GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2026 מועד ב'
סמל השאלון: 97156
שם התלמיד/ה: _____

מבנים

הנדסת בניין · הנדסאים וטכנאים

הוראות

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה ארבע שאלות. יש לענות על שלוש. שאלה 1, שאלה 2: שתי שאלות חובה – 35 נקודות לכל שאלה. שאלות 3, 4: שאלה אחת לבחירה – 30 נקודות לשאלה.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: 1. מחשבון מדעי (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית). 2. קלסר אחד בלבד עם חומר ההרצאות. אין להוציא דפים מהקלסר. 3. "סטטיקה חוזק חומרים ובטון מזוין". טבלאות עזר למגמת בנייה ואדריכלות- המרכז לחינוך טכנולוגי חולון. 4. סרגל מדידה, סרגל קנ"מ ומשולש.

ד. <u>הוראות מיוחדות</u>: 1. יש לכתוב, בתחילת המבחן, את מספרי השאלות לבדיקה. 2. יש לציין, בתחילת המבחן, בכמה מחברות נעשה שימוש. 3. כל המידות בשאלות הן במטר (אלא אם כן צוין אחרת). 4. להבהרת דרך הפתרון יש לרשום את הנוסחאות בהן משתמשים. הוראות כלליות: 1. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה, ולוודא שהן מובנות. 2. את התשובות יש לכתוב במחברת בעט בלבד, בכתב יד ברור ונקי (גם בכך תלויה הערכת הבחינה). 3. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה. 4. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר עליו קו כדי שלא ייבדק. 5. יש להציג פתרון מלא ומנומק, כולל חישובים לפי הצורך. הצגת תשובה סופית ללא שלבי הפתרון לא תזכה בניקוד. 6. אם לדעתכם חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת ולהוסיף נתון מתאים שיאפשר לכם להמשיך בפתרון השאלה. נמקו את בחירתכם. הנחיות כלליות לכל השאלות - הנחיות לשימוש ביחידות/תקנים: 1. מותר להשתמש באחת משתי שיטות היחידות, אך השימוש חייב להיות עקבי לאורך כל הבחינה. 2. יש לרשום בעמוד הראשון של הבחינה: "אני משתמש/ת ביחידות החדשות" או "אני משתמש/ת ביחידות הישנות". 3. נבחנים שישתמשו לסירוגין בשתי השיטות של היחידות שהוזכרו לעיל, באותה השאלה או בשאלות שונות, בחינתם תיפסל. 4. נבחנים שלא יציינו אף אחת מהצהרות לעיל ייחשב הדבר בעת בדיקת הבחינה כאילו השתמשו ביחידות החדשות. יחידות ישנות/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 - 1 טון = 10 ק"נ; כוח מפורס ליחידת אורך (מ"א = מטר אורך) - 1 טון/מ"א = 10 ק"נ/מ"א; כוח מפורס ליחידת שטח (מ"ר = מטר ריבוע) - 1 טון/מ"ר = 10 ק"נ/מ"ר; מומנט (מ' = מטר) - 1 טון מ' = 10 ק"נ מ'.

