

NIE UDOSTĘPNIAC →

**PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW  
MERA-PIAP**

**Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81**

.....  
Ośrodek Badań Niezawodności i Jakości

074 ..... Centralna Stacja Prób ..... A

**Główny wykonawca**

**Wykonawcy** inż.inż. K.Wojdą, A.Socha, A.Sawicki, E.Trepczyński,  
tech.tech. W.Czarnecki, Z.Leszczczyński, H.Michniewicz.

**Konsultant**

**Nr zlecenia**

UR-01.02.05

Modyfikacja mechanizmów przenoszących  
napęd ramion robota IRb-6.

Etap 4

Badania prototypu.

**Zleceniodawca** problem węzłowy 06.6.

**Pracę rozpoczęto dnia** 85.01.20

Kierownik CSP

*[Signature]*  
mgr inż. E.Trepczyński

P.o.Z-cy Dyrektora  
d/s Automatyki

*[Signature]*  
dr inż. T.Gałązka

**zakończono dnia** 85.03.30

Kierownik OBN

*[Signature]*  
dr inż. St.Budzyński

**Praca zawiera:**

stron - 4

rysunków - 5

fotografii

tabel - 9

tablic

załączników - 3

**Rozdzielnik - ilość egz:**

Egz. 1 BOINTE

Egz. 2 OAM

Egz. 3 OBN

Egz. 4 OAM

Egz. 5

Egz. 6

Nr rejestr. 5401

1

nie udostępniać - przewidziane kontynuowanie  
badań

### Analiza deskrypcyjowa

ROBOTY PRZEMYSŁOWE IRb + MODYFIKACJA MECHANIZMOW PRZENOSZĄCYCH NAPĘD  
RAMION ROBOTA.

### Analiza dokumentacyjna

Praca zawiera wyniki badań prototypu zmodyfikowanych mechanizmów  
przenoszących napęd ramion robota IRb-6.

### Tytuły poprzednich sprawozdań

nie ma

338.45:62/69].002.1/2 Roboty przemysłowe

UKD

PIAP-252/83-6000

## 1. Przedmiot i zakres badań

Badaniom został poddany zmodyfikowany napęd ramion robota w osiach  $\Theta$  i  $L$  wykonany wg rys. nr P-YB-121001-AD/M zamontowany w robocie IRb-6 nr fabr. 12/84.

Zakres badań został określony korespondentką OAM/121/676/84 i obejmował sprawdzenia zgodnie z ZN-82/MERA-018/245:

- oględziny
- spr. działania
- spr. serwomechanizmów
- spr. powtarzalności pozycjonowania
- spr. sztywności
- spr. poboru mocy.

## 2. Dokumenty stanowiące podstawę badań

- Norma Zakładowa ZN-82/MERA-018/245
- korespondentka OAM/121/676/84 z dn. 84.11.29.

## 3. Aparatura użyta do badań

- rejestrator Hellige T-8-50-968
- opornik dekadowy PN-5339
- opornik dekadowy PN-6035
- opornik dekadowy PN-7510
- zasilacz typ 5353 nr T-8-50-1944
- czujnik fotooptyczny.

## 4. Zakres przeprowadzonych prób

- oględziny
- sprawdzenie działania
- sprawdzenie serwomechanizmów
- sprawdzenie sztywności
- sprawdzenie powtarzalności pozycjonowania
- sprawdzenie poboru mocy.

## 5. Wyniki badań

### 5.1. Oględziny

Robot został zmontowany zgodnie z dokumentacją nr rys. P-YB-121001-AD/M, przeszedł badania niepełne /protokoł ZD 421/84/.

Podczas oględzin w OBN nie stwierdzono uszkodzeń mechanicznych robota.

## 5.2. Sprawdzenie działania

Robot IRb-6 przekazany został do OBN z ZD po sprawdzeniu działania oddzielnie szafy i części manipulacyjnej. W OBN wykonano próbę 150 h kompletnego robota. Robot przepracował 150 h realizując prawidłowo zadany program.

## 5.3. Sprawdzenie serwomechanizmów

Badania serwomechanizmów wykonano zgodnie z p.4.2 ZN-82/MERA-018/225 dla osi  $\alpha$  i  $\theta$  rejestrując przebieg napięcia prądnic tachometrycznej podczas pracy w reżymie AUTO robota nieobciążonego.

Robot był tak zaprogramowany aby pomiary dla poszczególnych osi odbywały się przy powtarzalnych ruchach tej osi w kierunku dodatnim i ujemnym w całym zakresie z maksymalną prędkością. Z uzyskanych wykresów określono czasy przyspieszeń i opóźnień oraz przeregulowania prędkości i amplitudy oscylacji sygnału prędkościowego.

### 5.3.1. Sprawdzenie maksymalnych prędkości robota

Wartość maksymalnej prędkości określono dla osi  $\alpha$  i  $\theta$  dla robota nieobciążonego metodą bezpośrednią zgodnie z p.4.2.8.1 ZN.

Wyniki podano w tabeli nr 1.

Maksymalna prędkość jest zgodna z wymaganiami ZN.

