

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **231766**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **418625**

(22) Data zgłoszenia: **09.09.2016**

(51) Int.Cl.

**A63B 23/04 (2006.01)**

**A63B 23/08 (2006.01)**

**A61H 1/02 (2006.01)**

---

(54) **Maszyna do rehabilitacji kończyn dolnych zwłaszcza stawu skokowego**

---

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**12.03.2018 BUP 06/18**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**30.04.2019 WUP 04/19**

(73) Uprawniony z patentu:

**UNIwersytet  
TECHNOLOGICZNO-PRZYRODNICZY  
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH  
W BYDGOSZCZY, Bydgoszcz, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**BOGDAN LIGAJ, Bydgoszcz, PL  
ŁUKASZ PEJKOWSKI, Bydgoszcz, PL  
MATEUSZ WIRWICKI, Bydgoszcz, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzec. pat. Piotr Jankowski**

---

**PL 231766 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest maszyna do rehabilitacji układu kostno-mięśniowego człowieka w obszarze kończyn dolnych ze szczególnym uwzględnieniem stawu skokowego.

Funkcjonowanie stawów kończyn człowieka związane jest z przebytymi chorobami oraz urazami powstałymi w wyniku zdarzeń losowych. Rehabilitacja jest etapem leczenia mającą polepszyć stan zdrowia osoby niepełnosprawnej oraz przystosowanie jej do normalnego życia.

Zakres zastosowania maszyny dotyczy rehabilitacji stawu skokowego lewej i prawej kończyny dolnej. Maszyna ma przyczynić się do szybszego dochodzenia do zdrowia (uzyskania pełnej sprawności), co jest niezwykle ważne dla osób czynnie uprawiających sport.

Z polskiego opisu patentowego PL 386 354 wynalazku znane jest urządzenie do rehabilitacji ruchowej osób o upośledzonych ruchowo kończynach dolnych. Urządzenie to charakteryzuje się tym, że jest wyposażone w manipulator mechaniczny, który zaopatrzony jest w czujniki siły występujące pomiędzy osobą ćwiczącą, a manipulatorem. Całość podłączona jest do magistrali z układem sterującym. Urządzenie opisane w patencie dokonuje pomiaru wartości siły zadanej przez osobę upośledzoną ruchowo za pomocą czujników siły. Różni się ono, od przedstawionego przez autorów rozwiązania, ilością stopni swobody mechanizmu oddziaływującego na ruch kończyny dolnej. Za wady rozwiązania należy uznać duże gabaryty oraz brak mobilności.

Znany jest również z polskiego opisu patentowego PL 389 850 wynalazek do pozycjonowania nogi pacjenta szczególnie w rehabilitacji kończyn dolnych. Urządzenie to zawiera pozycjoner kończyny z trzyosiowym manipulatorem wyposażony w dwa współśrodkowe cylindry, z których 1 zewnętrzny cylinder pełni rolę korpusu i przejmuje obciążenie generowane przez pacjenta. Platforma, na której oparta jest noga pacjenta jest jednym końcem przegubowo przytwierdzona do obudowy urządzenia, a drugim końcem do mechanizmu napędowego. Mechanizm napędowy składa się z wału silnika wyposażonego w przekładnię redukcyjną. Fotel umieszczony jest ponad platformą i ma możliwość regulacji poziomej przód-tył, przestawienia siedziska w położenie prawe lub lewe oraz regulacji kąta oparcia z zastosowaniem blokad ustawiających położenie fotela. Urządzenie opisane w patencie nr 389850 charakteryzuje się dużymi, wymiarami oraz posiada trzyosiowy manipulator. W miejscu, gdzie pacjent kładzie nogę umieszczony jest tylko jeden stopień swobody, drugi stopień swobody realizowany jest przez obrót całego elementu napędzającego, realizacja ruchu ostatniego stopnia swobody realizowana jest za pomocą dodatkowego elementu napędzającego umieszczonego na zewnętrznej części obudowy.

