

Projekt stropu stalowego - materialy pomocnicze dla studentów.

Obliczenia:

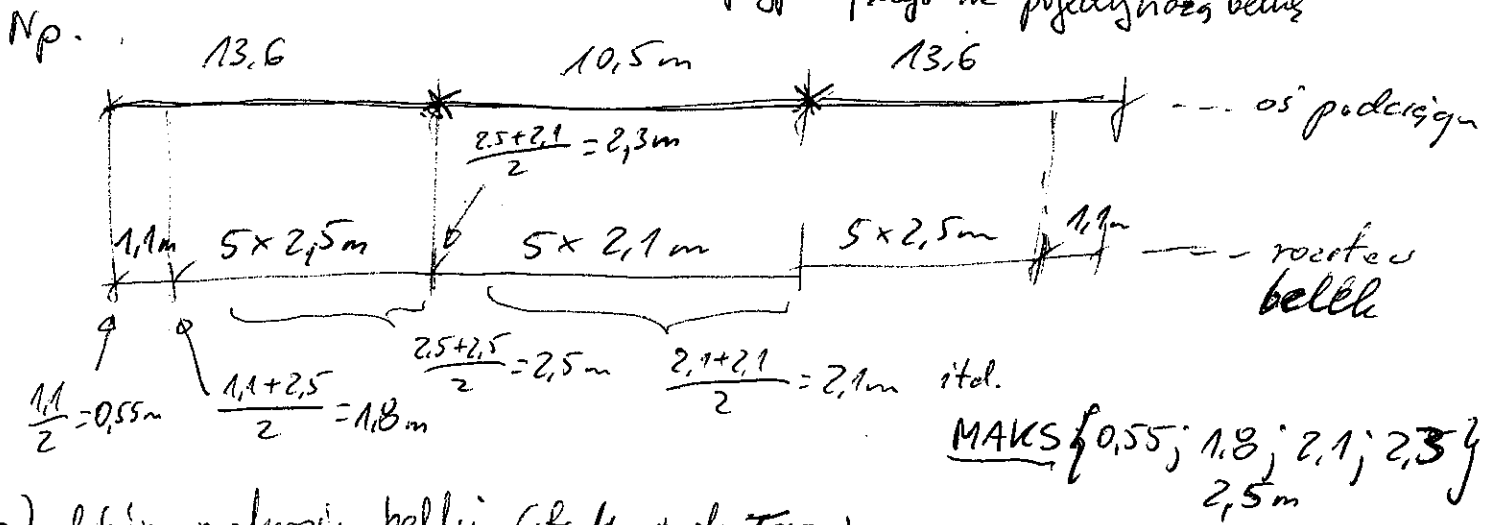
- 1) BELKA STROPOWA
- 2) PODCIĄG BLACHOWNICOWY
- 3) STUP 2-GAŁĘZIOWY.

Najczęściej popełniane błędy przez studentów:

ad. 1) BELKA

a) wartości obciążenia zmiennego Q_k z karty projektowej

b) belka najbardziej obciążona (szerokość pasma obciążenia) poprzedzającego w pojedynczym belkę



c) dobór przekroju belki (str. 4 u dr Teosa)

obliczam $W_{y,min}$ $J_{y,min}$ \rightarrow dobieram przekrój taki aby jego $W_y > W_{y,min}$
 $J_y > J_{y,min}$

najlepiej $W_y > 1,1 \cdot W_{y,min}$
 $J_y > 1,1 \cdot J_{y,min}$

d) rozgiętość obliczeniowa belki (str. 5 u dr Teosa)

- co zrobić gdy nie wychodzi $L_0 \neq 0,5 \cdot h + L$

W tym warunku chodzi o to aby $L_0 = \max \{ 1,025 \cdot b; L + 0,5 \cdot h \}$
 gdzie L to rozpiętość belki o świetle ściąg

