ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1972

Seria: GÓRNICTWO z. 52 Nr kol. 332

Walery Szuścik, Jerzy Kuczyński

# OKREŚLENIE OBCIĄŻEŃ STROPNIC OBUDOWY ZMECHANIZOWANEJ

Streszczenie. W pracy podano metodę określenia obciążeń stropnic członowych obudowy zmechanizowanej na przykładzie obudowy zmechanizowanej ścianowej niskiej "KRAB".

## 1. Wstęp

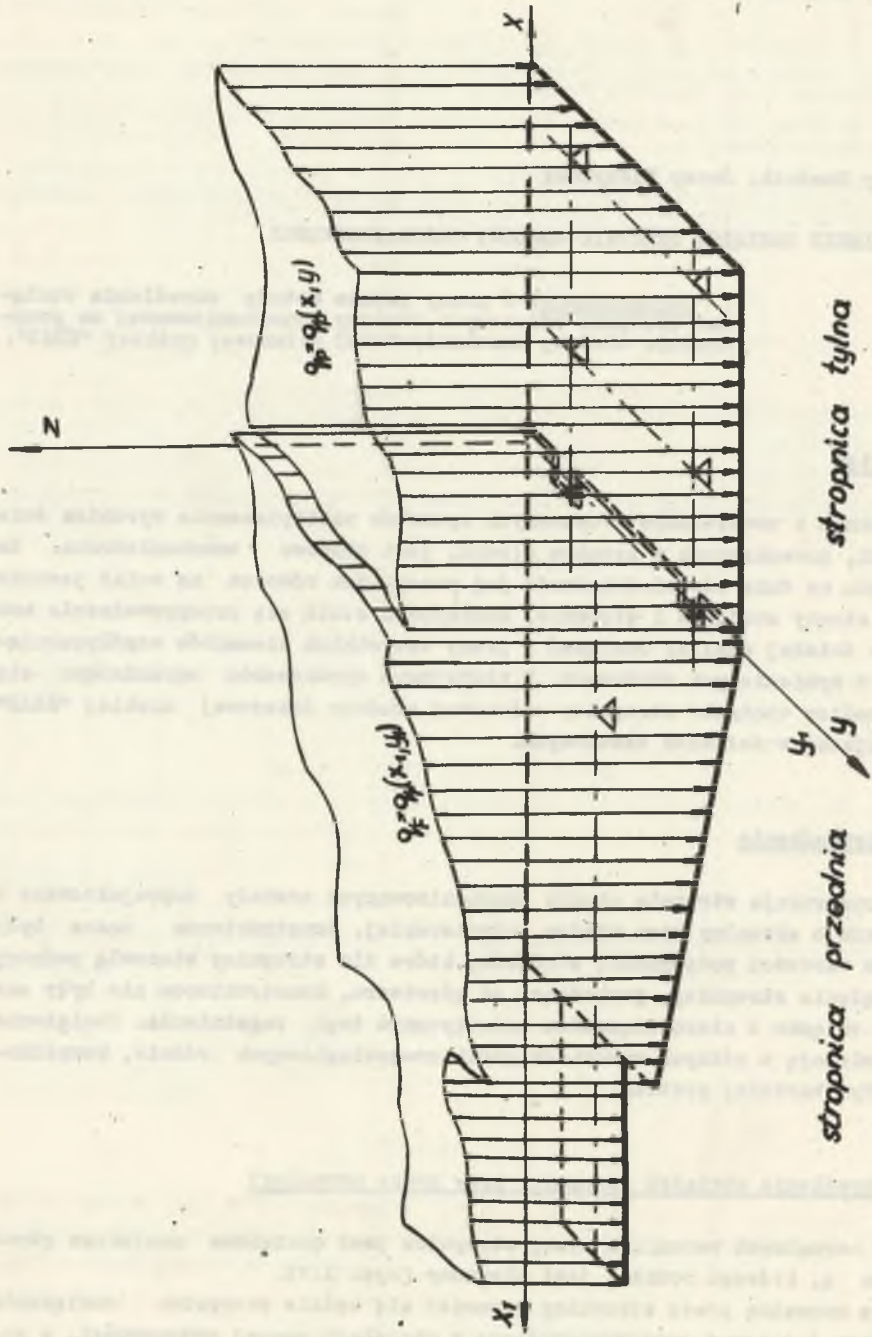
Jednym z powszechnie stosowanych sposobów zabezpieczenia wyrobisk ścianowych, prowadzonych z zawałem stropu, jest obudowa zmechanizowana. Ze względu na dużą odpowiedzialność jej pracy, jak również na wciąż jeszcze duże straty stojaków i stropnic, koniecznym stało się przeprowadzenie możliwie ścisłej analizy obciążeń i pracy wszystkich elementów współpracujących w wymienionych obudowach. W niniejszym opracowaniu ograniczono się do analizy obciążeń stropnicy członowej obudowy ścianowej niskiej "KRAB" pracującej w ścianach zawałowych.

## 2. Wprowadzenie

Konstrukcje stropnic obudów zmechanizowanych zostały zaprojektowane w oparciu o aktualny stan wiedzy inżynierskiej. Konstruktorom znane były tylko wartości podporności stojaków, które dla stropnicy stanowią podpory. Obciążenia stropnicy, pochodzące od górotworu, konstruktorom nie były znane w związku z nierozwiązaniem teoretycznym tego zagadnienia. Obciążenia te działają w różnych warunkach górniczo-geologicznych różnie, komplikując tym bardziej problem.

