GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2026 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 מזוין", טבלאות עזר למגמת בנייה 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. <u>הוראות מיוחדות</u>: 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. הוראות כלליות: 1. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה ולוודא שהן מובנות. 2. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק. בסיום המבחן יש לרשום בעמוד זה את מספרי התשובות לבדיקה. התשובות ייבדקו לפי סדר כתיבתן בעמוד זה. לא ייבדקו תשובות עודפות. 3. יש לכתוב את התשובות במחברת הבחינה בעט כחול או שחור בלבד בכתב יד ברור. 4. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה. 5. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לכתוב את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר עליו קו כדי שלא ייבדק. 6. יש להציג פתרון מלא ומנומק, כולל חישובים לפי הצורך. הצגת תשובה סופית ללא שלבי הפתרון לא תזכה בניקוד. 7. במידה וחסר נתונים - יש להשלים אותם לפי שיקול דעת הנדסי. הנחיות לשימוש ביחידות ובתקנים: 1. מותר להשתמש באחת משתי שיטות היחידות, אך השימוש חייב להיות עקבי לאורך כל הבחינה. 2. יש לרשום בעמוד הראשון של הבחינה: "אני משתמש ביחידות החדשות" או "אני משתמש ביחידות הישנות". 3. אם נבחן משתמש לסירוגין בשתי שיטות של היחידות שהוזכרו לעיל בתוך אותה השאלה או בשאלות שונות - בחינתו תיפסל. 4. אם הנבחן לא ימלא אף אחת מההנחיות לעיל, ייחשב הדבר בעת בדיקת הבחינה כאילו השתמש ביחידות החדשות. (יחידות ישנות/חדשות: 1 טון = 10 ק"נ; 1 טון/מ"א = 10 ק"נ/מ"א; 1 טון/מ"ר = 10 ק"נ/מ"ר; 1 טון מ' = 10 ק"נ מ'; מודול האלסטיות של הפלדה 2,100,000 ק"ג/סמ"ר = 210,000 מגפ"ס.)

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

בהצלחה!

השאלות

1. בתרשים 1 מסורטטים תוכנית של גגון מבטון, תוכנית יסוד וחתך א-א.

יש לתכנן את העמוד שמהלך הכוח הצירי עליו (כולל משקלו העצמי) הוא 150 ק"נ (15 טון) ומהלך המומנט שלו הוא 185 ק"נ*מ (18.5 טון*מ) (ההטרחות הנ"ל הן במצב תכן)

(שימו לב שהמומנט הנתון הוא בכיוון X).

מידות העמוד: 50/50 ס"מ, $d_s = d'_s = 5.0$ ס"מ.

העמוד אינו מוחזק בכיוון X ואינו מוחזק בכיוון Y.

העמוד רתום בתחתית שלו ליסוד.

העמוד מתוכנן מבטון ב־30 (אגרגט גירי) ומזיון - מפלדה מצולעת. (חוזק התכן: $f_{sd} = 435\,[\mathrm{MPa}]$ ($4350\,\mathrm{kg/cm^2}$).

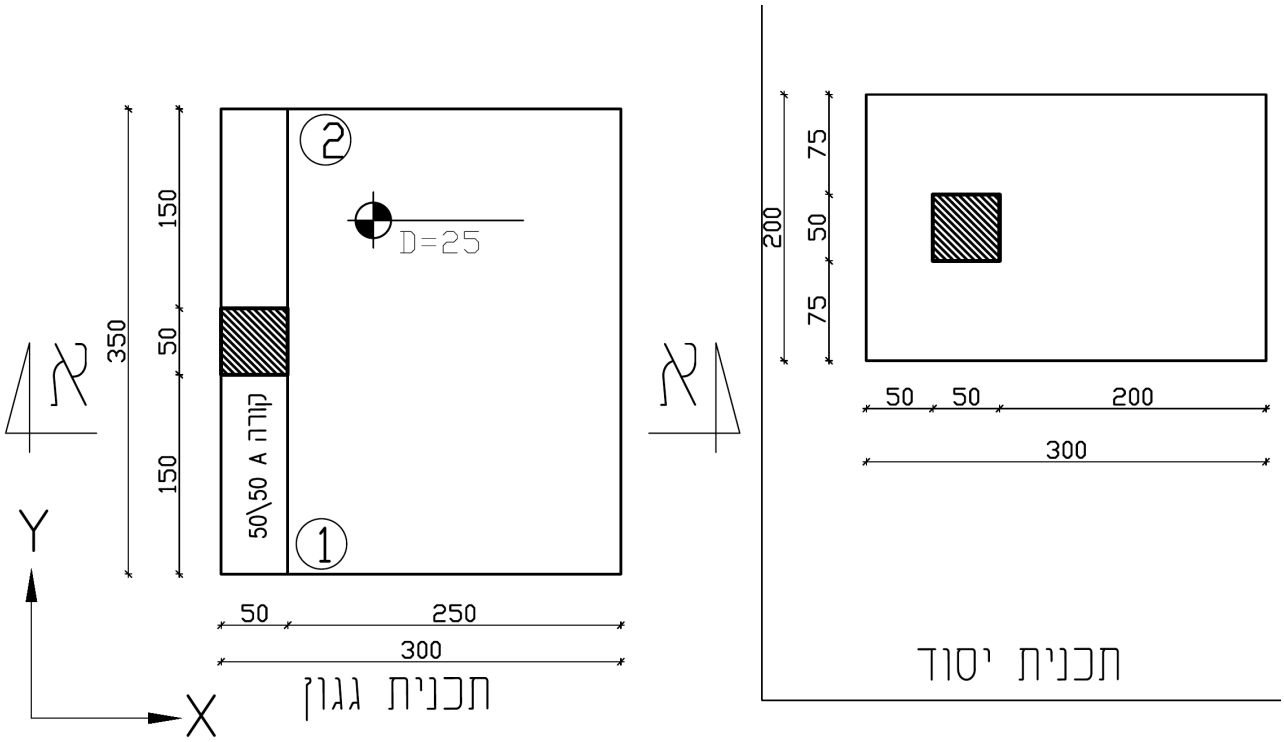
חובה לציין את היחידות בכל חישוב. אי־ציון היחידות יוריד נקודות!