Z polskiego opisu patentowego PL 390 136 wynalazku znane jest urządzenie do rehabilitacji kończyn dolnych. Urządzenie to składa się z korpusu, w którym znajduje się pozycjoner kończyn. Pozycjoner wyposażony jest w platformę na stopy pacjenta dwóch współśrodkowych cylindrów i liniowego modułu. Urządzenie zawiera fotel dla pacjenta, który jest osadzony na korpusie i posiada indywidualną regulację ustawienia. Platforma na nogę pacjenta jest przegubowo przytwierdzona do cylindra i połączona cięgnem z nakrętką śrubowego mechanizmu. Cały napęd posiada prowadzenie liniowe umieszczone na śrubie podłączonej do silnika. Urządzenie to charakteryzuje się jednym stopniem swobody pozwalającym na rehabilitację kończyn dolnych. Posiada ono duże gabaryty oraz nie jest mobilne.

Znane jest również z polskiego opisu patentowego PL 394 021 urządzenie rehabilitacyjne kończyn dolnych. Urządzenie to wyposażone jest w element jezdny, na którym umieszczono obrotową głowicę, do której przymocowane jest ramię. Głowica z podstawą połączona jest za pomocą przegubu i siłownika. Na końcu ramienia znajduje się mechanizm stawu skokowego oraz silnik obrotowy do poruszania głowicą. Wewnątrz głowicy znajduje się również silnik ruchu obrotowego obracający ramieniem, a ramię wyposażone jest w silnik liniowy do poruszania mechanizmem stawu skokowego. Mechanizm poruszający stawem skokowym wyposażony jest w silniki ruchu obrotowego do poruszania stopą. W urządzeniu ruchy stawu skokowego realizowane są za pomocą mechanizmu napędzanego silnikiem ruchu liniowego. Zastosowano również silniki ruchu obrotowego pozwalające na poruszanie stopą. Urządzenie posiada dwa stopnie swobody wywołujące ruch kończyn dolnych podczas rehabilitacji.

Przegląd istniejących rozwiązań związanych z rehabilitacją kończyn dolnych zwłaszcza stawu skokowego pozwolił na zaproponowanie nowego podejścia w budowie urządzeń rehabilitacyjnych.

Istotą maszyny jest zastosowanie w podstawie stolika czterech silników liniowych. Realizując przemieszczenie za pomocą silników otrzymujemy wartość siły oddziaływującą na staw skokowy pacjenta korzystającego z urządzenia, drugim przypadkiem jest zadanie wartości siły przez pacjenta, co skutkuje uzyskaniem przemieszczenia. Dzięki zastosowaniu czterech silników liniowych maszyna

wykonuje kombinację ruchów w trzech płaszczyznach. Rozwiązanie konstrukcyjne maszyny wg wynalazku charakteryzuje się mobilnością w zakresie możliwości ustawienia optymalnej pozycji dla osoby rehabilitowanej. W przypadku transportu maszyny elementy można ustawić w takiej pozycji, która zapewni bezpieczny ich transport i jednocześnie najmniejsze wymiary gabarytowe. Przemieszczanie maszyny z punktu A do punktu B bazuje na jej przetaczaniu, co powoduje, że nie ma konieczności przeniesienia określonej masy przez osoby niepełnosprawne. Lepsze rezultaty rehabilitacji realizowane są za pomocą unieruchomienia części kości piszczelowej pasami do urządzenia. Stolik, na którym spoczywa spodnia część stopy ma ruchome złącze dla poprawy ergonomii pracy. Dodatkowo maszyna ma zderzaki oraz pasy unieruchamiające stopę względem stolika, służące do wyznaczenia poprawnej osi obrotu stawu skokowego.

Rozwiązanie przedstawiono bliżej w przykładzie wykonania.

