GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2026 מועד א'
סמל השאלון: 97153
קובץ: תשובות סופיות

תכנון הנדסי

הנדסת בניין · הנדסאים וטכנאים

הוראות

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: יש לענות על 3 שאלות בלבד: שאלה אחת משאלות 1 ו־2; שתי שאלות משאלות 3, 4, 5, 6 ערך כל שאלה: 33 נקודות. נקודה אחת תינתן על התרשמות כללית. בסך הכול: 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: 1. מחשבון מדעי (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית). 2. קלסר אחד בלבד עם חומר הרצאות. אין להוציא דפים מהקלסר. 3. "סטטיקה, חוזק חומרים ובטון מזוין", טבלאות עזר למגמת בנייה ואדריכלות, בהוצאת המרכז לחינוך טכנולוגי חולון. 4. ת"י 413, ת"י 414, ת"י 412, ת"י 466 ות"י 1225. 5. סרגל מידה, סרגל קנ"מ ומשולש.

ד. <u>הוראות מיוחדות</u>: 1. יש להקפיד למלא מספר ת"ז ומספר מחברת בראש עמוד זה. 2. את כל התרשימים הנדרשים יש לערוך בקנ"מ מתאים. 3. רשמו את הנוסחאות שבהן אתם משתמשים כדי להסביר את דרך הפתרון. 4. יש להקפיד ולרשום ליד כל מספר את הכינוי שלו. הוראות כלליות: 1. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה ולוודא שהן מובנות. 2. 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. 3. יש לכתוב את התשובות במחברת הבחינה בעט כחול או שחור בלבד בכתב יד ברור. 4. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה. 5. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לכתוב את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר עליו קו כדי שלא ייבדק. 6. יש להציג פתרון מלא ומנומק, כולל חישובים לפי הצורך. הצגת תשובה סופית ללא שלבי הפתרון לא תזכה בניקוד. 7. אם חסרים נתונים - יש להשלים אותם לפי שיקול דעת הנדסי. 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 שיטות של היחידות שהוזכרו לעיל בתוך אותה 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 1 טון/מ"א = 10 ק"נ/מ"א (מ"א = מטר אורך); כוח מפורס ליחידת שטח 1 טון/מ"ר = 10 ק"נ/מ"ר (מ"ר = מטר ריבוע); מומנט 1 טון מ' = 10 ק"נ מ' (מ' = מטר).)

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. $N_d = 2560\,\text{kN}$, $n = 0.821$, $\lambda_{min} = 41.5$

ב. $k_1 = 0$, $k_2 = 0.629$, $l_e = 0.629 \cdot 3.50 \approx 2.20\,\text{m}$

ג. $\lambda_x = 12.7 < \lambda_{min} = 41.5$ - עמוד קצר בכיוון X

ד. $e_d = 2.0\,\text{cm}$, $e_i = 0.55\,\text{cm}$

ה. $\lambda_y = 39.8$

ו. $e_d = 2.0\,\text{cm}$, $e_i = 1.15\,\text{cm}$, $e_2 = 2.29\,\text{cm}$

ז. יסוד $2.70 \times 2.70\,\text{m}$ (עובי 60 ס"מ); זיון תחתון: מוטות בכיוון Y - $\Phi16@19$ ($10.22\,\text{cm}^2/\text{m}$ נדרש), מוטות בכיוון X - $\Phi14@17$ ($A_{s,min} = 9.0\,\text{cm}^2/\text{m}$)

שאלה 2

א. נדרש $h = 24.97\,\text{cm}$ - נבחר $h = 25\,\text{cm}$

ב. רצועת אמצע (רוחב $2.25\,\text{m}$); בשדות הקצה, $m^+ = 40.4\,\text{kNm/m}$ בשדה האמצעי, $m^+ = 29.6\,\text{kNm/m}$ מעל הסמכים הפנימיים, $m^- = 49.4\,\text{kNm/m}$ בקצוות

ג. מעל הסמכים $\Phi10@14$ ($5.43\,\text{cm}^2/\text{m}$ נדרש, עליון); שדות קצה ושדה אמצעי - $\Phi10@17$ (קובע $A_{s,min} = 4.5\,\text{cm}^2/\text{m}$, תחתון)

ד. $R_5 \approx 71.1\,\text{kN}$, $R_7 \approx 537.8\,\text{kN}$ (ריאקציות תכן)

ה. $V_{Ed} = 106.7\,\text{kN} < V_{Rd,c} = 145.8\,\text{kN}$ - אין בעיית חדירה

ו. $m^- = 74.1\,\text{kNm/m}$, $A_s = 8.26\,\text{cm}^2/\text{m}$ - $\Phi14@18$ עליון בכיוון X ובכיוון Y

שאלה 3

א. $\psi = 0.2$ בתקרות הקומות, $\psi = 0$ בגג; $I = 1.0$; $T = 0.475\,\text{s}$; $S_a = 0.143$; $C_d = 0.096 \approx 0.1$