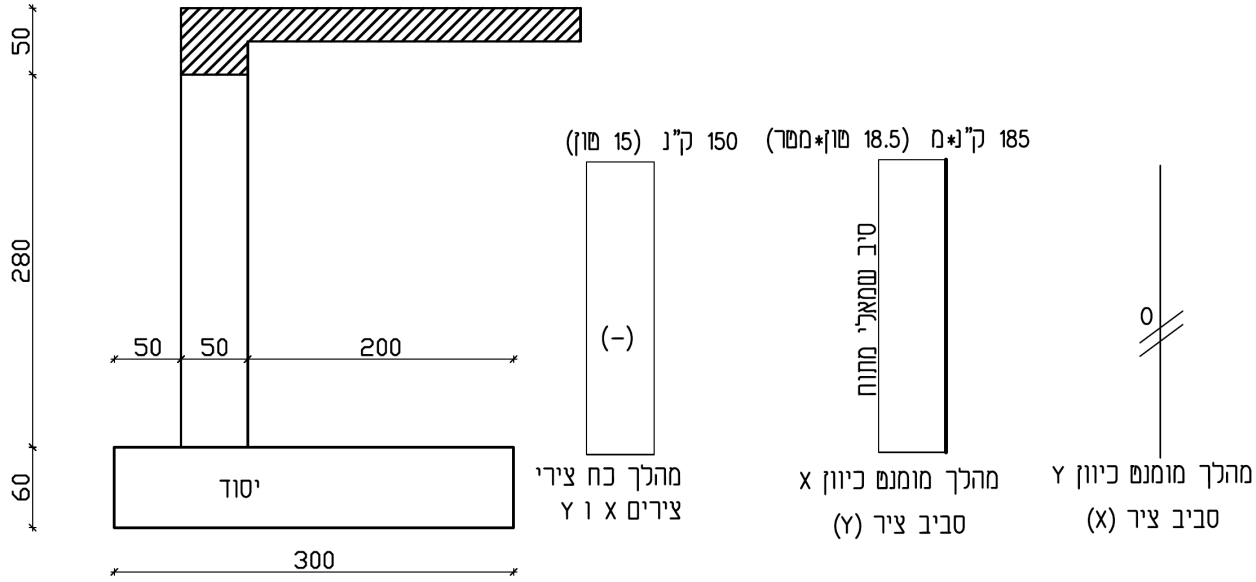
סעיפים א, ב, ג עוסקים בתכן עמוד.

נתון עבור כיוון X:

אורך צירי: $l = 3.6\,[\mathrm{m}]$; $\lambda_{min} = 56$; $l_c = 3.3\,[\mathrm{m}]$; $k_r = 1,\ k_\varphi = 1.09,\ c = 10$

דרוש:





א. **חשבו אורך שקיל של העמוד בכיוון X.**

(4 נקודות)

ב. **חשבו את האקסצנטריות הנדרשת בכיוון X.**

(6 נקודות)

ג. **חשבו את שטח הזיון הדרוש בעמוד (בכיוון X) ובחרו מוטות זיון בקוטר 20 מ"מ.**

(12 נקודות)

סעיפים ד', ה' עוסקים בתכן היסוד.

ד. **חשבו והראו כי שקול הכוחות נמצא בשליש התיכון של הבסיס (חובה להתחשב במשקל יסוד).**

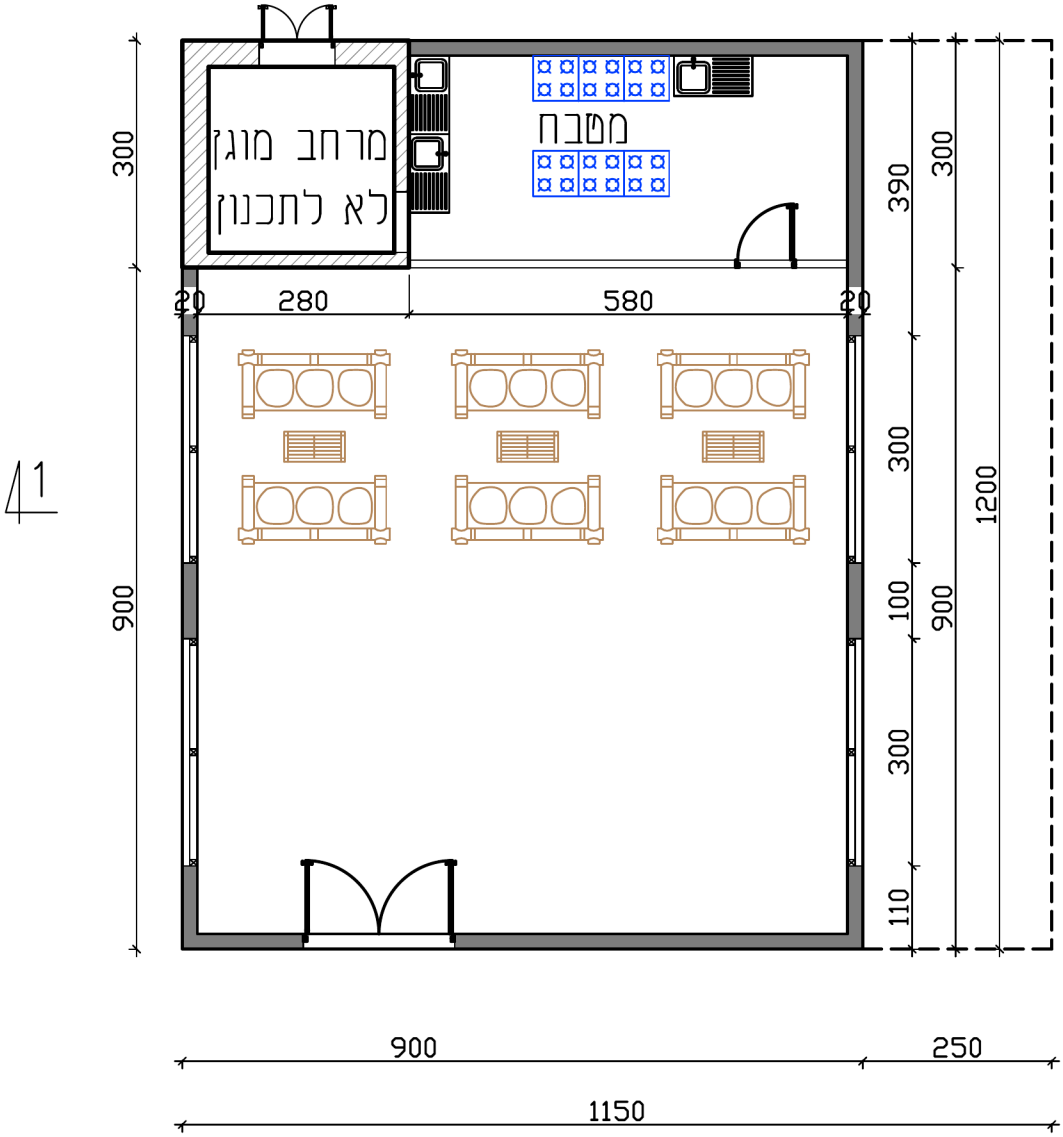
(6 נקודות)

ה. **שרטטו פילוג מאמצי מגע בתחתית היסוד (במצב תכן).**

(5 נקודות)