### 5.3.2. Sprawdzenie przyspieszeń i opóźnień

Sprawdzenie wykonano zgodnie z p.4.2.8.3 ZN. Z zarejestrowanych wykresów przebiegów napięcia prądnic tachometrycznej odczytano dla osi  $\alpha$  i  $\theta$

a/ czas, po upływie którego napięcie prądnic tachometrycznej osiąga 63 % wartości napięcia w stanie ustalonym od momentu rozpoczęcia ruchu /tp/

b/ czas, po upływie którego napięcie prądnic tachometrycznej osiąga 37 % wartości napięcia w stanie ustalonym od momentu rozpoczęcia hamowania /th/.

Wykresy przebiegów przedstawiono w załącznikach nr 1 i 2; wartości czasów tp - w tabeli nr 2.

Dla osi  $\theta$  czas tp jest większy od podanego w ZN, w związku z czym w sterowniku osi  $\theta$  dokonano regulacji potencjometrem R101 -/wykonano 2 obroty w lewo w stosunku do ustawienia fabrycznego/. Po regulacji ponownie zarejestrowano przebieg napięcia prądnic tachometrycznej.

Wykresy przedstawiono w zał. nr 3, wartości czasów tp i th w tabeli nr 3.

Czasy tp i th dla osi  $\alpha$  i  $\theta$  mieszczą się w granicach dopuszczalnych ZN.

### 5.3.3. Sprawdzenie maksymalnego przeregulowania prędkości

Sprawdzenie wykonano zgodnie z p.4.2.8.2 ZN określając wartość maksymalnego przeregulowania z wykresów przebiegu napięć prądnicy tachometrycznej /zał. 1 i 2/. Nie stwierdzono przeregulowania prędkości.

### 5.4. Sprawdzenie poboru mocy

Sprawdzenie wykonano przy użyciu licznika trójfazowego energii elektrycznej włączonego w obwód zasilania szafy sterowniczej. Pomiary wykonano w czasie 1 h pracy robota realizującego program 1.2.

$$P_{\text{sr}} = 1,01 \text{ kW}$$

Średnia wartość mocy nie przekracza dopuszczalnej w ZN.

### 5.5. Sprawdzenie sztywności

Sprawdzenie wykonano obciążając w dodatnim i ujemnym kierunku osie robota momentem o wartości od zera do maksymalnego.

Do pomiaru zmiany położenia osi robota /odchylenie od położenia przy obciążeniu zerowym/ użyto czujników zegarowych o zakresie do 10 mm i działce elementarnej 0,01 mm. Pomiary wykonano trzykrotnie dla każdej osi.

Wyniki pomiarów dla poszczególnych osi podano w tabelach nr 5 + 8. Zestawienie średnich wartości przesunięć /sztywności/ podano w tabeli nr 9.

Przyjęte oznaczenia w tabelach:

M /Nm/ - moment obciążający robota

$B_{1,2,3}$  /mm, rad/ - pomierzone wartości przesunięć

$B_{\text{sr}}$  /mm, rad/ - średnia wartość przesunięć.

Dla osi  $\odot$  średnie wartości przemieszczenia dla obydwu kierunków oraz 10 % i 100 % obciążeń mieszczą się w granicach dopuszczalnych ZN, dla osi  $\oslash$  wartości te są większe /mniejsza sztywność/ dla obydwu kierunków przy obciążeniu 100 %, dla obciążeń 10 % dla obydwu kierunków wartości przemieszczeń mieszczą się w granicach dopuszczalnych ZN.

### 5.6. Badania powtarzalności pozycjonowania

Badania wykonano zgodnie z p.4.2.10 ZN dla pięciu osi robota.

Średnia prędkość ruchu wynosiła 75 % a prędkość najazdu na punkty pomiarowe 1,3 % prędkości maksymalnej. Robota obciążono ciężarem 6 kg a pomiary dokładności pozycjonowania wykonywano przy użyciu czujnika zegarowego o zakresie 10 mm i działce elementarnej 0,01 mm.

Pomiary wykonano dla 120 cykli licząc od rozpoczęcia pracy przez robota, tj. przez 12 h /czas jednego cyklu 6 min/.

Wyniki pomiarów podano w tabeli nr 4 oraz na wykresach nr 1 + 5.

Powtarzalność pozycjonowania /dla 70 cykli roboczych/ mieści się w granicach określonych ZN.

#### 6. Uwaga

Podczas badania powtarzalności pozycjonowania dla osi  $\varphi$ ,  $S$ ,  $Z$  robot pracował prawidłowo; przy badaniach dla osi  $D$  i  $A$  wystąpiło trzykrotne zatrzymanie /zaniknięcie programu/:

- po 5 pomiarach w położeniu nr instrukcji 100, ponownie uruchomiony robot pracował poprawnie

- po 60 pomiarach w położeniu nr instrukcji 430, uruchomiony ponownie pracował przy 3-ach pomiarach i ponownie zatrzymał się w położeniu nr instrukcji 100.

Wydaje się, że przyczyną zatrzymań było podwyższenie się temperatury w szafie sterowniczej, gdyż otwarcie drzwi szafy spowodowało, że ponownie uruchomiony robot pracował poprawnie do zakończenia próby /120 cykli/.

