

סוג הבחינה: גמר לבתי-ספר לטכנאים ולהנדסאים
מועד הבחינה: אביב תשע"ט, 2019
סמל השאלון: 712914
נספח א' לשאלה 2
נספחים:
מילון מונחים

קונסטרוקציות בטון

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון:

בשאלון זה שני פרקים:

פרק ראשון: 34 נקודות (שאלת חובה)

פרק שני: 66 נקודות (לבחירה – 2 מתוך 3)

סה"כ 100 נקודות

עליך לענות על שאלה אחת שבפרק הראשון ועל שתי שאלות מהפרק השני, ובסך-הכל עליך לענות על שלוש שאלות במחברת הבחינה, על-פי ההנחיות. אם בחרת לענות על שאלה 2 – צרף את הנספח לשאלה זו למחברת הבחינה.

ג. חומר עזר מותר לשימוש: כל חומר עזר, כלי סרטוט, מחשבון.

ד. הוראות מיוחדות:

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

2. השאלון מתבסס על תקן ת"י 466:

חלק I ("חוקת הבטון"), יוני 2003, גיליון תיקון 3, מאי 2012;
חלק II – דצמבר 2015.

3. אם לדעתך חסר נתון בשאלה, השלם אותו על-פי ראות עיניך, ופתור בעזרתו את השאלה. ציין בתשובתך את הנתון שהוספת.

4. בתשובה על שאלת חישוב, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. כל תוצאת חישוב יש להציג ביחידות המידה המתאימות על-פי מה שבחרת, כמוצג בעמוד 3. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

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

הוראות למשגיח: יש לוודא שהנבחנים צירפו למחברת את נספח א'.

בשאלון זה 11 עמודים ו-3 עמודי נספחים.

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

בהצלחה!

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.
3. אם נבחן לא ציין באיזו מהשיטות השתמש, ייחשב הדבר בעת בדיקת הבחינה כאילו השתמש ביחידות החדשות.
4. אם נבחן השתמש לסירוגין בשתי השיטות של היחידות (החדשות והישנות) באותה שאלה או בשאלות שונות, **בחינתו תיפסל**.

