

יש לאסוף את השאלון לבדיקה!

מועד הבחינה :
אביב תשפ"ו – 2026 – מועד ב'
מספר השאלון : 97156

מבנים ר.

מספר ת"ז _____
מספר מחברת _____

הנדסאים – הנדסה אזרחית – ניהול הבנייה הנחיות לבחינה

א. משך הבחינה :

ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון

בשאלון זה ארבע שאלות. יש לענות על שלוש.

ומפתח ההערכה :

שאלה 1, שאלה 2 : שתי שאלות חובה – 35 נקודות לכל שאלה.

שאלות 3, 4 : שאלה אחת לבחירה – 30 נקודות לשאלה.

ג. חומר עזר מותר לשימוש :

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. הוראות מיוחדות :

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.

ה. 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.

חל איסור מוחלט להוציא שאלון או מחברת בחינה מחדר הבחינה!

בהצלחה!

בשאלון זה 14 עמודים.

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

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'

שאלה מספר 1 (שאלת חובה - 35 נקודות).

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 מקונסטרוקציית קלה ואין להתחשב בהם בתכנון התקרה.

בתרשים מספר 1ב' מסורטטת תוכנית תקרת קומת הקרקע המהווה את גג המבנה.

סוג הבטון ב-30, האגרנט 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 kN/m^2 (0.46 t/m^2).

עומס שימושי: 2.0 kN/m^2 (0.20 t/m^2).

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

הסעיפים הבאים מתייחסים לתקרת קומת הקרקע המהווה את הגג:

דרוש:

(3 נק') 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.

(6 נק') ב. קבעו את כיווני המתיחה של התקרה וסמנו אותם על תרשים מספר 1ב.

בחרו את סוג התקרה המתאים והסבירו את בחירתכם.

(6 נק') ג. חלקו באופן ברור את התקרה לאזורים בעזרת סכמות סטטיות מתאימות.

סרטטו על גבי תרשים מספר 1ב את כל הסכמות הסטטיות של התקרה, סמנו את צירי הקורות הפנימיות

ותנו שם לכל סכמה סטטית של התקרה ולכל קורה פנימית שבחרתם.

(6 נק') 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 נק') 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 kN/m^3 (0.40 t/m^3).

ומידות הבלוקים הן: $30/50/H$.

