

חישוב סטטי וחוזק חומרים

הנדסאים – הנדסה אזרחית – ניהול הבנייה

הנחיות לבחינה

א. משך הבחינה:

ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון

בשאלון זה חמש 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 לא יציינו אף אחת מהצהרות לעיל ייחשב הדבר 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: מ"א = מטר אורך	1 טון/מ"א	10 ק"נ/מ"א
כוח מפורס ליחידת שטח ב: מ"ר = מטר ריבוע	1 טון/מ"ר	10 ק"נ/מ"ר
מומנט ב: מ' = מטר	1 טון*מ'	10 ק"נ*מ'

שאלה מספר 1 (33 נקודות)

בתרשים מספר 1 נתונה קורת פלדה העשויה מפרופיל **IPN 475** (המידות בתרשים הן במטרים).
בנקודה **B** יש פרק.

בתרשים מספר 11 נתונים שני חתכים בקורה (הנתונים בתרשים הם במילימטרים).
המאמץ המותר בפלדה, ללחיצה ולמתחה, הוא **160 MPa (1600 kg/cm²)**.
חובה לציין את היחידות של כל חישוב. אי ציון היחידות יוריד נקודות.

דרוש:

(6 נק') א. חשבו את התגובות בפרק **B** ובסמכים **A, C**.

(8 נק') ב. חשבו וסרטטו את מהלך כוחות הגזירה לאורך הקורה. **חשבו** את **X** - נקודת האפס במהלך הגזירה.

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

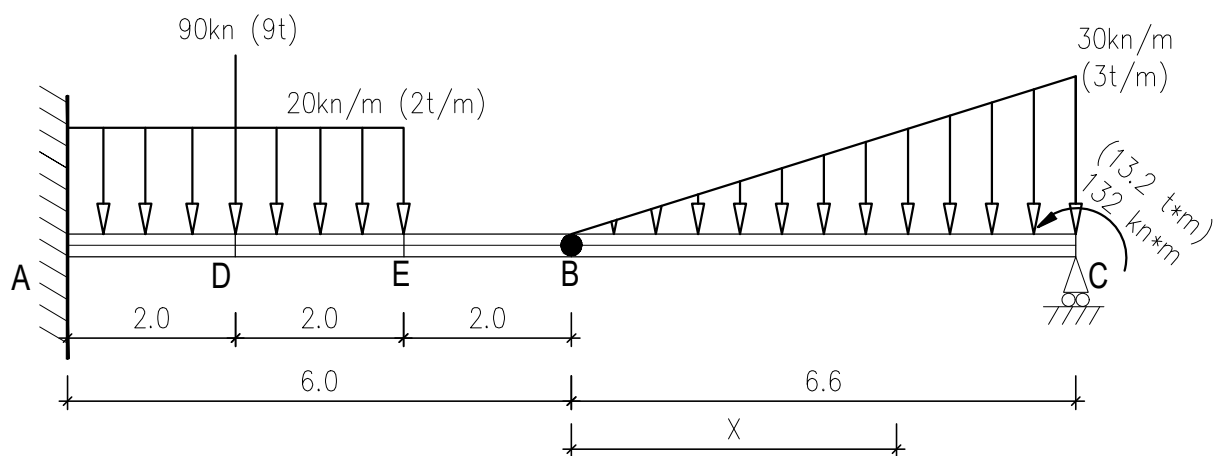
(4 נק') ד. נתון שהמומנט המקסימלי בשדה B-C הוא מומנט **חיובי** וגודלו **$M=160 \text{ kN}\cdot\text{m} (16 \text{ t}\cdot\text{m})$** .
עבור הפרופיל המסורטט בחתך א:

חשבו את מאמצי הכפיפה עבור המומנט הנתון בסעיף זה וסרטטו את פילוג המאמצים.