#### 7. Orzeczenie

W zakresie przeprowadzonych sprawdzeń robot IRb-6 ze zmodyfikowanym układem napędu ramion robota w osiach  $L$  i  $D$  spełnia wymagania ZN-82/MERA-018-225 z wyjątkiem sztywności osi  $\alpha$  dla obydwu kierunków przy obciążeniu 100 % momentu.

Pełnej oceny zmodyfikowanego napędu ramion robota można będzie dokonać po przeprowadzeniu badań pełnych /z próbą trwałości/ robota IRb-6.

Tabela nr 1

Rodzaj czlonu os	Max. predkosć ruchu [m/s]	Max predkosć ruchu wg ZN [min. wartosc Vmax] [m/s]
d	1,06	1,1
o	0,79	0,75

Tabela nr 2

Rodzaj członu - 05	Czas osiągnięcia 63% prędkości max	Czas spadku $V_{max}$ do 37% $V_{max}$	Wartości dopuszczalne wg ZN	
	$t_p$ [s]	$t_h$ [s]	$t_p$ [s]	$t_h$ [s]
$d^-$	+0,10 -0,08	+0,17 -0,17	0,10	0,15
$\ominus$	+0,17 -0,19	+0,14 -0,15	0,12	0,14



Tabela nr 3

Rodzaj członu - 05	Czas osiągnięcia 63% prędkości max	Czas spadku $V_{max}$ do 37% $V_{max}$	Wartości dopuszczalne wg Z.N	
	$t_p$ [s]	$t_h$ [s]	$t_p$ [s]	$t_h$ [s]
0	0,125	0,147	0,12	0,14

Pomiary powtarzalności JRB-6

Tabela 4

Lp	os $\theta$	os $\alpha$	os $\varphi$	os $\gamma$	os $t$
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,02	-0,02	0,00	-0,02	+0,02
3	-0,02	-0,03	0,00	-0,02	0,00
4	0,00	-0,03	0,00	-0,02	+0,01
5	+0,02	-0,04	+0,02	-0,03	-0,02
6	-0,03	-0,04	0,00	-0,02	+0,03
7	-0,03	-0,05	0,00	-0,02	-0,01
8	-0,01	-0,06	+0,02	-0,01	+0,01
9	-0,01	-0,07	0,00	-0,02	0,00
10	-0,02	-0,07	+0,02	-0,02	+0,02
11	-0,05	-0,08	0,00	-0,03	+0,01
12	-0,04	-0,09	+0,02	-0,02	+0,04
13	-0,06	-0,09	+0,01	-0,03	+0,03
14	-0,04	-0,10	+0,01	0,00	+0,04
15	-0,06	-0,12	+0,03	-0,03	+0,04
16	-0,04	-0,13	+0,03	-0,02	+0,02
17	-0,04	-0,11	+0,02	-0,02	+0,02
18	-0,05	-0,12	+0,03	-0,02	0,00
19	-0,04	-0,13	+0,03	-0,01	-0,01
20	-0,05	-0,14	+0,02	-0,01	-0,03
21	-0,04	-0,14	+0,04	-0,02	-0,06
22	-0,06	-0,14	+0,03	0,00	-0,02
23	-0,08	-0,14	+0,04	-0,01	-0,03
24	-0,08	-0,14	+0,03	-0,02	-0,03

LP	$\sigma_{\theta}$	$\sigma_{\alpha}$	$\sigma_{\varphi}$	$\sigma_{\psi}$	$\sigma_t$
25	- 0,08	- 0,14	+ 0,02	- 0,01	- 0,03
26	- 0,08	- 0,15	+ 0,03	- 0,01	- 0,02
27	- 0,09	- 0,15	+ 0,02	- 0,01	- 0,02
28	- 0,10	- 0,16	+ 0,02	- 0,02	0,00
29	- 0,10	- 0,15	+ 0,02	- 0,01	0,00
30	- 0,11	- 0,15	+ 0,03	- 0,01	- 0,01
31	- 0,12	- 0,17	+ 0,03	- 0,02	+ 0,02
32	- 0,13	- 0,15	+ 0,05	- 0,02	+ 0,03
33	- 0,12	- 0,17	+ 0,04	- 0,02	+ 0,02
34	- 0,13	- 0,16	+ 0,03	- 0,02	+ 0,03
35	- 0,13	- 0,17	+ 0,04	- 0,01	+ 0,03
36	- 0,14	- 0,16	+ 0,03	- 0,02	+ 0,03
37	- 0,14	- 0,18	+ 0,04	- 0,02	+ 0,04
38	- 0,14	- 0,17	+ 0,02	- 0,03	+ 0,03
39	- 0,14	- 0,17	+ 0,04	- 0,02	+ 0,03
40	- 0,14	- 0,17	+ 0,02	- 0,02	+ 0,04
41	- 0,14	- 0,17	+ 0,04	- 0,02	+ 0,05
42	- 0,14	- 0,18	+ 0,05	- 0,01	+ 0,07
43	- 0,16	- 0,17	+ 0,04	- 0,01	+ 0,06
44	- 0,16	- 0,19	+ 0,02	- 0,01	+ 0,05
45	- 0,16	- 0,19	+ 0,05	- 0,02	+ 0,08
46	- 0,16	- 0,18	+ 0,03	- 0,01	+ 0,05
47	- 0,16	- 0,20	+ 0,04	- 0,01	+ 0,05
48	- 0,15	- 0,20	+ 0,03	- 0,01	+ 0,06
49	- 0,15	- 0,20	+ 0,03	- 0,01	+ 0,07
50	- 0,15	- 0,20	+ 0,02	- 0,02	+ 0,09