Maszyna złożona jest z podstawy 2, do której zamocowane są od spodu koła z hamulcem 1 umożliwiające łatwe przemieszczanie całej konstrukcji, oraz słupa 3 mocowanego do podstawy w sposób sztywny i rozłączny, którego oś symetrii Y położona jest prostopadle do powierzchni podstawy 2, oraz belki 5, mocowanej ze słupem 3 za pomocą łącznika 4, który przemieszcza się względem osi Y, zaś ruch łącznika 4 względem słupa 3 realizowany jest za pomocą mechanizmu śrubowego Z1, składającego się z ramienia utwierdzającego I 11, śruby pociągowej I 12 i nakrętki I 13, która połączona jest sztywno i rozłącznie z łącznikiem 4, co umożliwi jego przemieszczenie względem słupa 3. Belka 5 połączona jest z ze słupem 3 za pomocą łącznika 4, który umożliwia obrót belki 5 względem osi Z o kąt  $\gamma$ . Belka 5 przemieszcza się względem łącznika 4 wzdłuż osi X za pomocą mechanizmu śrubowego Z2 składającego się z: ramienia utwierdzającego II 14, śruby pociągowej II (15) i nakrętki II 16. Nakrętka II 16 połączona jest sztywno i rozłącznie z łącznikiem 4. Do belki 5 zamocowano przesuwne i rozłącznie płytę 6, której zmianę położenia względem belki 5 realizowane jest za pomocą mechanizmu śrubowego Z3 składającego się z ramienia utwierdzającego III 18, śruby pociągowej III 19 i nakrętki III 19. Nakrętka III 19 została zamocowana sztywno i rozłącznie do płyty 6. Do belki 5 zamocowano sztywno i rozłącznie ramiona 10 będące elementami służącymi do mocowania i pozycjonowania kończyny dolnej za pomocą odcinka piszczelowego. Do płyty 6 mocowane są w sposób sztywny i rozłączny, cztery silniki liniowe 7. Przemieszczenie popychaczy silników liniowych 7 odbywa się wzdłuż kierunku prostopadłego do płyty 6. Do popychaczy silników liniowych 7 zamocowano rozłącznie stolik 9 za pomocą przegubów wieloosiowych 8, które umożliwiają realizację złożonych ruchów stolika 9. Do stolika 9 został zamocowany przesuwany i rozłącznie zderzak pięty 22 pozwalający na optymalne mocowanie stopy wzdłuż dłuższej krawędzi elementu 9. Na stoliku 9 umieszczono także dwa zderzaki śródstopia: zderzak lewy 20 i zderzak prawy 21. Zmiana położenia zderzaków 20 i 21 odbywa się wzdłuż kierunku równoległego do krótszej krawędzi stolika 9. Zderzak lewy 20 i zderzak prawy 21, wspierane łącznikiem 23 zapobiegają przemieszczeniu rehabilitowanej kończyny. Pracą maszyny steruje układ elektroniczny działający zgodnie z opracowanym algorytmem.

Maszynę do rehabilitacji kończyny dolnej zwłaszcza do stawu skokowego przedstawiono bliżej na załączonych rysunkach, na których fig. 1 przedstawia maszynę w widoku z przodu, natomiast fig. 2 w widoku z boku, fig. 3 maszynę w przykładach działania.

Działanie maszyny jest następujące, umieszczonej w maszynie kończynie dolnej pacjenta, zostaje odebrana możliwość przemieszczenia części piszczelowej względem belki 5. Realizowane jest to za pomocą ramion 10. Połączenie nieprzesuwne części piszczelowej kończyny dolnej z belką 5 umożliwia ustawienie stolika 9 w taki sposób, aby jego powierzchnia stykała się ze spodnią częścią stopy. Przemieszczenie stolika 9 w zakresie  $\pm D$  realizowane jest za pomocą mechanizmu śrubowego Z3 przemieszczającego płytę 6 wraz z silnikami liniowymi 7 i przegubami wieloosiowymi 8. Ustawienie stolika 9 w pozycji startowej pozwala na regulację położenia: zderzaka lewego 20, zderzaka prawego 21 i zderzaka pięty 22 względem stopy. Zadaniem regulacji jest odebranie możliwości, przemieszczenia stopy względem stolika 9. Dodatkowo mocowanie stopy do stolika 9 odbywa się za pomocą podanego łącznika 23 mocowanego do zderzaka, lewego 20 i zderzaka prawego 21. Przeprowadzone czynności nastawcze ze stanowiska pozwalają na określenie punktu P pokrywającego się z osią obrotu stawu skokowego kończyny dolnej, a tym samym wyznaczenie wymiarów: A – odległość osi obrotu stawu skokowego względem powierzchni stolika 9, B1 i B2 – odległości położenia zderzaków 20 i 21 względem środka stawu skokowego, C1 – odległość osi stawu skokowego od krawędzi stolika 9, C2 – odległość osi stawu skokowego od zderzaka pięty 22. Zapewnienie komfortowych warunków prowadzenia rehabilitacji jest związane z pozycją kończyny dolnej względem ciała pacjenta. Maszyna pozwala na zmianę kąta położenia belki 5 względem słupa 3 w zakresie kąta  $\pm \gamma$  poprzez obrót łącznika 4 względem osi Z. Istnieje

