

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 בנספחים המתאימים ובמחברת הבחינה על-פי ההנחיות.

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 5, מרץ 2017;

חלק II – דצמבר 2015, גיליון תיקון 1, מרץ 2017.

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 2. 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 הנספחים א'–ד'.

בשאלון זה 3 עמודים ו-6 עמודי נספח.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר,

אך מכוונות הן לנבחנות הן 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.**

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 כן מצוין אחרת.

2. נתונים כלליים לפלדות:

מאמץ מותר לכפיפה, ללחיצה ולמתחה: $\sigma_m = 140 \text{ MPa}$ (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	$\text{kN} \times \text{m} = \text{קילו ניוטון} \times \text{מטר}$	$t \times \text{m} = \text{טון} \times \text{מטר}$	$1 t \times \text{m} = 10 \text{ kN} \times \text{m}$
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.

השאלה רשומה בנספח א'.
כתוב את תשובתך בנספח א' ובמחברת הבחינה.

פרק שני (66 נקודות)

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

את התשובות שבחרת לענות עליהן לכתוב כדלהלן:

תשובה לשאלה 2 – בנספח ב' ובמחברת הבחינה.

תשובה לשאלה 3 – בנספח ג' ובמחברת הבחינה.

תשובה לשאלה 4 – בנספח ד' ובמחברת הבחינה.

בהצלחה!

פרק ראשון (34 נקודות)

שאלה 1 – שאלת חובה

באיור לשאלה 1 מוצגים קורת T מבטון וחתך א-א של הקורה. האיור ללא קנ"מ. הקורה בעלת זיז בין הנקודות A ו-B, והיא נסמכת בין הנקודות B ו-C. סמך B הוא סמך קבוע וסמך C 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: $d_s = d'_s = 4 \text{ cm}$.

5 נק') א. בדוק באמצעות חישוב אם גובה הקורה עונה על דרישות הכפף לפי ת"י 466.

אפשר להניח שמתקיים $L_{BC} = 0.8 L_{BC}$.

3 נק') ב. חשב את עומס התכן בקורה למצב גבולי של הרס.

3 נק') ג. חשב את התגובות בסמכים B ו-C.

5 נק') ד. חשב את הערכים של כוחות הגזירה, וסרטט את מהלכיהם לאורך הקורה.

