

d) НА ОСНОВУ МОМЕНТНОГ ДИЈАГРАМА ЗАКЉУЧУЈЕМО ДА  
ЈЕ НАЈВЕЋИ МОМЕНТ У ТАЧКИ А И ИЗНОСИ

$$M_{\max} = -84,75 \text{ kNm}$$

ЗАДАТА ВРЕДНОСТ  $\sigma_{\text{doz}} = 20 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$  ЈЕ МАКСИМАЛНИ  
НОРМАЛНИ НАПОН КОМЕ МАТЕРИЈАЛ СМЕ ДА БУДЕ  
ИЗЛОЖЕН

$$\sigma_{\text{doz}} = \frac{M_{\max}}{W_x}$$

$W_x$  - ОТПОРНИ МОМЕНТ ПОПРЕЧНОГ ПРЕСЕКА  $[\text{cm}^3]$

ИЗ ОВОГ ОБРАЦА ДОБИЈАМО:

$$W_x = \frac{M_{\max}}{\sigma_{\text{doz}}} = \frac{84,75 \text{ kNm}}{20 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}$$

ПОШТО СЕ У  $M_{\max}$  НАЛАЗЕ ЈЕДИНИЦЕ  $\text{m}$ , А  
У  $\sigma_{\text{doz}}$   $\text{cm}$ , МОРАМО ДА СВЕДЕМО НА ИСТЕ ЈЕДИНИЦЕ

$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$$

$$W_x = \frac{84,75 \cdot \underline{100} \text{ kNm}}{20 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}} = 423,75 \text{ cm}^3$$

ТО ЗНАЧИ ДА  $I_P$  ПРОФИЛ КОЈИ БУДЕМО ОДАБРАЛИ  
МОРА ИМАТИ ОТПОРНИ МОМЕНТ  $423,75 \text{ cm}^3$  ИЛИ ВЕЋИ.

НА САЈТУ ШКОЛЕ НАЛАЗИ СЕ ТАБЕЛА ВАЉАНИХ  $I$  ПРОФИЛА

У ТАБЕЛИ СУ ДАТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ РАЗНИХ  $I$  ПРОФИЛА  
( $I$ ,  $I_{PE}$ ,  $I_{PVe}$ ,  $I_{PB}$  (HEB),  $I_{PBv}$  (HEM))

НЕЋЕМО РАЗМАТРАТИ  $I$  ПРОФИЛ



СА СКИЦА ПРОФИЛА ВИДИ СЕ ДА ЈЕ x-x  
ХОРИЗОНТАЛНА, А y-y ВЕРТИКАЛНА ОСА.

ПРВА КОЛОНА ЈЕ ОЗНАКА ПРОФИЛА (КОЈА ЈЕ ЗАПРАВО  
И ВИСИНА ПРОФИЛА (ДРУГА КОЛОНА  $h$ ) ИЗРАЖЕНА У  
mm).

ПОШТО СМО ОДРЕДИЛИ НАЈМАЊИ ОТПОРНИ МОМЕНТ  
КОЈИ ПРОФИЛ МОРЕ ДА ИМА, ОДГОВАРАЈУЋИ ПРОФИЛ  
ТРАКЦИО У КОЛОНИ  $W_x$ . У ОВОМ СЛУЧАЈУ  
ОПРЕДЕЉУЈЕМО СЕ ЗА ПРОФИЛ IPE300,  $W_x = 557 \text{ cm}^3$ .

ПРОВЕРА НОРМАЛНОГ НАПОНА:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{84,75 \text{ kNm}}{557 \text{ cm}^3} = \frac{84,75 \cdot 100 \text{ kNcm}}{557 \text{ cm}^3}$$
$$= 15,215 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} < \sigma_{\text{doz}} = 20 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

МАКСИМАЛНИ НОРМАЛНИ НАПОН НИЈЕ ПРЕКОРАЧЕН

e) ДИЈАГРАМ НОРМАЛНИХ НАПОНА ( $\sigma$ )

НОРМАЛНЕ НАПОНЕ У КОСАЧУ ИЗАЗИВАЈУ МОМЕНТ  
И НОРМАЛНА СИЛА:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{I_x} \cdot y_{\max}$$

