GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2024 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: בשאלון זה 5 שאלות. יש לענות על 3 שאלות בלבד. 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 של 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 **מספר 1** מסורטטת תוכנית של גג פלדה.

בתרשים **מספר 1א'** מופיע חתך 1-1 של מסגרת בציר B.

תרשים **מספר 1ב'** מיועד לסעיפים **ד' ו-ה' בלבד**.

גג המבנה נתמך במסגרות פלדה כפי שמוצג בסרטוט, וכל מסגרת מורכבת מקורה ועמוד המחוברים לתקרת הבטון (אין צורך לתכנן את תקרת הבטון).

כל החיבורים של מבנה הפלדה (כולל המרישים שמגיעים באורך של 6 מטר) מוגדרים כפירקיים.

המרישים בגג מסודרים במרחק של כ-1.0 מטרים זה מזה. קירוי הגג והחזיתות עשויים מפח גלי.

המשקל העצמי של קונסטרוקציית הגג, כולל המסגרות, הוא 0.45 ק"נ למ"ר (45 ק"ג למ"ר) וכולל את משקל הקורות, משקל המרישים ומשקל פחי הקירוי.

מתכנן בדק את הכוחות הפועלים על המבנה כתוצאה ממשב רוח בכיוון: $+X$.

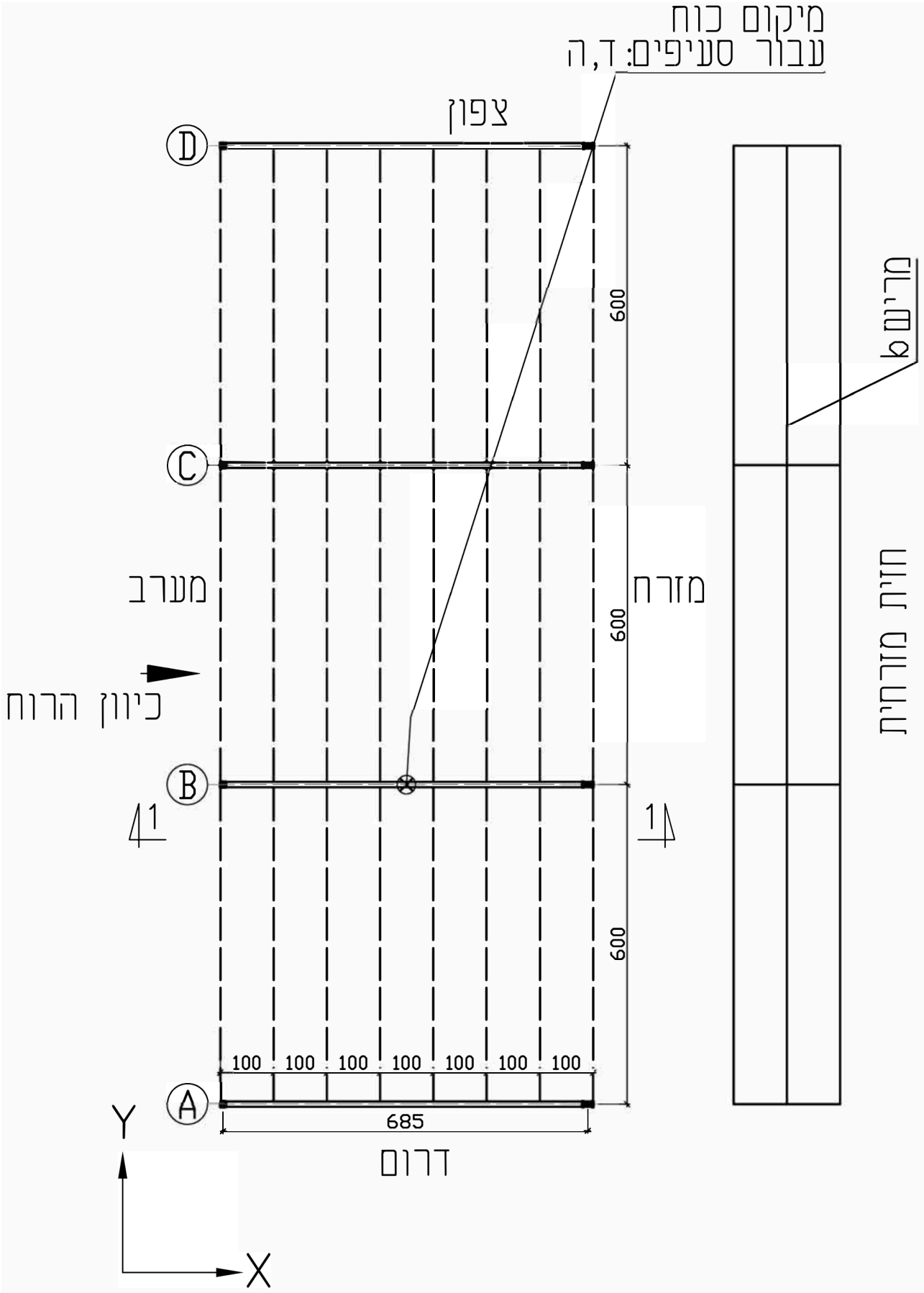
להלן הלחצים האופייניים על הגג ועל חזיתות המבנה:

גג - פני הגג בכיוון מעלה הרוח: -1.6 ק"נ למ"ר (160 ק"ג למ"ר) (יניקה).

