

קונסטרוקציות בטון

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון זה חמש שאלות. יש לענות על ארבע מביניהן. לכל שאלה – 25 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש:

1. כל חומר עזר כתוב בכתב-יד או מודפס על נייר מאוגד בקלסר/ים, חוברת טבלאות

2. כלי סרטוט וסרגל קנ"מ

3. מחשבון. אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית

ד. הוראות מיוחדות:

1. עיינו היטב בכל השאלות, לפני שתתחילו לענות עליהן.

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

3. השאלון מתבסס על ת"י 466:

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

חלק II – דצמבר 2015

4. אם לדעתכם חסר נתון בשאלה, השלימו אותו על-פי ראיות עיניכם, ופתרו בעזרתו את השאלה. ציינו בתשובה את הנתון שהוספתם.

5. בתשובה על שאלת חישוב, עליכם להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. כל תוצאת חישוב יש להציג ביחידות המידה המתאימות, כמפורט בשאלון (עמוד 3).

6. בנספח ב' לשאלון זה מובא מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכלו להיעזר בו בעת הצורך.

הוראות למשגיחים:

בתום הבחינה יש לוודא שהנבחנים הדביקו את מדבקת הנבחן שלהם במקום המיועד לכך בנספח א' וצירפו אותו למחברת הבחינה.

כתבו במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונכם לכתוב כטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).

כתבו "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. כתיבת טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 12 עמודים ו-3 עמודי נספחים.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים,

אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

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.

הנחיות לשימוש ביחידות

היחידות החדשות	הגדרת היחידה
$kN = \text{קילו ניוטון}$	כוח מרוכז
$kN/m = \text{קילו ניוטון/מטר}$	כוח מפורס ליחידת אורך
$kN/m^2 = \text{קילו ניוטון/מטר מרובע}$	כוח מפורס ליחידת שטח
$kN \times m = \text{קילו ניוטון} \times \text{מטר}$	מומנט
$MPa = \text{מגה פסקל}$	מאמץ

הערות:

1. המידות באיורים נתונות ב**סנטימטרים (cm)**, אלא אם מצוין אחרת.

2. נתונים כלליים ל**פלדות**:

מאמץ מותר לכפיפה, ללחיצה ולמתיחה: $\sigma_m = 140 \text{ MPa}$

מודול האלסטיות: $E = 2.1 \times 10^5 \text{ MPa}$

השאלות

ענו על ארבע מבין השאלות 1 – 5 (לכל שאלה – 25 נקודות).

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מסורטטים, ללא קנ"מ, קטע מתוכנית קומה טיפוסית של בניין משרדים וחתך א'-א'. יש לתכנן את עמוד מס' 1, המועמס בעומס של 2,000 kN. מידות העמוד: 25/50 cm.

העמוד מוחזק בכיוון X, אך אינו מוחזק בכיוון Y.

נתונים נוספים:

- $A = 0.7$, $B = 1.1$, $C = 2.7$
- סוג הבטון: ב-30, אגרגט גירי
- עובי שכבת כיסוי הבטון: $ds = ds' = 5$ cm
- הפלדה מצולעת מסוג פ-500 ($f_{sd} = 435$ MPa)

(4 נק') א. חשבו את ערך התמירות הגבולית λ_{min} בכיוון X.