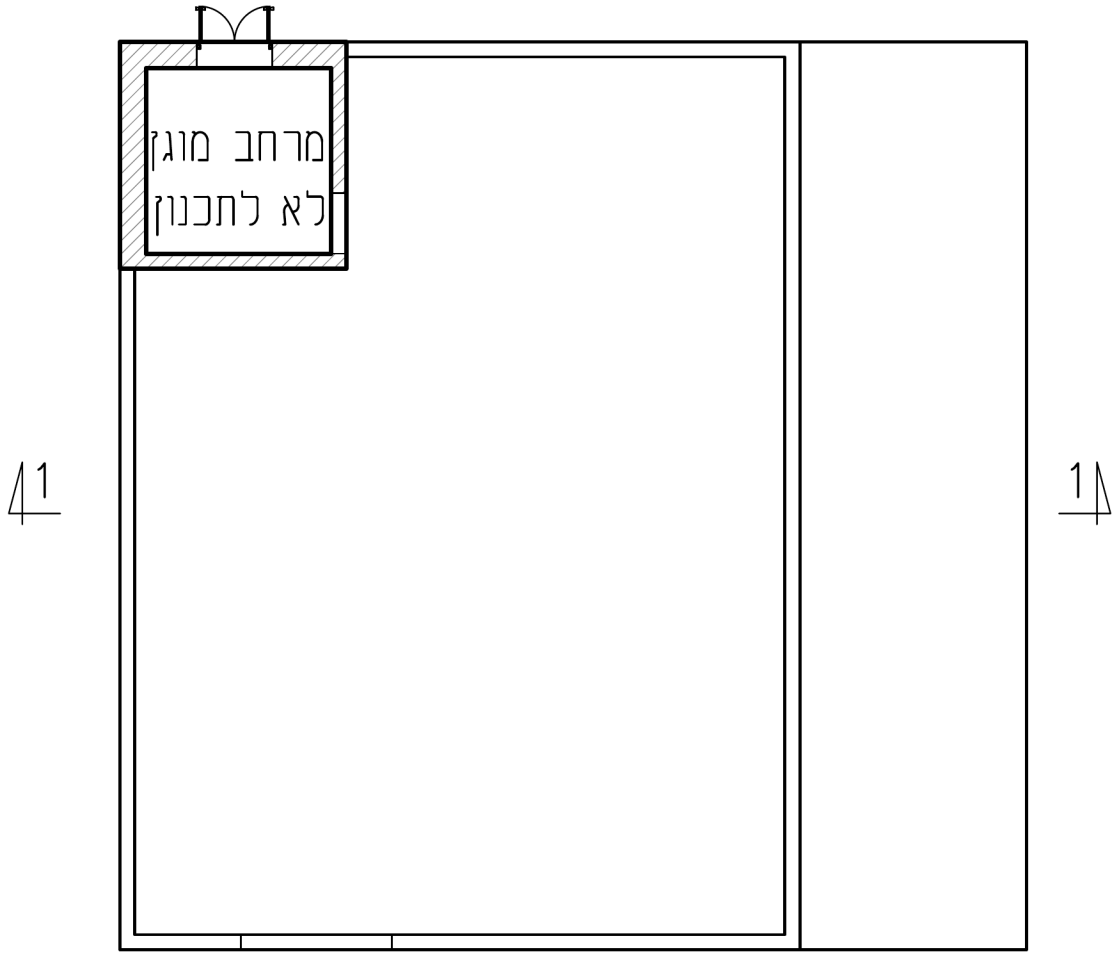
2. בתרשים **מספר 2** מסורטטת תוכנית אדריכלות של בית קפה עם גג בולט מעבר לקירות החיצוניים.
בחלק הצפוני, כפי שרואים בתוכנית, נמצא מרחב מוגן.
בתרשים **מספר 2א'** מופיע חתך 1-1 המציג את הגג הבולט.
יש למקם עמודים במידות 20/60 בקירות שבהיקף בית הקפה ובמחיצות שבין החלל המשותף למטבח,
רוחב העמוד יכול לבלוט מרוחב המחיצה.
קורות: קורות יורדות ניתן למקם במישור המחיצות ומעטפת המבנה.
העומס הקבוע על התקרה בנוסף למשקלה העצמי הוא:
$\Delta g = 4.5\,\mathrm{kN/m^2}\ (450\,\mathrm{kg/m^2})$.
העומס השימושי על הגג:
$q = 1.5\,\mathrm{kN/m^2}\ (150\,\mathrm{kg/m^2})$.
סוג הבטון: ב-30, אגרגט גירי.
פלדה מצולעת: $435\,\mathrm{MPa}\ (4350\,\mathrm{kg/cm^2})$
עובי כיסוי הבטון: 3 ס"מ.

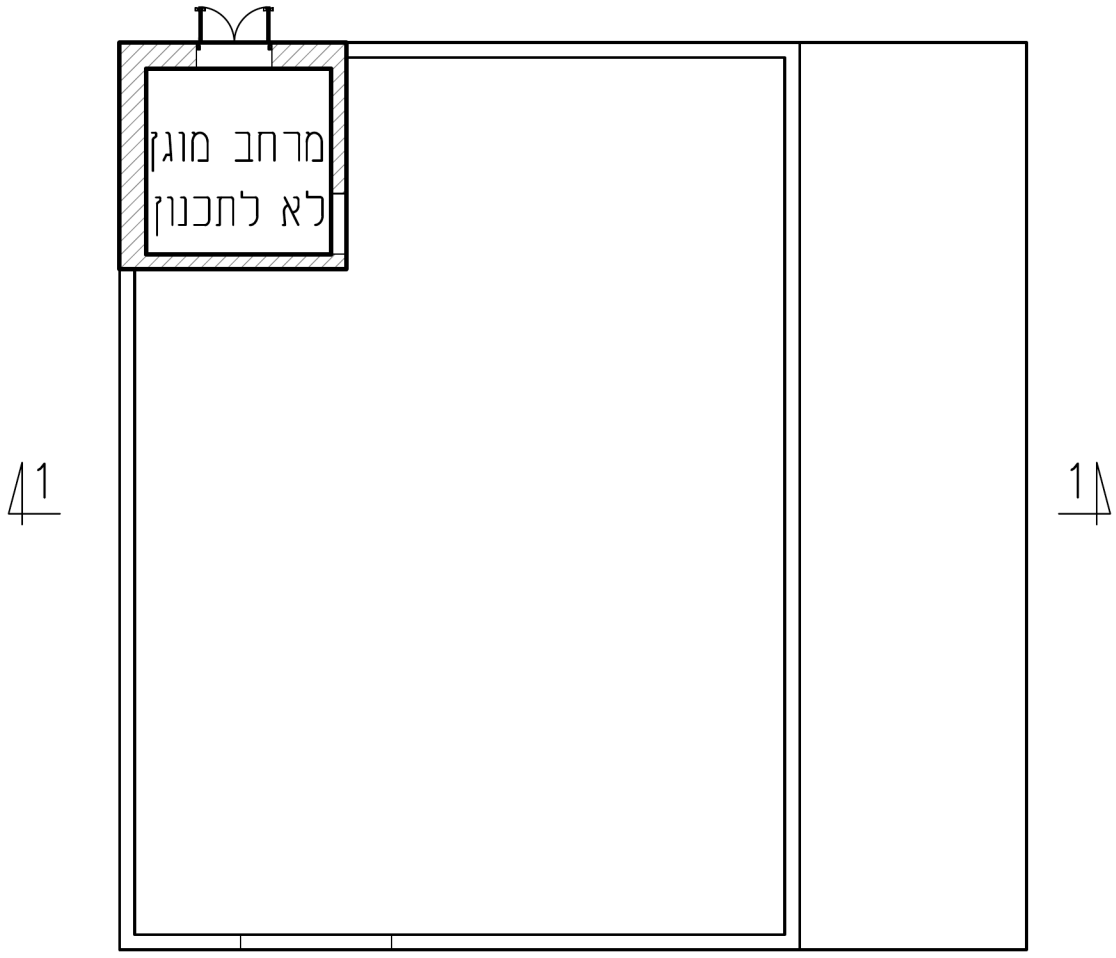
דרוש:



חתך 1–1

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





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

א. סרטטו על גבי תרשים **מספר 2** את מיקום העמודים הדרושים, מספרו את העמודים והעתיקו אותם לתרשים **מספר 2ב'**.

(5 נקודות)

ב. קבעו את סוג התקרות, סמנו את כיווני המתיחה ושרטטו את הסכמות הסטטיות של התקרות.

במחברת:

הסכמות צריכות לכלול:

- שם הסכמה.
- שמות הסמכים.
- מפתחים.

(9 נקודות)

ג. חשבו את עובי התקרה ואת מידות הקורה המוטרחת ביותר (אין חובה להתחשב במשקל הקורה).

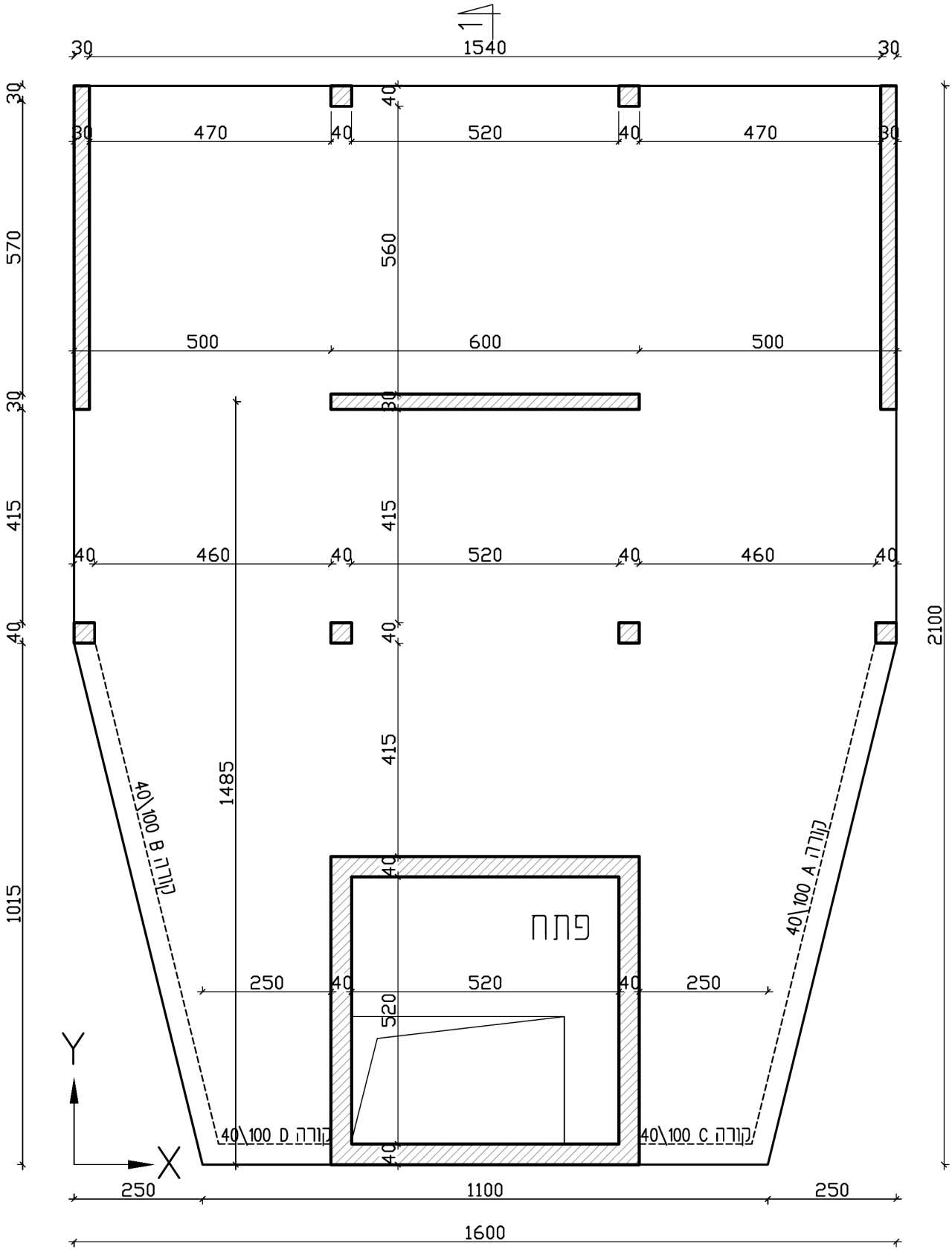
(12 נקודות)

ד. סרטטו באופן עקרוני בלבד על גבי תרשים **מספר 2ג'** את התוכניות של התקרה (הכוללות את עובי התקרה וממדי הקורות) ואת פריסת הזיון (הפריסה תכלול הגדרה של מוטות־זיון תחתון ועליון עם צורת עיגון).

(7 נקודות)

3. **בתרשים 3** מוצגת תוכנית של תקרת קומות קרקע א, ב, ג, של בניין משרדים.
בתרשים 3א מוצגת תוכנית של תקרת קומה ד. **בתרשים 3ב** מוצג חתך של מבנה.
המבנה הוא מבנה משרדים בן 5 קומות, ללא אפשרות עלייה לגג, והוא מבוסס על גבי רפסודה.
בתוכנית מופיע סימון של קירות הקשחה ופיר הקשחה (אין צורך להתייחס לפתח המופיע בפיר).
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):
$g = 18\,\mathrm{kN/m^2}\ (1800\,\mathrm{kg/m^2})$.
העומס השימושי הוא בהתאם לת"י 412.

