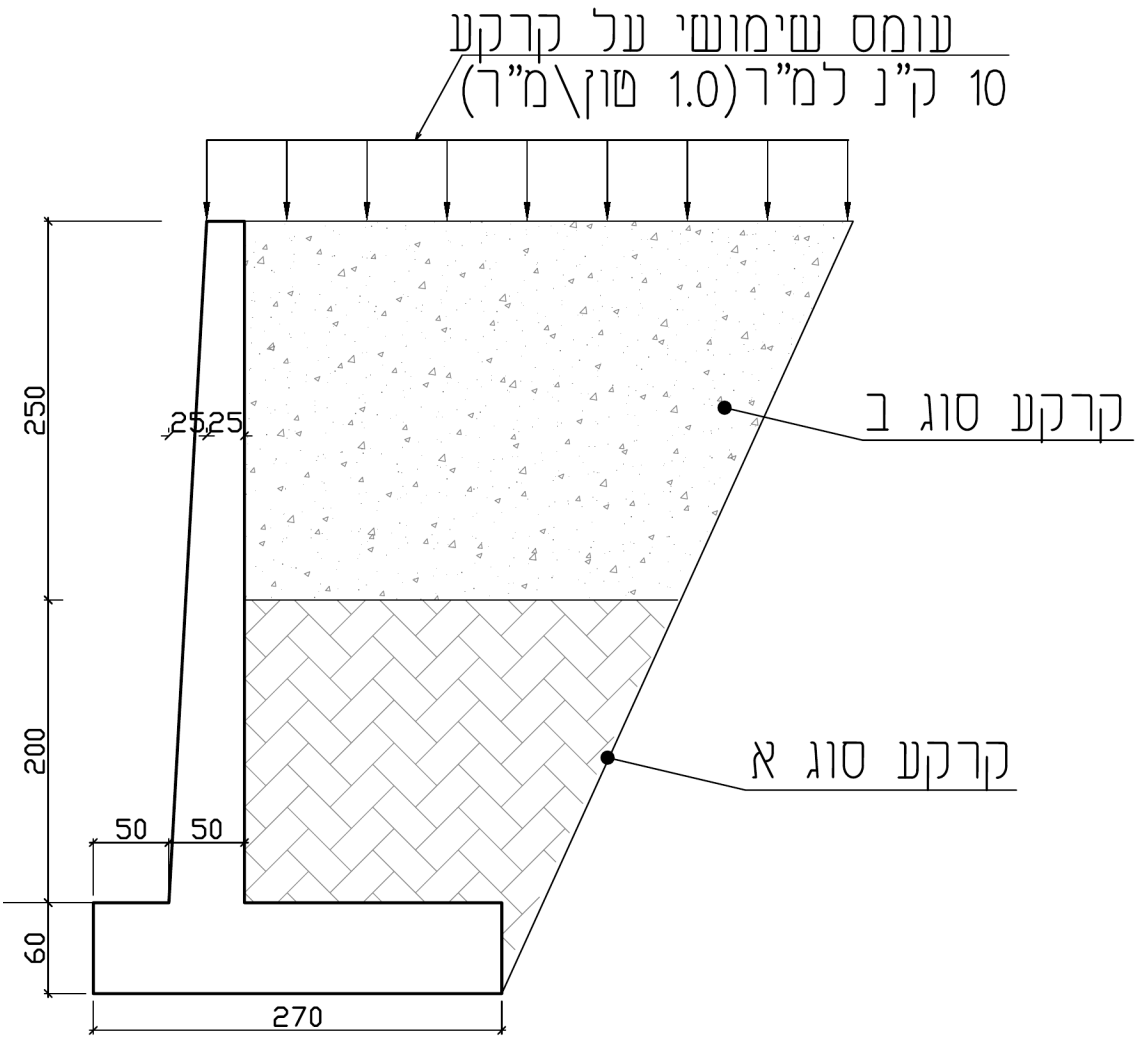
נתון:

- מקדם החיכוך בין יסוד הקיר ובין הקרקע: $\mu = 0.45$.
- מקדם הביטחון להחלקה: $K = 1.50$.
- מקדם הביטחון להיפוך: $K = 2.00$.
- המשקל המרחבי של בטון הקיר: $\gamma = (2500\,\mathrm{kg/m^3})\ 25\,\mathrm{kN/m^3}$.
- בראש הקיר קיים עומס שימושי של $10\,\mathrm{kN/m^2}\ (1000\,\mathrm{kg/m^2})$ (חובה להתחשב בו כתורם ליציבות הקיר)

סוג הבטון: ב-30, אגרגט גירי.