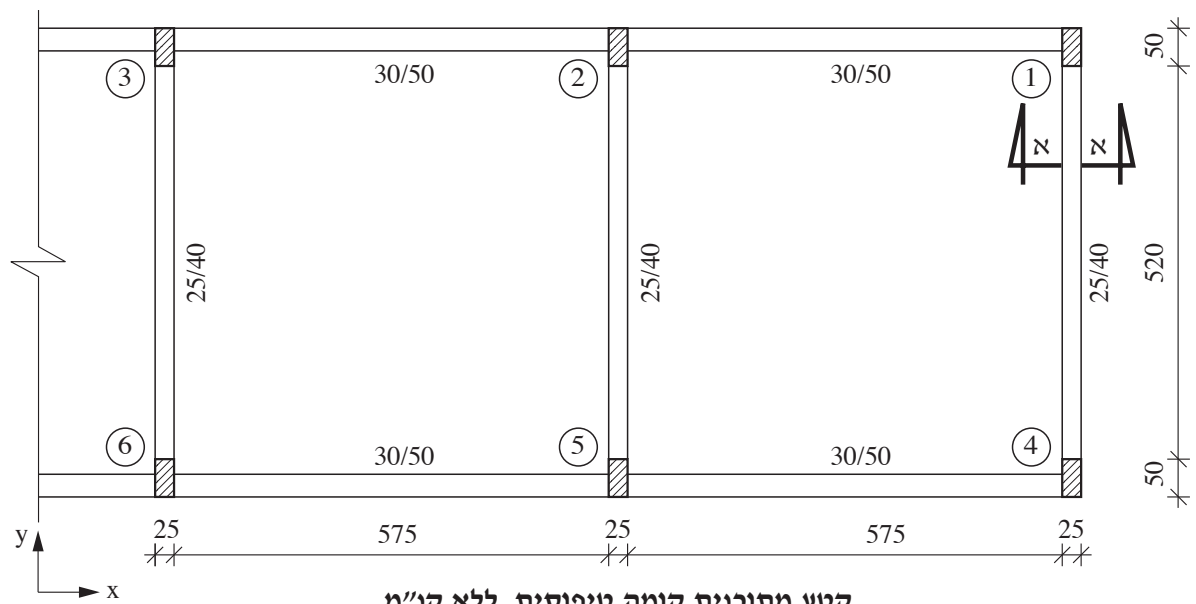
להלן נתונים לסעיפים ב'-ד':

- האורך הפעיל בכיוון X הוא $L_e = 2.8$ m.
- האורך הצירי הוא $L = 3.6$ m, $C = 8$ (מקדם אינטגרציה), $K_\phi = 1.4$, $K_r = 0.67$, $d^* = d$.

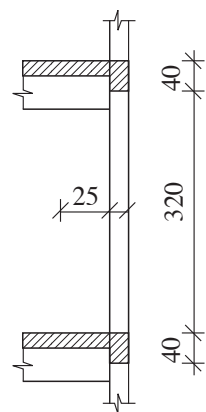
(5 נק') ב. חשבו את תמירות העמוד (λ) בכיוון X.

(9 נק') ג. חשבו את שלושת סוגי האקסצנטריות (e_d), (e_i), (e_2) בכיוון X.

(7 נק') ד. חשבו את שטח הזיון הדרוש בעמוד בכיוון X, ובחרו מוטות מתאימים בקוטר 22 mm.



קטע מתוכנית קומה טיפוסית, ללא קנ"מ



חתך א-א, ללא קנ"מ

איור לשאלה 1

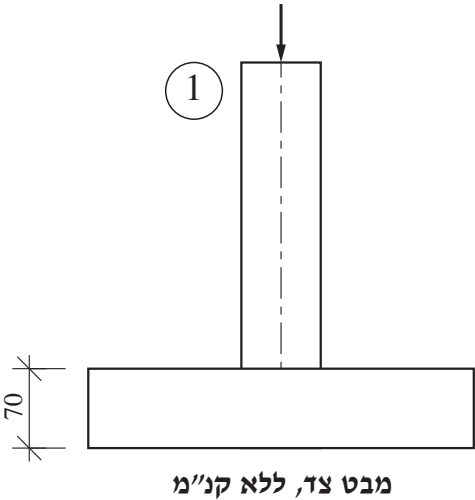
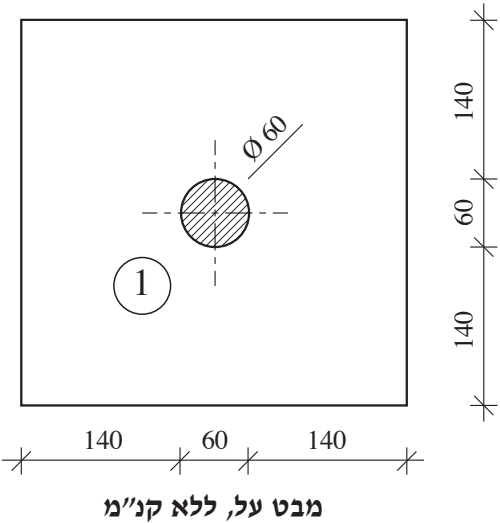
שאלה 2

באיור לשאלה 2 מסורטטים, ללא קנ"מ, מבט צד ומבט-על של יסוד לעמוד בודד.
מידות החתך של העמוד העגול: $\varnothing 60 \text{ cm}$.
עומס השירות הצידי על העמוד: עומס קבוע – $1,500 \text{ kN}$ ועומס שימושי – 400 kN .
מידת פלטת היסודות: $340/340/70 \text{ cm}$.
מאמץ השירות המותר בקרקע: 210 kN/m^2 .