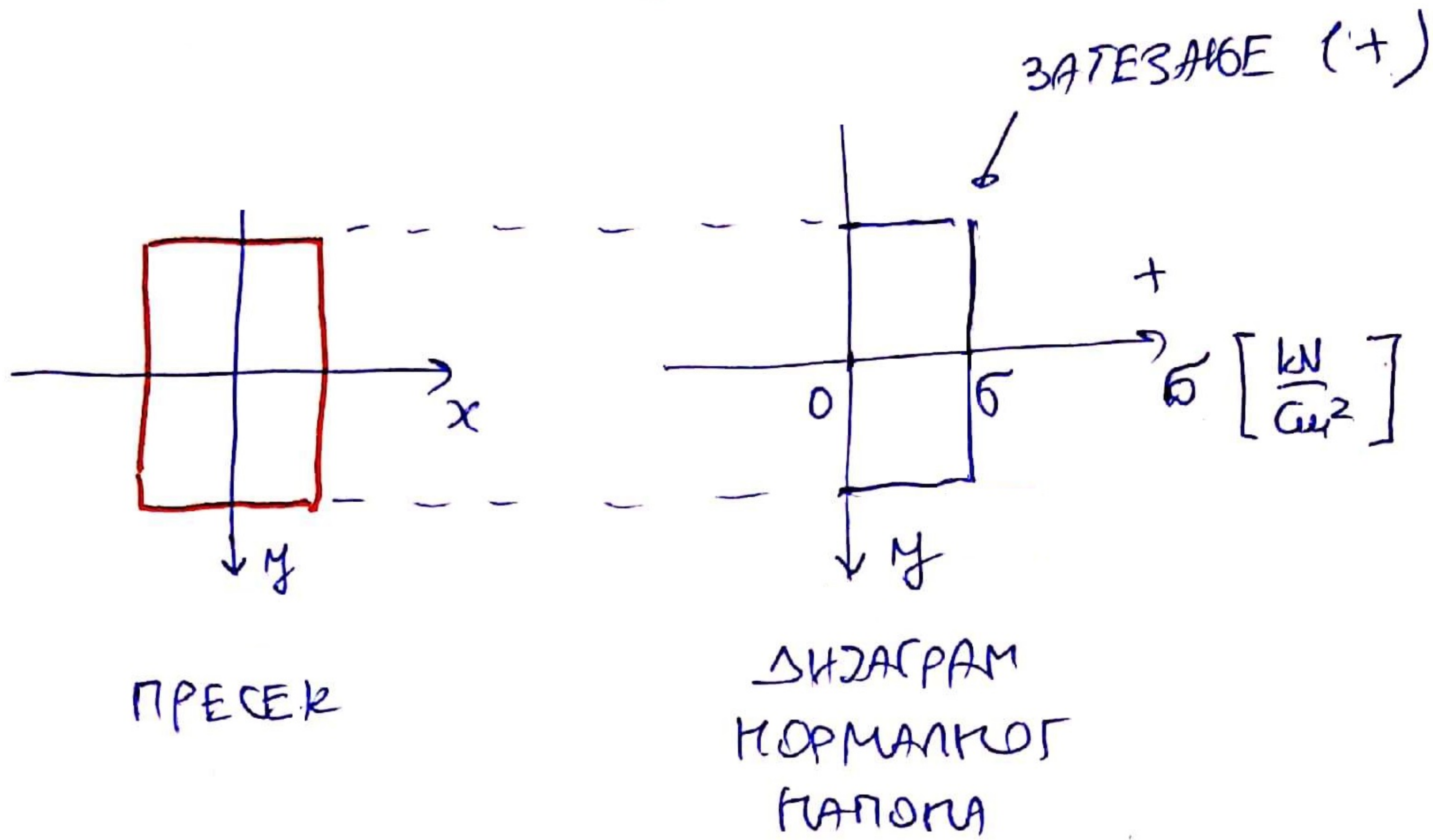
N - ПОЗИТИВНА АКО ЈЕ ЗАТЕЗАЊЕ  
НЕГАТИВНА АКО ЈЕ ПРИТИСАК

M - ПОЗИТИВАН АКО ЈЕ ЗАТЕСНУТА ДОЊА СТРАНА  
НЕГАТИВАН АКО ЈЕ ЗАТЕСНУТА ГОРЊА СТРАНА

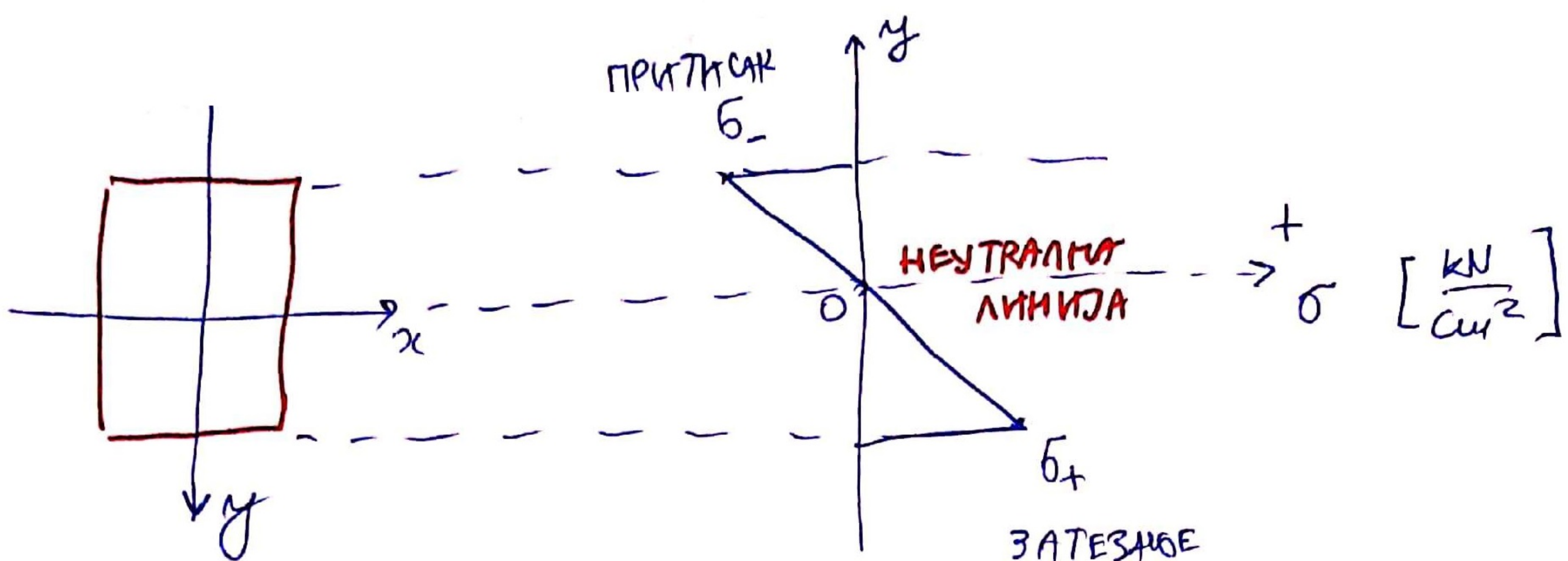
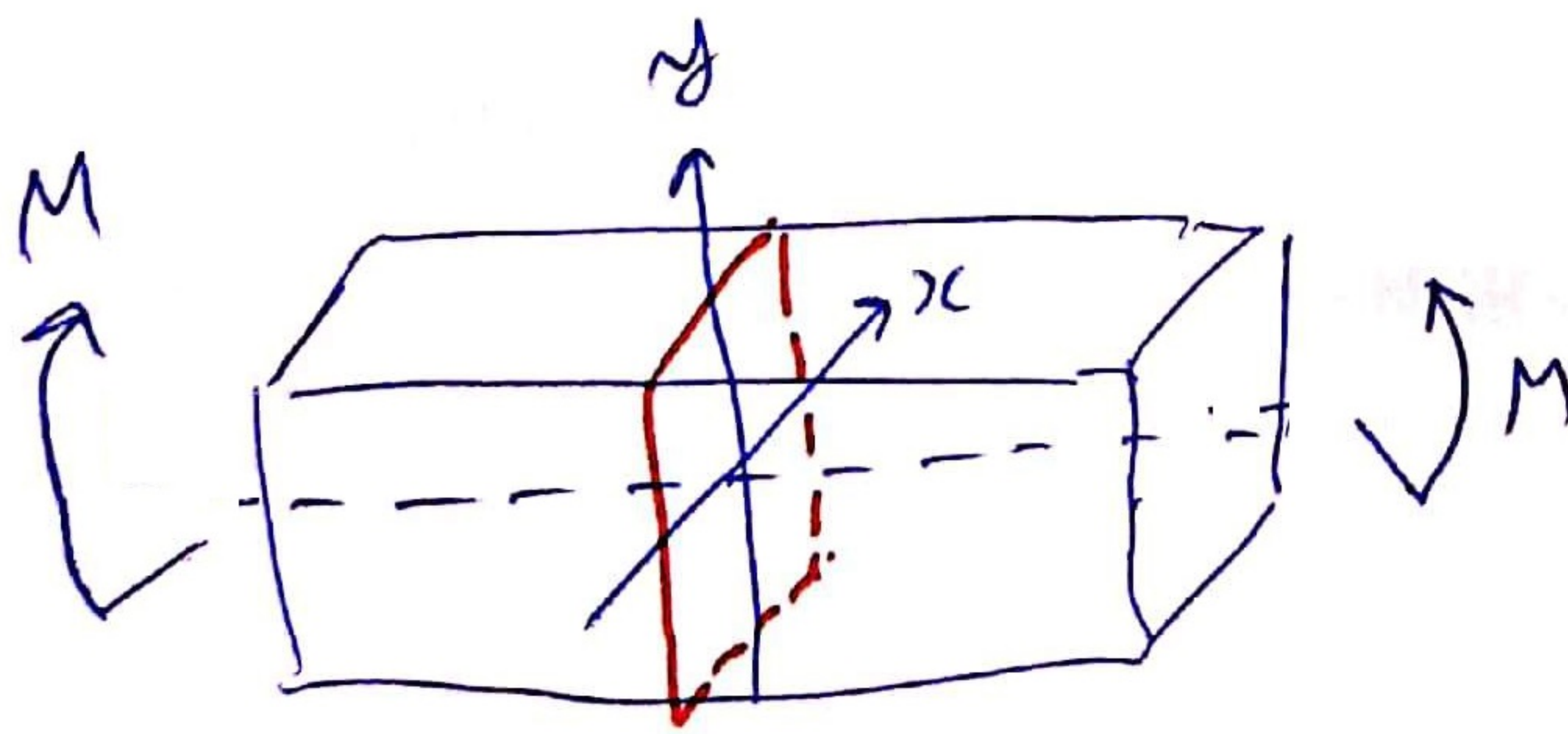
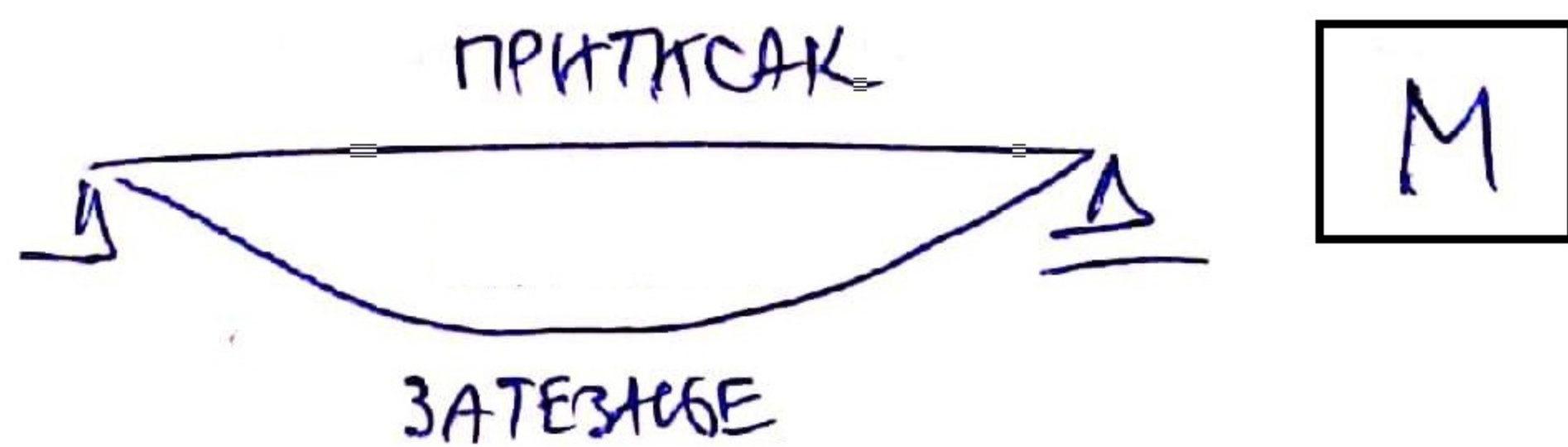
ЗНАК МОМЕНТА И НОРМАЛНЕ СИЛЕ ПОКЛАПА СЕ СА ЗНАКОМ  
НА ДИЈАГРАМУ.



У СЛУЧАЈУ КАДА ЈЕ НОСАЧ ОПТЕРЕЂЕН САМО НОРМАЛНОМ СИЛОМ, НОРМАЛНИ НАПОМ ЈЕ ЈЕДНАК ДУЧУК ЦЕЛОГ ПРЕСЕКА



У СЛУЧАЈУ КАДА ЈЕ НОСАЧ ОПТЕРЕЂЕН САМО МОМЕНТОМ, КАО ШТО СА ΔИЈАГРАМА МОЖЕМО ЗАКЉУЧИТИ, НА ПРИМЕР ЗАТЕЗАЊЕ ЈЕ СА ДОЉЕ СТРАНЕ, ЗНАЧИ ДА ЈЕ СА ГОРЊЕ СТРАНЕ ПРИТИСАК!





КАДА ЈЕ КОСАЧ ОПТЕРЕБЕН САМО МОМЕНТОМ НЕУТРАЛНА ЛИНИЈА ПРОЛАЗИ КРОЗ ТЕЖИШТЕ ПРЕСЕКА. У СЛУЧАЈУ КАДА ЈЕ КОСАЧ ОПТЕРЕБЕН И НОРМАЛНОМ СИЛОМ И МОМЕНТОМ НЕУТРАЛНА ЛИНИЈА ЈЕ ВАЖ ТЕЖИШТА ПРЕСЕКА, ШТО БЕМО ВИДЕТИ У ПРИМЕРУ КОЈИ СЕ ТРЕКУТНО РАДИ.

