

Jerzy Kuczyński, Walery Szuścik

ANALIZA TECHNICZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWA WZMOCNIENIA STROPNIC  
STALOWO-CZŁONOWYCH

**Streszczenie.** W pracy, na podstawie analizy momentów zginających granicznych, wykazano celowość oraz poprawny sposób wzmocnień stropnic stalowo-członowych.

1. Wstęp

Ze względu na dużą odpowiedzialność pracy stropnic stalowo-członowych, jak również na wciąż jeszcze duże straty, jakie mają miejsce w ruchu, stało się koniecznym przeprowadzenie analizy wytrzymałościowej powyższych stropnic i podanie sposobu ewentualnego ich wzmacniania. Ustalenie schematu obciążenia i określenia maksymalnych momentów zginających zostało podane w pracy [1]. W niniejszym opracowaniu ograniczono się do wykazania konieczności przeprowadzenia wzmocnień przekroju stropnicy na pewnych jej odcinkach. Do rozwiązania tego zagadnienia posłużono się metodą nośności granicznej (podanej między innymi w pracach [2], [3]) ze względu na to, że w stropnicach świadomie dopuszczamy do występowania odkształceń plastycznych. Analizę przeprowadzono na podstawie stropnicy stalowo-członowej SCG-51D/110.

2. Wyznaczanie wskaźnika zginania plastycznego  $W_{ge}$  oraz momentu granicznego  $M_{egr}$

Wskaźnik zginania plastycznego  $W_{ge}$  określony wg prac [2], [3] można wyrazić za pomocą wzoru

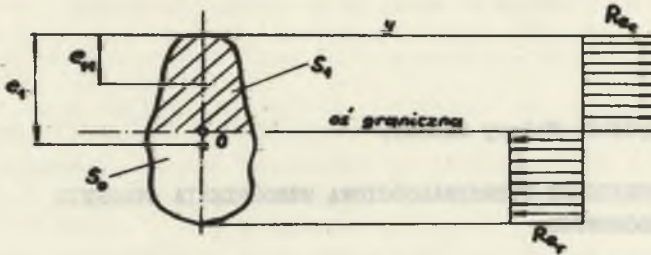
$$W_{ge} = S_0 \cdot (e_1 - e_{11}_0),$$

gdzie

$e_1$  - określa położenie środka całego przekroju  $S_0$ ,

$e_{11}$  - określa położenie środka części ściskanej przekroju  $S_1$ .

Odległości te są uwidocznione na rys. 1.



Rys. 1

Część ściskaną powierzchni przekroju obliczamy zgodnie ze wzorem (7.53) (patrz [3]).

$$S_1 = \frac{S_0}{1 + \chi},$$

gdzie

$\chi$  - jest współczynnikiem niesymetrii wytrzymałości materiałów belki

$$\chi = \frac{R_{ec}}{R_{er}}$$

$R_{er}$  - naprężenie na granicy plastyczności przy rozciąganiu,

$R_{ec}$  - naprężenie na granicy plastyczności przy ściskaniu.

Moment zginający graniczny  $M_{\xi_{gr}}$  wynosi

$$M_{\xi_{gr}} = R_{er} \cdot W_{\xi_e},$$

gdzie

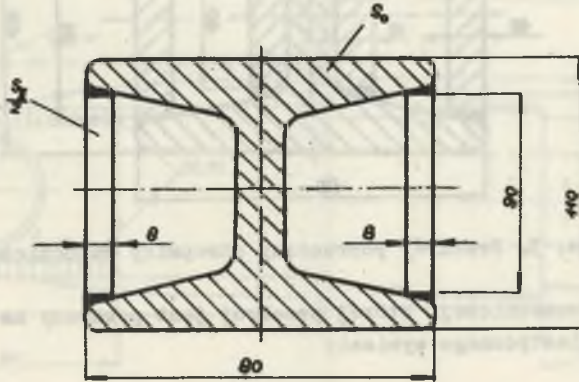
$$R_{er} = R_{ec} = 3800 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{oraz} \quad \chi = 1 \quad (\text{dla stali 18G2})$$

Dla profilu G110, z którego wykonane są stropnice SGG - 51D/110, wskaźnik zginania plastycznego  $W_{\xi_e}$  ma wartość

$$W_{\xi_e} = 31,1 \text{ cm}^2 \cdot (5,5 \text{ cm} - 1,5 \text{ cm}) = 124,4 \text{ [cm}^3\text{]},$$

natomiast moment zginający graniczny  $M_{\xi_{gr}}$  wynosi

$$M_{\xi_{gr}} = 3800 \text{ kg/cm}^2 \cdot 124,4 \text{ cm}^3 = 4,727 \text{ [Tm]}.$$