נתונים נוספים:

- סוג הבטון: ב'30, אגרגט גירי
- עובי שכבת כיסוי הבטון: $ds = ds' = 5 \text{ (cm)}$
- הפלדה מצולעת מסוג פ'500 ($f_{sd} = 435 \text{ MPa}$)

- (6 נק') א. בהתחשב בעומסים – בדקו אם המאמץ הקיים בקרקע עונה על דרישות המאמץ המותר.
- (7 נק') ב. סרטטו סכמה סטטית של היסוד. על הסכמה לכלול את מידות היסוד ואת עומסי התכן הפועלים עליו מהעמוד ומהקרקע.
- (5 נק') ג. חשבו וסרטטו מהלך כוחות גזירה ומומנטים לאורך היסוד.
- (7 נק') ד. חשבו את מספר מוטות הזיון בקוטר 14 mm הנדרשים ביסוד. אין צורך לחלק לרצועות.



איור לשאלה 2

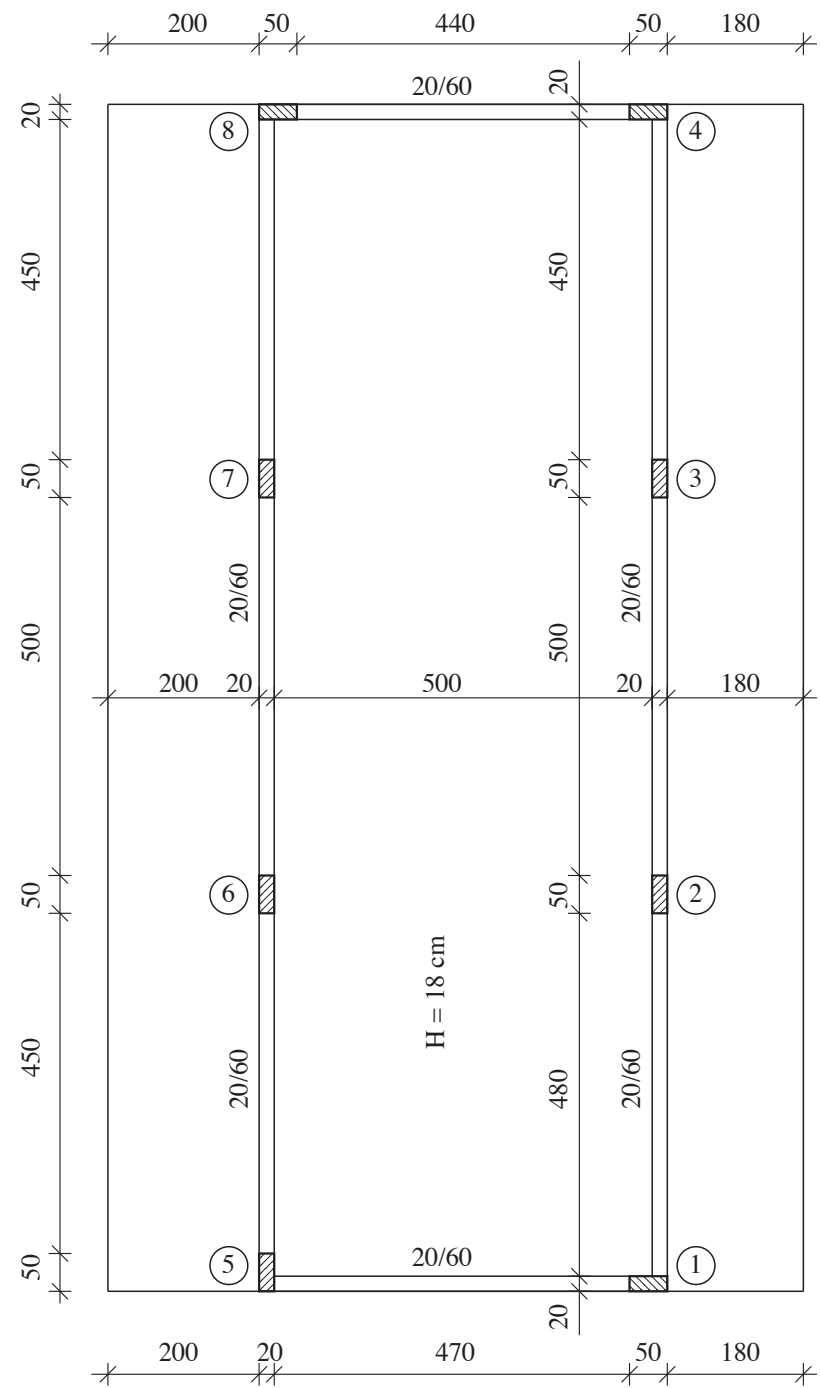
שאלה 3

באיור לשאלה 3 מסורטטת, ללא קנ"מ, תקרה מקשית מבטון מזוין. התקרה נשענת על קורות יורדות.

נתונים:

- עובי התקרה: 18 cm
- סוג הבטון: ב-30 אגרגט גירי
- עובי שכבת הכיסוי: $d_s = 3 \text{ cm}$
- העומס הקבוע הנוסף: 3 kN/m^2
- העומס השימושי: 1.5 kN/m^2
- המשקל המרחבי של הבטון המזוין: 25 kN/m^3
- הפלדה: מצולעת מסוג פ-500 ($f_{sd} = 435 \text{ MPa}$)

- 5 נק' א. בדקו באמצעות חישוב אם עובי התקרה עונה על דרישות הכפף של ת"י 466.
- 5 נק' ב. חשבו את המומנטים בתקרה עבור עומס התכן F_{dmax} .
- 5 נק' ג. חשבו את כמות הזיון (A_s) הנדרש – החיובי והשלילי.