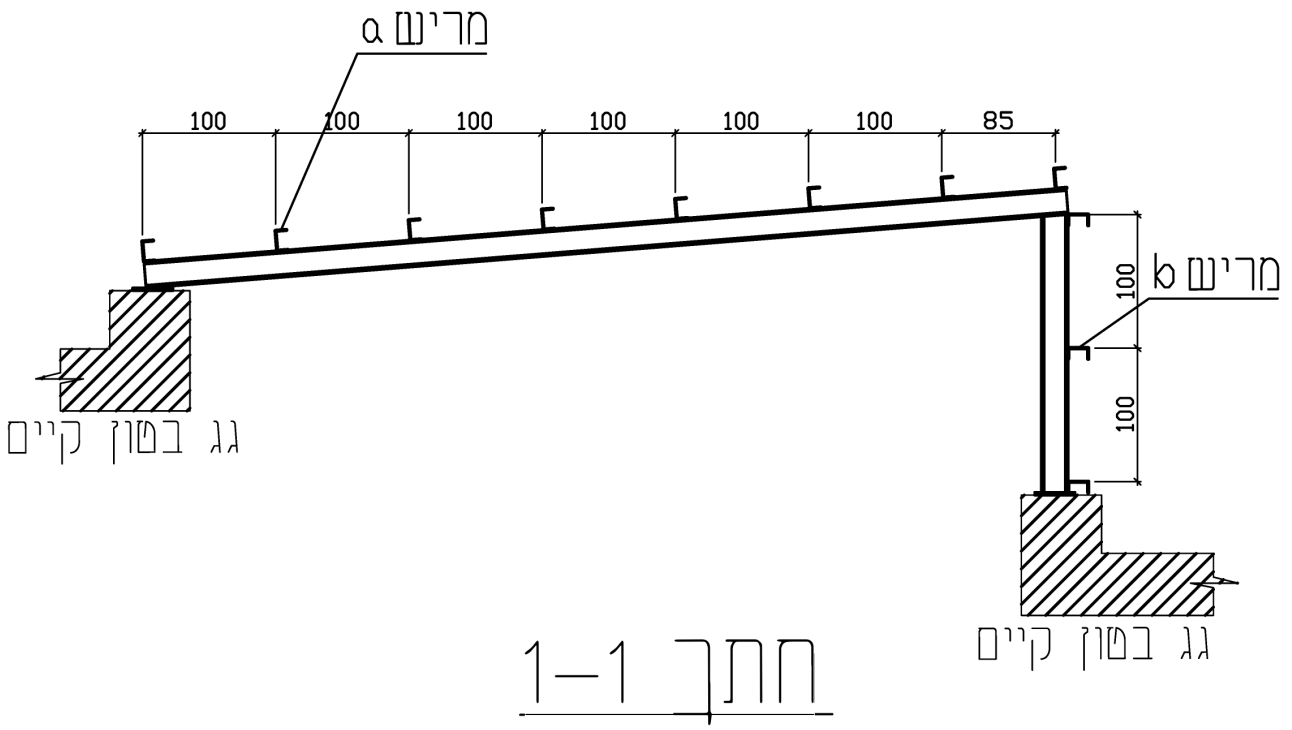
חזית מזרחית: 1.4 ק"נ למ"ר (140 ק"ג למ"ר) (יניקה).

בפתרון השאלה, יש להתייחס לנתונים אלה כאל נתונים מוגדרים וסופיים, ואין צורך בחישוב נוסף לכוחות הרוח.

יש להזניח את השיפוע של הגג בפתרון הכוחות.



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



א. תארו את הסכמות הסטטיות של מרישי הגג והקיר (מריש a בגג ומריש b בחזית המזרחית) והגדירו את העומסים עליהם.

(5 נקודות)

ב. חשבו את פירוס עומסי הרוח הפועלים על **הקורה והעמוד** בציר B וסרטטו אותם.

(5 נקודות)

ג. חשבו את מהלך המומנטים על הקורה והעמוד בציר B ובחרו פרופיל IPN מתאים עבורם.

הנח שהמאמץ המותר בפלדה, עבור כפיפה, מתיחה או לחיצה הוא:

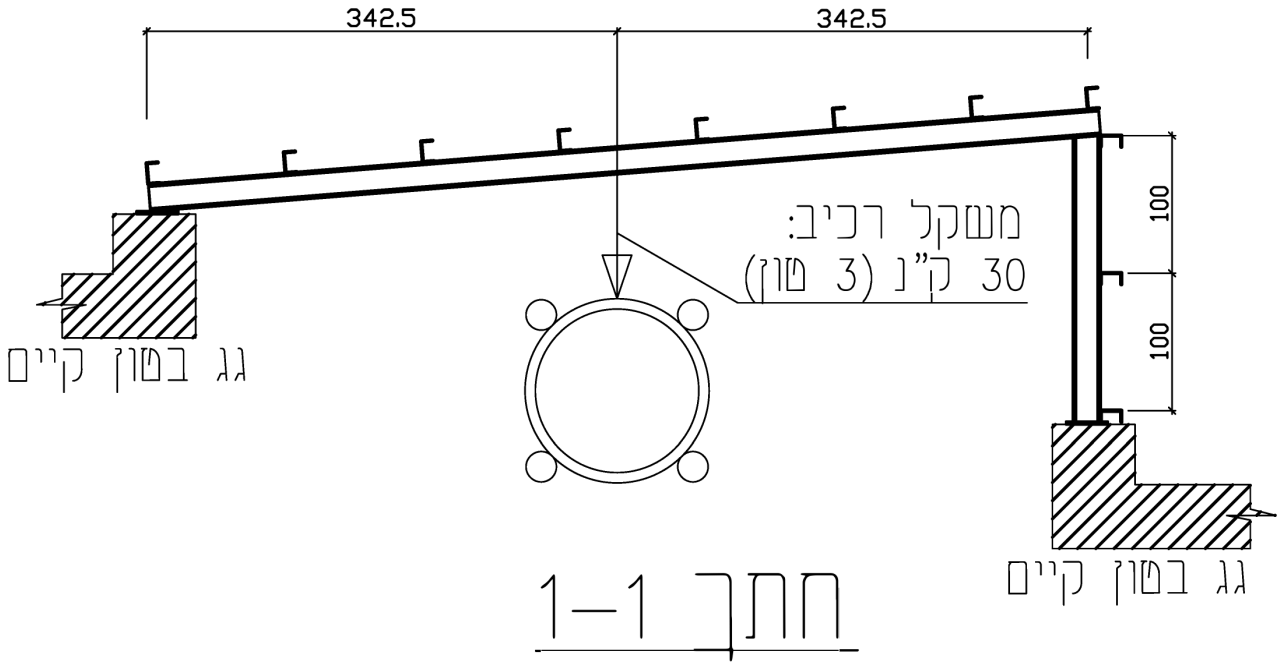
$q = 1.4 \frac{t}{cm^2} = 140\,MPa$.