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

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

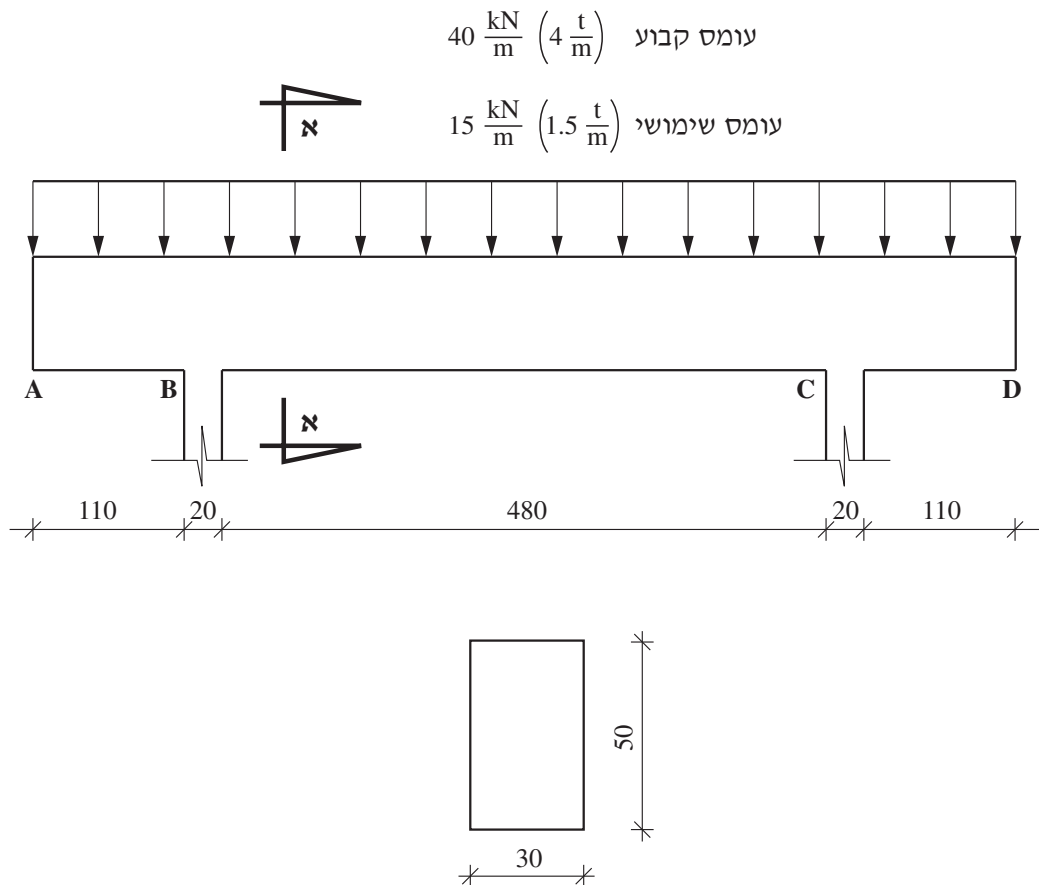
השאלות

פרק ראשון (34 נקודות)

ענה על שאלה 1 – שאלת חובה.

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מוצגים קורה מלבנית מבטון וחתך א-א של הקורה. האיור ללא קנ"מ. הקורה בעלת שני זיזים והיא נסמכת בין נקודות B ו-C. סמך C הוא סמך קבוע וסמך B הוא סמך נייד. על הקורה פועלים עומס קבוע (הכולל את המשקל העצמי של הקורה) ועומס שימושי, כמצוין באיור. אין להתחשב במצבי העמסה מסוכנים. סוג הבטון הוא ב-30 אגרגט גירי, והפלדה מצולעת: $ds = ds' = 3 \text{ cm}$.



חתך א-א, ללא קנ"מ

איור לשאלה 1

- (9 נק') א. בדוק באמצעות חישוב אם גובה הקורה עונה לדרישות הכפף לפי ת"י 466 .
ניתן להניח שהמפתח השקיל בשדה BC הוא: $l_0 = 0.8l$
- (9 נק') ב. עבור עומס התכן, חשב את הערכים של כוחות הגזירה ומומנטי הכפיפה, וסרטט את מהלכיהם לאורך הקורה.
- (9 נק') ג. חשב את שטחי הזיון לאורך הקורה עבור המומנטים החיוביים והמומנטים השליליים, ובחר מוטות זיון מתאימים.
- (7 נק') ד. עבור כוח הגזירה בחתך א-א (השפה הימנית של סמך B), חשב ותכנן את המרחק בין חישוקים בקוטר 8 מ"מ.

פרק שני (66 נקודות)

ענה על שתי שאלות מבין השאלות 2-4 (לכל שאלה – 33 נקודות).

שאלה 2

בנספח א' לשאלה 2 נתונה תוכנית של תקרה מקשית מצולבת מבטון מזוין בקנ"מ 1:100 .
התקרה נשענת על קורות יורדות.

- עובי התקרה: 18 cm
- סוג הבטון: ב-30 עם אגרגט גירי
- עובי שכבת הכיסוי: 3 ס"מ
- העומס הקבוע הנוסף: 3 kN/m^2 (0.3 kN/m^2)
- העומס השימושי: 1.5 kN/m^2 (0.15 t/m^2)
- המשקל המרחבי של הבטון המזוין: 25 kN/m^3 (2.5 t/m^3)

- א. (6 נק') בדוק באמצעות חישוב אם עובי התקרה עונה לדרישות הכפף לפי ת"י 466 .
- ב. (3 נק') חשב את עומס התכן ($F_{d_{\max}}$) בתקרה למצב גבולי של הרס.
- ג. (9 נק') חשב את המומנטים בתקרה לפי $F_{d_{\max}}$ לכיוונים X , Y .
- ד. (9 נק') חשב את כמות הזיון (A_s) הנדרשת לכיוונים X , Y .
- ה. (2 נק') סרטט את הזיון הנדרש, על-גבי התוכנית הנתונה בנספח לשאלה 2 .
- ו. (2 נק') סרטט במחברתך את הסכמה הסטטית של הקורה 1-4-7-9 .
- ז. (2 נק') מתחת לסכמה הסטטית שסרטטת בסעיף ו', סרטט באופן עקרוני בלבד (ללא חישוב) את סידור הזיון של הקורה, כולל זיון הרכבה ("מונטז").

הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקום המתאים לכך בנספח לשאלה 2, ובתום הבחינה הדק אותו למחברתך.

