GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2026 מועד ב'
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 6 שאלות. יש לענות על שאלה **אחת מבין השאלות 1 ו-2** ושתי שאלות נוספות לפי בחירה יש לענות על **3 שאלות בלבד**. ערך כל שאלה: 33 נקודות. נקודה אחת תינתן על התרשמות כללית. **בסך הכול: 100 נקודות.** ענו על שאלה אחת מתוך השאלות 1-2. ערך כל שאלה 33 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 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. אם לדעתכם חסר נתון בשאלה. יש לציין זאת ולהוסיף נתון מתאים שיאפשר לכם להמשיך בפתרון השאלה, נמקו את בחירתכם. הנחיות כלליות לכל השאלות - 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 השיטות של היחידות שהוזכרו לעיל, באותה השאלה או בשאלות שונות- **בחינתו תיפסל**. 4. אם הנבחן לא ימלא אף אחת מההנחיות לעיל, ייחשב הדבר בעת בדיקת הבחינה כאילו השתמש ביחידות החדשות. | תיאור | יחידות ישנות | יחידות חדשות | |---|---|---| מודל אלסטיות של הפלדה | 2,100,000 ק"ג/סמ"ר | 210,000 מגפ"ס | | המשקל המרחבי של הבטון | 2.5 טון/מ"ק | 25 ק"נ/מ"ק | | 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. נתון מבנה חנייה בין שתי קומות. קומת החניה התחתונה היא תת-קרקעית.

בתרשים מספר 1 מסורטטת תוכנית **תקרת קומת הקרקע במפלס +3.75** וכן **חתך א-א**.

עומס התכן הפועל על **תקרה זו**, כולל משקלה העצמי הוא, $20\ \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\ \left[2.0\ \frac{\text{t}}{\text{m}^2}\right]$

בתרשים מספר 1א מסורטטת תוכנית **תקרת המרתף במפלס ±0.00**.

בתרשים מספר 1ב מסורטטת תוכנית **רצפת המרתף במפלס -3.75**.

העמודים בקומה העליונה, "צומחים" מקיר בטון ברוחב **50 ס"מ**. הקיר מבוסס על **יסוד עובר**.

מידות העמודים: **50/60** ס"מ וכיסוי הבטון: **5.0 ס"מ**= $d_s = d'_s$.

העמודים **הרתומים** לקיר הבטון בכוון Y , **אינם מוחזקים** בכיוון X **ואינם מוחזקים** בכיוון Y .

סוג הבטון, **ב־30** (אגרגט גירי) והפלדה מצולעת עם חוזק תכן: $435\,\text{MPa}\ \left[4.35\ \frac{\text{t}}{\text{cm}^2}\right]$.

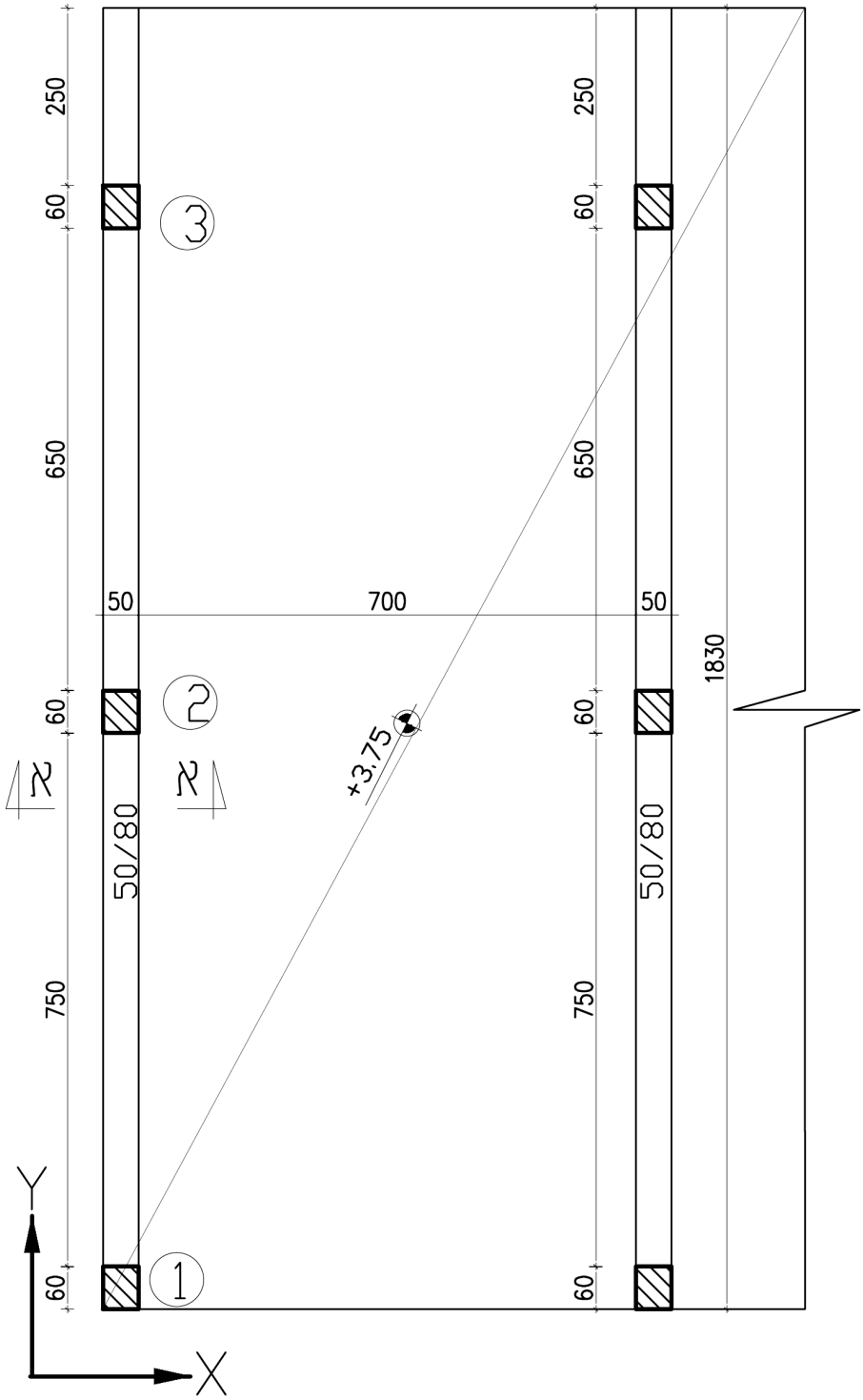
חובה לציין את היחידות בכל חישוב. אי־ציון היחידות יוריד נקודות!

סעיפים **א', ב', ג' ו-ד'** עוסקים בתכן **עמוד מספר 2**.