- 5 נק' ד. בנספח א' נתונה התוכנית של התקרה המקשית. סרטטו על-גבי התוכנית את הזיון הנדרש. הדביקו את מדבקת הנבחן שלכם על-גבי נספח א', וצרפו אותו למחברת הבחינה.
- 5 נק' ה. סרטטו במחברת את הסכמה הסטטית של קורה 1-2-3-4, ומתחתייה סרטטו באופן עקרוני בלבד (ללא חישוב) את סידור הזיון של הקורה, כולל זיון הרכבה ("מונטז").



תקרה מקשית, ללא קנ"מ

איור לשאלה 3

שאלה 4

באיור לשאלה 4 מסורטטים, ללא קנ"מ, תקרת צלעות הנסמכת על שני סמכים, וחתך טיפוסי של התקרה.

נתונים:

- סוג הבטון: ב-30 אגרסט גירי
- הפלדה: מצולעת מסוג פ-500 ($f_{sd} = 435 \text{ MPa}$)
- עובי כיסוי הבטון: $d_s = 3 \text{ cm}$
- המשקל המרחבי של הבלוקים בתקרת צלעות: $\gamma_b = 5 \text{ kN/m}^3$
- העומס הקבוע הנוסף על התקרה, לא כולל את משקלה העצמי: $\Delta g = 4 \text{ kN/m}^2$
- העומס השימושי על התקרה: $Q_k = 2 \text{ kN/m}^2$

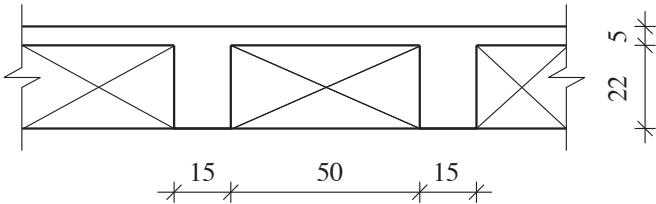
(4 נק') א. חשבו את המשקל העצמי של התקרה. אם התחשבתם בתוספות בטון בתקרה, ציינו במילים כמה הוספתם למשקל התקרה.

בסעיפים הבאים יש להביא בחשבון שהמשקל העצמי של התקרה הוא 3.8 kN/m^2 .

(7 נק') ב. סרטטו את הסכמות הסטטיות של התקרה, ובדקו באמצעות חישוב אם גובה התקרה עונה על דרישות הכפף של ת"י 466.

(7 נק') ג. עבור עומס תכן 16.4 kN/m^2 על התקרה, חשבו וסרטטו מהלכי כוחות גזירה ומומנטי כפיפה עבור הסכמה העליונה בתקרה.

