

תכנון הנדסי

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שלוש שאלות, ועליך לענות על כולן.
ערך שאלה 1 – 34 נקודות, וערך שאלות 2 ו-3 – 33 נקודות. בסך הכול 100 נקודות.
בתוך כל שאלה ניתנת אפשרות בחירה כלשהי. שים לב להוראות.

ג. חומר עזר מותר לשימוש: קלסר אחד, חוברת, טבלאות, כלי סרטוט, סרגל קנ"מ ומחשבון.

ד. הוראות מיוחדות:

1. עיין היטב בכל השאלות, לפני שתתחיל לענות עליהן.

2. את התרשימים (הסקיצות) יש לסרטט במחברת הבחינה בלבד, בעיפרון, ובהקפדה על פרופורציות נכונות.
את החישובים יש לכתוב בעט, במחברת הבחינה בלבד.

3. השאלון מתבסס על התקן ת"י 466:

חלק I ("חוקת הבטון"), יוני 2003, גיליון תיקון 3, מאי 2012;

חלק II ("חוקת הבטון"), דצמבר 2015.

ת"י 414 2008 עומסים אופייניים במבנים: עומס רוח, גיליון תיקון ינואר 2009.

ת"י 413 תכן עמידות מבנים ברעידת אדמה, גיליון תיקונים ספטמבר 2009.

4. בתשובה על שאלת חישוב, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסביר בקצרה. כל תוצאת חישוב יש להציג ביחידות המידה המתאימות בהתאם לבחירתך בתחילת הבחינה (עמוד 3). קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

5. יש להוסיף בכל שלב של הפתרון את היחידות שבהן השתמשת.

6. לנוחותך, לשאלון זה מצורף מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכל להיעזר בו בעת הצורך.

הוראות למשגיח:

בתום הבחינה, יש לצרף את נספח א' אל מחברת הבחינה.

בשאלון זה 11 עמודים ו-3 עמודי נספחים.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר,
אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

בשאלון זה משתמשים בתקן הבין-לאומי (SI) ליחידות מידה הנקראות **היחידות החדשות**. בתקן זה משתמשים בניוטון (N) כיחידת המידה של כוח, ובפסקל (Pa) כיחידת המידה של לחץ. ליד כל נתון מפורטות בסוגריים גם היחידות הישנות.

הנחיות לשימוש ביחידות

1. רשום בעמוד הראשון של הבחינה:

"אני משתמש ביחידות החדשות"

או

"אני משתמש ביחידות הישנות"

2. השימוש בשיטת היחידות (החדשות או הישנות) **חייב להיות עקיב לאורך כל הבחינה**.
עליך להשתמש באותו סוג של יחידות בפתרון כל השאלות.

3. אם לא ציינת באיזו מהשיטות השתמשת, ייחשב הדבר בעת בדיקת הבחינה כאילו השתמשת ביחידות החדשות.

יחידות חדשות לעומת יחידות ישנות

הערות:

1. המידות באיורים הן בס"מ אלא אם מצוין אחרת.

2. נתונים כלליים **לפלדות**:

מאמץ מותר לכפיפה, ללחיצה ולמתיחה: $\sigma_m = 140 \text{ MPa}$ (1400 kg/cm^2)

מודול האלסטיות: $E = 2.1 \times 10^5 \text{ MPa}$ ($2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$)

הקשר בין היחידות החדשות לישנות	היחידות הישנות	היחידות החדשות	הגדרת היחידה
$1 \text{ t} = 10 \text{ kN}$	$t = \text{טון}$	$\text{kN} = \text{קילו ניוטון}$	כוח מרוכז
$1 \text{ t/m} = 10 \text{ kN/m}$	$t/m = \text{טון/מטר}$	$\text{kN/m} = \text{קילו ניוטון/מטר}$	כוח מפורס ליחידת אורך
$1 \text{ t/m}^2 = 10 \text{ kN/m}^2$	$t/m^2 = \text{טון/מ"ר}$	$\text{kN/m}^2 = \text{קילו ניוטון/מ"ר}$	כוח מפורס ליחידת שטח
$1 \text{ t} \times \text{m} = 10 \text{ kN} \times \text{m}$	$t \times \text{m} = \text{טון} \times \text{מטר}$	$\text{kN} \times \text{m} = \text{קילו ניוטון} \times \text{מטר}$	מומנט
$1 \text{ kg/cm}^2 = 10 \text{ MPa}$	$\text{kg/cm}^2 = \text{ק"ג/סמ"ר}$	$\text{MPa} = \text{מגה פסקל}$	מאמץ

השאלות

ענה על כל השאלות 1-3 במחברת הבחינה שלך, כולל סרטוטים.