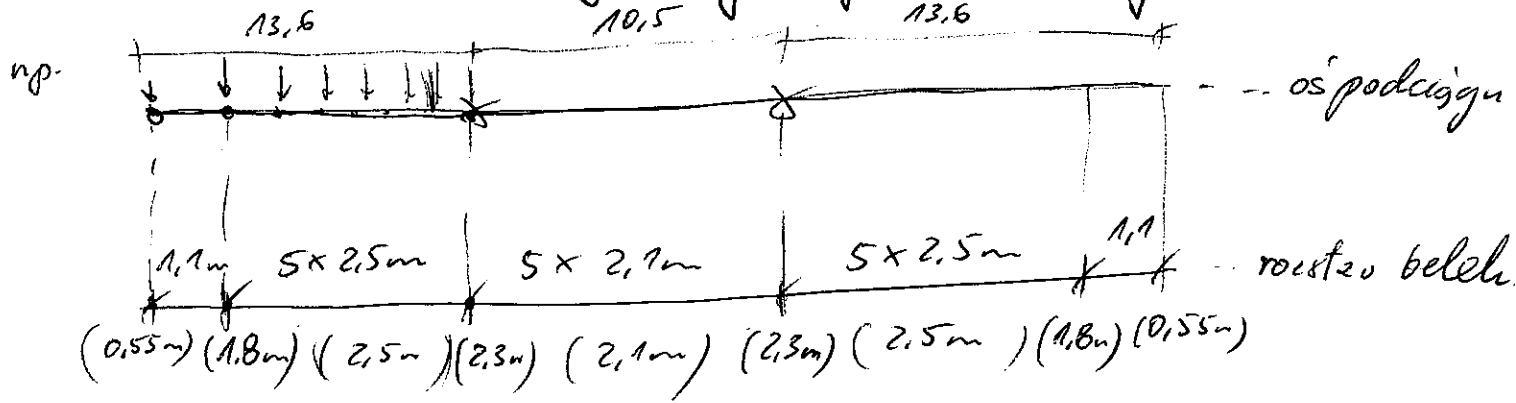
czyli do dalszych obliczeń

przyjmujemy się wartość większą z dwóch $\{ 1,025 \cdot b; L + 0,5 \cdot h \}$

2) PODCIĄG:

a) zebranie obciążeń na podciąg (u dr Teosa str. 14-20)

- jeśli rozstaw belek jest zróżnicowany to dla każdego z rozstawów trzeba wyznaczyć odpowiednie siły

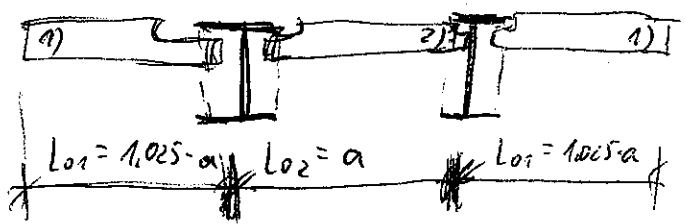


- siły z belek od obciążeń statycznych P_G i obc. zmiennych P_Q

$$P_G = \frac{1}{2} \cdot (G_{bk} + g_k) \cdot (L_{o1} + L_{o2}) \quad P_Q = \frac{1}{2} \cdot Q_{bk} \cdot (L_{o1} + L_{o2})$$

L_{o1}, L_{o2} - to rozpiętości obliczeniowe belki nr 1 i nr 2

czyli



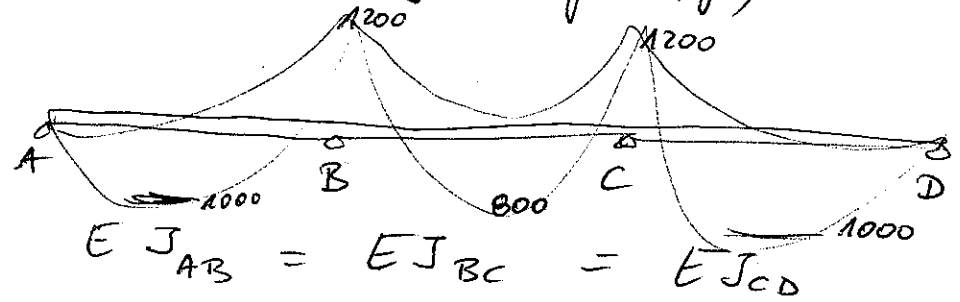
G_{bk} } obciążenia przypadające na belkę
 Q_{bk} }

(parametry o rozstawie)
 przśmro 0,55m
 obciążenia 1,8m
 2,1m
 2,3m
 2,5m

2) PODCIĄG c.d.

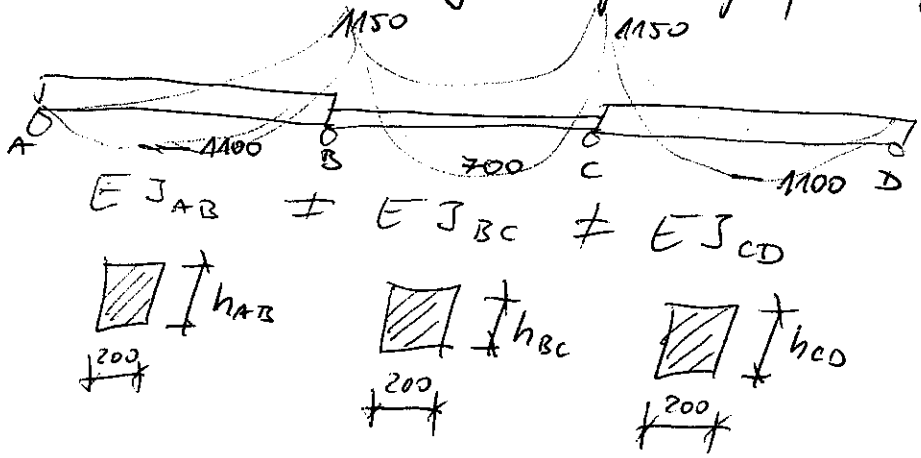
b) obliczeni statyczne.

I obliczenia (stała sytuacja podciągu)



II obliczenia (zmienna sytuacja podciągu, zstępane przekroje)

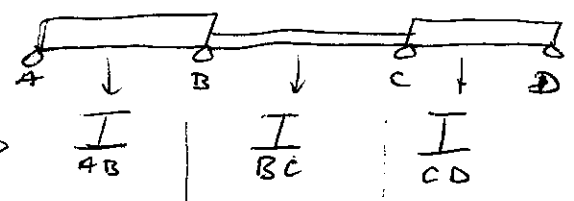
np.



