

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW  
MERA-PIAP  
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

.....Ośrodek Badań niezawodności i Jakości.....

.....Pracownia Badań i Diagnostyki Robotów.....

A

Główny wykonawca

Wykonawcy mgr inż.inż. J.Skrzeczkowski, K.Domański,  
St.Groszyk, tech.tech. Z.Leszczyński, E.Król.  
mgr inż.inż. Zb.Pilat, Zb.Wawerek.

OH

Konsultant

Nr zlecenia  
RP-57

Układ sterowania dla robota zgrzewalniztego IRp-60Z.

p.kontr.3

Badania prototypu i opracowanie zweryfikowanej dokumentacji technicznej układu sterowania IRp-60Z.

Zleceniodawca CPER 7.1

Pracę rozpoczęto dnia 88.05.13

zakończono dnia 88.05.31

Kierownik Pracowni

Z-ca Dyrektora  
d/s Pomiarów

Kierownik Ośrodka

mgr inż. J.Skrzeczkowski

dr inż. St. Budzyński

dr inż. J. Winiecki

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 19

Egz. 1 BOIITE

rysunków 18

Egz. 2 OAP

fotografii

Egz. 3 OBN

tabel 16

Egz. 4 OAE

tablic

Egz. 5

załączników 2

Egz. 6

Nr rejestr. 6057

1

**Analiza deskryptorowa**

**ROBOTY PRZEMYSŁOWE - BADANIA ROBOTA IRp-60Z.**

**Analiza dokumentacyjna**

**Praca zawiera wyniki badań funkcjonalnych robota IRp-60Z  
oraz wyniki badań KEM.**

**Tytuły poprzednich sprawozdań**

**"Opracowanie projektu i wykonanie wstępnej wersji oprogramowania"-  
nr rej. 5896.**

**UKD**

PIAP-252/83-6000

# S P I S   T R E Ś C I

	str.
1. Wstęp . . . . .	2
1.1. Przedmiot badań . . . . .	2
1.2. Dokumenty stanowiące podstawę badań . . . . .	2
1.3. Zakres badań . . . . .	3
1.3.1. Badania sprawdzające . . . . .	3
1.3.2. Badania poznawcze . . . . .	3
1.4. Aparatura użyta do badań . . . . .	3
2. Wyniki badań prototypu układu sterowania robota zgrzewalniczego IRp-60Z . . . . .	4
2.1. Badania sprawdzające . . . . .	4
2.1.1. Badanie wstępne . . . . .	4
2.1.2. Sprawdzenie powtarzalności pozycjonowania . . . . .	4
2.1.3. Badanie nowych funkcji układu sterowania . . . . .	5
2.1.4. Pomiar poboru mocy . . . . .	7
3. Wnioski z badań sprawdzających . . . . .	7
4. Badania poznawcze . . . . .	9
4.1. Badanie sztywności szóstej osi . . . . .	9
4.2. Badanie działania hamulców dla osi V i t . . . . .	9
4.3. Badanie serwomechanizmu szóstej osi . . . . .	10
4.4. Określenie rozszerzonej strefy zerowej . . . . .	11
4.5. Dobór parametrów rozszerzonej strefy zerowej . . . . .	12
4.6. Pomiar czasu wykonywania całego cyklu zgrzewania . . . . .	12
4.7. Badanie funkcji STOP SYSTEMU robota IRp-60Z . . . . . współpracującego ze zgrzewarką punktową ZPK-20 . . . . . dla przypadku przygrzania elektrod . . . . .	13
4.8. Sprawdzenie odporności na zakłócenia elektroma- gnetyczne . . . . .	14
5. Wnioski z badań poznawczych . . . . .	21
6. Wnioski dodatkowe . . . . .	22

## 1. Wstęp

Badania zostały wykonane w ramach realizacji zadania 3 "Badania prototypu i opracowanie zweryfikowanej dokumentacji technicznej układów sterowania IRp-60Z" (cel RP-57) zgodnie z programem prób zamieszczonym w sprawozdaniu nr rej. 5896 "Opracowanie projektu i wykonanie wstępnej wersji oprogramowania".

### 1.1. Przedmiot badań

Przedmiotem badań był prototyp układu sterowania robota zgrzewalniczego IRp-60Z, zbudowany na bazie układu sterowania robota IRp-60, który został przebadany w zakresie badań pełnych. Wyniki tych badań zawarte są w sprawozdaniach nr rej. 5738 i 5841.

Do badań układu sterowania użyto części manipulacyjnej robota IRp-60Z (o sześciu stopniach swobody) oraz zgrzewarki punktowej ZPK-20, produkcji Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach.

### 1.2. Dokumenty stanowiące podstawę badań

- "Program prób" zawarty w sprawozdaniu "Opracowanie projektu i wykonanie wstępnej wersji oprogramowania" nr rej. 5896
- ZN- /MERA-018/256 "Robot przemysłowy IRp-60. Wymagania i badania"
- Instrukcja sprawdzenia robota ISR IRp
- Opis "Ustawienie i sprawdzenie kalibracji"
- PN-86/E-06600
- korespondentka OAP/12/55/87 o rozszerzeniu zakresu badań
- świadectwo kontroli jakości nr 76/87 z dn. 87.03.31 IRp-60Z (część mechaniczna).



### 1.3. Zakres badań

Badania prototypu układu sterowania robota zgrzewalniczego IRp-60Z obejmowały:

#### 1.3.1. badania sprawdzające:

- badania wstępne
- sprawdzenie powtarzalności pozycjonowania
- badania nowych funkcji robota:
  - STOP SYSTEMU robota IRp-60Z dla zasymulowanych przypadków zadziałania sprzęgła przeciążeniowego, kolizji oraz przygrzania
- pomiar poboru mocy.

#### 1.3.2. badania poznawcze:

- badania sztywności 6-tej osi
- " działania hamulców dla osi V i t
- " serwomechanizmu 6-tej osi
- określenie strefy zerowej
- pomiar czasu wykonania programu całego cyklu zgrzewania
- badanie funkcji STOP SYSTEMU robota IRp-60Z współpracującego ze zgrzewarką punktową ZPK-20 dla przyrządu przygrzania elektrod
- badanie odporności na zakłócenia elektromagnetyczne.

### 1.4. Aparatura użyta do badań

- rejestrator XY typ WX2300
- miernik wielkości mechanicznych typ M-101 nr 12
- multimetr cyfrowy V543 nr 2941
- czujnik indukcyjny typ OT-08-15 nr 107
- generator impulsów KZ 1508A nr 101933
- licznik impulsów KZ 2026A nr 135629
- czujnik fotoelektryczny FP-5
- licznik energii elektrycznej typ HM-4 nr 250454
- symulator zakłóceń impulsowych 5/50 ns NSG 225 (SCHAFFNER)
- sieć sztuczna SMZ-6 (INCO Wrocław) adaptowana przez MERA PIAP
- symulator wyładowań elektryczności statycznej SED-2 (MERA PIAP)
- klamra pojemnościowa (wg zał. 1 PN)
- czujniki zegarowe typ MDas 10/11 nr 27/86 11/86 i 32/86.

## 2. Wyniki badań prototypu układu sterowania robota zgrzewalniczego IRp-60Z

### 2.1. Badania sprawdzające

#### 2.1.1. Badania wstępne

Badania polegały na wstępnym sprawdzeniu kompletności i funkcjonowaniu robota. Sprawdzenie wykonano zg. z p. 8.3.1 sprawozdania "Opracowanie projektu i wykonanie wstępnej wersji oprogramowania" nr rej. 5896 oraz opisem zawartym w ISR IRp. Wykonując czynności wstępne wg p. 1 ISR IRp stwierdzono brak zestawu akumulatorów. Przy sprawdzeniu pracy ręcznej wg p. 3 ISR IRp stwierdzono, że po przełączeniu na panelu programowania /potwierdzonym zaświeceniem się diody/ nie zawsze jest realizowane sterowanie wybraną grupą osi. Programowanie i pracę automatyczną sprawdzono przez ułożenie i uruchomienie programu testowego dla 6-ciu osi.

Sprawdzenie poprawności wykonania programu przez robot IRp-60Z w trybie pracy automatycznej z obciążeniem 45 kg polegało na wykonaniu 10 prób obejmujących synchronizację, czytanie programu wykonanie jednego cyklu i pozycjonowanie w punkcie.

Wyniki sprawdzenia zamieszczone są w tabeli 1.

Podczas ósmej próby wystąpił znaczny błąd w pozycjonowaniu przekraczający zakres pomiarowy czujników wynoszący  $\pm 5$  mm. Podczas dziewiątej próby program nie wczytał się do pamięci układu sterowania przy wyświetlonym komentarzu na panelu programowania "CZYTANIE".

Wynik sprawdzenie negatywny.

#### 2.1.2. Sprawdzenie powtarzalności pozycjonowania

Sprawdzenie dokładności pozycjonowania realizowano w pracy "AUTO" wykorzystując program ruchu trwający 3 min 22 sek zakończony najazdem robota zaopatrzonego w kulistą końcówkę pomiarową umieszczoną na szóstej osi na zestaw trzech czujników zegarowych, których osie pokrywały się z osiami x, y, z przyjętego prostokątnego układu współrzędnych dla robota.

Próby wykonano dla robota bez obciążenia i z obciążeniem 45 kg zgodnie z p. 8.3.3 sprawozdania nr rej. 5896.

Pomiary wykonywano od momentu włączenia robota. Po upływie 5 godzin zmierzono dokładność pozycjonowania w 20-u kolejnych

cyklach pomiarowych.

Wyniki sprawdzenia dokładności pozycjonowania zamieszczone są w tabelach 3 i 4, a przebieg zmian pozycjonowania ilustrują wykresy przedstawione na rys. 1 i 2.

Najgorszą dokładność pozycjonowania w 20-u kolejnych cyklach pomiarowych zarejestrowano dla kierunku y. Błąd pozycjonowania dla tego kierunku bez obciążenia wynosi  $-0,2$  mm, a z obciążeniem  $+0,15$  mm.

W 24-tym cyklu pomiarowym stwierdzono następujące wskazania czujników:  $x = 4,28$  mm,  $y = 0,04$  mm,  $z = 1,3$  mm.

Wynik sprawdzenia dla wymaganych 20 cykli pomiarowych - pozytywny, nie stwierdzono błędów.

### 2.1.3. Badanie nowych funkcji układu sterowania

Sprawdzenie funkcji STOP SYSTEMU robota wykonano zgodnie z p. 8.3.6.1 sprawozdania nr rej. 5896 dla trzech przypadków:

- 1 - zadziałanie sprzęgła przeciążeniowego dla osi t
- 2 - wystąpienie odchyłki położenia dla ruchu swobodnego robota /kolizja/
- 3 - wystąpienia odchyłki położenia dla ruchu robota bezpośrednio po zgrzewaniu /przygrzanie/.

2.1.3.1. Sprawdzenie działania funkcji STOP SYSTEMU - przeciążenie od zadziałania sprzęgła przeciążeniowego przeprowadzono przy realizacji instrukcji zgrzewania przez zasymulowanie sygnału z mikrowyłącznika na sprzęgle. Wyniki sprawdzenia przedstawione są w tabeli 13. Po usunięciu przyczyny zatrzymania oraz skasowaniu stanu STOP SYSTEMU i uruchomieniu z panelu programowania przyciskiem START INSTRUKCJI, zaobserwowano następujące przypadki nieprawidłowego zachowania się robota:

- 1/ zatrzymanie się robota z niekontrolowanym ruchem osi V
- 2/ wykonanie kolejnej instrukcji i zawieszenie się programu
- 3/ spóźnione zatrzymanie się ze znacznym przemieszczeniem w kierunku ruchu; po uruchomieniu niekontrolowany ruch osi z wejściem w położenie krańcowe
- 4/ jak w p. 3 oraz zawieszenie się programu
- 5/ niekontrolowany ruch osi V; po uruchomieniu powrót do punktu zatrzymania

- 6/ zatrzymanie się z silnymi oscylacjami ruchu
- 7/ spóźnione zatrzymanie się ze znacznym przemieszczeniem w kierunku ruchu, zawieszenie programu.

Wynik sprawdzenia funkcji STOP SYSTEMU od przeciążenia układu sterowania - pozytywny, natomiast w/w nieprawidłowości powodują, że nie jest spełnione wymaganie p. 8.3.6.1 "Zakresu prób" zawartego w sprawozdaniu nr rej. 5896.

2.1.3.2. Sprawdzenie funkcji STOP SYSTEMU - KOLIZJA przeprowadzono realizując instrukcję pozycjonowania przy ruchu jednej osi. Odchyłkę położenia dla ruchu swobodnego osi  $\phi$  symulowano przytrzymując robota długą elastyczną liną utwierdzoną do przegubu. Odchyłkę symulowano dla dwóch kierunków ruchu robota rejestrując sygnał STOP SYSTEMU oraz prąd silnika osi  $\phi$  /patrz rys. 9/. Po spowodowaniu odchyłki położenia dla ujemnego kierunku ruchu osi  $\phi$  prąd silnika utrzymuje się na poziomie  $I_s = 25$  A. Po czasie  $t > 5,1$  s następuje wygenerowanie sygnału STOP SYSTEMU - KOLIZJA z jednoczesnym ograniczeniem prądu do wartości  $I_s = 17,5$  A trwającym  $t_0 = 1,1$  s. Po upływie czasu  $t_0$  wartość prądu spada do zera /wyłączenie prądu silnika/. Dla kierunku dodatniego ruchu osi  $\phi$  otrzymano odpowiednio wartości  $I_s = 23,5$  A,  $t > 5,7$  s,  $I_s = 18$  A,  $t_0 = 0,6$  s.

W ruchu pionowym obciążono ramię robota momentem o 100% wyższym od przyjętego maksymalnego momentu dla osi  $\alpha$  przy badaniu sztywności. Robot wykonał zaprogramowany ruch, a układ sterowania nie wykrył kolizji spowodowanej spowolnieniem ruchu.

Wynik sprawdzenia funkcji STOP SYSTEMU - KOLIZJA dla ruchu poziomego - pozytywny, natomiast dla ruchu pionowego brak wymagań odnośnie maksymalnego dopuszczalnego obciążenia uniemożliwił stwierdzenie przejścia układu sterowania w stan STOP SYSTEMU zanim zadziałał STOP AWARYJNY.

2.1.3.3. Sprawdzenie funkcji STOP SYSTEMU - PRZYGRZANIE wykonano realizując instrukcję zgrzewania w trzech punktach rozmieszczonych co 15 cm bez przepływu prądu przy ruchu jednej osi  $\phi$ . Dla ruchu tylko osi  $\phi$  przy strefie 160 inkrementów zasymulowano wystąpienie odchyłki przy zgrzewaniu bez przepływu prądu utrzymując robota długą liną dokładnie w punkcie zgrzewania.

Wykonano rejestrację sygnałów STOP SYSTEMU oraz prądu silnika  $I_s \phi$  /patrz rys. 10/.

Po upływie czasu  $t = 2,22$  s od momentu osiągnięcia wartości  $I_s = 26$  A następuje wygenerowanie sygnału STOP SYSTEMU i ograniczenie prądu do wartości  $I_s = 18,25$  A w okresie czasu  $t_0 = 1,02$  s. Dla kierunku dodatniego ruchu otrzymano odpowiednio:  $I_s = 26$  A,  $t = 1,28$  s,  $I_s = 18$  A,  $t_0 = 0,8$  s.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

#### 2.1.4. Pomiar poboru mocy

Pomiaru poboru mocy dokonano przy pomocy licznika energii elektrycznej.

Pobór mocy dla robota IRp-60Z wyniósł 4,2 kW.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

### 3. Wnioski z badań sprawdzających

3.1. Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdza się, że prototyp układu sterowania robota IRp-60Z przeszedł badania sprawdzające z wynikiem pozytywnym z wyjątkiem badań wstępnych oraz badań funkcji STOP SYSTEMU.

Po ustaleniu i usunięciu przyczyn nieprawidłowości w działaniu robota, opisanych w p. 2.1.1 i 2.1.3 w sprawozdaniu, badania te należy wykonać powtórnie.

3.2. Z obserwacji procesu zgrzewania wynika, że odległość punktów zgrzewania nie powinna przekraczać 10 cm.

Przy odległości zgrzein 30 cm występują przeregulowania ruchu TCP zgrzewadła powodujące znaczny rozrzut zgrzein (ok. 1 cm)

3.3. Należy opracować inny sposób stwierdzania przez układ sterowania zjawiska przygrzania elektrod. Zastosowany obecnie sposób, oparty o warunek niezmiennego położenia punktu TCP zgrzewadła w przestrzeni roboczej w przypadku przygrzania, jest nieskuteczny dla elastycznego zawieszenia zgrzewadła.

3.4. Badanie działania funkcji STOP SYSTEMU od przeciążenia winno być wykonane z zainstalowanym sprzęgiem przeciążeniowym w osi t .

#### 4. Badania poznawcze

##### 4.1. Badanie sztywności 6-tej osi

Badanie sztywności "ostatecznej" wykonano zg. z p. 8.3.4. sprawozdania nr rej. 5896.

Maksymalny dopuszczalny moment obciążający dla szóstej osi oraz kierunki i miejsca przyłożenia obciążenia i pomiaru ugięcia przedstawione są w "Uzupełnieniach do programu prób prototypu robota IRp-60Z" w/w sprawozdania.

Wyniki sprawdzenia sztywności dla czterech różnych pozycji zamieszczone są w tabelach 5-8. Rysunki 3-6 przedstawiają wykresy odchyleń w funkcji momentu obciążającego.

Dla pozycji 1 i 2 mierząc ugięcia dwoma czujnikami wyznaczono sztywność szóstej osi.

Dla pozycji 3 i 4 wyznaczono sztywność "ostateczną" /wypadkową/ robota IRp-60Z.

Do oceny sztywności badanego robota IRp-60Z niezbędne są wyniki sprawdzeń wykonanych w ten sam sposób dla kilku robotów z szóstą osią.

Z pozycji 3 zbliżonej do pozycji robota obciążonego zgrzewadłem dla obciążenia 60 Nm punkt oddalony od szóstej osi o 350 mm obniżył się o 6,8 mm.

##### 4.2. Badanie działania hamulców dla osi V i t

Badanie wykonano zgodnie z p. 8.3.5 sprawozdania nr rej. 5896 dla robota obciążonego ciężarem o masie 45 kg.

Położenie środka ciężkości obciążenia względem szóstej osi zostało określone w "Uzupełnieniach do programu prób prototypu robota IRp-60Z" w/w sprawozdania.

Próba polegała na sprawdzeniu czy ciężar zamocowany na szóstej osi robota utrzymuje się w poprzedniej pozycji w chwili wyłączenia zasilania silników.

Sprawdzenie wykonano dla czterech różnych pozycji robota. Pozycje oraz miejsca ustawienia silników przedstawione są na rys. 7. a, b.