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{I_x} \cdot y_{\max}$$

$N$  - НОРМАЛНА СИЛА  $N = -26,8889 \text{ kN}$

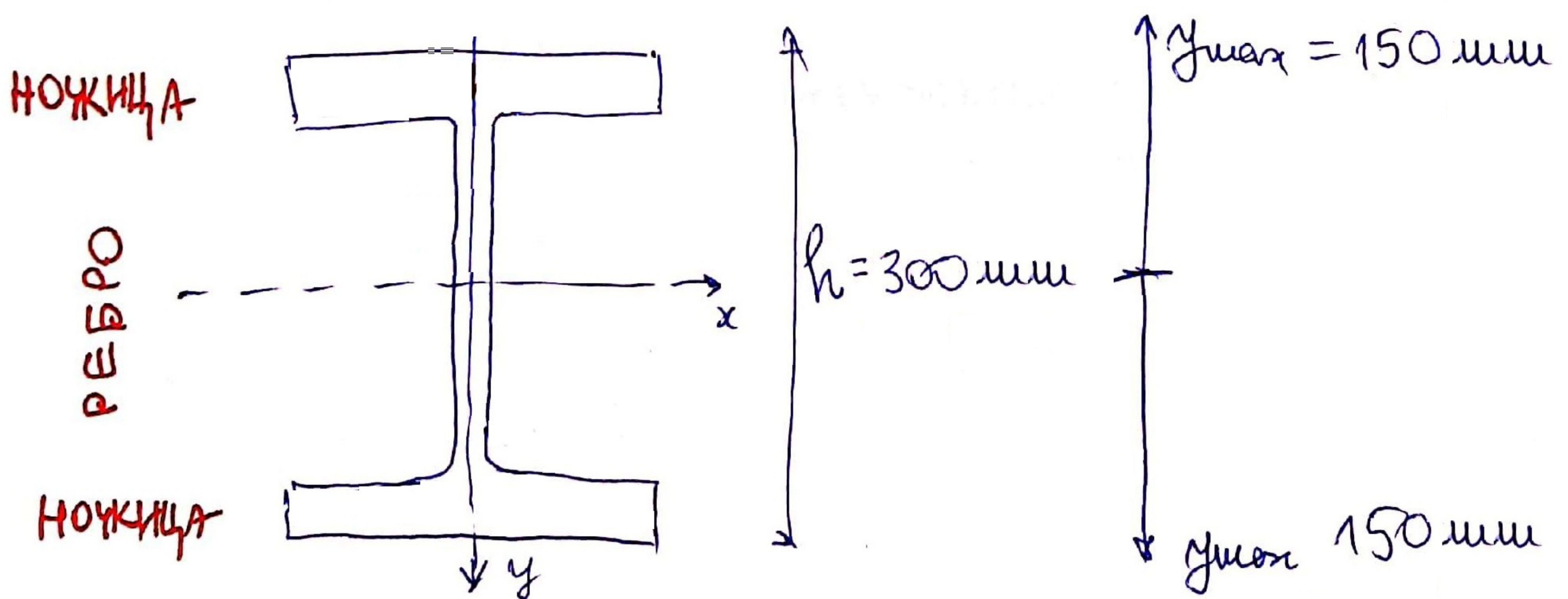
$A$  - ПОВРШНА ПОПРЕЧНОГ ПРЕСЕКА (ИЗ ТАБЕЛЕ IPE300)

$$A = 53,8 \text{ cm}^2$$

$M$  - МОМЕНТ  $M = -84,75 \text{ kNm} = -8475 \text{ kNcm}$

$I_x$  - МОМЕНТ ИНЕРЦИЈЕ ПРЕСЕКА (ИЗ ТАБЕЛЕ IPE300)