także możliwość zmiany położenia belki 5 względem łącznika 4 w zakresie  $\pm E$  realizowane za pomocą mechanizmu śrubowego Z2 wzdłuż osi X. Położenie belki 5 względem podstawy 2 realizowane jest za pomocą mechanizmu śrubowego Z1 zmieniające, miejsce zamocowania łącznika 4 na słupie 3 w zakresie  $\pm F$  wzdłuż osi Y. Wykonanie czynności nastawczych maszyny zapewnia pacjentowi optymalne/komfortowe warunki rehabilitacji oraz pozwala na wyznaczenie wielkości geometrycznych istotnych ze względu na przebieg ćwiczeń fizycznych stawu skokowego. Za realizację przemieszczeń stolika 9 odpowiadają cztery silniki liniowe 7. Na rysunku fig. 3 przedstawiono skrajne położenia stolika 9 względem nieruchomej płyty 6. Pozycje startową pracy maszyny poz. 1 stanowi równoległe położenie powierzchni stolika 9 względem płyty 6. Wówczas wszystkie popychacze silników liniowych 7 znajdują się w tej samej odległości od płyty 6 wyznaczonej przez prostą L. Przemieszczenia stolika 9 względem płyty 6 wzdłuż dłuższej i krótszej jego krawędzi odbywa się w taki sposób, że odległość punktu P od powierzchni elementu 9 jest wartością stałą wynoszącą A. Pozycja 2 i 3 fig. 3, poz. 2 i poz. 3 pracy maszyny odpowiada obrotowi stolika 9 względem punktu P w zakresie kąta  $\pm\beta$ , odbywającego się wzdłuż dłuższej jego krawędzi. Pozycja pracy 4 i 5 odpowiada obrotowi stolika 9 względem punktu P w zakresie kąta  $\pm\alpha$ , odbywającego się wzdłuż krótszej jego krawędzi. Obrót stolika względem punktu P wzdłuż dłuższej jak i krótszej krawędzi stolika 9 odbywa się przy zachowaniu stałej odległości A punktu P od powierzchni elementu 9. Uzyskanie takiego położenia jest możliwe poprzez właściwe sterowanie pracą silników liniowych 7 oraz połączeniu popychaczy silników liniowych 7 z stolikiem 9 za pomocą przegubów wieloosiowych 8. Program sterowania pracą silników liniowych 7 pozwala na ustawienie stolika 9 w pozycji będącej, kombinacją jego obrotu wzdłuż dłuższej i krótszej krawędzi. Maszyna pozwala na indywidualne dobieranie nastaw dostosowanych do cech osobniczych pacjentów. Dotyczy to m.in. pozycji startowej stolika 9 oraz współrzędnych punktu P w przestrzennym układzie współrzędnych.

