GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2025 מועד א'
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. הוראות מיוחדות: 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. 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 רבוע): 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. 17 עמודים 20/50 ס"מ: בכל פינות הבית ופינות הקטע הפתוח שבין חדר השינה לאגף ההורים, בקירות החוץ במפגשי קירות ובקטעי קיר מלאים שבין החלונות, ועמוד פנימי אחד (16) בקצה המחיצה שבין המבואה לסלון. קירות הממ"ד וקיר הבטון שליד חדרי הרחצה משמשים סמכים בעצמם, ובחלל הסלון והמטבח אין עמודים.

ב. העמודים מועתקים לתרשים 2ב באותם מקומות ובאותם מספרים. התקרה: תקרת צלעות בעובי אחיד, הנשענת על קורות סמויות בתוך הבית ועל קורות בולטות בהיקף; כיוון המתיחה צפון-דרום. הנימוק: אסור להוריד קורות לחלל הבית, והמפתחים גדולים (עד כ-7.5 מ'), ולכן דרושה תקרה עבה וקלה - תקרת צלעות.

ג. קורות סמויות פנימיות: ק-B (מקיר הממ"ד לעמוד 5), ק-D (מקצה קיר הבטון דרך עמוד 16 לעמוד 8), ק-I (עמודים 6, 17, 7) ו-ק-F (עמודים 13, 14, מעל מפרץ המטבח); בקירות החוץ קורות בולטות. ארבעה אזורים: R1 (מתחת לממ"ד), R2 (חדר השינה והמשכו דרומה), R3 (מתחת לקטע הפתוח), R4 (אגף ההורים), כולם במתיחה צפון-דרום.

ד. תקרה: R1 - זיז 225, שדות 748 ו-247, רתומה בממ"ד; R2 - זיז 225, שדות 748, 247, 570; R3 - זיז 225, שדות 748, 247; R4 - שדות 570 ו-480. קורות סמויות: ק-400 - B (רתומה בממ"ד, פרקית בעמוד 5); ק-270 - D ו-420; ק-260 - I ו-340; ק-330 - F.

ה. $L_0 = 0.7 \cdot 748 = 524$ ס"מ, נקבע על ידי השדה של 748 ס"מ בסכמות R1-R3. עובי מוערך $524/18 \approx 29$ ס"מ, וגם הקורה הסמויה ק-D דורשת $420/14 = 30$ ס"מ, ולכן נבחר 30 ס"מ (בלוק 25 + טבלה 5). בדיקה לפי ת"י 466: $F_{ser} = 10.31\ \text{kN/m}^2$, $k_{12} = 24.16$, $k_{11} = 0.76$, $h_{req} = 524/(24.16 \cdot 0.76) = 28.5$ ס"מ < 30 ס"מ - מתאים.

ו. הקורה הסמויה ק-D, $L_0 = 420$ ס"מ. העומס מהתקרה:
$F = 10.3 \cdot (0.5 \cdot 2.47 + 0.5 \cdot 7.48) = 51.2\ \text{kN/m}$ (5.12 ט'/מ'), מפורס לכל אורכה.
הסכמה: קצה קיר הבטון - 270 - עמוד 16 - 420 - עמוד 8.

ז. ק-1: קורה עם זיז - סמך בקיר הממ"ד, שדה 280, עמוד A, זיז 120; עומס מפורס F [kN/m] - משקל עצמי של הקורה, וכוח מרוכז P [kN] בקצה הזיז - הריאקציה של ק-2. ק-2: קורה פשוטה - עמוד B, שדה 555, ק-1; עומסים מפורסים F_1 [kN/m] - משקל עצמי ו- F_2 [kN/m] - עומס מהתקרה.

שאלה 2

א. S1 (בין עמודים 1-4-8): ק-480 - C - ק-450 - B - ק-A. S2 (האמצע): ק-480 - D - ק-480 - C - ק-B -- 450 - ק-A. S3 (המזרח): זיז 180 - ק-480 - C - ק-B.

ב. $L_{0,max} = 0.9 \cdot 480 = 432$ ס"מ, בשדה 480 של S3 (שדה עם זיז בקצה אחד). עובי מוערך $432/25 \approx 18$ ס"מ; $F_{ser} = 9.0\,\text{kN/m}^2$, $k_{12} = 25.27$, $h_{req} = 432/25.27 = 17.1$ ס"מ < 18 ס"מ. עובי התקרה 18 ס"מ.

ג. ק-B קורה נמשכת על עמודים 4, 5, 6, 7 במפתחים 400, 425, 520 ס"מ. עומסי שירות כולל משקל עצמי $2.5\,\text{kN/m}$: שדה 4-5 - $52.7\,\text{kN/m}$ (מ-S1); שדה 5-6 - $48.4\,\text{kN/m}$ (מ-S2); שדה 6-7 - $19.8\,\text{kN/m}$ (מ-S3).