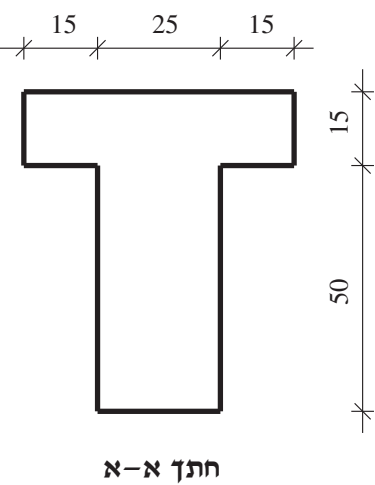
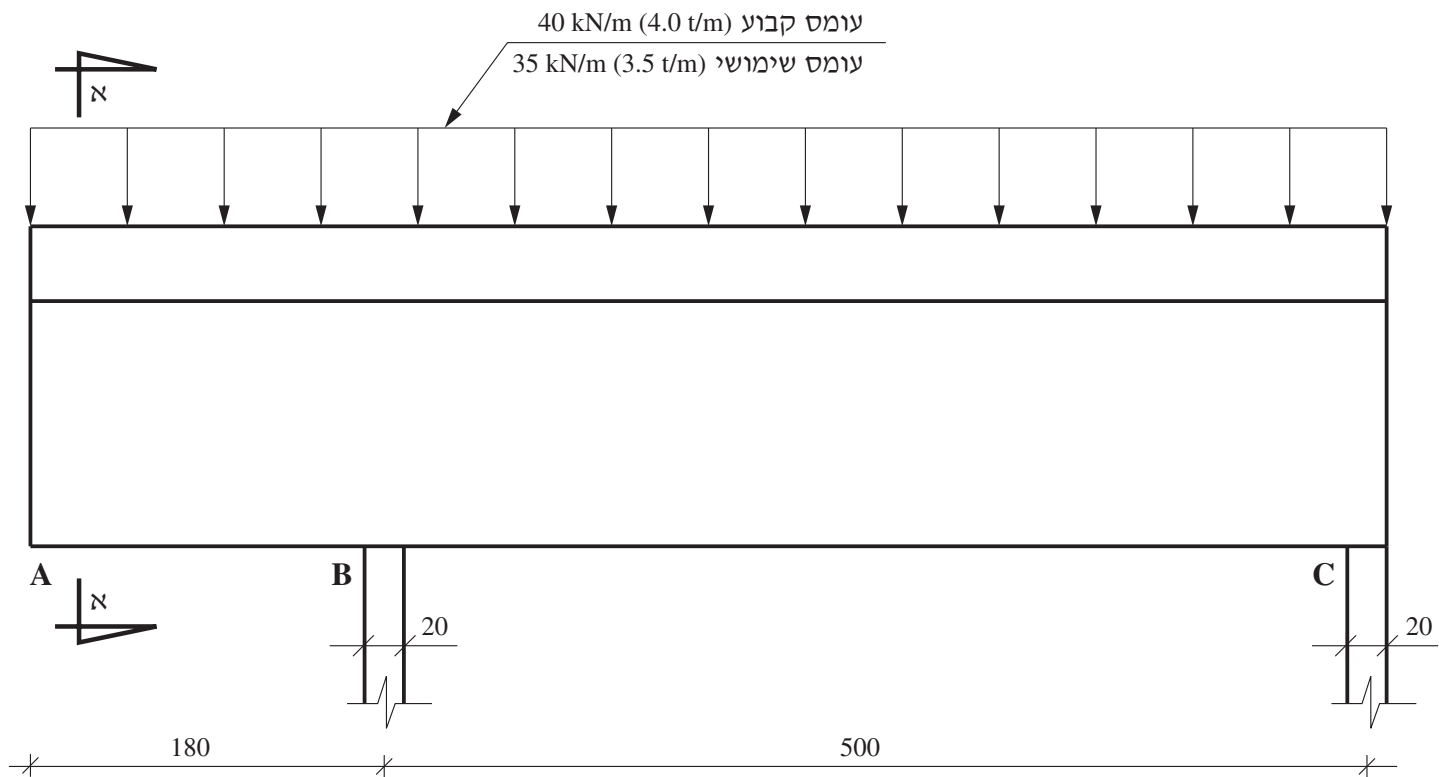
5 נק') ה. חשב את הערכים של מומנטי הכפיפה, וסרטט את מהלכיהם לאורך הקורה.

9 נק') ו. חשב את כמויות הזיון הדרושות לכיסוי המומנטים המרביים (שלילי וחיובי) לאורך הקורה. בחר מוטות זיון בקוטר 16 מ"מ.

4 נק') ז. סרטט את מוטות הזיון באופן סכמתי (ללא אורכים), במבט על חזית הקורה. הצג בסרטוט:

- זיון חיובי (בהתאם לחישוב בסעיף הקודם)
 - זיון שלילי (בהתאם לחישוב בסעיף הקודם)
 - זיון מונטז' (לפי הערכה)
 - חישוקים (לפי הערכה)
- עבור כל סוג זיון שסרטטת, הוסף את כמות המוטות ואת הקוטר שלהם.

הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקום המיועד לכך בנספח, והדק אותו למחברתך.



חתך א-א

איור לשאלה 1, ללא קנ"מ

פרק שני (66 נקודות)

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

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מתוארת תקרת ערוגות מבטון מזוין עם מילוי בלוקי איטונג במידות 30/50 ס"מ. התקרה נשענת על קורות. האיור ללא קנ"מ.

רוחב הצלעות – 15 ס"מ

סוג הבטון הוא ב-30 אגרגט גירי

עובי שכבת הכיסוי: $ds = ds' = 3 \text{ cm}$

נתונים:

- העומס הקבוע הנוסף: $4 \text{ kN/m}^2 (0.4 \text{ t/m}^2)$
- העומס השימושי: $1.5 \text{ kN/m}^2 (0.15 \text{ t/m}^2)$
- המשקל המרחבי של הבטון המזוין: $25 \text{ kN/m}^3 (2.5 \text{ t/m}^3)$
- המשקל המרחבי של בלוקי איטונג: $5 \text{ kN/m}^3 (0.5 \text{ t/m}^3)$

10 נק') א. בדוק באמצעות חישוב אם גובה התקרה עונה על דרישות הכפף לפי ת"י 466 .