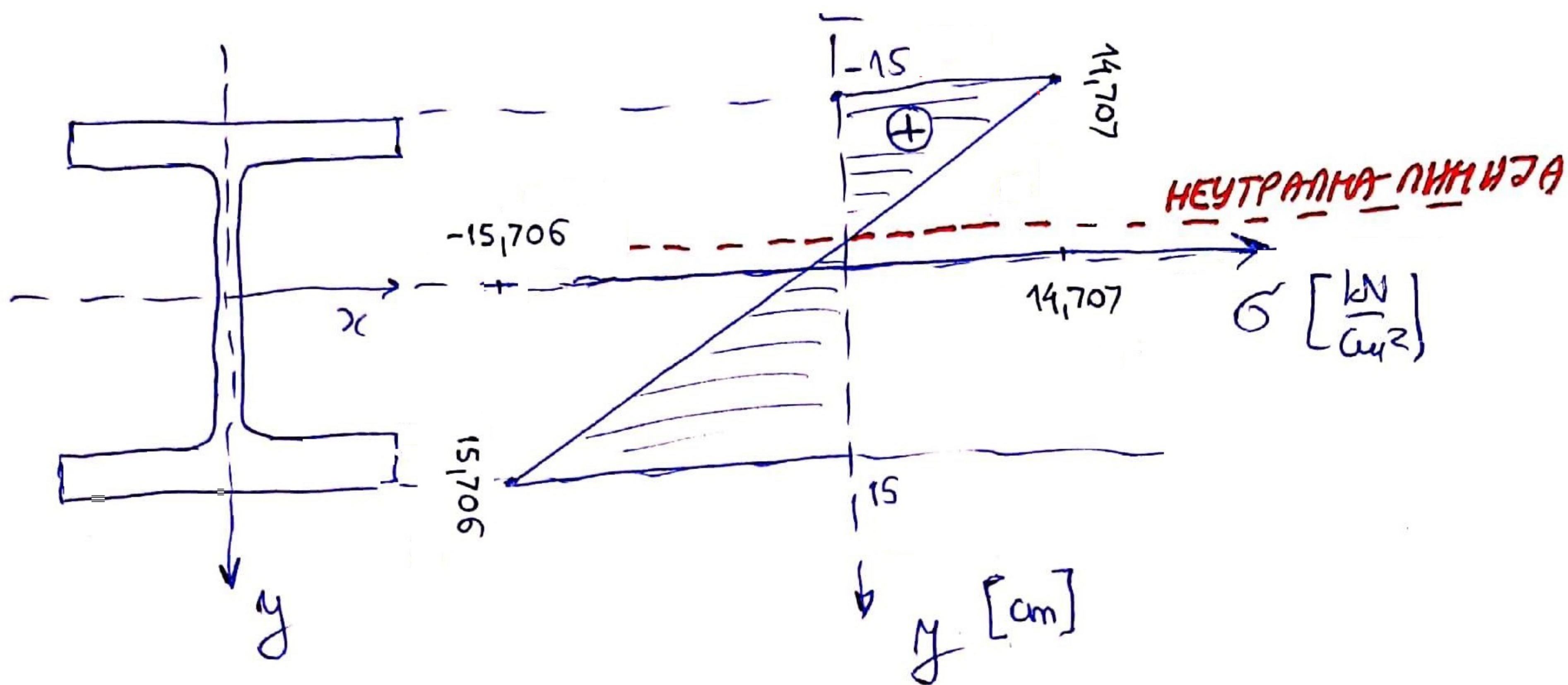
$$I_x = 8360 \text{ cm}^4$$



С ОБЗИРОМ ДА ЈЕ  $y$  ВЕРТИКАЛНА ОСА ПРЕСЕКА, КООРДИНАТНИ ПОЧЕТАК СЕ НАЛАЗИ У ТЕЖИШТУ (ПОШТО ЈЕ ОВАЈ I ПРОФИЛ СИМЕТРИЧАН ТЕЖИШТЕ ЈЕ НА ПОЛОВИНИ ВИСИНЕ,  $y$  КООРДИНАТА ИДЕ ОД НУЛЕ **НА ДОЛЕ** У ПЛУС И НА ГОРЕ У МИНУС. МАКСИМАЛНА ВРЕДНОСТ КОЈУ  $y$  МОЖЕ ДА ДОСТИГНЕ ЈЕ  $\frac{h}{2} = 150 \text{ mm}$ .



## ДИЈАГРАМ НОРМАЛНИХ НАПОНА



ПОШТО ИМАМО 2 МАКСИМАЛНЕ ВРЕДНОСТИ ЗА  $y$   
( $y$  ПЛУСУ И  $y$  МИНУСУ) ИМАМО ДВЕ ВРЕДНОСТИ  $\sigma$

$$\sigma_1 = \frac{N}{A} + \frac{M}{I_x} \cdot y_1^{\max} = \frac{-26,8889}{53,8} + \frac{-8475}{8360} \cdot (-15) = 14,707 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{N}{A} + \frac{M}{I_x} \cdot y_2^{\max} = \frac{-26,8889}{53,8} + \frac{-8475}{8360} \cdot 15 = -15,706 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$



# ДИЈАГРАМ ТАНГЕНЦИЈАЛНИХ НАПОНА ( $\tau$ )

ТАНГЕНЦИЈАЛНЕ НАПОНЕ У НОСАЧУ (СМИЧУБЕ НАПОНЕ)

ИЗАЗИВАЈУ ТРАНСВЕРЗАЛНЕ СИЛЕ

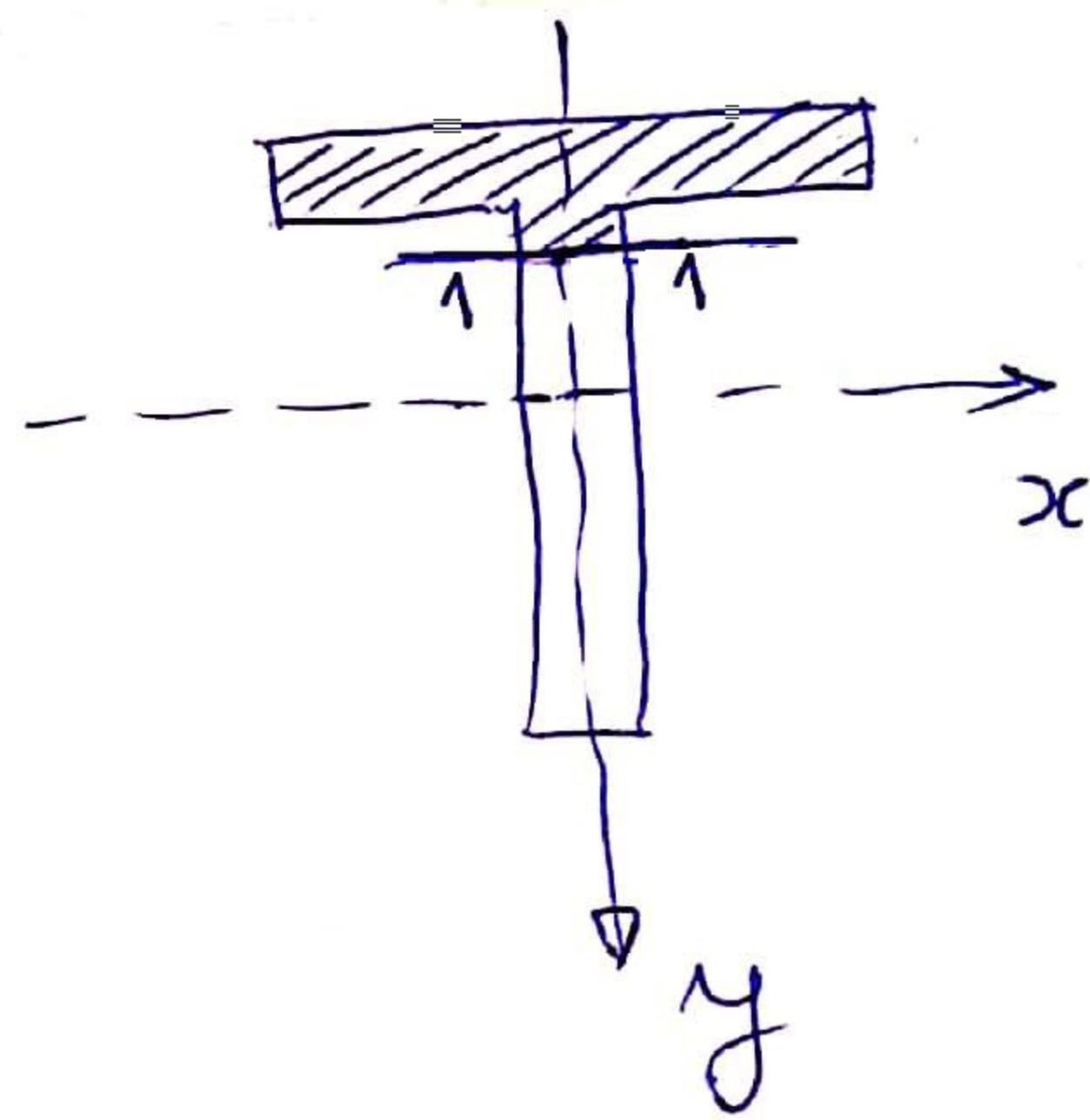
$$\tau = \frac{T \cdot S_x^{\text{ODS}}}{I_x \cdot b}$$