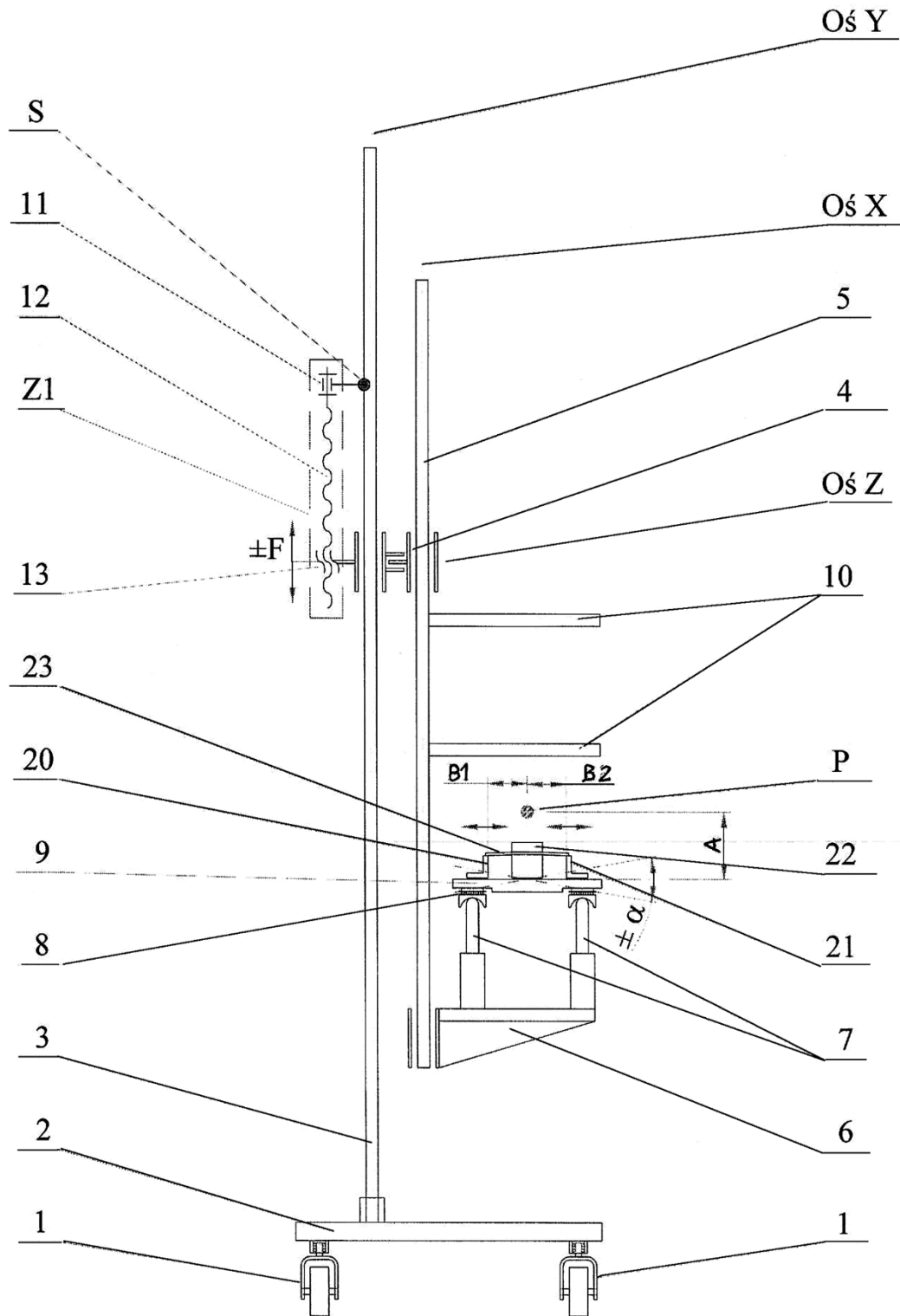
### Zastrzeżenia patentowe

1. Maszyna do rehabilitacji kończyn dolnych zwłaszcza stawu skokowego, **znamienna tym**, że ma podstawę 2 z kołami z hamulcem 1 oraz słup 3 mocowany na podstawie w sposób sztywny i rozłączny, którego oś symetrii Y położona jest prostopadle do powierzchni podstawy 2, oraz belkę 5, przy czym słup 3 i belkę 5, łączy łącznik 4, który przemieszcza się względem osi Y, przy czym ruch łącznika 4 względem słupa 3 realizowany jest za pomocą mechanizmu śrubowego Z1, składającego się z ramienia utwierdzającego I 11, śruby pociągowej I 12 i nakrętki I 13, która połączona jest sztywno i rozłącznie z łącznikiem 4, umożliwiając jego przemieszczenie względem słupa 3, belka 5 połączona jest z ze słupem 3 za pomocą łącznika 4, umożliwiając obrót belki 5 względem osi Z o kąt  $\gamma$ , przy czym belka 5 przemieszcza się względem łącznika 4 wzdłuż osi X za pomocą mechanizmu śrubowego Z2 składającego się z ramienia utwierdzającego II 14, śruby pociągowej II 15 i nakrętki II 16, która połączona jest sztywno i rozłącznie z łącznikiem 4, do belki, 5 zamocowano przesuwnie i rozłącznie płytę 6, której zmiana położenia względem belki 5 realizowana jest za pomocą mechanizmu śrubowego Z3, składającego się z ramienia utwierdzającego III 18, śruby pociągowej III 19 i nakrętki III 19, która została zamocowana sztywno i rozłącznie do płyty 6, do belki 5 zamocowano sztywno i rozłącznie ramiona 10 mocujące i pozycjonujące kończyny dolne za pomocą odcinka puszczelowego, do płyty 6 mocowane są w sposób sztywny i rozłączny cztery silniki liniowe 7 z popychaczami, których ruch odbywa się prostopadle do płyty 6, do popychaczy silników liniowych 7 zamocowano rozłącznie stolik 9 za pomocą przegubów wieloosiowych 8, które umożliwiają realizację ruchów stolika 9, do stolika 9 mocowany jest przesuwanie i rozłącznie zderzak pięty 22, mocujący stopę wzdłuż dłuższej krawędzi, oraz zderzaki śródstopia: zderzak lewy 20 i zderzak prawy 21, z łącznikiem 23, które zapobiegają przemieszczeniu rehabilitowanej kończyny.
2. Maszyna do rehabilitacji według zastrz. 1, **znamienna tym**, że przemieszczenie stolika 9 w zakresie  $\pm D$  realizowane jest za pomocą mechanizmu śrubowego Z3 przemieszczającego płytę 6 wraz z silnikami liniowymi 7 i przegubami wieloosiowymi 8.