(7 נק') ד. חשבו את שטח הזיון הדרוש לכיסוי המומנט השלילי המרבי מעל קורה B, ובחרו מוטות פלדה מתאימים מקוטר 12.



איור לשאלה 4

שאלה 5

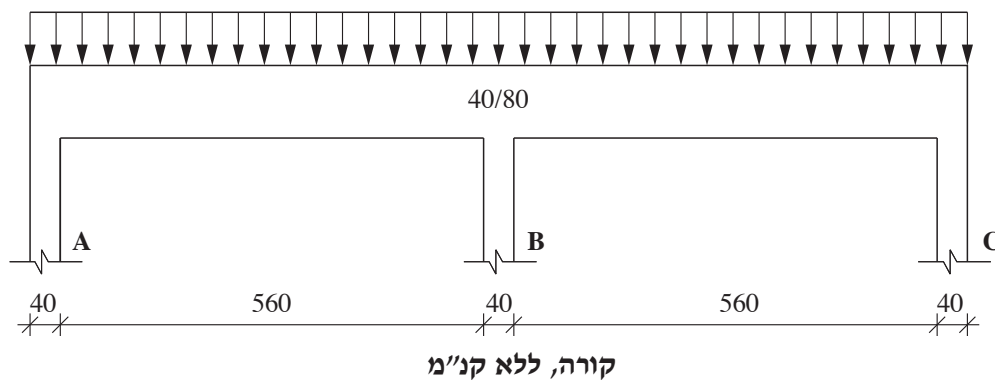
באיור לשאלה 5 מסורטטת, ללא קנ"מ, קורה בחתך מלבני במידות 40/80, הנסמכת על שלושה סמכים שרוחב כל אחד מהם 40 cm.

בסרטוט מפורטים העומסים האופייניים הפועלים על הקורה.

בפתרון השאלה אין להתחשב במצבי העמסה מסוכנים.

נתונים:

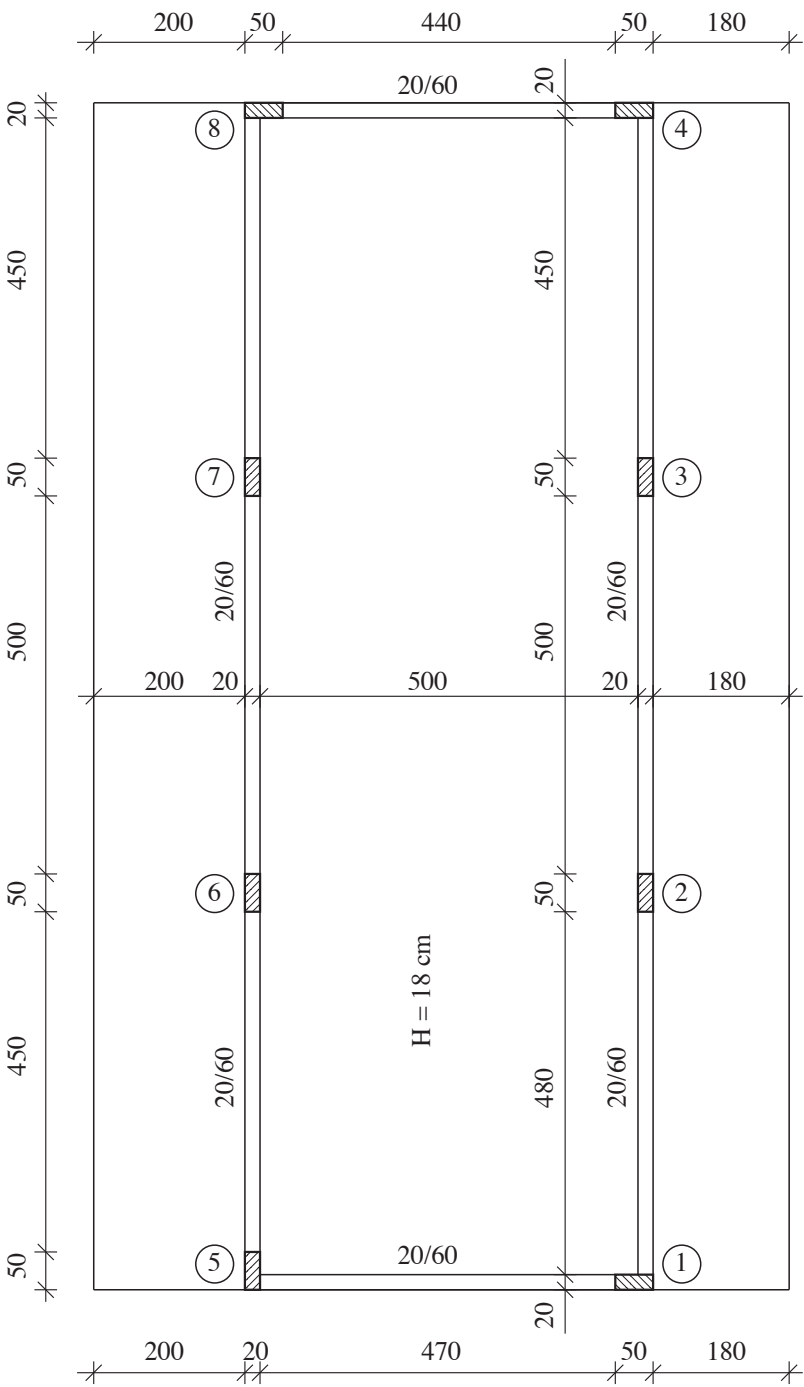
- העומס הקבוע על הקורה, כולל משקלה העצמי: 16 kN/m
- העומס השימושי בשדה: 12 kN/m
- סוג הבטון: ב-30, אגרגט גירי
- הפלדה: מצולעת מסוג פ-500 ($f_{sd} = 435 \text{ MPa}$)
- עובי שכבת כיסוי הבטון: $ds = ds' = 3 \text{ cm}$



