GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2026 מועד ב'
סמל השאלון: 90419
קובץ: תשובות סופיות

# לימודי מבנים

## אדריכלות ועיצוב פנים · הנדסאים

### הוראות

**א.** משך הבחינה: ארבע שעות.

**ב.** מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה חמש שאלות: שאלה 1 חובה - 40 נקודות שאלה 2 חובה - 30 נקודות משאלות 3-5 יש לענות על שתי שאלות בלבד, ערך כל שאלה - 15 נקודות. סך הכול: 100 נקודות. אם חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת בתשובה ולהוסיף נתון מתאים שיאפשר להמשיך בפתרון השאלה. יש לנמק את הבחירה.

**ג.** חומר עזר מותר בשימוש: 1. כל חומר עזר למעט מחשב מכל סוג. 2. מחשבון עם אחוזים (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית). 3. ת"י 466

**ד.** <u>הוראות מיוחדות</u>: 1. כל המידות בשאלות נתונות בס"מ. 2. רשמו את הנוסחאות שבהן נעזרתם להבהרת דרך הפתרון. 3. יש להקפיד לרשום ליד כל מספר את הכינוי שלו. 4. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה, ולוודא שהן מובנות. 5. יש למלא את הפרטים הנדרשים בראש עמוד זה. יש לצרף את השאלון למחברת הבחינה. 6. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק. בסיום המבחן יש לרשום בעמוד זה את מספרי התשובות לבדיקה. התשובות ייבדקו לפי סדר כתיבתן בעמוד זה. לא ייבדקו תשובות עודפות. 7. יש לכתוב את התשובות במחברת הבחינה בעט בלבד, ובכתב יד ברור. 8. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה. 9. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר עליו קו כדי שלא ייבדק. 10. יש להציג פתרון מלא ומנומק, הכולל חישובים לפי הצורך. הצגת תשובה סופית ללא שלבי הפתרון, לא תזכה בניקוד. הנחיות לשימוש ביחידות ובתקנים: 1. מותר להשתמש באחת משתי שיטות היחידות, אך השימוש חייב להיות עקבי לאורך כל הבחינה. 2. יש לרשום בעמוד הראשון של הבחינה: "אני משתמש ביחידות החדשות" או "אני משתמש ביחידות הישנות". 3. אם נבחן משתמש לסירוגין בשתי השיטות של היחידות שהוזכרו לעיל, באותה השאלה או בשאלות שונות, בחינתו תיפסל. 4. אם הנבחן לא ימלא אף אחת מההנחיות לעיל, ייחשב הדבר בעת בדיקת הבחינה כאילו השתמש ביחידות החדשות. יחידות ישנות/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: 1 טון = 10 ק"נ. כוח מפורס ליחידת אורך (מ"א = מטר אורך): 1 טון/מ"א = 10 ק"נ/מ"א. כוח מפורס ליחידת שטח (מ"ר = מטר ריבוע): 1 טון/מ"ר = 10 ק"נ/מ"ר. מומנט (מ' = מטר): 1 טון מ' = 10 ק"נ מ'.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

**בהצלחה!**

# תשובות סופיות

## שאלה 1

**א.** 18 עמודים 20/40 ס"מ על ארבעה קווי סמך בכיוון צפון-דרום: החזית המערבית (ע1, ע5, ע9, ע13, ע15), הקיר שבין חדרי הרופא הצפוניים והמשכו עד הממ"מ (ע2, ע6, ע10, ע16), הקיר שבין חדר הרופא לחדר הטיפולים והמשכו (ע3, ע7, ע11, ע17), והחזית המזרחית (ע4, ע8, ע12, ע14, ע18). קירות הבטון של הממ"מ הם סמכים בעצמם.

**ב.** תקרת צלעות חד-כיוונית במתיחה מזרח-מערב, נמשכת על ארבעת קווי הסמך ( $x = 10$ , $520$ , $970$ , $1480$ ) במפתחים 510, 450, 510 ס"מ. הגגון ורצועות צרות בקצה הדרומי - מקשיים בעובי התקרה.

**ג.** קורות ראשיות צפון-דרום: ק-1 (חזית מערבית), ק-2 ( $x = 520$ , סמויה מעל הפתח למסדרון), ק-3 ( $x = 970$ , סמויה בין חדרי ההמתנה), ק-4 (חזית מזרחית, עליונה בנסיגה), ו-ק-7 (חזית דרומית של המזכירות, נושאת את הגגון). קורות היקפיות: ק-5 (צפון), ק-6 (דרום-מערב), ק-8, ק-9 (קצרות מתחת לפינות הממ"מ). אזורי תקרה: ת-1 (צלעות, שלושה שדות), ת-2, ת-3 (צלעות, רתומות בממ"מ), ת-4, ת-5 (רצועות מקשיות), ת-6 (גגון).