פלדה מצולעת: 435 mpa ($4350\,\mathrm{kg/cm^2}$).

עובי כיסוי הבטון 5 ס"מ.



א. חשבו וסרטטו במחברת הבחינה את פילוג המאמצים האופקיים האקטיביים.

(6 נקודות)

ב. חשבו וסרטטו במחברת הבחינה את הכוחות האופקיים השקולים הפועלים על הקיר.

(3 נקודות)

ג. חשבו את מקדם הביטחון להחלקה.

(7 נקודות)

ד. חשבו את מקדם הביטחון להיפוך.

(8 נקודות)

ה. האם הקיר עומד בתנאי מקדמי הביטחון? אם הוא אינו עומד בתנאים אלה, הציעו פתרון.

(2 נקודות)

ו. חשבו את מאמצי המגע עם הקרקע בתחתית הקיר.

(7 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

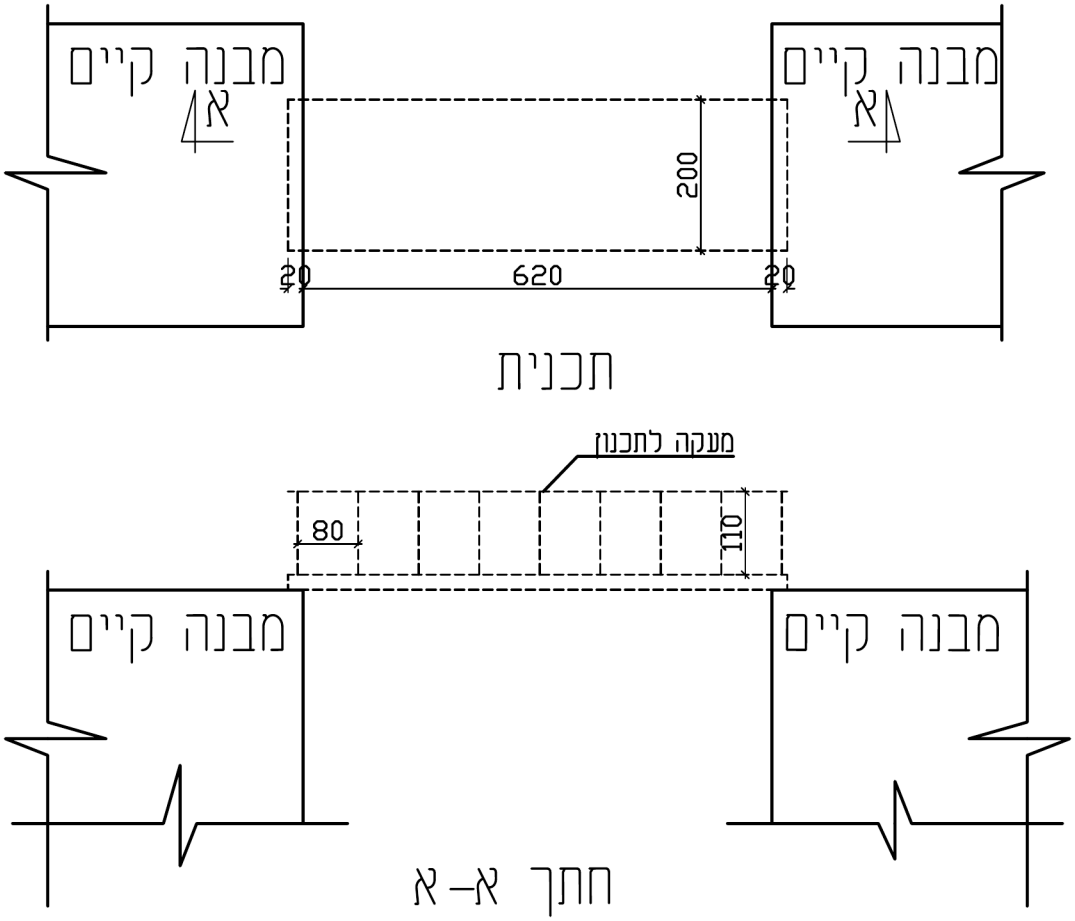
5. בתרשים **מספר 5** מסורטטות תוכנית וחתך של תוספת גשר מפלדה בין שני מבנים קיימים.