Wyniki pomiarów przemieszczenia ciężaru po wyłączeniu zasilania silników zamieszczone są w tabelach 9-12.

Rysunek 8 przedstawia wykresy zmian przemieszczenia osi  $\alpha$  i ciężaru w funkcji czasu dla czterech położań. Z uzyskanych wyników widać, że wartość przemieszczenia jest zmienna i zależy od skuteczności zadziałania hamulców.

### 2.4.3. Badanie serwomechanizmu szóstej osi

#### 2.4.3.1. Pomiar czasów rozruchu i hamowania oraz przeregulowania prędkości

Badanie serwomechanizmów szóstej osi przeprowadzono rejestrując na rejestratorze WX2300 przebiegi napięcia prądnicy tachometrycznej i prądu silnika szóstej osi. Rejestracji dokonano podczas pracy AUTO robota nieobciążonego i obciążonego ciężarem nominalnym, tak aby badana oś robota wykonywała powtarzalne ruchy w kierunku dodatnim i ujemnym w całym zakresie ruchu z prędkością maksymalną.

Na podstawie wykresów /rys. 17/ określono wartości czasów rozruchu i hamowania oraz przeregulowania prędkości. Wartości te przedstawiono w tabl. 16.

Jak wynika z przedstawionych wyliczeń przeregulowanie prędkości występuje zarówno bez obciążenia jak i przy obciążeniu nominalnym i dochodzi do 35 %.

Jest to więc przeregulowanie dość znaczne, wynikające jednak po części z faktu, iż szósta oś jest pozycjonowana zgrubnie.

Czasy rozruchu i hamowania robota nieobciążonego i obciążonego ciężarem nominalnym są zbliżone do siebie, z wyjątkiem czasu hamowania w kierunku ujemnym /czas hamowania robota obciążonego nominalnie jest o 30% dłuższy od czasu hamowania robota nieobciążonego/.

#### 2.4.3.2. Pomiar prędkości maksymalnej szóstej osi

Wartość maksymalną prędkości szóstej osi robota nieobciążonego wyznaczono metodą pośrednią.

Prędkość określona była poprzez pomiar i ilość impulsów o znanej częstotliwości, w czasie przemieszczania się przed czujnikiem fotooptycznym, odcinka pomiarowego umieszczonego na badanej osi robota w określonej odległości od środka obrotu danej osi.



Długość odcinka pomiarowego odpowiadała 1/10 części pełnego zakresu ruchu szóstej osi.

Wartość maksymalnych prędkości szóstej osi robota IRp-60Z w kierunku dodatnim i ujemnym podane są poniżej:

$$V_{\max}^{ "+" } = 119,61^{\circ}/s$$

$$V_{\max}^{ "-" } = 117,56^{\circ}/s$$

2.4.4. Określenie rozszerzonej strefy zerowej - wykonano zgodnie z informacją zawartą w korespondencji OAP12/55/87 o decyzji komisji, odbioru zadania 2.1 "Opracowanie projektu i wykonanie wstępnej wersji oprogramowania" sprawozdania nr rej. 5896.

Ideą wprowadzenia rozszerzonej strefy zerowej jest szybsze hamowanie robota przy dojściu do punktu zgrzewania, co prowadzi do skrócenia całego cyklu pracy. Dla robota IRp-60Z program sterujący badał warunek wejścia w strefę na podstawie współrzędnych wewnętrznych /czy wszystkie osie znajdują się wewnątrz swoich stref/. Strefa rzeczywista we współrzędnych zewnętrznych jest różna w poszczególnych punktach przestrzeni. Sprawdzenie rozszerzonej strefy zerowej wykonano dla osi  $\phi$  w dwóch punktach przestrzeni roboczej o współrzędnych p1 /1600,0,730/ i p2 /2310,0,1230/ rejestrując wskazania czujnika indukcyjnego umieszczonego na statywie w osi przegubu robota. Elastyczne zawieszenie zgrzewadła uniemożliwia badanie wejścia w strefę bezpośrednio punktu TCP. Jednocześnie oprócz sygnałów z czujnika SC rejestrowano sygnał zgrzewania SZg, sygnał o rozwarciu kleszczy SR i sygnał z prądnicy tachometrycznej SU. Zmiana stanu sygnału SZg wyznacza moment wejścia w strefę zerową o szerokości s punktu P związanego z przegubem robota.

W badanym robocie IRp-60Z stwierdzono zbyt dużą szerokość strefy 1 i 2 przekraczającą zakres czujnika  $h = 14$  mm oraz znaczne przeregulowanie ruchu osi  $\phi$  dla punktu p2 wynoszące  $f = 4$  mm /patrz rys. 11-14/.

Realizując zgrzewanie z przepływem prądu dwóch blach stwierdzono dobrą powtarzalność zgrzein dla obydwu stref.

#### 4.5. Dobór parametrów rozszerzonej strefy zerowej

Doboru parametrów rozszerzonej strefy zerowej dokonano dla punktu TCP zgrzewadła zajmującego położenie w środkowym zakresie przestrzeni roboczej zmieniając w programie sterującym liczbę inkrementów przypisaną danej strefie. Z analizy zarejestrowanych przebiegów /patrz rys. 15 i 16/ wynika, że dla strefy 1 można przyjąć  $\pm 20$  inkrementów, a dla strefy 2  $\pm 50$  inkrementów.

#### 4.6. Pomiar czasu wykonywania programu całego cyklu zgrzewania

Pomiaru czasu wykonania programu całego cyklu zgrzewania dokonano zgrzewając dwie blachy na odcinku 1 m /zgrzeiny co 2, 5, 10cm/ przy dwóch nastawach parametrów zgrzewania, dla dwóch różnych grubości /0,5 i 1,5/ zgrzewanych blach.

Wyniki przedstawiono w tabl. 14 i 15.

Nastawy I i II odpowiadają następującym parametrom zgrzewania:

	Nastawa I /ms/	Nastawa II /ms/
1. zaciśnięcie szczęk	230	200
2. docisk wstępny	200	200
3. czas zgrzewania	100	200
4. docisk po zgrzaniu	200	1800
5. rozwarcie szczęk	200	200
	<hr/>	<hr/>
	0,9 s	2,6 s

Podczas cyklu zgrzewania niektóre próby, zaznaczone w tabeli, były wykonywane bez załączenia prądu zgrzewania. Nie zauważono aby miało to wpływ na czas cyklu zgrzewania. Wpływ taki miały jedynie nastawy parametrów zgrzewania oraz ciśnienia powietrza. Pomiar czasu cyklu zgrzewania wykonywany był przy ciśnieniu 0,36 MPa.

Spadek ciśnienia powodował wydłużanie się czasu cyklu zgrzewania. Jak wynika z nastaw I i II czas samego procesu zgrzewania nastawiony był następująco: 0,9 s dla nastawy I i 2,6 s dla nastawy II.

Porównując te wartości z uzyskanymi wynikami można stwierdzić, że czas przejścia robota od punktu do punktu /bez zgrzewania/

wynosi od 0,6 do 0,9 s. Jedynie dla blachy 0,5 mm, dla zgrzeiny co 2 i 5 cm przy nastawie I oraz blachy 1,5 mm, zgrzeiny co 5 cm, przy nastawie II wynosi on ok. 1,3 s.

Mogło to być jednak spowodowane chwilowym spadkiem ciśnienia powietrza /dłuższy czas potrzebny na zwarcia szczęk, a co za tym idzie - niezgodność czasu samego cyklu zgrzewania z czasem nastawionym na panelu NUS521/.

4.7. Badanie funkcji STOP SYSTEMU robota IRp-60Z współpracującego ze zgrzewarką punktową ZPK-20 dla przypadku przygrzania elektrod.

Badanie wykonano ze strefą 10 inkrementów przy załączonym prądzie zgrzewania i przy ruchu tylko jednej osi  $\phi$ . Po przygrzaniu elektrod do blach robot wykonał ruch do następnego punktu zgrzewania powodując awarię kleszczy. Nastąpiło wyciągnięcie dolnej elektrody i otwarcie obwodu chłodzenia kleszczy.

Nie zadziałał STOP SYSTEMU. Uruchomienie przycisku STOP AWARYJNY zgrzewarki spowodowało nieprawidłowe zatrzymanie robota bez utraty synchronizacji /zatrzymanie jak dla STOP SYSTEMU/.

W ruchu złożonym realizując zgrzewanie dwóch blach usytuowanych ukośnie w przestrzeni robota po każdym widocznym przygrzaniu elektrod do blach następowało ponowne zgrzanie w miejscu przygrzania i przejście do zgrzewania z pominięciem jednego punktu. Układ sterowania nie generował funkcji STOP SYSTEMU.

#### 4.8. Sprawdzenie odporności na zakłócenia elektromagnetyczne

##### Cel i zakres badań

Przedmiotem badań było gniazdo technologiczne zgrzewania punktowego składającego się z robota zgrzewalniczego IRp-60Z (MERA PIAP) i zgrzewarki punktowej ZPK-20 (Instytut Spawalnictwa - Gliwice).

Celem badań było sprawdzenie poprawnej pracy takiego zestawu urządzeń przy oddziaływaniu zakłóceń zewnętrznych, występujących w środowisku przemysłowym, odwzorowanych umownymi sygnałami zakłócającymi wg PN-86/E-06600.

Zgodnie z PN urządzenia zainstalowane w typowym środowisku przemysłowym są narażone na średni lub wysoki poziom zakłóceń i powinny mieć wykonanie o podwyższonej (W2) lub o wysokiej (W3) odporności na zakłócenia.

Standardowe wykonanie robota IRp-60 spełnia wymagania na urządzenia o podwyższonej odporności, wykonanie W2, stąd dla badanego zestawu zgrzewalniczego należy przyjąć również takie same wymaganie.

Adaptacja standardowego wykonania IRp-60 do zastosowania zgrzewalniczego IRp-60Z polega na dodaniu dodatkowej osi kinetycznej mocowanej do kiści robota oraz dodatkowych standardowych pakietów w układzie sterowania.

Na podstawie wyników badań zakłócalności robota IRp-60 (sprawozdanie PIAPu nr rej. 5738 i 5841) można stwierdzić, że dla robota krytycznymi zakłóceniami są zakłócenia impulsowe nanosekundowe, oddziałujące na obwód zasilania sieciowego układu sterowania. W zastosowaniu do zgrzewania układ sterowania robota będzie narażony na zakłócenia impulsowe dużej energii pochodzące od prądu zgrzewania. Dlatego wystarczającym sprawdzeniem odporności na zakłócenia robota IRp-60Z będzie:

- spr. odporności na zakłócenia impulsowe nanosekundowe w obwodzie zasilania sieciowego
- spr. odporności na zakłócenia występujące przy zgrzewaniu, w chwilach przepływu prądu zgrzewania.

O odporności zgrzewarki punktowej ZPK-20 producent nie podaje informacji. Dlatego badania zakłócalności powinny skoncentrować się na sprawdzeniu odporności zgrzewarki punktowej we współpracy z robotem IRp-60Z.

Ze względu na duży prąd zwarciovoy zgrzewarki w chwili zgrzewania (120 A) robot i zgrzewarka powinny być zasilane z oddzielnych obwodów sieciowych.

Również ze względu na duży prąd zgrzewarki nie jest możliwe zastosowanie posiadanej sieci sztucznej o nominalnym prądzie 25A w celu jednoczesnego zasilania robota i zgrzewarki.

✓ Proponuje się następujący zakres badań:

- spr. odporności zgrzewarki na zakłócenia impulsowe nanosekundowe 5/50 ns oddziaływujące na obwód zasilania sieciowego - metoda SN10 przy wykorzystaniu sieci sztucznej, obwody interfejsowe do szafy sterowniczej robota - metoda SE10, obwody interfejsowe do zgrzewadła i zespołu pneumatycznego - metoda SE10;
- spr. odporności robota IRp-60Z na zakłócenia impulsowe nanosekundowe 5/50 ns oddziaływujące na obwód zasilania sieciowego, metoda SN10, przy wykorzystaniu sieci sztucznej (jak przy badaniach standardowego wykonania IRp-60);
- spr. odporności zgrzewarki na wyładowania elektryczności statycznej.

Zaproponowany zakres badań zakłócalności zapewnia określenie odporności robota we współpracy ze zgrzewarką oraz poszczególnych urządzeń, przy założeniu, że wykonanie IRp-60Z spełnia wymagania odporności W2. Dlatego wprowadzono sprawdzenie odporności robota na zakłócenia impulsowe nanosekundowe oddziaływujące na obwody zasilania. W przypadku stwierdzenia, że robot IRp-60Z posiada niższy poziom odporności od zgrzewarki i niższy od wymaganego, możliwości określenia odporności na poszczególne urządzenia będą utrudnione.

#### Warunki badań

Badania przeprowadzono przy pełnym wymaganym przez zgrzewarkę wyposażeniu i połączeniach z szafą sterującą robota IRp-60Z. Na stanowisku badawczym urządzenia współpracujące były usytuowane jak na rys. 18.

Połączenia obwodów we/wy między szafami sterowniczymi robota i zgrzewarki wykonano wielożyłowym kablem oponowym o długości ok. 3 m. Kable obwodów sterowania elektrozaworu zespołu pneumatycznego umieszczonego na ramieniu robota i transformatora zgrzewadła oraz kabel obwodu sygnalizacyjnego rozwarci kleszczy zgrzewadła poprowadzono

wspólną trasą. Długość tych kabli ok. 10 m. Obwody zasilania sieciowego obu szaf sterowniczych zasilano z oddzielnych gniazd siłowych tej samej tablicy rozdzielczej.

W czasie narażania zakłóceniami robot IRp-60Z wykonywał cyklicznie program testowy polegający na wykonaniu 5zgrzein. Dwie zgrzeiny o maksymalnym prądzie i krótkim czasie zgrzewania ok. 20 ms wg programu zgrzewania A oraz 3 zgrzeiny o niższym prądzie zgrzewania (ok. 50 % I ), dłuższym czasie zgrzewania (ok. 100 ms) wg programu B.

Poza strefą zgrzewania robot wykonywał odpowiednie ruchy dojazdowe oraz wydłużony ruch odjazdowy z ruchami kiści ze zgrzewadłem.

Opis programu testowego podano w załączniku nr 3.

Programy zgrzewania A i B zadano na przełącznikach sterownika WUS 521 IC. Nastawy przełączników były następujące:

A	9	-	10	-	10	-	01	-	16	-	20
B	2	-	10	-	10	-	05	-	40	-	50

#### Procedura przeprowadzania badań i kryterium objawów zakłóceń

W układzie pomiarowym stosowanym do przyjętej metody symulacji zakłóceń przeprowadzono sprawdzenie poprawności wykonywanego programu dla co najmniej 5 cykli programu. Następnie włączano narażenia o określonych parametrach i obserwowano objawy zakłóceń dla trzech kolejnych cykli. Kryterium objawów zakłóceń określono następująco:

- poprawne wykonanie zaprogramowanych ruchów przez część manipulacyjną
- poprawne wykonanie zadanej liczby zgrzein i ich powtarzalność
- poprawne wykonywanie sekwencji obsługi zgrzewadła, zwieranie i rozwieranie kleszczy, włączenia prądu zgrzewania.

#### Wyniki pomiarów

##### 1. Odporność na zakłócenia impulsowe nanosekundowe 5/50 ns w obwodzie zasilania zgrzewarki

Badania przeprowadzono przy metodzie symulacji SN10 (PN-86/E-06600). Wykorzystano symulator zakłóceń NSG225 (SCHAFFNER) oraz adaptowaną sieć sztuczną SMZ-6 (INCO). Zakłócenia wprowadzano kolejno na każdy przewód kabla sieciowego zasilającego szafę sterowniczą ZPK20. Zaobserwowano następujące objawy zakłóceń:

Przy opisie objawów zakłóceń zastosowano następujące skrótowe oznaczenia: boz - bez objawów zakłóceń; ROBOT - poprawna realizacja ruchów robota; ZP - zespół pneumatyczny zgrzewarki; SS - szafa sterowania zgrzewarki.

amplituda impulsu/ faza	opis objawów
+500 V R	ROBOT - bez objawów zakłóceń, chwilowe niekontrolowane działanie elektrozaworu (ZP) oraz przekaźnika P2 (SS)
-500 V R	ROBOT - boz; chwilowe niekontrolowane działanie elektrozaworu (ZP) i przekaźnika P2 (SS), wykonuje 3 zgrzeiny zamiast 5, zakłócone rozwieranie kleszczy zgrzewadła
+500 V S	ROBOT - boz; chwilowe niekontrolowane działanie elektrozaworu (ZP) i przekaźnika P2 (SS)
-500 V S	ROBOT - boz; zakłócone rozwieranie kleszczy zgrzewadła, wykonuje 4 zgrzeiny zamiast 5
+500 V T	ROBOT - boz; chwilowe niekontrolowane działanie elektrozaworu (ZP) i przekaźnika P2 (SS)
-500 V T	ROBOT - boz; chwilowe niekontrolowane działanie elektrozaworu (ZP) i przekaźnika P2 (SS), zakłócone rozwieranie kleszczy zgrzewadła
±500 V O	ROBOT - boz; chwilowe niekontrolowane działanie elektrozaworu (ZP) i przekaźnika P2 (SS), zakłócone rozwieranie kleszczy zgrzewadła
±1000 V R,S,T,O } ±2000 V R,S,T,O }	ROBOT - boz; chwilowe niekontrolowane działanie elektrozaworu (ZP) i przekaźnika P2 (SS), wykonuje 2 zgrzeiny zamiast 5, wykonuje ruch do następnego punktu zgrzewania bez rozwarcia kleszczy zgrzewadła.

## 2. Odporność na zakłócenia impulsowe nanosekundowe 5/50 ns kabla interfejsowego łączącego szafy sterownicze robota i zgrzewarki

Badania przeprowadzono przy metodzie symulacji SE10 (PN-86/E-06600). Wykorzystano symulator zakłóceń NSG225 /SCHAFFNER) oraz klamrę pojemnościową (wg zał. 1 PN).

Przy amplitudzie impulsów 500 V obu polaryzacji wystąpiły następujące objawy zakłóceń (w opisie zastosowane skrótowe oznaczenia jak w p.1)

- ROBOT - boz
- chwilowe niekontrolowane działanie elektrozaworu (ZP) i przekaźnika P2 (SS)
- niekontrolowane zamykanie kleszczy zgrzewadła i załączania prądu zgrzewania poza strefą zgrzewania.

Nie wykonano pomiarów przy wyższych amplitudach impulsów zakłócających ze względu na obawę uszkodzenia zgrzewadła.