$T$  - ТРАНСВЕРЗАЛНА СИЛА У ДАТОМ ПРЕСЕКУ

$$T = +17,6564 \text{ kN}$$

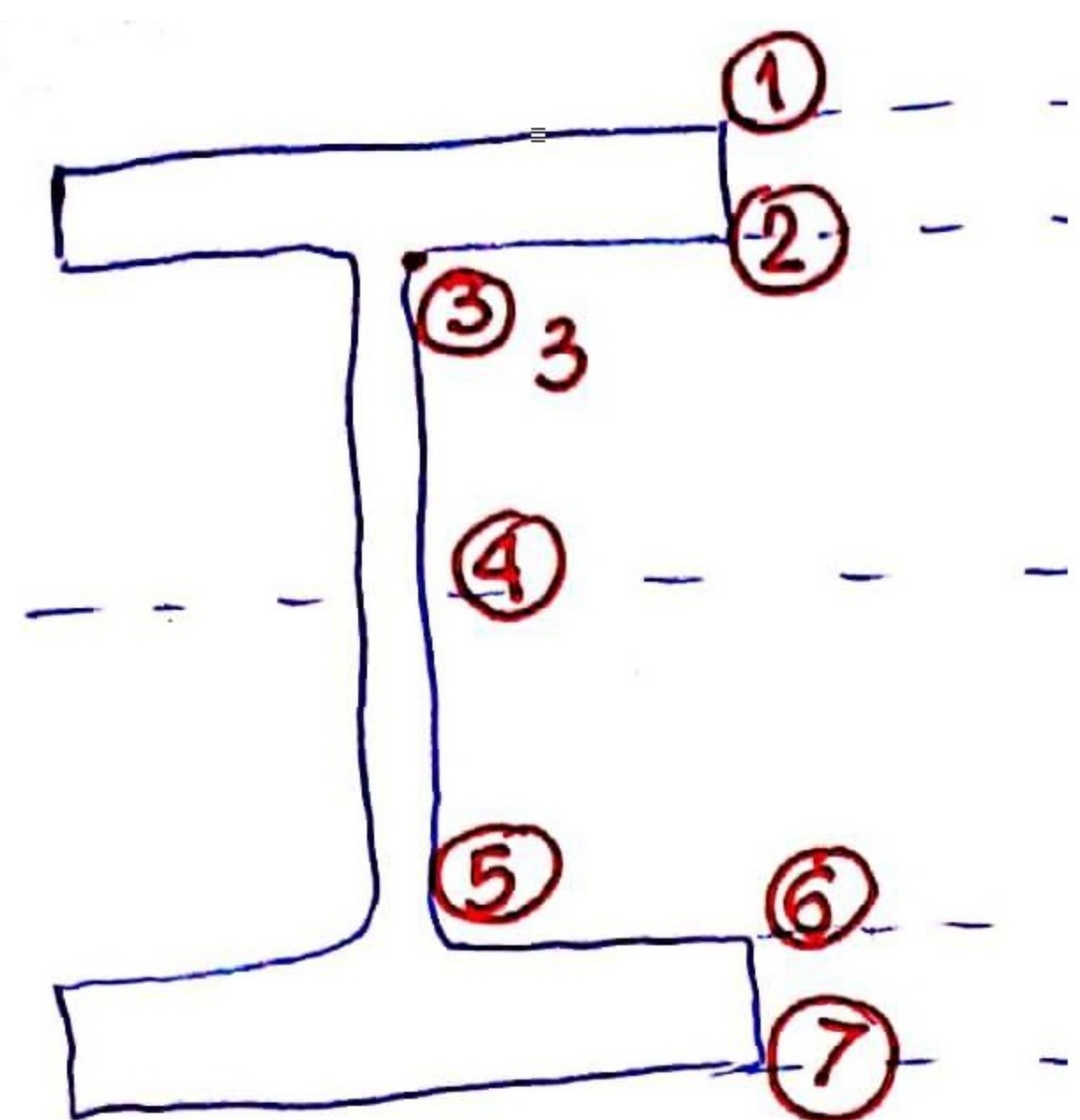
$S_x^{\text{ODS}}$  - СТАТИЧКИ МОМЕНТ ОДСЕЧЕНОГ ДЕЛА  
У ОВНОСУ НА ОСУ  $x$

ПРИМЕР



УКОЛИКО СЕ ТРАЖИ  $\tau$  ЗА ПРЕСЕК 1-1  $S_x^{\text{ODS 1-1}}$  ЈЕ СТАТИЧКИ МОМЕНТ ШАРОНИРАНОГ ДЕЛА ФИГУРЕ У ОВНОСУ НА ОСУ  $x$  (ДЕО ФИГУРЕ КОЈИ ЈЕ „ОДСЕЧЕН“ ПРЕСЕКОМ 1-1). ИСТА ВРЕДНОСТ СТАТИЧКОГ МОМЕНТА СЕ ДОБИЈА И ЗА ДРУГИ ДЕО ИСТОГ 1-1, ТАКО ДА КАНДИДАТ БИРА ЗА КОЈУ БЕ ПОВРШИНУ ТРАЖИТИ СТАТИЧКИ МОМЕНТ.