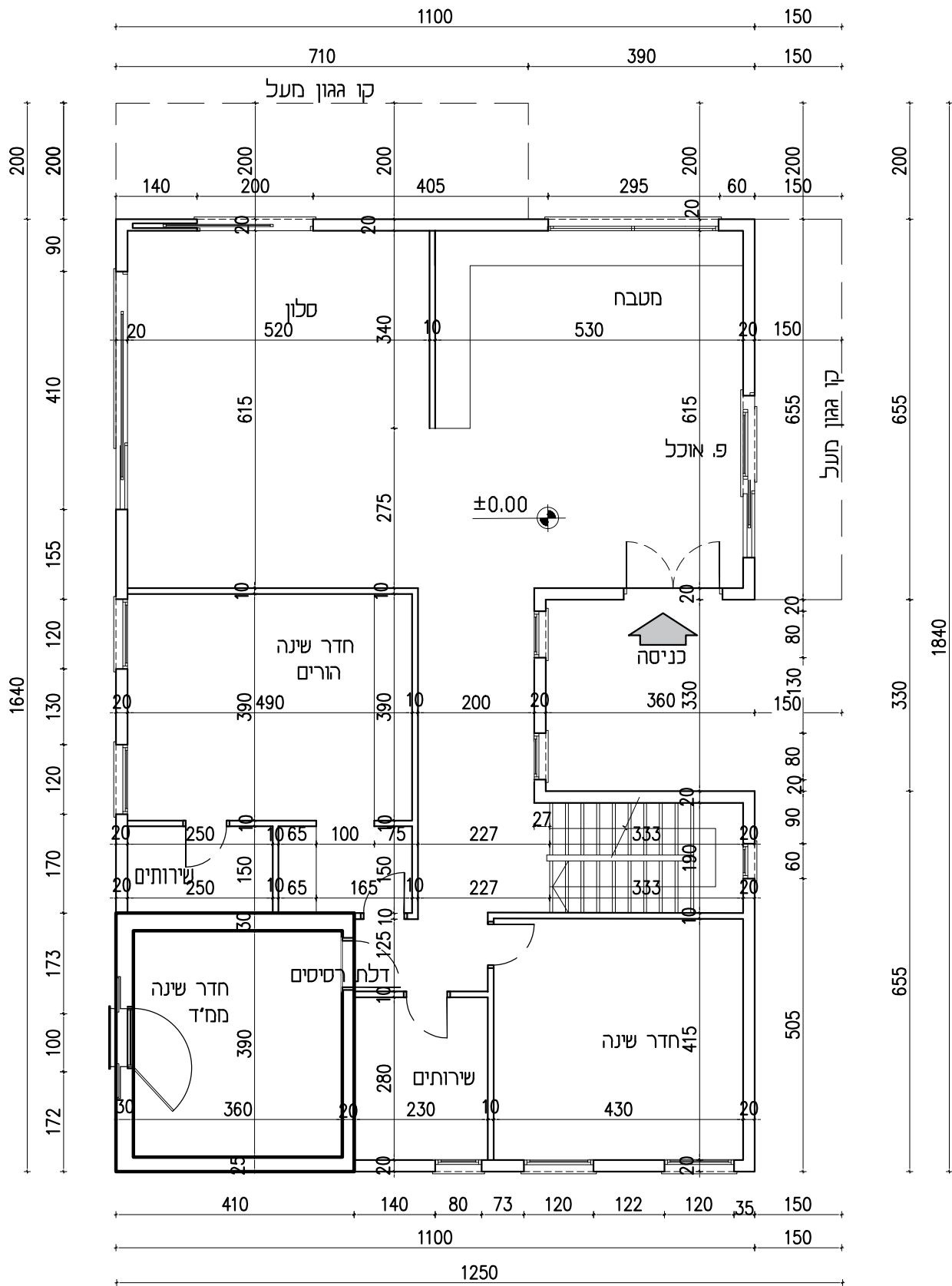
חשבו את העובי המינימלי של התקרה על פי שקולי הכפף לפי ת"י 466 וסרטטו את חתך התקרה בעובי שבחרתם.

(6 נק') ו. חשבו את העומס המועבר מהתקרה לקורה הפנימית עם המפתח השקיל המקסימלי בלבד, ללא משקלה העצמי