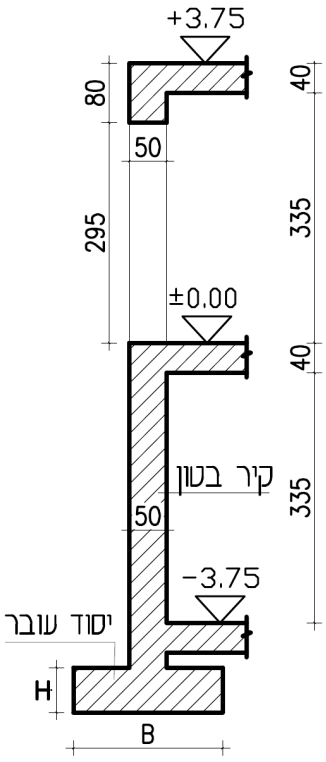
נתון עבור **כיוון** Y:

$c = 8\ ,\ k_\varphi = 1.1\ ,\ k_r = 1\ ;\ l_c = 2.95\,[\text{m}]\ ;\ \lambda_{min} = 25\ ;\ l_{ax} = 3.55\,[\text{m}]$ (אורך **ציר**י)

דרוש:

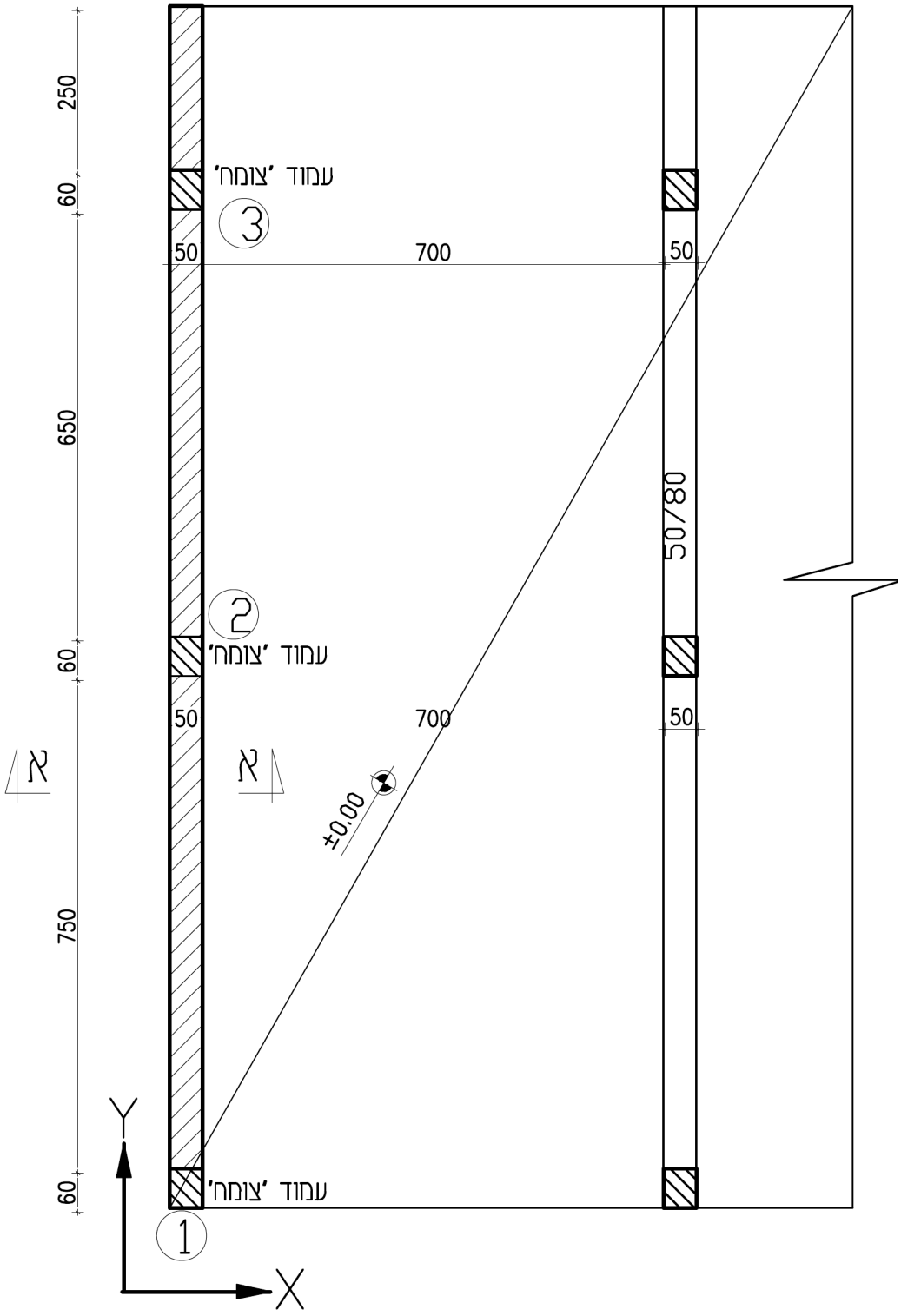


תוכנית תקרת קומת קרקע
קנ"מ: 1:100



חתך א–א
קנ"מ: 1:100

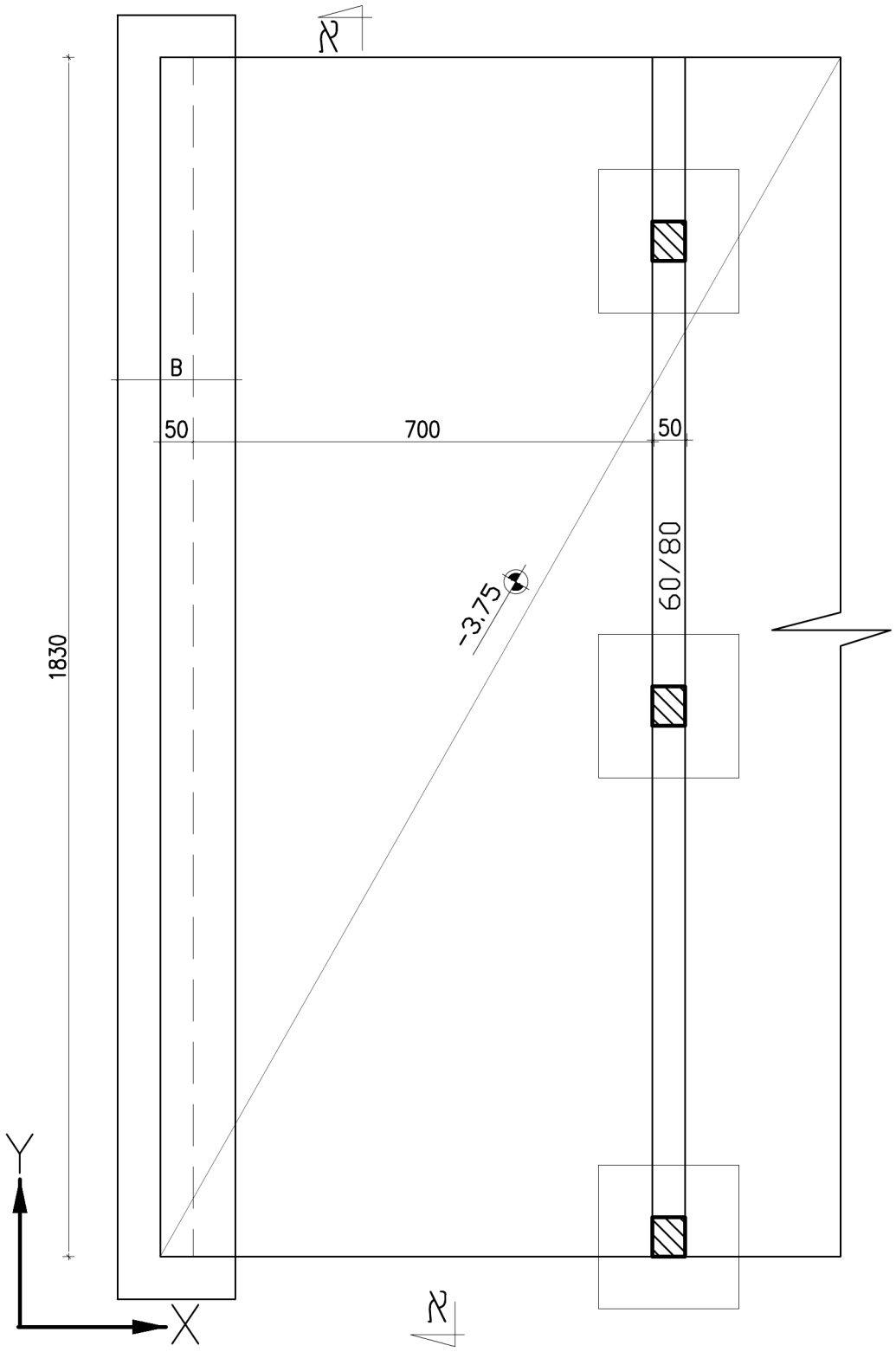
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il



תוכנית תקרת המרתף

קנ"מ: 1:100

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



תוכנית רצפת המרתף

קנ"מ: 1:100

א. חשבו בשיטת שטחי השפעה את **עומס התכן** על העמוד.