## 3. Określenie obciążeń stropnicy przy pracy normalnej

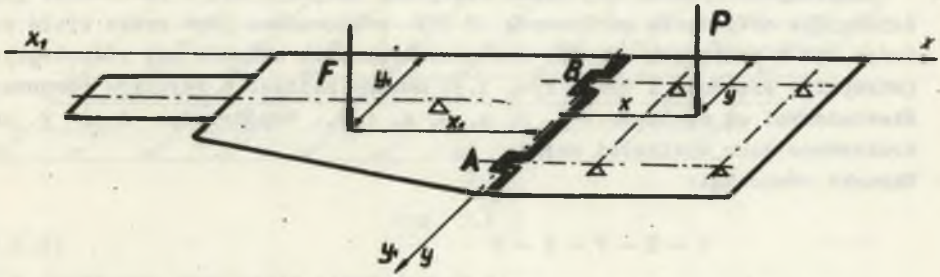
W normalnych warunkach pracy stropnica jest obciążona naciskiem górotworu q, którego rozkład jest nieznany (rys. 3.1).
Przez normalną pracę stropnicy rozumieć się będzie przypadek obciążenia obudowy ścianowej przy występującej w stojakach znanej podporności, a wynoszącej R = 40 ton.


X
N
$q_w = q(x,y)$
$q_z = q(x_1,y_1)$
$x_1$
$y_1$
y
stropnica tylna
stropnica przodnia

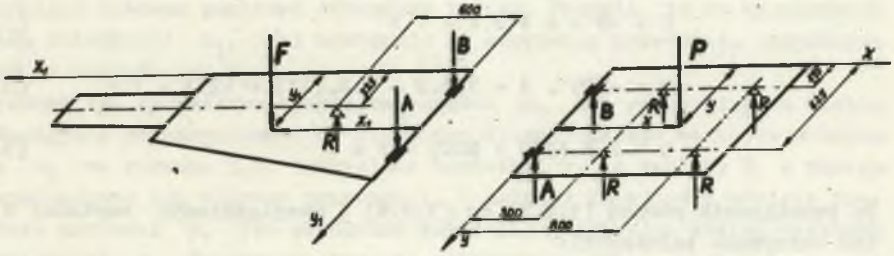
Rys. 3.1

Korzystając więc ze znajomości reakcji (w rozpatrywanym schemacie obciążeń) nie można jednak w sposób jednoznaczny odwzorować schematu obciążenia $q(q_F = q_F(x_1,y_1)$ oraz $q_P = q_P(x,y)$ - rys. 3.1). Jest to spowodowane tym, że różne obciążenia przenoszone przez stropnicę mogą powodować takie same reakcje w stojakach. Do chwili obecnej nie znane są teorie ani też metody pomiarowe, które pozwoliłyby stwierdzić rzeczywisty schemat obciążenia stropnic.

W związku z powyższym nie ma możliwości podania ogólnego rozwiązania omawianego problemu, którym byłyby równania funkcji $q_F$ i $q_P$ określające granice pól obciążeń rozłożonych na stropnicach (rys. 3.1). Obciążenia $q_F$ i $q_P$ nie muszą działać na całych powierzchniach górnych stropnicy przedniej i tylnej. Stropnice w związku z nierównościami stropu tylko w niektórych "punktach" stykają się ze stropem i rzeczywiste obciążenie pochodzące od stropu realizowane jest tylko w pewnych miejscach ("punktach").




Rys. 3.2




Rys. 3.3

W związku z powyższym obciążenia rozłożone $q_F$ i $q_P$ zastąpiono siłami skupionymi F i P (obciążenie rozłożone na przedniej stropnicy $q_P = q_P(x_1, y_1)$ zastąpiono siłą skupioną wypadkową F, natomiast obciążenie rozłożone na stropnicy tylnej $q_P = q_P(x,y)$ zastąpiono siłą skupioną wypadkową P). Współrzędne sił wypadkowych F i P nazwano odpowiednio przez

$x_1, y_1$ oraz $x, y$. Gdyby nawet nie udało się określić rozkładu prawdopodobnego, to przy znajomości sił wypadkowych F i P uzyskane obciążenia dadzą nieco większe wartości sił wewnętrznych, jak również naprężeń i odkształceń. Fakt występowania obciążeń stropnic tylko w niektórych "punktach", o czym była mowa powyżej, uzasadnia tym bardziej celowość przyjęcia sił skupionych F i P. Przyjmując współrzędne tych sił jako wielkości zmienne, można wyznaczyć wszystkie możliwe wartości obciążeń stropnicy przedniej i stropnicy tylnej (jak również wszystkie ich współrzędne).

Przyjęty schemat obciążenia wypadkowego przedstawiono na rys. 3.2. Stropnice przednia i tylna połączone są dwoma przegubami, które oznaczono przez A i B (rys. 3.2). Do dalszych rozważań celowym jest pokazanie obu stropnic oddzielnie (jak na rys. 3.3).