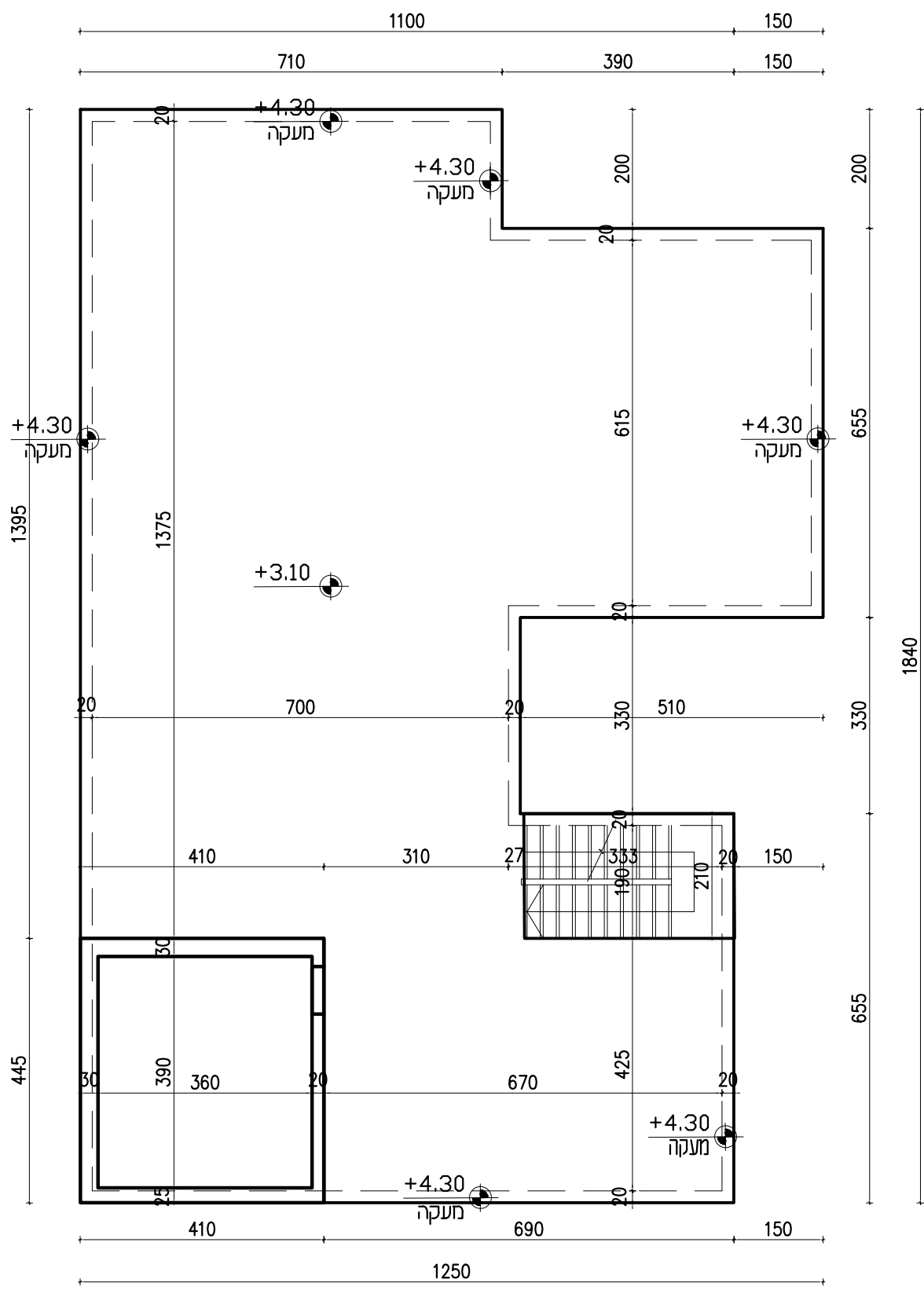
של הקורה. (אם יש יותר מקורה אחת עם המפתח השקיל המקסימלי, בחרו בקורה אחת לשיקולכם).

חשבו את הרוחב המינימלי הדרוש לקורה שבחרתם על פי שקולי הכפף לפי ת"י 466.

(2 נק') ז. רשמו על תרשים מספר 1ב את מידות חתך הקורה הפנימית שחישבתם בסעיף ו'.



תרשים וא (1:100)
תוכנית קומת קרקע



תרשים 1 (1:100)
תוכנית תקרת קומת קרקע

שאלה מספר 2 (שאלת חובה - 35 נקודות).

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 kN/m^2 (0.30 t/m^2).

העומס השימושי על כל חלקי התקרה הוא: 5.0 kN/m^2 (0.50 t/m^2).

סוג הבטון הוא **ב-30**, האגרגט גירי, הפלדה מצולעת ובעלת חוזק תכן: $f_{sd}=435 \text{ MPa}$ (4.35 t/cm^2).

כיסוי הבטון, **4 ס"מ**.

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

דרוש:

(6 נק') 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.

(3 נק') ב. חשבו את עומס התכן של התקרה.

(8 נק') ג. נתון שעומס התכן של התקרה הוא: 2.2 t/m^2 (22 kN/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**.

(3 נק') ד. נתון שהמומנט החיובי המקסימלי בתקרה הוא: $M=60 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ($6.0 \text{ t}\cdot\text{m/m}$).

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

(3 נק') ה. נתון שהמומנט השלילי המקסימלי בתקרה הוא: $M=70 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ($7.0 \text{ t}\cdot\text{m/m}$).

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

בחרו מוטות זיון בקוטר **16 מ"מ**.