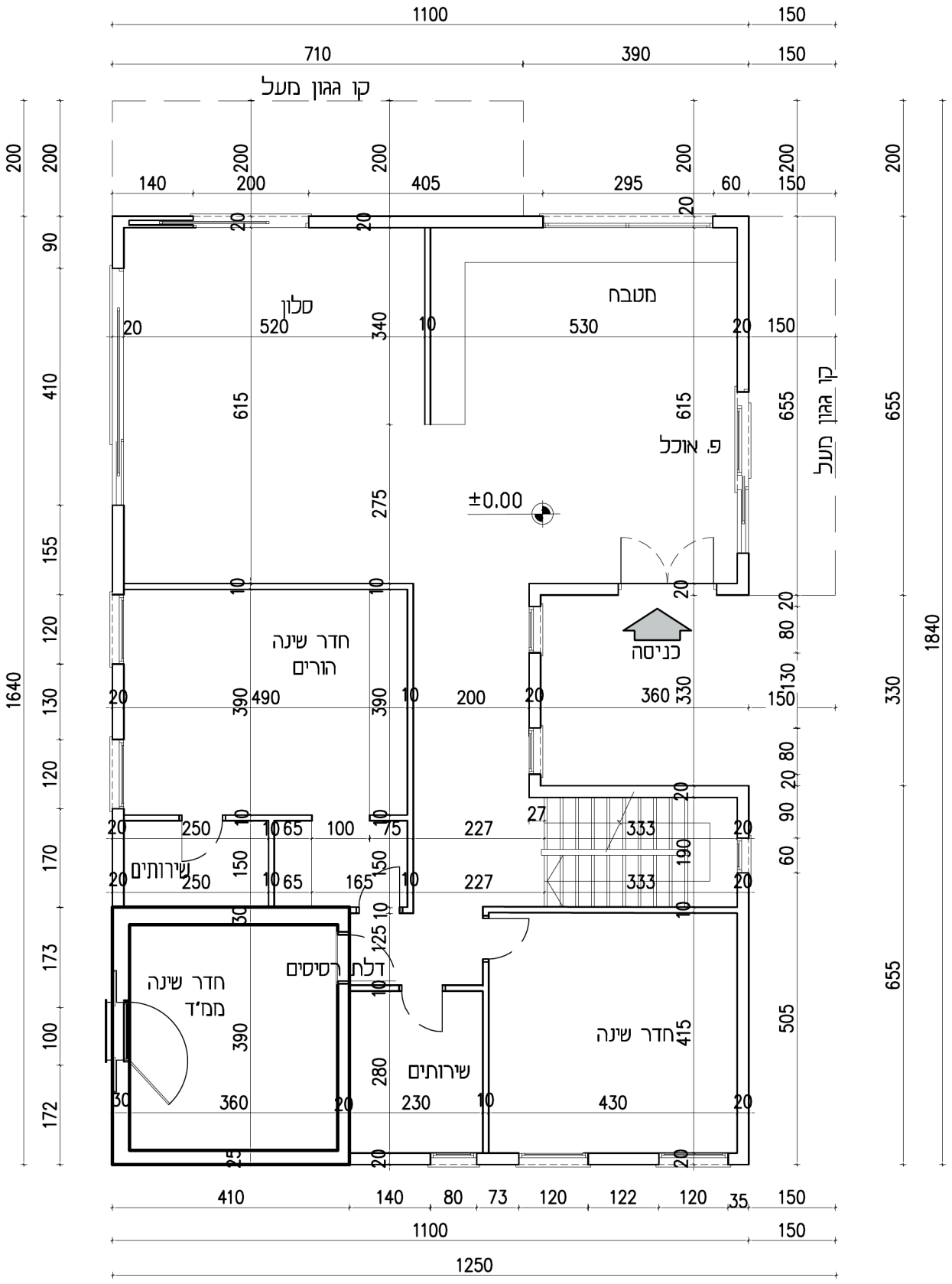
השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