### 3.2. Analityczne wyznaczenie wartości obciążeń wypadkowych F i P

Pokazany na rysunku 3.3 układ statyczny znajduje się w równowadze gdyż działające obciążenie górotworem F i P równoważone jest przez stałe wartości sił w podporach R. Dla dwu przestrzennych układów sił równoległych (stropnica przednia i tylna rys. 3.3) możemy napisać 6 warunków równowagi. Niewiadomymi są wielkości: F, P, A, B, $x_1$ i $y_1$. Współrzędne x i y potraktowano jako wielkości znane.

Warunki równowagi:

$$0 = R - F - A - B \tag{3.2.1}$$

$$0 = 600 \cdot R - F \cdot x_1 \tag{3.2.2}$$

$$0 = F \cdot y_1 - 225 \cdot R + 625 \cdot A + 175 \cdot B \tag{3.2.3}$$

$$0 = -P + A + B + 4 \cdot R \tag{3.2.4}$$

$$0 = -625 \cdot A - 175 \cdot B - 2 \cdot R \cdot (175 + 625) + P \cdot y \tag{3.2.5}$$

$$0 = 2 \cdot R \cdot (300 + 800) - P\,x \tag{3.2.6}$$

Po rozwiązaniu równań (3.2.1) do (3.2.6) i uwzględnieniu wartości R = 40 ton otrzymano zależności:

$$P = \frac{88000}{x} \tag{3.2.7}$$

$$A = \frac{y}{x} \cdot 195{,}5 - \frac{3422}{x} - 80 \tag{3.2.8}$$

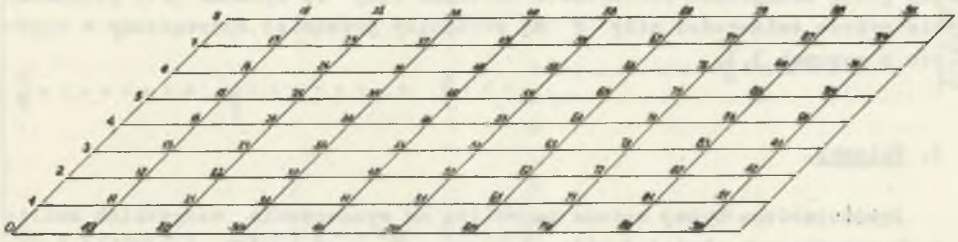
$$B = -\frac{y}{x}\, 195{,}5 + \frac{122222}{x} - 80 \tag{3.2.9}$$

$$F = 40 - (A + B) \tag{3.2.10}$$

$$x_1 = 600 \frac{40}{F} \tag{3.2.11}$$

$$y_1 = \frac{9000 - 625.A - 175.B}{F} \tag{3.2.12}$$

Wartości niewiadomych F, P, A, B, $x_1$, $y_1$ obliczono dla punktów 10 - 18, 20 - 28, 30 - 38, 40 - 48, 50 - 58, 60 - 68, 70 - 78, 80 - 88 i 90 - 98 siatki przyjętej na stropnicy tylnej (rys. 3.4) oraz zestawiono w tablicy I.



Rys. 3.4

3.3. Graficzne określenie niewiadomych

Na rysunku 3.5 przedstawiono schemat stropnicy tylnej i zaznaczono wartości $x_1$ z tablicy I w punktach 18, 28, 38, 48, 58, 68, 78, 88, 98. Wartości $x_1$ w tych punktach połączono krzywą, uzyskując wartości $x_1$ odpowiadające każdemu punktowi stropnicy tylnej. Pozwoli to na wyznaczenie zakresu zmienności $x_1$, jaki występuje na stropnicy przedniej, uzyskując zacięg ze względu na $x_1$.
Na rysunku tym wykreślono krzywe zmienności $x_1$ dla rzeczywistych warto- $x_1$. Następnie po narysowaniu na stropnicy tylnej zakresu wartości ze względu na $x_1$ na rysunku 3.6. wykreślono wartości $y_1$ z tablicy I, a następnie sporządzono ich wykresy zmienności. W dalszej kolejności odcięto rzeczywiste wartości $y_1$ (ze stropnicy przedniej) uzyskując zasięg wartości ze względu na $y_1$. Na rysunku tym nie odwzorowano zmiany wartości $y_1$ ze względu na zmianę kształtu stropnicy przedniej spowodowaną mniejszą szerokością sprężyny przyociosowej w stosunku do czoła powyższej stropnicy. W omawianym odwzorowaniu kształt krzywej narysowanej linią ciągłą grubą zmieniłby się tylko na lewych narożach i to minimalnie.

Na rysunku 3.7 zaznaczono wartości "F" z tablicy 1, a po narysowaniu zasięgu wartości ze względu na $x_1$ i $y_1$ narysowano linią grubą rzeczywiste wartości siły F. Rysunek 3.8 przedstawia natomiast wartości siły w

przegubie A wzięte z tablicy I. Na rysunku tym, po narysowaniu krzywych zmienności oraz zasięgu wartości ze względu na $x_1$ i $y_1$ linią grubą zaznaczono rzeczywiste możliwe wartości A. Największa wartość siły w przegubie wynosi 124 T, a wartości siły mogą być dodatnie lub ujemne. Na rysunku 3.9 zaznaczono wartości siły w przegubie B na podstawie tablicy I, a po narysowaniu krzywych zmienności oraz zasięgu wartości ze względu na $x_1$ i $y_1$ linią grubą zaznaczono rzeczywiste możliwe wartości siły B. Największa wartość siły w przegubie wynosi 110 T, a wartości siły mogą być również dodatnie i ujemne. Korzystając z tablicy I sporządzono rysunek 3.10, gdzie zaznaczono wartości siły P, a po narysowaniu krzywych (prostych) zmienności oraz zasięgu wartości ze względu na $x_1$ i $y_1$, linią grubą zaznaczono rzeczywiste wartości siły P. Rysunek 3.11 przedstawia wykres zmienności siły F na stropnicy przedniej sporządzony w oparciu o rysunek 3.7.