שאלה 1 – קיר כובד (34 נקודות)

בשאלה זו חמישה סעיפים (א'-ה'). עליך לענות על סעיפים א'-ג' ועל סעיף אחד נוסף מבין הסעיפים ד'-ה', לפי בחירתך.

באזור לשאלה, שמתייחס לסעיפים א'-ד', מתואר תרשים עקרוני של קיר בעל רגל מבטון מזוין התומך את הקרקע. בפתרון השאלה יש להתחשב בלחץ הפסיבי של הקרקע. יש להזניח את החיכוך בין גב הקיר לקרקע.

נתונים:

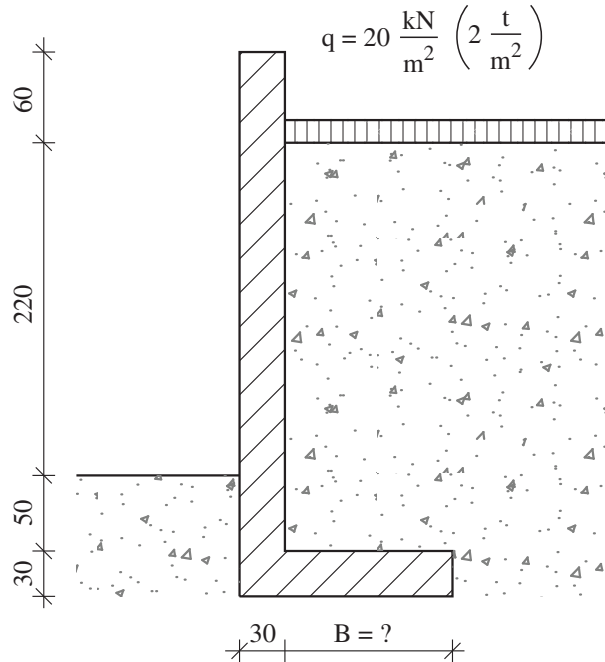
על הקרקע הנתמכת פועל עומס מפורס קבוע של $q = 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \left(2 \frac{\text{t}}{\text{m}^2} \right)$

המשקל המרחבי של הבטון: $\gamma_c = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \left(2.5 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \right)$

המשקל המרחבי של הקרקע: $\gamma = 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \left(1.8 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \right)$

זווית החיכוך של הקרקע: $\varphi = 32^\circ$

מקדם החיכוך של הקרקע: $\mu = 0.5$



איור לשאלה 1 ללא קנ"מ

ענה על כל שלושת הסעיפים הבאים: א'-ג' – שאלות חובה.

- 10 נק') א. חשב את פירוס המאמצים על הקיר, וסרטט אותם.
- 10 נק') ב. חשב את אורך הרגל של הקיר, המידה B המסומנת באיור, כך שמקדם הביטחון של הקיר להחלקה יהיה 1.5.
- 10 נק') ג. חשב את אורך הרגל של הקיר, המידה B המסומנת באיור, כך שמקדם הביטחון של הקיר להיפוך יהיה 2.5.

ענה על אחד הסעיפים – ד' או ה'.

- 4 נק') ד. סרטט תרשים עקרוני של הזיון העיקרי הדרוש בקיר (זיון עיקרי בלבד ללא מוטות זיון אחרים).
- 4 נק') ה. מהי זווית החיכוך של המים שיש להביא בחשבון כאשר מתכננים קיר תומך לבריכה?

את התרשימים (הסקיצות) והתשובות יש לסרטט ולכתוב במחברת הבחינה בלבד.

שאלה 2 – עומס רוח (33 נקודות)

באיור לשאלה 2 מתואר מבנה חד-קומתי מלבני. גג המבנה הוא חד-שיפועי. המבנה ממוקם באזור עירוני.

- דרגת חספוס השטח: III

- מהירות הייחוס הסביבתית של הרוח: $V_b = 30 \text{ m/sec}$

ענה על שני הסעיפים א'–ב' – שאלות חובה.

(9 נק') א. חשב את לחץ הייחוס הבסיסי (q_b) של הרוח.

(7 נק') ב. מצא מתוך התקן את מקדם החשיפה (C_e) עבור המבנה.

ענה על אחד הסעיפים ג'–ד':

(17 נק') ג. חישוב לחצי הרוח על הקירות:

(4 נק') חלק את קירות המבנה לאזורים.

(4 נק') קבע את מקדם הלחץ החיצוני (C_{pe}) על הקירות בכל אזור.

(5 נק') חשב את לחצי הרוח הפועלים על כל אחת מחזיתות המבנה.

(4 נק') סרטט את תוכנית המבנה, ללא קנ"מ, עם סימון של פירוס הלחצים הפועלים על הקירות.