Rys. 2. Przekrój poprzeczny stropnicy

Dla profilu stropnicy SCG-51D/110 części środkowej pokazanej na rys. 2, wskaźnik zginania plastycznego przyjmie postać

$$W_{\xi_e} = (S_0 + S_{II}) \cdot (e_1 - e_{11}),$$

gdzie

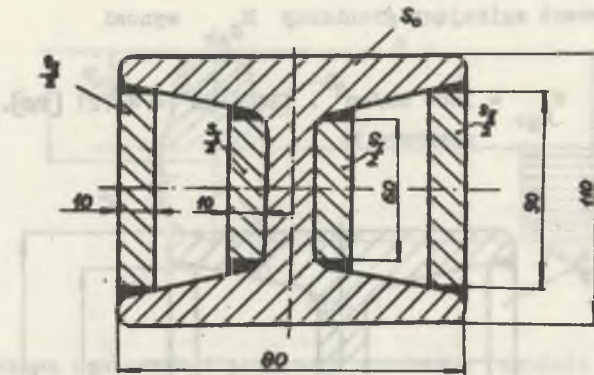
$$e_{11} = \frac{e_{11_0} \cdot \frac{S_0}{2} + e_{11_{II}} \cdot \frac{S_{II}}{2}}{\frac{S_0}{2} + \frac{S_{II}}{2}} = 2,4 \text{ [cm]},$$

tak więc

$$W_{\xi_e} = 141 \text{ [cm}^3\text{]},$$

Moment zginający graniczny wyniesie więc

$$M_{\xi_{gr}} = W_{\xi_e} \cdot R_e = 5,358 \text{ [Tm]}.$$



Rys. 3. Przekrój poprzeczny stropnicy wzmocnionej

Dla stropnicy wzmocnionej, której przekrój jest pokazany na rys. 3, wskaźnik zginania plastycznego wyniesie

$$W_{\xi_e} = (S_0 + S_I + S_{II}) \cdot (e_1 - e_{11}),$$

natomiast

$$e_{11} = \frac{e_{11_0} \cdot \frac{S_0}{2} + e_{11_I} \cdot \frac{S_I}{2} + e_{11_{II}} \cdot \frac{S_{II}}{2}}{\frac{S_0}{2} + \frac{S_I}{2} + \frac{S_{II}}{2}},$$