ב. $(x_c, y_c) = (8.0,\ 10.5)\,\text{m}$

ג. $(x_{ck}, y_{ck}) = (8.0,\ 8.84)\,\text{m}$

ד. תקרה טיפוסית $336\,\text{m}^2$; תקרת קומה ה $224\,\text{m}^2$

ה. $F_H = 2867\,\text{kN}$; $F_i = 138.9,\ 277.8,\ 416.7,\ 555.7,\ 694.6,\ 783.5\,\text{kN}$ (מקרקע עד ה)

שאלה 4

א. $k_a = 0.172$; מלבן $3.43\,\mathrm{kN/m^2}$ (מהעומס השימושי) ומשולש מ-0 עד $18.87\,\mathrm{kN/m^2}$; סה"כ בתחתית $22.30\,\mathrm{kN/m^2}$, לאורך $H = 5.5\,\mathrm{m}$

ב. $E_q = 18.87\,\mathrm{kN/m}$ בגובה $2.75\,\mathrm{m}$; $E_\gamma = 51.90\,\mathrm{kN/m}$ בגובה $1.83\,\mathrm{m}$; סה"כ $70.77\,\mathrm{kN/m}$

ג. $B \geq 2.57\,\mathrm{m}$ - נבחר $B = 2.60\,\mathrm{m}$

ד. $M_{st} = 339.3\,\mathrm{kNm/m}$, $M_{ov} = 147.1\,\mathrm{kNm/m}$, $SF_o = 2.31$

ה. היפוך: $2.31 > 2.0$ - עומד; החלקה: $1.45 < 1.5$ - אינו עומד. פתרון: שן (זיז) מתחת ליסוד או הרחבת היסוד ל- $B = 2.60\,\mathrm{m}$

ו. $e = 0.30\,\mathrm{m} < B/6 = 0.42\,\mathrm{m}$; $\sigma_{max} = 178.0\,\mathrm{kN/m^2}$ (מתחת לבוהן), $\sigma_{min} = 28.5\,\mathrm{kN/m^2}$ (בקצה העקב) - פילוג טרפזי

שאלה 5

א. עמודים על ציר 2: C1 בציר A, C2 באמצע ($5.50\,\mathrm{m}$ מציר C3 בציר A), B

ב. ק"מ1/ק"מ2 - משניות בכיוון Y כל $0.80\,\mathrm{m} \leq$ מהקיר לציר 2 (ק"מ2 עם זיז $2.0\,\mathrm{m}$ בחלק המערבי); ק"ר1 ($C2$ - $C1$) וק"ר2 ($C3$ - $C2$) עם זיז $2.0\,\mathrm{m}$ מזרחה) - ראשיות על ציר 2

ג. ק"מ1: פשוטה $6.0\,\mathrm{m}$, $12\,\mathrm{kN/m}$; ק"מ2: $6.0\,\mathrm{m}$ + זיז $2.0\,\mathrm{m}$, $12\,\mathrm{kN/m}$; ק"ר1: פשוטה $5.5\,\mathrm{m}$ (C1-C2), $80\,\mathrm{kN/m}$; ק"ר2: $5.5\,\mathrm{m}$ (C2-C3) + זיז $2.0\,\mathrm{m}$, $45\,\mathrm{kN/m}$

ד. משניות IPB 180 ($\sigma = 126.8\,\mathrm{MPa}$); ק"ר1 IPB 360 ($\sigma = 126.0\,\mathrm{MPa}$); ק"ר2 IPB 240 ($\sigma = 136.6\,\mathrm{MPa}$) - כולן $< 140\,\mathrm{MPa}$

ה. העמוד העמוס - C2: $N = 327.4\,\mathrm{kN}$; RHS 300/300/8: $\lambda = 37.7$, $\omega = 1.13$, $\sigma = 39.5\,\mathrm{MPa} < 140\,\mathrm{MPa}$

ו. לוחות הפלדה המחוברים לקורות יוצרים דיאפרגמה אופקית (או הקשחת X במישור הרצפה), שמעבירה את הכוחות האופקיים לקיר הבטון בצפון ולהקשחות אנכיות בקווי העמודים

שאלה 6

א. +4.00: מקשית חד-כיוונית על קורות, נדרש $23.5\,\mathrm{cm} \leq 25$ - עומדת; +8.50: מקשית ללא קורות (על 4 עמודים), נדרש $26.1\,\mathrm{cm} \leq 30$ - עומדת

ב. עומס מפורס $w = 36.3\,\mathrm{kN/m}$ (מתקרת +4.00) וכוחות מרוכזים $P = 64.8\,\mathrm{kN}$ באמצע כל מפתח (עמודים צומחים 2 ו-4)

ג. נדרש $h = 52.4\,\mathrm{cm}$ - נבחר קורה $50/55$

ד. $w_d = 53.4\,\mathrm{kN/m}$, $P_d = 92.3\,\mathrm{kN}$; מעל עמוד 3: $M^- = 493.8\,\mathrm{kNm}$, $V = 310.6\,\mathrm{kN}$

ה. $A_s = 27.9\,\mathrm{cm^2}$ - $6\Phi25$ ($29.45\,\mathrm{cm^2}$) עליון מעל עמוד 3

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