(8 נק') 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:

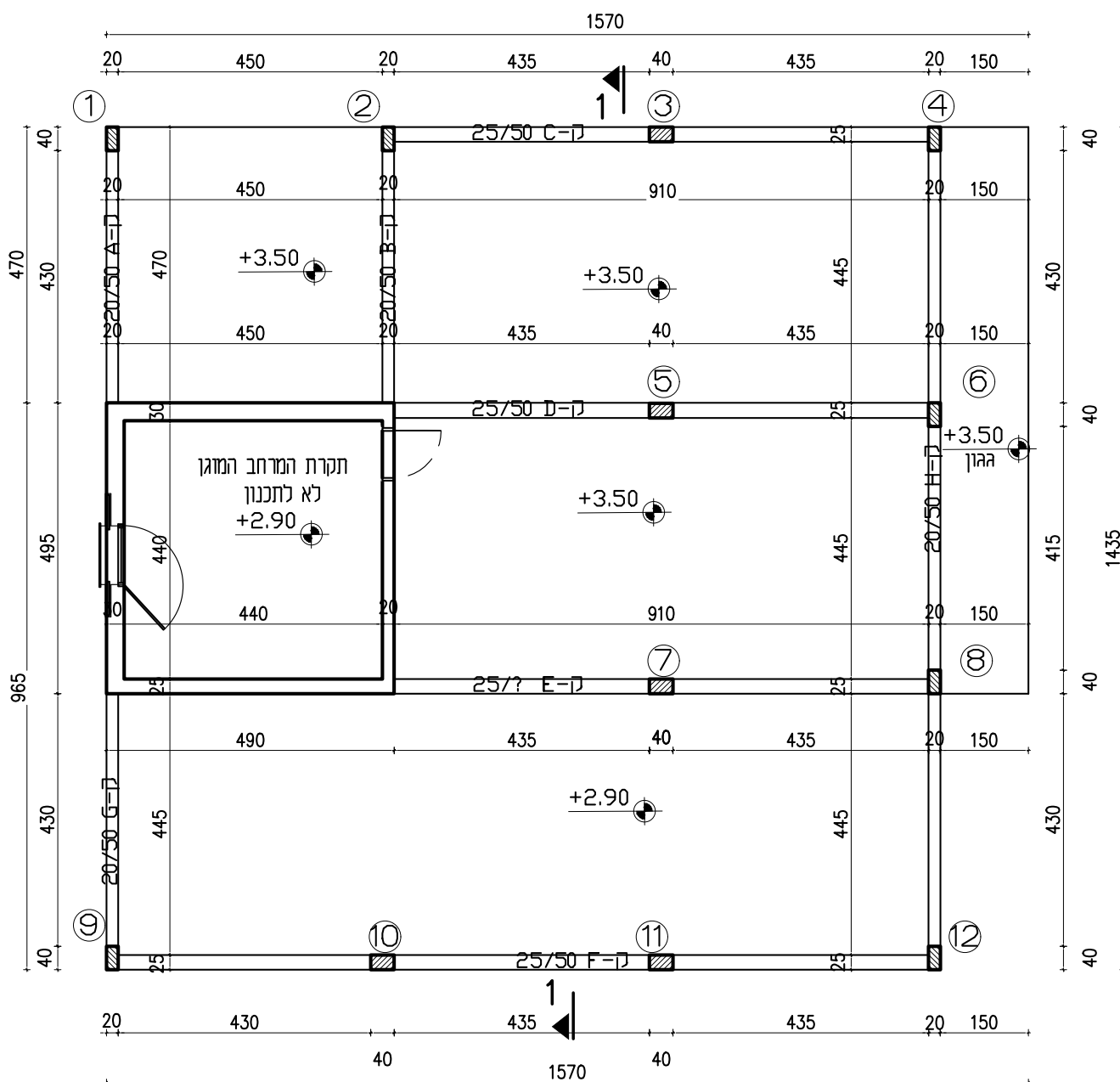
שמות הסמכים, המפתחים ועומס השירות הפועל על הקורה.