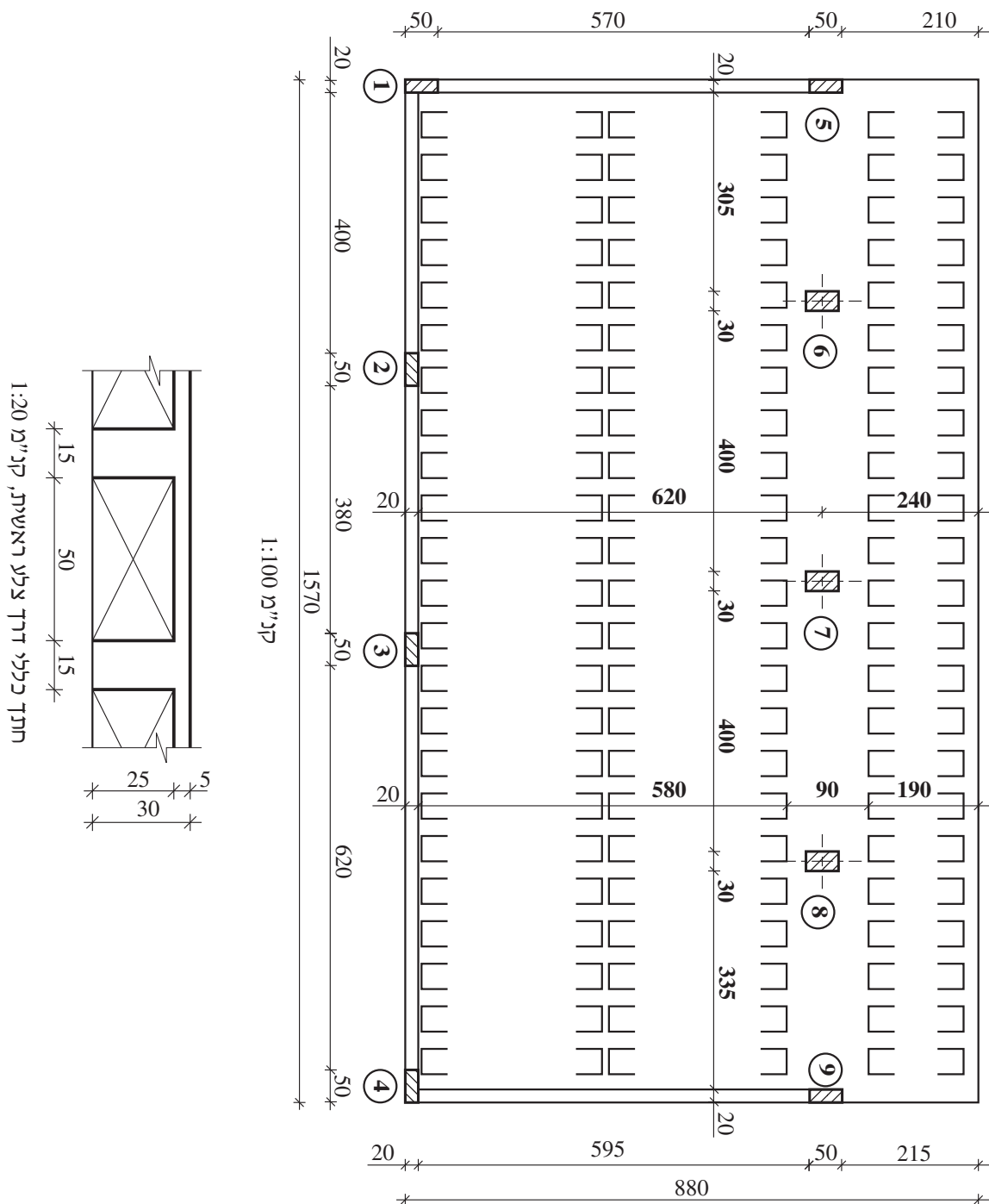
שאלה 3

באיור א' לשאלה 3 מתוארת תקרת צלעות חד-כיוונית מבטון מזוין עם מילוי בלוקי איטונג. התקרה נשענת על קורות יורדות וקורה סמויה. באיור ב' לשאלה מתואר מהלך המומנטים בתקרה. אין להתחשב במצבי העמסה מסוכנים (יש להתחשב ב- $F_{d_{max}}$ בלבד).