~~PROJEKTOWANIE~~ ZPROJEKTOWANIE PRZEKROJÓW

c)

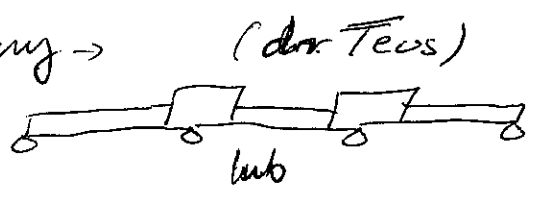
d) najpierw przęsłowe →



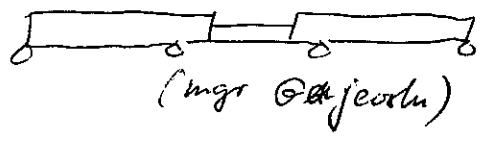
e) później podporowe →



f) ustalenie miejsca zmięty przekroju

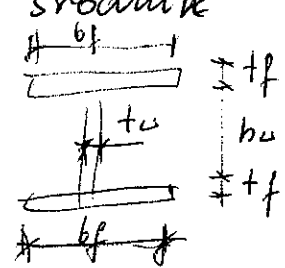
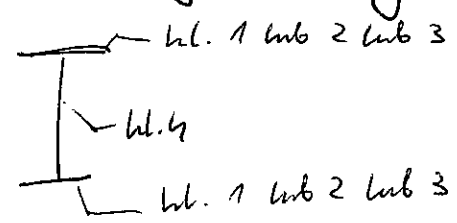


g) Sprawdzenie stateczności ogólnej podciągu



c) WYMAGANIA CO DO PRZEKROJU:

- profil ma być klasą 4 z uwagi na średnicę



- wymiary średnicy: $h_w \times t_w = ?$ $\lambda_w = \frac{h_w}{t_w} = ?$

- w zależności od gatunku stali $\lambda_w \in \{\lambda_w^{(1)} \div \lambda_w^{(2)}\}$

	$\lambda_w^{(1)}$	$\lambda_w^{(2)}$
S235	135	150
S275	125	135
S355	115	125

Jeśli $h_w \leq 1000 \text{ mm}$ (to stopniowanie co 50 mm np. 800, 850, 900...)

Jeśli $h_w > 1000 \text{ mm}$ (to stopniowanie co 100 mm)

- grubości średnicy ~~tw~~

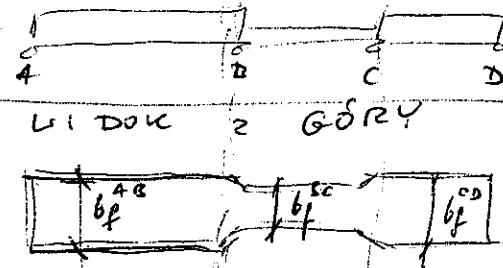
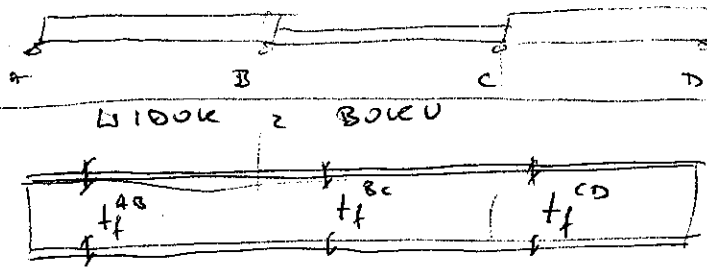
min. $t_w = 6 \text{ mm}$

$t_w \geq 6 \text{ mm}$ (stopniowanie co 1 mm czyli $t_w = 6, 7, 8, \dots$)

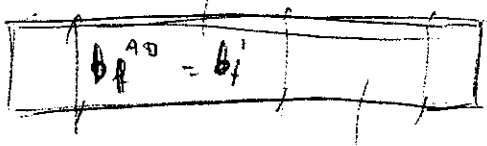
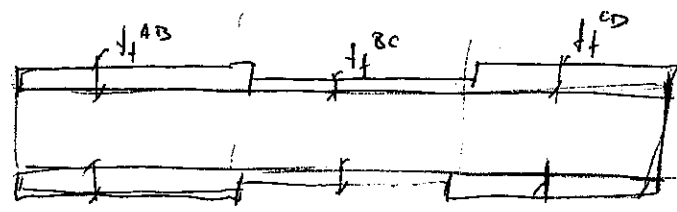
- średnicę w całej długości podciągu nie mieć stałe wymiary

- zmianę setyności podciągu można uzyskać na kilka sposobów

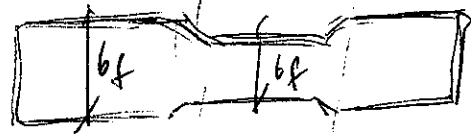
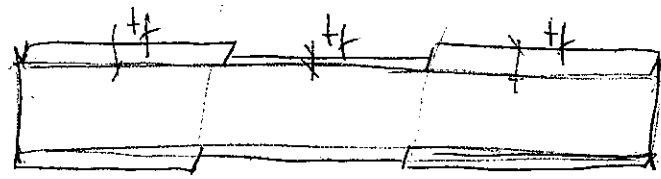
sposób 1
 $t_f = \text{const}$



sposób 2
 $b_f = \text{const}$
(przebieg GAJEWSKI)



sposób 3
 $t_f \neq \text{const}$
 $b_f \neq \text{const}$
(przebieg dr Touss)