### 3. Odporność na zakłócenia impulsowe nanosekundowe 5/50 ns kabli łączących szafę sterowniczą zgrzewarki i zgrzewadła

Badania przeprowadzono przy metodzie symulacji SE10, jak w p.2. Zaobserwowano następujące objawy zakłóceń przy odpowiednich amplitudach impulsów zakłócających (w opisie zastosowano skrótowe oznaczenia jak w p.1):

amplituda	objawy
$\left. \begin{array}{l} +500 \text{ V} \\ \pm 1000 \text{ V} \end{array} \right\}$	ROBOT - boz; chwilowe niekontrolowane działanie elektrozaworu (ZP) i przekaźnika P2 (SS)
$\pm 2000 \text{ V}$	ROBOT - boz; chwilowe niekontrolowane działanie elektrozaworu (ZP) i przekaźnika P2 (SS), wykonuje 2 zgrzeiny zamiast 5, wykonuje ruch do następnego punktu zgrzewania bez rozwarowania kleszczy zgrzewadła.

### 4. Odporność na zakłócenia impulsowe nanosekundowe 5/50 ns w obwodzie zasilania robota

Badania przeprowadzono przy metodzie symulacji SN10 i wykorzystaniu sieci sztucznej jak w p.1.

Przy amplitudzie impulsów  $\pm 2000 \text{ V}$  wprowadzanych na kolejne przewody kabla sieciowego R,S,T,0 nie zaobserwowano zakłóceń w realizacji zaprogramowanych ruchów robota; wystąpiły objawy zakłóceń pracy zgrzewarki:

- niekontrolowane chwilowe działanie elektrozaworu zespołu pneumatycznego oraz przekaźnika w P2 w szafie sterowniczej
- wykonywanie 2 zgrzein zamiast 5
- zakłócone rozwieranie kleszczy zgrzewadła
- wykonywanie ruchu do następnego punktu zgrzewania bez rozwarowania kleszczy zgrzewadła.



5. Odporność szafy sterowniczej zgrzewarki na bezpośrednie wyładowania elektryczności statycznej ESD

Badania przeprowadzono przy metodzie symulacji SE80 i wykorzystaniu symulatora SED-2 (MERA PIAP). Kabel uziemiający symulator przyłączono do zacisku ochronnego szafy sterowniczej.

Wyładowania inicjowano na zewnętrzne konstrukcje szafy oraz elementy manipulacyjne. Częstość wyładowań co 10 s.

Poziom wyładowań ESD	objawy
2 kV	bez objawów zakłóceń ROBOTA i zgrzewarki.
4 kV przy złączach SZR szafy sterowniczej zgrzewarki	ROBOT - bzo, w takt wyładowań ESD chwilowe działanie elektrozaworu (ZP) i przekaźnika P2 (SS).
8 kV na płytę operacyjną szafy sterowniczej zgrzewarki	ROBOT - bzo, chwilowe działanie elektrozaworu: niekontrolowane zamknięcie kleszczy i włączenie prądu zgrzewania.

6. Dodatkowe obserwacje

- 1/ celem wyjaśnienia przyczyny wykonywania mniejszej liczby zgrzein przeprowadzono dodatkowe obserwacje przebiegu programu <sup>na</sup> panelu programowania robota. Stwierdzono, że powodem wykonywania mniejszej liczby zgrzein jak i wykonania ruchu robota przy zwartych kleszczach są fałszywe sygnały zakończenia cyklu zgrzewania, generowane przez szafę sterowniczą zgrzewarki w wyniku oddziaływania zakłóceń, jeżeli sygnał ten występuje w czasie fragmentu programu robota "CZEKAJ";
- 2/ w momencie zgrzewania występuje znaczny udar prądowy w obwodzie sieciowym zgrzewarki, powoduje on dynamiczne obniżenie napięcia zasilania, które można zaobserwować przygasaniem lampek sygnalizacyjnych szafy sterowniczej zgrzewarki. Udary prądowe zgrzewarki spowodowały uszkodzenie bezpieczników sieci sztucznej.
- 3/ zakłócenia w rozwieraniu kleszczy zgrzewadła polegające na wydłużonym czasie rozwierania kleszczy występowały w wyniku zakłócenia obwodu sterowania elektrozaworu w zespole pneumatycznym.
- 4/ zakłócanie pracy zgrzewarki przy badaniu odporności obwodu sieciowego robota wynika z następujących faktów:
  - niskiej skuteczności tłumienia symulowanych zakłóceń przez sieć sztuczną, co spowodowało występowanie zakłóceń na sieci energetycznej o poziomie przekraczającym poziom odporności zgrzewarki
  - niskiej odporności zgrzewarki od strony obwodu sieciowego.

5/ niską odporność zgrzewarki na zakłócenia impulsowe od strony sieci zasilającej można potwierdzić faktem zakłócającego oddziaływania zakłóceń na fazę niewykorzystaną do zasilania zgrzewarki (prawdopodobnie faza T) oraz przewód ochronny.

Wynik sprawdzenia dla robota IRp-60Z pozytywny, a dla zgrzewarki ZPK-20 - negatywny.

## 5. Wnioski z badań poznawczych.

5.1. Na podstawie przeprowadzonych badań zakłócalności można stwierdzić, że gniazdo technologiczne złożone z robota zgrzewalniczego IRp-60Z i zgrzewarki punktowej ZPK-20 (produkcji Instytutu Spawalnictwa - Gliwice) nie spełnia wymagań odporności na zakłócenia elektromagnetyczne dla wykonania W2 wg PN-86/E-06600 i nie może być w obecnym stanie stosowane do pracy w środowisku przemysłowym. Niska odporność zestawu urządzeń na zakłócenia impulsowe nanosekundowe wynika z b.niskiej odporności układu sterowania zgrzewarki punktowej ZPK-20.

W wyniku przeprowadzonych badań określono następujące poziomy odporności:

dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych 5/50 ns

### ZGRZEWARKA ZPK-20

obwód zasilania sieciowego 0,5 kV (wymag. 2 kV/<sup>x</sup>)

obwody we/wy 0,5 kV (wymag. 1 kV/<sup>x</sup>)

### ROBOT IRp-60Z

obwód zasilania sieciowego 2 kV (wymag. 2 kV/<sup>x</sup>)

obwody we/wy 1 kV (wymag. 1 kV/<sup>x</sup>)

dla wyładowań elektryczności statycznej ESD

ZGRZEWARKA ZPK-20 ok. 4 kV (wymag. 2 kV/<sup>x</sup>)

ROBOT IRp-60Z 2 kV (wymag. wg ZN 2kV<sup>x</sup>)

x - wyniki z badań pełnych robota IRp-60

5.2. Badania wykazały, że prądy zgrzewania działającej zgrzewarki nie wpływają zakłócająco na działanie robota. Fakt ten jest potwierdzeniem słuszności przyjętych wymagań na powyższą odporność robota, wykonanie W2 wg PN-86/E-06600. Robot IRp-60Z spełnia wymagania na wykonanie W2.

5.3. Układ sterowania zgrzewarki ZPK-20 wymaga wprowadzenia zmian konstrukcyjnych zapewniających podwyższenie odporności co najmniej do poziomów wymaganych dla wykonania W2 wg PN-86/E-06600 zarówno od strony obwodu sieciowego jak i we/wy szafy sterowniczej.

5.4. Celem jest przeprowadzenie pomiarów zakłóceń generowanych do obwodu sieciowego przy działaniu zgrzewarki. Analiza wyników pomiarów umożliwi określenie wymagań instalacyjnych zgrzewarki.

Do czasu przeprowadzenia takich pomiarów należy zalecić aby zgrzewarka była zasilana z wydzielonego obwodu sieciowego.

5.5. Należy rozważyć zmianę konstrukcji zamocowania elektrod w szczękach zgrzewadła. W obecnym wykonaniu (połączenie stożkowe wciskane) zdarzają się przypadki poluzowania i wypadania elektrod przy przygrzaniu.

## 6. Wnioski dodatkowe

6.1. Proponuje się aby wykonanie robota IRp-60Z uzupełnić w typowe rozwiązanie konstrukcyjne umożliwiające poprawne mocowanie i prowadzenie kabli elektrycznych, przewodów pneumatycznych i wodnych do zgrzewadła.

6.2. Należy ustalić i usunąć przyczynę sporadycznie występujących przypadków nie powracania do położenia zerowego drążka pracy ręcznej w panelu programowania, powodujących niekontrolowane znaczne przemieszczenia ramion robota w trybie pracy ręcznej.

Robot IRp-60Z

Tabela 1

Obciążenie 45 kg

Sprawdzenie poprawności wykonania programu - w trybie pracy automatycznej.

Tabl. 1

L.p.	Położenie po synchronizacji i wczytanie programu.	Wskazania czujnika w punkcie pozycjonowania		
		X	Y	Z
1	+	0,00	0,00	0,00
2	+	0,00	- 0,09	0,00
3	+	0,00	- 0,14	0,01
4	+	0,01	- 0,09	0,00
5	+	0,00	- 0,07	- 0,01
6	+	0,04	- 0,09	- 0,01
7	+	0,01	- 0,05	- 0,02
8	+	2)	2)	2)
9	1) + ponowne zerowanie czujników.	0,00	0,00	0,00
		0,00	- 0,02	- 0,04
10	+	0,02	- 0,03	- 0,07.

+ poprawne. ; - niewłaściwe.

1) Wczytanie programu <sup>wykonano</sup> ~~na dysku~~ po powtórnym uruchomieniu robot (załączeniu). Po pierwszym załączeniu (uruchomieniu) US - na panelu programowania wyświetlona była informacja "czytanie" lecz program nie czytał się do pamięci.

2) Błąd pozycjonowania większy od zakresu pomiarowego

~~Wskazania czujnika w punkcie pozycjonowania~~

Tabl. 2

Odchylenie od linii prostej w ruchu prostoliniowym - (ruch prostoliniowy poziomy)				
Prędkość ruchu punktu TCP	Max odchylenie w ruchu			
	kierunek +		kierunek -	
	Czujnik Nr1 mm	Czujnik Nr2 mm	Czujnik Nr1 mm	Czujnik Nr2 mm
2 mm/s	1,10	1,00	0,90	0,90
10 mm/s	1,30	0,70	0,80	1,10
25 mm/s	1,60	0,80	0,85	1,45
50 mm/s	2,40	1,20	1,60	2,00
75 mm/s	3,20	1,80	2,20	2,50
100 mm/s	4,10	2,50	2,80	3,00
Odchylenie od linii prostej w ruchu prostoliniowym - ruch prostoliniowy po przekątnej				
Prędkość ruchu punktu TCP	Max odchylenie w ruchu:			
	kierunek +		kierunek -	
	Czujnik Nr1 mm	Czujnik Nr2 mm	Czujnik Nr1 mm	Czujnik Nr2 mm
2 mm/s	1,00	0,85	1,20	0,65
10 mm/s	0,85	0,55	1,45	0,95
25 mm/s	0,85	0,85	2,00	1,45
50 mm/s	1,70	1,65	2,90	2,25
75 mm/s	2,70	2,60	3,80	3,30
100 mm/s	3,60	3,40	4,70	4,30

## Sprawdzenie dokładności pozycjonowania

Bez obciążenia

Robot IRp - 60Z

Tabl. 3

L.p.	X	Y	Z	Uwagi:
	mm	mm	mm	
1	0,00	0,00	0,00	
2	0,00	-0,08	-0,01	
3	0,03	-0,10	-0,05	
4	0,04	-0,15	-0,07	
5	0,07	-0,16	-0,10	
6	0,04	-0,16	-0,02	
7	0,04	-0,09	-0,01	
8	0,05	+0,13	-0,04	
9	0,07	+0,07	-0,10	
10	0,11	-0,20	-0,16	
11	0,10	-0,13	-0,15	
12	0,02	-0,42	+0,10	
13	0,02	-0,42	+0,10	
14	0,01	-0,40	0,13	
15	0,02	-0,45	0,12	
16	0,03	-0,45	0,12	
17	0,02	-0,45	0,11	
18	0,00	-0,35	0,11	
19	0,00	-0,36	0,13	
20	0,05	-0,42	0,02	
21	0,06	-0,50	0,01	
22	0,10	-0,55	-0,02	
23	0,07	-0,42	0,03	

27

L.p.	X	Y	Z	Uwagi:
	mm	mm	mm	
24	0,08	-0,42	0,03	
25	0,07	-0,46	0,06	
26	0,10	-0,45	0,00	
27	0,09	-0,44	0,02	
28	0,10	-0,48	0,00	
29	0,10	-0,51	0,00	
30	0,10	-0,50	0,00	
31	0,12	-0,49	-0,02	
32	0,12	-0,51	-0,02	
33	0,11	-0,55	-0,01	
34	0,12	-0,52	-0,02	
35	0,10	-0,54	-0,02	
36	0,11	-0,59	-0,04	
37	0,10	-0,55	-0,02	
38	0,10	-0,55	-0,05	
39	0,10	-0,54	-0,04	
40	0,10	-0,48	-0,02	
41	0,10	-0,50	-0,04	
42	0,10	-0,53	-0,04	
43	0,09	-0,52	-0,02	
44	0,08	-0,50	-0,02	
45	0,08	-0,19	-0,03	
46	0,08	-0,19	-0,03	
47	0,08	-0,20	-0,03	
48	0,07	-0,51	-0,03	
49	0,06	-0,52	-0,01	



c. d. Tabl. 3

L.p	X	Y	Z	Uwagi:
	mm	mm	mm	
50	0,05	-0,54	0,01	
51	0,05	-0,54	0,00	
52	0,05	-0,56	0,00	
53	0,05	-0,59	-0,01	
54	0,07	-0,62	-0,05	
55	0,06	-0,52	-0,02	
56	0,03	-0,51	0,00	
57	0,02	-0,20	0,03	
58	0,02	-0,45	0,03	
59	0,03	-0,42	0,00	
60	0,02	-0,47	0,02	
61	0,02	-0,47	0,03	
62	0,02	-0,51	0,01	
63	0,01	-0,47	0,01	
64	0,01	-0,44	0,05	
65	0,02	-0,51	0,01	
66	0,02	-0,51	0,01	
67	0,01	-0,50	0,02	
68	0,03	-0,50	-0,01	
69	0,01	-0,53	0,01	
70	0,01	-0,51	0,05	
71	0,05	-0,72	-0,04	
72	0,05	-0,71	-0,03	
73	0,05	-0,74	-0,03	
74	0,03	-0,70	-0,04	
75	0,00	-0,56	0,03	

L.p.	X	Y	Z	Uwagi:
	mm	mm	mm	
76	0,00	- 0,54	0,06	
77	0,00	- 0,53	0,05	
78	0,01	- 0,50	0,03	
79	0,02	- 0,54	0,00	
80	- 0,02	- 0,53	0,05	
81	- 0,01	- 0,54	0,04	
82	- 0,02	- 0,53	0,03	
83	- 0,02	- 0,51	0,05	
84	- 0,01	- 0,53	0,04	
85	- 0,01	- 0,51	0,06	
86	- 0,02	- 0,51	0,05	5 godzin pracy.
87	- 0,02	- 0,48	0,06	
88	- 0,02	- 0,49	0,04	
89	- 0,02	- 0,50	0,07	
90	- 0,04	- 0,48	0,10	
91	- 0,04	- 0,47	0,07	
92	- 0,04	- 0,50	0,09	
93	- 0,04	- 0,45	0,10	
94	- 0,05	- 0,47	0,09	
95	- 0,04	- 0,48	0,08	
96	- 0,05	- 0,45	0,10	
97	- 0,06	- 0,47	0,11	
98	- 0,05	- 0,42	0,08	
99	- 0,06	- 0,47	0,10	
100	- 0,07	- 0,44	0,10	

c.d. Tabl.3

L.p	X	Y	Z	Uwagi:
	mm	mm	mm	
101	-0,07	-0,44	0,10	
102	-0,07	-0,44	0,10	
103	-0,08	-0,44	0,11	
104	-0,07	-0,62	0,05	
105	-0,08	-0,42	0,10	
106	-0,08	-0,46	0,12	
107	-0,09	-0,41	0,11	
108	-0,09	-0,44	0,13	
109	-0,09	-0,44	0,14	
110	-4,37	-0,48	-1,27	
111	-4,38	-0,47	-1,27	

Sprawdzenie dokładności pozycjonowania.

Z obciążeniem 45 kg.

Robot IRp-60Z.

Tabl. 4.