Lp	os $\theta$	os $\alpha$	os $\varphi$	os $\psi$	os $t$
51	- 0,16	- 0,21	+ 0,03	+ 0,01	+ 0,11
52	- 0,16	- 0,20	+ 0,04	+ 0,02	+ 0,10
53	- 0,16	- 0,20	+ 0,03	+ 0,01	+ 0,10
54	- 0,17	- 0,21	+ 0,04	- 0,01	+ 0,11
55	- 0,18	- 0,19	+ 0,04	- 0,02	+ 0,13
56	- 0,16	- 0,20	0,00	- 0,01	+ 0,12
57	- 0,18	- 0,22	+ 0,03	0,00	+ 0,13
58	- 0,18	- 0,21	+ 0,03	0,00	+ 0,12
59	- 0,17	- 0,21	+ 0,04	0,00	+ 0,11
60	- 0,19	- 0,21	+ 0,05	+ 0,01	+ 0,13
61	- 0,20	- 0,22	0,00	0,00	+ 0,13
62	- 0,19	- 0,21	+ 0,04	- 0,01	+ 0,13
63	- 0,20	- 0,21	+ 0,05	+ 0,01	+ 0,14
64	- 0,21	- 0,21	+ 0,04	+ 0,02	+ 0,12
65	- 0,19	- 0,21	+ 0,04	+ 0,01	+ 0,11
66	- 0,19	- 0,21	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,11
67	- 0,20	- 0,20	+ 0,05	+ 0,01	+ 0,11
68	- 0,19	- 0,22	+ 0,05	+ 0,01	+ 0,12
69	- 0,19	- 0,21	+ 0,03	+ 0,01	+ 0,11
70	- 0,19	- 0,21	+ 0,03	+ 0,01	+ 0,13
71	- 0,19	- 0,21	+ 0,02	+ 0,01	+ 0,14
72	- 0,20	- 0,21	+ 0,04	+ 0,01	+ 0,14
73	- 0,20	- 0,22	+ 0,06	+ 0,01	+ 0,15
74	- 0,20	- 0,21	+ 0,05	+ 0,02	+ 0,15
75	- 0,19	- 0,21	+ 0,05	+ 0,02	+ 0,16
76	- 0,21	- 0,21	+ 0,04	+ 0,01	+ 0,17

Lp	os $\theta$	os $\alpha$	os $\varphi$	os $\psi$	os $t$
77	- 0,19	- 0,20	+ 0,05	+ 0,03	+ 0,15
78	- 0,20	- 0,21	+ 0,05	+ 0,01	+ 0,15
79	- 0,19	- 0,20	+ 0,05	+ 0,02	+ 0,15
80	- 0,21	- 0,21	+ 0,02	+ 0,01	+ 0,16
81	- 0,21	- 0,21	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,14
82	- 0,20	- 0,20	+ 0,05	+ 0,02	+ 0,15
83	- 0,22	- 0,21	+ 0,05	+ 0,02	+ 0,15
84	- 0,21	- 0,21	+ 0,05	+ 0,04	+ 0,16
85	- 0,21	- 0,21	+ 0,05	- 0,01	+ 0,15
86	- 0,20	- 0,20	+ 0,04	0,00	+ 0,15
87	- 0,22	- 0,19	+ 0,05	+ 0,01	+ 0,15
88	- 0,21	- 0,19	+ 0,04	- 0,02	+ 0,15
89	- 0,22	- 0,18	+ 0,05	+ 0,01	+ 0,15
90	- 0,21	- 0,19	+ 0,03	+ 0,01	+ 0,15
91	- 0,20	- 0,19	+ 0,05	- 0,01	+ 0,14
92	- 0,21	- 0,18	+ 0,04	0,00	+ 0,15
93	- 0,21	- 0,19	+ 0,06	- 0,01	+ 0,13
94	- 0,22	- 0,20	+ 0,04	+ 0,01	+ 0,14
95	- 0,21	- 0,19	+ 0,05	+ 0,01	+ 0,15
96	- 0,21	- 0,19	+ 0,04	- 0,01	+ 0,15
97	- 0,21	- 0,19	+ 0,03	0,00	+ 0,15
98	- 0,21	- 0,20	+ 0,05	- 0,01	+ 0,15
99	- 0,22	- 0,19	+ 0,03	+ 0,01	+ 0,15
100	- 0,21	- 0,20	+ 0,05	+ 0,01	+ 0,15
101	- 0,21	- 0,19	+ 0,04	+ 0,01	+ 0,143
102	- 0,21	- 0,20	+ 0,04	0,00	+ 0,15