## 4. Wnioski

Przedstawiona wyżej metoda pozwoliła na wyznaczenie wszystkich możliwych wypadkowych obciążeń siłą statyczną F w stropnicy przedniej (rys. 3.11) i P w stropnicy tylnej (rys. 3.10).
Z uzyskanych wartości obciążeń wypadkowych F i P nie wymienia się wartości ekstremalnych, gdyż nie koniecznie wartości te będą decydujące dla maksymalnego wytężenia stropnicy przedniej i tylnej (w razie potrzeby, wartości te można w każdej chwili odczytać ze sporządzonych wykresów). W tekście wymieniono natomiast największe wartości oddziaływań w przegubach A i B, gdyż mają one decydujące znaczenie odnośnie wytężenia przegubów. Uzyskane wartości obciążeń P, F, A, B i ich współrzędne $x_1$, $y_1$, x, y oraz ich wykresy (rys. 3.5 do 3.11) pozwolą na bardziej wnikliwe zapoznanie się z różnymi możliwymi warunkami obciążeń, jak również pozwolą na poprawne zaprojektowanie stropnicy będącej ustrojem płytowym.

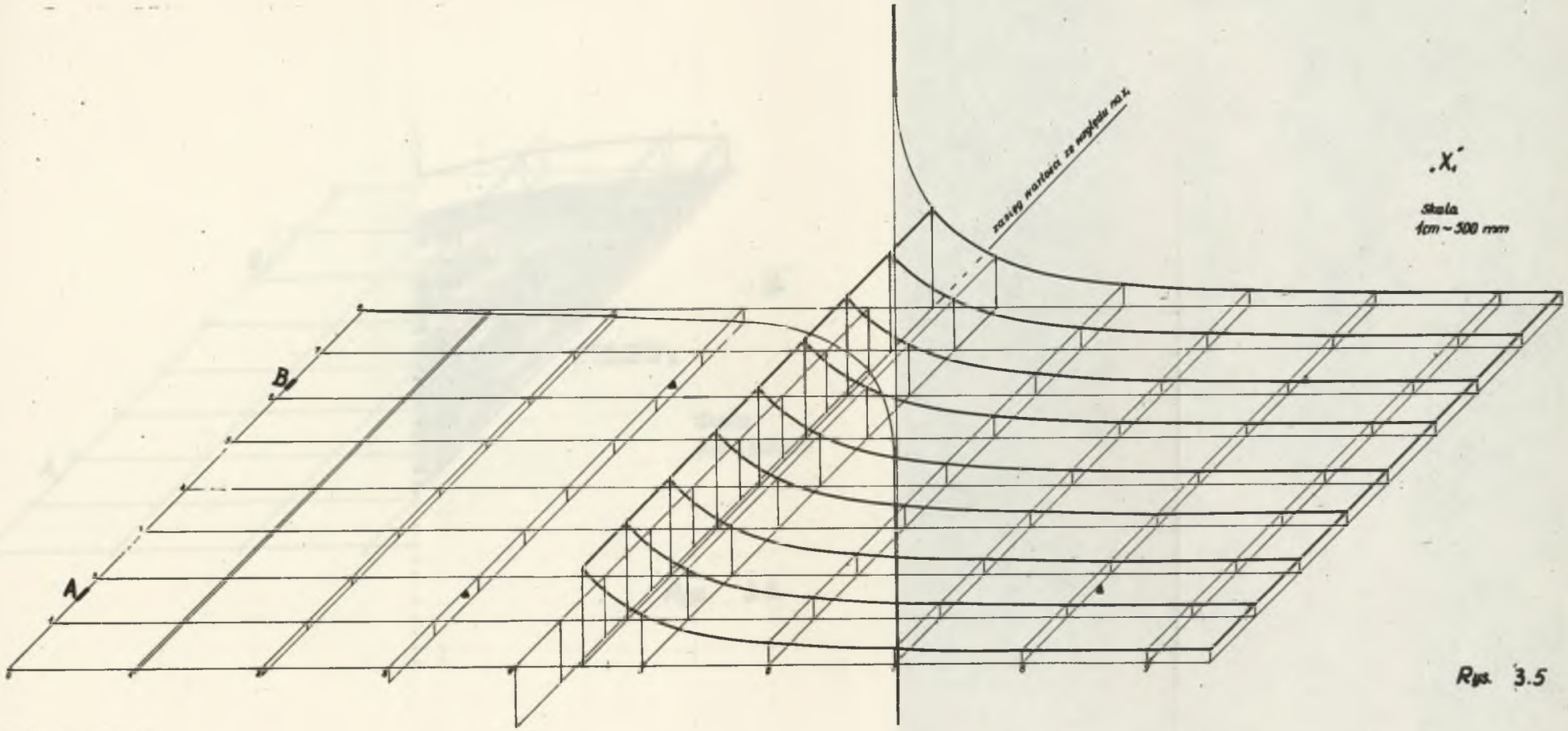
## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ СВОДОВ УКРЕПЛЕНИЯ ЗМЕХАНИЗИРОВАННОГО