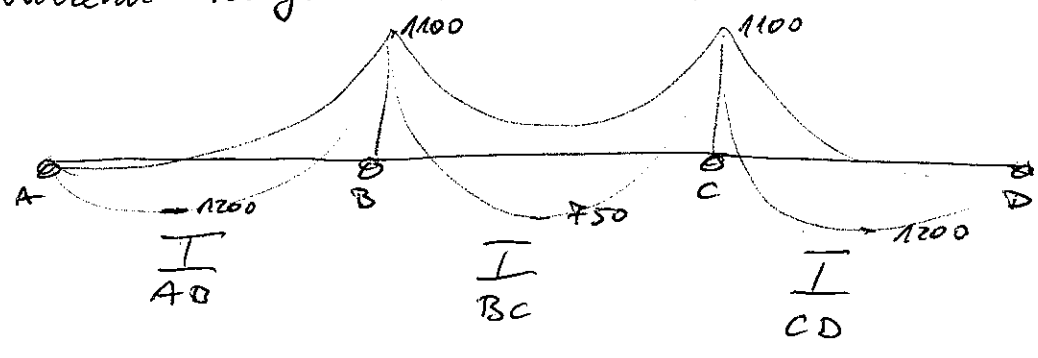
d) PRZEKROJE PRZĘSŁOWE

- określam wymiary na podstawie wzorów (- przyjęcie dr Teos
- przyjęcie ngr Gajerski)

- ustawiam pełnoję do programu obliczeniowego

III obliczenia statyczne (wykorzystam grupę obciążeni "Szacunkowy ciężar własny")

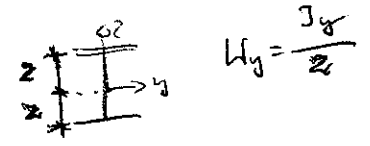
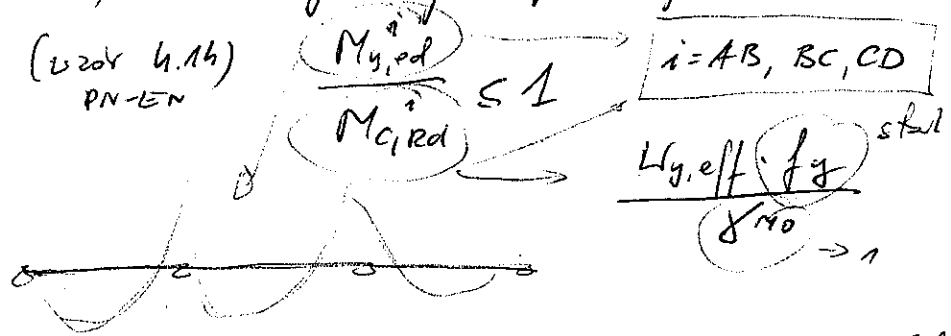
np.



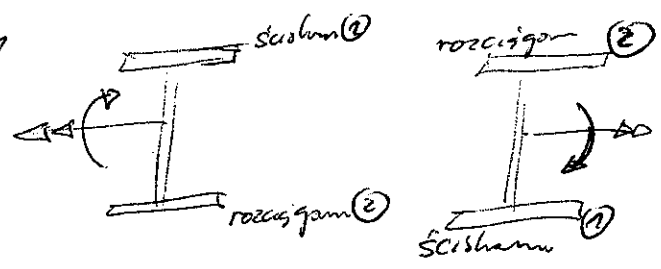
- sprawdzam warunki nośności wg PN-EN 1993-1-5

d1) nośności pełnoję zginanego (M)

(wzór 4.14) PN-EN

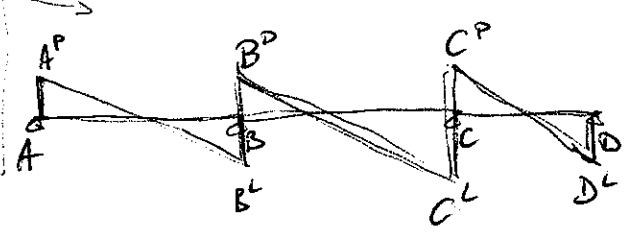
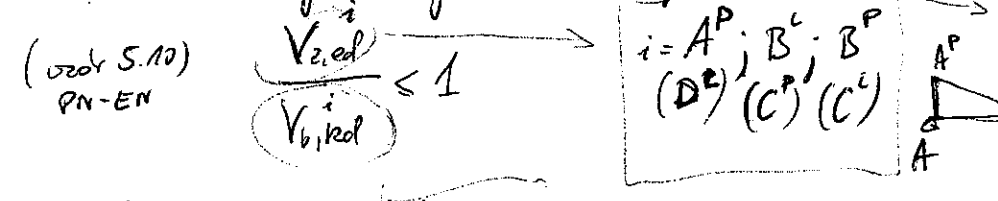


$W_{y,eff} = \min \{ W_{y,eff}^{(1)}; W_{y,eff}^{(2)} \}$



d2) nośności pełnoję ścinanego (V)