Lp.	$\sigma_{\theta}$	$\sigma_{\alpha}$	$\sigma_{\varphi}$	$\sigma_{\psi}$	$\sigma_{z}$
103	-0,21	-0,19	+0,04	+0,01	+0,15
104	-0,22	-0,19	+0,04	0,00	+0,16
105	-0,21	-0,19	+0,04	0,00	+0,15
106	-0,21	-0,18	+0,04	-0,01	+0,15
107	-0,21	-0,18	+0,03	0,00	+0,15
108	-0,21	-0,18	+0,05	0,00	+0,15
109	-0,21	-0,18	+0,04	0,00	+0,16
110	-0,21	-0,18	+0,04	0,00	+0,15
111	-0,22	-0,17	+0,04	+0,01	+0,15
112	-0,22	-0,17	+0,05	0,00	+0,15
113	-0,22	-0,17	+0,05	0,00	+0,15
114	-0,21	-0,17	+0,05	0,00	+0,15
115	-0,21	-0,17	+0,05	0,00	+0,15
116	-0,21	-0,18	+0,04	-0,01	+0,15
117	-0,21	-0,17	+0,05	-0,01	+0,15
118	-0,21	-0,18	+0,05	-0,01	+0,17
119	-0,22	-0,16	+0,06	-0,02	+0,17
120	-0,22	-0,16	+0,05	-0,01	+0,15

# Pomiary sztywności osi + $\theta$

Tabela 5

Lp	M	$B_1$	$B_1$	$B_2$	$B_2$	$B_3$	$B_3$	$B_{\text{śr.}}$	$B_{\text{śr.}}$
	Nm	mm	$\text{rd} \cdot 10^{-3}$	mm	$\text{rd} \cdot 10^{-3}$	mm	$\text{rd} \cdot 10^{-3}$	mm	$\text{rd} \cdot 10^{-3}$
1	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	229	0,33	0,72	0,25	0,54	0,25	0,54	0,28	0,61
3	471	0,86	1,87	0,72	1,57	0,71	1,54	0,76	1,65
4	724	1,36	2,96	1,20	2,61	1,22	2,65	1,26	2,74
5	977	1,88	4,09	1,72	3,74	1,71	3,72	1,77	3,85
6	1271	2,45	5,33	2,31	5,02	2,26	4,91	2,34	5,09
7	977	2,16	4,70	2,01	4,37	2,04	4,43	2,07	4,50
8	724	1,84	4,00	1,65	3,59	1,58	3,43	1,69	3,67
9	471	1,19	2,59	0,97	2,11	0,99	2,15	1,05	2,28
10	229	0,69	1,50	0,55	1,20	0,45	0,98	0,56	1,22
11	0,0	+0,18	0,39	-0,01	0,02	+0,02	0,04	0,07	0,15

# Pomiary sztywności osi - 6

tabelca 6

Lp	M	B <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>sr.</sub>	B <sub>sr.</sub>
	Nm	mm	rd·10 <sup>-3</sup>	mm	rd·10 <sup>-3</sup>	mm	rd·10 <sup>-3</sup>	mm	rd·10 <sup>-3</sup>
1	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	22,9	0,24	0,52	0,25	0,54	0,26	0,57	0,25	0,54
3	47,1	0,64	1,39	0,65	1,41	0,69	1,50	0,66	1,43
4	72,4	1,14	2,48	1,18	2,57	1,16	2,52	1,16	2,52
5	97,7	1,68	3,65	1,66	3,61	1,56	3,61	1,67	3,63
6	127,1	2,24	4,87	2,21	4,80	2,21	4,80	2,22	4,83
7	97,7	2,01	4,37	1,97	4,28	1,91	4,15	1,96	4,26
8	72,4	1,56	3,39	1,49	3,24	1,51	3,28	1,52	3,30
9	47,1	1,02	2,22	1,09	2,37	0,96	2,09	1,02	2,22
10	22,9	0,49	1,07	0,43	0,93	0,45	0,98	0,47	1,02
11	0,0	+0,03	0,07	+0,02	0,04	+0,02	0,04	0,02	0,04

nr 540  
16



# Pomiary satywnosci osi +α

Tabela 7

Lp	M	B <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>sr.</sub>	B <sub>sr.</sub>
	Nm	mm	rd·10 <sup>-3</sup>	mm	rd·10 <sup>-3</sup>	mm	rd·10 <sup>-3</sup>	mm	rd·10 <sup>-3</sup>
1	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	22,36	0,56	0,84	0,56	0,84	0,57	0,85	0,56	0,84
3	41,20	1,14	1,70	1,12	1,67	1,12	1,67	1,13	1,69
4	58,86	1,66	2,48	1,60	2,39	1,59	2,37	1,62	2,42
5	76,52	2,30	3,43	2,12	3,16	2,11	3,15	2,18	3,25
6	94,18	2,82	4,21	2,65	3,96	2,65	3,96	2,71	4,04
7	76,52	2,44	3,64	2,30	3,43	2,28	3,40	2,34	3,49
8	58,86	1,87	2,79	1,76	2,63	1,73	2,58	1,79	2,62
9	41,20	1,40	2,09	1,25	1,87	1,30	1,94	1,32	1,97
10	22,36	0,88	1,31	0,76	1,13	0,74	1,10	0,79	1,18
11	0,0	+0,15	0,22	+0,03	0,04	+0,02	0,03	0,07	0,10