co daje wartość

$$e_{11} = 2,3 \text{ [cm]},$$

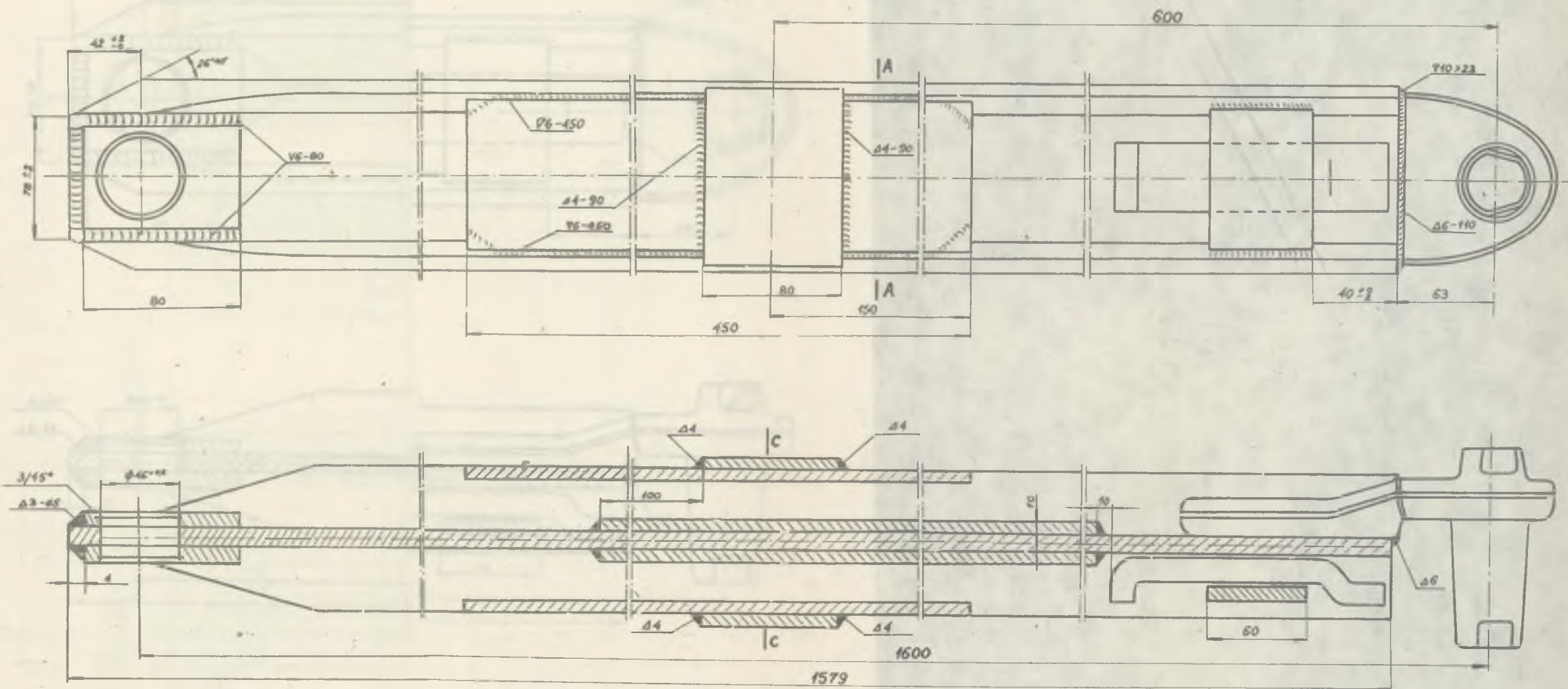
oraz

$$W_{\xi_e} = 196 \text{ [cm}^3\text{]}.$$