אין להתחשב במשקל העצמי של הקורות והעמוד.

(2 נקודות)

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

ב. חשבו את **האורך השקיל** של העמוד בכיוון Y

(5 נקודות)

ג. חשבו את **האקסצנטריות** הכוללת בכיוון Y .

(5 נקודות)

ד. חשבו את **שטח הזיון** הדרוש בעמוד (בכיוון Y) ובחרו מוטות זיון **בקוטר 16 מ"מ.**
שרטטו את חתך העמוד עם הברזל שחישבתם.

(5 נקודות)

סעיפים **ה', ו', ז' ו-ח'** עוסקים בתכן היסוד.
העומס האופייני הקבוע הפועל על היסוד, $180\,\mathrm{kN/m}\,[18\,\mathrm{t/m}]$.
והעומס האופייני השימושי $70\,\mathrm{kN/m}\,[7.0\,\mathrm{t/m}]$.
מאמץ השירות של הקרקע הוא $200\,\mathrm{kN/m^2}\,[20\,\mathrm{t/m^2}]$.

ה. חשבו את רוחב היסוד **(B)** לפי **חתך א-א בתרשים מספר 1.** אין להתחשב במשקלו העצמי של היסוד.

(3 נקודות)

ו. חשבו וסרטטו את **פילוג מאמצי המגע** בתחתית היסוד (**במצב תכן**).

(3 נקודות)

ז. חשבו את גובה היסוד H כמתואר **בחתך א-א בתרשים מספר 1, משיקולי גזירה.**

(5 נקודות)

ח. חשבו את זיון היסוד **בכיוון X.**

(5 נקודות)

2. **בתרשים מספר 2** מוצגת תוכנית קונסטרוקצייה של תקרה עליונה במבנה בית כנסת, וכן חתך דרך הצלעות.

התקרה מורכבת מתקרת **ערוגות** ומתקרת **צלעות**.

עובי תקרת **הערוגות 30 ס"מ**, ועובי תקרת **הצלעות 25 ס"מ**.

העומס הקבוע על כל תקרה בנוסף למשקלה העצמי הוא, $4.5\,\mathrm{kN/m^2}\ [0.45\,\mathrm{t/m^2}]$

העומס השימושי, $1.5\,\mathrm{kN/m^2}\ [0.15\,\mathrm{t/m^2}]$.

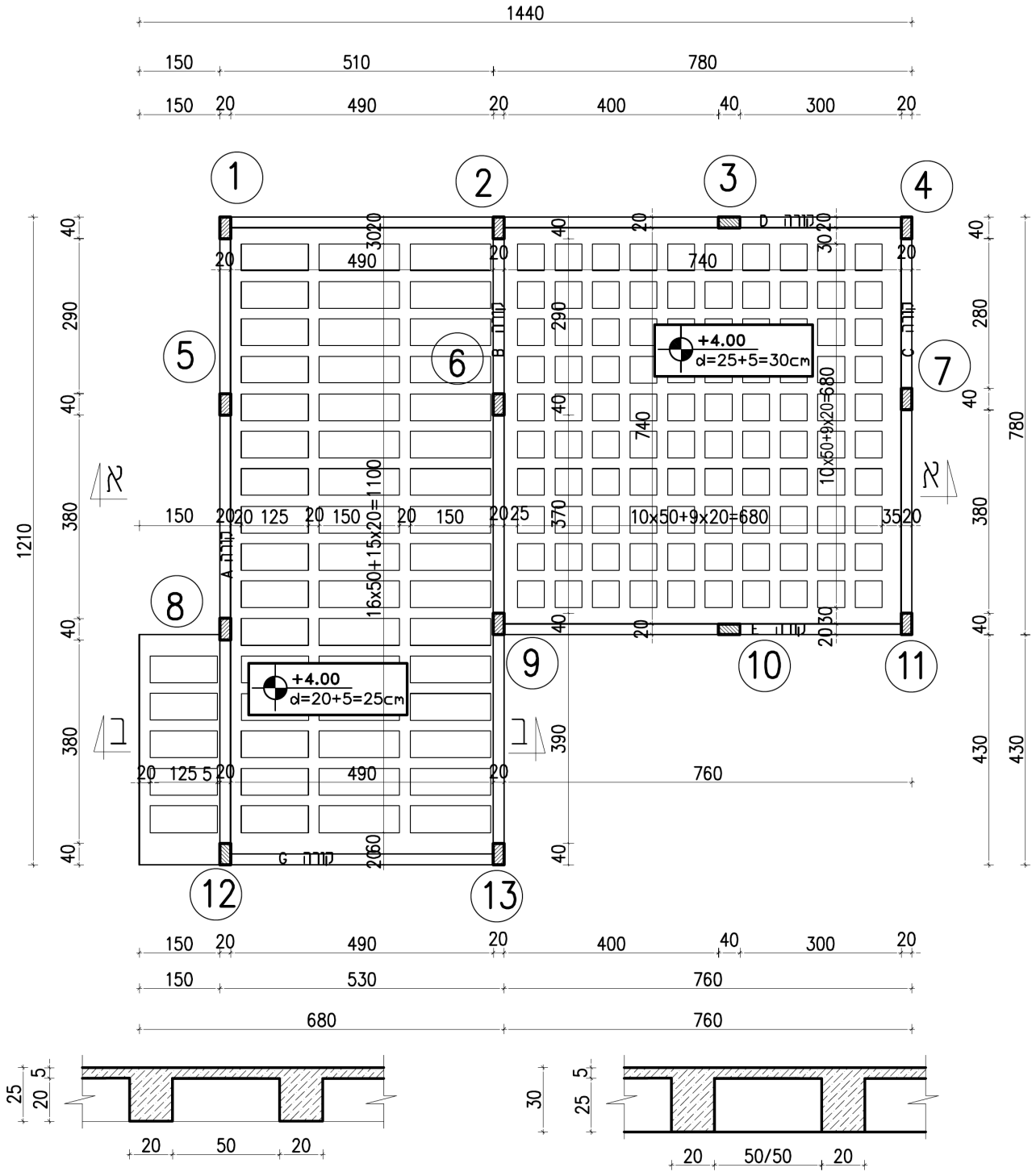
משקל בלוקי המילוי, $4.0\,\mathrm{kN/m^3}\ [0.40\,\mathrm{t/m^3}]$

סוג הבטון, **ב־30** (אגרגט גירי) והפלדה מצולעת עם חוזק תכן: $435\,\mathrm{MPa}\ \left[4.35\ \frac{\mathrm{t}}{\mathrm{cm^2}}\right]$.

כיסוי הבטון, **3 ס"מ**.

אין להתחשב במצבי העמסה מסוכנים.

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



חתך דרך הצלעות

חתך דרך תקרת ערוגות

א. בדקו אם עובי שני סוגי התקרות עונה על דרישות התקן משיקולי כפף.

(10 נקודות)

ב. חשבו את עומס התכן עבור כל סוג תקרה.