L.p	x	y	z	Uwagi:
	mm	mm	mm	
1	0,00	0,00	0,00	
2	0,00	0,07	0,00	
3	-0,07	0,30	0,07	
4	-0,04	0,20	0,05	
5	0,00	0,40	0,11	
6	-0,05	-0,25	0,10	
7	-0,02	0,28	0,08	
8	-0,05	0,27	0,00	
9	-0,02	0,20	0,05	
10	-0,01	0,25	0,05	
11	0,05	0,33	0,03	
12	-0,02	0,18	0,00	
13	-0,05	0,20	0,01	
14	0,00	0,06	0,06	
15	0,05	0,28	0,06	
16	0,06	0,25	0,08	
17	0,07	0,27	0,00	
18	0,08	0,25	0,00	
19	0,10	0,22	0,00	
20	0,06	0,10	-0,07	
21	0,13	-0,18	-0,02	
22	0,10	0,10	-0,03	
23	0,10	0,07	-0,10	

c.d. Tabl. 4

L.p.	x	y	z	Uwagi:
	mm	mm	mm	
24	0,09	0,03	- 0,09	
25	0,10	0,02	- 0,11	
26	0,12	0,08	- 0,09	
27	0,10	0,02	- 0,08	
28	0,10	0,00	- 0,09	
29	0,10	0,01	- 0,05	
30	0,10	0,12	0,05	
31	0,16	0,11	0,06	
32	0,16	0,10	0,05	
33	0,04	0,09	0,03	
34	0,14	0,10	0,02	
35	0,13	0,04	0,00	
36	0,14	0,05	- 0,05	
37	0,14	0,05	- 0,02	
38	0,04	- 0,10	- 0,10	
39	0,06	- 0,05	- 0,12	
40	0,09	- 0,03	- 0,12	
41	0,12	- 0,04	- 0,11	
42	0,10	- 0,06	- 0,11	
43	0,10	- 0,05	- 0,10	
44	0,08	- 0,14	- 0,14	
45	0,08	- 0,15	- 0,13	
46	0,07	- 0,12	- 0,13	
47	0,09	- 0,15	- 0,14	
48	0,08	- 0,09	- 0,12	

c.d. Tabl. 4

L. p.	X	Y	Z	Uwagi:
	mm	mm	mm	
49	0,08	- 0,13	- 0,14	
50	0,12	- 0,32	- 0,17	
51	0,12	0,04	- 0,03	
52	0,09	0,05	- 0,09	
53	0,07	0,03	- 0,09	
54	0,05	- 0,04	- 0,09	
55	0,06	- 0,04	- 0,13	
56	0,05	- 0,04	- 0,14	
57	0,06	- 0,04	- 0,14	
58	0,05	0,00	- 0,15	
59	- 0,04	0,02	- 0,12	
60	0,01	0,03	- 0,14	
61	0,01	- 0,01	- 0,16	
62	0,01	0,04	- 0,17	
63	- 0,01	0,08	- 0,17	
64	- 0,04	0,08	- 0,13	
65	- 0,03	0,09	- 0,17	
66	- 0,04	0,05	- 0,17	
67	- 0,05	0,15	- 0,15	
68	- 0,07	0,12	- 0,17	
69	- 0,07	0,14	- 0,14	
70	- 0,10	0,18	- 0,15	
71	- 0,10	0,24	- 0,16	
72	- 0,10	0,16	- 0,20	
73	- 0,11	0,20	- 0,20	

c.d. Tabl.4

L.p	X	Y	Z	Uwagi:
	mm	mm	mm	
74	-0,13	0,25	-0,17	
75	-0,14	0,27	-0,18	
76	-0,15	0,30	-0,18	
77	-0,14	0,27	-0,14	
78	-0,16	0,30	-0,17	
79	-0,19	0,20	-0,13	
80	-0,17	0,28	-0,18	
81	-0,18	0,30	-0,15	
82	-0,20	0,31	-0,16	
83	-0,20	0,32	-0,02	
84	-0,20	0,35	-0,16	
85	-0,20	0,40	-0,19	
86	-0,20	0,40	-0,12	
87	-0,20	0,39	-0,18	
88	-0,21	0,42	-0,17	
89	-0,21	0,41	-0,18	
90	-0,22	0,44	-0,15	
91	-0,25	0,42	-0,14	
92	-0,24	0,44	-0,16	
93	-0,23	0,42	-0,19	5godzin pracy.
94	-0,25	0,44	-0,17	
95	-0,25	0,44	-0,17	
96	-0,25	0,44	-0,18	
97	-0,30	0,43	-0,20	
98	-0,29	0,44	-0,22	

c.dl. Tabl. 4

L.p	X	Y	Z	Uwagi:
	mm	mm	mm	
99	- 0,28	0,44	- 0,20	
100	- 0,27	- 0,50	- 0,20	
101	- 0,28	0,44	- 0,18	
102	- 0,29	0,49	- 0,16	
103	- 0,28	0,53	- 0,15	
104	- 0,31	0,41	- 0,20	
105	- 0,30	0,54	- 0,17	
106	- 0,29	0,56	- 0,16	
107	- 0,30	0,55	- 0,15	
108	- 0,30	0,54	- 0,15	
109	- 0,32	0,49	- 0,14	
110	- 0,32	0,48	- 0,16	
111	- 0,32	0,49	- 0,18	
112	- 0,32	0,49	- 0,17	
113	- 0,31	0,53	- 0,18	



Sprawdzenie sztywności "ostatecznej" - oś 6.

Robot IRp - 60Z.

Pozycja 1.

Tabl. 5

L.P	M		B <sub>1</sub> f <sub>1</sub>	B <sub>1</sub> f <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> f <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> f <sub>2</sub>	B <sub>3</sub> f <sub>1</sub>	B <sub>3</sub> f <sub>2</sub>	B <sub>śr</sub> f <sub>1</sub>	B <sub>śr</sub> f <sub>2</sub>	B <sub>śr</sub> obl <sub>1</sub>	B <sub>śr</sub> obl <sub>2</sub>
	Nm	%	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	rad·10 <sup>-3</sup>
1	0,0	00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	6,0	10	0,09	0,05	0,12	0,05	0,13	0,06	0,11	0,05	0,06	0,17
3	30,0	50	0,70	0,36	0,80	0,35	0,85	0,38	0,78	0,36	0,42	1,20
4	60,0	100	1,40	0,76	1,55	0,75	1,65	0,79	1,53	0,77	0,76	2,17
5	30,0	50	0,80	0,44	0,80	0,41	0,90	0,45	0,83	0,43	0,40	1,14
6	6,0	10	0,10	0,07	0,08	0,06	0,23	0,10	0,14	0,08	0,06	0,17
7	0,0	00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,08	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00

Sprawdzenie sztywności "ostatecznej" - oś 6.

Robot IRp - 60 Z.

Pozycja 2.

Tabl. 6

L.p	M		B <sub>1</sub> f <sub>1</sub>	B <sub>1</sub> f <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> f <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> f <sub>2</sub>	B <sub>3</sub> f <sub>1</sub>	B <sub>3</sub> f <sub>2</sub>	B <sub>śr</sub> f <sub>1</sub>	B <sub>śr</sub> f <sub>2</sub>	B <sub>śr</sub> .obl.	B <sub>śr</sub> .obl.
	Nm	%	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	rad·10 <sup>-3</sup>
1	0,0	00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	6,0	10	0,18	0,09	0,16	0,08	0,17	0,09	0,17	0,09	0,08	0,23
3	30,0	50	1,05	0,63	1,02	0,58	1,00	0,58	1,02	0,60	0,42	1,20
4	60,0	100	2,10	1,24	1,86	1,10	1,87	1,10	1,94	1,15	0,79	2,26
5	30,0	50	1,25	0,75	1,07	0,63	1,04	0,62	1,12	0,67	0,45	1,29
6	6,0	10	0,40	0,23	0,22	0,12	0,18	0,10	0,23	0,15	0,08	0,23
7	0,0	00	0,20	0,10	0,02	0,00	0,01	0,00	0,08	0,03	0,05	0,14

Sprawdzenie sztywności "ostatecznej" - oś 6.

Robot IRp - 60Z.

Pozycja 3.

Tabl. 7

L.p.	M		B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>śr.</sub>	B <sub>śr.</sub>
	Nm	%	mm	mm	mm	mm	rad·10 <sup>-3</sup>
1	0,0	00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	6,0	10	0,46	0,48	0,31	0,42	1,20
3	30,0	50	3,47	3,28	2,40	3,38	9,66
4	60,0	100	6,52	6,42	5,80	6,58	18,80
5	30,0	50	4,20	3,87	2,90	3,66	10,23
6	6,0	10	1,37	1,28	0,58	1,08	3,08
7	0,0	00	0,86	0,78	0,01	0,55	1,57

Pozycja 4.

Tabl. 8

L.p.	M		B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>śr.</sub>	B <sub>śr.</sub>
	Nm	%	mm	mm	mm	mm	rad·10 <sup>-3</sup>
1	0,0	00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	6,0	10	0,99	0,92	0,48	0,80	2,28
3	30,0	50	6,68	6,50	5,72	6,30	18,00
4	60,0	100	15,30	15,18	13,85	14,78	42,23
5	30,0	50	8,57	7,94	7,24	7,92	22,63
6	6,0	10	2,80	2,70	1,35	2,28	6,80
7	0,0	00	1,67	1,20	0,13	1,00	2,85

Sprawdzenie działania hamulców dla osi "V" i "t".

Obciążenie 45 kg. - IRp - 60 Z.

Położenie 1.

Tabl. 9

L.p.	Pomiar przemieszczenia	
	Czujnik Nr 1	Czujnik Nr 2
1	0,26	0,19
2	0,54	1,08
3	0,45	0,49
4	0,54	0,69
5	0,61	1,41

Położenie 2.

Tabl. 10

L.p.	Pomiar przemieszczenia	
	Czujnik Nr 1	Czujnik Nr 2
1	0,50	0,90
2	0,40	0,67
3	0,42	0,66
4	0,48	0,95
5	0,45	0,43

Sprawdzenie działania hamulców dla osi "v" i "t" c.d.  
Obciążenie 45 kg. - IRp - 60 Z.

Położenie 3.

Tabl. 11

L.p.	Pomiar przemieszczenia.	
	Czujnik Nr1	Czujnik Nr2
1	0,42	0,49
2	0,49	0,60
3	0,50	0,60
4	0,48	0,95
5	0,50	0,59

Położenie 4.

Tabl. 12.

L.p.	Pomiar przemieszczenia.	
	Czujnik Nr1	Czujnik Nr2
1	0,95	1,23
2	0,89	1,02
3	0,67	1,20
4	0,57	0,87
5	0,62	1,48

# Sprawdzenie funkcji STOP SYSTEMU

- od zadziałania sprzęgła przeciążeniowego w osi t.

Tabl. 13

Os	Faza ruchu		
	początkowa	środkowa	końcowa
$\varphi$	+	+ 2)	+
$\alpha$	+	+	+
$\theta$	- 3)	- 4)	+
t	+ 5)	+ 1)	+
v	+	- 7)	+
$\delta$	+ 6)	+ 6)	+ 6)

+ zatrzymanie się prawidłowe

- zatrzymanie się nieprawidłowe

Robot IRp-60Z.

Pomiar czasu cyklu zgrzewania.

2 blachy grubości 0,5mm.

Tabl. 14

L.p.	Cykl - zgrzeiny co 2cm. 50 zgrzein.		Cykl. - zgrzeiny co 5cm. 20 zgrzein.		Cykl - zgrzeiny co 10cm. 10 zgrzein.	
1	1min. 42,8s.	2min. 55s.	46,4s.	1min. 13s.	18,6s.	38,2s.
2	1min. 35,7s.	2min. 54,2s.	45,2s.	1min. 12s.	18,0s.	35,2s.
3	1min 55,8s.	2min. 52s.	42,2s.	—	17,5s.	35,4s.
Czas średni cyklu. przezroczu zgrzew	1min 45,0s.	2min 54s.	44,7s.	1min. 12s.	17,7s.	36,3s.
Czas średni wykonania 1 zgrzeiny	2,1s.	3,5s.	2,2s.	3,6s.	1,77s	3,63s.
NUS 521	Nastawa I	Nastawa II	Nastawa I	Nastawa II	Nastawa I	Nastawa II

8M

Robot IRp - 60Z

Pomiar czasu cyklu zgrzewania

2 blachy grubości 1,5mm.

Tabl. 15

L.p	Cykl - zgrzeiny co 2cm. 50 zgrzein.		Cykl. - zgrzeiny co 5cm. 20 zgrzein.		Cykl - zgrzeiny co 10cm 10 zgrzein.	
	1	bez prądu 1min. 13,5s.	* 1) : 2min. 44,5s.	z prądem 31,8s.	z prądem 1min. 19,5s.	15,26 s.
2	bez prądu 1min. 13,0s.	* 2) 2min. 46,0s.	bez prądu 31,4s.	bez prądu 1min. 16s.	16,26 s.	z prądem *3) 46,0 s. 35,0 s.
3	z prądem 1min. 14,5s.	bez prądu 2min. 42,0s.	bez prądu 33,8s.	bez prądu 1min. 22s.	16,00 s.	z prądem 35,6 s.
Czas sredni cyklu <small>przebiegu</small>	1min. 13,6 s	2min. 44,0s.	32,7 s.	1min. 19s.	15,80 s.	35,3 s.
Czas sredni wykonania 1zgrzeiny	1,5 s.	3,3 s.	1,6 s.	3,9 s.	1,58 s.	3,53 s.
NUS 521	Nastawa I	Nastawa II	Nastawa I	Nastawa II	Nastawa I	Nastawa II

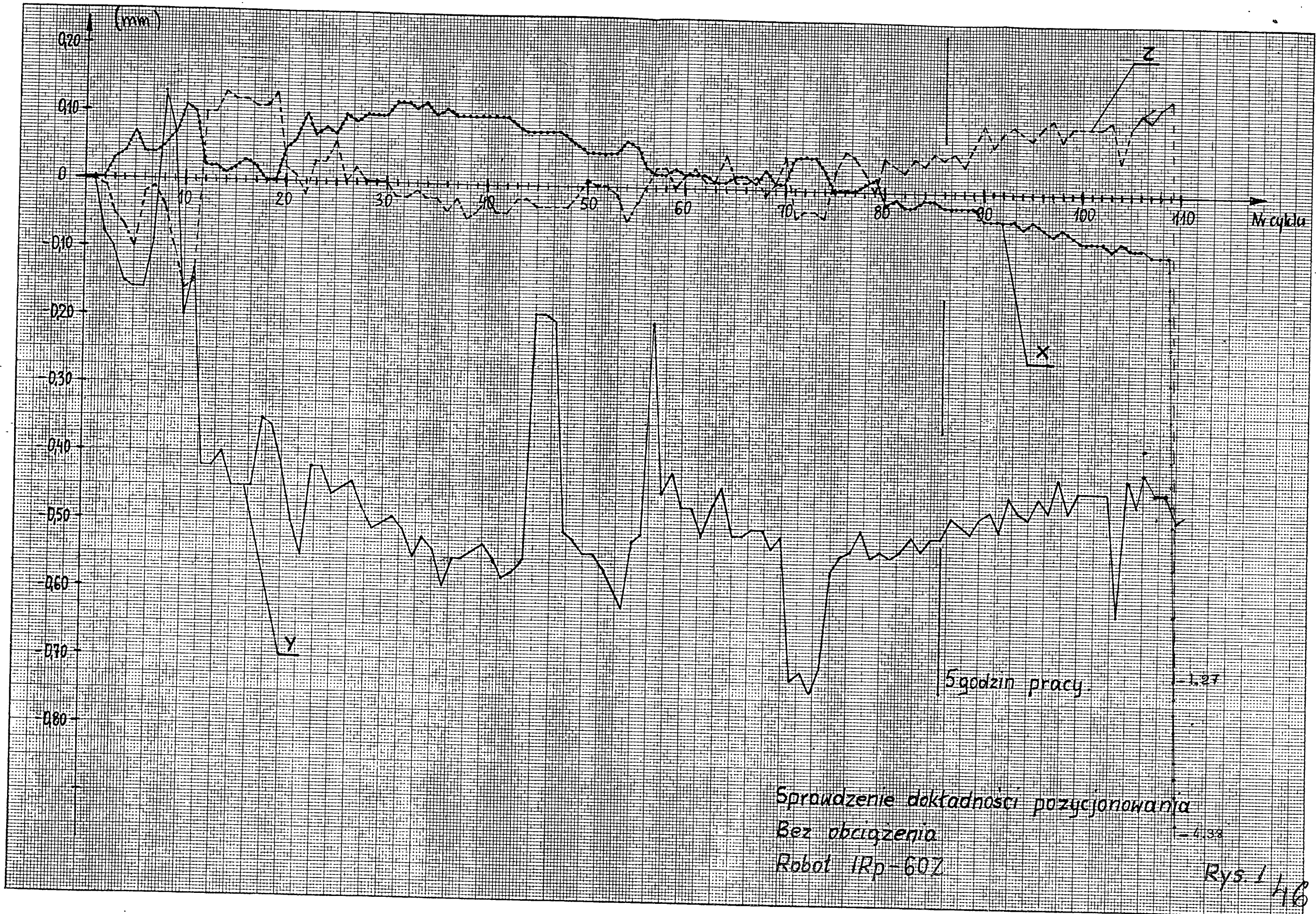
404



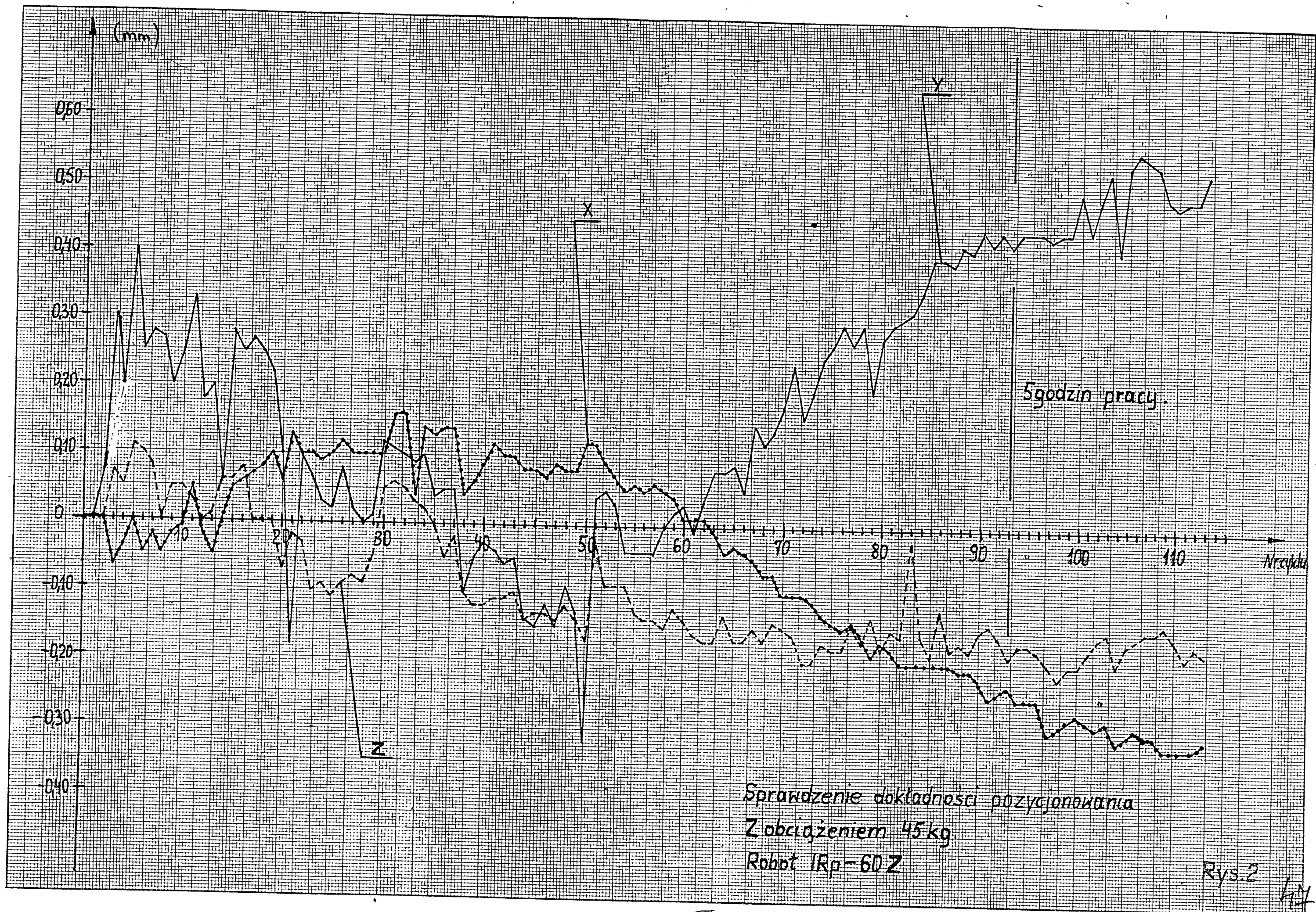
Sprawdzenie serwomechanizmów szóstej osi  
Robot IRp-60 Z