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

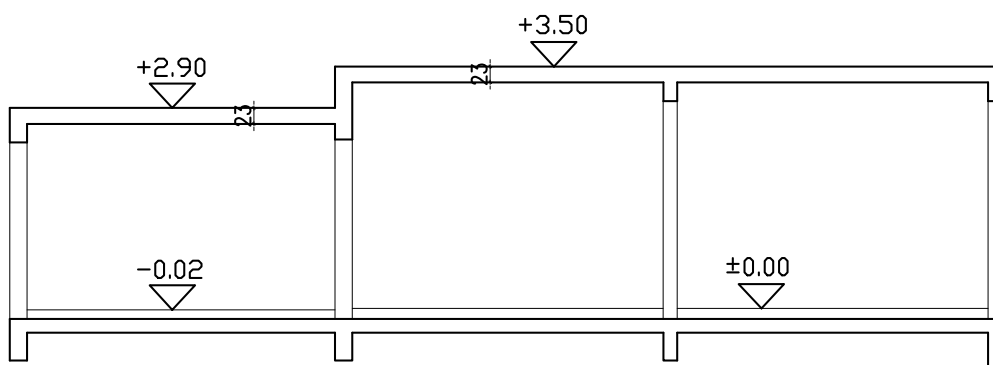
(4 נק') ז. **משיקולים גאומטריים בלבד**, מה צריך להיות הגובה המינימלי של **ק-E**?

נמק תשובתך באמצעות שרטוט חתך מתאים.

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



תרשים 2
תכנית הגג קנ"מ: 1:100



תרשים א2
חתך 1-1 קנ"מ: 1:100

שאלה 3 (שאלת בחירה - 30 נקודות)

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, האגרנט גירי. כיסוי הבטון, **3 ס"מ**. **סוג הפלדה**: פלדה מצולעת בעלת חוזק תכן: $f_{sd}=435 \text{ MPa}$ (4.35 t/cm^2).

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

דרוש:

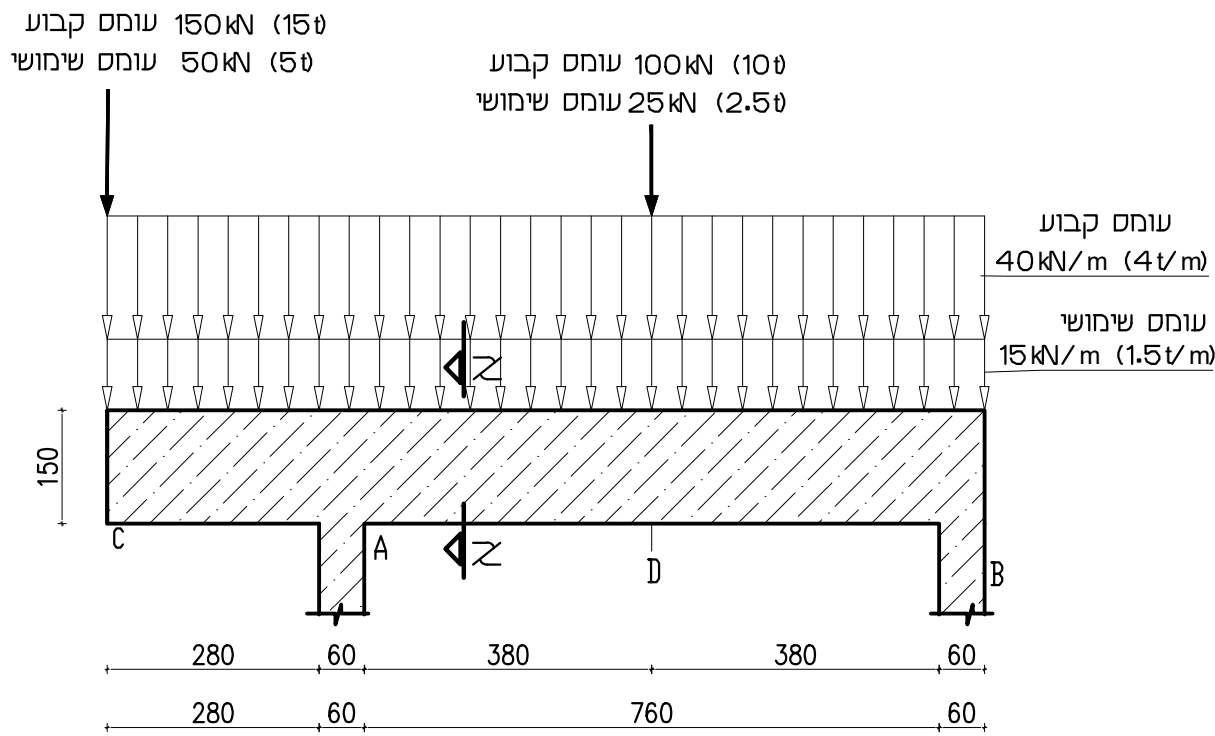
6 נק' א. בדקו אם גובה הקורה עונה על דרישות הכפף של ת"י 466. בשל העומסים המרוכזים ולצורך הפתרון בלבד, נתון שמקדמי המפתח השקיל הם: **בזיז**: $L_0=3*L$, **בשדה**: $L_0=0.95*L$.