(wzór 5.10) PN-EN



(5.1) $V_{b,rd} = V_{bf,rd} + V_{bo,rd}$
(pesy) (średnik)

dr Teos linij; Gajerski pomija - średnik

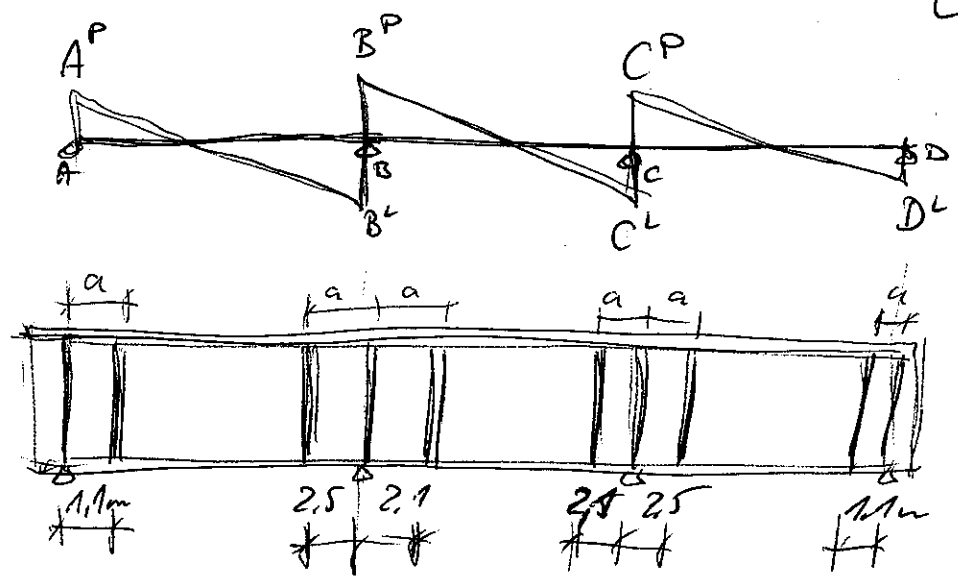
nośności średnika $V_{bo,rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t_w}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$

UWAGA na "a"

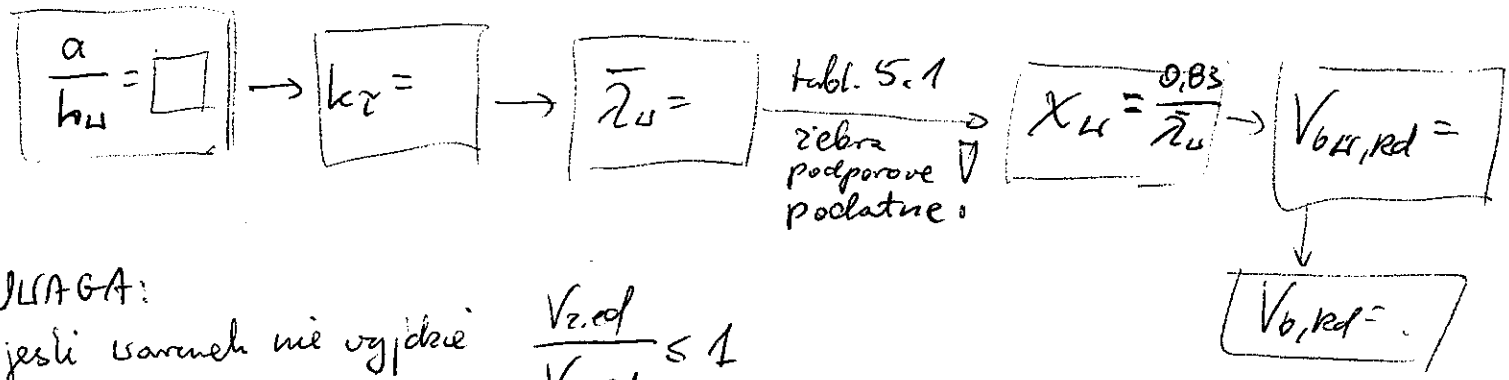
k_z wg zat. A3 $k_z = f\left(\frac{a}{h_w}\right)$

(5.6) $\chi_w = f(\bar{\lambda}_w) \rightarrow \bar{\lambda}_w = \frac{h_w}{37.4 \cdot t_w \cdot E \cdot (k_z)}$
(tablica 5.1) PN-EN

UWA GA na "a"
 "a" to rozstaw żeber
 w miejscach gdzie sprzeczono
 tęgca



REASUMUJĄC:



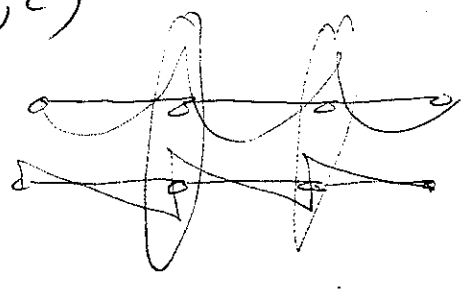
UWAGA:

jesli warunki nie wyjdzie $\frac{V_{z,red}}{V_{b,red}} \leq 1$

to mozna zregulac zebra tzn. przyjac rozmiar "a" $\rightarrow \frac{a}{2} \rightarrow \frac{a}{4}$.