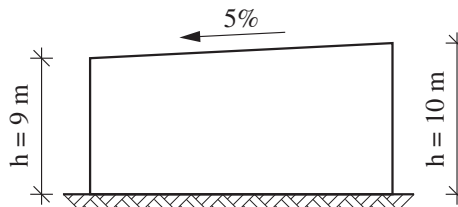
(17 נק') ד. חישוב לחצי הרוח על הגג:

(4 נק') חלק את גג המבנה לאזורים.

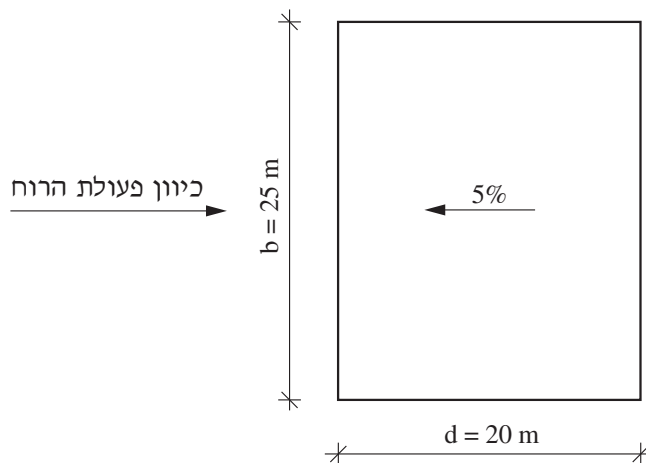
(4 נק') קבע את מקדם הלחץ החיצוני (C_{pe}) על הגג בכל אזור.

(5 נק') חשב את לחצי הרוח הפועלים על כל אחד מהאזורים של גג המבנה.

(4 נק') רכז את תוצאות חישוביך בטבלה.



חזית, קנ"מ 1:500



תוכנית, קנ"מ 1:500

איור לשאלה 2

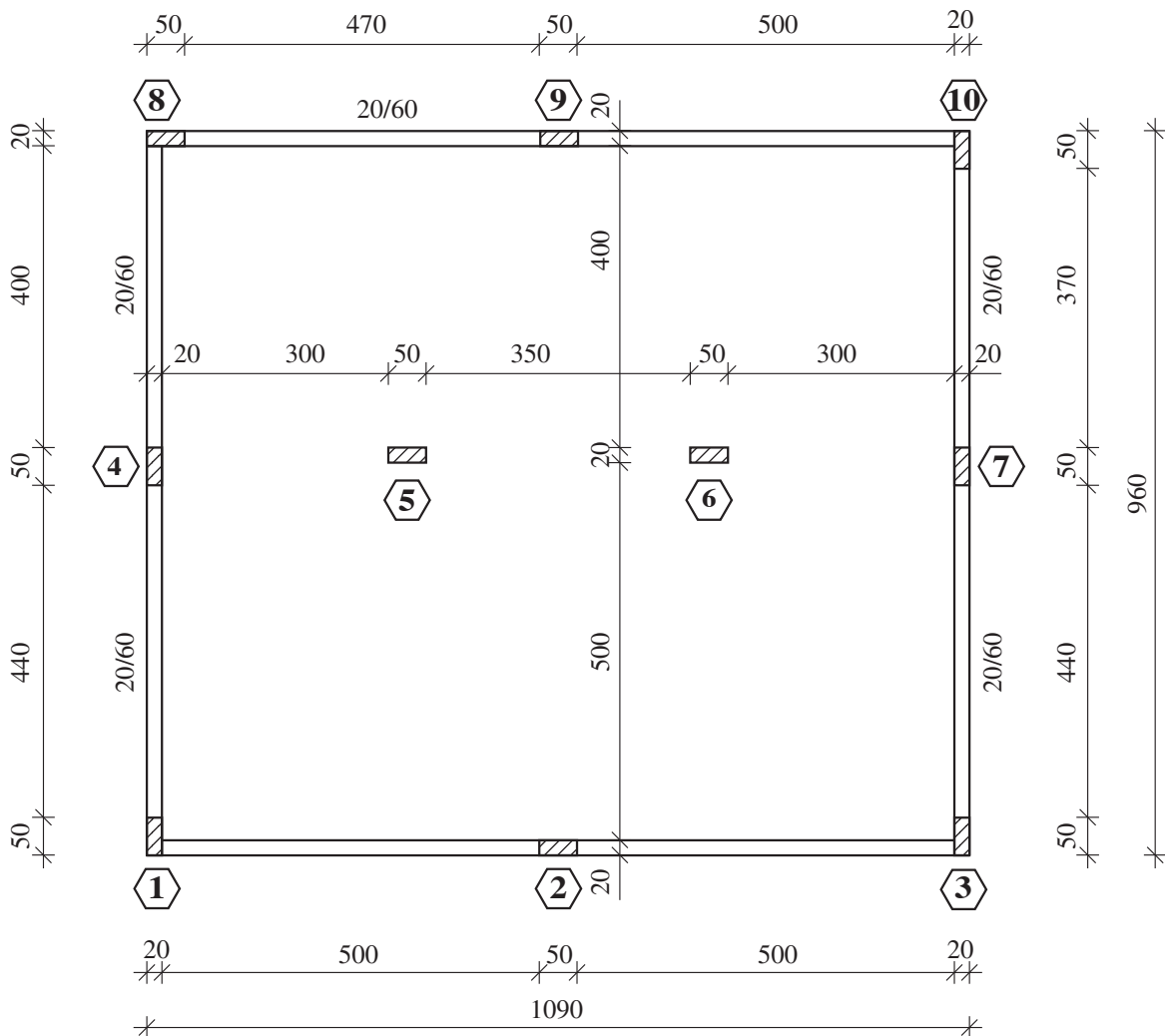
את התרשימים (הסקיצות) והתשובות יש לסרטט ולכתוב במחברת הבחינה בלבד.