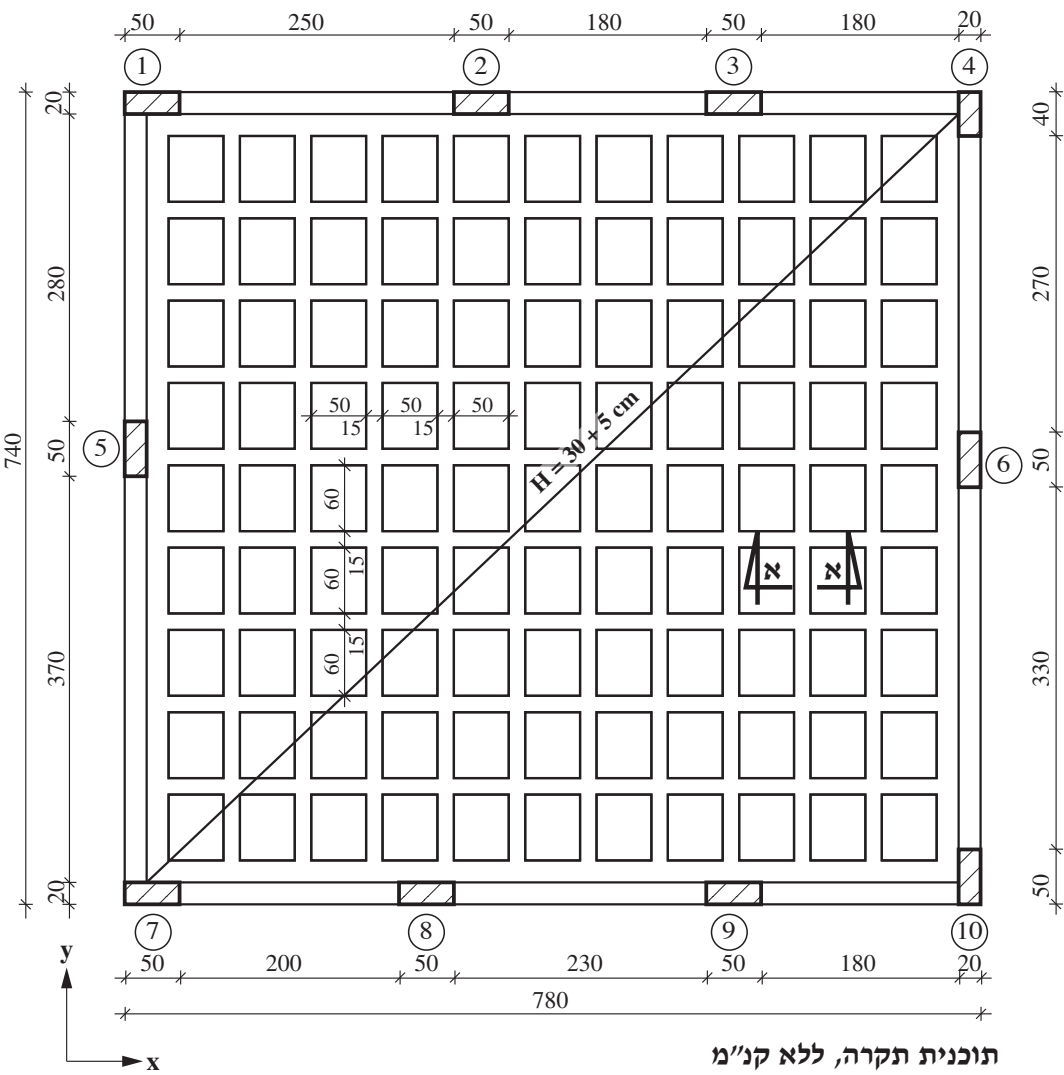
3 נק') ב. חשב את עומס התכן (F_{dmax}) בתקרה למצב גבולי של הרס.

5 נק') ג. חשב את המומנטים בתקרה לכיוונים x ו-y לפי F_{dmax} .

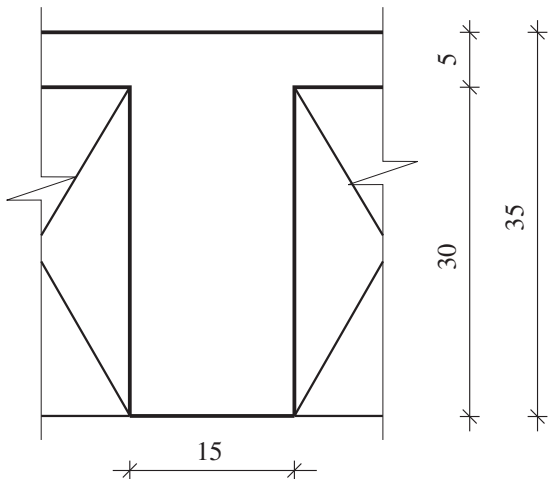
10 נק') ד. חשב את כמות הזיון (A_s) הנדרשת בצלעות לכיוונים y ו-x .