(2 נקודות)

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

עבור הסעיפים הבאים, נתון ש**עומס התכן** על תקרת הערוגות הוא, $14\,\mathrm{kN/m^2}\ [1.40\,\mathrm{t/m^2}]$, ועומס התכן על תקרת הצלעות הוא, $13.5\,\mathrm{kN/m^2}\ [1.35\,\mathrm{t/m^2}]$.

ג. חשבו את המומנטים בתקרת **הערוגות**.

(5 נקודות)

ד. חשבו את המומנטים החיוביים והשליליים בתקרת **הצלעות בחתך א-א**.

(5 נקודות)

ה. חשבו את המומנטים **השליליים הסופיים בחתך א-א**.

(1 נקודות)

ו. חשבו וסרטטו את מהלך המומנטים לאורך **צלע המשכית** בתקרת הצלעות ובתקרת הערוגות העוברת דרך **חתך א-א.**

(3 נקודות)

ז. חשבו את הזיון הדרוש עבור **המומנט השלילי לצלע** שחישבתם **בסעיף ו'**.

(3 נקודות)

ח. חשבו וסרטטו את מהלך המומנטים לאורך **צלע** בתקרת **הצלעות** העוברת דרך **חתך ב-ב.**

(4 נקודות)

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

3. **בתרשים 3** מוצגת תוכנית של תקרת קומות קרקע, א', ב', ג', ד'.

בתרשים 3א מתוארת תוכנית התקרה של קומה ה'.

בתרשים 3ב מוצג חתך דרך המבנה. מדובר במבנה **משרדים** בן 6 קומות ללא אפשרות עלייה לגג, המבוסס על גבי רפסודה. בתוכנית מופיע סימון של קירות הקשחה וגרעיני הקשחה - קירות חדר המדרגות ופיר המעלית מבטון מזויין וקירות המרחב המוגן.

במהלך הפתרון אפשר להניח שקשיחות התקרות במישורן היא אין-סופית.

המידות של חדר המדרגות, פיר המעלית, המרחב המוגן וקירות ההקשחה - לפי הרשום בתרשים.

העומס הקבוע (כולל המשקל העצמי) לכל הקומות והגג הוא $16\,\mathrm{kN/m^2}\ [1.60\,\mathrm{t/m^2}]$

העומס השימושי לתקרה הטיפוסית הוא $2.5\,\mathrm{kN/m^2}\ [0.25\,\mathrm{t/m^2}]$

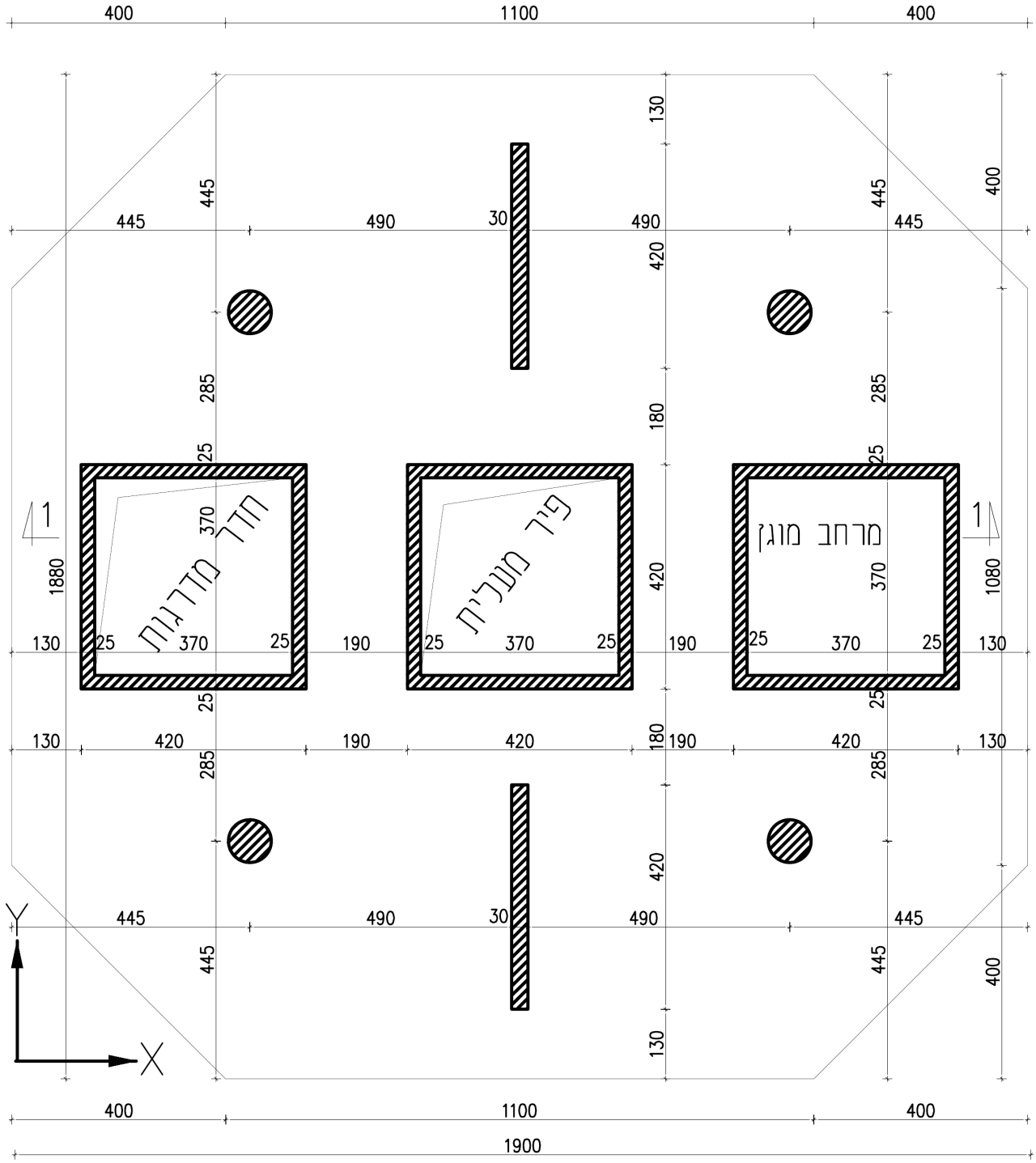
העומס השימושי לגג הוא $1.5\,\mathrm{kN/m^2}\ [0.15\,\mathrm{t/m^2}]$

המבנה נמצא באזור רמלה: $S_S = 0.24$, $S_1 = 0.05$, $Z = 0.07$

הקרקע במקום היא **מטיפוס C**.