Р е з ю м е

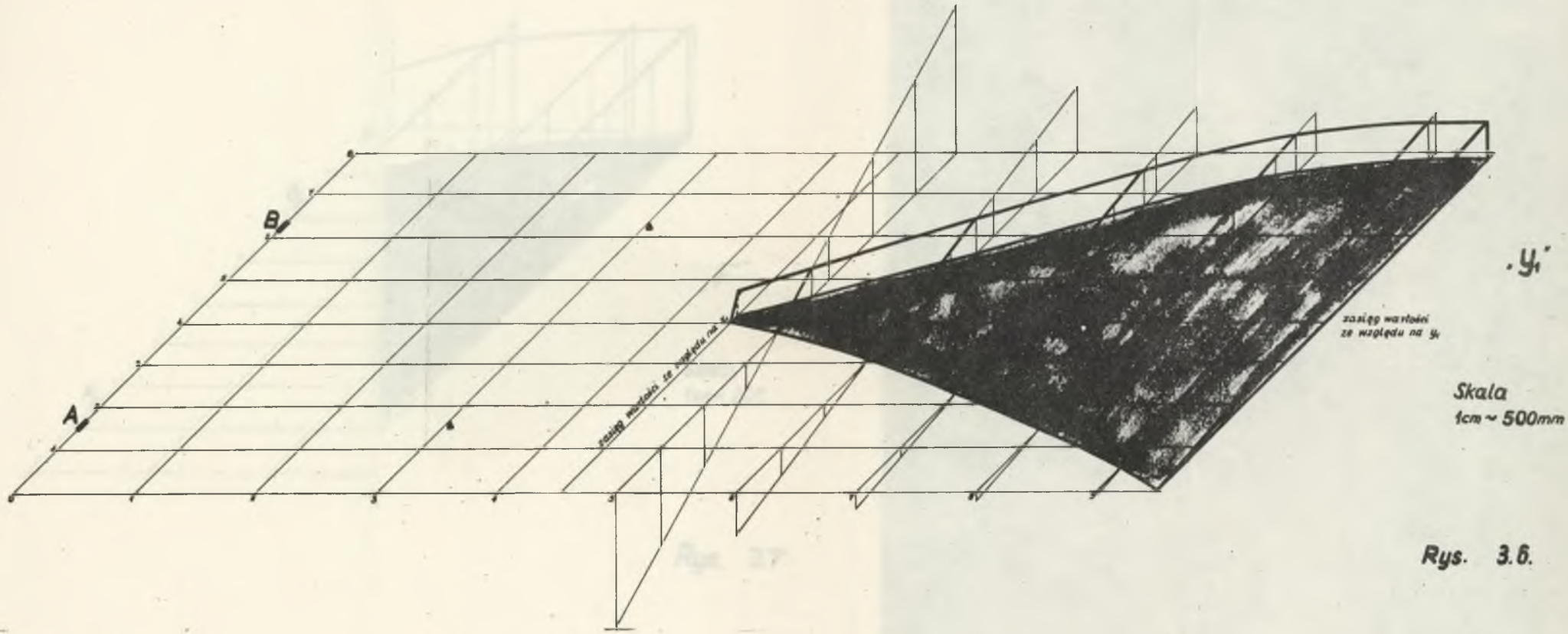
В работе подано систему определения нагрузок сводов членных укрепления змеханизированного на примере укрепления стенной низкой "KRAB".