$b$  - ШИРИНА ПРОФИЛА У ПРЕСЕКУ КОЈИ СЕ ПОСМАТРА



КОД ДИЈАГРАМА НОРМАЛНИХ НАПОНА У ОБРАЦУ СЕ МЕЂА ЈЕДИНО ВРЕДНОСТ  $\sigma_{\text{max}}$ , ТАКО ДА СЕ ДИЈАГРАМ ЛИНЕАРНО МЕЂА ДУЖ ОСЕ  $y$  (ВИСИНЕ НОСАЧА) И ДОВОДНЕ СУ НАМ САМО ДВЕ ТАЧКЕ ЗА ЦРТАЊЕ ( $\sigma_1$  И  $\sigma_2$ )

КОД ДИЈАГРАМА ТАНГЕНЦИЈАЛНИХ НАПОНА МЕЂАЈУ СЕ  $S_x^{\text{ODS}}$  И  $b$ , ТАКО ДА СЕ ДИЈАГРАМ НЕ МЕЂА ЛИНЕАРНО И ИМАМО ВИШЕ КАРАКТЕРИСТИЧНИХ ТАЧАКА ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦



ТАЧКА ①  $S_x^{ods} = 0$

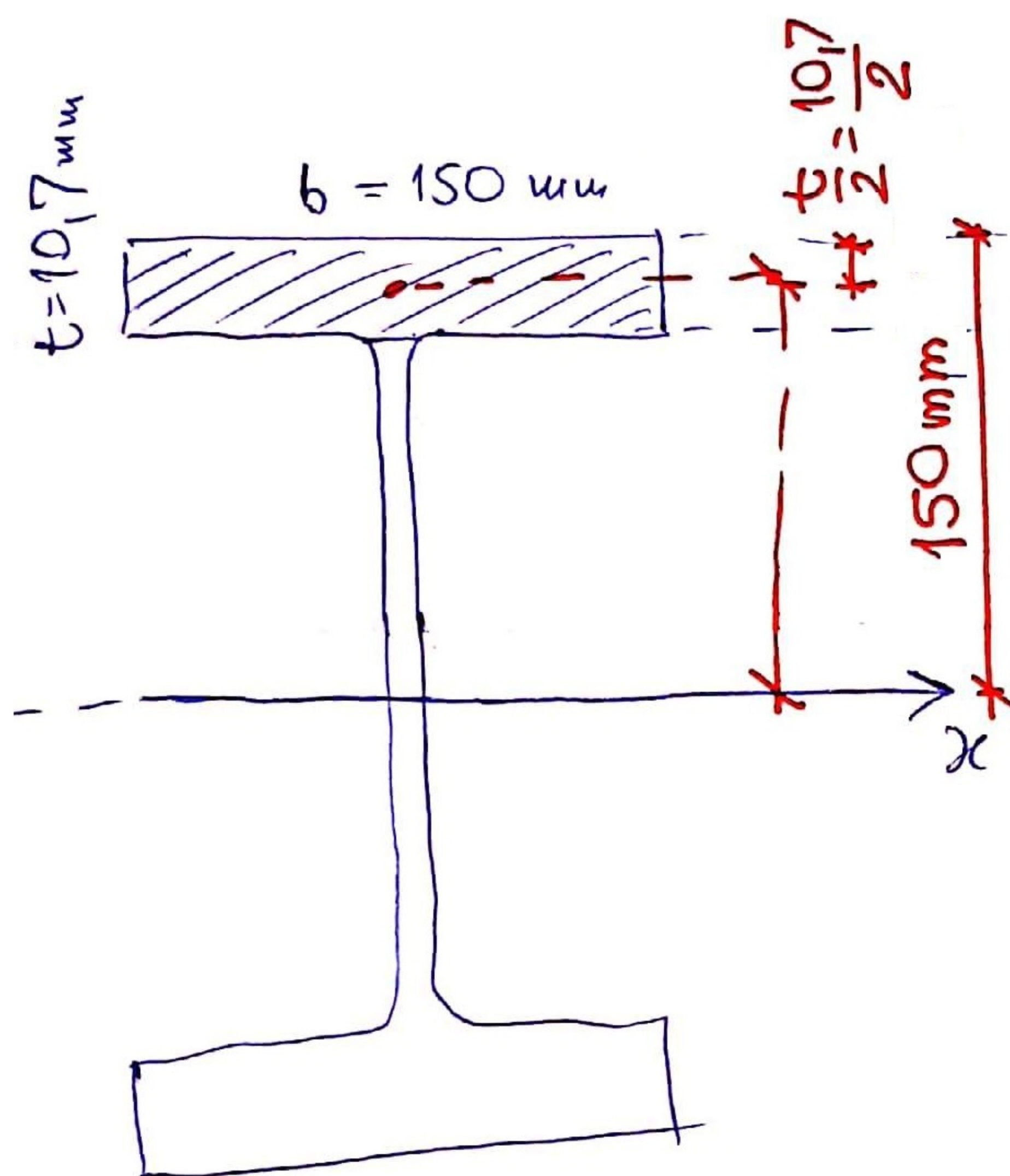
ТАЧКА 1 СЕ НАЛАЗИ НА ВРХУ ПРОФИЛА ТАКО ДА УКОЛИКО ПРОФИЛ ПРЕСЕЧЕНО У ТОЈ ТАЧКИ ИЗНАД НЕБЕ ОСТАТИ НИШТА, СТАТИЧКИ МОМЕНТ ЈЕДНАК ЈЕ НУЛИ АКО ЈЕ ПОВРШНА ЈЕДНАКА НУЛИ. ИСТО ТАКО УКОЛИКО РАДИМО СТАТИЧКИ МОМЕНТ ПРОФИЛА ИСПОД ПРЕСЕКА ОН ЈЕ

ТАКОЂЕ ЈЕДНАК НУЛИ ЈЕР ЈЕ ТО СТАТИЧКИ МОМЕНТ ФИГУРЕ У ОДНОСУ НА ТЕЖИШТУ ОСУ А ОН ЈЕ УВЕК ЈЕДНАК НУЛИ.

$$\tau_{①} = 0$$

ТАЧКА ②

ТАЧКЕ ② И ③ СУ ТАЧКЕ НА ИСТОЈ ВИСИНИ ПРЕСЕКА, ОСИМ ШТО СЕ У ТАЧКИ ② РАЧУНА ШИРИНА НОЖИЦЕ  $b = 150 \text{ mm}$  (ИЗ ТАБЕЛЕ), А У ТАЧКИ ③ ШИРИНА РЕБРА  $s = 7,1 \text{ mm}$  (ИЗ ТАБЕЛЕ)



$S_x^{ods}$  ЈЕ СТАТИЧКИ МОМЕНТ ШРАФРАНЕ ПОВРШИНЕ У ОДНОСУ НА ОСУ  $x$

СТАТИЧКИ МОМЕНТ СЕ ИНАЧЕ РАЧУНА КАО ПРОИЗВОД ПОВРШИНЕ И РАСДОЈАКА ТЕЖИШТА ТЕ ПОВРШИНЕ ДО ОСЕ У ОДНОСУ НА КОЈУ СЕ РАЧУНА, ОСЕ  $x$

$$t = 10,7 \text{ mm} = 1,07 \text{ cm}$$

$$b = 150 \text{ mm} = 15 \text{ cm}$$

$$s = 7,1 \text{ mm} = 0,71 \text{ cm}$$

$$S_x^{ods} = \underbrace{t \cdot b}_{\text{ПОВРШИНА}} \cdot \left(150 - \frac{t}{2}\right) = 1,07 \cdot 15 \cdot \left(15 - \frac{1,07}{2}\right) = 232,163 \text{ cm}^3$$

$$\tau_{②} = \frac{17,6564 \cdot 232,163}{8360 \cdot 15} = 0,0326887 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 32,6887 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

