

מועד הבחינה :  
קיץ תשפ"ג – 2023 – מועד ב'  
מספר השאלון : 90322

## חישוב סטטי וחוזק חומרים הנדסאים – הנדסה אזרחית – ניהול הבנייה הנחיות לבחינה

א. משך הבחינה :

ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון

בשאלון זה ארבע שאלות.

ומפתח ההערכה :

יש לענות על **שלוש** שאלות בלבד.

כל השאלות שוות בערך. נקודה אחת תינתן על בסיס הערכה.

**סך הכל : 100 נקודות.**

ג. חומר עזר מותר לשימוש :

1. מחשבון מדעי (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית).

2. קלסר **אחד בלבד** עם חומר ההרצאות. אין להוציא דפים מהקלסר.

3. "סטטיקה חוזק חומרים ובטון מזוין". טבלאות עזר למגמת בנייה ואדריכלות-המרכז לחינוך טכנולוגי חולון.

4. סרגל מדידה, סרגל קנ"מ ומשולש.

ד. הוראות מיוחדות :

1. יש לכתוב, בתחילת המבחן, את מספרי השאלות לבדיקה.

2. יש לציין, בתחילת המבחן, בכמה מחברות נעשה שימוש.

3. כל המידות בשאלות הן במטר (אלא אם כן צוין אחרת).

4. להבהרת דרך הפתרון יש לרשום את הנוסחאות בהן משתמשים.

ה. הוראות כלליות :

1. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה, ולוודא שהן מובנות.

2. את התשובות יש לכתוב במחברת **בעט בלבד**, בכתב יד ברור ונקי (גם בכך תלויה הערכת הבחינה).

3. יש להתחיל כל תשובה **בעמוד חדש** ולציין את מספר השאלה ואת הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה.

4. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר עליו קו כדי שלא ייבדק.

5. יש להציג פתרון מלא ומנומק, כולל חישובים לפי הצורך. הצגת תשובה סופית ללא שלבי הפתרון לא תזכה בניקוד.

6. אם לדעתכם חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת ולהוסיף נתון מתאים שיאפשר לכם להמשיך בפתרון השאלה. נמקו את בחירתכם.

**חל איסור מוחלט להוציא שאלון או מחברת בחינה מחדר הבחינה!**

**בהצלחה!**



**הנחיות כלליות לכל השאלות**  
**הנחיות לשימוש ביחידות/תקנים**

1. מותר להשתמש באחת משתי שיטות היחידות, אך השימוש חייב להיות עקבי לאורך כל הבחינה.  
2. יש לרשום בעמוד הראשון של הבחינה.

**"אני משתמש/ת ביחידות החדשות"**  
**או**  
**"אני משתמש/ת ביחידות הישנות"**

3. נבחנים שישתמשו לסירוגין בשתי השיטות של היחידות שהוזכרו לעיל, באותה השאלה או בשאלות שונות, **בחינתם תיפסל.**

4. נבחנים שלא יציינו אף אחת מהצהרות לעיל, ייחשב בעת בדיקת הבחינה כאילו השתמשו ביחידות החדשות.

**יחידות ישנות/חדשות**

| תיאור                                      | יחידות ישנות       | יחידות חדשות  |
|--------------------------------------------|--------------------|---------------|
| מודל אלסטיות של הפלדה                      | 2,100,000 ק"ג/סמ"ר | 210,000 מגפ"ס |
| כוח מרוכז ב:                               | 1 טון              | 10 ק"נ        |
| כוח מפורס ליחידת אורך ב:<br>מ"א = מטר אורך | 1 טון/מ"א          | 10 ק"נ/מ"א    |
| כוח מפורס ליחידת שטח ב:<br>מ"ר = מטר ריבוע | 1 טון/מ"ר          | 10 ק"נ/מ"ר    |
| מומנט ב:<br>מ' = מטר                       | 1 טון*מ'           | 10 ק"נ*מ'     |

### שאלה 1 (33 נקודות)

**בתרשים מספר 1** מסורטטת קורת פלדה התלויה על שני מוטות פרקיים :  
מוט **A-G**, ומוט **B-H** (לקורה אין אפשרות לתזוזה אופקית) (המידות בתרשים הן במטרים).  
הקורה מורכבת מפרופיל **IPE**.  
בנקודה **E** יש מומנט מרכזי.  
המאמץ המותר בפלדה, ללחיצה ולמתחה, הוא 160 מגפ"ס (1,600 ק"ג לסמ"ר).  
**חובה לציין את היחידות של כל חישוב. אי ציון היחידות יוריד נקודות.**

**דרוש:**

(4 נק') א. חשבו את הכוח הפועל במוט **A-G** ואת הכוח הפועל במוט **B-H**.