| Punkt siatki | P | A | B | F | $x_1$ | $y_1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | T | T | T | T | m | m |
| 10 | 880 | 1143 | -423 | -680 | -35,2 | |
| 11 | 880 | 948 | -228 | " | " | |
| 12 | 880 | 753 | -33 | " | " | |
| 13 | 880 | 556 | 164 | " | " | |
| 14 | 880 | 358 | 362 | " | " | |
| 15 | 880 | 164 | 556 | " | " | |
| 16 | 880 | -32 | 752 | " | " | |
| 17 | 880 | -226 | 946 | " | " | |
| 18 | 880 | -422 | 1142 | " | " | |
| 20 | 440 | 535 | -255 | -240 | -100 | |
| 21 | 440 | 435 | -155 | " | " | |
| 22 | 440 | 338 | -58 | " | " | |
| 23 | 440 | 240 | 40 | " | " | |
| 24 | 440 | 142 | 138 | " | " | |
| 25 | 440 | 44 | 236 | " | " | |
| 26 | 440 | -52 | 334 | " | " | |
| 27 | 440 | -152 | 432 | " | " | |
| 28 | 440 | -250 | 530 | " | " | |
| 30 | 294 | 327 | -193 | -94 | -256 | |
| 31 | 294 | 261 | -127 | " | " | |
| 32 | 294 | 207 | -73 | " | " | |
| 33 | 294 | 131 | 3 | " | " | |
| 34 | 294 | 66 | 68 | " | " | |
| 35 | 294 | 1 | 133 | " | " | |
| 36 | 294 | -65 | 199 | " | " | |
| 37 | 294 | -130 | 264 | " | " | |
| 38 | 294 | -195 | 329 | " | " | |
| 40 | 220 | 227 | -167 | -20 | -1200 | |
| 41 | 220 | 179 | -119 | " | " | |
| 42 | 220 | 129 | -69 | " | " | |
| 43 | 220 | 80 | -20 | " | " | |
| 44 | 220 | 31 | 29 | " | " | |
| 45 | 220 | -18 | 78 | " | " | |
| 46 | 220 | -67 | 127 | " | " | |
| 47 | 220 | -116 | 167 | " | " | |
| 48 | 220 | -165 | 225 | " | " | |
| 50 | 176 | 164 | -148 | 24 | 1000 | -2804 |
| 51 | 176 | 125 | -109 | " | " | -2079 |
| 52 | 176 | 86 | -70 | " | " | -1729 |
| 53 | 176 | 46 | -30 | " | " | -595 |
| 54 | 176 | 7 | 9 | " | " | +129 |
| 55 | 176 | -32 | 48 | " | " | +857 |
| 56 | 176 | -71 | 87 | " | " | +1591 |
| 57 | 176 | -110 | 126 | " | " | +2316 |
| 58 | 176 | -149 | 165 | " | " | +3041 |
| 60 | 147 | 125 | -138 | 53 | 454 | -850 |
| 61 | 147 | 92 | -105 | " | " | -569 |
| 62 | 147 | 59 | -72 | " | " | -287 |
| 63 | 147 | 27 | -40 | " | " | -16 |
| 64 | 147 | -6 | -7 | " | " | +264 |
| 65 | 147 | -39 | 26 | " | " | +544 |
| 66 | 147 | -72 | 59 | " | " | +825 |
| 67 | 147 | -104 | 91 | " | " | +1095 |
| 68 | 147 | -137 | 124 | " | " | +1376 |
| 70 | 126 | 95 | -129 | 74 | 383 | -340 |
| 71 | 126 | 67 | -101 | " | " | -206 |
| 72 | 126 | 39 | -73 | " | " | -36 |
| 73 | 126 | 11 | -45 | " | " | +135 |
| 74 | 126 | -17 | -17 | " | " | +309 |
| 75 | 126 | -45 | 11 | " | " | +476 |
| 76 | 126 | -71 | 39 | " | " | +630 |
| 77 | 126 | -101 | 67 | " | " | +817 |
| 78 | 126 | -129 | 95 | " | " | +987 |
| 80 | 110 | 74 | -124 | 98 | 267 | -174 |
| 81 | 110 | 50 | -100 | " | " | -53 |
| 82 | 110 | 25 | -75 | " | " | +71 |
| 83 | 110 | 10 | -60 | " | " | +146 |
| 84 | 110 | -24 | -26 | " | " | +318 |
| 85 | 110 | -48 | -2 | " | " | +438 |
| 86 | 110 | -73 | 23 | " | " | +565 |
| 87 | 110 | -94 | 44 | " | " | +667 |
| 88 | 110 | -122 | 72 | " | " | +810 |
| 90 | 98 | 57 | -119 | 92 | 261 | -54 |
| 91 | 98 | 35 | -97 | " | " | +44 |
| 92 | 98 | 13 | -75 | " | " | +153 |
| 93 | 98 | -8 | -54 | " | " | +256 |
| 94 | 98 | -30 | -32 | " | " | +363 |
| 95 | 98 | -52 | -10 | " | " | +471 |
| 96 | 98 | -74 | 12 | " | " | +579 |
| 97 | 98 | -96 | 34 | " | " | +688 |
| 98 | 98 | -118 | 56 | " | " | +795 |