nr 5401  
14

# Pomiary sztywności osi - a

Tabela 8

Lp	M	B <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>sr.</sub>	B <sub>sr.</sub>
	Nm	mm	rd·10 <sup>-3</sup>	mm	rd·10 <sup>-3</sup>	mm	rd·10 <sup>-3</sup>	mm	rd·10 <sup>-3</sup>
1	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	22,36	0,39	0,58	0,36	0,54	0,43	0,64	0,39	0,58
3	41,20	0,75	1,12	0,76	1,13	0,84	1,25	0,78	1,16
4	58,86	1,16	1,73	1,17	1,75	1,25	1,87	1,19	1,78
5	76,52	1,75	2,61	1,61	2,40	1,77	2,64	1,71	2,55
6	94,18	2,18	3,25	2,11	3,15	2,30	3,43	2,20	3,28
7	76,52	2,11	3,15	2,03	3,03	2,16	3,22	2,10	3,13
8	58,86	1,70	2,53	1,70	2,53	1,88	2,81	1,76	2,63
9	41,20	1,30	1,94	1,20	1,79	1,24	1,85	1,25	1,87
10	22,36	0,78	1,16	0,58	0,87	0,80	1,19	0,72	1,07
11	0,0	+0,09	0,13	-0,06	0,09	+0,02	0,03	0,06	0,09

# Porównanie sztywności z wymaganiami

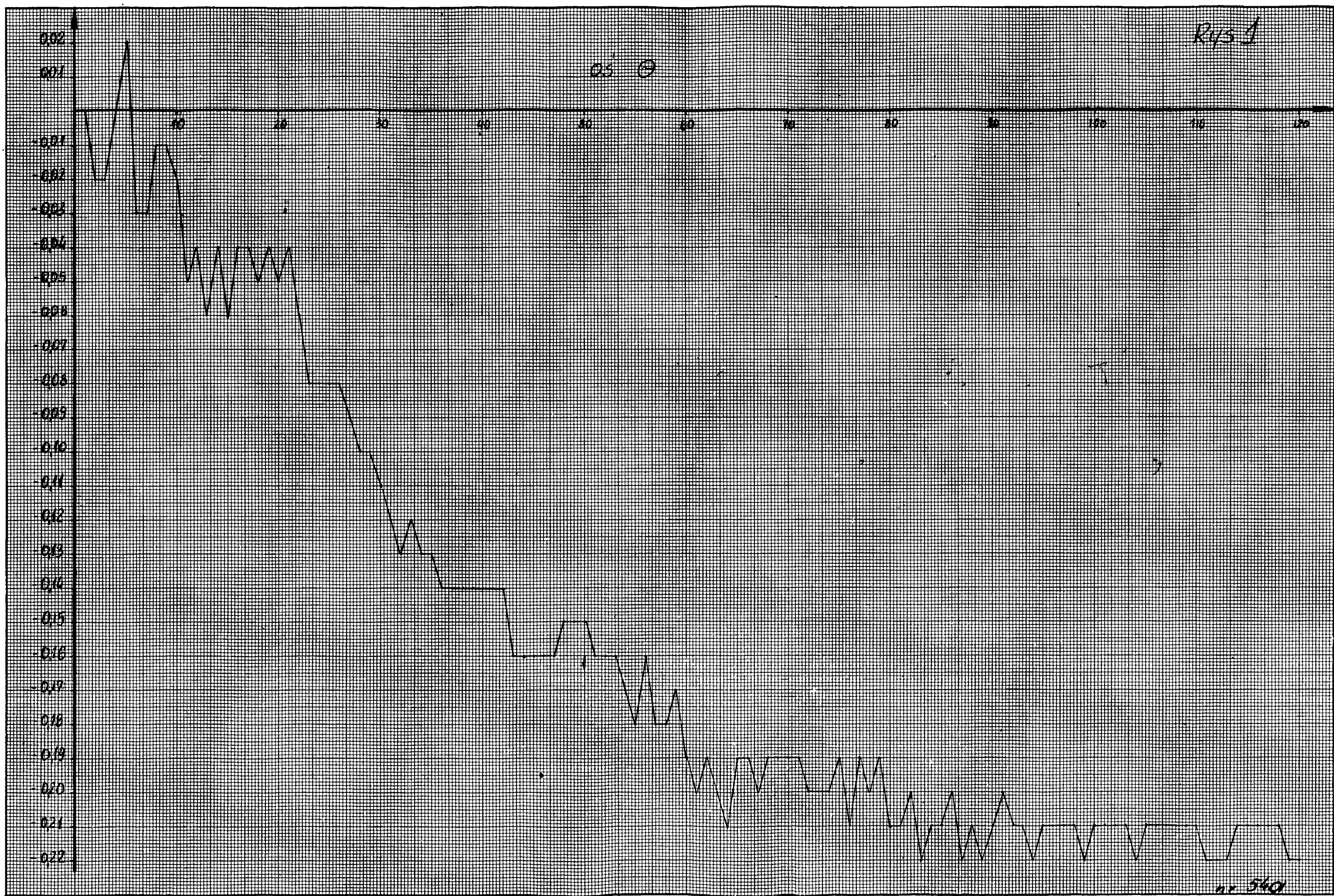
NZ

Tabela 9

Przemieszczenia [ $\text{rad} \cdot 10^{-3}$ ]						
oś $\theta$						
Obciążenie	wg badań				wg 2N	
	oryginalny		zmodyfikowany		" + "	" - "
	" + "	" - "	" + "	" - "		
10%			0,56	0,36	1,1	1,3
100%			5,09	4,83	6	6
oś $\alpha$						
10%			0,31	0,28	0,70	0,75
100%			4,04	3,28	2	2,5