5 נק') ה. סרטט על-גבי הסרטוט של חתך א-א באופן סכמטי, את הזיון הנדרש, כולל חישובים ורשת.

הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקום המיועד לכך בנספח, והדק אותו למחברתך.



תוכנית תקרה, ללא קנ"מ



חתך א-א

איור לשאלה 2, ללא קנ"מ

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מוצגת תקרה מקשית מתוחה בכיוון אחד, עם זיזים, הנשענת על שתי קורות יורדות. האיור ללא קנ"מ.

גובה התקרה: $h = 20 \text{ cm}$

העומס הקבוע על התקרה (נוסף על משקלה העצמי): $(0.35 \text{ t/m}^2) (3.5 \text{ kN/m}^2)$

העומס השימושי על התקרה: $(0.2 \text{ t/m}^2) (2 \text{ kN/m}^2)$

סוג הבטון הוא ב-30 אגרנט גירי

עובי כיסוי הבטון: $ds = ds' = 3 \text{ cm}$

(5 נק') א. בדוק באמצעות חישוב אם גובה התקרה עונה על דרישות הכפף של ת"י 466.

(3 נק') ב. חשב וסרטט מצבי העמסה מסוכנים בתקרה, כולל הגודל של עומסי התכן, לקבלת כוח תגובה מרבי על קורה 2-4-6.

נתון עבור סעיפים ג'-ו':

$F_{dmax} = 15.1 \text{ kN/m}^2 (1.51 \text{ t/m}^2)$ בלי להתחשב במצבי העמסה מסוכנים.

(5 נק') ג. חשב את הערכים של כוחות הגזירה בכיוון x , וסרטט את מהלכיהם.

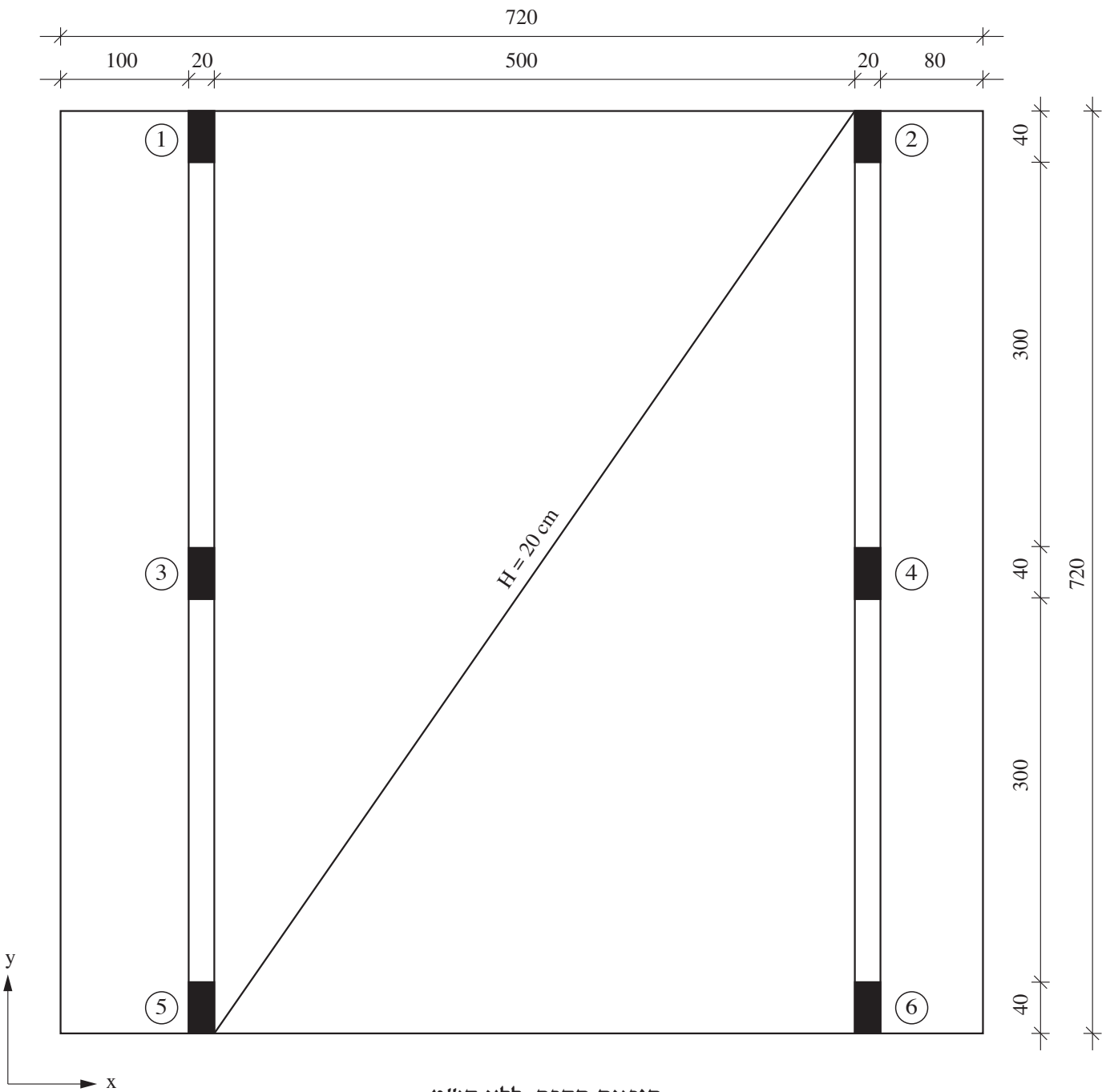
(5 נק') ד. חשב את הערכים של מומנטי הכפיפה בכיוון x , וסרטט את מהלכיהם.