d3) scinanie ze zginaniem M+V (podpory B; C)

$$(7.1) \quad \bar{\eta}_1 + \left(1 - \frac{M_{f,red}}{M_{pl,red}}\right) \cdot (2 \cdot \bar{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1$$



d4) slabezosc p-za przy sumitym sredniku

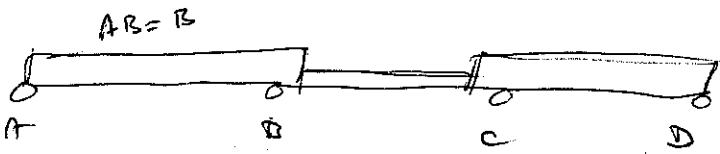
$$(8) \quad \frac{h_u}{t_u} \leq k \cdot \frac{E}{f_{st}} \cdot \sqrt{\frac{A_{cs}}{A_{fc}}}$$

d3 i d4 \rightarrow opis i przyklad mgr. Gajewski

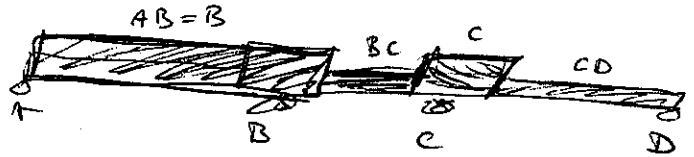
e) Zaprojektowanie przekroju podporowych

f) Określenie miejsc zmiany przekroju

mgr GAJEŃSKI



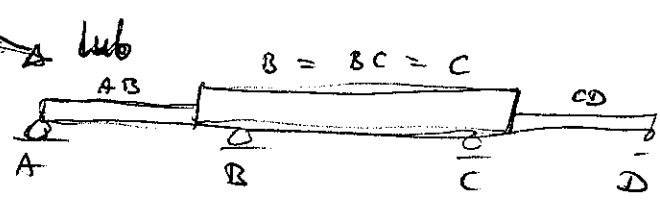
dr TELIS



Dlatego w ten sposób?

Pomocni w III obliczeniach

momenty M_{AB} oraz M_B były zbliżone do siebie.



Można przyjąć umownie, że:

e1) jeśli $\Delta M = |M_B - M_{AB}| \leq 200 \text{ kNm}$ (można dać ten sam przekrój)
 $\hookrightarrow AB$ oraz B

e2) jeśli $\Delta M = |M_B - M_{AB}| > 200 \text{ kNm}$ (nowy przekrój podporowy)

Nowy przekrój podporowy:

- średnica bez zmian $h_u \times t_u = \text{const}$

- pasy: $A_f \geq \frac{M_{max}}{h_u \cdot f_y} - \frac{t_u \cdot h_u}{6}$
 wp. 0.9

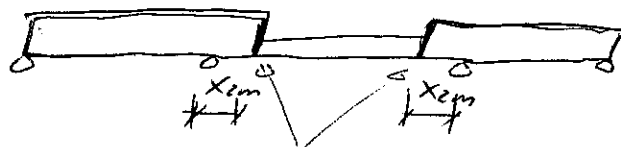
Warunki nośności tak jak uczesniej
 czyli $d1 \div d4$

lub $A_f \geq \frac{M_{max}}{h_u \cdot f_y} - \frac{h_u \cdot t_u}{6} \left[1 - \left(\frac{V_{ed}}{V_{6,red}} \right)^2 \right]$

Ustalając miejsce zmiany przekroju:

- omijać strefę wpływów spawalniczych!

- omijać zebra $\pm 15 \text{ cm}$



omijać zebra

IV obliczeniu statyczne \rightarrow raz jeszcze sprawdzamy warunki nośności.

g) (ostatni z warunków)

STATECZNOŚĆ PODCIĄGU (zwichnienie)

PN-EN 1993-1-1

(dwa ścieżki obliczeń)

(pogłębienie ugr Gajewski)

zobowiązanie

(pogłębienie u dr Teusz, ugr Gajewski) lub

Procedura dokładna

(6.3.2 u PN-EN)

$$\frac{M_{i,red}}{M_{i,ed}} \leq 1 \quad i=AB, B, BC, C, CD$$

$$\chi_{LT} \cdot M_{i,red}$$

$$\phi_{LT} \rightarrow \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}}{M_{cr}}}$$

Procedura uproszczona

(6.3.2.4 u PN-EN)

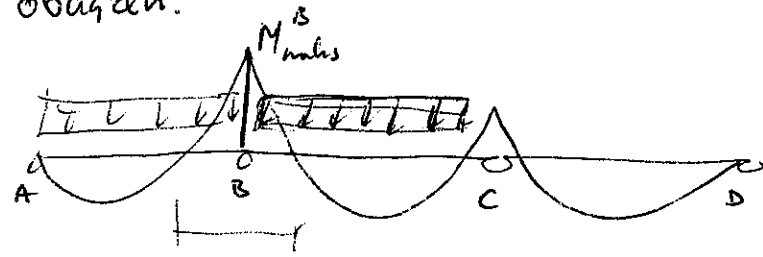
metoda zastępczego pasu.

$$\bar{\lambda}_F = \frac{k_c \cdot L_c}{i_{f,z} \cdot \lambda_1} \leq \bar{\lambda}_{cr} \frac{M_{i,red}}{M_{y,i,ed}}$$

UWAGA: - analizując zwichnienie należy ustalić rozkład momentu zginającego w długości elementu