שאלה 3 (33 נקודות)

באיור א' לשאלה 3 מתוארת תקרה מבטון מזוין. בהיקף, התקרה נשענת על קורות יורדות ועל שני עמודים פנימיים.

אין להוסיף למבנה קורות תחתונות או קורות עליונות או עמודים.

- סוג הבטון: ב-30 עם אגרגט גירי
- עובי שכבת הכיסוי: 3 ס"מ
- העומס הקבוע הנוסף: 4.0 ק"נ/מ"ר (0.4 טון/מ"ר)
- העומס השימושי: 1.5 ק"נ/מ"ר (0.15 טון/מ"ר)
- המשקל המרחבי של הבטון המזוין: 25 ק"נ/מ"ק (0.25 טון/מ"ק)



תוכנית תקרה, קנ"מ 1:100

איור א' לשאלה 3

ענה על סעיף א'.

(5 נק') א. הצע שני פתרונות קונסטרוקטיביים אפשריים לתקרה, ונמק את השיקולים לבחירה בכל אחד מהם.

סעיפים ב'–ה' שלהלן, אינם המשך של הסעיף הקודם. ענה על כל הסעיפים האלה בהתייחס לנתונים הבאים:

נתונים נוספים לתקרת הצלעות:

- מידות בלוקי איטונג: 30/50 ס"מ
- רוחב הצלעות: 15 ס"מ
- המשקל המרחבי של בלוקי איטונג: 5 ק"נ/מ"ק (0.5 טון/מ"ק)

(8 נק') ב. חשב את עובי התקרה הדרוש על-פי דרישות ת"י 466 לכפף של תקרת צלעות.

(2 נק') ג. סרטט במחברתך (או באיור א' שבנספח א') את הסכמה הסטטית של הצלע הראשית, ומתחתיה – את צורת הזיון התחתון והעליון (ללא חישוב קוטר ואורכים).

(8 נק') ד. חשב את רוחב הקורה הסמויה הדרוש על-פי דרישות ת"י 466.

(2 נק') ה. סרטט על-גבי איור א' שבנספח א' את הסכמה הסטטית של הקורה הסמויה, ומתחתיה – את צורת הזיון התחתון והעליון, כולל ברזל מונטג' (ללא חישוב קוטר ואורכים).

הערה: ראה בעמוד הבא המשך לשאלה 3, סעיפים ו', ז'.