(6 נק') ה. חשב את שטח הזיון הדרוש בכיוון x לקבלת המומנטים בשדה ובשני הזיזים. בחר מוטות זיון מתאימים.

(4 נק') ו. סרטט על-גבי האיור את מוטות הזיון שחישבת בסעיף ה'.

(5 נק') ז. חשב את הגובה הנדרש עבור קורה 2-4-6 על-פי דרישות הכפף של ת"י 466.

הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקום המיועד לכך בנספח, והדק אותו למחברתך.



תוכנית תקרה, ללא קנ"מ

איור לשאלה 3, ללא קנ"מ

שאלה 4

באיורים א' ו-ב' לשאלה 4 מוצגים תוכנית של קומה טיפוסית במבנה רב־קומות מבטון מזוין, וכן מבט א-א (חתך לגובה של עמוד) וחתך ב-ב, מהלך מומנטים ומהלך כוח צירי. האיור ללא קנ"מ.
קטע העמוד שבין הנקודות A ו-B הוא חלק ממסגרת ההקשחה של המבנה לכוחות האופקיים. בקטע זה פועלים כוח תכן צירי ומומנט כפיפה סביב ציר ה־y, כמפורט באיורים.

נתונים נוספים:

- עמוד מוחזק
- סוג הבטון הוא ב־30 אגרגט גירי
- עובי שכבת כיסוי הבטון: $d = 3\text{ cm}$

(6 נק') א. חשב את תמירות העמוד סביב ציר ה־y (λy).

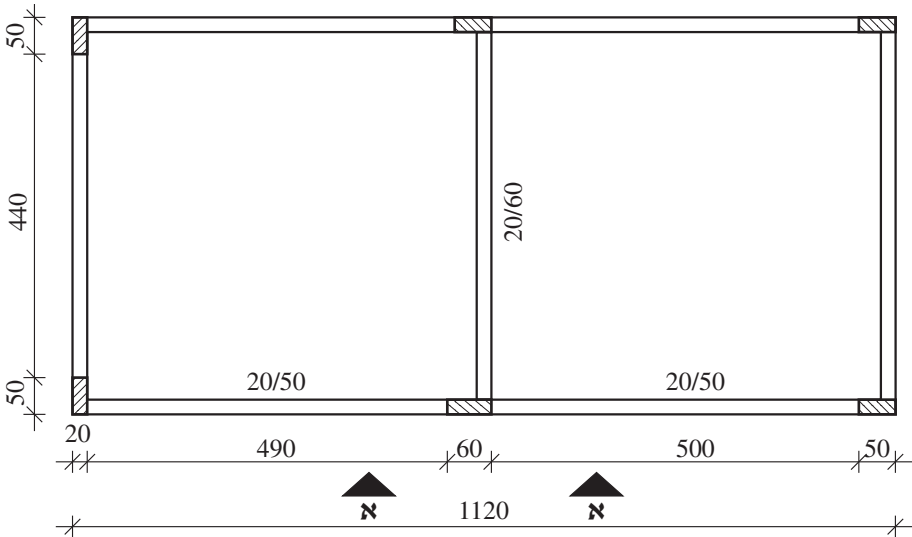
(6 נק') ב. חשב את תמירות העמוד סביב ציר ה־x (λx).