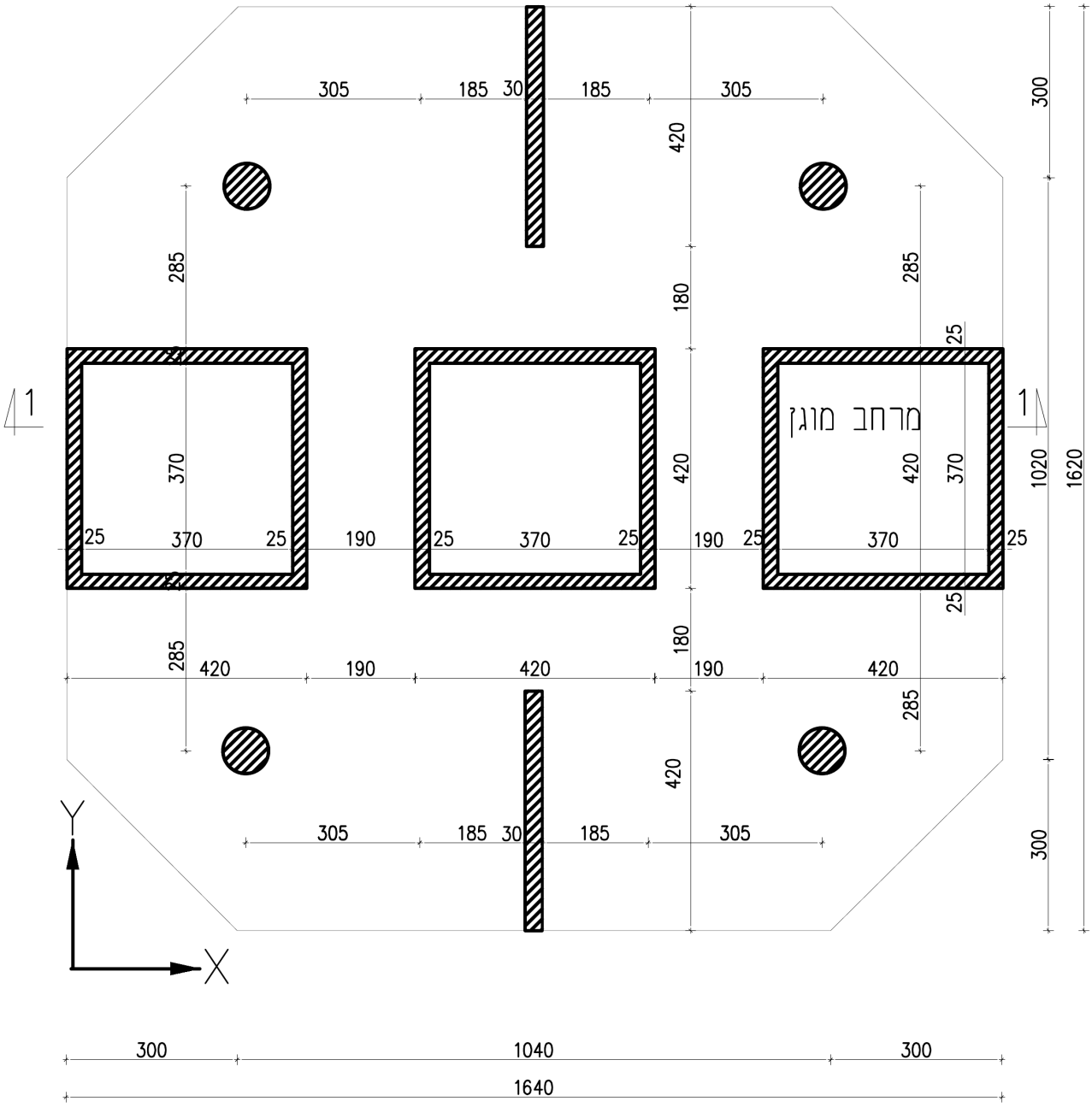
המבנה מתוכנן לרמת משיכות נמוכה.

אין צורך להתחשב בדרישות התקן לסדירות המבנה.



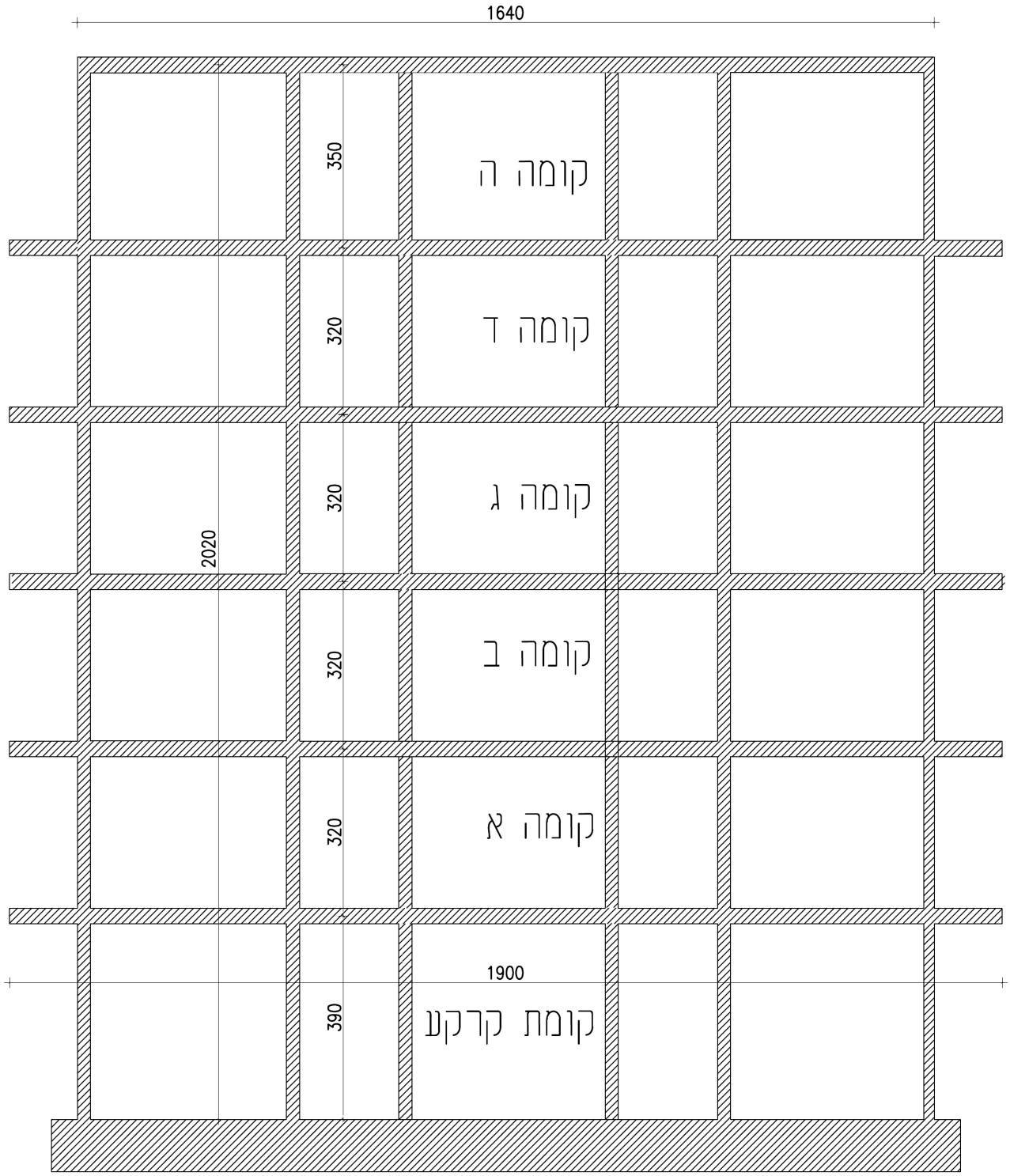
תכנית תקרה קומה קרקע, א, ב, ג, ד

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 השכיחות 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 S_a .

(5 נקודות)

ה. חשבו את מקדם התכן הסייסמי C_d .

(2 נקודות)

ו. חשבו את שטח התקרות הטיפוסיות ואת תקרת הגג, כולל שטח חדר המדרגות, חדר המעלית ושטח המרחב המוגן.

(1 נקודות)

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

ז. חשבו את הכוחות האופקיים בכיוון Y הפועלים על כל קומה (התייחסו לעומסים בחדר המדרגות, חדר המעלית והגרעין כעומסים במבנה).

(7 נקודות)

ח. חשבו את הכוחות הפועלים על קירות המעלית בלבד עקב רעידת אדמה בכיוון Y .

(7 נקודות)

ט. חשבו וסרטטו במחברת הבחינה את מהלך כוחות הגזירה על קירות חדר המעלית בכיוון Y .