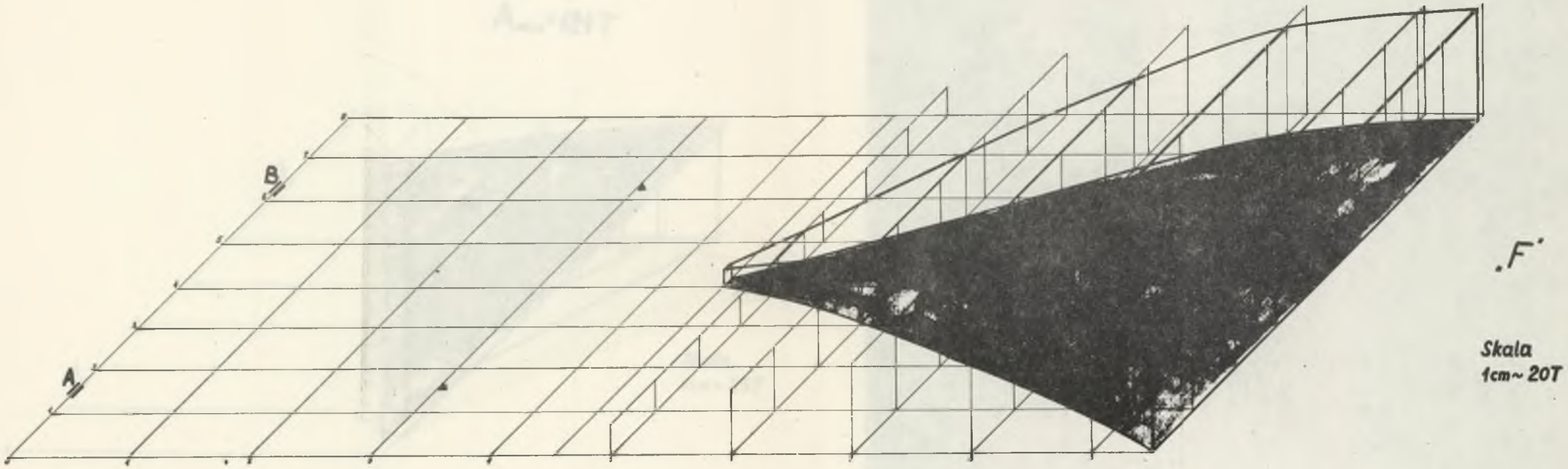
*Tablica 1.*



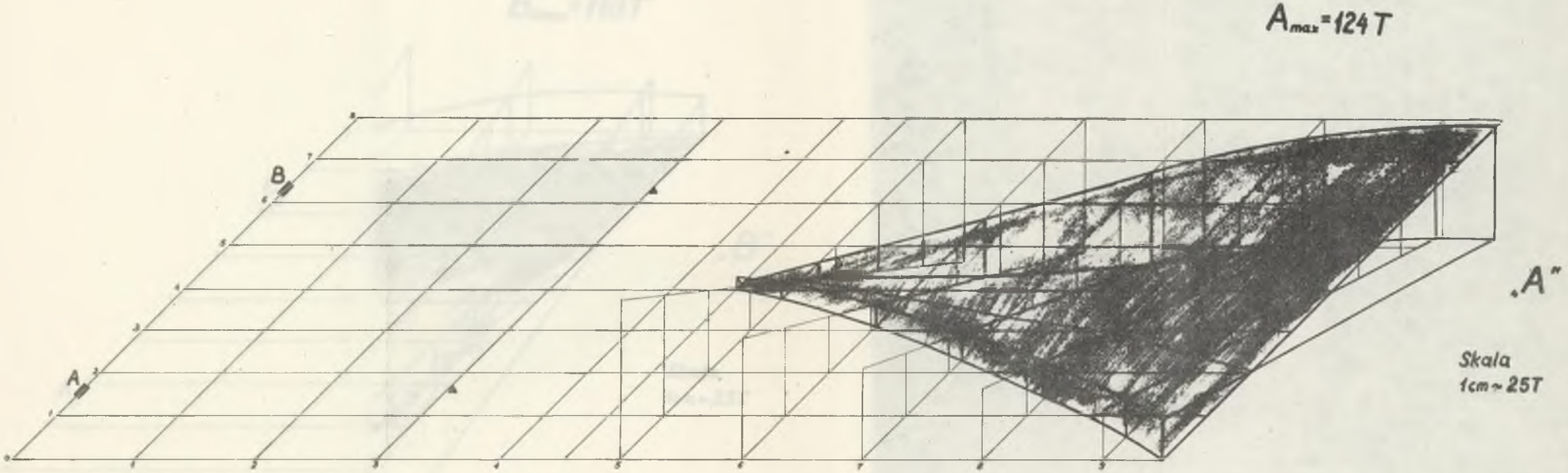

Rys. 3.5


B
A
zasięg wartości ze względu na $y_1$
zasięg wartości ze względu na $y_1$
$y_1$
Skala
1cm ~ 500mm

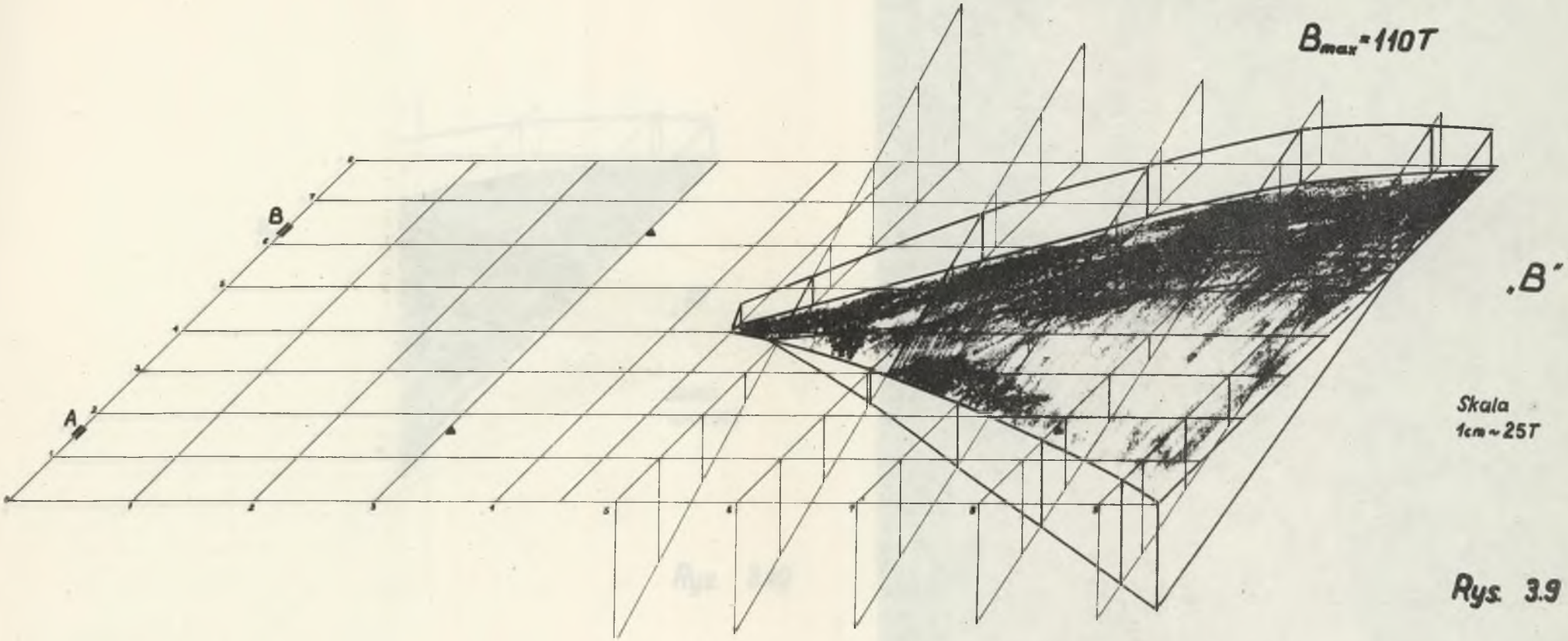
Rys. 3.6.