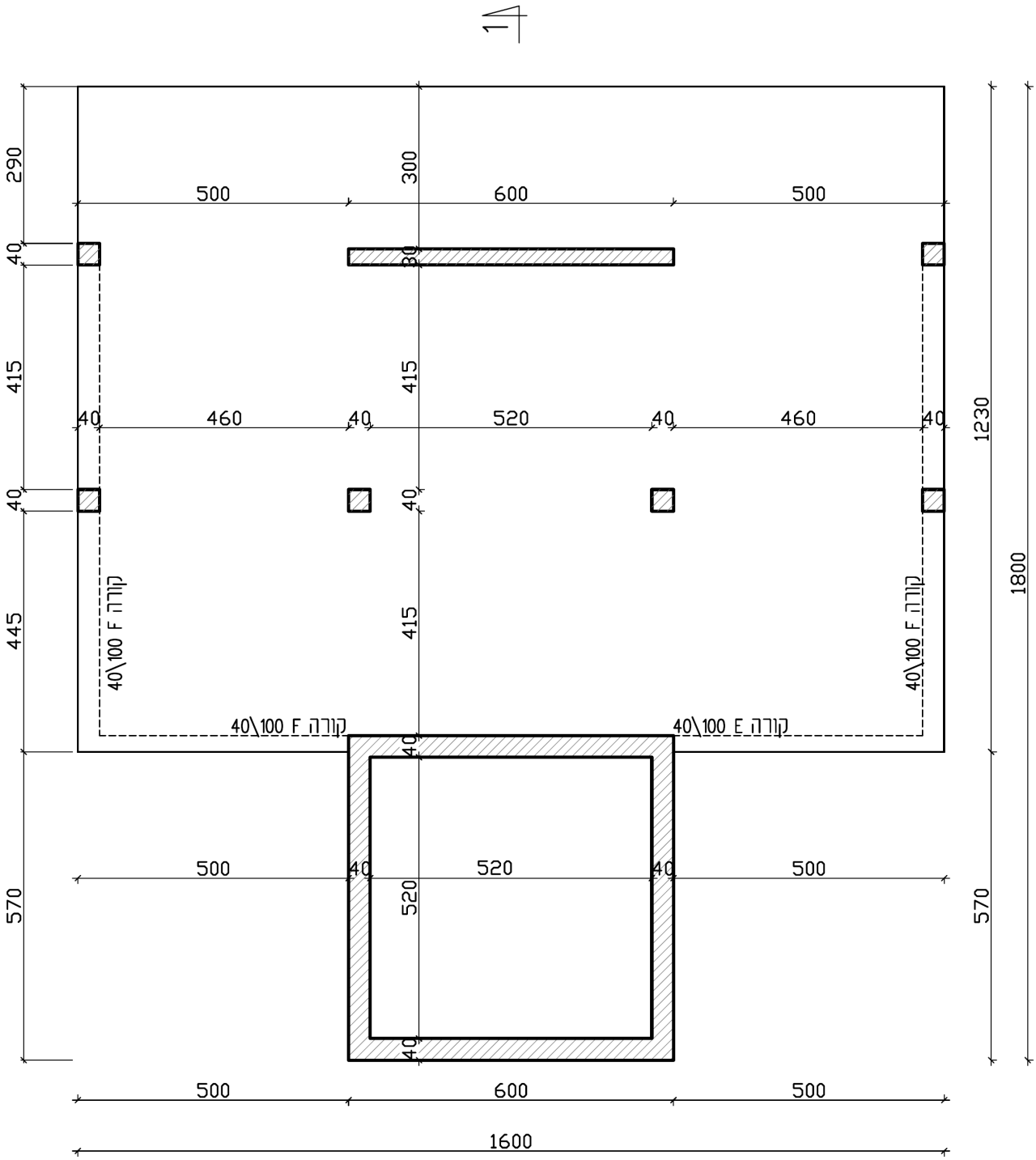
יש צורך לבדוק מגבלות מבנה סדיר לפי הנחיות הסעיפים.



1

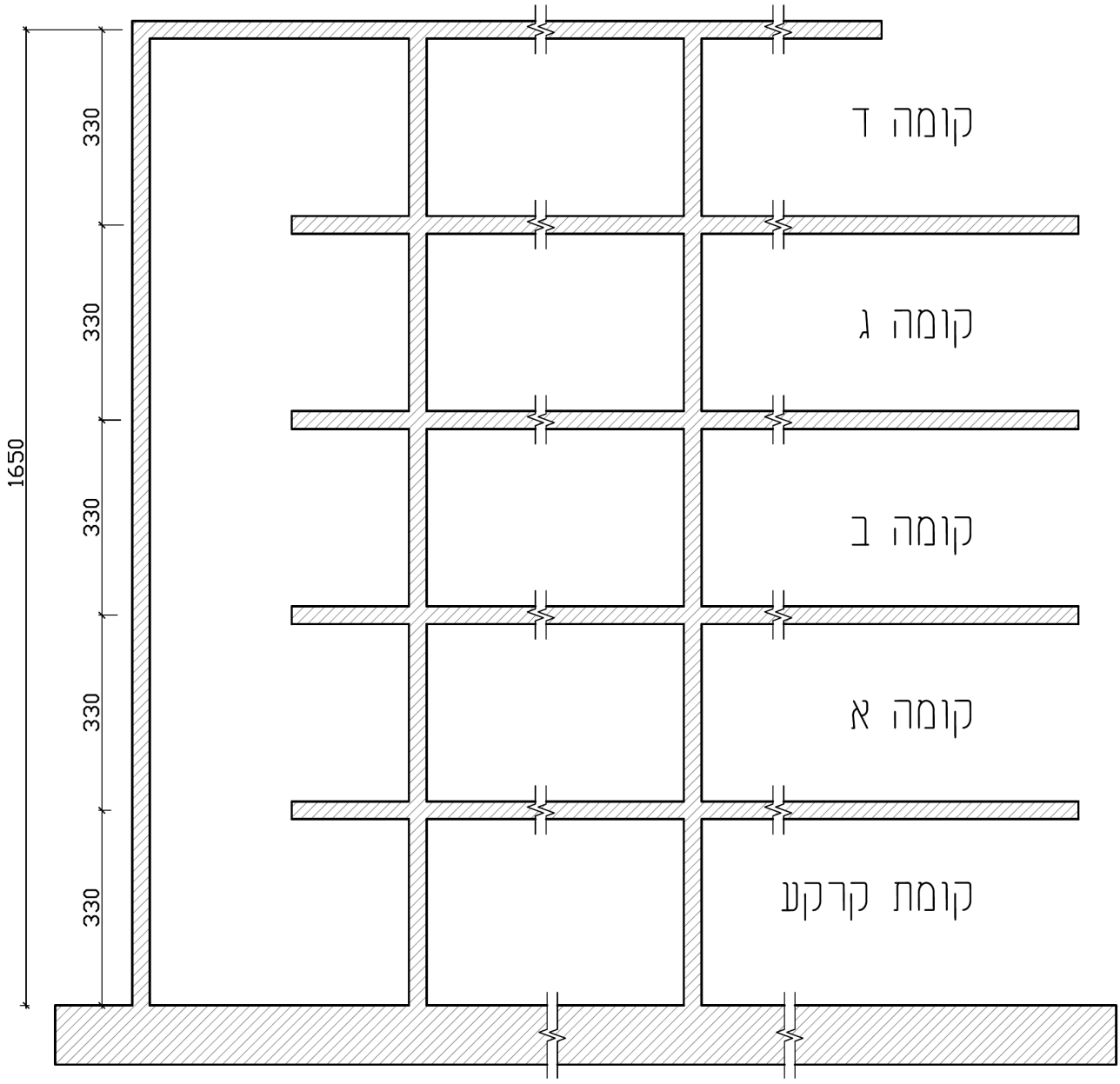
תכנית תקרה קומה קרקע, א, ב, ג

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



תכנית תקרה קומה ד

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



חתך 1–1

א. **קבעו האם המבנה סדיר במתווה האנכי.**

יש להתייחס לנקודות הבאות:

- **קומה גמישה.**
- **קומה חלשה.**
- **רציפות אנכית במערכת הנושאת.**
- **היצרות הדרגתית לגובה מבנה.**

(4 נקודות)

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

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

ב. 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, הקורות והעמודים).