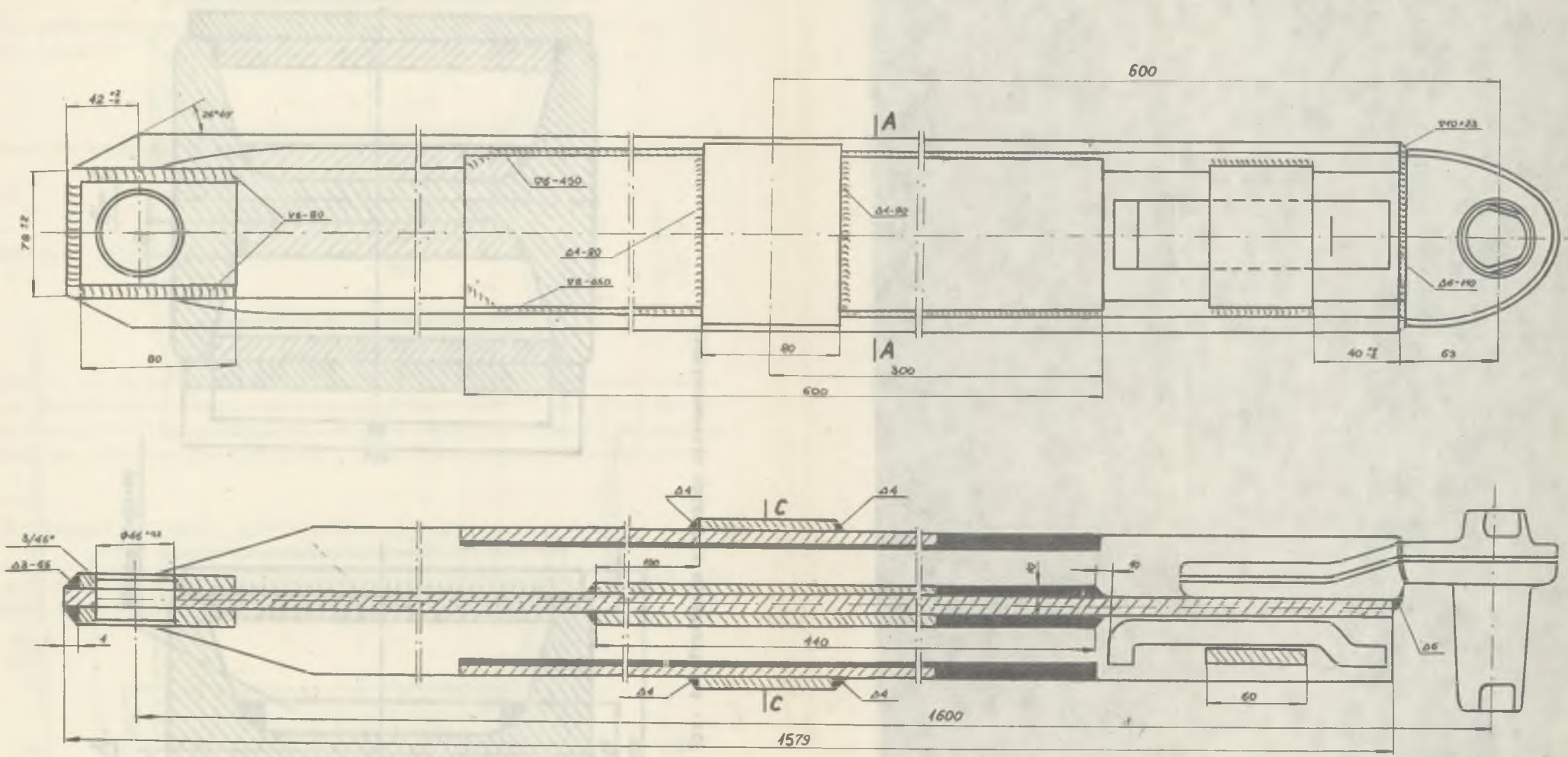
Moment zginający graniczny  $M_{\xi_{gr}}$  w związku z tym wynosi