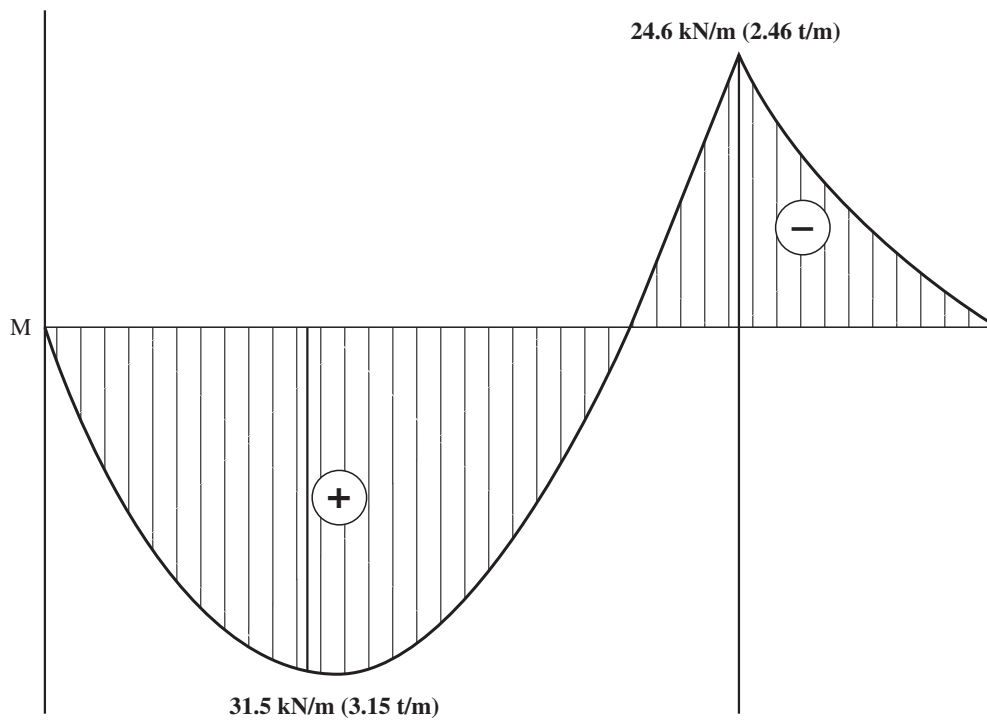
- עובי התקרה: $25 + 5 = 30 \text{ cm}$
- מידות בלוקי איטונג: $30/50 \text{ ס"מ}$
- רוחב הצלעות: 15 ס"מ
- סוג הבטון: 30 עם אגרנט גירי
- עובי שכבת הכיסוי: 3 ס"מ
- העומס הקבוע הנוסף: 4 kN/m^2 (0.4 t/m^2)
- העומס השימושי: 1.5 kN/m^2 (0.15 t/m^2)
- המשקל המרחבי של הבטון המזוין: 25 kN/m^3 (2.5 t/m^3)
- המשקל המרחבי של בלוקי איטונג: 5 kN/m^3 (0.5 t/m^3)

הערה לסעיפים א', ו': השאר מקום מתחת לסכמות הסטטיות לסרטוט הזיון הנדרש בסעיפים ה', ח'.

- (2 נק') א. סרטט את הסכמה הסטטית של התקרה, על כלל חלקיה.
- (7 נק') ב. בדוק באמצעות חישוב אם עובי התקרה עונה לדרישות הכפף לפי ת"י 466.
- (3 נק') ג. חשב את עומס התכן ($F_{d_{max}}$) בתקרה ובצלע הראשית למצב גבולי של הרס.
- (8 נק') ד. חשב את שטחי הזיון (A_s) הדרושים לכיסוי המומנטים החיוביים והשליליים בצלע, ובחר במוטות פלדה מתאימים לפי מהלך המומנטים הנתון באיור ב' לשאלה.
- (2 נק') ה. מתחת לסכמה הסטטית שסרטטת בסעיף א', סרטט את סידור הזיון של הצלע.
- (2 נק') ו. סרטט את הסכמה הסטטית של הקורה הסמויה 5-6-7-8-9.
- (7 נק') ז. בדוק באמצעות חישוב אם רוחב הקורה הסמויה ($B = 90 \text{ cm}$) עונה לדרישות התקן לפי ת"י 466. עומס שירות על הקורה מהתקרה (לא כולל משקל עצמי) – 35.7 kN/m (3.57 t/m).
- (2 נק') ח. מתחת לסכמה הסטטית שסרטטת בסעיף ו', סרטט באופן עקרוני בלבד (ללא חישוב) את סידור הזיון של הקורה, כולל זיון הרכבה ("מונטז").



איור א' לשאלה 3



מהלך מומנטים דרך צלע ראשית
איור ב' לשאלה 3
ללא קנ"מ

שאלה 4

באיור לשאלה 4 מתוארים תוכנית וחתך של יסוד משותף. העומסים המתוארים באיור לשאלה הם עומסי שירות.