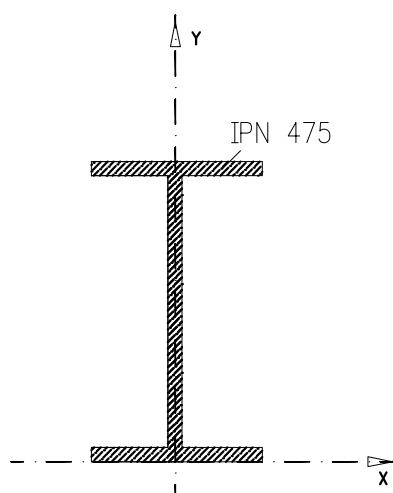
(7 נק') ה. נתון שהמומנט המקסימלי בשדה A-B הוא מומנט **שלילי** וגודלו **$M=-700 \text{ kN}\cdot\text{m} (-70 \text{ t}\cdot\text{m})$** .
עבור הפרופיל המסורטט בחתך ב:

חשבו את מומנט האינרציה **I_x** ואת מומנט ההתנגדות **W_x** של החתך.

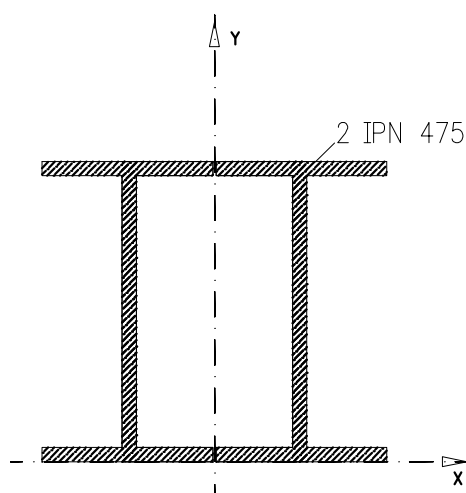
חשבו את מאמצי הכפיפה עבור המומנט הנתון בסעיף זה וסרטטו את פילוג המאמצים.



תרשים מספר 1



חתך א



חתך ב

תרשים מספר 11

שאלה מספר 2 (33 נקודות)

בתרשים מספר 2 מסורטטת קורת פלדה (המידות בתרשים הן במטרים).

הקורה עשויה מפרופיל פלדה IPE 550.

בנקודה B ובנקודה E פועלים כוחות אופקיים כמסורטט **בתרשים מספר 2**.

בנקודה B פועל גם מומנט מרוכז.

המאמץ המותר בפלדה ללחיצה ולמתיחה הוא 160 MPa (1600 kg/cm^2).

יש להתחשב בקריסה באלמנטים לחוצים ולהתחשב בגודל ix.

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

דרוש:

(15 נק') א. חשבו את התגובות בסמכים A, B.

חשבו וסרטטו את מהלך הכוחות הציריים לאורך הקורה.

חשבו וסרטטו את מהלך כוחות הגזירה לאורך הקורה.

חשבו וסרטטו את מהלך המומנטים לאורך הקורה.

(10 נק') ב. **עבור הקטע E-B:**

חשבו את מאמץ הכפיפה המקסימלי בסיב העליון ובסיב התחתון של הפרופיל.

חשבו את המאמץ הצירי (בהתחשב ב ix ובאורך קריסה של 6.0 מטר).

חשבו את המאמצים המשולבים, בסיב העליון ובסיב התחתון.

סרטטו את פרוס מאמצי הכפיפה, את המאמצים הציריים ואת המאמצים המשולבים.

(8 נק') ג. **עבור הנקודה D:** (הנמצאת באמצע הקטע E-C)