(4 נקודות)

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

(6 נקודות)

עבור סעיפים: ד-ו נתון: $C_d = 0.13$.

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

(1 נקודות)

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

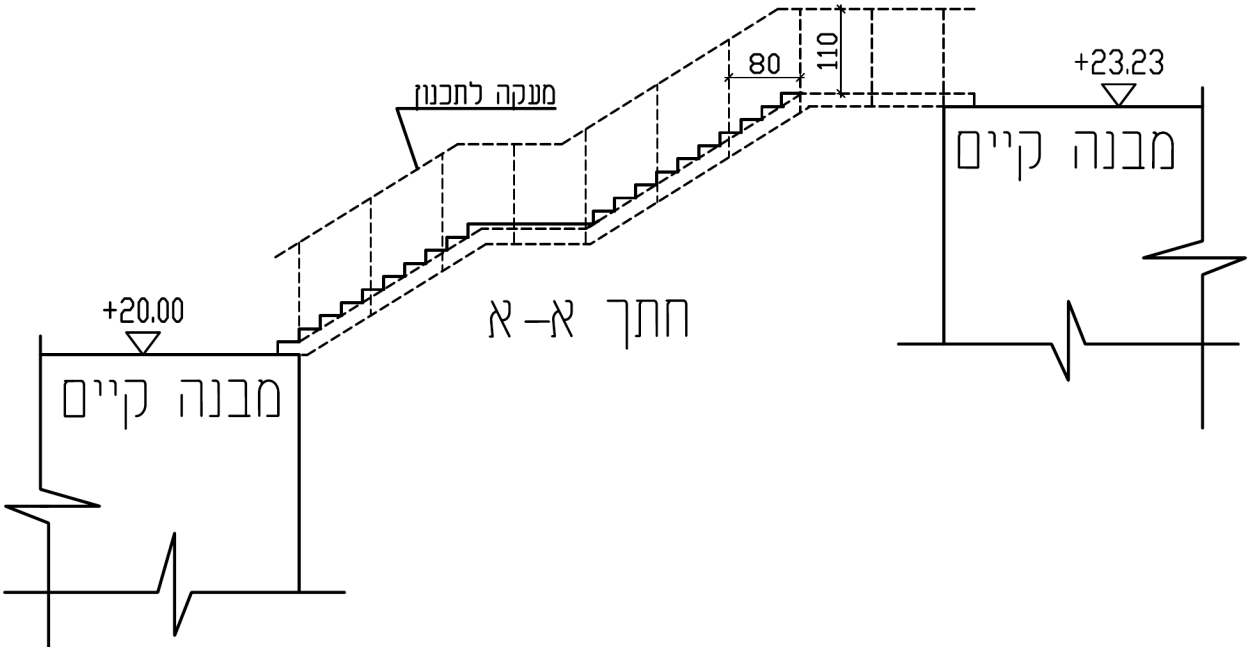
(10 נקודות)

ו. חשבו את מומנט הפיתול על כל קומה (יש להתחשב באקס' חישובית בלבד) **(עבור כיוון X בלבד).**

(8 נקודות)

4. בתרשים **מספר 4** מסורטטת תוכנית וחתך של תוספת מדרגות מפלדה בין שני מבנים קיימים.
העומס הכולל על המדרגות הוא 8 ק"נ למ"ר (800 ק"ג למ"ר, כולל משקלו העצמי).
עבור סעיף ד בלבד: קיים עומס אופקי בניצב לראש המעקה (גובה 1.1 מטר) בגודל של 1.5 ק"נ למ"א (150 ק"ג למ"א).
רצפת המדרגות תהיה בנויה מלוחות פלדה (מדרכים) הנשענים על קורות פלדה. המרחק המרבי בין קורות הפלדה לא יעלה על 100 ס"מ. אין צורך לתכנן את המדרכים של הפלדה.
המאמץ המותר בפלדה: $\sigma = 1400\,\mathrm{kg/cm^2} = 140\,\mathrm{MPa}$.





א. העתיקו את תוכנית המדרגות וסרטטו את הקורות הנושאות הראשיות והקורות הנושאות המשניות ותנו שם לכל קורה.
(5 נקודות)

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

ב. **סרטטו במחברת הבחינה את הסכמות הסטטיות של הקורות הראשיות והמשניות.**
הסכמות יכללו את שם הסכמה, שמות הסמכים, מפתחים ועומס.
(10 נקודות)

ג. **הציעו פרופיל פלדה מסוג IPB לקורות המשניות והראשיות והוכיחו שהמאמץ בהם קטן מהמאמץ המותר.**
(10 נקודות)

ד. **הציעו סכמה עבור המעקה, הציעו פרופיל פלדה מסוג IPN שמתאים עבורו.**
(5 נקודות)

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

5. נתון מבנה ציבורי.

תוכניות וחתכים של המבנה מופיעים בתרשים **מספר 5, 5א ו־5ב.**

עמודים 6,5,4,3,2,1 אינם יורדים לקומה התחתונה.

העומס הקבוע על התקרות, נוסף על משקלן העצמי הוא:

$\Delta g = 3.0\,\mathrm{kN/m^2}\ (300\,\mathrm{kg/m^2})$.

העומס השימושי על התקרות:

במפלס $+3$:

$q = 5.0\,\mathrm{kN/m^2}\ (500\,\mathrm{kg/m^2})$.