Tabl. 16

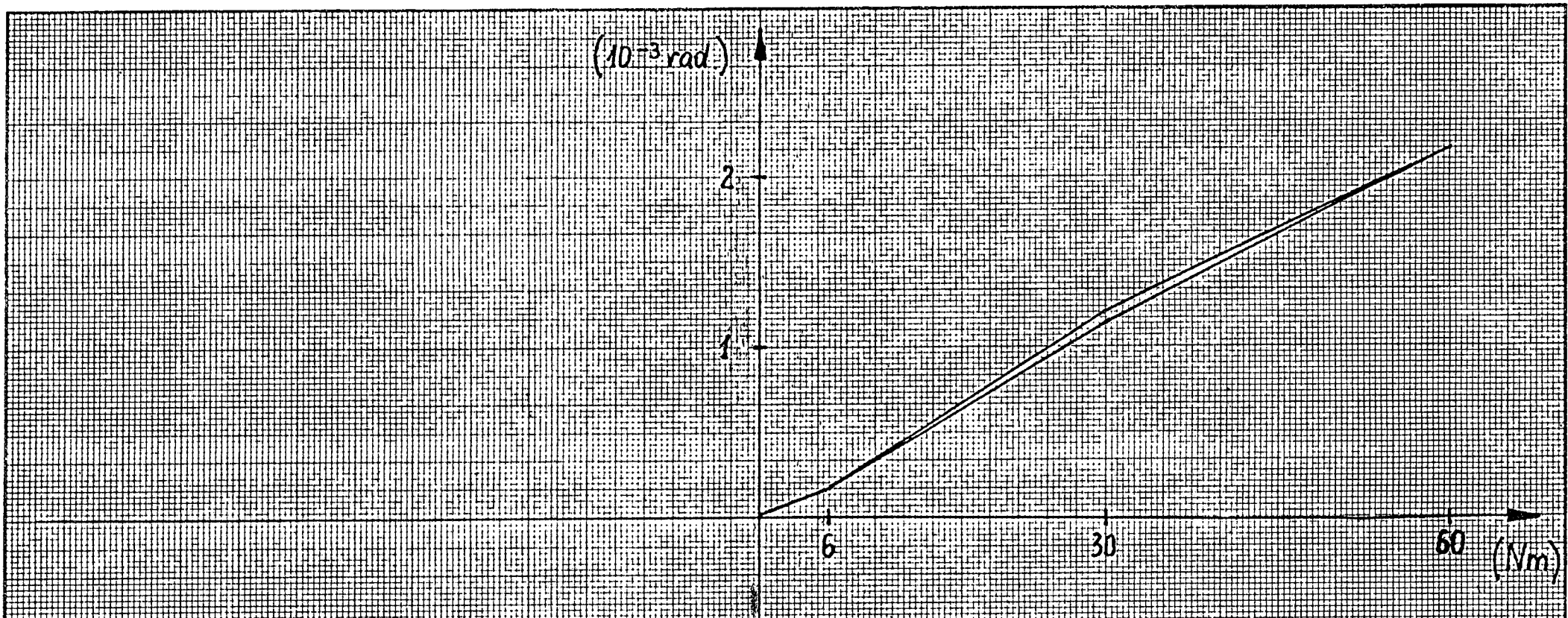
Bez obciążenia				
$t_{p-}$	$t_{p+}$	$t_{h-}$	$t_{h+}$	Przeregulowanie
0,16 s.	0,15 s.	0,12 s.	0,17 s.	+ 24% - 32%
Z obciążeniem nominalnym.				
$t_{p-}$	$t_{p+}$	$t_{h-}$	$t_{h+}$	Przeregulowanie
0,14 s.	0,16 s.	0,18 s.	0,17 s.	+ 33% - 35%







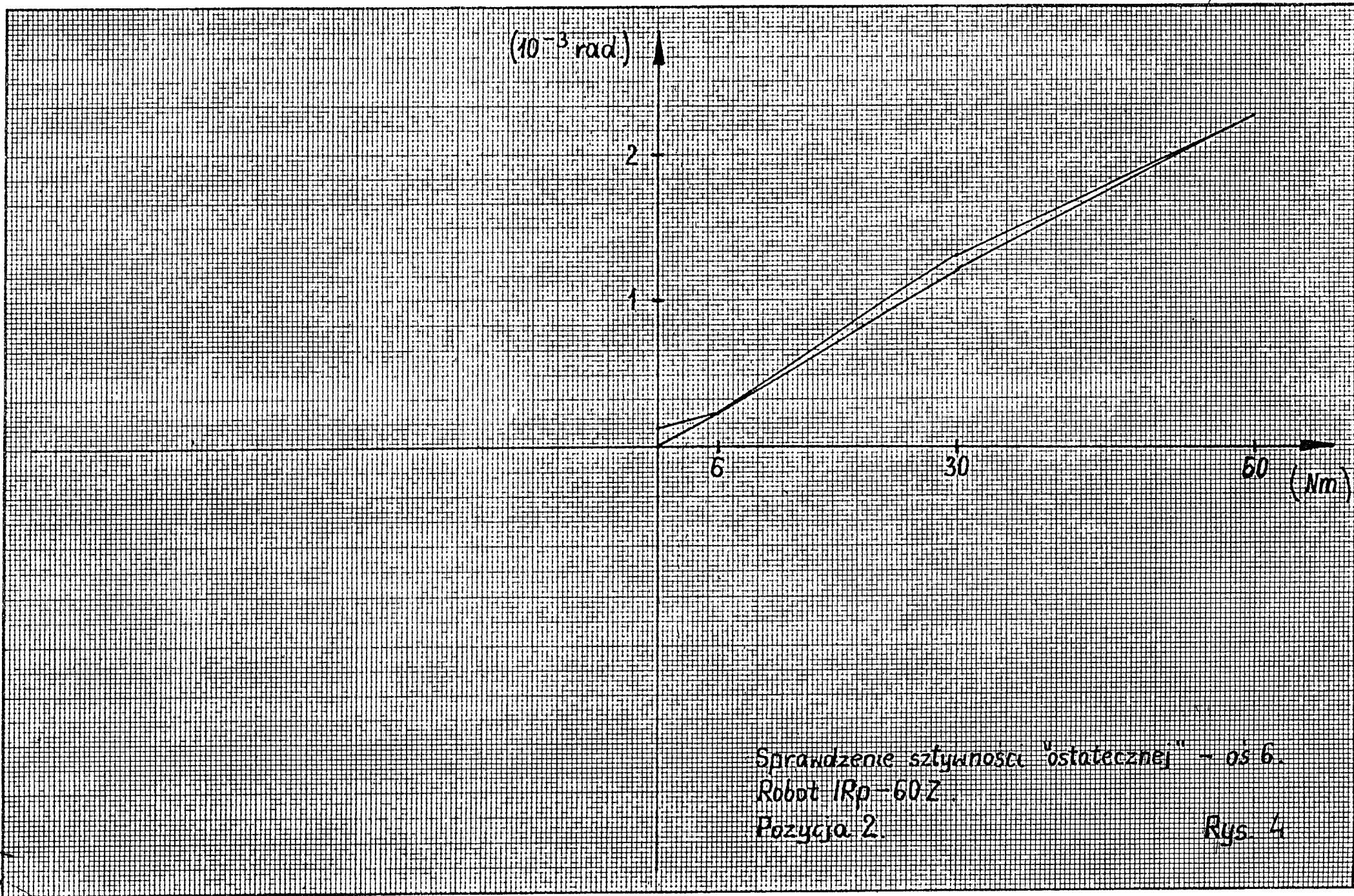




Sprawdzenie sztywności "ostatecznej" - oś 6  
 Robot IRp-60Z  
 Pozycja 1.

Rys. 3

814



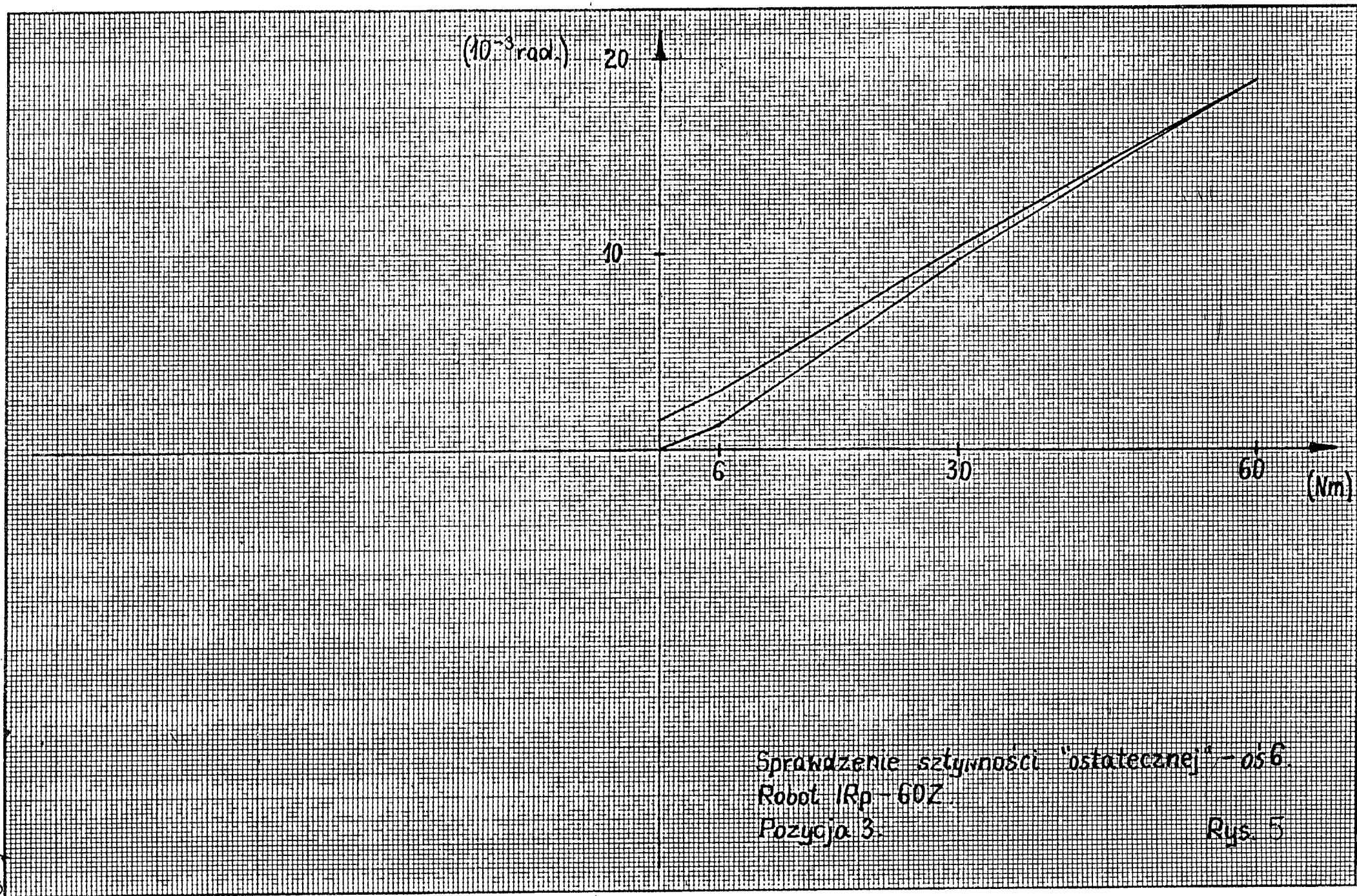
Sprawdzenie sztywności "ostatecznej" - os 6.  
Robot IRp-60Z.  
Pozycja 2.

Rys 4

6/4

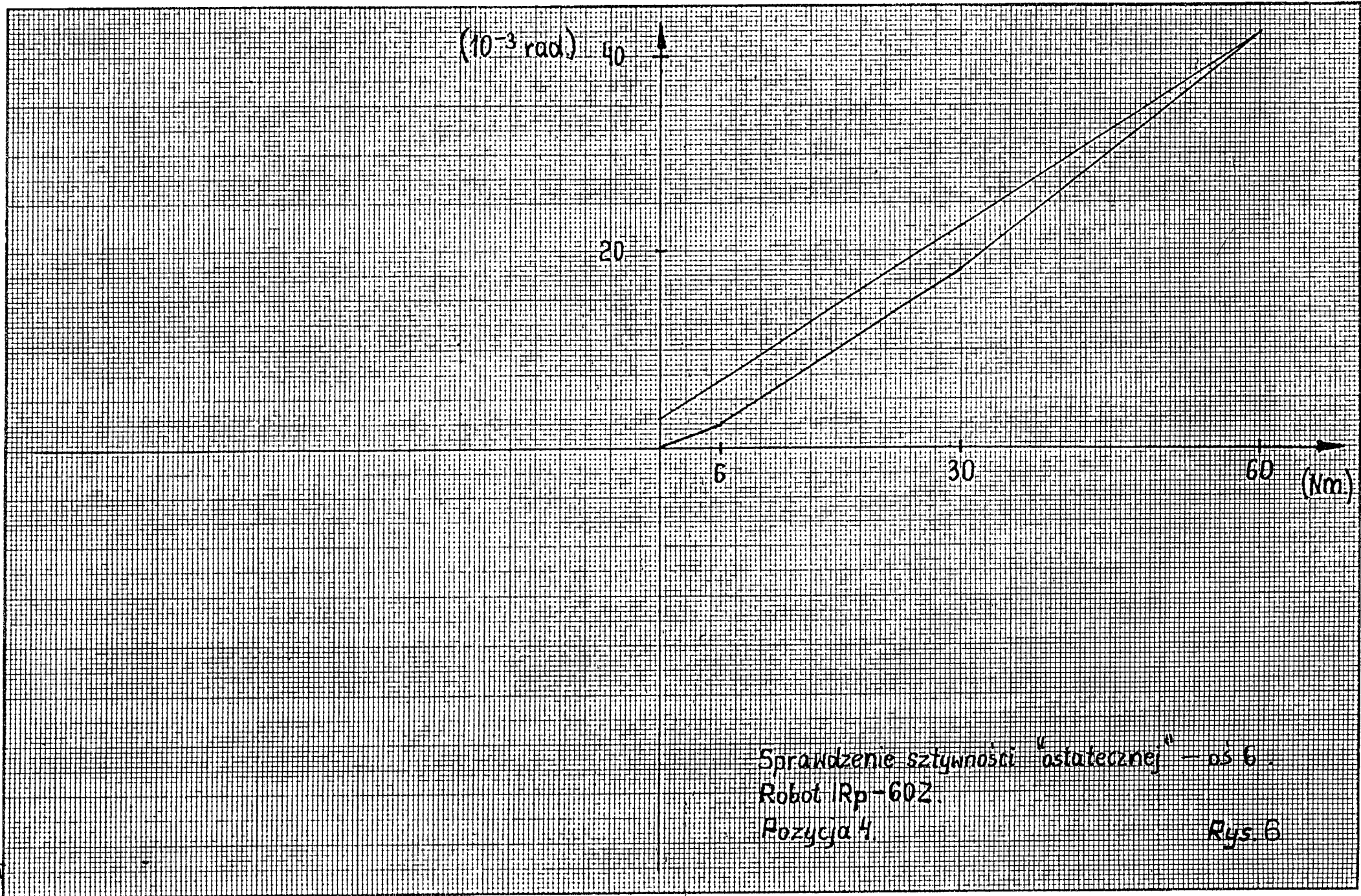


09



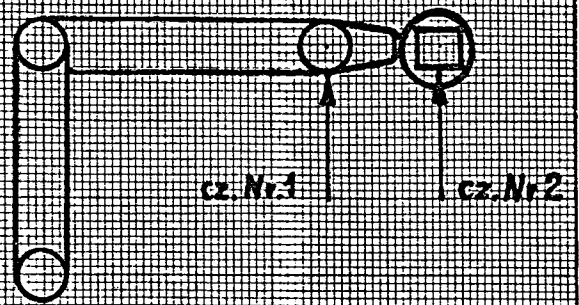
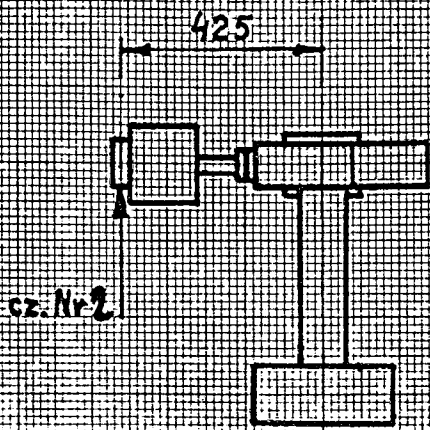
Sprawdzenie sztywności "ostatecznej" - oś 6.  
Robot IRp-60Z.  
Pozycja 3.