ד. עם ריתום ב-7: $L_{0,max} = 0.8 \cdot 400 = 320$ ס"מ בשדה 4-5 (7-6: $0.6 \cdot 520 = 312$). $F_{serv} = 52.7/0.2 = 263.6\,\text{kN/m}^2$, $k_{12} = 8.2$, $h_{req} = 320/8.2 = 39.0$ ס"מ < 50 ס"מ - הקורה עומדת בדרישה. עם ריתום החישוב פשוט יותר: המפתח השקיל הגדול והעומס הגדול נמצאים באותו שדה (4-5), ובודקים שדה אחד. עם סמך פרקי $L_{0,max} = 0.8 \cdot 520 = 416$ ס"מ בשדה 6-7, אבל העומס הגדול בשדה 4-5, ולכן צריך לבדוק שני שדות.

ה. (1) $\Delta g = \frac{50}{5.0 \cdot 4.6} = 2.17\,\text{kN/m}^2$ (0.22 ט'/מ"ר); עומס מפורס ליחידת שטח, נמדד ב-ק"נ/מ"ר.

(2) לא משפיעה. המומנט השלילי בשורש הזיז (מעל ק-C) תלוי רק בעומס שעל הזיז עצמו, והמתקן מונח בשדה שבין ק-B ל-ק-C ולא על הזיז.

שאלה 3

א. עמוד 1 בפינה הפנימית של הזרוע המזרחית של היציע: 560 ס"מ מקיר הבטון המערבי ו-420 ס"מ מהקיר הצפוני. עליו נשענת קורה ראשית אחת במזרח-מערב, מהקיר המערבי (שדה 560) עם זיז של 140 ס"מ עד השפה המזרחית; הזיז מקטין את המפתח של הקורה הראשית.

ב. קורה ראשית אחת (ק.ראשית 1) במזרח-מערב בקו $y = 420$: מקיר הבטון המערבי, שדה 560 עד עמוד 1 וזיז 140. קורות משניות בצפון-דרום כל 70 ס"מ (10 קורות, ק.מ. 1 עד 4): מהקיר הצפוני אל הקורה הראשית (420 ס"מ), ובשתי הזרועות ממשיכות כזיז של 140 ס"מ. לוחות העץ נמתחים מזרח-מערב בין המשניות. הנימוק: קורה ראשית אחת בכיוון הארוך, והרבה משניות קצרות בכיוון הקצר; מיקום עמוד 1 מכתיב את הכיוון.

ג. ק.מ. 2: זיז 140 - ק.ראשית 1 - שדה 420 - קיר הבטון; עומס מפורס $F = 1.1 \cdot 8.6 \cdot 0.7 = 6.62\,\text{kN/m}$ (0.66 ט'/מ') לכל אורכה (560 ס"מ).

ד. $R_A = 139\,\text{kN}$ (13.9 טון). $\lambda = 300/3.87 = 77.5$, $\omega = 1.36$, $\sigma = \omega N/A = 1.36 \cdot 139000/1890 = 100\,\text{MPa} \le 140\,\text{MPa}$ - העמוד עומד במאמץ המותר.

שאלה 4

א. $R_A = 0$, $R_B = 60\ \text{kN}$ (6 טון) כלפי מעלה; העמוד BG בלחיצה של 60 ק"נ.

ב. C-A: $V = +40$ ק"נ; A עד 2 מ' מימין ל-A: יורד ליניארית מ-40 ל-0; משם עד E: $V = 0$; E-B: $V = -40$ ק"נ; B-F: $V = +20$ ק"נ.

ג. $M_C = 0$, $M_A = +80$ ק"נ·מ', $M = +120$ ק"נ·מ' בקצה העומס המפורס וקבוע עד E, $M_B = -40$ ק"נ·מ', $M_F = 0$. המומנט החיובי המרבי 120 ק"נ·מ', השלילי המרבי 40 ק"נ·מ' מעל העמוד.

ד. (1) כן. y_c בתרשים 4א גדול יותר: שם UPB200 צמוד לחלק העליון של UPB360, ומרכז הכובד שלו רחוק מציר x, ולכן המומנט הסטטי שלו ביחס לציר x גדול יותר.

(2) כן. I_y בתרשים 4ג גדול יותר: שם UPB200 מוזז הצידה ביחס ל-IPN260, מרכזי הכובד של שני הפרופילים אינם על אותו ציר אנכי, ונוספים איברי שטיינר. בתרשים 4ד החתך סימטרי, מרכזי הכובד על ציר y אחד, ו- I_y הוא רק סכום מומנטי האינרציה העצמיים.

שאלה 5

א. $A_x = 0$, $A_y = 63.3\ \text{kN}$ (6.33 טון) כלפי מעלה, $R_B = 26.7\ \text{kN}$ (2.67 טון) כלפי מעלה.

ב. $N_1 = -36.0\ \text{kN}$ (לחוץ), $N_2 = +46.9\ \text{kN}$ (מתוח), $N_3 = -2.0\ \text{kN}$ (לחוץ).
בטונות: 3.6 ל', 4.68 מ', 0.2 ל'.

ג. כן: H-B ו-H-E. אי אפשר לבטל אותם - הם שומרים על יציבות המסבך (בלעדיהם הצמתים B ו-E אינם מקובעים).

ד. לא. במסבך 10 צמתים ו-17 מוטות, בדיוק $m = 2n - 3$; בלי מוט 4 נשארים 16 מוטות, פחות מהנדרש, והמסבך הופך למנגנון ואינו יציב.

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