(3 נקודות)

י. חשבו וסרטטו במחברת הבחינה את מהלך המומנטים על קירות חדר המעלית בכיוון Y .

(2 נקודות)

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

4. בתרשים **מספר 4** מסורטטת תוכנית גלריה בחנות.

ברצפת הגלריה יש פתח כמתואר בתרשים וסביב הפתח יש מעקה המורכב מפרופיל **R.H.S**.

המעקה הוא **בגובה של 120 ס"מ** והמרחק בין **הניצבים** הוא, **50 ס"מ**.

על המעקה פועל כוח אופקי של $2\,\mathrm{kN/m}\ [0.20\,\mathrm{t/m}]$

העומס הכולל על רצפת הגלריה, כולל משקלה העצמי הוא, $9\,\mathrm{kN/m^2}\ [0.90\,\mathrm{t/m^2}]$.

רצפת הגלריה בנויה מלוחות עץ הנשענים על קורות פלדה. אין לתכנן את לוחות העץ.

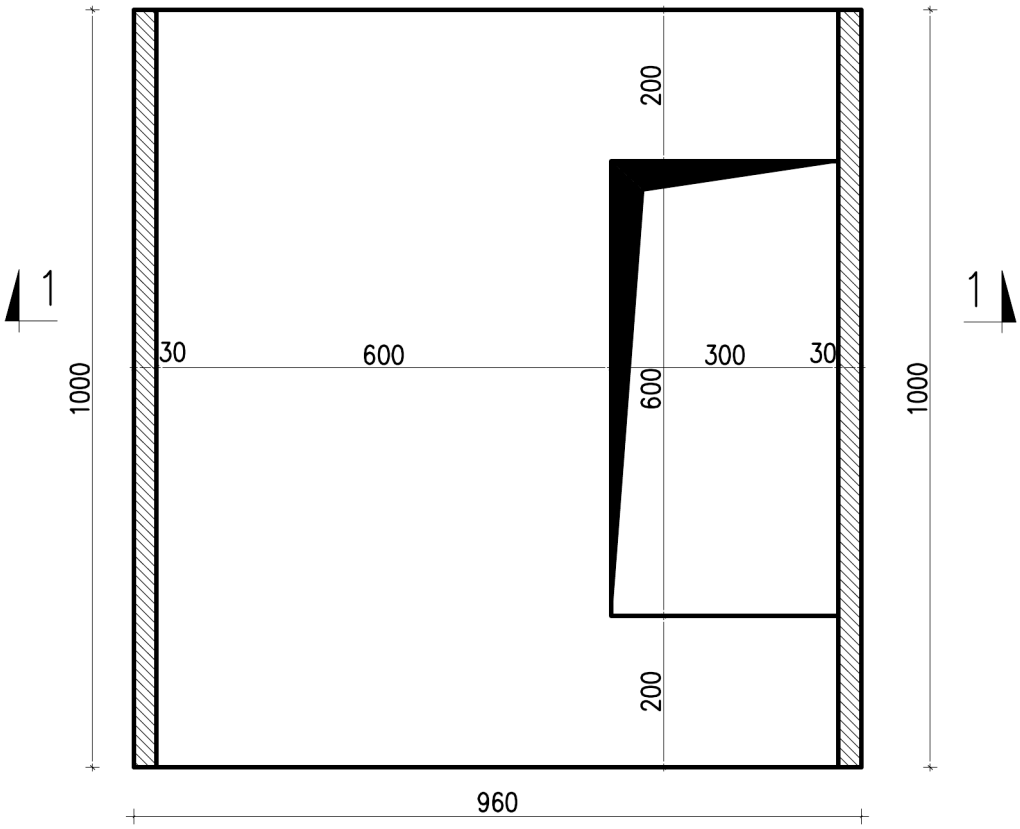
המרחק המרבי בין **קורות הפלדה** לא יעלה על **100 ס"מ**.

המאמץ המותר בפלדה: $140\,\mathrm{MPa}\ \left[1.40\,\frac{\mathrm{t}}{\mathrm{cm^2}}\right]$.

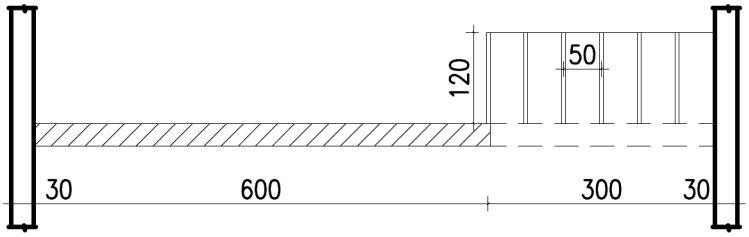
רצפת הגלריה נשענת על קירות הבטון הקיימים וכן על **שני עמודים בלבד** שאפשר **להוסיף.**

דרוש שהמרחק בין העמודים לשפת הפתח לא **יקטן מ 1 מ'**. הם עשויים מ- **R.H.S 100/100/5**

דרוש:



תוכנית רצפת הגלריה
קנ"מ: 1:100



חתך 1-1
קנ"מ: 1:100

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

א. על גבי התוכנית בתרשים **מספר 4**, סרטטו **שני עמודים** בלבד לתמיכת רצפת הגלריה.
דרוש שהמרחק בין העמודים לשפת הפתח לא **יקטן מ 1 מ'**.
(3 נקודות)

ב. שרטטו על תרשים **מספר 4** את הקורות הראשיות והקורות המשניות ותנו שם לכל קורה.
נמקו את בחירתכם בכיוון הקורות.
(4 נקודות)

ג. סרטטו במחברת הבחינה את הסכמות הסטטיות של הקורות הראשיות והמשניות
הסכמות יכללו את שם הסכמה, שמות הסמכים, מפתחים ועומסים.
(12 נקודות)

ד. בחרו פרופילי פלדה מסוג IPB עבור הקורה הראשית והקורה המשנית **העמוסות ביותר**.
הוכיחו כי המאמץ המקסימלי בכל אחת מהן אינו עולה על המאמץ המותר.
(6 נקודות)

ה. סרטטו במחברת הבחינה סכמה סטטית למעקה ובחרו פרופיל פלדה מתאים מסוג R.H.S.
(5 נקודות)

ו. הציעו פרטי חיבור בין הקורות הראשיות של רצפת הגלריה ובין העמודים.
(3 נקודות)

5. נתון מבנה מגורים.

תוכניות וחתכים של המבנה מופיעים בתרשים **מספר 5** ו-**5א**.

עמודים A, B, C, D אינם יורדים לקומה התחתונה.

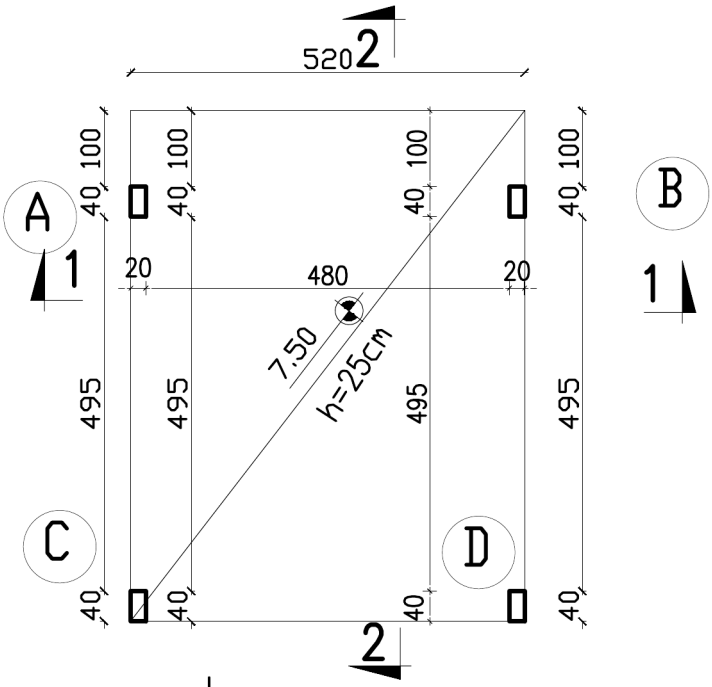
העומס הקבוע על התקרות, נוסף על משקלן העצמי: $4.5\,\mathrm{kN/m^2}\ [0.45\,\mathrm{t/m^2}]$.