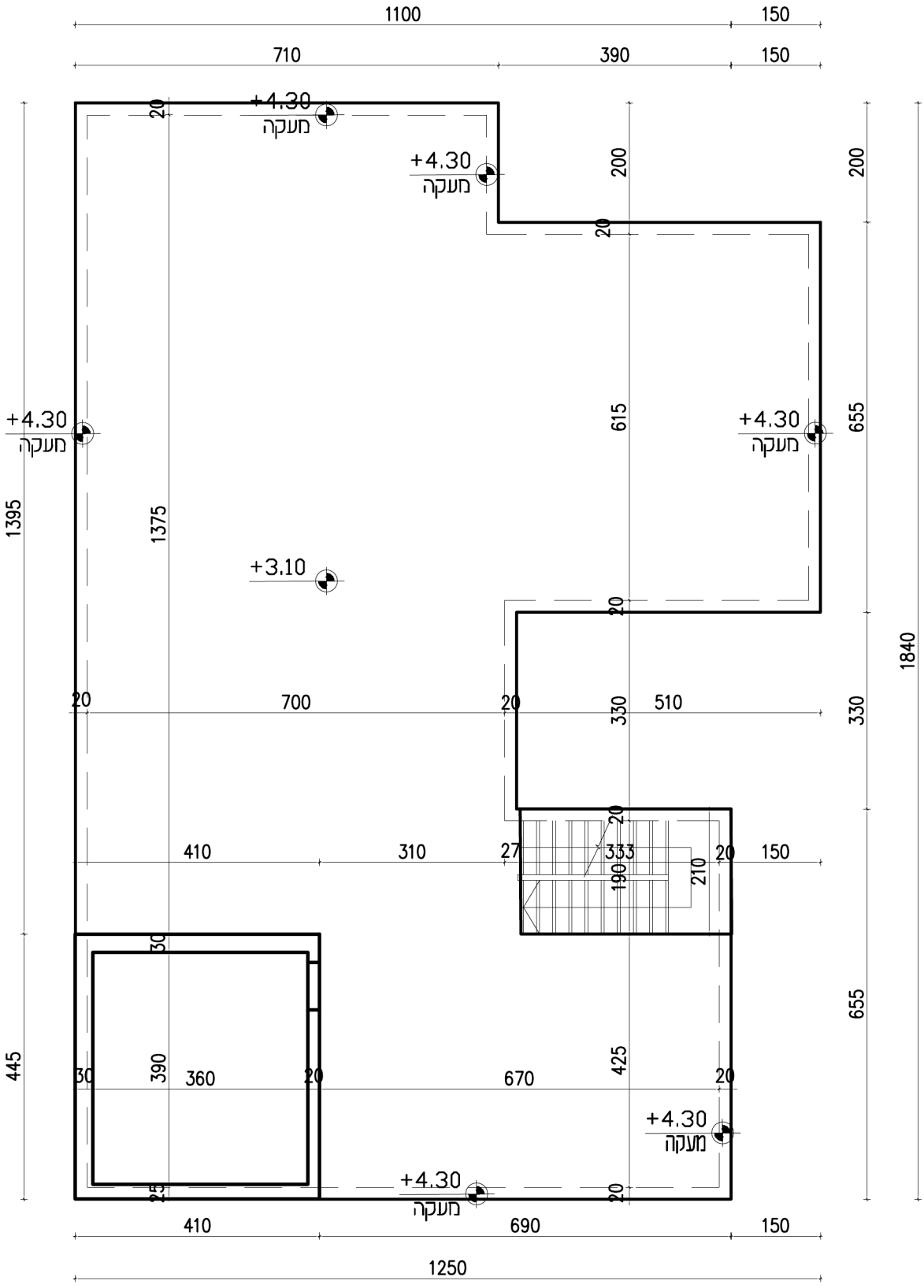
השאלות

1. בשאלון מצורפים שלושה דפים ריקים ועליהם יש לכתוב את הפתרון לסעיפים ד'-ו'.
בתרשים מספר 1א' מסורטטת תוכנית קומת קרקע בבית מגורים בן קומה אחת עם יציאה לגג.
המדרגות, קירות המדרגות והקרוי של היציאה לגג, עשויים מקונסטרוקצייה קלה ואין להתחשב בהם בתכנון התקרה.
בתרשים מספר 1ב' מסורטטת תוכנית תקרת קומת הקרקע המהווה את גג המבנה.
סוג הבטון ב-30, האגרגט גירי.
הקירות והמחיצות בנויים מבלוקים, למעט קירות הממ"ד. עובי תקרת הממ"ד כעובי התקרה ואין צורך לתכנן אותה.
כל העמודים המתוכננים בבית יהיו במידות 20/60 ס"מ. העמודים יכולים לבלוט מהמחיצות.
אפשר לבצע קורות תחתונות או עליונות בתחום קירות בעובי 20 ס"מ וכן בהיקף התקרה.
עומס קבוע בנוסף למשקלה העצמי של התקרה: $4.6\,\mathrm{kN/m^2}\ (0.46\,\mathrm{t/m^2})$.
עומס שימושי: $2.0\,\mathrm{kN/m^2}\ (0.20\,\mathrm{t/m^2})$.
חובה לציין את היחידות בכל חישוב. אי-ציון היחידות יוריד ניקוד.
הסעיפים הבאים מתייחסים לתקרת קומת הקרקע המהווה את הגג:
דרוש:

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. הוסיפו לתרשים מספר 1א את כל העמודים הדרושים לפתרון הנדסי של התקרה ומספרו אותם. העתיקו את העמודים ומספריהם לתרשים מספר 1ב. סרטטו את העמודים בקנ"מ 1:100.

(3 נקודות)

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

ב. קבעו את כיווני המתיחה של התקרה וסמנו אותם על תרשים מספר 2ב.
בחרו את סוג התקרה המתאים והסבירו את בחירתכם.
(6 נקודות)

ג. חלקו באופן ברור את התקרה לאזורים בעזרת סכמות סטטיות מתאימות.
סרטטו על גבי תרשים מספר 2ב את כל הסכמות הסטטיות של התקרה, סמנו את צירי הקורות הפנימיות ותנו שם לכל סכמה סטטית של התקרה ולכל קורה פנימית שבחרתם.
(6 נקודות)

ד. סרטטו על גבי הדפים הריקים שבשאלון את הסכמות הסטטיות של התקרה.
סרטטו על גבי הדפים הריקים שבשאלון את הסכמות הסטטיות של הקורות הפנימיות.
הסכמות יכללו את שם הסכמה, המפתחים ושמות הסמכים.
(6 נקודות)