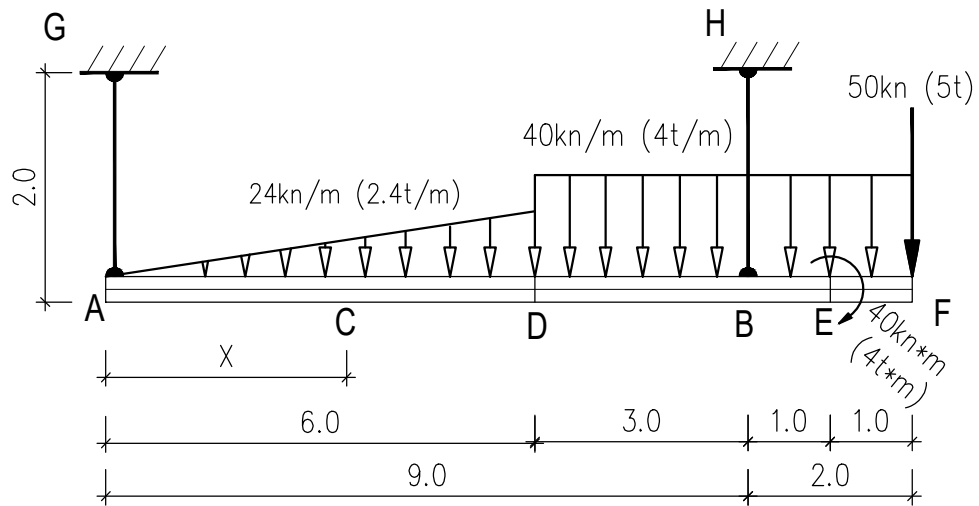
(7 נק') ב. חשבו וסרטטו את מהלך כוחות הגזירה לאורך הקורה הנתונה.  
חשבו את **X** – המקום שבו מתאפס כוח הגזירה בשדה **A-B**.

(7 נק') ג. חשבו וסרטטו את מהלך המומנטים לאורך הקורה הנתונה.

(5 נק') ד. נתון שהמוט **B-H** עשוי מפרופיל **RHS80/80 (t=6.3)**.  
חשבו את המאמץ הקיים במוט וציינו האם הוא עונה לדרישת החוזק המותר.  
האם המוט מתארך או מתקצר? חשבו בס"מ, את השינוי באורך המוט.

(5 נק') ה. עבור המוט **A-G** :  
בחרו צינור מתאים ( $t=?$ ) כך שהחוזק יתאים לדרישת החוזק המותר.  
חשבו את המאמץ הקיים עבור המוט שבחרתם.  
האם המוט מתארך או מתקצר? חשבו בס"מ, את השינוי באורך המוט.

(5 נק') ו. נתון שהמומנט השלילי המקסימלי בקורה הוא : **M=200kn (20tm)**.  
עבור מומנט זה, בחרו פרופיל **IPE** כך שהמאמץ הקיים לא יעלה על המאמץ המותר.  
חשבו את המאמץ הקיים בקורה וסרטטו את פילוג המאמצים.



תרשים מספר 1

## שאלה 2 (33 נקודות)

**בתרשים מספר 2** מסורטט חתך הקורה אשר מורכב מחמישה אלמנטים מפלדה (המידות בתרשים הן במ"מ).  
**בתרשים מספר 22** מסורטטת קורת פלדה המורכבת מהחתך הנ"ל (המידות בתרשים הן במטרים).  
המאמץ המותר בפלדה, ללחיצה ולמתחה, הוא 160 מגפ"ס (1,600 ק"ג לסמ"ר).  
**חובה לציין את היחידות של כל חישוב. אי ציון היחידות יוריד נקודות.**

**דרוש:**

7 נק' א. סרטטו במחברתכם את החתך המופיע בתרשים מספר 2.  
חשבו את **מרכז הכובד** של החתך והשלימו בסרטוט את המידות שחישבתם –  $Y_b, Y_t$ .

10 נק' ב. חשבו את מומנט האינרציה  $I_x$  ואת מומנט האינרציה  $I_y$ .  
חשבו את מומנטי ההתנגדות  $W_x(t)$  בסיב העליון ו-  $W_x(b)$  בסיב התחתון.