העומס הכולל על הגשר שהוא 10 ק"נ למ"ר (1 טון למ"ר, כולל משקלו העצמי).

עבור סעיף ד בלבד: קיים עומס אופקי בניצב לראש המעקה בגודל של 1.5 ק"נ למ"א (0.15 טון למ"א).

רצפת הגשר תהיה בנויה מלוחות פלדה הנשענים על קורות פלדה. המרחק המרבי בין קורות הפלדה לא יעלה על 80 ס"מ. אין צורך לתכנן את לוחות הפלדה.

המאמץ מותר בפלדה: $\sigma = 1400\,\mathrm{kg/cm^2} = 140\,\mathrm{MPa}$.



א. העתיקו את תרשים הגשר וסרטטו קורות נושאות ראשיות וקורות נושאות משניות ותנו שם לכל קורה.

(5 נקודות)

ב. סרטטו במחברת הבחינה את הסכמות הסטטיות של הקורות הראשיות והמשניות.

הסכמות יכללו את שם הקורה, את שמות הסמכים מפתח הקורה ואת העומס על הקורה.

(10 נקודות)

ג. הציעו פרופיל פלדה מסוג IPN לקורות המשניות והראשיות והוכיחו שהמאמץ בהם קטן מהמאמץ מותר.

(10 נקודות)

ד. הציעו סכמה עבור המעקה, הציעו פרופיל פלדה מסוג IPN שמתאים עבורו.

(5 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

ה. הציעו פרטי חיבור בין הקורות הראשיות של הגשר לתקרות הבטון של המבנים הקיימים.
(3 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

6. נתון מבנה בעל 2 קומות לאחסון חומרים.

תוכניות וחתכים מופיעים בתרשים **מספר 6**.

עמודים 3 ו-4 לא יורדים לקומה התחתונה.

העומס הקבוע על התקרות בנוסף למשקלן העצמי:

$$\Delta g = 25\,\mathrm{kN/m^2}\ (2.5\,\mathrm{T/m^2})$$.

העומס השימושי על התקרות:

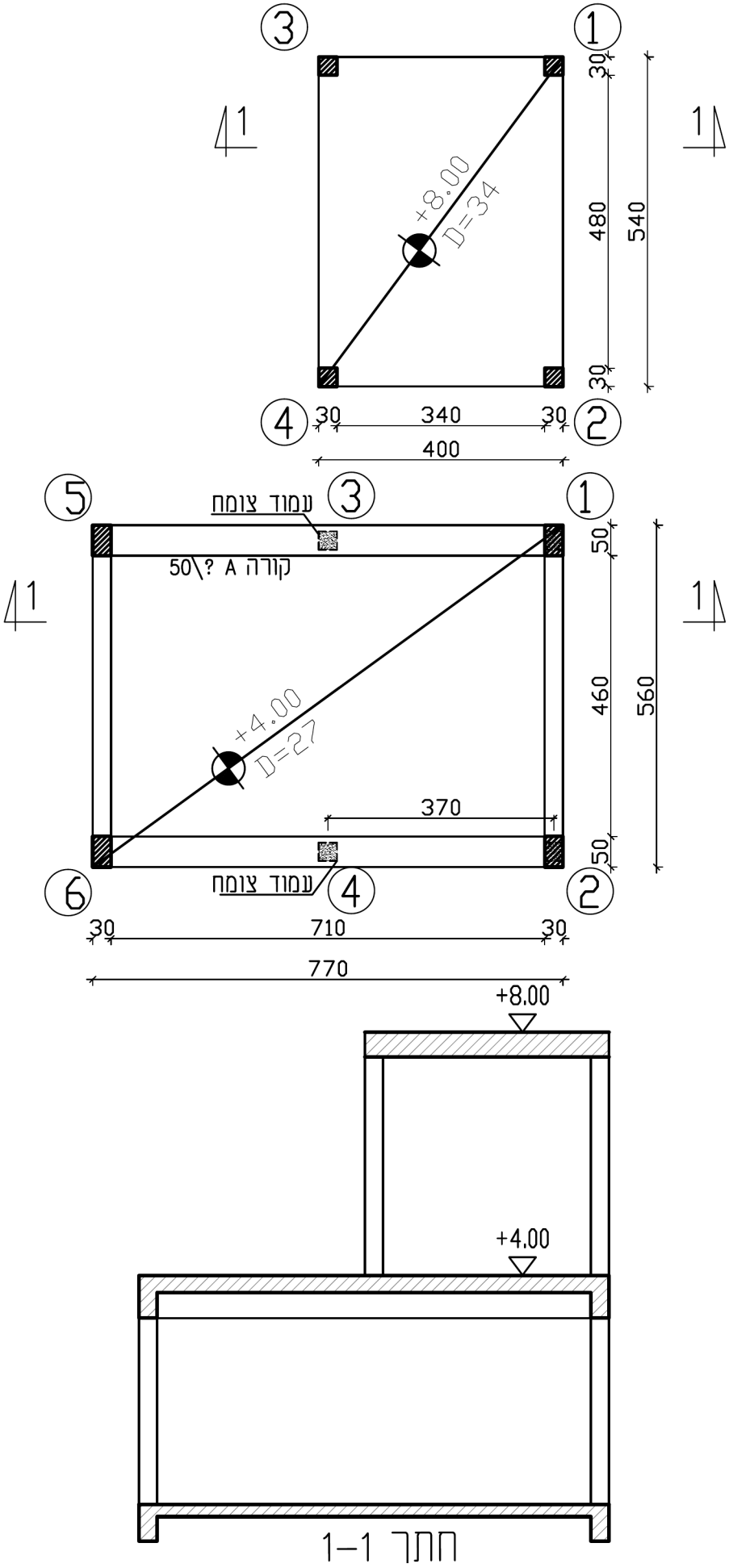
$$q = 1.5\,\mathrm{KN/m^2}\ (0.15\,\mathrm{T/m^2})$$.

סוג הבטון: ב-30, אגרגט גירי.

פלדה מצולעת: 435 mpa ($4350\,\mathrm{kg/cm^2}$)

עובי כיסוי הבטון 3 ס"מ.

אין צורך להתחשב במגבלות היחס בין המפתחים בכיוונים X ו-Y של התקרות.



נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

א. בדוק וקבע:

מהו סוג התקרות שמופיע בתוכניות.

האם התקרות בשני המפלסים עומדות בדרישות הכפף של תקן 466?

(6 נקודות)

ב. חשבו את עומס השירות הפועל על קורה A (יש לשים לב לכלל העומסים הפועלים על קורה A).

(6 נקודות)

ג. חשבו את עובי הקורה הדרוש על מנת שהיא תעמוד בדרישות הכפף (לצורך החישוב יש להתייחס לחתך מלבני בלבד, ואין להתחשב במשקלה העצמי של הקורה והעמוד).

(9 נקודות)

ד. חשבו את **עומסי התכן** על הקורה.

חשבו את מהלך כוחות הגזירה והמומנטים על הקורה.

(8 נקודות)

ה. חשבו את זיון הכפיפה הדרוש בקורה A.

(4 נקודות)

כל מבחני מה"ט עם פתרונות מלאים: www.guyai.co.il/mahat