איור לשאלה 5

- (3 נק')** א. חשבו את עומס התכן על הקורה.
- (7 נק')** ב. חשבו את שטח הזיון הדרוש לכיסוי המומנט החיובי המרבי, ובחרו מוטות זיון מתאימים ממצולע קוטר 14.
- (7 נק')** ג. נתון שהזיון מעל סמך B הוא 6 מוטות מצולעים בקוטר 16. חשבו את העומס השימושי המרבי אשר ניתן להעמיס על הקורה עבור שטח הזיון הנתון.
- (8 נק')** ד. חשבו חישוקים לגזירה בשפה הימנית של סמך B. יש להשתמש בחישוקים בקוטר 10. הניחו שמנת הזיון האורכי היא $\rho = 0.012$.

בהצלחה!



לשאלון 712933, אביב תשפ"ג

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
calcite aggregate	меловой агрегат	رُكَّام (حَصَي) جبري / 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 مُركزة	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	ضَغْط	לחיצה
combined stress	совместное усилие	جُهد مُركَّب	מאמץ משולב
diagram	лестничные марши	مُجَرَّيات / مَحْطَّطات	מהלכים
moment of inertia	момент инерции	عزم الاستمرارية	מומנט התמד
bending moment	изгибающий момент	عزم الثني	מומנט כפיפה
concentrated moment	сосредоточенный момент	عزم مُركز	מומנט מרוכז
center of gravity	центр тяжести	مركز ثقل	מרכז כובד
self weight	собственный вес	وزن ذاتي	משקל עצמי
tension	растяжение	شد	מתחה
mobile support	подвижная опора	مِسْنَد مُتَحَرِّك	סמך נייד
fixed support	неподвижная опора	مِسْنَد ثابت	סמך קבוע
pinned support	приваренная опора	مِسْنَد / مُرْتَكز مُثَبَّت (مشدود)	סמך רתום
ribbed reinforced bars	профилированная арматура	حديد مُضْلَع	פלדה מצולעת
compound profile	составной профиль	لَمَحَات مُرْكَبَة	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

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
latent beam	скрытая балка (в толщине перекрытия)	عَرَقَة / جِسْر مَخْفِي	קורה סמויה
welding	сварка	لِحَام	ריתוך
wear	истирание, износ	تَأْكُل	שחיקה
slenderness ratio	высокий элемент малого поперечного сечения	نُحُول	תמירות
slab floor	массивное перекрытие	سَقْف باطون مُسَلَّح	תקרה מקשית
two way slab floor	перекрытие сплошное ребристое	سَقْف باطون بِاتِّجَاهَيْن	תקרה מקשית מצולבת
two way ribbed floor	ребристое перекрытие	سَقْف أضلاع بِاتِّجَاهَيْن	תקרת ערוגות
ribbed floor	ребристое перекрытие	سَقْف أضلاع	תקרת צלעות