Rys. 5

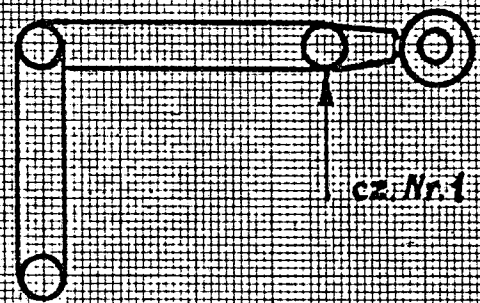
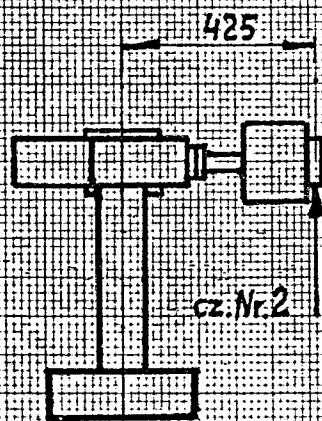


51





Położenie 1

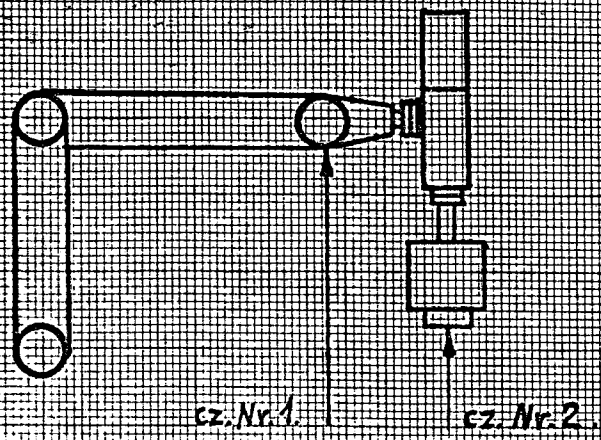


Położenie 2

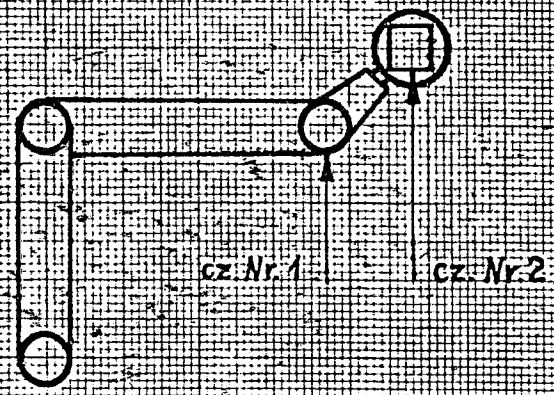
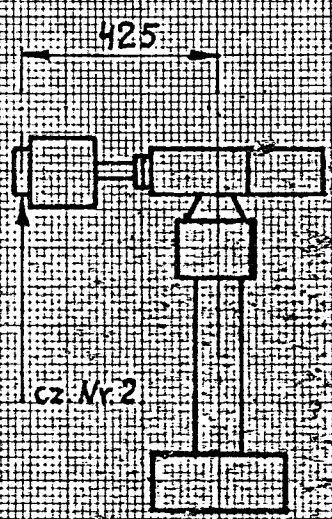
Sprawdzenie działania hamulców dla osi "Vid"  
 Z obciążeniem 45 kg.  
 Robot IRp-60Z

Rys. 70





Polozenie 3



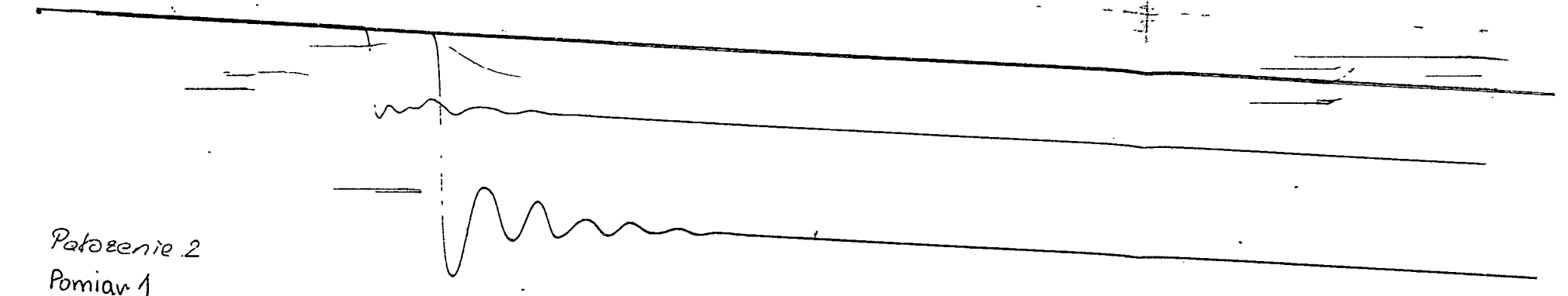
Polozenie 4

Sprawdzenie działania hamulców dla osi „Vit”  
 Z obciążeniem 45 kg.  
 Robot Rp-60Z

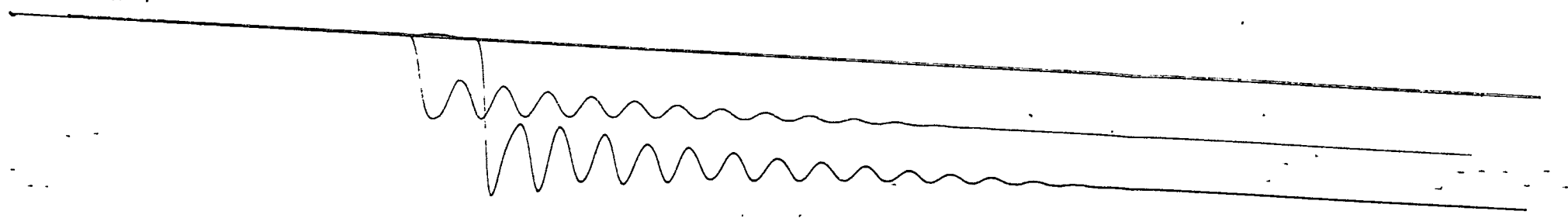
Rys. 76

88.05.18

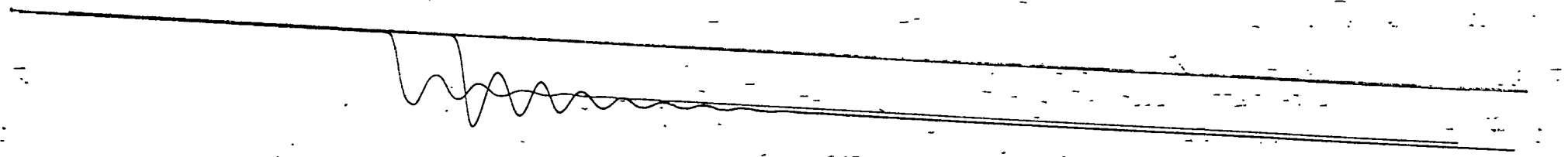
Polozenie 1  
Pomiar 5



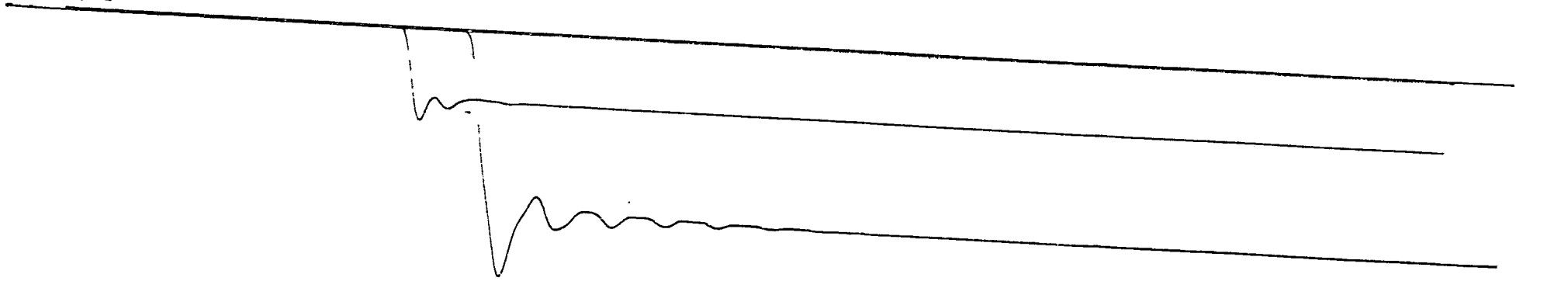
Polozenie 2  
Pomiar 1



Polozenie 3  
Pomiar 1



Polozenie 4  
Pomiar 5



$v_{rej} = 5 \text{ cm/s}$

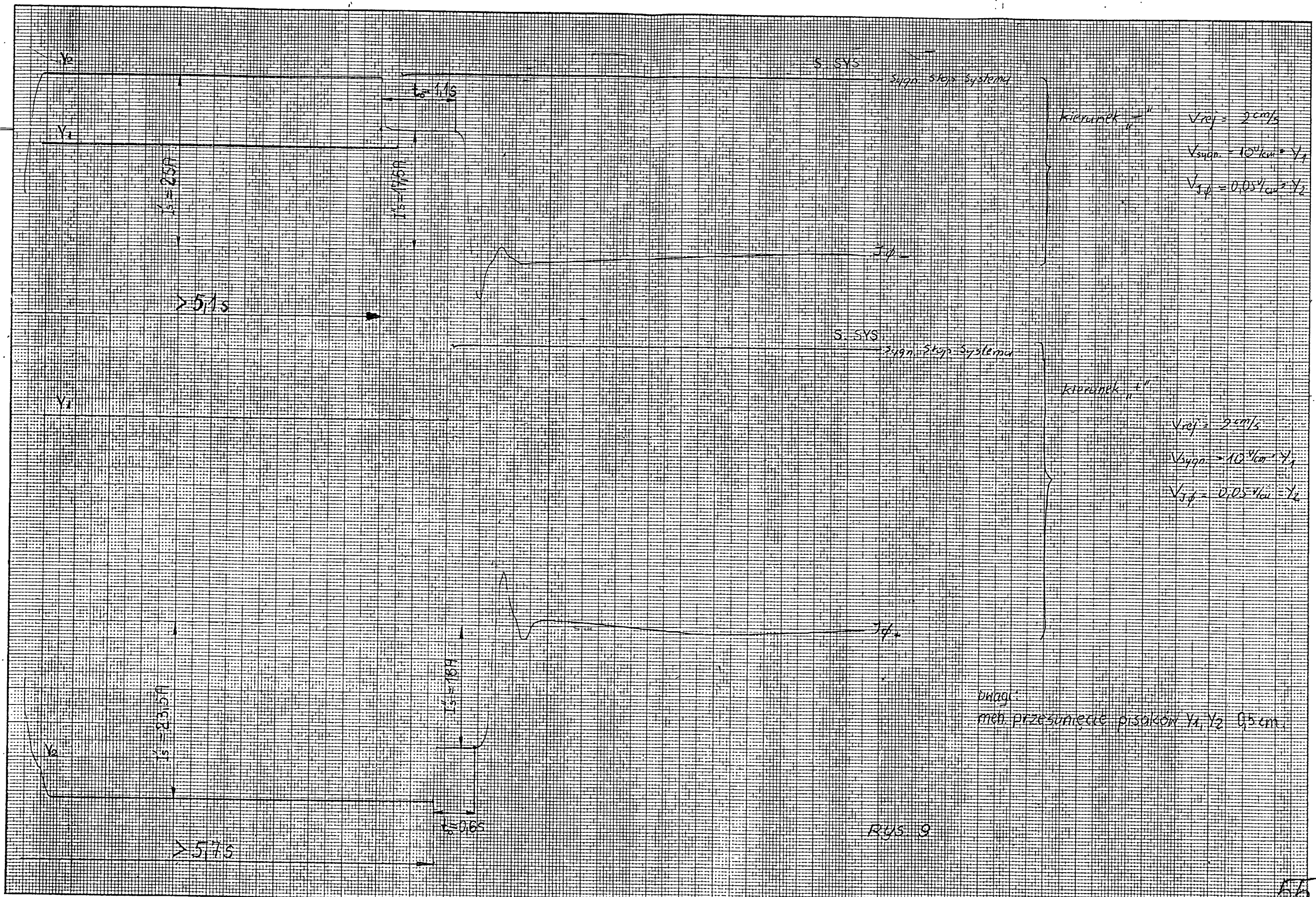
$\gamma_1$  - czarny -  $t, \vartheta = 0,5 \text{ cm}$

$\gamma_2$  - zielony -  $\alpha = 0,5 \text{ cm}$

mek. przesunięcia - 1 cm  
pisaka

Rys. 8







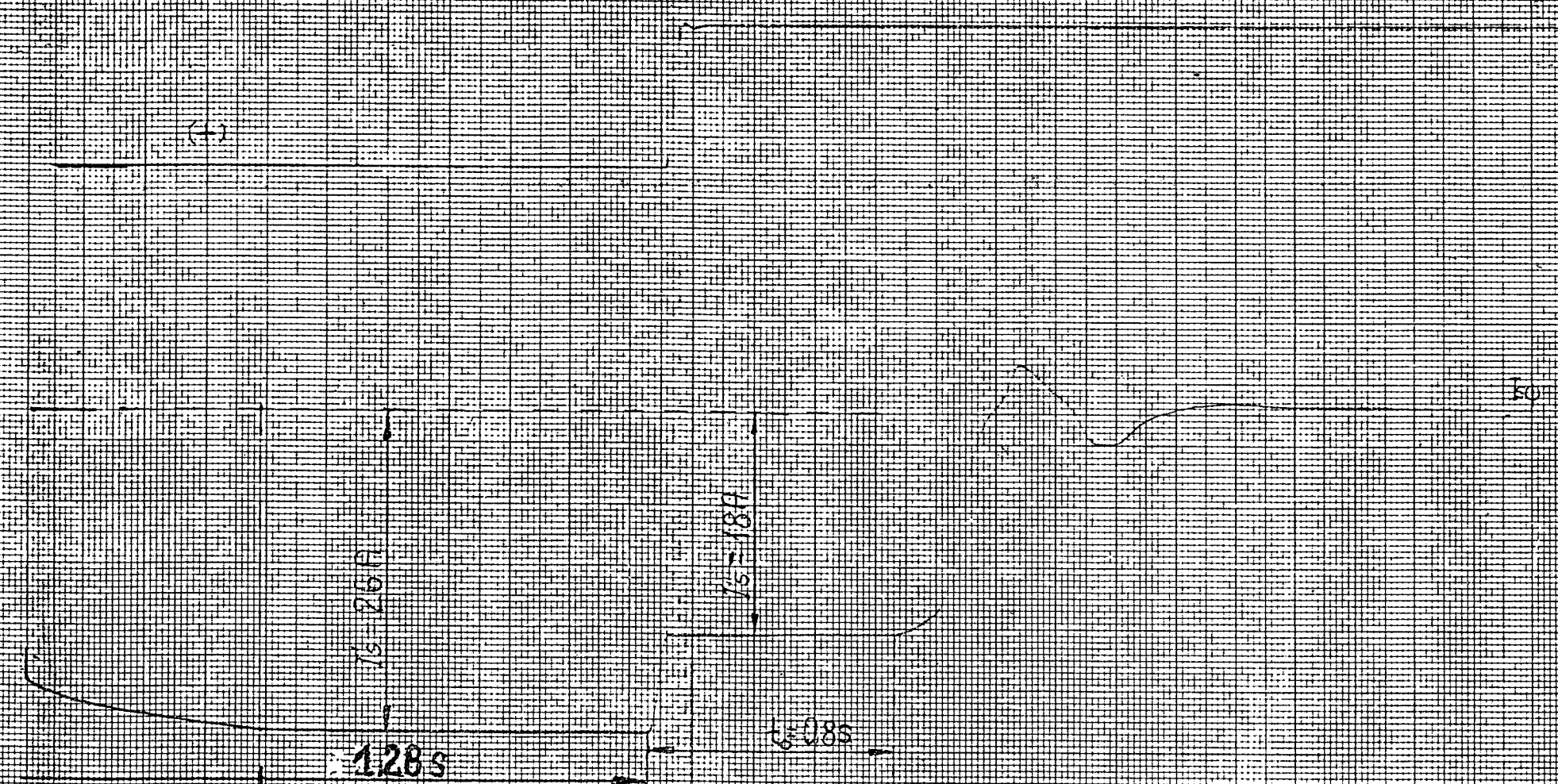
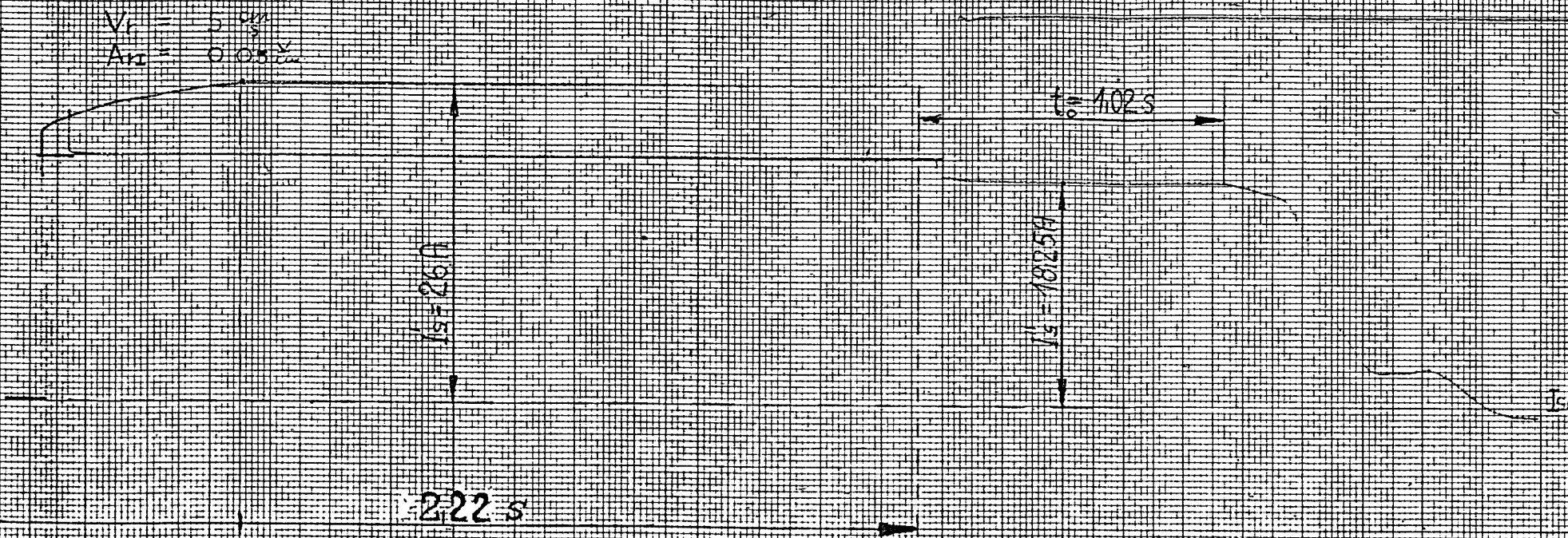
Pręgnienie (wzrost  $\phi$ )

Strona 2 (R160)\*

$V_r = 5 \frac{cm}{s}$   
 $A_{rz} = 0.05\%$

Uwagi:

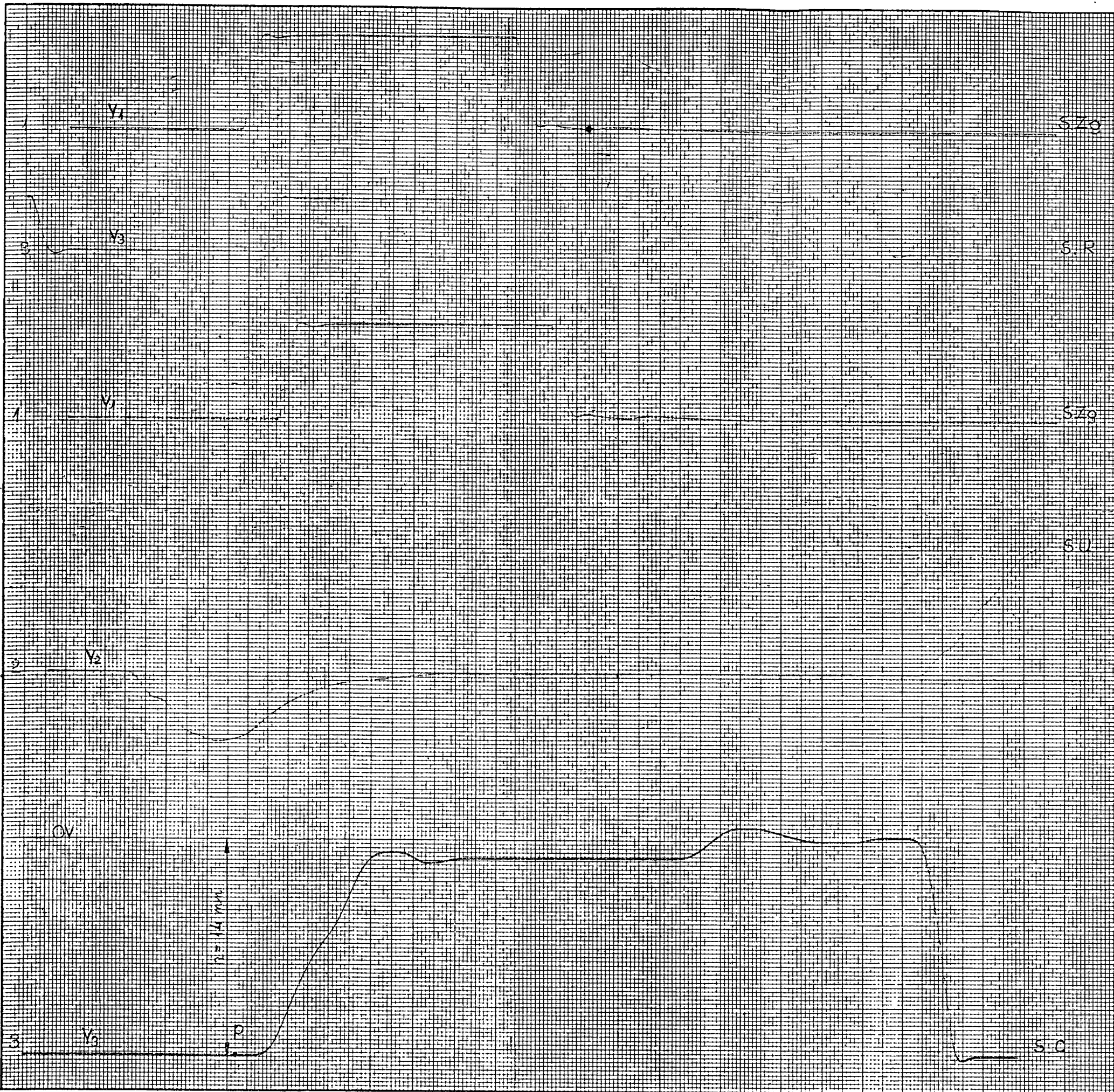
- 1) \* zadana strefa w programie
- 2) przesunięcie mech. pisaków 0.5 cm



Rys 10.



umog.  
mech. przesunięcie pisaków  $Y_1, Y_2, Y_3$  0,5 cm

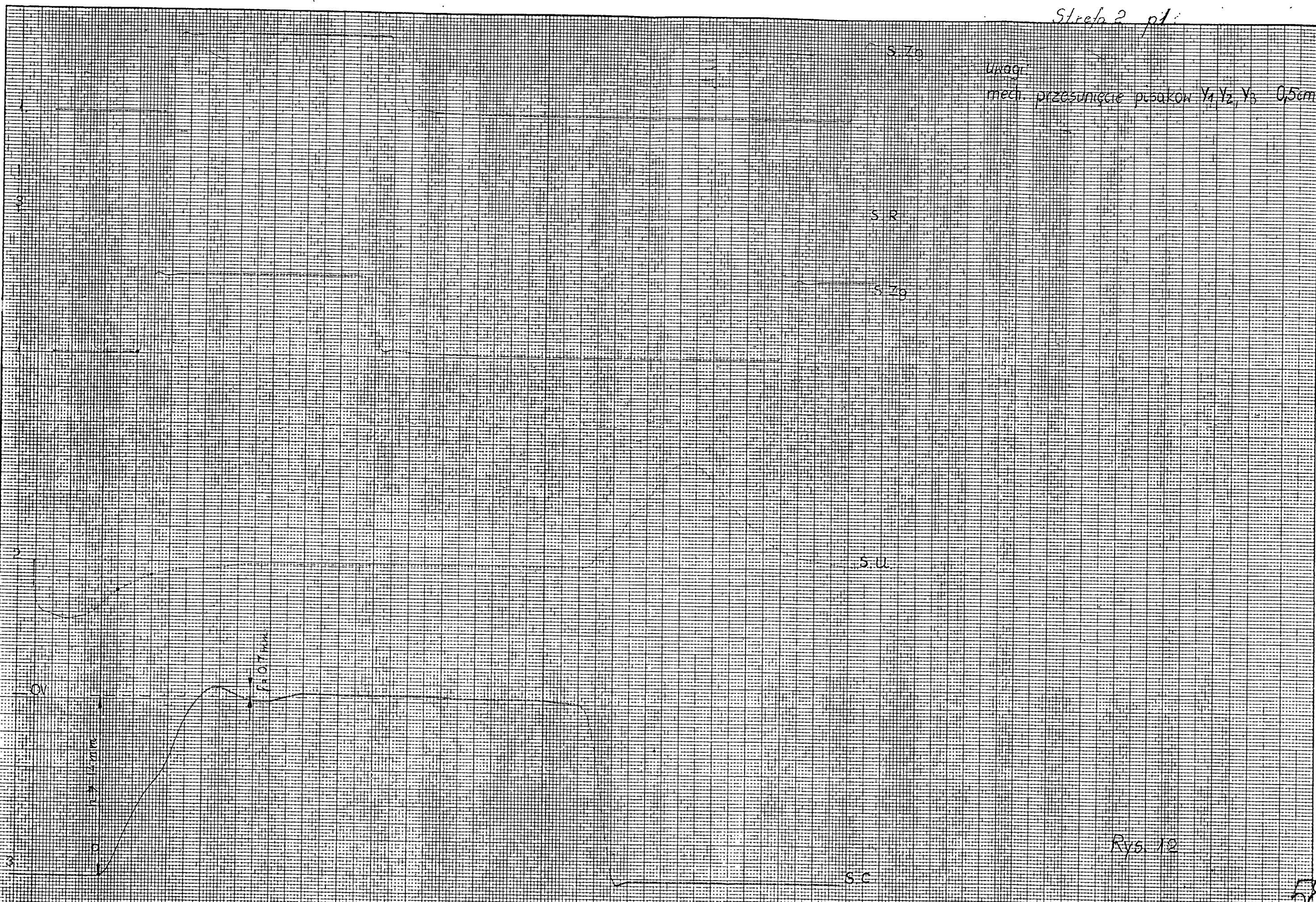


Rys. 11



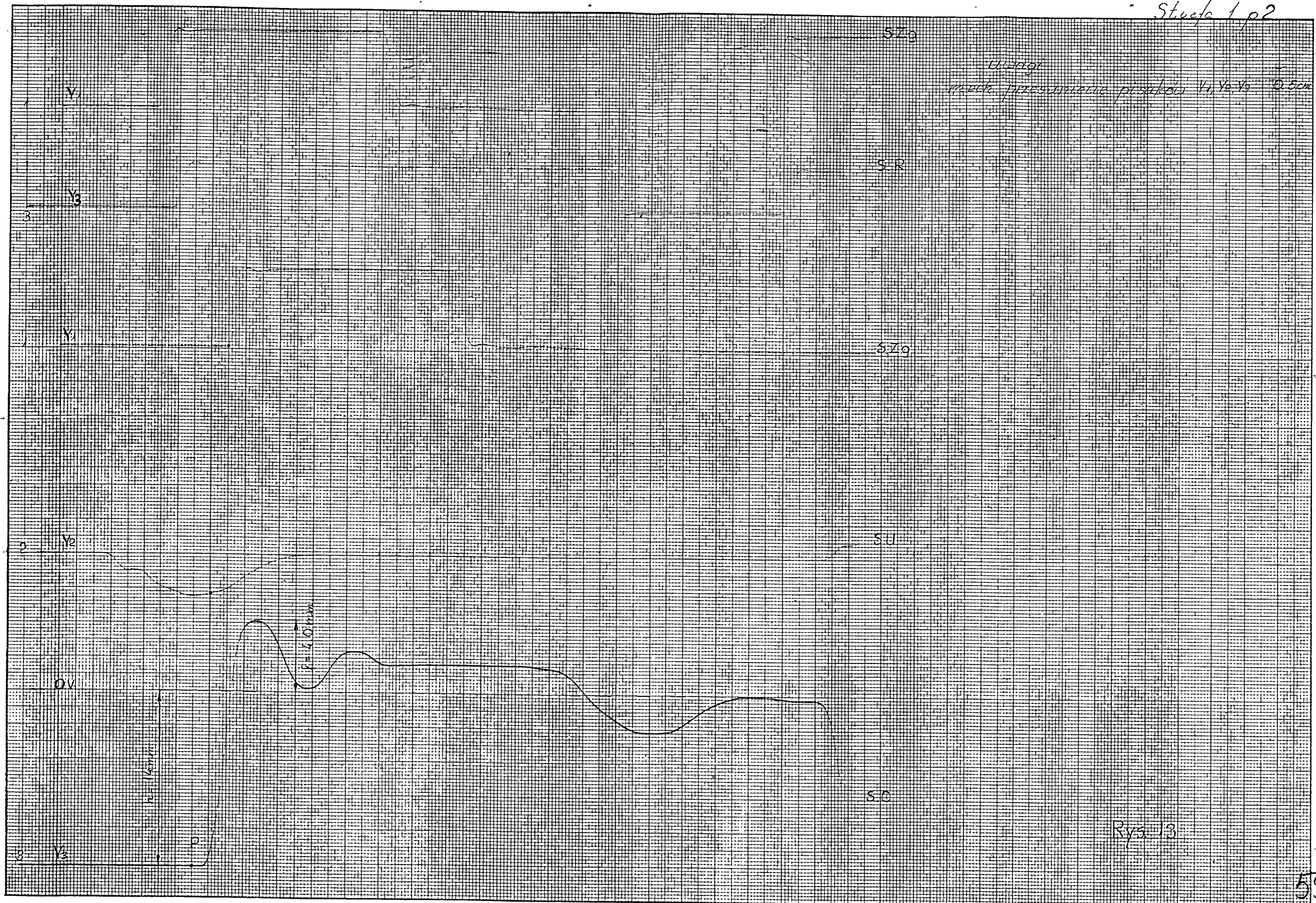
Strona 2 pl

uwagi:  
mied. przesunięcie punktów  $Y_1, Y_2, Y_3$  0,5cm

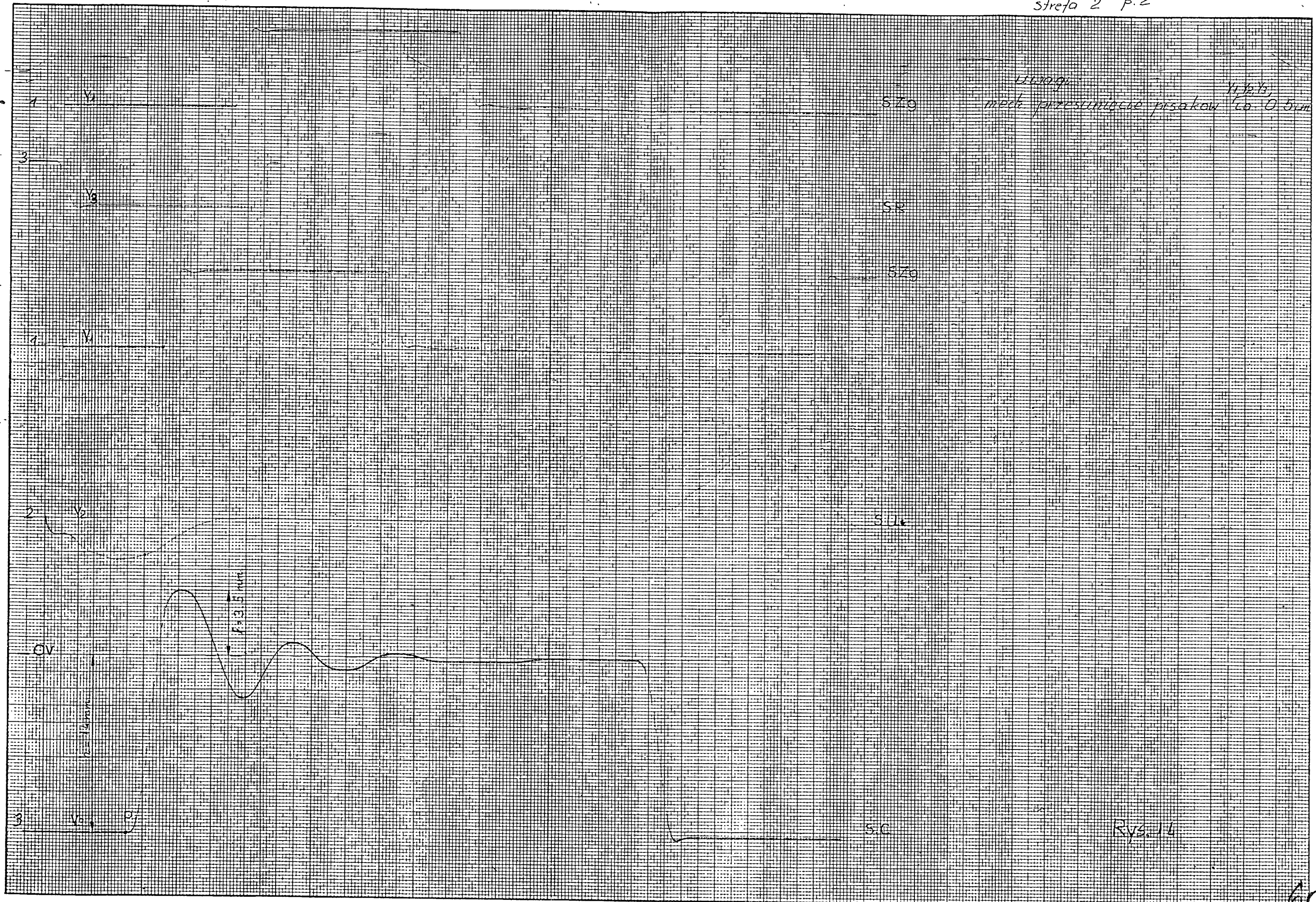


Rys. 12



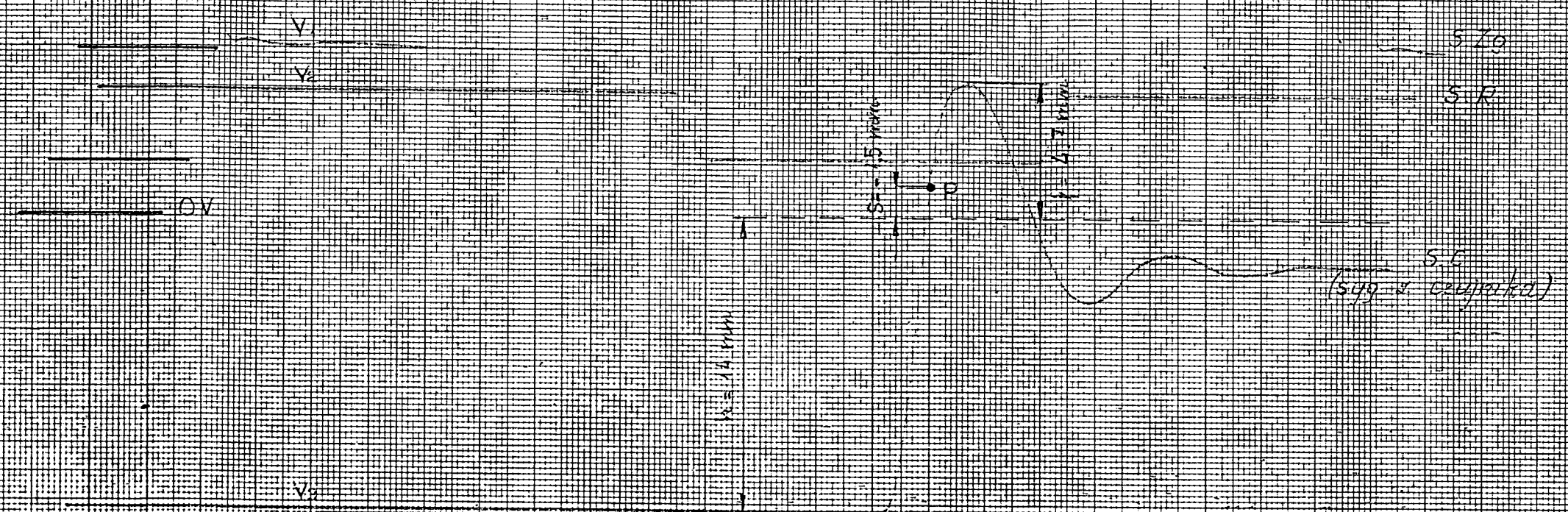








ST-2 (20)  
ST-2 (10)

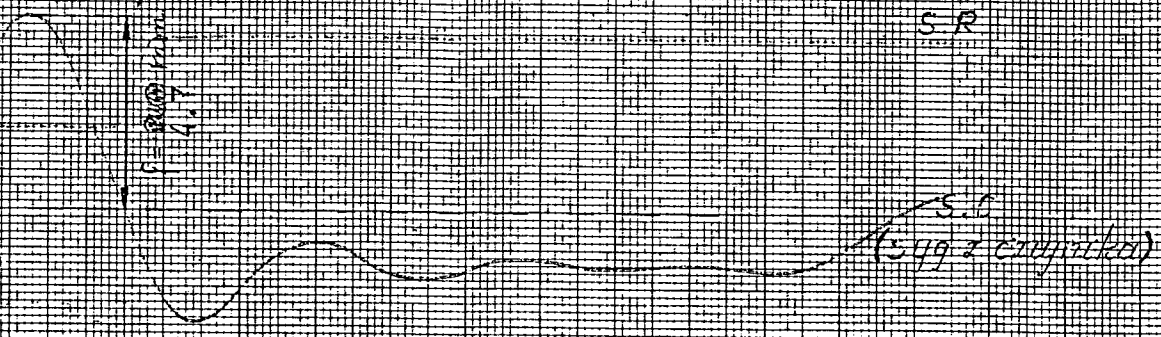
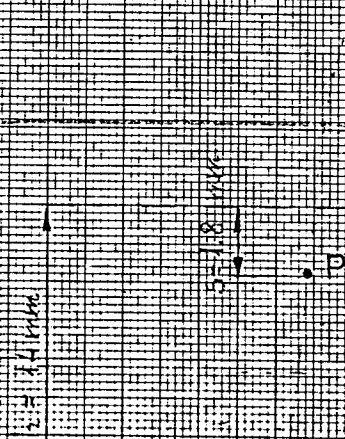
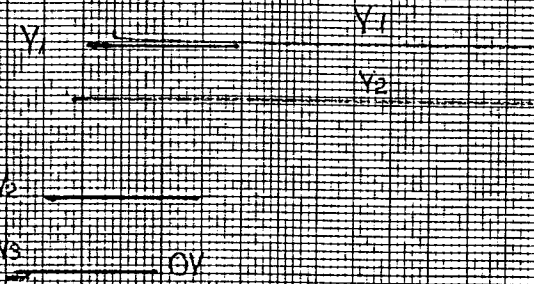


- uwagi:
- 1) \* zaciągną strzałę w programie
  - 2) promienie mostk. pisaków  $\approx 0.5 \text{ mm}$ .