ה. על פי הסכמות הסטטיות שקבעתם, בחרו את המפתח השקיל שעל פיו הייתם מתכננים את עובי התקרה.
אם בחרתם לתכנן תקרת צלעות, השתמשו בנתונים הבאים:
רוחב הצלע הוא 16 ס"מ,
המשקל המרחבי של הבלוקים בתקרה הוא: $4.0\,\mathrm{kN/m^3}\ (0.40\,\mathrm{t/m^3})$
ומידות הבלוקים הן: H/30/50.
חשבו את העובי המינימלי של התקרה על פי שקולי הכפף לפי ת"י 466 וסרטטו את חתך התקרה בעובי שבחרתם.
(6 נקודות)

ו. חשבו את העומס המועבר מהתקרה לקורה הפנימית עם המפתח השקיל המקסימלי בלבד, ללא משקלה העצמי של הקורה. (אם יש יותר מקורה אחת עם המפתח השקיל המקסימלי, בחרו בקורה אחת לשיקולכם).
חשבו את הרוחב המינימלי הדרוש לקורה שבחרתם על פי שקולי הכפף לפי ת"י 466.
(6 נקודות)

ז. רשמו על תרשים מספר 2ב את מידות חתך הקורה הפנימית שחישבתם בסעיף ו'.
(2 נקודות)

2. בתרשים מספר 2 מוצגת תוכנית תקרה של בית קפה. התקרה מתוכננת בשני מפלסים שונים כמתואר בחתך 1-1 המוצג בתרשים מספר 2א. בחלק מהתקרה מתוכנן גגון.

התקרה היא מקשית, חד-כיוונית ונשענת על קורות יורדות. עובי התקרה בשני המפלסים הוא 23 ס"מ.

חלק משטח התקרה מהווה את תקרת המרחב המוגן ואין צורך לתכנן אותו. גם עובי תקרת המרחב המוגן הוא 23 ס"מ.

העומס הקבוע (ללא המשקל העצמי) על כל חלקי התקרה הוא: $3.0\,\mathrm{kN/m^2}\ (0.30\,\mathrm{t/m^2})$.

העומס השימושי על כל חלקי התקרה הוא: $5.0\,\mathrm{kN/m^2}\ (0.50\,\mathrm{t/m^2})$.

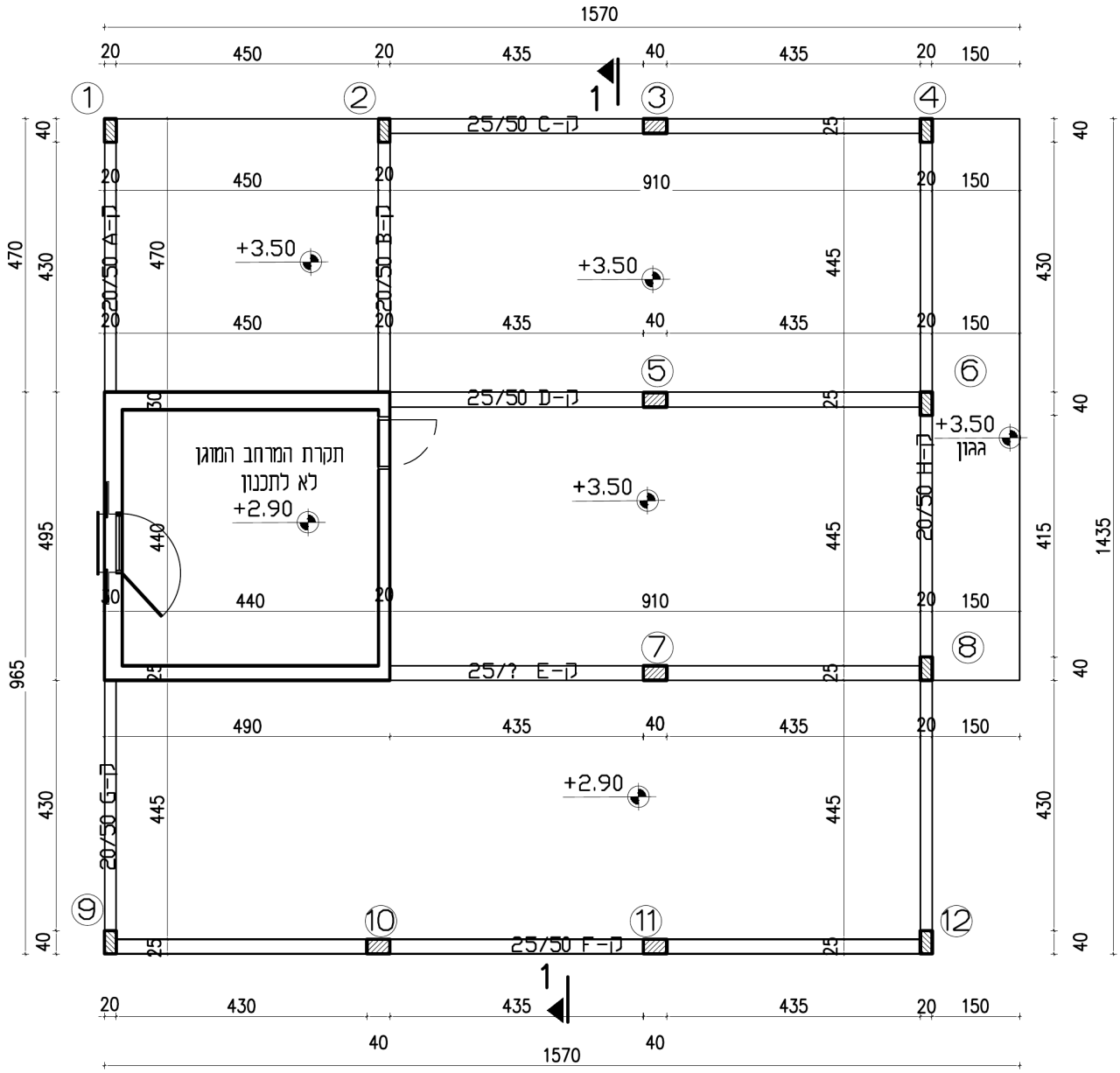
סוג הבטון הוא ב-30, האגרגט גירי, הפלדה מצולעת ובעלת חוזק תכן:

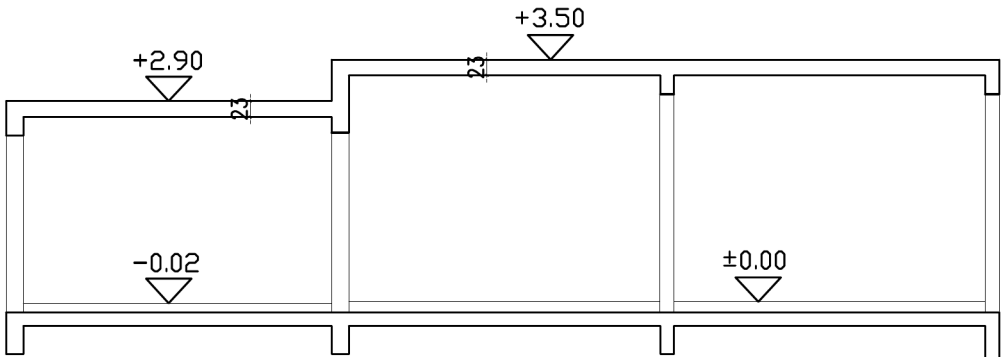
$f_{sd} = 435\,\mathrm{MPa}\ (4.35\,\mathrm{t/cm^2})$,

כיסוי הבטון, 4 ס"מ.

חובה לציין את היחידות בכל חישוב. אי-ציון היחידות יוריד נקודות.

דרוש:





א. סמנו את כווני המתיחה על תרשים מספר 2 ורשמו את שם הסכמה בכל אזור בתקרה.

סרטטו במחברת את הסכמות הסטטיות של התקרה;

הסכמות יכללו את שם הסכמה, שמות הסמכים והמפתחים.

קבעו את המפתח השקיל המקסימלי ובדקו אם עובי התקרה עונה על דרישות הכפף לפי ת"י 466.

(6 נקודות)

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

ב. חשבו את עומס התכן של התקרה.

(3 נקודות)

ג. נתון שעומס התכן של התקרה הוא: $22\,\mathrm{kN/m^2}\ (2.2\,\mathrm{t/m^2})$.

חשבו וסרטטו את מהלך כוחות הגזירה ואת מהלכי המומנטים רק עבור שתי סכמות תקרה:

סכמה 1- הסכמה שנשענת בין היתר על ק-A.

וסכמה 2- הסכמה שנשענת בין היתר על ק-C.

(8 נקודות)

ד. נתון שהמומנט החיובי המקסימלי בתקרה הוא: $M = 60\,\mathrm{kN\cdot m/m}\ (6.0\,\mathrm{t\cdot m/m})$.

חשבו את ω ואת A_s - כמות הזיון הדרושה לכיסוי המומנט החיובי ובחרו מוטות זיון בקוטר 14 מ"מ.

(3 נקודות)

ה. נתון שהמומנט השלילי המקסימלי בתקרה הוא: $M = 70\,\mathrm{kN\cdot m/m}\ (7.0\,\mathrm{t\cdot m/m})$.

חשבו את A_s - כמות הברזל הדרושה לכיסוי המומנט השלילי הנתון.

בחרו מוטות זיון בקוטר 16 מ"מ.

(3 נקודות)

ו. חשבו את עומס השירות המועבר מהתקרה לקורה ק-E.