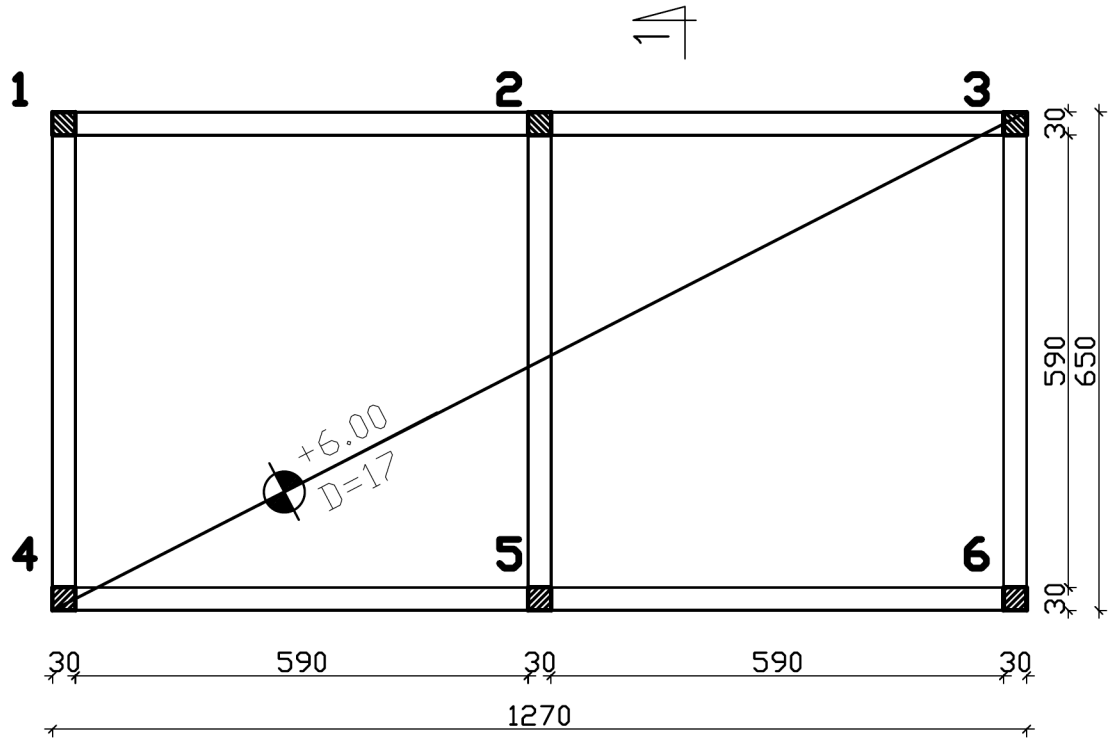
במפלס $+6$:

$q = 1.5\,\mathrm{kN/m^2}\ (150\,\mathrm{kg/m^2})$.

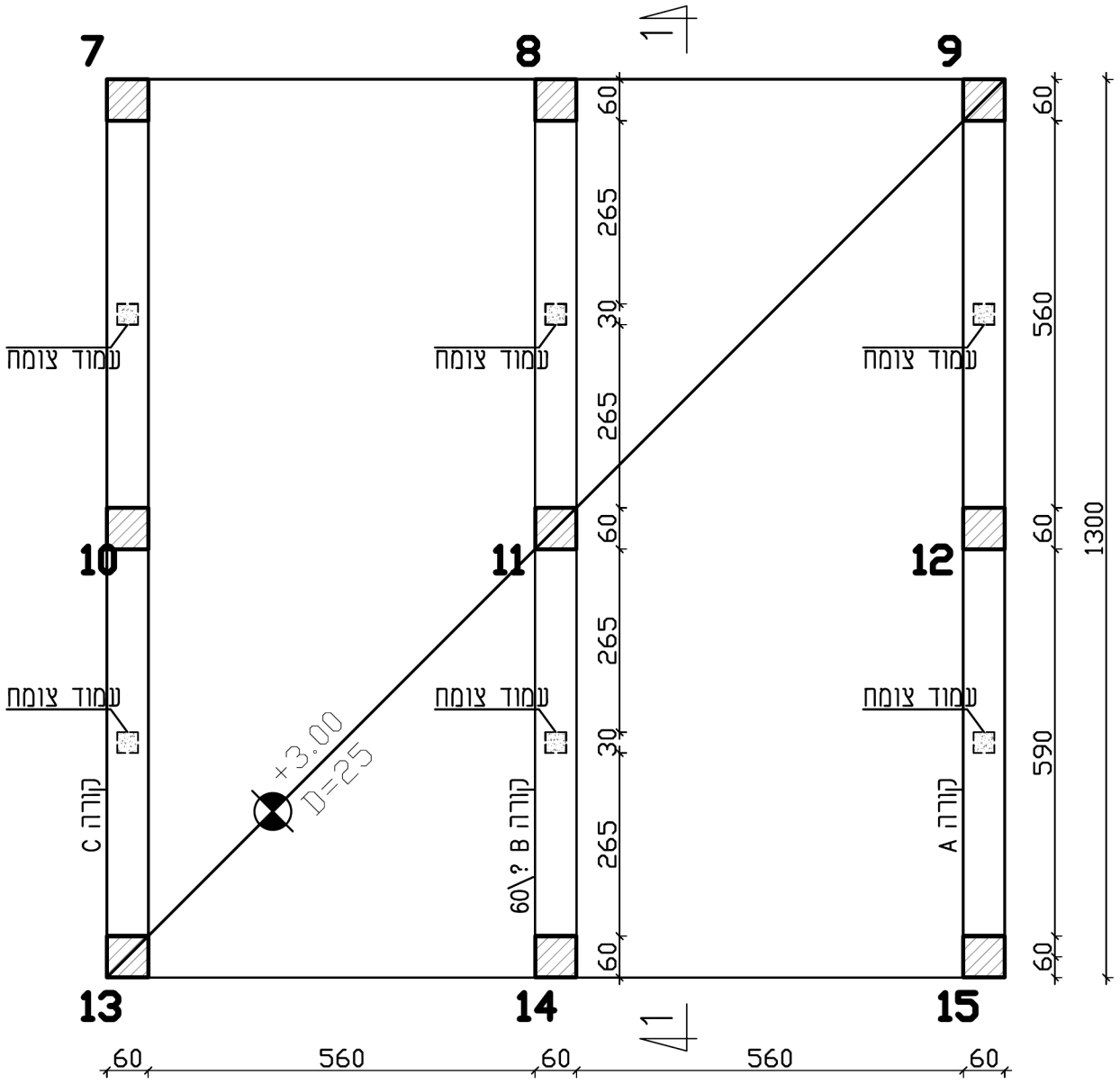
סוג הבטון: ב-30, אגרגט גירי.