העומס השימושי על התקרות: $1.5\,\mathrm{kN/m^2}\ [0.15\,\mathrm{t/m^2}]$

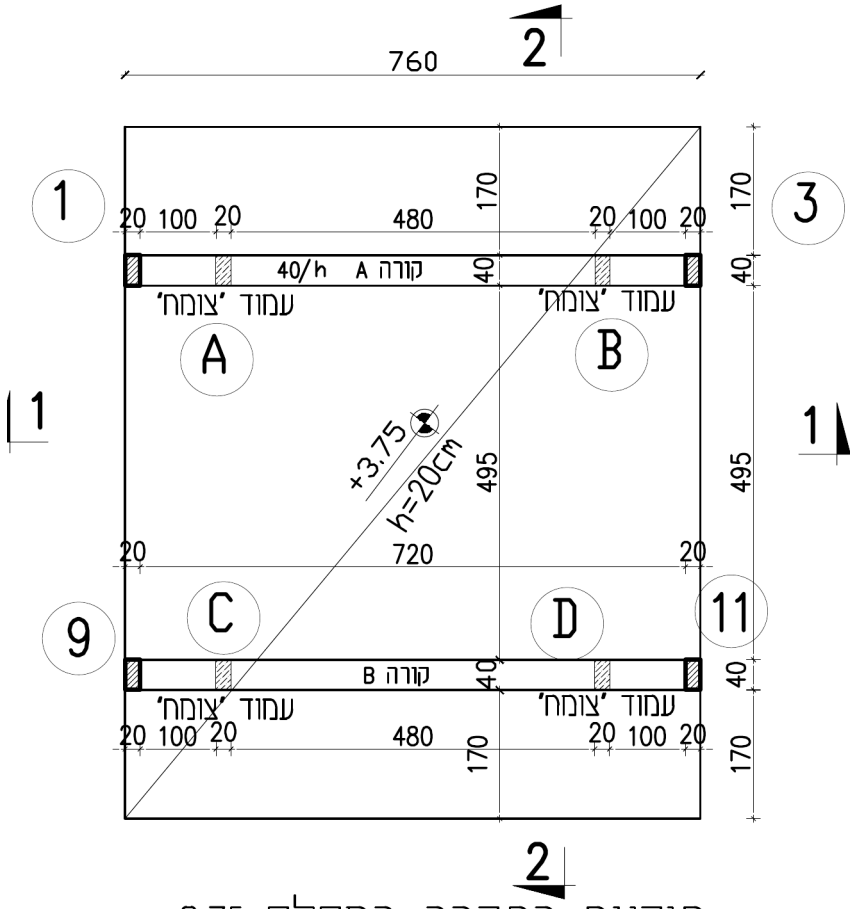
סוג הבטון: **ב-30**, אגרגט גירי.

פלדה מצולעת: $435\,\mathrm{MPa}\ [4.35\,\mathrm{t/cm^2}]$

עובי כיסוי הבטון **3 ס"מ**.

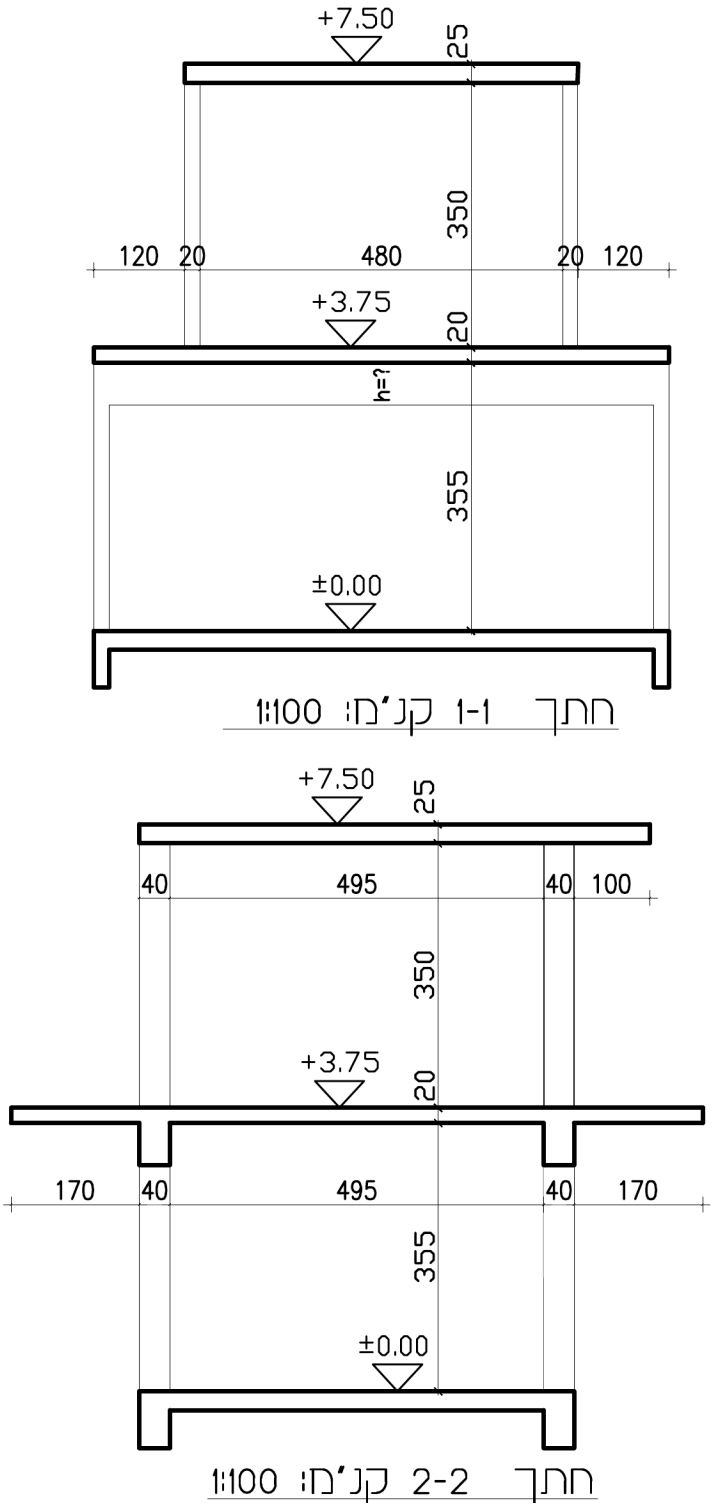


תוכנית התקרה במפלס +7.50
קנ"מ: 1:100



תוכנית התקרה במפלס +3.75
קנ"מ: 1:100

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



א. **בדקו וקבעו:**

מהו סוג התקרות שמופיע בתוכניות.

האם התקרות בשני המפלסים עומדות בדרישות הכפף של תקן 466?

(6 נקודות)

ב. **סרטטו את הסכמה הסטטית של קורה A המופיעה בתרשים 5 וחשבו את עומס השירות הפועל עליה. הסכמה תכלול את שמות הסמכים, מפתחים והעומס. (יש לשים לב לכלל העומסים הפועלים על הקורה, ואין להתחשב במשקלם העצמי של הקורה והעמוד).**

(6 נקודות)

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

ג. חשבו את גובה **קורה A** הדרוש לכך שתעמוד 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 A**.