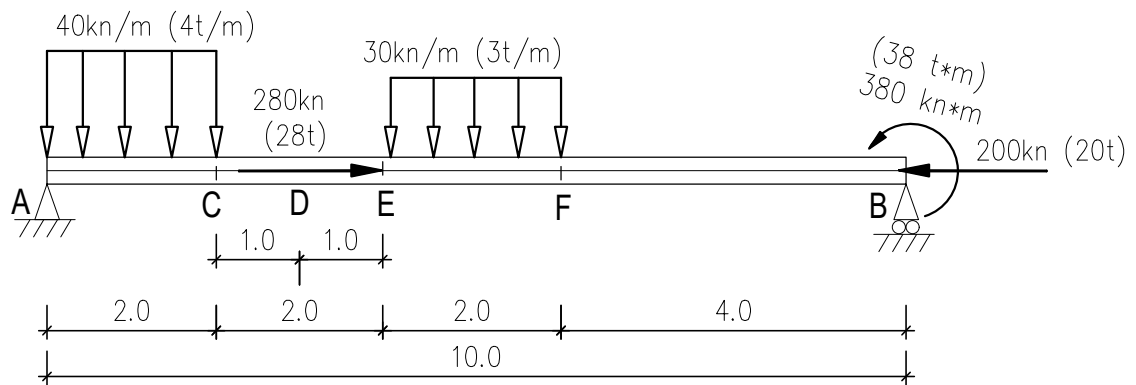
נתון שהמומנט בנקודה D הוא $M=260 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ($26 \text{ t}\cdot\text{m}$).

חשבו את מאמץ הכפיפה בסיב העליון ובסיב התחתון של הפרופיל.

חשבו את המאמץ הצירי.

חשבו את המאמצים המשולבים, בסיב העליון ובסיב התחתון.

סרטטו את פרוס מאמצי הכפיפה, את המאמצים הציריים ואת המאמצים המשולבים.



תרשים מספר 2

שאלה מספר 3 (33 נקודות)

בתרשים מספר 3 מסורטט חתך של קורת פלדה המורכבת משלושה חלקים (המידות בתרשים הן במילימטרים). בתרשים מספר 33 מסורטטת קורה העמוסה כמתואר (המידות בתרשים הן במטרים). בתרשים מספר 333 מסורטט חתך מלבני המיועד לסעיף ד' (המידות בתרשים הן במילימטרים). המאמץ המותר בפלדה ללחיצה ולמתיחה הוא 160 MPa (1600 kg/cm^2). חובה לציין את היחידות של כל חישוב. אי ציון היחידות יוריד נקודות.

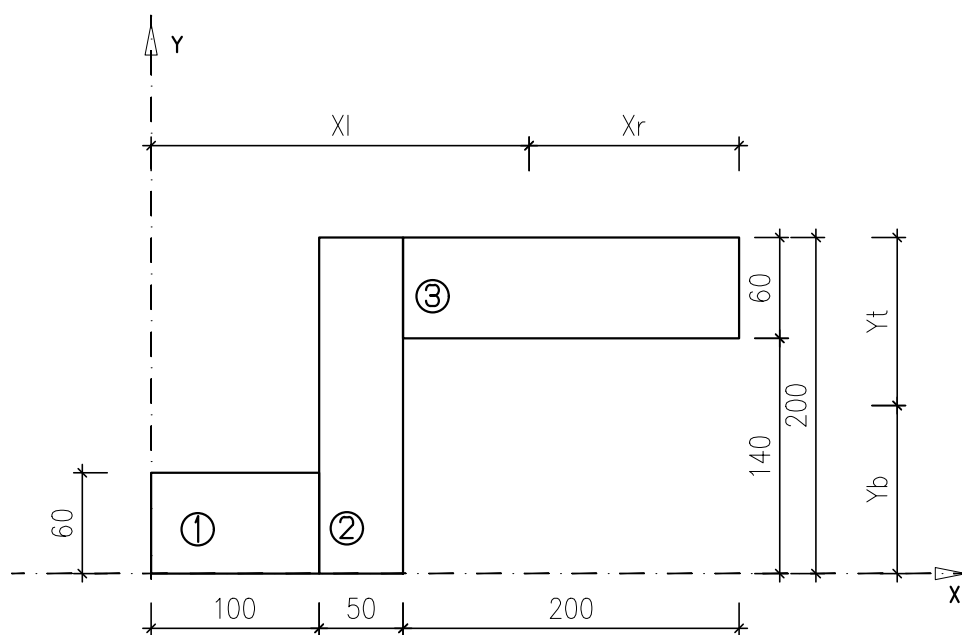
דרוש:

10 נק' א. סרטטו במחברתכם את החתך המופיע בתרשים מספר 3. חשבו את מרכז הכובד, Y, X , של החתך בהתייחס למערכת הצירים המסומנת בתרשים. סמנו, על החתך המסורטט, את מרכז הכובד שחישבתם. סמנו את הערכים Y_t, Y_b ואת הערכים X_r, X_l בהתייחס למערכת הצירים המסומנת בתרשים.