$$M_{\xi_{gr}} = W_{\xi_e} \cdot R_e = 7,43 \text{ [Tm]}.$$



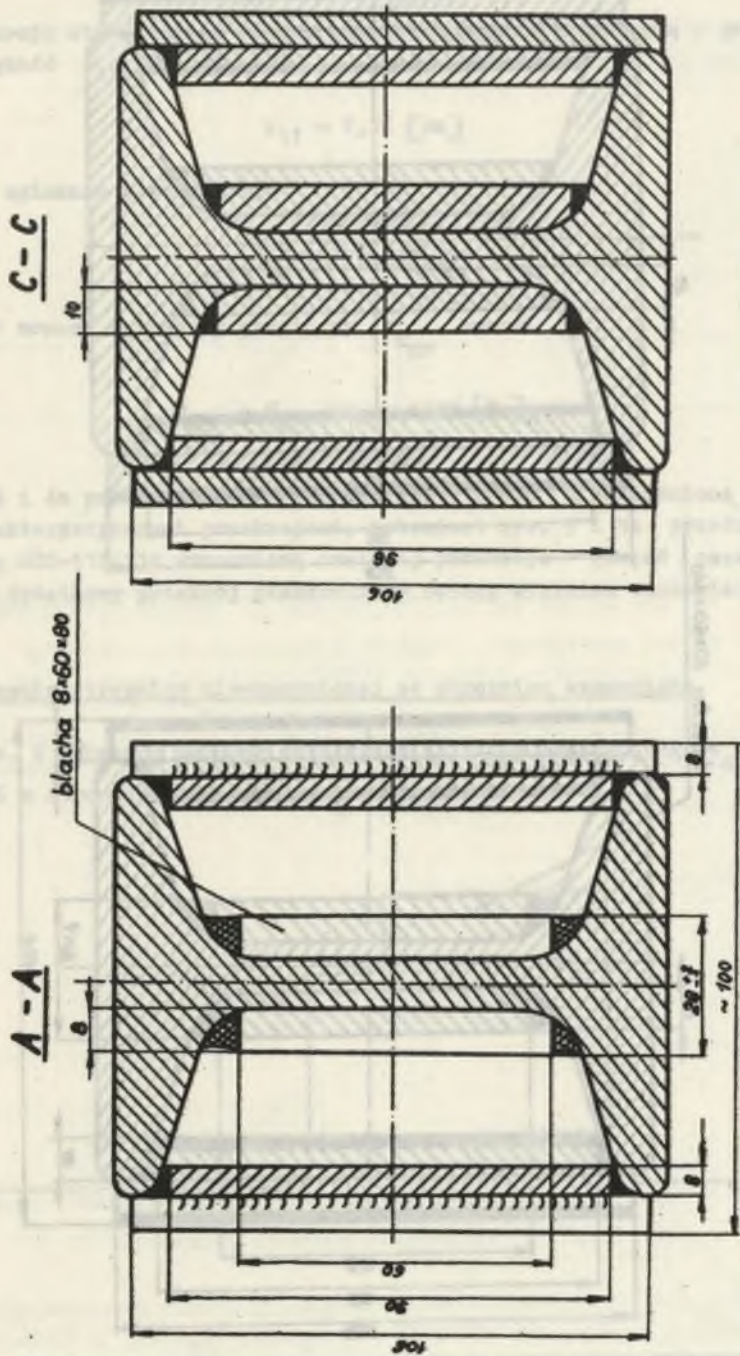


Rys. 4. Stropnica SCG-51D/110 przed wzmocnieniem

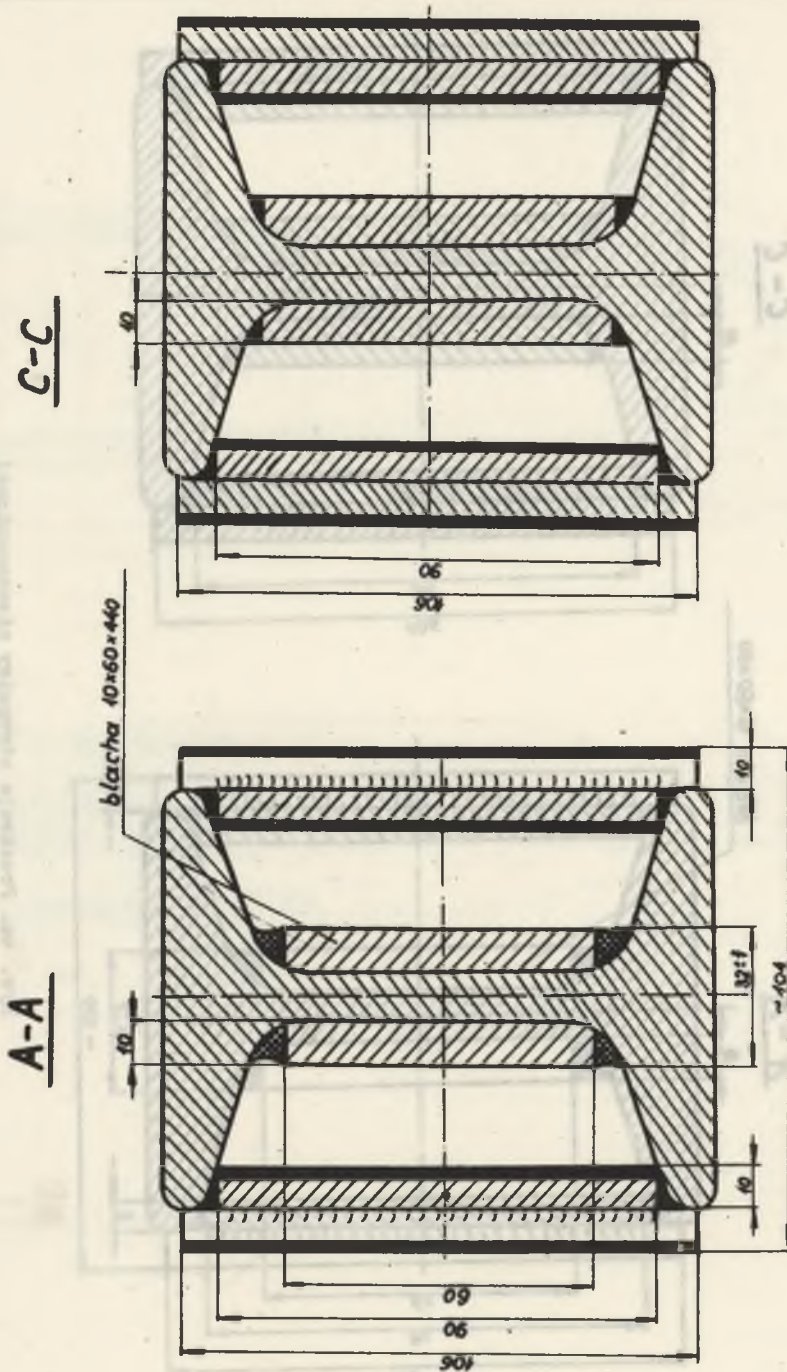


Rys. 5. Stropnica SCG-51D/110 po wzmocnieniu





Rys. 4a. Przekroje stropnicy niewzmocnionej



Rys. 5a. Przekroje stropnicy wzmocnionej



Dla przekroju stropnicy, w którym brak jest wzmocnień blachą o przekroju  $S_I$ , odległość  $e_{11}$  wynosi