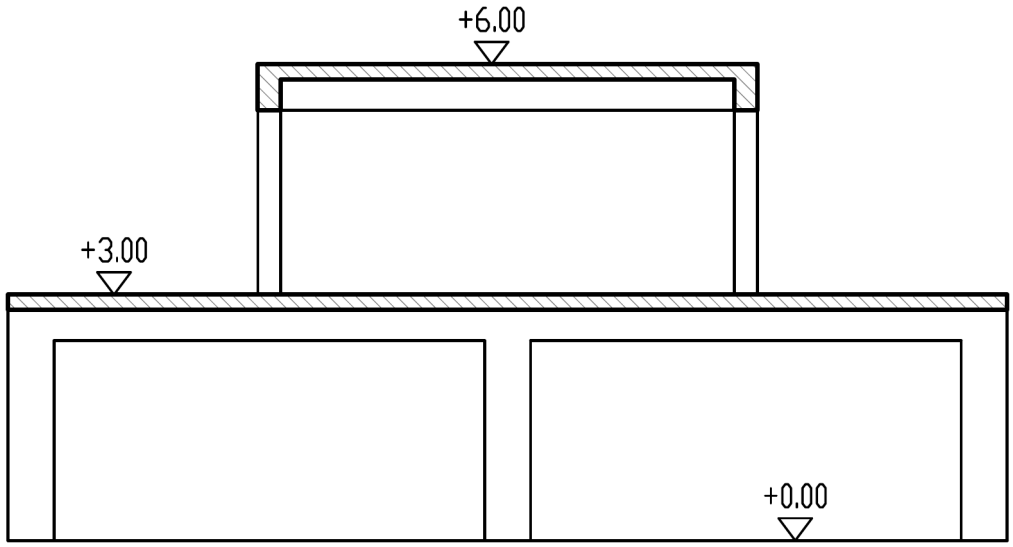
פלדה מצולעת: $435\,\mathrm{mpa}\ (4350\,\mathrm{kg/cm^2})$

עובי כיסוי הבטון 3 ס"מ.



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





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

א. בְּדקו וקִבעו:

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 B (יש לשים לב לכלל העומסים הפועלים על הקורה, ואין להתחשב במשקלה העצמי של הקורה והעמוד).

(6 נקודות)

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

(9 נקודות)

ד. חשבו את **עומסי התכן** על קורה B.

חשבו את המומנט השלילי והגזירה בקורה סמוך לעמוד 11.

(8 נקודות)

ה. חשבו את זיון הכפיפה השלילי הדרוש בקורה B.

(4 נקודות)

6. נתון קיר תומך, המוצג בתרשים **מספר 6.**

מילוי סוג א:

- המשקל המרחבי של הקרקע: $\gamma = (2000\,\mathrm{kg/m^3})\ 20\,\mathrm{kN/m^3}$.
- זווית השפיכה של הקרקע: $\varphi = 40^\circ$.

נתון:

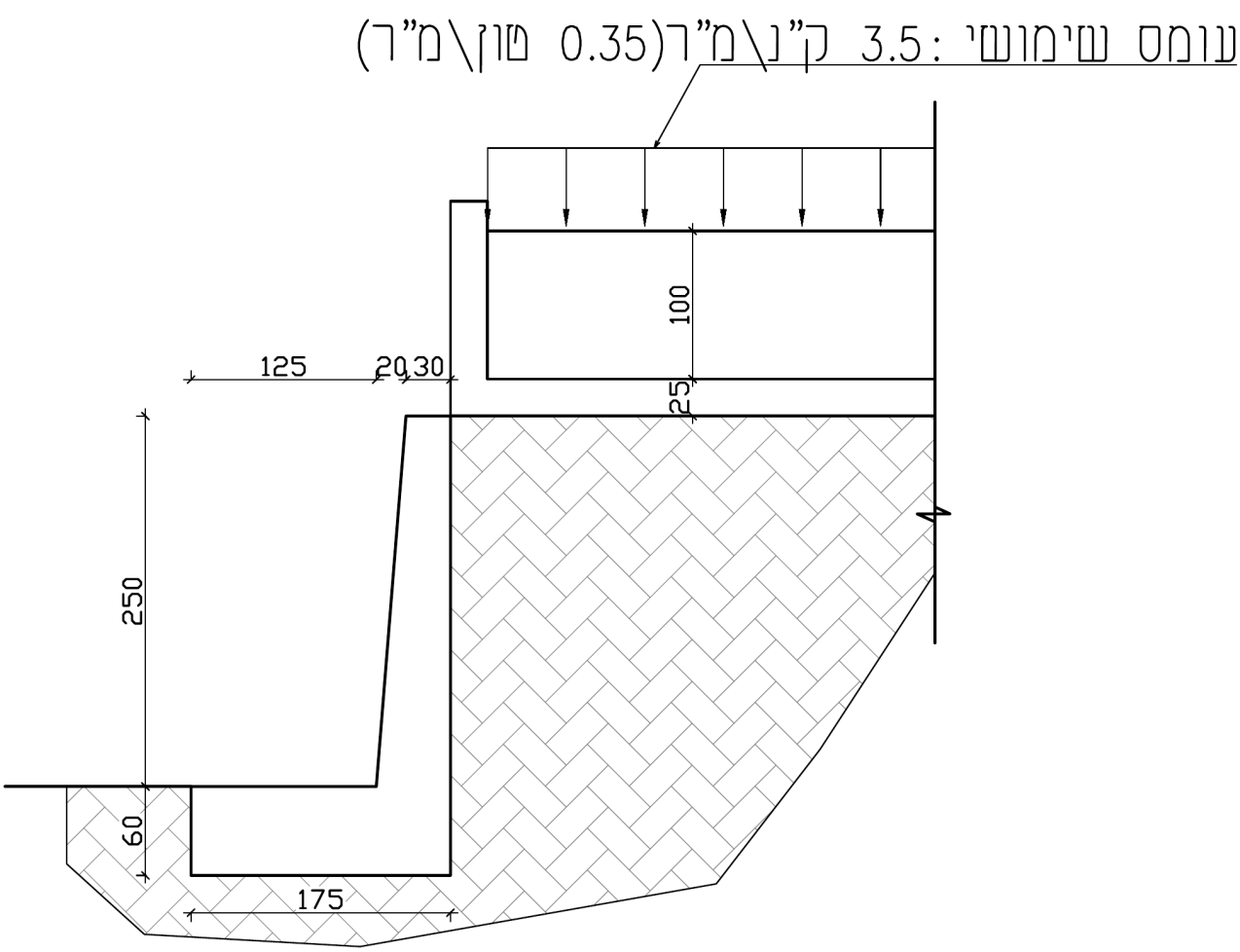
- מקדם החיכוך בין יסוד הקיר ובין הקרקע: $\mu = 0.40$.
- המשקל המרחבי של בטון הקיר: $\gamma = (2500\,\mathrm{kg/m^3})\ 25\,\mathrm{kN/m^3}$.
- בראש הקיר קיימת בריכה מבטון עם מילוי מים בגובה 1 מטר, ועומס שימושי של $(350\,\mathrm{kg/m^2})\ 3.5\,\mathrm{kN/m^2}$.

סוג הבטון: ב-30, אגרגט גירי.

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

עובי כיסוי הבטון: 5 ס"מ.

אין להתחשב בכוחות פסיביים.



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)

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

ג. **חשבו את מקדם הביטחון להחלקה.**

(7 נקודות)

ד. **חשבו את מקדם הביטחון להיפוך.**

(8 נקודות)

ה. **העתיקו את החתך למחברת ושרטטו עליו את פריסת הזיון (אין צורך לחשב את הזיון).**

(7 נקודות)

ו. **האם הקיר הנדון בשאלה תקני.**

(2 נקודות)

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