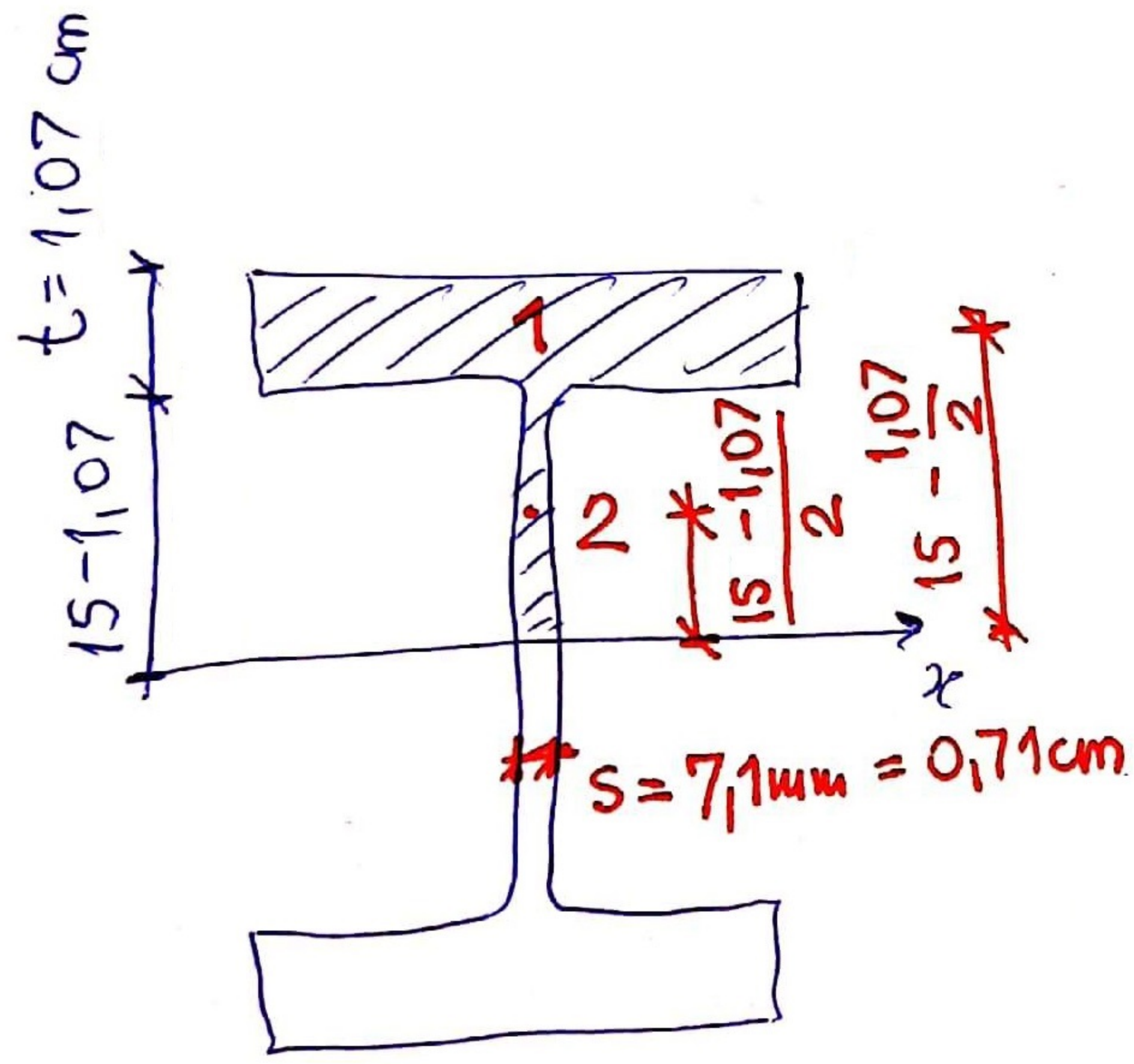
ТАЧКА ③

$$\tau_{③} = \frac{17,6564 \cdot 232,163}{8360 \cdot 0,71} = 0,6906063 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 690,6063 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$



ТАЧКА ④

ТАЧКА ④ ЈЕ НА ПОЛОВИНИ ПРОФИЛА  
(У ТЕЧКИШТУ). ШИРИНА ПРЕСЕКА У ОВОЈ ТАЧКИ  
ЈЕ ШИРИНА РЕБРА  $s = 7,1 \text{ mm} = 0,71 \text{ cm}$



СТАТИЧКИ МОМЕНТ ОДСЕЧЕЊЕ  
(ШРАФОВАНЕ ПОВРШИНЕ)  
ЈЕ ЗБИР СТАТИЧКИХ  
МОМЕНАТА ПОЈЕДИНАЧНИХ  
ПОВРШИНА.

$$S_x^{ods} = S_x^1 + S_x^2 =$$

$$S_x^{ods} \text{ ТАЧКА ②}$$

$$= \underbrace{t \cdot b \cdot \left(15 - \frac{1,07}{2}\right)}_{A_1} +$$

$$232,163 \text{ cm}^2$$

$$\underbrace{s \cdot \left(15 - 1,07\right)}_{A_2} \cdot \frac{15 - 1,07}{2} =$$

$$= 232,163 + 0,71 \cdot 13,93 \cdot \frac{13,93}{2} = 301,049 \text{ cm}^3$$

$$\bar{\sigma}_4 = \frac{17,6564 \cdot 301,049}{8360 \cdot 0,71} = 0,8955188 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 895,5188 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

ТАЧКА ⑤, ТАЧКА ⑥ И ТАЧКА ⑦ ЗБОГ СИМЕТРИЈЕ  
РАДЕ СЕ ИСТО КАО И ТАЧКЕ ③, ② И ①

ДИЈАГРАМ  
ТАНГЕНЦИЈАЛНИХ  
НАПОНА