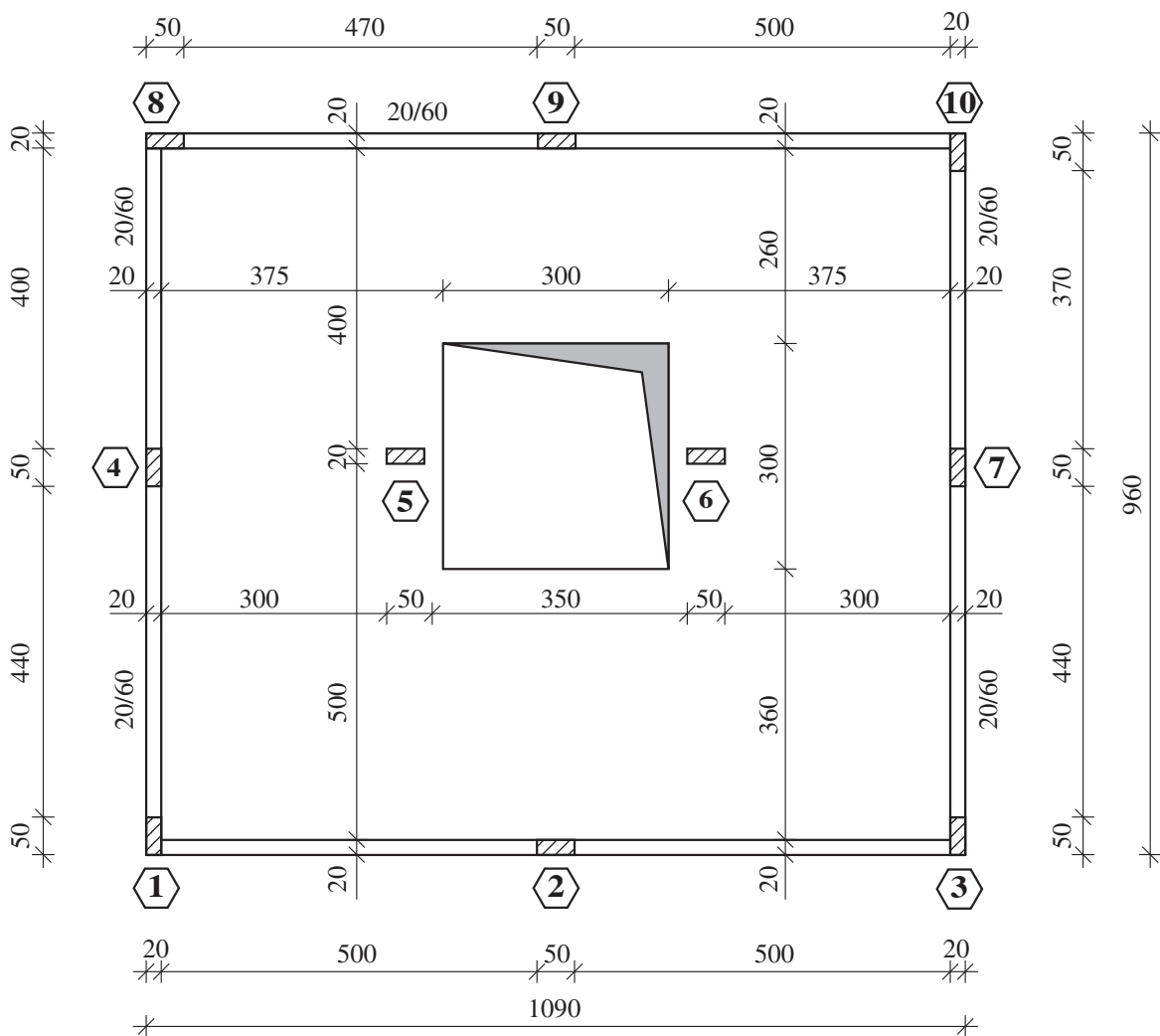
ענה על אחד הסעיפים - ו' או ז':

8 נק') 1. באיור ב' לשאלה 3 מתוארת התקרה שבאיור א' לשאלה, לאחר שהוסיפו לה פתח במרכזה.

אין להוסיף למבנה קורות תחתונות או קורות עליונות או עמודים.

i. הצע פתרון קונסטרוקטיבי לתקרה, וסרטט במחברתך (או על-גבי איור ב' שבנספח א') את הסכמות הסטטיות שלה.

ii. סרטט על-גבי איור ב' שבנספח א' את צורת הזיון התחתון והעליון עבור כל אחת מהסכמות (ללא חישוב קוטר ואורכים).