3. Maszyna według zastrz. 1, **znamienna tym**, że zderzaki: lewy 20, prawy 21 oraz zderzak pięty 22 są regulowane względem kończyny, określając punkt P pokrywający się z osią obrotu stawu skokowego kończyny dolnej, a tym samym wyznaczenie wymiarów: A – odległość osi

- obrotu stawu względem powierzchni stolika 9, B1 i B2 – odległości położenia zderzaków 20 i 21 względem środka stawu skokowego, C1 – odległość osi stawu skokowego od krawędzi stolika (9), C2 – odległość osi stawu skokowego od zderzaka pięty 22.
4. Maszyna według zastrz. 1, **znamienna tym**, że zmiana kąta położenia belki 5 względem słupa 3 w zakresie kąta  $\pm\gamma$  następuje poprzez obrót łącznika 4 względem osi Z, zaś zmiana położenia belki 5 względem łącznika 4 w zakresie  $\pm E$  realizowana jest za pomocą mechanizmu śrubowego Z2 wzdłuż osi X, zaś położenie belki 5 względem podstawy 2 realizowane jest za pomocą mechanizmu śrubowego Z1 zmieniające miejsce zamocowania łącznika 4 na słupie 3 w zakresie  $\pm F$  wzdłuż osi Y.
  5. Maszyna według zastrz. 1, **znamienna tym**, że stół 9 przemieszczany jest za pomocą czterech silników liniowych 7, przy czym pozycją startową jest równoległe położenie powierzchni stolika 9 względem płyty 6, gdzie popychacze silników liniowych 7 znajdują się w tej samej odległości od płyty 6 wyznaczonej przez prostą L.
  6. Maszyna według zastrz. 1, **znamienna tym**, że przemieszczenie stolika 9 względem płyty 6 wzdłuż dłuższej i krótszej jego krawędzi odbywa się w taki sposób, że odległość punktu P od powierzchni elementu 9 jest wartością stałą wynoszącą A, przy czym pozycja 2 i 3 pracy maszyny odpowiada obrotowi stolika 9 względem punktu P w zakresie kąta  $\pm\beta$ , wzdłuż dłuższej jego krawędzi, pozycja pracy 4 i 5 odpowiada obrotowi stolika 9 względem punktu P w zakresie kąta  $\pm\alpha$ , wzdłuż krótszej jego krawędzi.
  7. Maszyna według zastrz. 1, **znamienna tym**, że ruch obrotowy stolika względem punktu P wzdłuż dłuższej, jak i krótszej krawędzi stolika 9, odbywa się przy zachowaniu stałej odległości A punktu P od powierzchni elementu 9.