**ד.** תקרה: ת-1 - שלושה שדות 510, 450, 510 על ק-1, ק-2, ק-3, ק-4; ת-2/ת-3 - שדה 510 בין ק-1 (או ק-4) לריתום בממ"מ; ת-4/ת-5 - שדה פשוט 510; ת-6 - זיז 150 רתום ב-ק-7. קורות (ס"מ): ק-1: 360, 365, 395, 470; ק-2: 360, 368, 392; ק-3: 360, 456, 304; ק-4: 360, 420, 350, 460; ק-7: 510.

**ה.** $L_{0,max} = 0.8 \cdot 510 = 408$ ס"מ, $h \approx 408/18 \approx 23$ ס"מ - נבחר 25 ס"מ: בלוק 20 ס"מ וטבלה 5 ס"מ, צלעות 15 ס"מ כל 65 ס"מ.

**ו.** המרחק בין הקורות: התקרה נשענת על הקורות, והמפתח שלה (510 ס"מ, $L_0 = 408$ ) הוא המרחק בין הקורות ק-1, ק-2, ק-3, ק-4. המרחק בין העמודים קובע את גובה הקורות. חריג: קורה סמויה גבוהה כעובי התקרה, ולכן מפתח ארוך שלה בין עמודים יכול לחייב תקרה עבה יותר; כאן המפתחים הסמויים קצרים (368 ו-304 ס"מ) ואינם קובעים.

### שאלה 2

**א.** ת-1: התקרה המקשית שבין ק-A ל-ק-B, מתיחה מזרח-מערב (מפתח 350 ס"מ). ת-2: תקרת הצלעות, מתיחה צפון-דרום - מ-ק-D אל ק-E (625 ס"מ) וזיז של 245 ס"מ דרומה מ-ק-E.

**ב.** מקשית: $L_0 = 350$ ס"מ, עובי משוער $350/25 = 14$ ס"מ. צלעות:
$L_{0,max} = 0.9 \cdot 625 = 562.5$ ס"מ (הזיז: $2.2 \cdot 245 = 539$ ס"מ).
$F_{ser} = 7.20\,\mathrm{kN/m^2}$ , $k_{12} = 27.23$ , $k_{11} \approx 0.74$ ; הגובה הדרוש
$562.5/(0.74 \cdot 27.23) \approx 27.9$ ס"מ $\le 28$ ס"מ - עומדת בדרישה, על הגבול. תקרה שאינה עומדת - צפוי כפף גדול מהמותר: סדקים במחיצות ובריצוף, פגיעה בתפקוד; יש להגדיל את העובי, לקצר את המפתח או להוכיח בחישוב כפף מפורט.

**ג.** מושפעות ק-B ו-ק-E. ק-B: במקור קורה נמשכת ע2-ע10 (615, 225 ס"מ) עם עומס מפורס; במצב החדש קורה פשוטה ע2-ע10 במפתח 840 ס"מ, עם העומס המפורס ועוד כוח מרוכז מ-ק-E במרחק 615 ס"מ מ-ע2. ק-E: המפתחים (405, 405) והעומס המפורס לא משתנים, אבל הסמך המערבי משתנה מעמוד 6 ל"ק-B" - קורה נושאת קורה.

**ד.** האזור המערבי הופך לתקרת צלעות (28 ס"מ) במתיחה צפון-דרום, כמו האזור המזרחי. קורה חדשה סמויה ק-(80/28) E1 בהמשך ק-E, מעמוד 6 מערבה עד ק-A ( $y = 635$ ). סכמת התקרה החדשה: ק-D (קטע 2-1), 625, ק-235, E1, ק-F. הקורות שהשתנו: ק-E - שלושה שדות (ק-A, 350, ע6, 405, ע7, 405, ע8); ק-A - כוח מרוכז מ-ק-E1 במקום עומס מפורס מהתקרה; ק-(2-1) D ו-ק-F - מקבלות עומס מפורס מהצלעות.

### שאלה 3

**א.** שלושה עמודים בשפה המזרחית של היציע (לצד המדרגות): ע1 ב- $(600, 250)$ , ע2 ב- $(600, 500)$ , ע3 בפינה $(600, 750)$ - בקווי השפה הצפונית והדרומית של הפתח ובשפה הדרומית. כל קורה ראשית נשענת על קיר הבטון המערבי ועל עמוד.