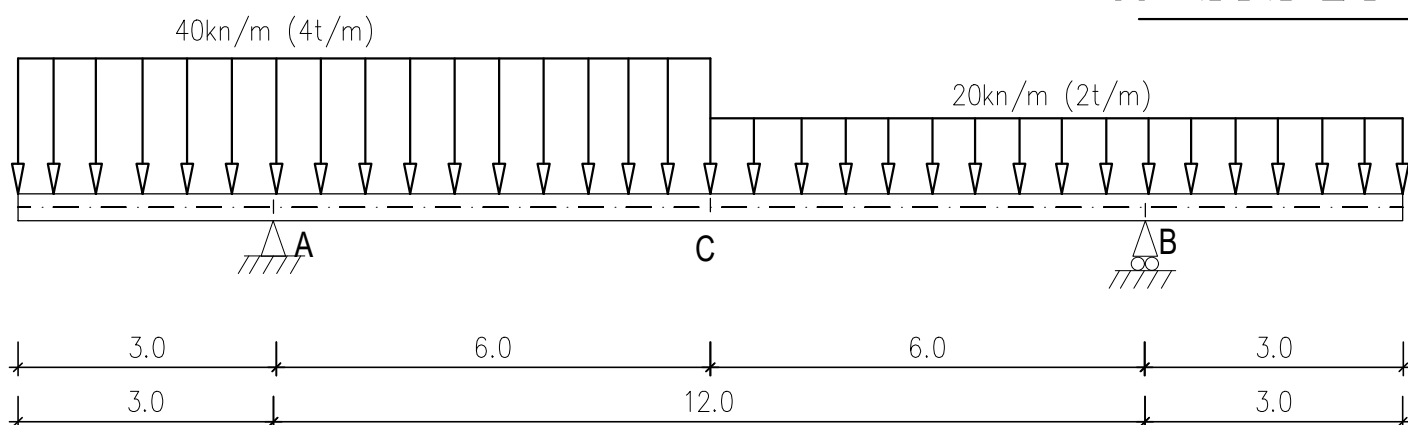
10 נק' ב. עבור החתך המסורטט בתרשים מספר 3: חשבו את מומנט האינרציה I_x . חשבו את מומנטי ההתנגדות W_{xt}, W_{xb} . חשבו את מומנט האינרציה I_y .

8 נק' ג. עבור הקורה המסורטטת בתרשים מספר 33: חשבו את התגובות בסמכים B, A . חשבו וסרטטו את מהלכי כוחות הגזירה ואת מהלכי המומנטים לאורך הקורה.

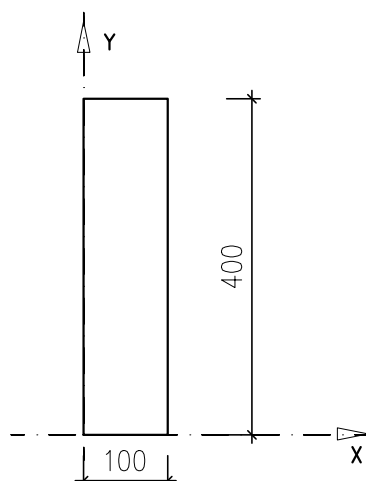
5 נק' ד. עבור החתך הנתון בתרשים מספר 333 ועבור מומנט חיובי ($M=400 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ($40 \text{ t}\cdot\text{m}$)). חשבו את $W_x(t, b)$. חשבו את מאמץ הכפיפה בסיב העליון ואת מאמץ הכפיפה בסיב התחתון. סרטטו את פרוס המאמצים (סמנו איפה יש לחיצה ואיפה יש מתיחה).