## Rysunki

Fig. 1





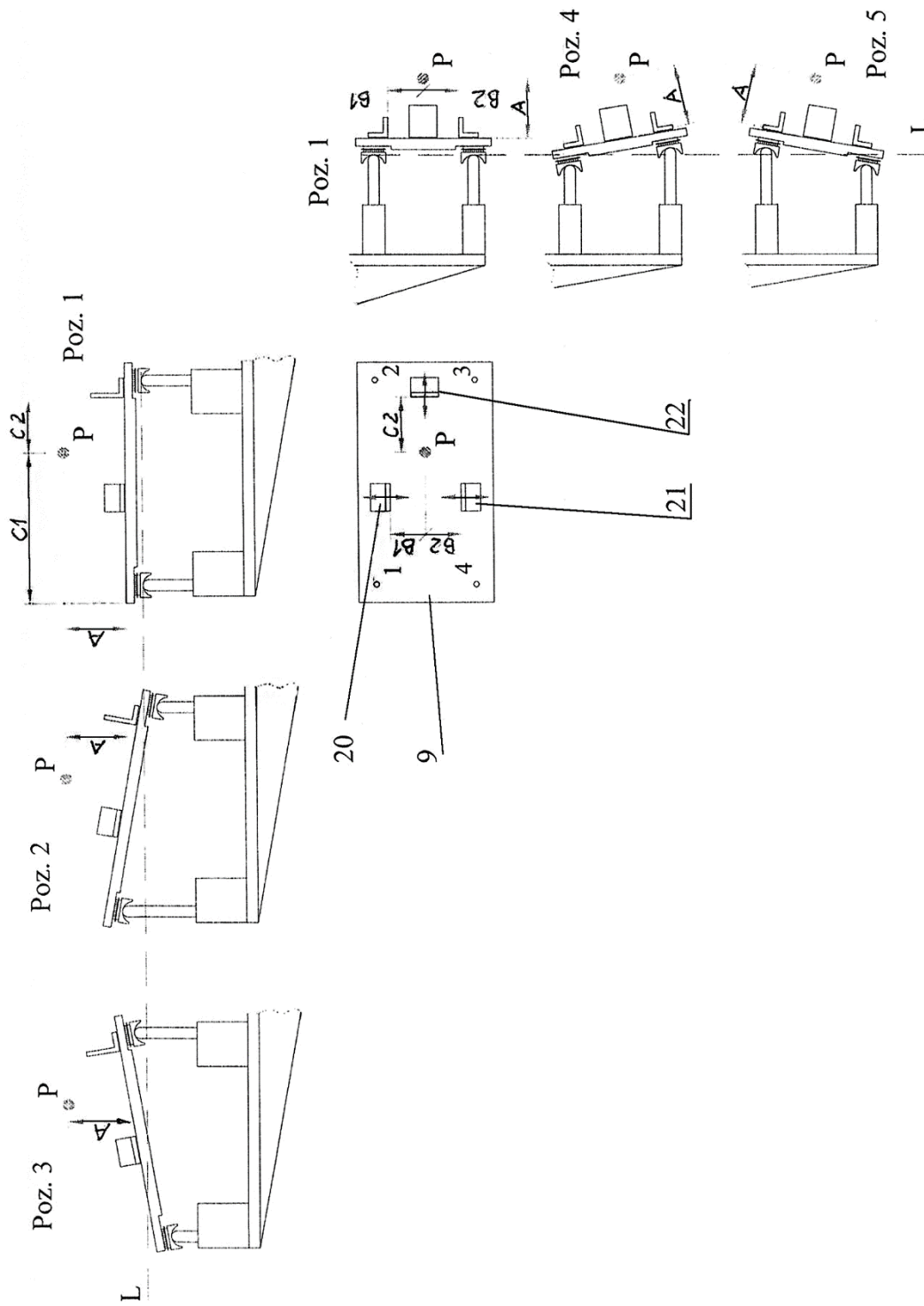


Fig. 3