4 נק' ב. חשבו את **עומס התכן** ואת **כוחות התכן** הפועלים על הקורה.

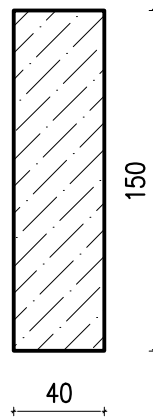
8 נק' ג. חשבו את הריאקציות בסמכים. חשבו וסרטטו את מהלך כוחות **הגזירה** לאורך הקורה. חשבו וסרטטו את מהלך **המומנטים** לאורך הקורה.

6 נק' ד. נתון **שהמומנט המקסימלי בקורה הוא מומנט שלילי**: $M=-1300 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ($-130 \text{ t}\cdot\text{m}$). חשבו את ω ואת שטח הזיון הדרוש לכיסוי המומנט השלילי בקורה. חשבו את כמות מוטות הזיון שהקוטר שלהם הוא **25 מ"מ**.

6 נק' ה. **חישוב גזירה**: בסעיף זה חובה לציין את **הזווית** $\emptyset$, שבה תשתמשו בחישוב. נתון שכוח התכן לגזירה הוא **450kN (45t)**. 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 חישובים בקוטר **10 מ"מ**, חשבו את המרחק הדרוש בין החישוקים.



תרשים 3
קנ"ח: 1:100



תרשים 3
חתך א-א

שאלה 4 (שאלת בחירה - 30 נקודות)

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 kN/m^3 (0.35 t/m^3)
התקרה מועמסת על כל שיטחה במשקלה העצמי, בעומס קבוע נוסף של 3.0 kN/m^2 (0.30 t/m^2)
ובעומס שימושי של 1.5 kN/m^2 (0.15 t/m^2).
רוחב הצלע הראשית הוא 17 ס"מ, ורוחב הצלע המחלקת הוא 17 ס"מ.
סוג הבטון: ב-30 (אגרנט גירי).
פלדה: מצולעת בעלת חוזק תכן של $f_{sd}=435 \text{ MPa}$ (4.35 t/cm^2).
כיסוי הבטון, 3 ס"מ.

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

דרוש:

- 6 נק' 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 נק' ב. נתון שהתקרה עמוסה על כל חלקיה בעומס תכן: 12 kN/m^2 (1.2 t/m^2).
חשבו את עומס התכן לצלע.
חשבו וסרטטו את מהלך כוחות הגזירה ואת מהלך מומנטי הכפיפה
עבור כל אחת מסכמות התקרה (החישוב יעשה עבור רצועה ברוחב צלע).
6 נק' ג. חשבו את ω ואת שטח הזיון החיובי לצלע עבור המומנט החיובי המקסימלי בלבד.
בחרו מוטות זיון בקוטר 14 מ"מ.
6 נק' ד. חשבו את ω ואת שטח הזיון השלילי לצלע עבור המומנט השלילי בציר העמודים.
בחרו מוטות זיון בקוטר 10 מ"מ.
6 נק' ה. ענו בקצרה על השאלות הבאות:
1 נק' 1. לאיזה מרחק מקורה C נדרש זיון מינימלי בלבד לגזירה?
ציין מאיזו נקודת התייחסות בקורה נמדד מרחק זה.
2 נק' 2. מהו כוח התכן לגזירה בנקודה זו?
1 נק' 3. איזה זיון פותר בעיות גזירה: חישובים, זיון אורכי או שניהם? נמק.
2 נק' 4. האם ניתן לפתור בעיית גזירה בצלעות ללא ברזל ייעודי? נמק.



בהצלחה!

© כל הזכויות שמורות למה"ט