בחישוב העומס יש לכלול את משקלה העצמי של הקורה, בהסתמך על הערכה ראשונית של גובה הקורה משיקולי הכפף.

סרטטו את הסכמה הסטטית של הקורה ק-E. הסכמה תכלול את הנתונים האלה:

שמות הסמכים, המפתחים ועומס השירות הפועל על הקורה.

חשבו את גובה הקורה המינימלי הדרוש משיקולי הכפף בלבד, לפי ת"י 466.

(8 נקודות)

ז. משיקולים גאומטריים בלבד, מה צריך להיות הגובה המינימלי של ק-E?

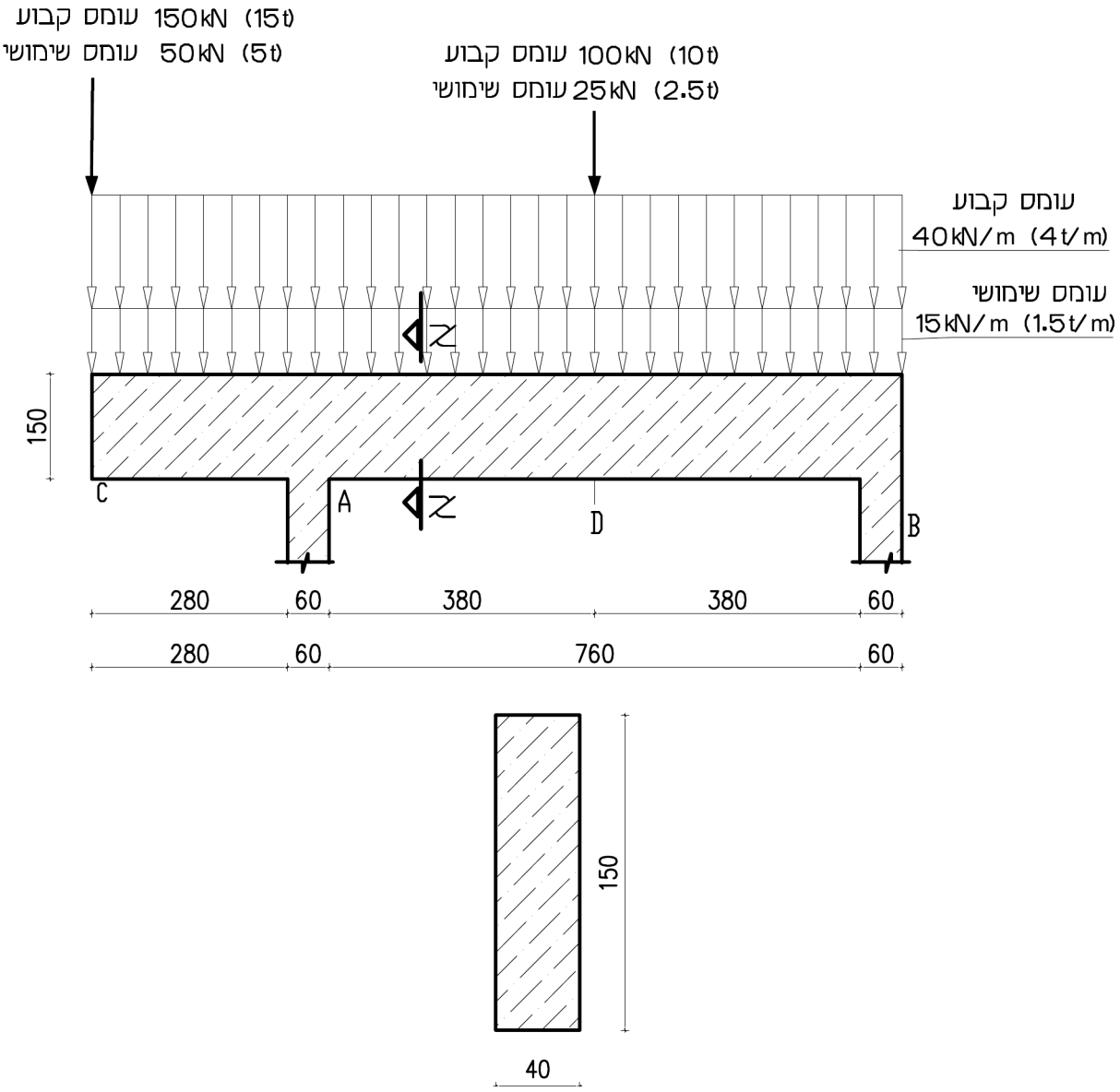
נמק תשובתך באמצעות שרטוט חתך מתאים.

יודגש כי הצגת הקורות בחתך 1-1 שבתרשים מספר 2א הינה עקרונית בלבד ואינה קובעת את גובהן הסופי.