(8 נק') ג. חשב את שטח הזיון האורכי הדרוש בנקודה A סביב ציר ה־y.

(8 נק') ד. חשב את שטח הזיון האורכי הדרוש בנקודה B סביב ציר ה־y.

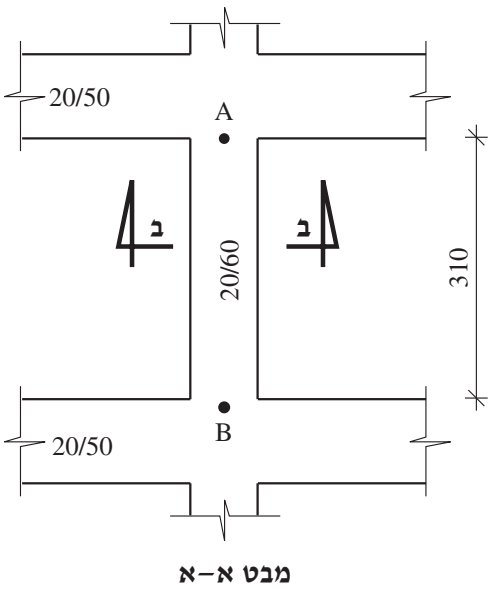
(5 נק') ה. הצג במבט א-א של העמוד את פירוט הזיון, כולל את הקטרים ואת סידור מוטות הזיון כפי שחישבת בסעיפים ג' ו-ד', בתוספת חישובים (אין צורך בחישוב החישובים).

הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקום המיועד לכך בנספח, והדק אותו למחברתך.

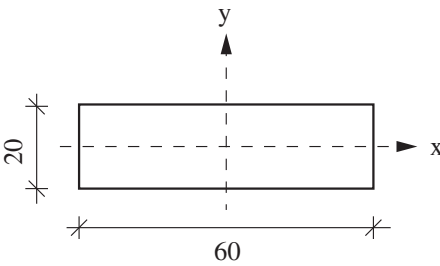


תוכנית קומה טיפוסית

איור א' לשאלה 4, ללא קנ"מ

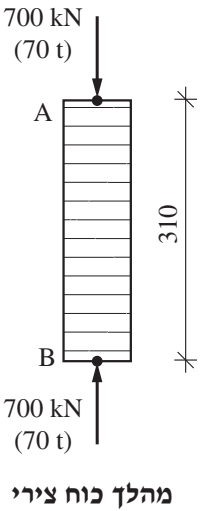


מבט א-א

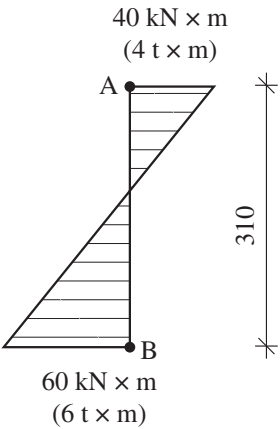


חתך ב-ב

איור ב' לשאלה 4, ללא קנ"מ



מהלך כוח צירי



מהלך מומנטים

נספח: מילון מונחים (2 עמודים)

לשאלון 712914, אביב תשע"ח

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
calcite aggregate	меловой агрегат	رُكام (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	مُجَرَّيات / 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 شبكي)	מסבך
center of gravity	центр тяжести	مركز ثقل	מרכז כובד

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
self weight	собственный вес	وزن ذاتي	משקל עצמי
tension	растяжение	شد	מתיחה
mobile support	подвижная опора	مِسْنَدٌ مُتَحَرِّكٌ	סמך נייד
pinned support	неподвижная опора	مِسْنَدٌ ثَابِتٌ	סמך קבוע
fixed support	приваренная опора	مِسْنَدٌ / مُرْتَكِزٌ مُثَبَّتٌ (مشدود)	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	بشكلٍ مِفْصَلِيٍّ	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 مَخْفِيٌّ	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 بِاتَّجَاهَيْنِ	תקרה מקשית מצולבת
two way ribbed floor	ребристое перекрытие	سقف أضلاع بِاتَّجَاهَيْنِ	תקרת ערוגות
ribbed floor	ребристое перекрытие	سقف أضلاع	תקרת צלעות