תרשים מספר 3



תרשים מספר 33



תרשים מספר 333

שאלה 4 (33 נקודות)

בתרשים מספר 4 מסורטטת קורת פלדה המועמסת כמתואר בתרשים (המידות הן במטרים).
בנקודה C יש פרק ובנקודות G,H יש מומנט מרוכז.
בתרשים מספר 44 מסורטט חתך בקורה (המידות בתרשים הן במילימטרים).
המאמץ המותר בפלדה ללחיצה ולמתיחה הוא 160 MPa (1600 kg/cm^2).
חובה לציין את היחידות של כל חישוב. אי ציון היחידות יוריד נקודות.

דרוש:

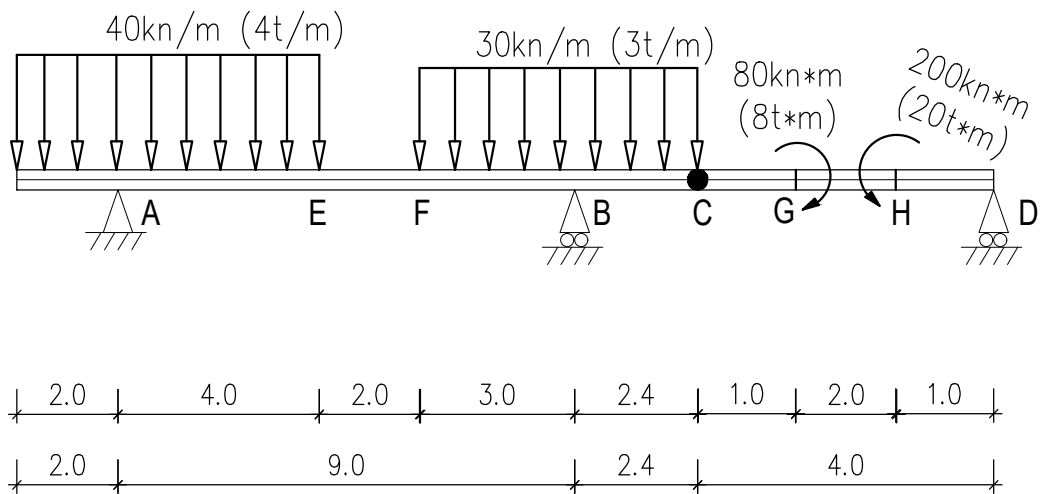
4 נק' א. חשבו את התגובה בפרק C.
חשבו את התגובות בסמכים A, B, D.

9 נק' ב. חשבו וסרטטו את מהלך הגזירה לאורך הקורה.

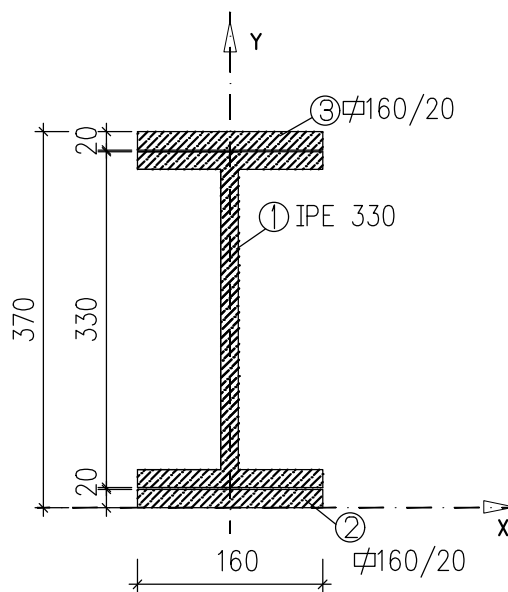
9 נק' ג. חשבו וסרטטו את מהלך המומנטים לאורך הקורה.

6 נק' ד. סרטטו במחברתכם את החתך המופיע בתרשים מספר 44.
חשבו את מרכז הכובד וסמנו אותו על הסרטוט שעשיתם.
חשבו את מומנט האינרציה I_x .

5 נק' ה. נתון שהמומנט בנקודה B הוא מומנט שלילי וגודלו הוא: $M=160 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ($16 \text{ t}\cdot\text{m}$).
עבור מומנט זה, ועבור מומנט האינרציה שחישבתם בסעיף ד', חשבו את מאמץ הכפיפה
בסיב העליון ובסיב התחתון.
סרטטו את פירוס המאמצים בחתך (סמנו איפה מאמצי הלחיצה ואיפה מאמצי המתיחה).