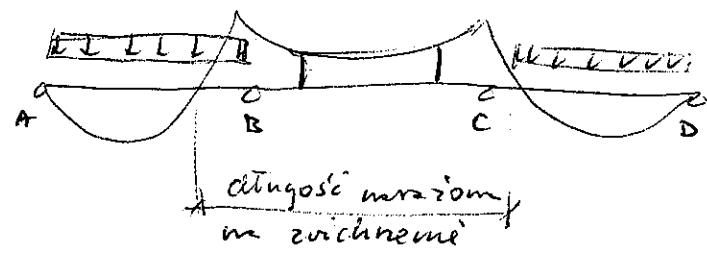
- w tym celu trzeba wykonać obwiednie i wskazać odpowiednie kombinacje obciążeń.

np. M_{max}^B



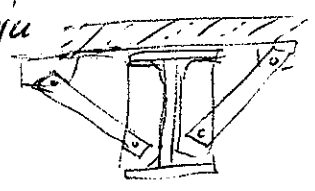
Kombinacje:
 * obciążeni stałe (+1,15)
 + obciążeni zmienne w przestach AB i BC (+1,15)

np. $M_{min,ogins}^{AB}$



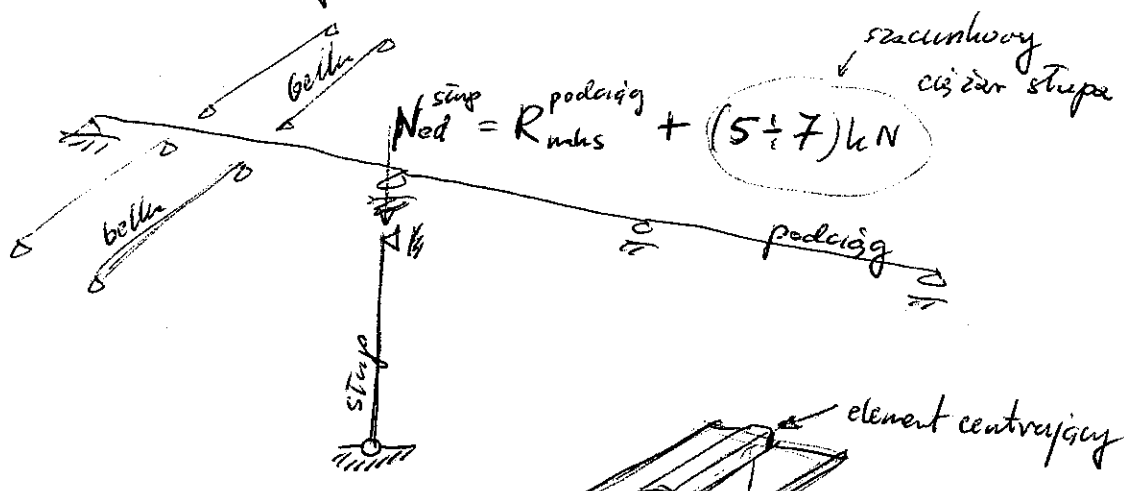
KOMBINACJA:
 obc. stałe (+1,0)
 + obc. zmienne AB i CD (+1,15)

- w celu zmniejszenia długości narazonej na zwichnienie wprowadza się sterzenia stabilizujące pas ściskany przekroju (zarówno u dr Teusz jak i ugr Gajewski)