(10 נקודות)

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

עבור סעיפים ד' ה'

נתון: תולים רכיב מבנה במשקל 30 ק"נ (3 טון) ממרכז הקורה בציר B.



ד. חשבו ושרטטו את מהלך המומנטים עבור הקורה בציר B לאחר הוספת הכוח (ללא עומסי רוח ובהזנחת משקל עצמי) ובחרו פרופיל מתאים במידת הצורך.

(5 נקודות)

ה. עבור הכוח האנכי בלבד: יש לבחור פרופיל IPN מתאים עבור העמוד בציר B (יש להתחשב בשיקולי קריסה).

(8 נקודות)

2. בתרשים **מספר 2** נתונה תקרה של מבנה בן 2 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:

$$\Delta g = 3\,\mathrm{KN/m^2}\ (0.30\,\mathrm{T/m^2})\ .$$

העומס השימושי על התקרה הטיפוסית:

$$q = 2\,\mathrm{KN/m^2}\ (0.20\,\mathrm{T/m^2})\ .$$

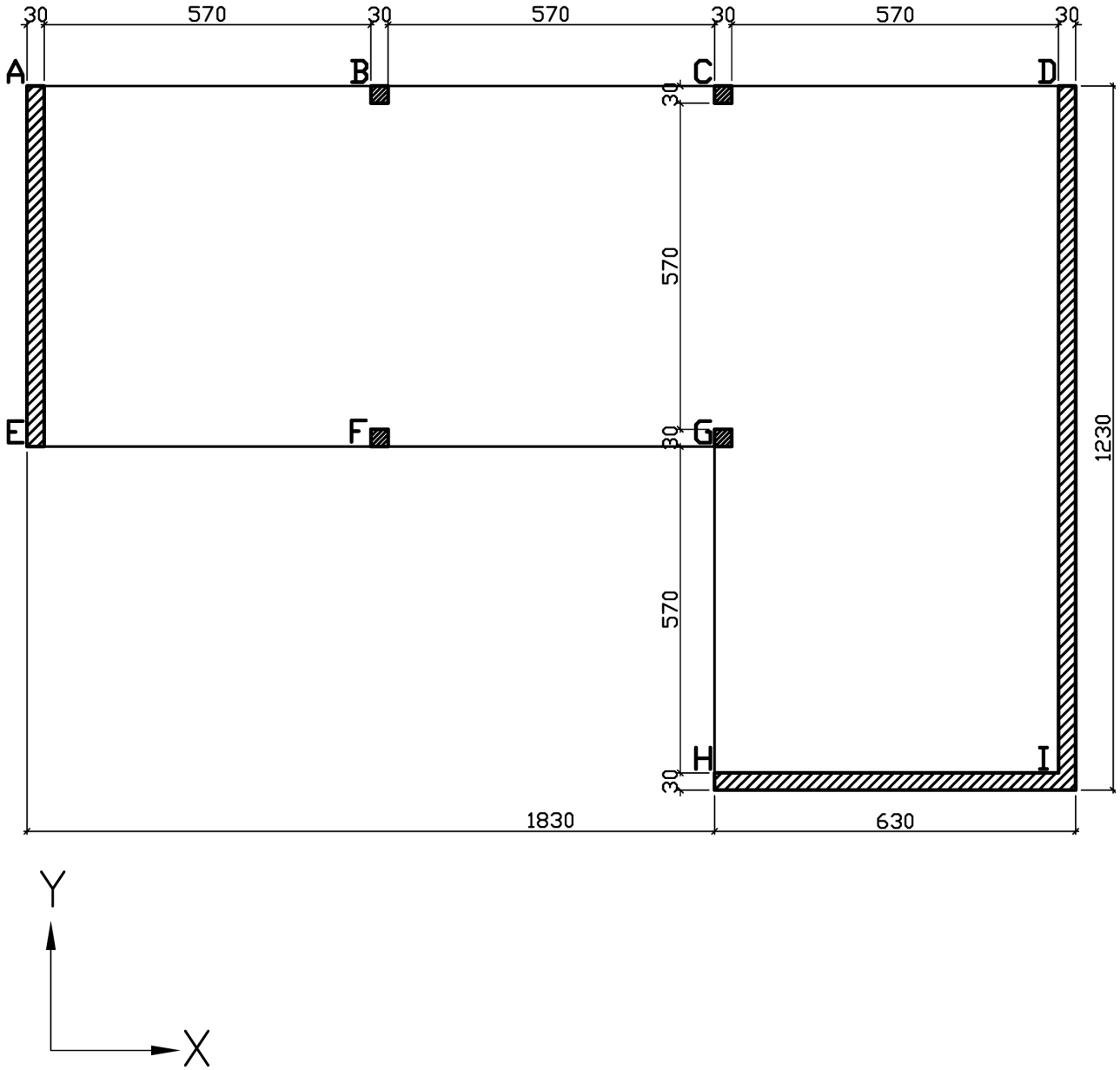
סוג הבטון: ב-30, אגרגט גירי.

פלדה מצולעת: $435\,\mathrm{mpa}\ (4.35\,\mathrm{t/cm^2})$

עובי כיסוי הבטון עבור 2 הכיוונים הוא: 3 ס"מ.