**ב.** ראשיות מזרח-מערב: ק.ר.1 ( $y = 250$ ), ק.ר.2 ( $y = 500$ ), ק.ר.3 ( $y = 750$ ), מהקיר המערבי לעמודים, מפתח 6.0 מ'. משניות צפון-דרום כל 50 ס"מ ( $x = 50$ עד $600$ ), במפתח 2.5 מ': מהקיר הצפוני אל ק.ר.1, בין ק.ר.1 ל-ק.ר.2 (חוץ מהפתח), ובין ק.ר.2 ל-ק.ר.3. סך הכול 33 קורות משניות.

**ג.** ק.מ.2: המשנית שלאורך השפה המערבית של הפתח ( $x = 200$ ) - קורה פשוטה, סמך A על ק.ר.1, סמך B על ק.ר.2, מפתח $2.5\,\mathrm{m}$ , עומס מפורס $q = 11 \cdot 0.25 = 2.75\,\mathrm{kN/m}$ ( $275\,\mathrm{kg/m}$ ). 28 משניות טיפוסיות ( $q = 5.5\,\mathrm{kN/m}$ , רוחב השפעה 50 ס"מ); 5 משניות שפה (שתי שפות הפתח ושלוש בשפה המזרחית) נושאות חצי עומס, כי יש להן לוחות רק מצד אחד.

**ד.** ק.ר.1: קורה פשוטה, סמך A על קיר הבטון המערבי, סמך B על ע1, מפתח $6.0\,\mathrm{m}$ . כוחות מרוכזים כל 0.5 מ': $P = 2 \cdot 7.5 = 15\,\mathrm{kN}$ ( $1.5\,\mathrm{t}$ ) ב- $x = 0.5$ עד $2.0$ וב- $x = 4.0$ עד $5.5$ מ', ו- $P = 7.5\,\mathrm{kN}$ ( $0.75\,\mathrm{t}$ ) ב- $x = 2.5, 3.0, 3.5$ מ' (מול הפתח).
$R_A = R_B = 71.25\,\mathrm{kN}$ .

### שאלה 4

**א.** תרשים 2ב (שני זיזים) < תרשים 1א (זיז אחד) < תרשים 3 (קורה פשוטה). כל זיז יוצר מומנט שלילי מעל הסמך, ש"מרים" את מהלך המומנטים בשדה ומקטין את המומנט החיובי.

**ב.** הם קשורים הפוך: הגדלת המומנט השלילי בסמך $A$ (זיז ארוך יותר או עומס גדול יותר עליו) מקטינה את המומנט החיובי בשדה; הקטנת המומנט השלילי מגדילה את המומנט החיובי, עד $FL_1^2/8$ כשהזיז מתבטל. כשהעומס בשדה גדל, המומנט החיובי גדל, והמומנט השלילי - שתלוי רק בזיז - לא משתנה.

**ג.** המומנט השלילי יגדל (נוסף לו $P \cdot L_2$ בסמך $A$); המומנט החיובי יקטן (המומנט השלילי הגדול מקטין את התגובה ב- $B$ ו"מרים" את השדה).

**ד.** $L_2 = (\sqrt{2}-1)L_1 \approx 0.414 L_1$ : אז המומנט השלילי $\frac{FL_2^2}{2}$ שווה בגודלו למומנט החיובי המקסימלי, $0.0858 FL_1^2$ .

### שאלה 5

**א.** מוט 1 - אפס; מוט 4 - לחיצה; מוט 8 - אפס; מוט 9 - לחיצה; מוט 15 - מתיחה; מוט 16 - לחיצה.

**ב.** מוט 9: הוא לחוץ, ובמוט לחוץ בודקים גם קריסה (המאמץ המותר קטן, מקדם קריסה $\omega > 1$). מוט 15 מתוח, ובו מספיק $A = N/\sigma_{allow}$ . שני המוטות באותו אורך, $\sqrt{a^2+h^2}$ .

**ג.** (1) מוט 17 - מתיחה ($P$); מוט 15 - לחיצה ($P\sqrt{a^2+h^2}/a$).

(2) $R_B = 2P$ , כלפי מעלה.

**ד.** גדול: הרכיב האנכי של הלחיצה במוט 15 צריך להיות גדול מ- $R_B$ (ולכן גם הכוח עצמו גדול מ- $R_B$). אז מוט 16 מושך את $B$ כלפי מעלה - מתיחה. בנתונים כאן $P\frac{h}{a}$ מול $2P$ , כלומר מתיחה רק אם $h > 2a$ .

**ה.** $R_B = 0$ : שני הכוחות האופקיים $P$ (ב- $F$ , בגובה $h$ מעל $A$ , וב- $J$ , בעומק $h$ מתחתיו) נותנים סביב $A$ מומנטים שווים והפוכים, ו- $A$ הקבוע מקבל את כל הכוח האופקי ($2P$).

כל מבחני מה"ט עם פתרונות מלאים: www.guyai.co.il/mahat