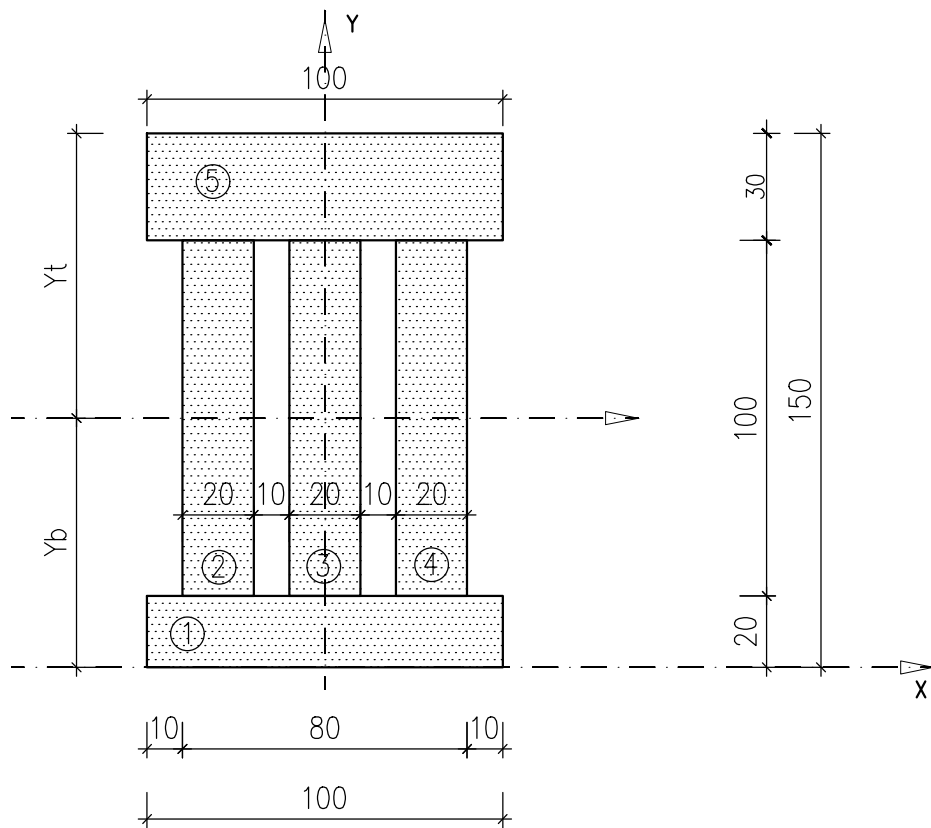
6 נק' ג. חשבו את התגובות בסמכים של הקורה המופיעה בתרשים מספר 22.  
חשבו וסרטטו את מהלכי **הגזירה** ואת מהלכי **המומנטים** לאורך הקורה.

**בסעיפים הבאים השתמשו בנתונים הבאים:**

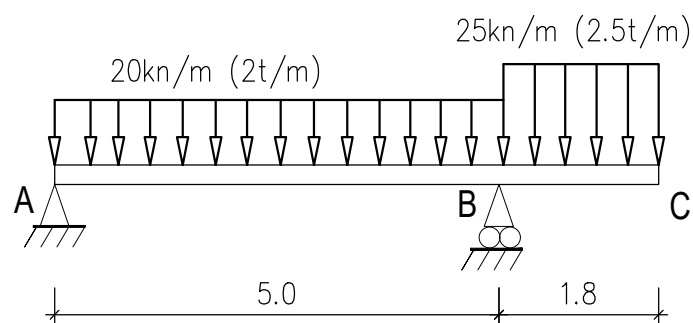
$$W_x(b) = 300 \text{ cm}^3, W_x(t) = 330 \text{ cm}^3$$

5 נק' ד. **עבור המומנט החיובי בשדה:**  
חשבו את מאמץ הכפיפה בסיב העליון ואת מאמץ הכפיפה בסיב התחתון.  
סרטטו את **פירוס המאמצים** והדגישו איפה המתחה ואיפה הלחיצה.

5 נק' ה. **עבור המומנט בנקודה B:**  
חשבו את מאמץ הכפיפה בסיב העליון ואת מאמץ הכפיפה בסיב התחתון.  
סרטטו את **פירוס המאמצים** והדגישו איפה המתחה ואיפה הלחיצה.