R45 J

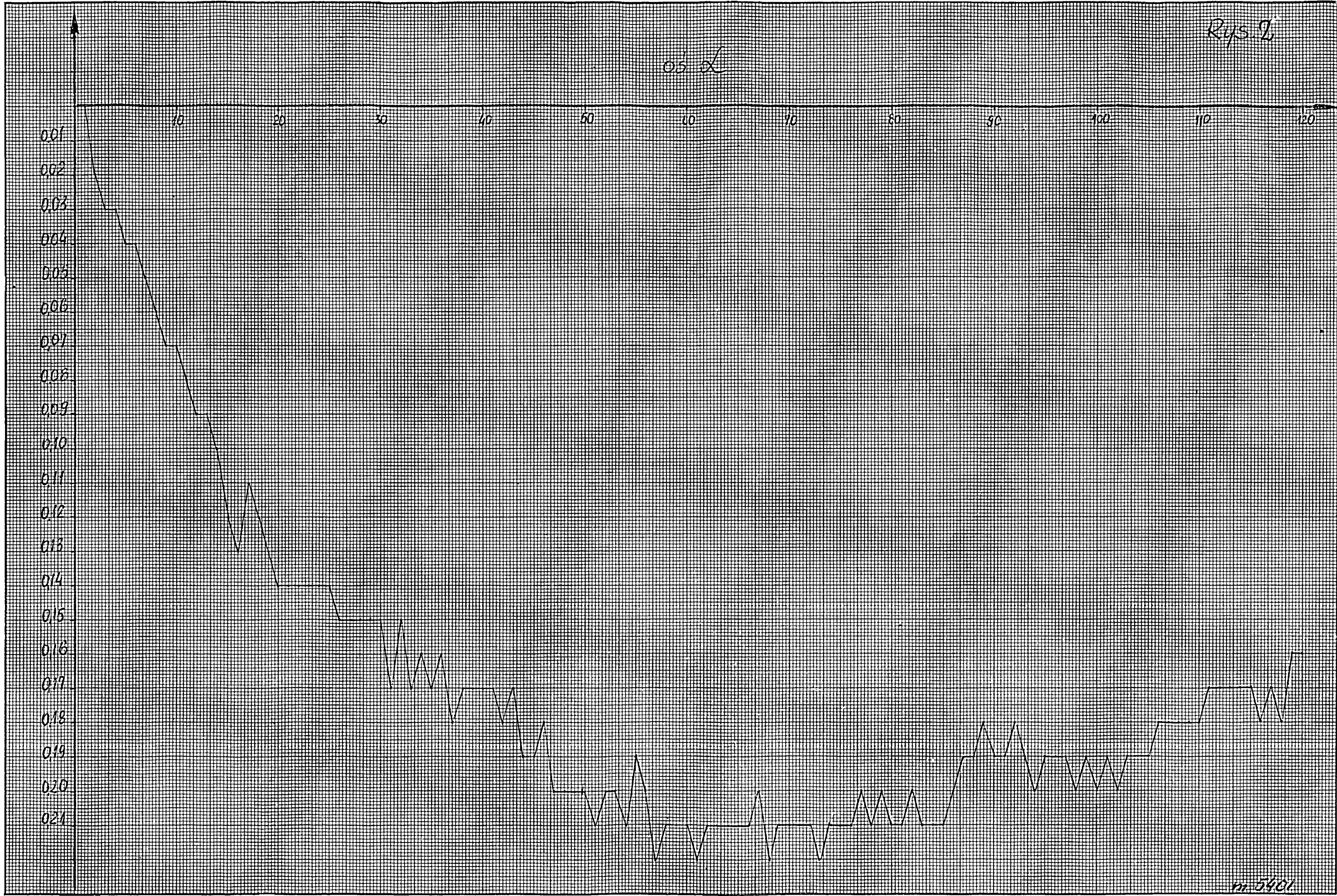
05 0



nr 540

Rys. 1

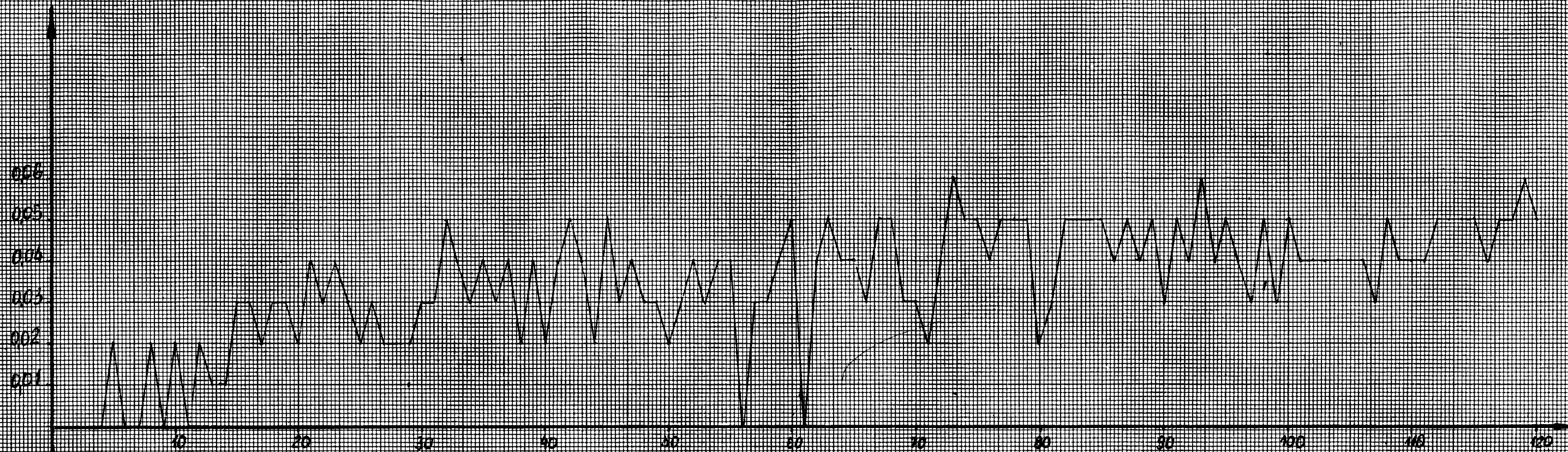