דרוש:

יש לתכנן תקרה מקשית ללא קורות:



א. חלקו את התקרה לרצועות ב-2 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)

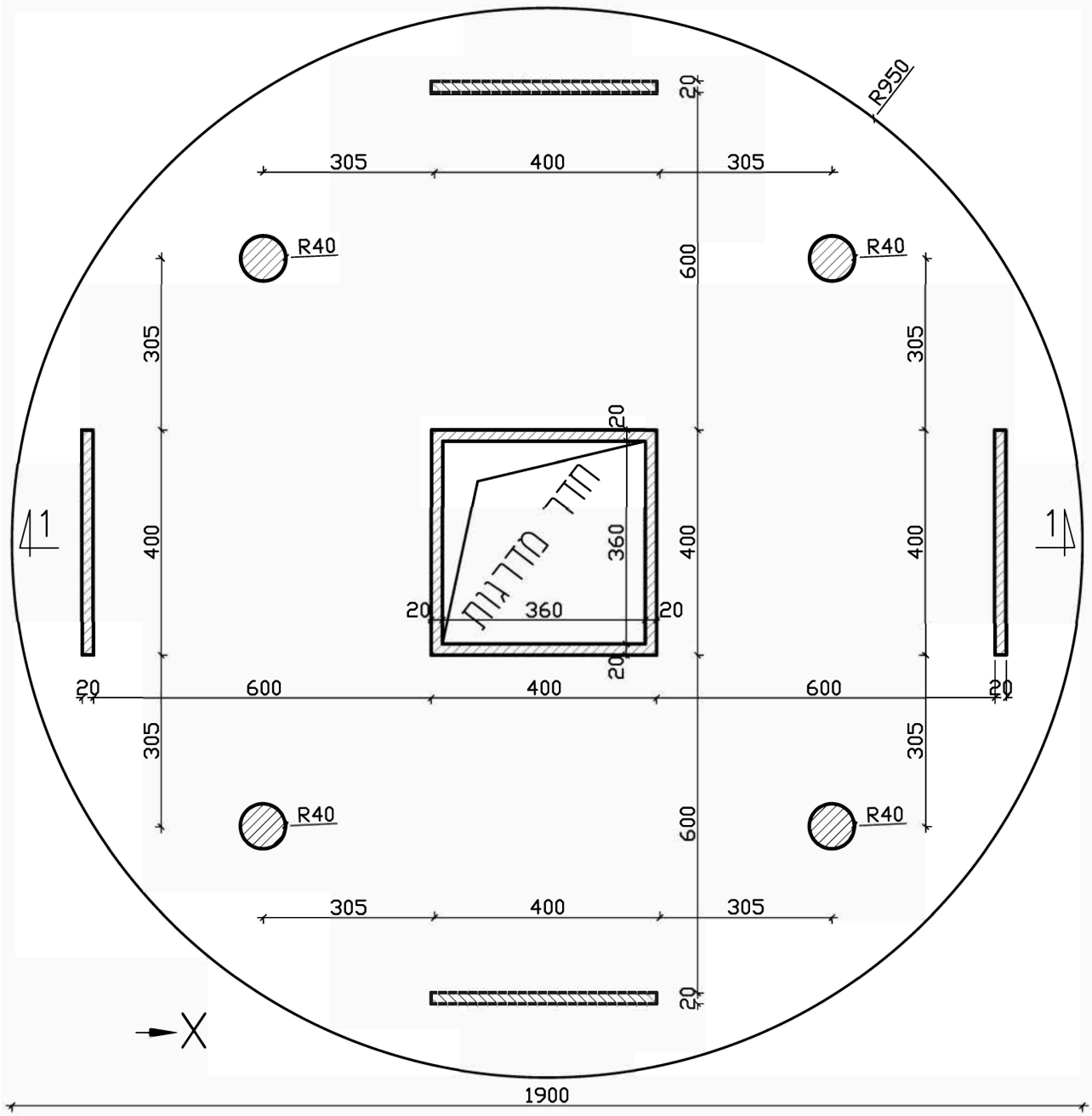
ג. חשבו וסרטטו את מהלך המומנטים לאורך רצועת העמודים A-B-C-D.
(10 נקודות)

ד. חשבו את הזיון הדרוש מקוטר 12 מ"מ עבור הרצועה שחישבתם בסעיף ג'.
(5 נקודות)

ה. חשבו את הריאקציה המתקבלת עבור עמוד B.
(2 נקודות)