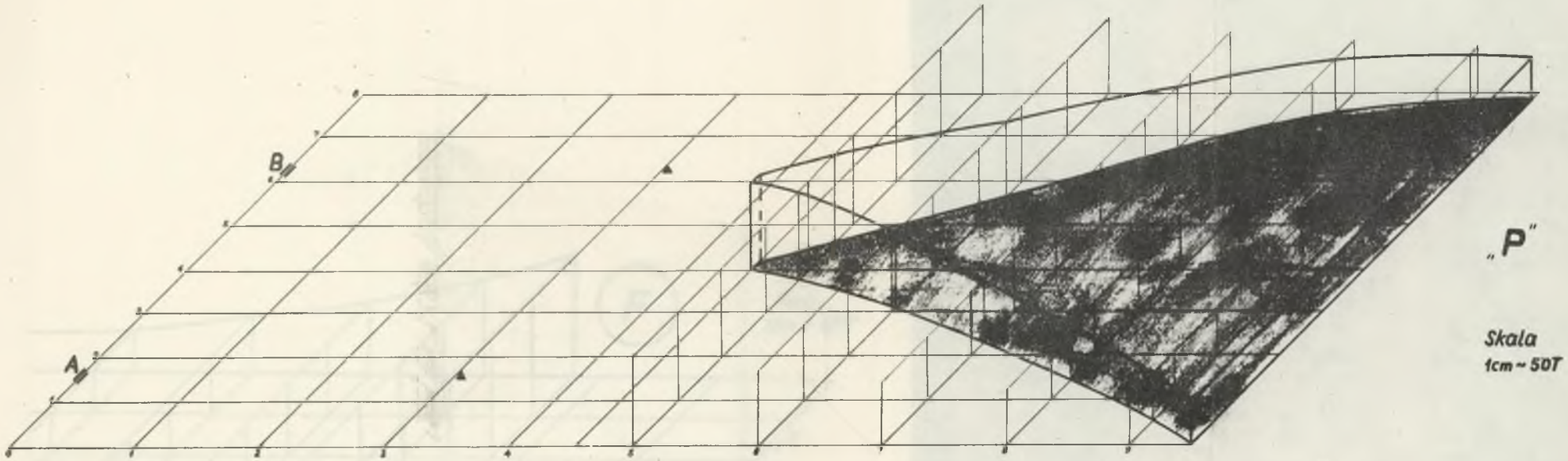

Rys. 3.7



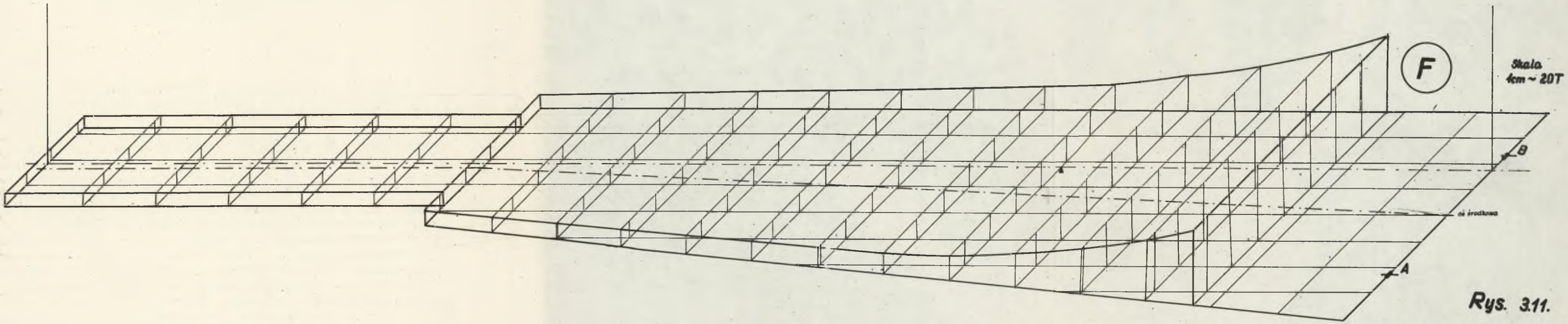

Rys. 3.8




Rys. 3.9




Rys. 3.10




Rys. 3.11.

LOADING DETERMINATION OF THE MECHANISED MINING ROFF-BARS

S u m m a r y

In the paper a method of determining loadings of mechanised mining roof -bars by means of an example of the "KRAB" mining cross-barring has been given.