תרשים מספר 4



תרשים 44:

שאלה 5 (33 נקודות)

בתרשים מספר 5 מסורטט מסבך מישורי המוחזק בניצב למישורו.
מוטות המסבך עשויים מצינורות ($t=2.9$ " Ø4) סוג הפלדה הוא ST 37.
המאמץ המותר בפלדה, ללחיצה ולמתיחה, הוא 160 MPa (1600 kg/cm^2).
יש להתחשב בקריסה באלמנטים לחוצים.
חובה לציין את היחידות של כל חישוב. אי ציון היחידות יוריד נקודות.

דרוש:

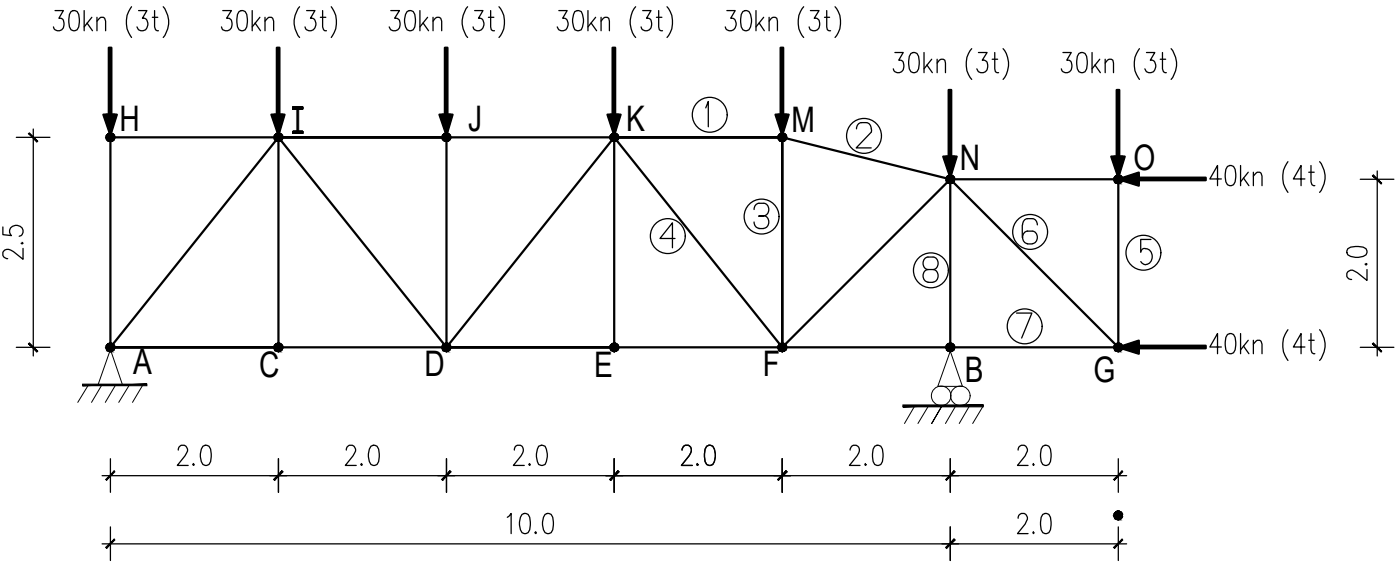
5 נק' א. חשבו את התגובות בסמכים.

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

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

4 נק' ג. נתון שהכוח במוט מספר 8 הוא כוח לחיצה וגודלו הוא: $P_8 = -118 \text{ kN}$ (-11.8 t).
חשבו את המאמץ הקיים במוט.

3 נק' ד. עבור מוט מספר 8: בדקו אם יש מוט, באותו קוטר, אולם בעובי אחר שיהיה יותר כלכלי.
חשבו את המאמץ הקיים במוט.



תרשים מספר 5

בהצלחה!
© כל הזכויות שמורות למה"ט