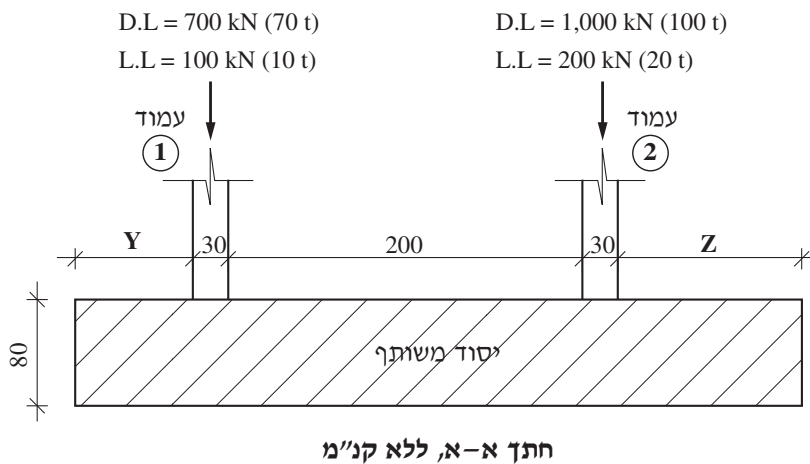
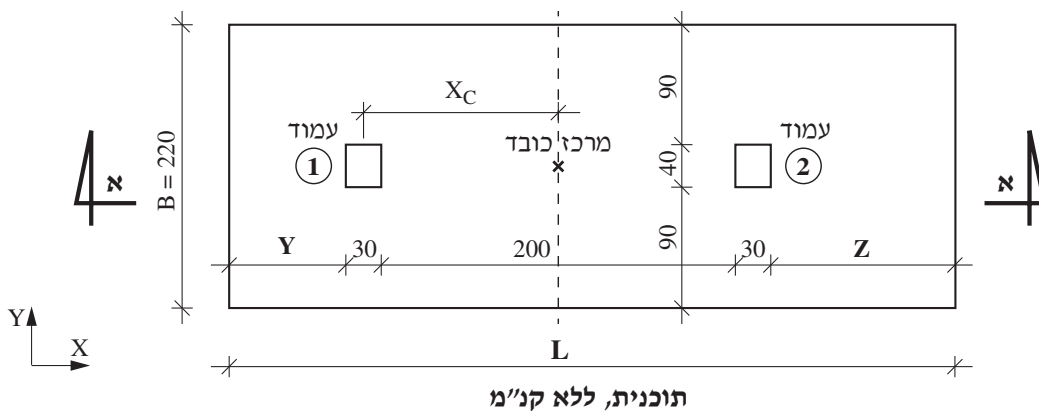
נתונים:

סוג הבטון: ב-30 אגרגט גירי.

שכבת כיסוי הבטון: $ds = ds' = 5 \text{ cm}$.

המאמץ המותר בקרקע: $\sigma = 230 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \left(23 \frac{\text{t}}{\text{m}^2} \right)$