Rys 15



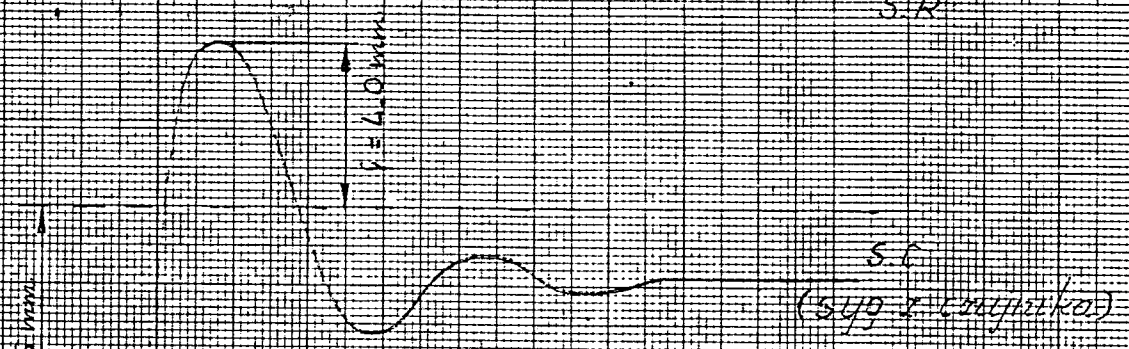
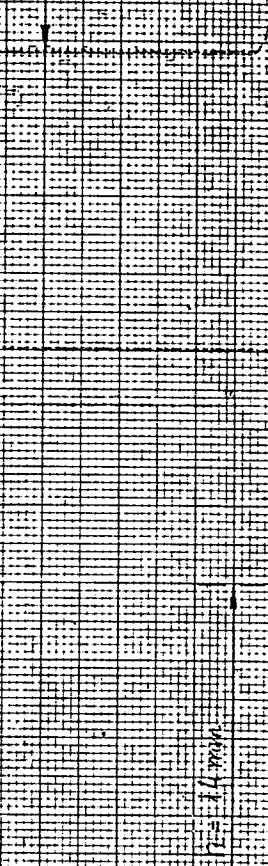
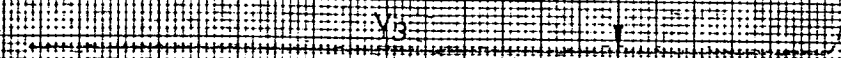
ST1 (20)\*  
ST2 (10)



S.Z9  
S.R

- Ulozi:
- \* zadana strefa v programu
  - prostorci med pisaki 0.5cm

ST1 (50)\*  
ST2 (100)



S.Z9  
S.R

S.1  
(549 z cizniska)

Rys. 1b

88.05.18

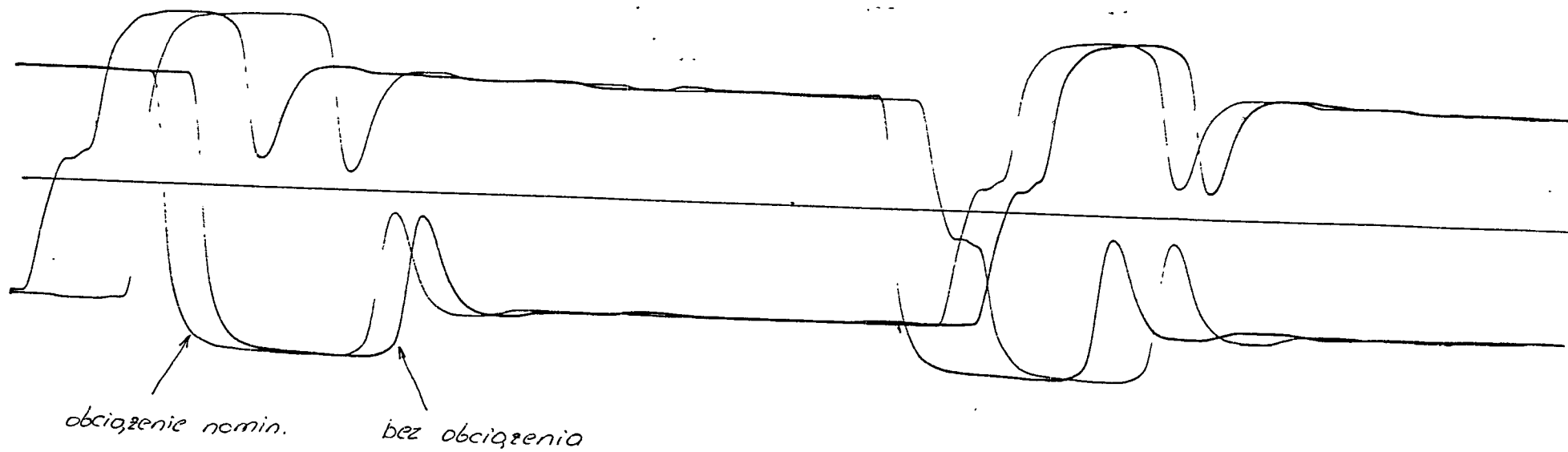
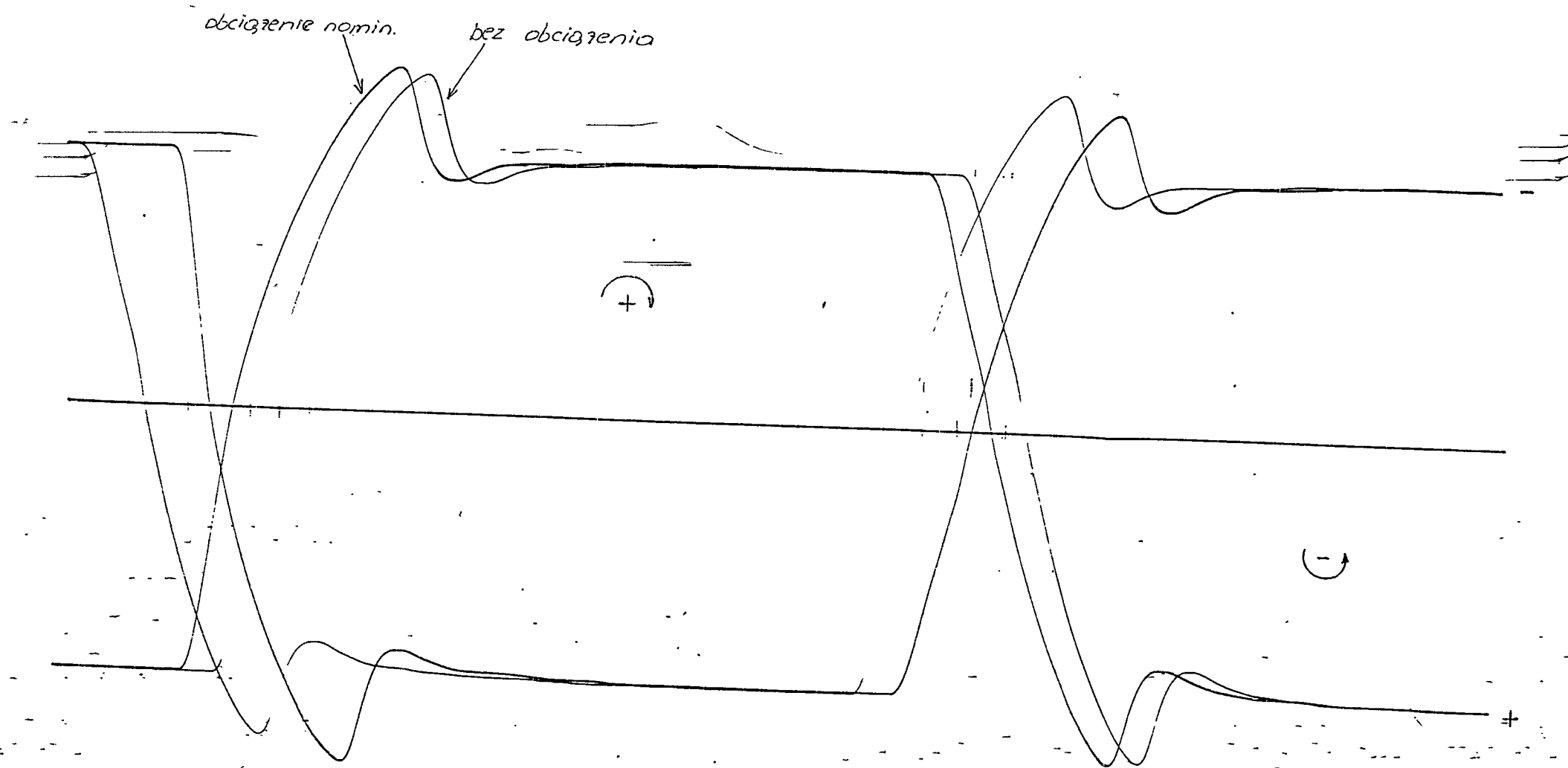
szósto ós

$v_{rej} = 5 \text{ cm/s}$

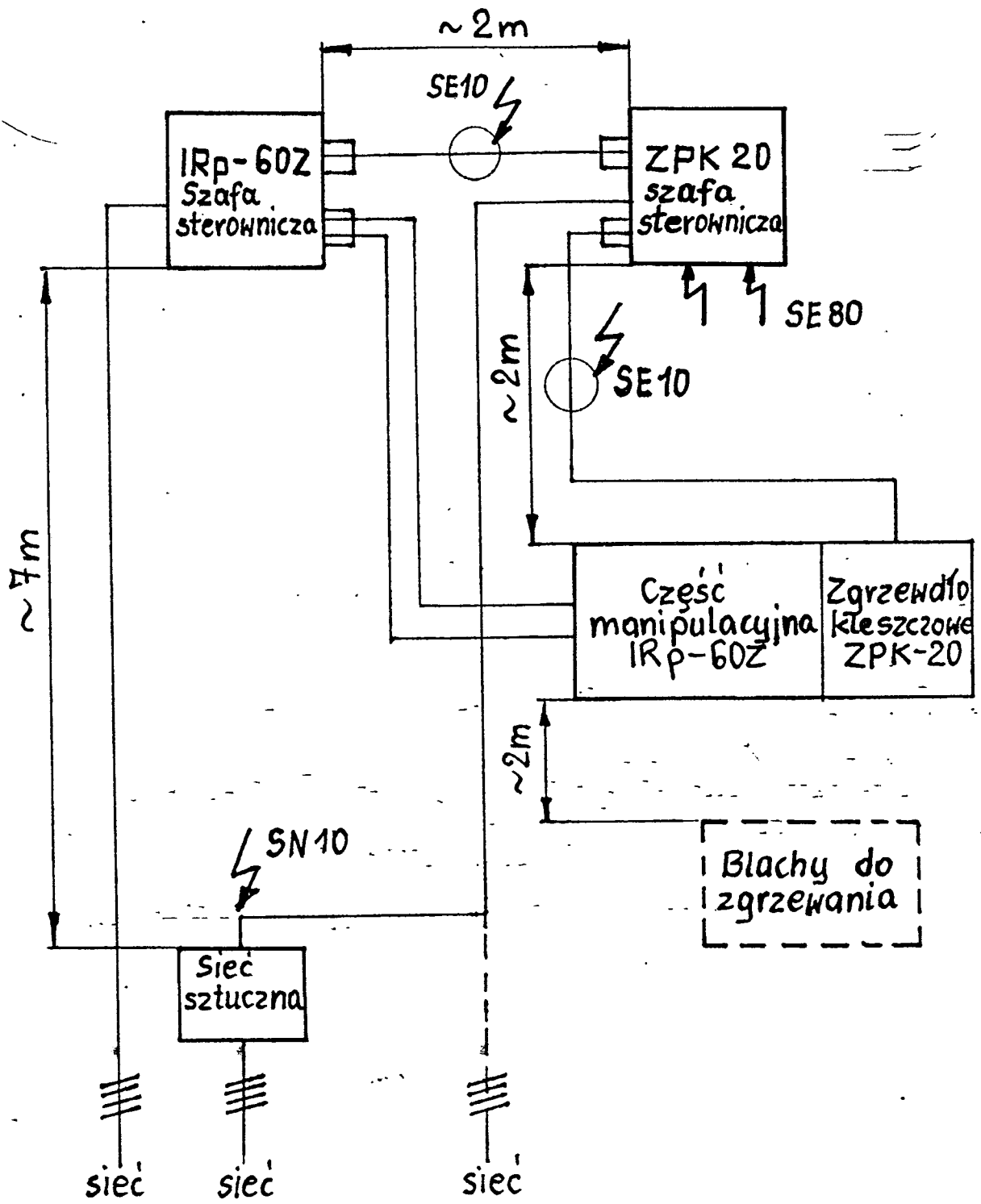
$\gamma_1 = 49 - 2 \sqrt{1 \text{ cm}}$

$\gamma_2 = 33 - 0,05 \sqrt{1 \text{ cm}}$

mech. przesunięcie - 1 cm.  
pisakol



Rys. 17



⚡ - Punkty pomiarowe zaktócalności i metody symulacji

Usytuowanie urządzeń na stanowisku badania  
IRp-60Z + ZPK 20

Rys. 18

## 1. Wstęp

Zgodnie z ustaleniami komisji odbioru z dn. 88.06.17 przeprowadzono powtórne badania robota IRp-60Z po jego powrocie z Targów Poznańskich.

Badania te obejmowały sprawdzenie poprawności wykonania programu przez robota (badania wstępne) oraz sprawdzenie funkcji STOP SYSTEMU od przeciążenia (sprawdzenie nowych funkcji robota).

## 2. Sprawdzenie poprawności wykonania programu

Sprawdzenie poprawności wykonania programu przez robota IRp-60Z w trybie pracy automatycznej z obciążeniem 45 kg polegało na wykonaniu 20 prób obejmujących synchronizację, wczytanie programu, wykonanie jednego cyklu, pozycjonowanie w punkcie oraz wyłączenie robota.

Podczas wczytywania programu, w próbach 1, 6 oraz od 8 do 10, występował błąd nr 303. Ustąpił on po wymianie kasety magnetofonowej.

Podczas włączania, w próbie 19 i 20 wystąpił błąd nr 29, skasowany po dwukrotnym wyłączeniu szafy sterowniczej.

Próby 11-20 wykonane były na drugi dzień przy robocie niewygrzanym, po ponownym wyzerowaniu czujników w punkcie pozycjonowania. Na przeprowadzonych 20 prób nie stwierdzono istotnych różnic w kolejnych pozycjonowaniach, które to wystąpiły podczas wykonywania poprzedniego sprawdzenia.

Wyniki sprawdzenia podane są w tabeli 1 aneksu nr 1 do sprawozdania nr rej. 6057.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

## 3. Sprawdzenie funkcji STOP SYSTEMU od przeciążenia

Sprawdzenie funkcji STOP SYSTEMU od zadziałania sprzęgła przeciążeniowego w osi t przeprowadzono dla robota obciążonego ciężarem 45 kg przy realizacji instrukcji zgrzewania (bez współpracy ze zgrzewarką) przez zasymulowanie sygnału z mikrowyłącznika na sprzęgle. Próby wykonano trzykrotnie dla każdej fazy ruchu.

Wyniki sprawdzenia przedstawione są w tabeli nr 2 aneksu nr 1 do sprawozdania nr rej. 6057.

Po usunięciu przyczyny zatrzymania się sprawdzono sposób zachowania się robota przed i po skasowaniu stanu STOP SYSTEMU - PRZECIĄŻENIE i uruchomieniu go z panelu programowania przyciskiem START INSTRUKCJI.

Zaobserwowano następujące przypadki zachowania się robota (cyfry w nawiasach w tabeli 2 odpowiadają poniższemu opisowi):

- 1) zatrzymanie się robota ze znacznym przemieszczeniem ramienia w kierunku ruchu
- 2) jak w p.1) z wejściem w ograniczenie
- 3) zatrzymanie się robota z jednoczesnym ruchem osi V
- 4) jak w p.1) Po uruchomieniu zmiana pozycji początku i końca ruchu.
- 5) zatrzymanie się robota z oscylacjami ruchu.

Wynik sprawdzenia funkcji STOP SYSTEMU od przeciążenia - pozytywny natomiast w/w nieprawidłowości w zachowaniu się robota powodują, że nie jest spełnione wymaganie p.8.3.6.1 "Zakresu prób" zawartego w sprawozdaniu nr rej. 5896.

Ocena końcowa

Na podstawie wyników badań podstawowych i powtórnych stwierdza się, że badany układ sterowania robota IRp-60Z nie spełnia wymagań odnośnie działania funkcji STOP SYSTEMU od zadziałania sprzęgła przeciążeniowego dla osi t (wymaganie 8.3.6.1 w sprawozdaniu 5896).

W związku z powyższym wynik badań układu sterowania robota IRp-60Z uznaje się jako negatywny.

TABELA 1.

Lp.	Polozenie po synchronizacji	Wskazania czujników w punkcie <del>wprowadzenia</del> pozycjonowania		
		X [mm]	Y [mm]	Z [mm]
1	+	0,00	0,00	0,00
2	+	+0,12	-0,24	+0,02
3	+	+0,09	-0,40	+0,06
4	+	+0,25	-0,45	+0,08
5	+	+0,26	-0,37	+0,08
6	+	+0,35	-0,38	+0,06
7	+	+0,45	-0,39	+0,03
8	+	+0,37	-0,37	+0,01
9	+	+0,36	-0,37	+0,01
10	+	+0,38	-0,38	+0,01
11	+	-0,22	+0,26	0,00
12	+	-0,25	+0,25	+0,01
13	+	-0,26	+0,29	+0,01
14	+	-0,26	+0,29	0,00
15	+	-0,19	+0,22	-0,02
16	+	-0,26	+0,30	0,00
17	+	-0,34	+0,40	-0,02
18	+	-0,35	+0,40	-0,03
19	+	-0,35	+0,39	-0,03
20	+	-0,14	+0,17	-0,04

+ polozenie prawdziwe  
- polozenie nieprawdliwe

64

TABELA 2.

Lp.	Oś	Faza ruchu		
		początek	środek	koniec
1	$\varphi$	+	-(1)	+
2	$\omega$	+	-(1)	+
3	$\alpha$	+	-(2)	+
4	$t$	+(3)	-(1)	+
5	$v$	+	-(4)	+
6	$a$	+(5)	+(5)	+(5)

+     zatrzymanie się prawidłowe

-     zatrzymanie się nieprawidłowe