(4 נקודות)

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

3. בתרשים מספר 3 מסורטטת קורה על שני סמכים וזיז, עם העומסים האופייניים הפועלים עליה.
העומס המחולק הקבוע כולל את משקלה העצמי של הקורה.
בנקודות C ו-D פועלים כוחות מרוכזים.
בתרשים מספר 3א מסורטט חתך הקורה.
סוג הבטון: ב-30, האגרגט גירי. כיסוי הבטון, 3 ס"מ.
סוג הפלדה: פלדה מצולעת בעלת חוזק תכן: $f_{sd} = 435\,\text{MPa}\,(4.35\,\text{t/cm}^2)$.
חובה לציין את היחידות בכל חישוב! אי-ציון היחידות יוריד נקודות.
דרוש:



א. בדקו אם גובה הקורה עונה על דרישות הכפף של ת"י 466.
בשל העומסים המרוכזים ולצורך הפתרון בלבד, נתון שמקדמי המפתח השקיל הם:
בזיז: $L_0 = 3 \cdot L$, בשדה: $L_0 = 0.95 \cdot L$.
(6 נקודות)

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

ב. חשבו את עומס התכן ואת כוחות התכן הפועלים על הקורה.

(4 נקודות)

ג. חשבו את הריאקציות בסמכים.

חשבו וסרטטו את מהלך כוחות הגזירה לאורך הקורה.

חשבו וסרטטו את מהלך המומנטים לאורך הקורה.

(8 נקודות)

ד. נתון שהמומנט המקסימלי בקורה הוא מומנט שלילי:
$M = -1300\,\mathrm{kN\cdot m}\,(-130\,\mathrm{t\cdot m})$.

חשבו את ω ואת שטח הזיון הדרוש לכיסוי המומנט השלילי בקורה.

חשבו את כמות מוטות הזיון שהקוטר שלהם הוא 25 מ"מ.

(6 נקודות)

ה. חישוב גזירה: בסעיף זה חובה לציין את הזווית θ , שבה תשתמשו בחישוב.

נתון שכוח התכן לגזירה הוא $450\,\mathrm{kN}\,(45\,\mathrm{t})$.

חשבו את $V_{Rd,max}$. הסבירו מה המשמעות של הערך שקיבלתם.

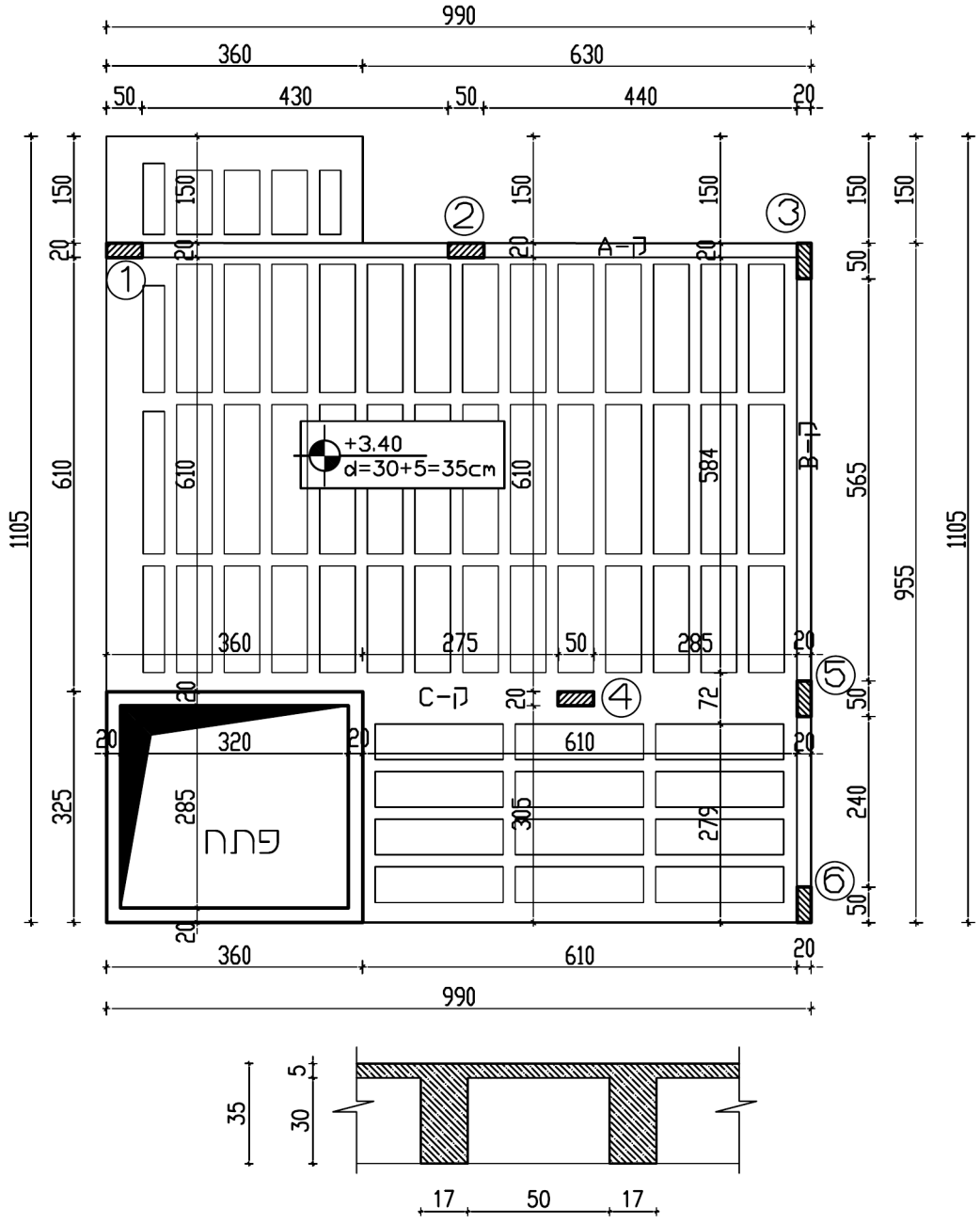
חשבו את שני הערכים של $V_{Rd,c}$, אם נתון שמנת הזיון היא 0.004.