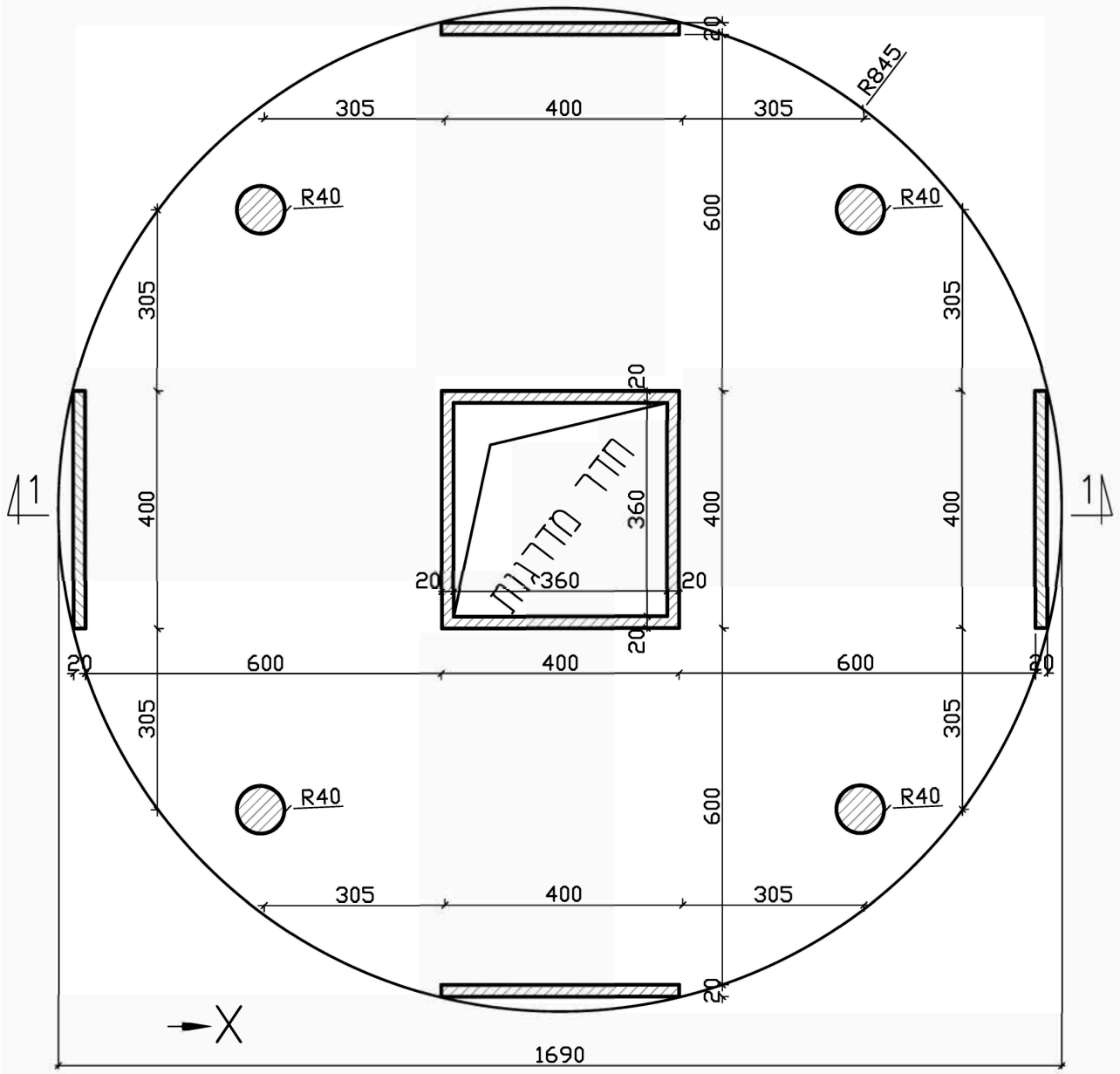
ו. בדקו אם קיימת בעיית חדירה סביב עמוד B (אין צורך לחשב זיון חדירה) העמוד במידות 30/30, אם אכן קיימת בעיה, הציעו פתרון ללא חישוב (יש להניח אחוז זיון $\rho = 0.015$).
(6 נקודות)

3. בתרשים **מספר 3** מתוארת תוכנית של תקרת קומות קרקע, א', ב', ג', ד'.
בתרשים **מספר 3א'** מתוארת תוכנית תקרה של קומה ה',
ובתרשים **מספר 3ב'** מתואר חתך של מבנה.
המבנה הוא מבנה משרדים בן 6 מפלסים ללא אפשרות עלייה לגג, מבוסס ע"ג רפסודה.
בתוכנית מופיע סימון של קירות הקשחה וגרעין הקשחה חדר מדרגות מבטון מזויין.
במהלך הפתרון אפשר להניח שקשיחות התקרות במישורן היא אין-סופית.
מידות חדר המדרגות וקירות ההקשחה לפי הרשום בתרשים.
העומס הקבוע על כל קומה משטחי המבנה (כולל משקל עצמי):
$g = 13\,\mathrm{KN/m^2}$ (1.30 טון למ"ר)
העומס השימושי הוא בהתאם לת"י 412.
המבנה נמצא באזור תל אביב. $Z = 0.06$, $S_1 = 0.04$, $S_S = 0.14$.
הקרקע במקום היא מטיפוס D.
המבנה מתוכנן לרמת משיכות נמוכה. יש להתייחס למבנה כמבנה סדיר.