חשבו וסרטטו את מהלך כוחות הגזירה ומהלך המומנטים לאורך הקורה.

(8 נקודות)

ה. חשבו את זיון הכפיפה הדרוש **בקורה A**.

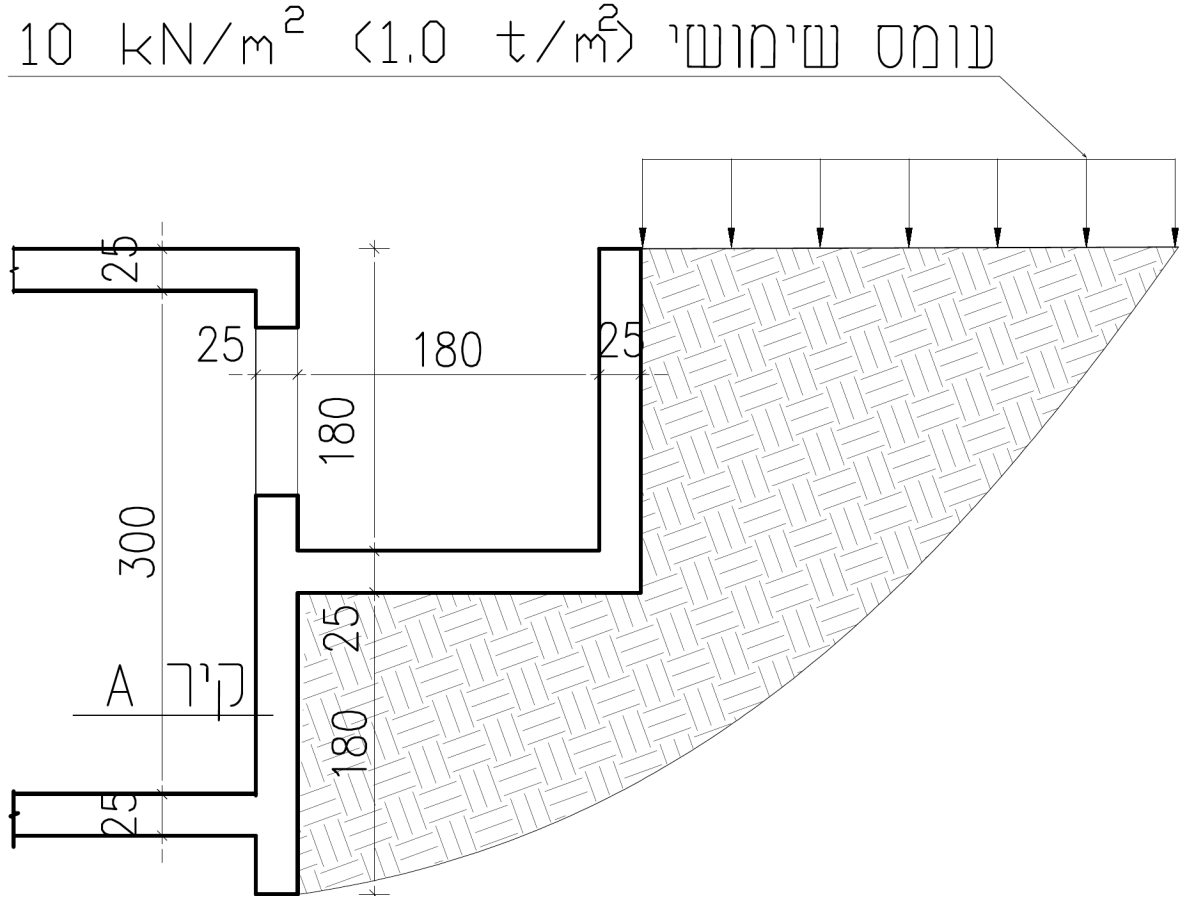
(4 נקודות)

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

6. בתרשים מספר 6 מסורטט חתך דרך חצר אנגלית במרתף בבית פרטי.

- המשקל המרחבי של הקרקע: $23\,\mathrm{kN/m^3}$ $[2.3\,\mathrm{t/m^3}]$.
- זווית השפיכה של הקרקע: 35°.
- העומס השימושי בראש הקיר: $10\,\mathrm{kN/m^2}$ $[1.0\,\mathrm{t/m^2}]$
- העומס הקבוע על רצפת החצר האנגלית בנוסף למשקלה העצמי: $1.5\,\mathrm{kN/m^2}$ $[0.15\,\mathrm{t/m^2}]$
- העומס השימושי על רצפת החצר האנגלית: $1.5\,\mathrm{kN/m^2}$ $[0.15\,\mathrm{t/m^2}]$
- סוג הבטון: **ב-30**, אגרגט גירי.
- הפלדה מצולעת, $435\,\mathrm{MPa}$ $[4.35\,\mathrm{t/cm^2}]$.
- עובי כיסוי הבטון: **5 ס"מ**.

דרוש:



א. חשבו וסרטטו במחברת הבחינה את הסכמה הסטטית של קיר החצר האנגלית ואת **פילוג המאמצים** האופקיים **האקטיביים** הפועלים עליו.

(6 נקודות)

ב. חשבו וסרטטו במחברת הבחינה (על אותה סכמה סטטית שהצגתם בסעיף א') את **הכוחות השקולים** האופקיים הפועלים על הקיר.

(3 נקודות)

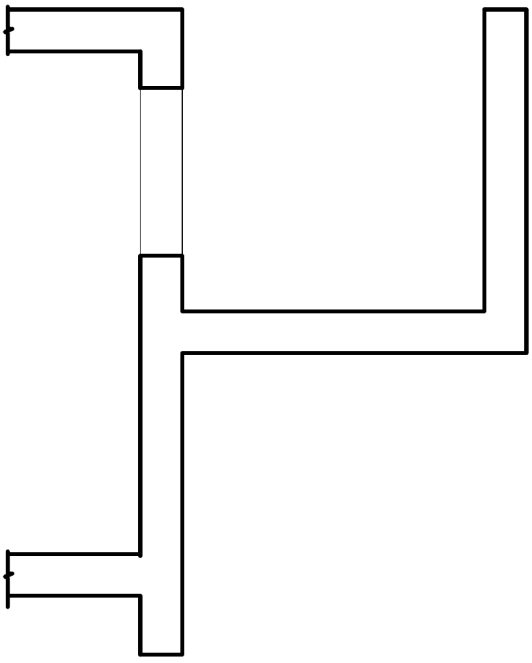
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

ג. חשבו את **עומסי התכן** הפועלים על הקיר.
חשבו וסרטטו את מהלך המומנטים לגובה **קיר החצר האנגלית**.
(4 נקודות)

ד. סרטטו את הסכמה הסטטית של **רצפת החצר האנגלית**.
הסכמה תכלול מפתחים ועומסי תכן.
(יש להתחשב בעומסים **המועברים מקיר החצר האנגלית**, בנוסף **לעומס הישיר** הפועל על רצפת החצר).
(6 נקודות)

ה. סרטטו את מהלך המומנטים לאורך **רצפת החצר האנגלית**.
(4 נקודות)

ו. הציגו את העומס העובר **מהחצר האנגלית לקיר A**.
(4 נקודות)



ז. סרטטו על גבי **תרשים מספר 6א** את פריסת הזיון (אין צורך לחשב את הזיון).
יש להציג את הברזל גם מחוץ לחתך ולציין אם הברזל הוא זיון ראשי או זיון משני.
(6 נקודות)

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

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