תרשים מספר 2:



תרשים מספר 22:

### שאלה 3 (33 נקודות)

בתרשים מספר 3 מסורטטת קורת פלדה העשויה מפרופיל **IPN320** (המידות הן במטרים).

בנקודה **D** יש פרק.

בנקודה **H** יש מומנט מרוכז.

המאמץ המותר בפלדה ללחיצה ולמתחה הוא 1600 ק"ג לסמ"ר (160 מגפ"ס).

חובה לציין את היחידות של כל חישוב. אי ציון היחידות יוריד נקודות.

דרוש:

(4 נק') א. חשבו את התגובה בפרק **D**.

חשבו את התגובות בסמכים **A, B, C**.

(10 נק') ב. חשבו וסרטטו את מהלך הגזירה לאורך הקורה.

(10 נק') ג. חשבו וסרטטו את מהלך המומנטים לאורך הקורה.

(4 נק') ד. נתון שהמומנט המקסימלי בנקודה **B** הוא מומנט שלילי וגודלו הוא  $M=120 \text{ kn}\cdot\text{m}$  ( $12 \text{ t}\cdot\text{m}$ ).

חשבו את מאמצי הכפיפה בחתך ובדקו אם הם עונים על דרישת המאמץ המותר.

סרטטו את פירוס המאמצים.

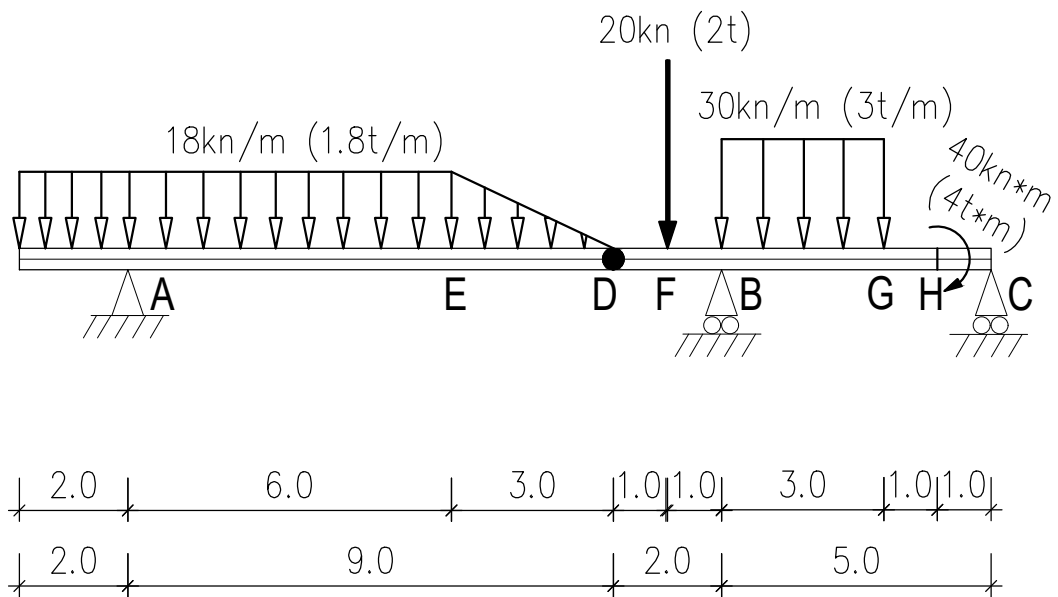
(5 נק') ה. נתון שהמומנט המקסימלי בשדה **A-D** הוא מומנט חיובי וגודלו הוא  $M=120 \text{ kn}\cdot\text{m}$  ( $12 \text{ t}\cdot\text{m}$ ).

**עבור פרופיל IPN320.**

חשבו את מאמצי הכפיפה בחתך ובדקו אם הם עונים על דרישת המאמץ המותר.

אם המאמץ הקיים גדול מהמאמץ המותר, בחרו פרופיל **IPN חדש** שיתאים לדרישת המאמץ המותר.

סרטטו את פירוס המאמצים.



### תרשים מספר 3

**שאלה 4 (33 נקודות)**

בתרשים מספר 4 מסורטט מסבך מישורי המוחזק בניצב למישורו.  
מוטות המסבך עשויים מצינורות (RHS 50/50(t=4) (סוג הפלדה הוא ST 37).  
המאמץ המותר בפלדה, ללחיצה ולמתחה, הוא 160 מגפ"ס (1,600 ק"ג לסמ"ר).  
יש להתחשב בקריסה באלמנטים לחוצים.  
חובה לציין את היחידות של כל חישוב. אי ציון היחידות יוריד נקודות.