תוכנית תקרה, קנ"מ 1:100

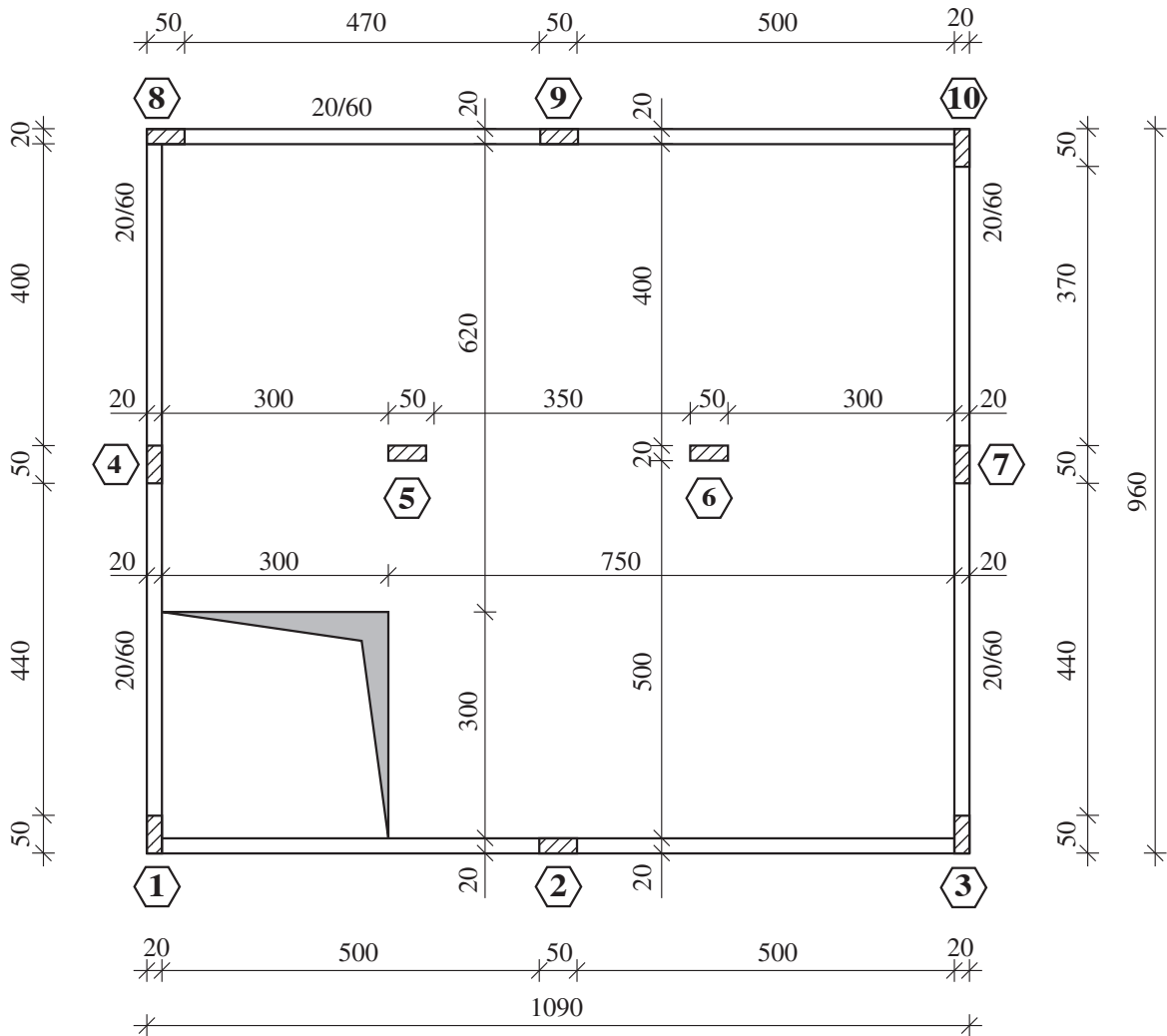
איור ב' לשאלה 3

(8 נק') .↑

אין להוסיף למבנה קורות תחתונות או קורות עליונות או עמודים.

i. הצע פתרון קונסטרוקטיבי לתקרה, וסרטט במחברתך (או על-גבי איור ג' שבנספח א') את הסכמות הסטטיות שלה.

ii. סרטט על-גבי איור ג' שבנספח א' את צורת הזיון התחתון והעליון עבור כל אחת מהסכמות (ללא חישוב קוטר ואורכים).