05  $\alpha$



m. 5401

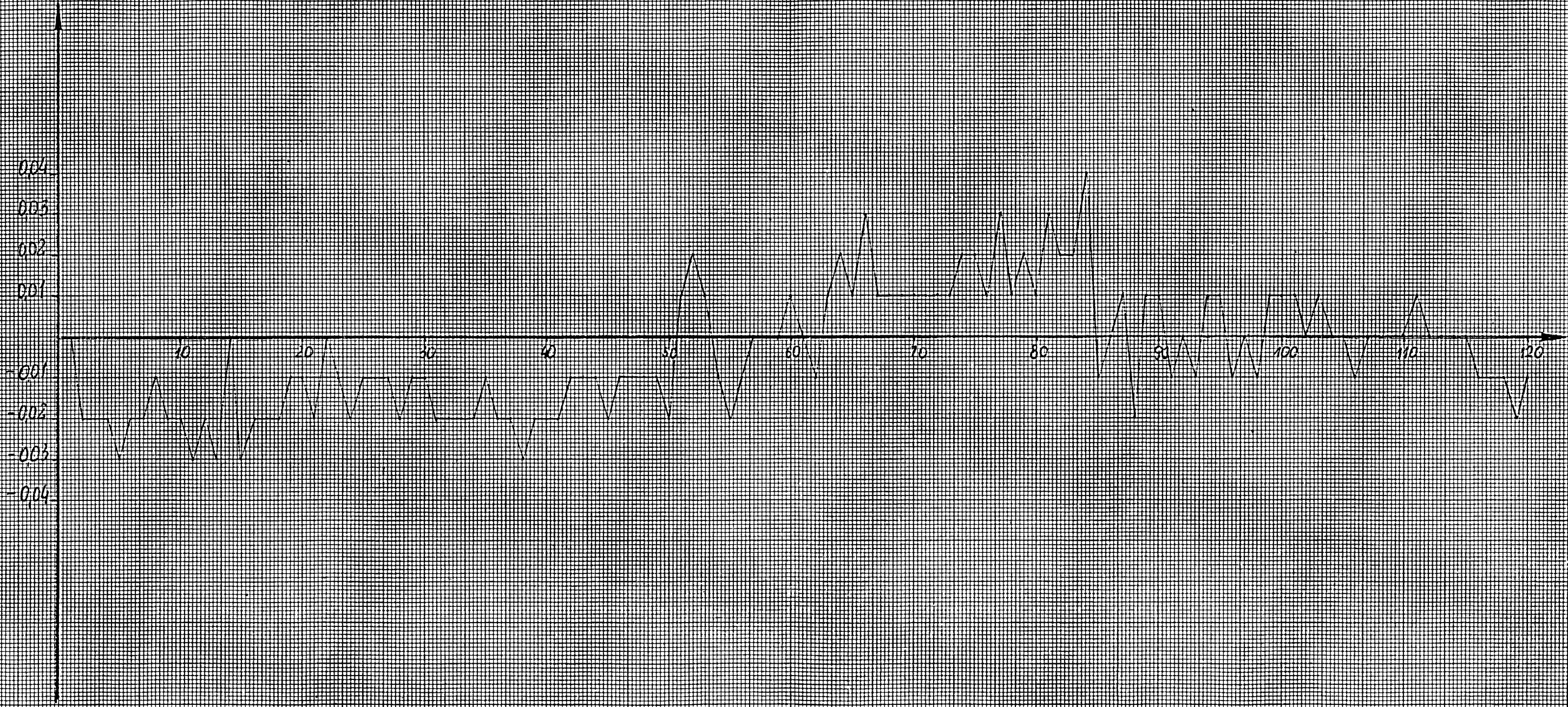
Rys 3

os y



05 U

R454



m-5621