$$e_{11} = 2,14 \text{ [cm]}$$

wskaźnik zginania plastycznego

$$W_{\xi_e} = 165 \text{ [cm}^3\text{]},$$

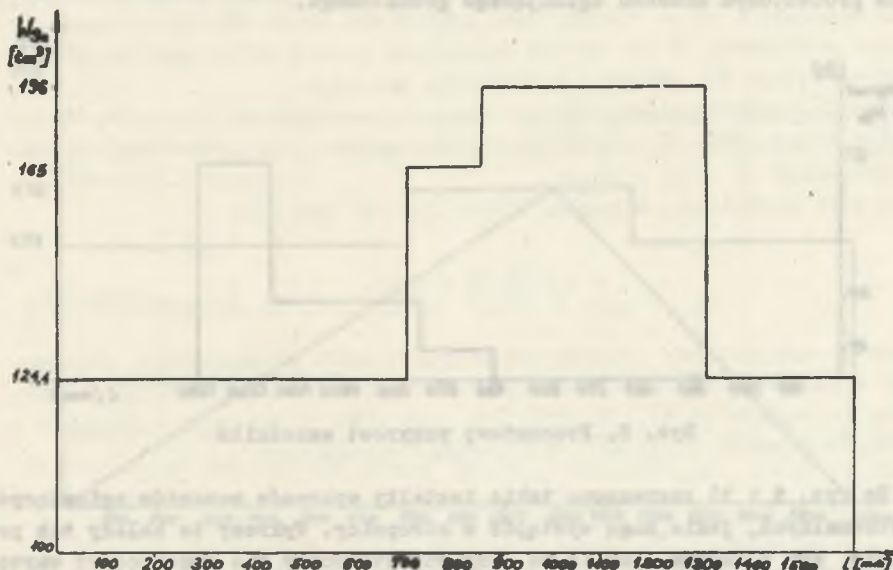
natomiast moment zginający graniczny  $M_{\xi_{gr}}$  wynosi

$$M_{\xi_{gr}} = W_{\xi_e} \cdot R_e = 6,27 \text{ [Tm]}.$$

Rysunki 4 i 4a przedstawiają stropnicę SCG-51D/110 niewzmocnioną wraz z jej charakterystycznymi przekrojami, natomiast rys. 5 i 5a przedstawiają stropnicę SCG-51D/110 wzmocnioną oraz jej przekroje (część zaczerpnięta obrazuje dodatkowy przekrój płaskowników będący wynikiem wzmocnienia).

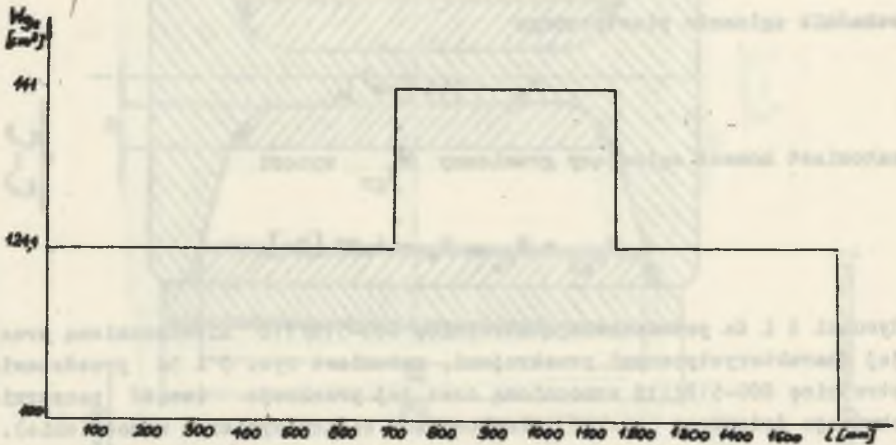
### 3. Porównanie stropnicy niewzmocnionej ze stropnicą wzmocnioną

Na rys. 6 pokazano wykresy wskaźników zginania plastycznego  $W_{\xi_e}$  na długości 1,6 m stropnicy SCG-51D/110 wzmocnionej.



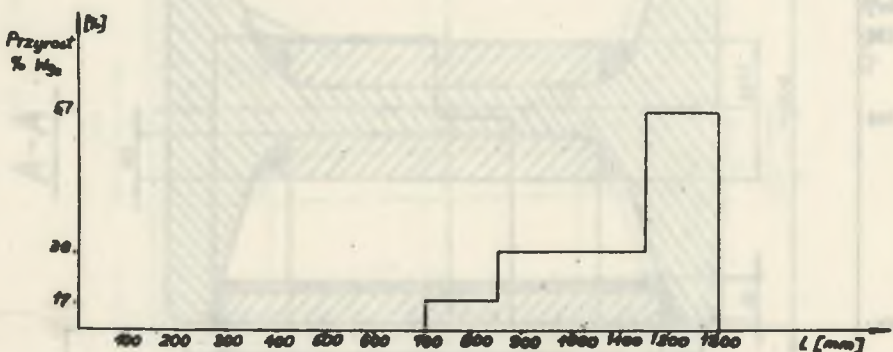
Rys.6. Wykres plastycznych wskaźników przekroju dla stropnicy wzmocnionej

Rys. 7 przedstawia wykres wskaźników zginania plastycznego  $W_{ge}$  dla stropnicy SCG-51D/110 o długości 1,6 m - niewzmocnionej.