**דרוש:**

(6 נק') א. חשבו את התגובות בסמכים.

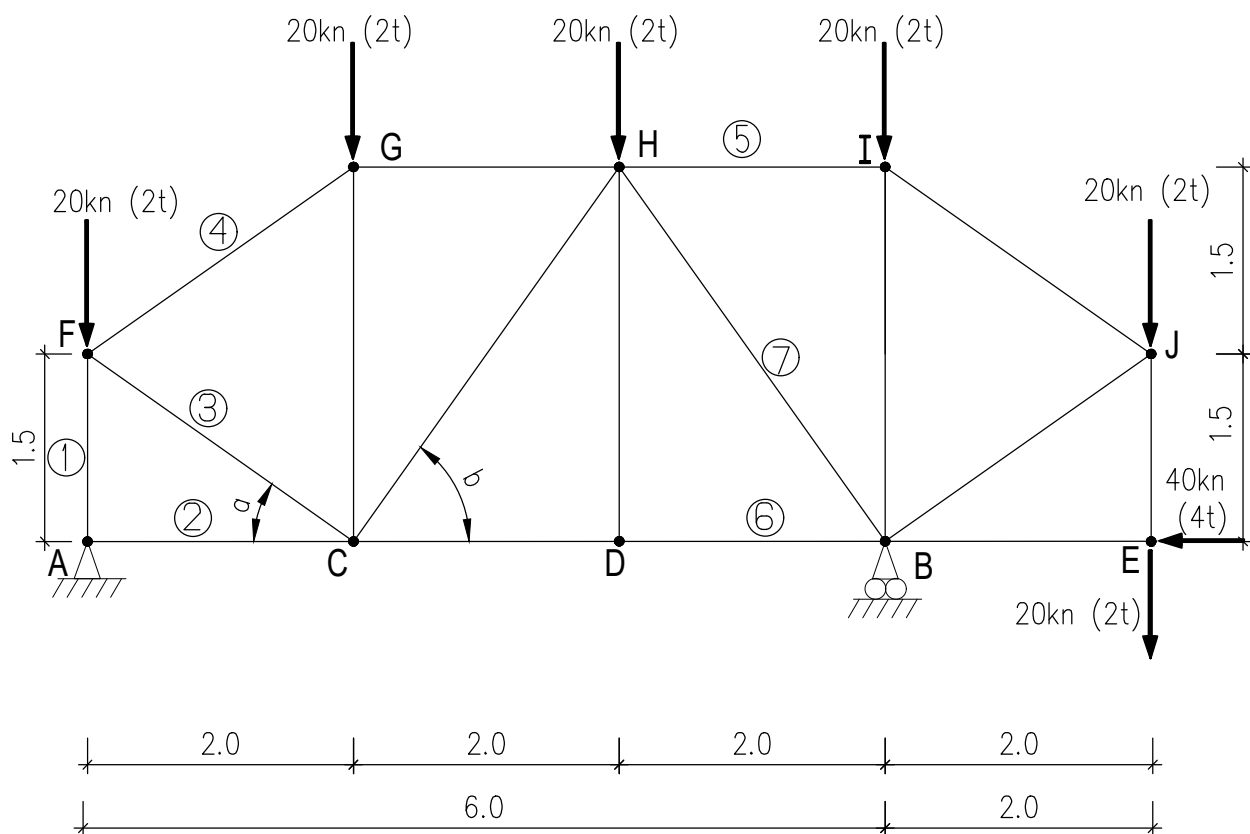
(2 נק') ב. חשבו את הזוויות a, b המסומנות בסרטוט המסבך.

(21 נק') ג. חשבו את הכוחות במוטות 1,2,3,4,5,6,7.

עליכם לרשום את התשובות בטבלה, ולציין אם המוט מתוח או לחוץ.

(4 נק') ד. נתון שהכוח במוט B-E הוא כוח לחיצה וגודלו הוא  $P=40 \text{ kn (4t)}$ .

חשבו את המאמץ הקיים במוט זה וציינו אם הוא עונה על המאמץ המותר.



## תרשים מספר 4

**בהצלחה!**  
 © כל הזכויות שמורות למה"ט