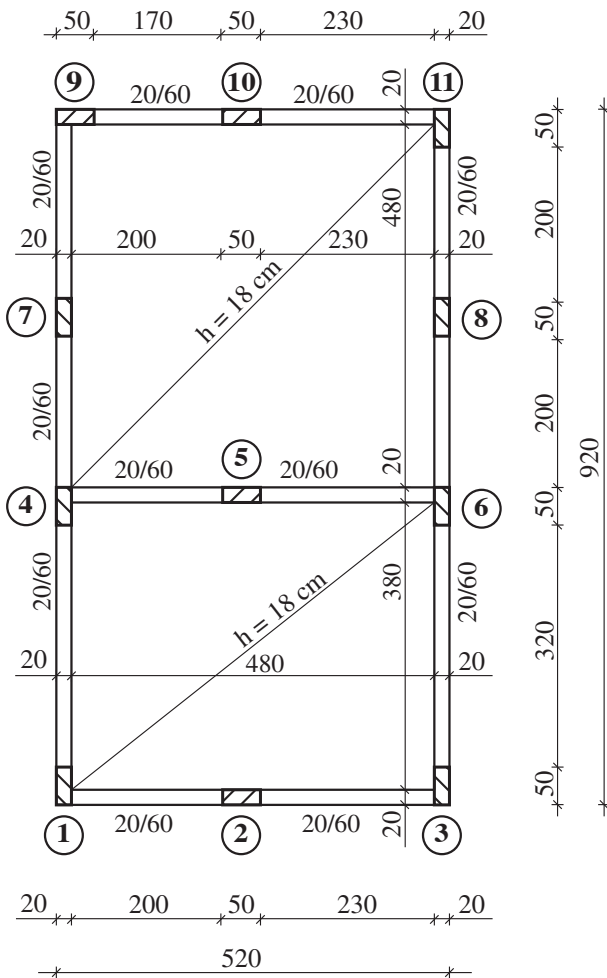
מקדם ביטחון לעומס תכן: 1.45



איור לשאלה 4

- (6 נק')** א. חשב את מיקום מרכז פלטת היסוד בכיוון X (המידה X_C המסומנת באיור), כך שפירוס המאמצים בקרקע יהיה אחיד.
- (9 נק')** ב. חשב את אורך היסוד המשותף (המידה L באיור) בהתחשב ב:
- המאמץ המותר בקרקע.
 - מיקום מרכז הכובד של פלטת היסוד.
 - שמירה על היקף חדירה מלא סביב עמודי היסוד.
- (6 נק')** ג. סרטט את הסכמה הסטטית של היסוד המשותף, כולל פירוט של עומסי התכן הפועלים עליו.
- (6 נק')** ד. חשב את כוחות הגזירה ואת המומנטים לאורך היסוד (בכיוון X), וסרטט את מהלכיהם.
- (6 נק')** ה. בדוק אם קיימת בעיית חדירה בעמוד מספר 2.
- ניתן להניח שמנת הזיון מתחת לעמוד היסוד היא $\rho = 0.005$ בכיוון X ובכיוון Y .

בהצלחה!



תוכנית, קנ"מ 1:100

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
calcite aggregate	меловой агрегат	رُكَّام (حَصَى) جيري / كِلْسِي	אגרגט גירי
buckling length	длина продольного изгиба	الطول لحساب الانهيار	אורך קריסה
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 / تقوُّس	כפף
compression	сжатие	ضغط	לחיצה
combined stress	совместное усилие	جهد مُركَّب	מאמץ משולב
diagram	лестничные марши	مُجَرِّيات / مخططات	מהלכים
moment of inertia	момент инерции	عزم الاستمرارية	מומנט התמד
bending moment	изгибающий момент	عزم الثني	מומנט כפיפה
concentrated moment	сосредоточенный момент	عزم مُركَّز	מומנט מרוכז
truss	ферма	تشكيلة من المواسير الفولاذية (جائر شبكة)	מסבך

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
center of gravity	центр тяжести	מרכז תָּקֵל	מרכז כובד
self weight	собственный вес	وزن ذاتي	משקל עצמי
tension	растяжение	شد	מתיחה
mobile support	подвижная опора	مِسْنَدٌ مُتَحَرِّكٌ	סמך נייד
fixed support	неподвижная опора	مِسْنَدٌ ثَابِتٌ	סמך קבוע
pinned support	приваренная опора	مِسْنَدٌ / مُرْتَكِزٌ مُثَبَّتٌ (مَشْدُود)	סמך רתום
ribbed reinforced bars	профилированная арматура	حديد مُضَلَّع	פלדה מצולעת
compound profile	составной профиль	لَمَحَاتٌ مُرَكَّبَةٌ	פרופיל מורכב
joint	деталь, шарнир	مِفْصَل	פרק
by a joint	шарнирное соединение	بشكل مِفْصَلِي	פרקית (באופן פרקי)
dividing rib	разделительное ребро (второстепенная балка)	ضلع مُقَسَّم	צלע מחלקת
main rib	основное ребро (главная балка)	ضلع رئيسي	צלע עיקרית
latent beam	скрытая балка (в толщине перекрытия)	عَرَقَةٌ / جِسْرٌ مَخْفِي	קורה סמויה
welding	сварка	لِحَام	ריתוך
wear	истирание, износ	تآكل	שחיקה
slenderness ratio	высокий элемент малого поперечного сечения	نُحُول	תמירות
slab floor	массивное перекрытие	سقف باطون مُسَلَّح	תקרה מקשית
two way slab floor	перекрытие сплошное ребристое	سقف باطون باتجاهين	תקרה מקשית מצולבת
two way ribbed floor	ребристое перекрытие	سقف أضلاع باتجاهين	תקרת ערוגות
ribbed floor	ребристое перекрытие	سقف أضلاع	תקרת צלעות