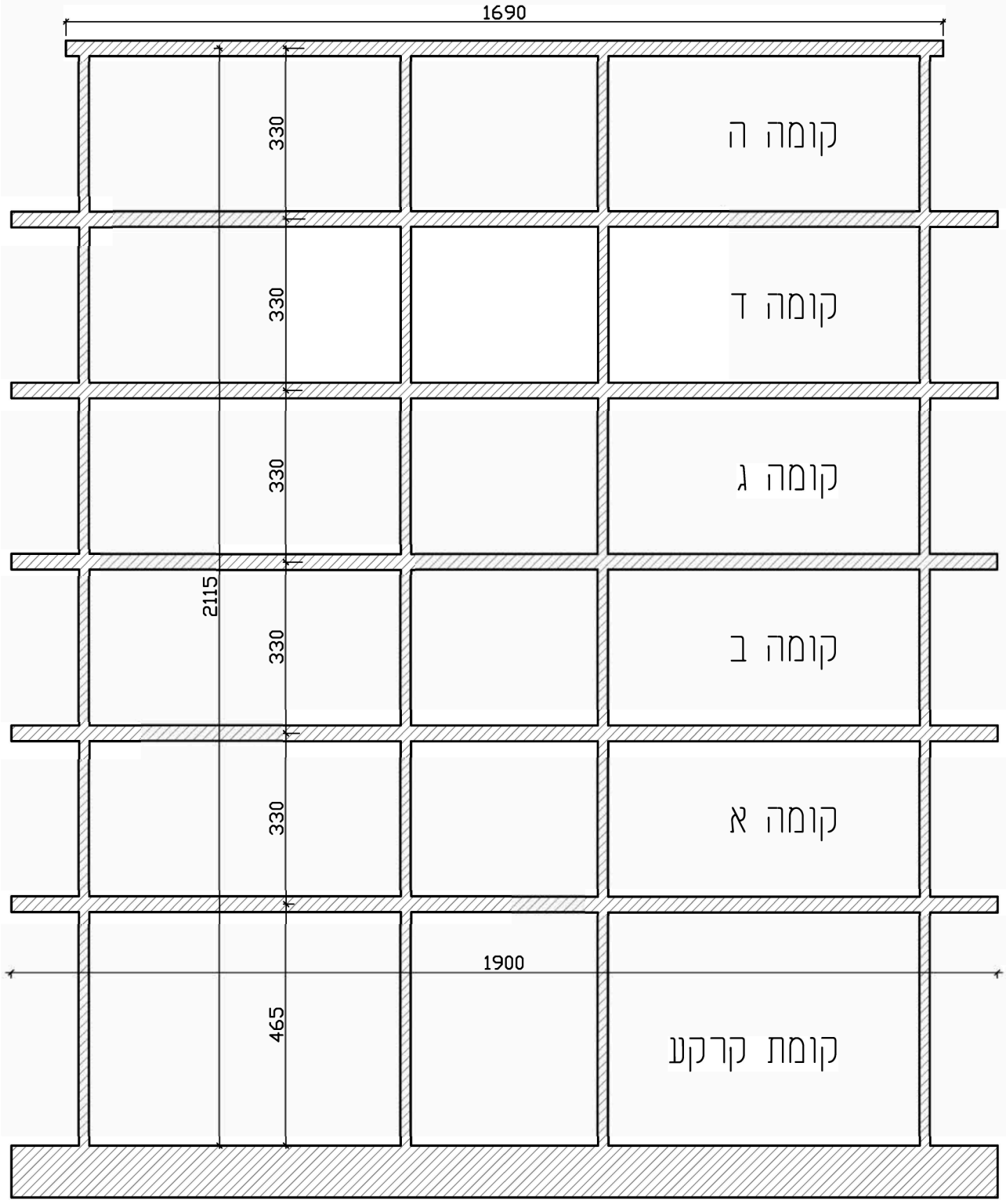
תכנית תקרה קומה קרקע, א, ב, ג, ד

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



תכנית תקרה קומה ה

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



חתך 1–1

א. קבעו את מקדמי השכיות לעומס שימושי.

(2 נקודות)

ב. קבעו את מקדם החשיבות של המבנה.

(2 נקודות)

ג. חשבו את התקופה הבסיסית של המבנה.

(2 נקודות)

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

ד. חשבו את מקדם תאוצת התכן הספקטרית Sa.

(5 נקודות)

ה. חשבו את מקדם התכן הסייסמי Cd.

(2 נקודות)

ו. חשבו את שטח התקרה הטיפוסית ואת תקרת הגג כולל שטח חדר המדרגות והגרעין.

(1 נקודות)

עבור סעיפים ז' ח' ט' י' נתון: $C_d = 0.15$

ז. חשב את הכוחות האופקיים הפועלים על כל קומה (התייחס לעומסים בחדר המדרגות והגרעין כעומסים במבנה).

(7 נקודות)

ח. חשבו את הכוחות הפועלים על חדר המדרגות בלבד עקב רעידת אדמה בכיוון X.

(7 נקודות)

ט. חשבו ושרטטו במחברת הבחינה את מהלך מומנטים על פיר חדר המדרגות.

(3 נקודות)

י. חשבו ושרטטו במחברת הבחינה את מהלך כוחות הגזירה על חדר המדרגות

(2 נקודות)

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

מילוי סוג א:

- המשקל המרחבי של הקרקע: $\gamma_1 = 2.0\,\mathrm{t/m^3}\ (20\,\mathrm{kN/m^3})$.
- זווית השפיכה של הקרקע: $\varphi(1) = 36^\circ$.

מילוי סוג ב:

- המשקל המרחבי של הקרקע: $\gamma_2 = 1.6\,\mathrm{t/m^3}\ (16\,\mathrm{kN/m^3})$.
- זווית השפיכה של הקרקע: $\varphi(2) = 33^\circ$.

נתון:

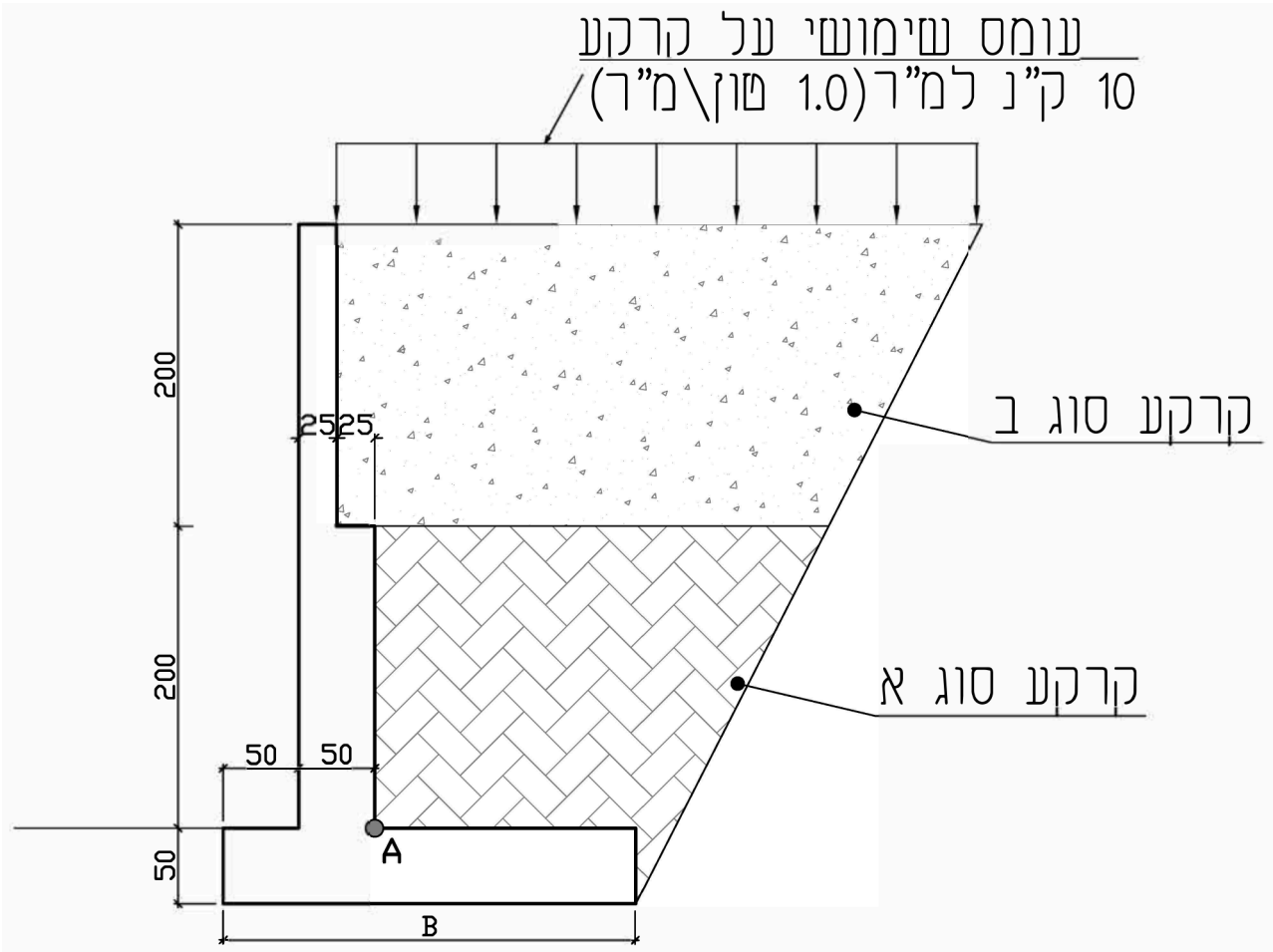
- מקדם החיכוך בין יסוד הקיר ובין הקרקע: $\mu = 0.50$.
- מקדם הביטחון להחלקה: $K = 1.50$.
- מקדם הביטחון להיפוך: $K = 2.00$.
- המשקל המרחבי של בטון הקיר: $\gamma = 2.5\,\mathrm{t/m^3}\ (25\,\mathrm{kN/m^3})$.
- בראש הקיר קיים עומס שימושי של $1.0\,\mathrm{t/m^2}\ (10\,\mathrm{kN/m^2})$.

חובה להתחשב בתרומת העומס השימושי עבור יציבות הקיר.

סוג הבטון: ב-30, אגרגט גירי.

פלדה מצולעת: $435\,\mathrm{mpa}\ (4.35\,\mathrm{t/cm^2})$.

עובי כיסוי הבטון 5 ס"מ.



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

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

(6 נקודות)

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

(6 נקודות)

ג. חשבו את רוחב היסוד B הדרוש לכך שמקדם הביטחון להחלקה יתקיים.

(8 נקודות)

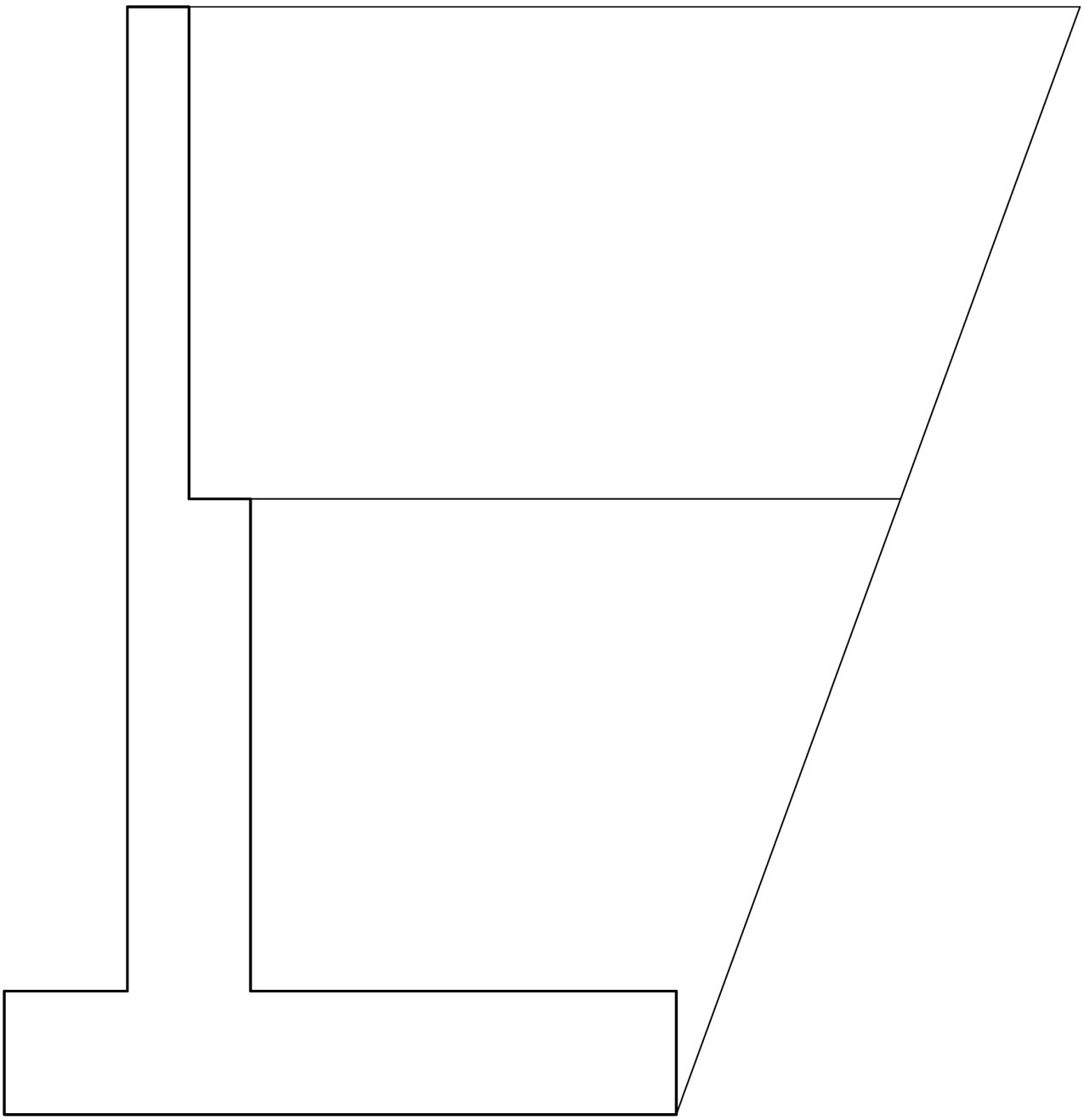
עבור סעיפים ד-ו נתון: הערך B=2.5 מטר

ד. חשבו את מקדם הביטחון להיפוך.