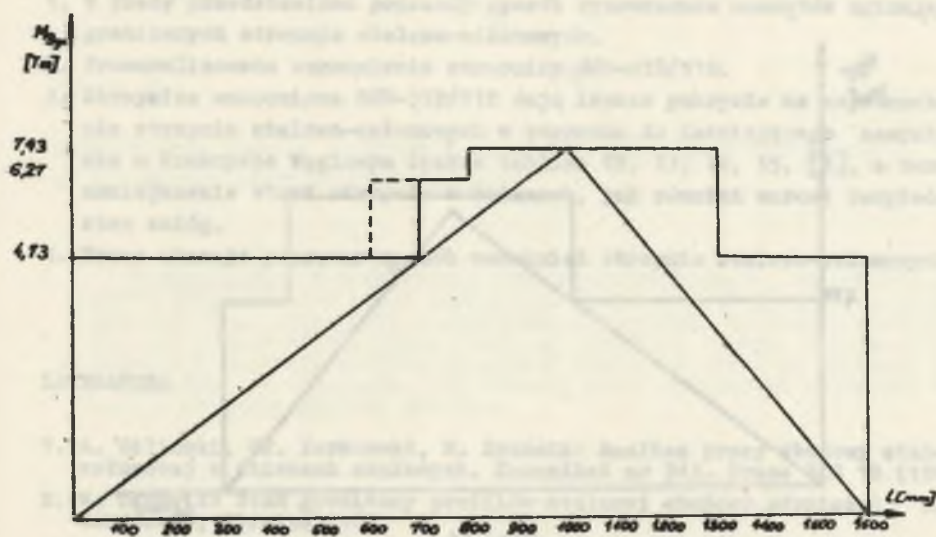
Rys. 7. Wykres plastycznych wskaźników przekroju dla stropnicy niewzmocnionej

Na rys. 8 przedstawiono procentowy przyrost wskaźnika zginania plastycznego  $W_{ge}$  na długości stropnicy. Przyrost ten jest zarazem przyrostem procentowym momentu zginającego granicznego.

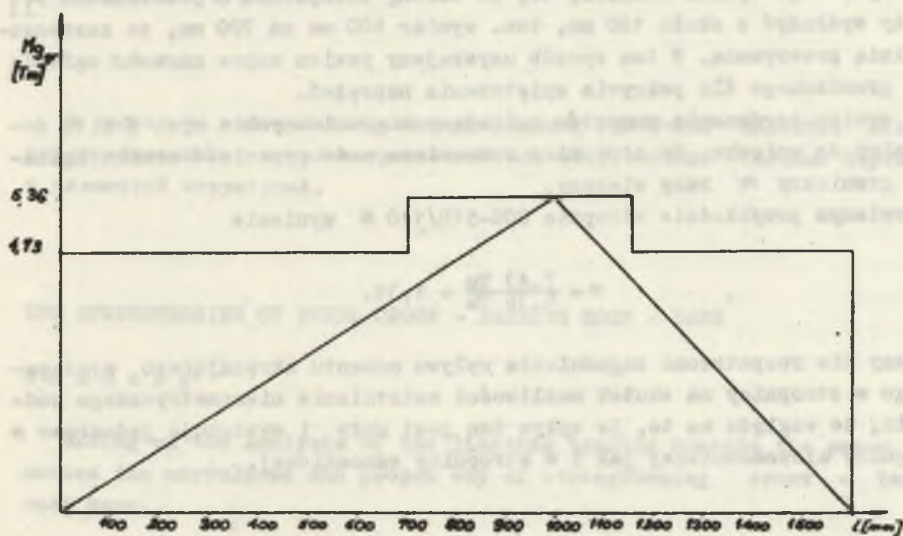


Rys. 8. Procentowy przyrost wskaźnika

Na rys. 9 i 10 zaznaczono takie kształty wykresów momentów zginających ekstremalnych, jakie mogą wystąpić w stropnicy. Wykresy te należy tak prowadzić, aby w żadnym punkcie na długości stropnicy nie przekroczyć wartości momentu zginającego granicznego (wykres musi znajdować się wewnątrz