עבור חישוקים בקוטר 10 מ"מ, חשבו את המרחק הדרוש בין החישוקים.

(6 נקודות)

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

4. בתרשים מספר 4 מסורטטת תקרת צלעות חד כיוונית. עובי התקרה הוא 35 ס"מ.
בתרשים מספר 4א מסורטט חתך בצלע ראשית של התקרה.
המשקל המרחבי של הבלוקים הוא: $3.5\,\mathrm{kN/m^3}\ (0.35\,\mathrm{t/m^3})$
התקרה מועמסת על כל שיטחה במשקלה העצמי, בעומס קבוע נוסף של
$3.0\,\mathrm{kN/m^2}\ (0.30\,\mathrm{t/m^2})$ ובעומס שימושי של $1.5\,\mathrm{kN/m^2}\ (0.15\,\mathrm{t/m^2})$.
רוחב הצלע הראשית הוא 17 ס"מ, ורוחב הצלע המחלקת הוא 17 ס"מ.
סוג הבטון: ב-30 (אגרגט גירי).
פלדה: מצולעת בעלת חוזק תכן של $f_{sd} = 435\,\mathrm{MPa}\ (4.35\,\mathrm{t/cm^2})$.
כיסוי הבטון, 3 ס"מ.
חובה לציין את היחידות בכל חישוב. אי-ציון היחידות יוריד נקודות.
דרוש:



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

א. סרטטו במחברת את הסכמות הסטטיות של התקרה.
חשבו את משקלה העצמי של התקרה.
בדקו אם עובי התקרה עונה על דרישות הכפף של ת"י 466.
(6 נקודות)

ב. נתון שהתקרה עמוסה על כל חלקיה בעומס תכן: $12\,\mathrm{kN/m^2}\ (1.2\,\mathrm{t/m^2})$
חשבו את עומס התכן לצלע.
חשבו וסרטטו את מהלך כוחות הגזירה ואת מהלך מומנטי הכפיפה עבור כל אחת מסכמות התקרה (החישוב ייעשה עבור רצועה ברוחב צלע).
(6 נקודות)

ג. חשבו את ω ואת שטח הזיון החיובי לצלע עבור המומנט החיובי המקסימלי בלבד.
בחרו מוטות זיון בקוטר 14 מ"מ.
(6 נקודות)

ד. חשבו את ω ואת שטח הזיון השלילי לצלע עבור המומנט השלילי בציר העמודים.
בחרו מוטות זיון בקוטר 10 מ"מ.
(6 נקודות)

ה. ענו בקצרה על השאלות הבאות:

(1) לאיזה מרחק מקורה C נדרש זיון מינימלי בלבד לגזירה?
ציין מאיזו נקודת התייחסות בקורה נמדד מרחק זה.

(2) מהו כוח התכן לגזירה בנקודה זו?

(3) איזה זיון פותר בעיות גזירה: חישוקים, זיון אורכי או שניהם? נמק.

(4) האם ניתן לפתור בעיית גזירה בצלעות ללא ברזל ייעודי? נמק.

(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