(6 נקודות)

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

(2 נקודות)



ו. נתון שמומנט התכן בנק ריתום A הוא 104 קילו-ניטון·מ/מ (10.4 טון·מ/מ) חשבו וסרטטו את הברזל הדרוש עבור הקיר בתרשים **מספר 4א'**.

(5 נקודות)

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

5. נתון מבנה בעל 2 קומות לאחסון חומרים.

תוכניות וחתך מופיעים בתרשים **מספר 5**.

עמודים 3 ו-4 לא יורדים לקומה התחתונה.

העומס הקבוע על התקרות בנוסף למשקלן העצמי:

$\Delta g = 20\,\mathrm{kN/m^2}\ (2.0\,\mathrm{T/m^2})$.

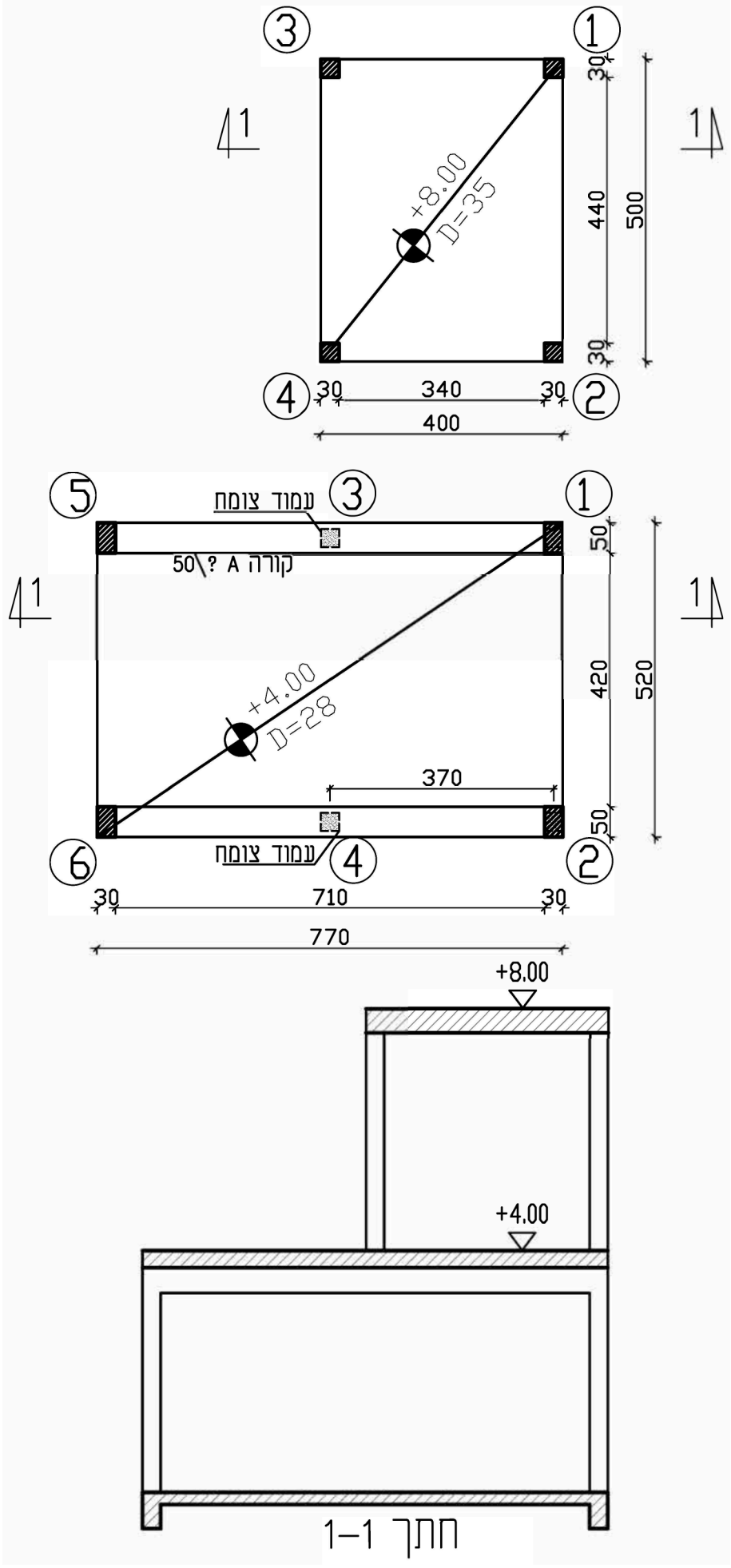
העומס השימושי על התקרות:

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

סוג הבטון: ב-30, אגרגט גירי.

פלדה מצולעת: $435\,\mathrm{mpa}\ (4.35\,\mathrm{t/cm^2})$

עובי כיסוי הבטון 3 ס"מ.



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

א. בדוק וקבע:

מהו סוג התקרות שמופיע בתוכניות.

האם התקרות ב-2 המפלסים עומדות בדרישות הכפף של תקן 466?

(6 נקודות)

סעיפים ב-ה עבור הקורה A במפלס +4.00

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