תוכנית תקרה, קנ"מ 1:100

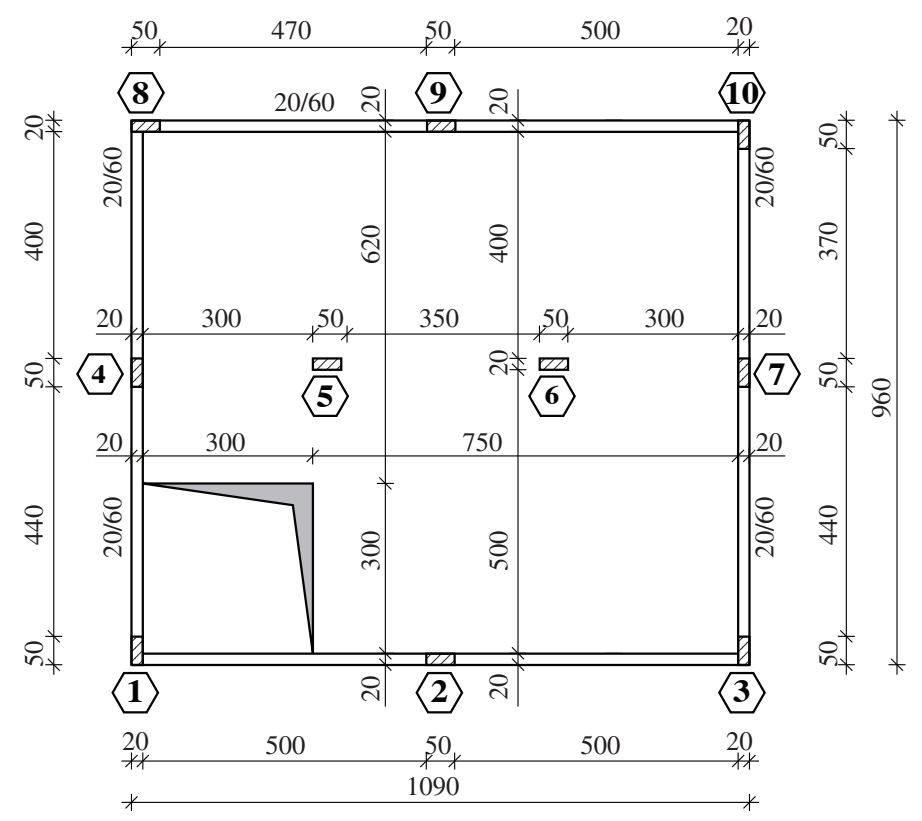
איור ג' לשאלה 3

הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקום המיועד לכך בנספח א', והצמד אותו למחברתך.

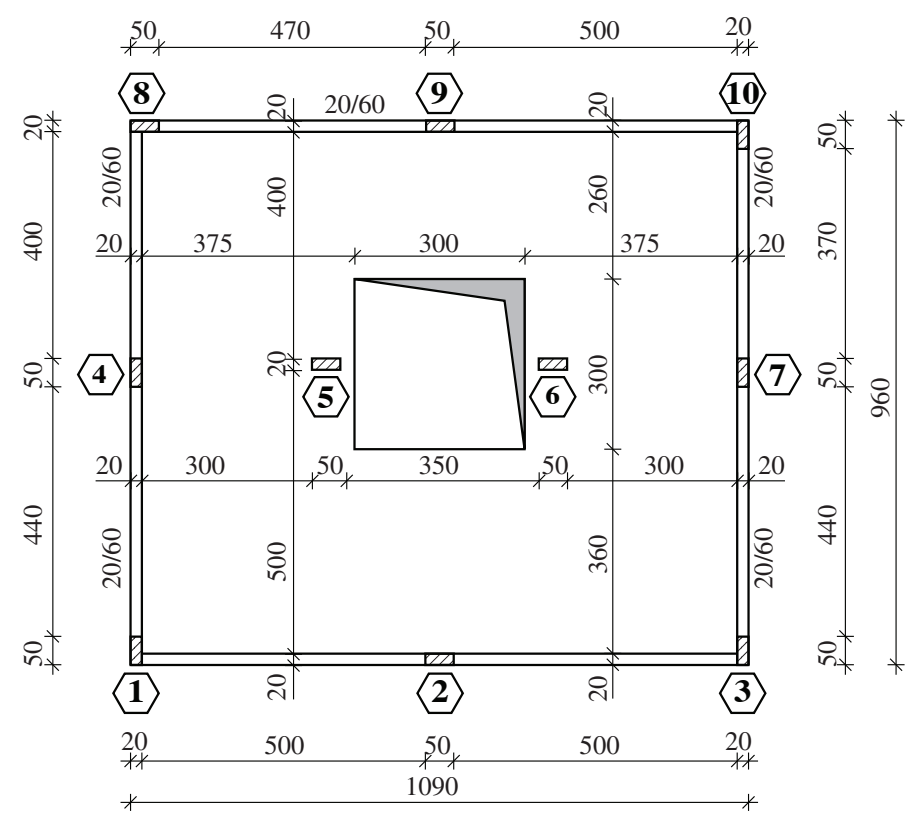
בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.