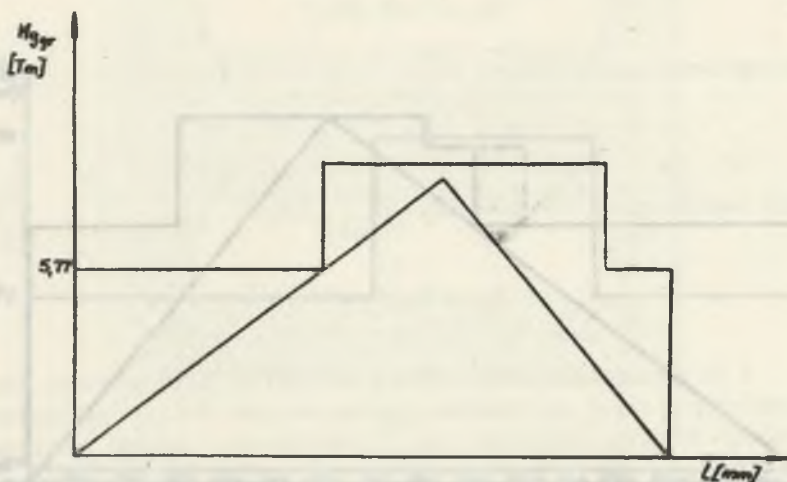
Rys. 9. Wykres momentów zginających granicznych stropnicy wzmocnionej



Rys. 10. Wykres momentów zginających granicznych stropnicy niewzmocnionej



wykresów momentów zginających granicznych). Na rys. 11 pokazano przykładowo odczytanie momentu zginającego granicznego innej stropnicy, który wynosi 5,77 [Tm].



Rys. 11

Z rys. 9 wynika wartość momentu zginającego granicznego (jaki może być wzięty do porównania) wynoszący 7,43 [Tm], natomiast z rys. 10 wynika wartość momentu zginającego granicznego  $M_{gr}$  wynosząca 5,36 [Tm].

Z rys. tego wynika również, to, że blachę zewnętrzną o powierzchni  $S_{II}$  należy wydłużyć o około 100 mm, tzn. wymiar 600 mm na 700 mm, co zaznaczono linią przerywaną. W ten sposób uzyskujemy pewien zapas momentu zginającego granicznego dla pokrycia spiętrzenia naprężeń.

W wyniku porównania momentów zginających granicznych z rys. 9 i 10 dochodzimy do wniosku, że stropnica wzmocniona może przenieść moment zginający graniczny  $\alpha$  razy większy.

W omawianym przykładzie stropnic SCG-51D/110  $\alpha$  wyniesie

$$\alpha = \frac{7,43 \text{ Tm}}{5,36 \text{ Tm}} = 1,39.$$

W pracy nie rozpatrzono zagadnienia wpływu momentu skręcającego występującego w stropnicy na skutek możliwości zaistnienia niesymetrycznego podparcia, ze względu na to, że wpływ ten jest mały i występuje jednakowo w stropnicy niewzmocnionej jak i w stropnicy wzmocnionej.

#### 4. Wnioski

1. W pracy przedstawiono poprawny sposób wyznaczania momentów zginających granicznych stropnic stalowo-członowych.
2. Przeanalizowano wzmocnienie stropnicy SCG-51D/110.
3. Stropnice wzmocnione SCG-51D/110 dają lepsze pokrycie na zapotrzebowanie stropnic stalowo-członowych w stosunku do istniejącego zaopatrzenia w Przemyśle Węglowym (patrz tablice 12, 13, 14, 15, [1], a zarazem zmniejszenie strat stropnic w ścianach, jak również wzrost bezpieczeństwa załóg.
4. Praca ukazuje poprawny sposób wzmocnień stropnic stalowo-członowych.

#### LITERATURA

1. A. Biliński, Wł. Perkowski, W. Szuścik: Analiza pracy obudowy stalowo-członowej w ścianach zwałowych. Komunikat nr 343. Prace GIG 18 (1964).
2. W. Szuścik: Stan graniczny profilów stalowej obudowy górniczej. Praca doktorska, Gliwice 1961.
3. W. Szuścik, J. Kuczyński: Wytrzymałość materiałów, Gliwice 1970.

#### ТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ КРЕПЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ПЕРЕКЛАДОВ С ЧЛЕНИСТОЙ СТРУКТУРОЙ

#### Р е з ю м е

В работе на основании анализа изгибающих граничных моментов показана целесообразность, а также правильный способ крепления стальных переключателей с членистой структурой.

#### THE STRENGTHENING OF STEEL CROSS - BARRING ROOF - BARS

#### S u m m a r y

Basing on the analysis of the limiting bending moments the paper discusses the usefulness and proper way of strengthening cross - barring roof bars.