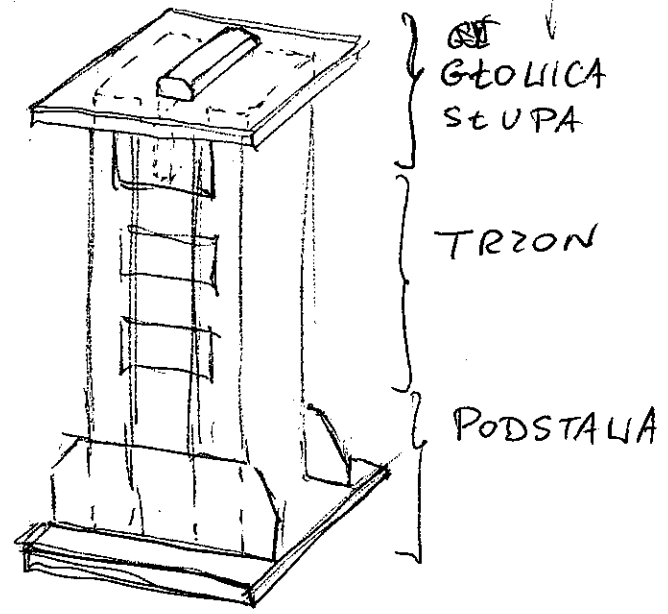


3) STUP 2-BALĘZIOWY

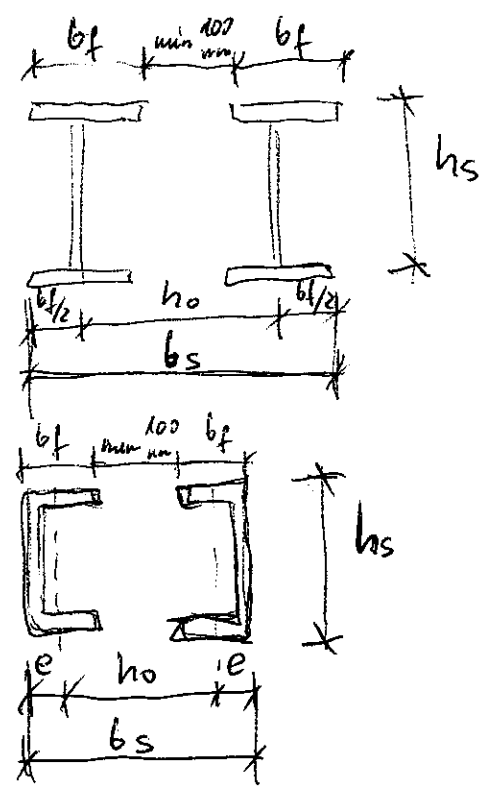
a) obciążenia stupa



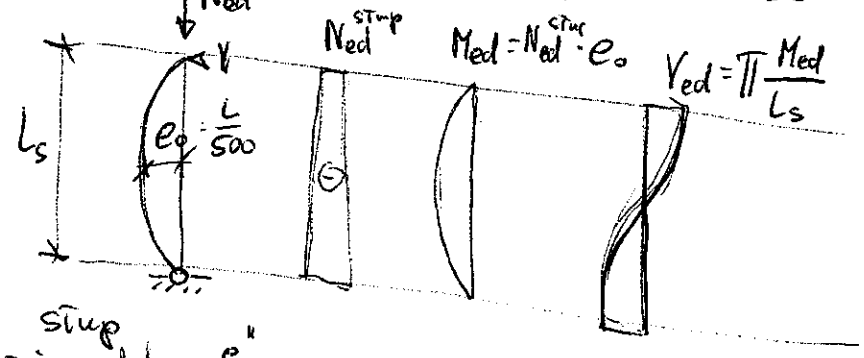
b) konstrukcja stupa



c) przekrój trzonu



d) model obliczeniowy stupa wg PN-EN 1993-1-1



UWAGA:

- * dla II: $b_s = h_0 + \frac{b_f}{2} + \frac{b_f}{2}$
- * dla []: $b_s = h_0 + e + e$

stupa z imperfekcją e_0

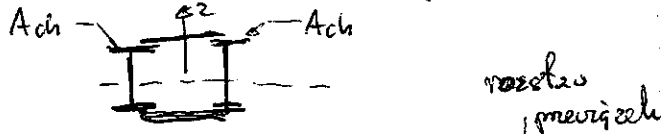
wg normy sprawdzeniu podlega:

- * warunkach wyboczenia (N)
- * warunkach interakcji (M+N)

e) sprawdzenie nośności tronu stupa

e1) ogólny warunek wybożenia: (6.46) $\frac{N_{ed}}{N_{b,red}} \leq 1 \rightarrow \chi \cdot N_{ch,ed}$
 - stopy nieoptezione opisano w rozdziale 6.4. mowimy $\chi = \min\{\chi_y, \chi_z\}$

* wybożenie względem osi z
 (os z to tzw. os niematerialowa)
 wybożenie w płaszczyźnie pionowych



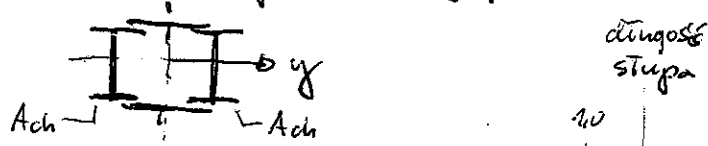
- * obliczamy $\chi_z, \lambda_z, L_{cr,z} = a$
- * sprawdzamy wybożenie pojedynczej gąszi (indeks „ch”)
- * warunki do sprawdzenia:

$$\frac{N_{ch,ed}^z}{N_{b,red,ch}^z} \leq 1$$

$$N_{ch,ed}^z = 0,5 \cdot N_{ed}^{stupa} + \frac{M_{ed} \cdot h_0 \cdot A_{ch}}{2 \cdot J_{eff}}$$

szeregowe przybliżenie obliczeń u dr Teus lub ugr Gajewski

* wybożenie względem osi y
 (os y to tzw. os materialowa)
 wybożenie z płaszczyzny pionowych



- * obliczamy $\chi_y, \lambda_y, L_{cr,y} = \mu \cdot l_s$
- * sprawdzamy wybożenie pojedynczej gąszi (indeks „ch”)
- * warunki do sprawdzenia:

$$\frac{N_{ch,ed}^y}{N_{b,red,ch}^y} \leq 1$$

$$N_{ch,ed}^y = 0,5 \cdot N_{ed}^{stupa}$$

e2) warunki interakcji M+N (rozdział 6.61 i 6.62 w PN-EN 1993-1-1)
 u pojedynczej gąszi stupa

$$\frac{N_{ch,ed}^z}{\chi_z \cdot N_{ch}} + k_{zz} \frac{M_{ch,ed}}{\chi_{cr} \cdot \frac{M_{ch,ed}^z}{\gamma_{M1}}} \leq 1 \rightarrow V_{ch,ed} \cdot \frac{a}{2} \rightarrow 0,5 \cdot V_{ed} \rightarrow V_{ed} = \pi \frac{M_{ed}}{L_{cr,y}}$$

- przybliżenie obliczeń dr Teus lub ugr Gajewski