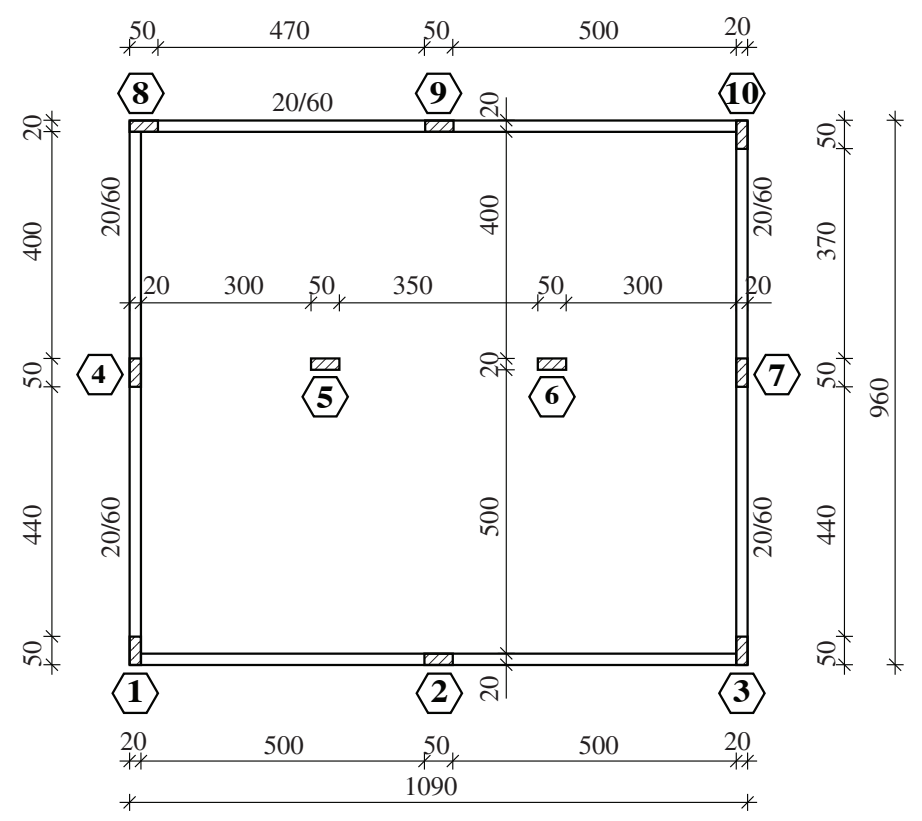
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך.



תוכנית תקרה, ללא קנ"מ
איור ג'



תוכנית תקרה, ללא קנ"מ
איור ב'



תוכנית תקרה, ללא קנ"מ
איור א'

הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקום המיועד לכך בנספח א' והצמד אותו למחברתך.

לשאלון 712917, אביב תשע"ט

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
calcite aggregate	меловой агрегат	صرار / اركام طباشيري	אגרגט גירי
buckling length	длина продольного изгиба	الطول لحساب الانهيار	אורך קריסה
stability	устойчивость	ثبات	יציבות
shear force	поперечная (перерезывающая) сила	قوة القص	כוח גזירה
distributed force	равномерно распределенная нагрузка	قوة موزعة	כוח מפורס
concentrated force	сосредоточенная нагрузка	قوة مركزة	כוח מרוכז
axial force	продольная нагрузка	قوة محورية	כוח צירי
reaction force	(ответная) реакция	رد فعل / قوة دافعة	כוח תגובה
design axial force	расчетная продольная нагрузка	قوة محورية للتخطيط	כוח תכן צירי
deflection	изгиб	ثني / تقوس	כפף
compression	сжатие	ضغط	לחיצה
diagram	лестничные марши	مُجَرِّيات / مخططات	מהלכים
moment of inertia	момент инерции	عزم الاستمرارية	מומנט התמד
bending moment	изгибающий момент	عزم الثني	מומנט כפיפה
truss	ферма	تشكيلة من المواسير الفولاذية (جائز شبكي)	מסבך
center of gravity	центр тяжести	مركز ثقل	מרכז כובד
bulk weight	объемный вес	وزن وحدة الحجم	משקל מרחבי
self weight	собственный вес	وزن ذاتي	משקל עצמי
tension	растяжение	شد	מתיחה
mobile support	подвижная опора	مُسند متحرك	סמך נייד
fixed support	неподвижная опора	مُسند ثابت	סמך קבוע
fixed load	постоянная нагрузка	وزن ثابت	עומס קבוע

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
operational load	временная (полезная нагрузка)	وزن مُتَغَيِّر	עומס שימושי
ribbed reinforced bars	профилированная арматура	حديد مُضَلَّع	פלדה מצולעת
dividing rib	разделительное ребро (второстепенная балка)	ضلع مُقَسَّم	צלע מחלקת
main rib	основное ребро (главная балка)	ضلع رئيسي	צלע עיקרית
beam	балка	عَرَقَة / جِسْر	קורה
latent beam	скрытая балка (в толщине перекрытия)	عَرَقَة / جِسْر مَخْفِي	קורה סמויה
welding	сварка	لحام	ריתוך
slenderness ratio	высокий элемент малого поперечного сечения	نُحُول	תמירות
solid floor	массивное перекрытие	سقف باطون مُسَلَّح	תקרה מקשית
ribbed floor	ребристое перекрытие	سقف أضلاع	תקרת צלעות