

# lekcje z kosmosu

## → **BIONICZNA DŁOŃ**

*Budujemy bioniczną dłoń*





<b>Informacje wstępne</b>	<b>3</b>
<b>Wprowadzenie</b>	<b>5</b>
<b>Zadanie 1. Co kryje twoja dłoń?</b>	<b>6</b>
<b>Zadanie 2. Zbuduj bioniczną dłoń</b>	<b>7</b>
<b>Zadanie 3. Przetestuj swoją bioniczną dłoń</b>	<b>8</b>
<b>Wnioski</b>	<b>9</b>
<b>Arkusze ćwiczeniowy</b>	<b>10</b>
<b>Przydatne linki</b>	<b>16</b>
<b>Załącznik</b>	<b>17</b>

Tytuł oryginału: *Teach with space: Bionic hand | PR34*

[www.esa.int/education](http://www.esa.int/education)

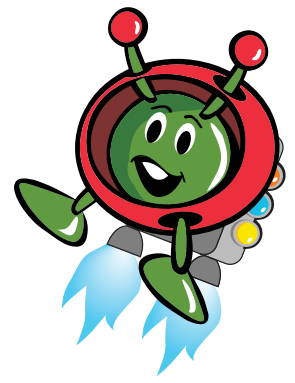
Biuro Edukacji ESA zachęca do przesyłania komentarzy i opinii na adres: [teachers@esa.int](mailto:teachers@esa.int).

Opracowane przez Biuro Edukacji ESA we współpracy z oddziałem ESERO w Portugalii.

Copyright © European Space Agency 2018

# → BIONICZNA DŁOŃ

*Budujemy bioniczną dłoń*



## → INFORMACJE WSTĘPNE

### Informacje podstawowe

**Przedmiot:** edukacja przyrodnicza, przyroda, biologia, technika,

**Wiek:** 8–12 lat

**Rodzaj aktywności:** zadania

**Poziom trudności:** łatwy/średni

**Czas:** 60–90 minut

**Miejsce:** sala lekcyjna

**Słowa kluczowe:** bionika, robotyka, ciało ludzkie, Księżyc, przyroda, biologia, anatomia, technika

### Zakres i treść zajęć

Uczniowie skonstruują bioniczną dłoń wykonaną z tektury, sznurków, słomek do napojów i gumek recepturek. Porównają bioniczną dłoń z własną, aby zrozumieć funkcjonowanie palców i znaczenie kciuka przy chwytaniu lub trzymaniu przedmiotów o różnych formach i kształtach. Dowiedzą się, że poruszanie dłonią nie byłoby możliwe, gdyby składała się ona jedynie z kości. Poznają zasadę działania kości, mięśni, ścięgien i więzadeł, porównując pracę własnych rąk z rozwiązaniami zastosowanymi w modelu do poruszania palcami. Na realizację zajęć przeznaczono 60–90 minut, w zależności od wieku i poziomu wiedzy uczniów. Można je przeprowadzić jako lekcję z jednego przedmiotu lub włączyć do szerszego projektu klasowego obejmującego różne przedmioty.

### Uczniowie dowiedzą się

- jak funkcjonuje ludzka dłoń
- że w nauce i medycynie wykorzystuje się protezy bioniczne zastępujące utracone lub niefunkcjonujące prawidłowo części ciała
- że ludzkie ciało stanowi dla naukowców inspirację do budowania narzędzi, takich jak automatyczne ramiona, którymi można operować w trudnych warunkach, np. w przestrzeni kosmicznej lub w głębinach oceanu
- w jaki sposób zaprojektować i zbudować prostą maszynę (bioniczną dłoń)
- jak przetestować funkcjonowanie skonstruowanego urządzenia

### Zdrowie i bezpieczeństwo

Podczas cięcia kartonu i obsługi pistoletu do klejenia na gorąco uczniowie powinni zachować szczególną ostrożność i wykonywać poszczególne czynności pod nadzorem nauczyciela, aby uniknąć oparzenia lub innego uszkodzenia skóry.



## Zestawienie wynikowe treści

<i>Lp.</i>	<i>Zadanie</i>	<i>Opis</i>	<i>Rezultat</i>	<i>Wymagania</i>	<i>Czas</i>
1	Co kryje twoja dłoń?	analiza budowy i działania ludzkiej dłoni	zapoznanie się z rolą kości, mięśni i ścięgien w ludzkiej dłoni	brak	15 minut
2	Zbuduj bioniczną dłoń	konstruowanie bionicznej dłoni	zbudowanie prostej maszyny i porównanie jej funkcjonowania z działaniem ludzkiej dłoni	ukończenie zadania 1	30–60 minut
3	Przetestuj swoją bioniczną dłoń	testowanie bionicznej dłoni poprzez wykonywanie przy jej użyciu różnych czynności	zrozumienie znaczenia i funkcji elementów, z których składa się bioniczna dłoń; porównanie tych mechanizmów do działania własnej dłoni	ukończenie zadania 2	15 minut



## → WPROWADZENIE

Bionika, czyli bioelektronika, zajmuje się wykorzystaniem rozwiązań i mechanizmów występujących w naturze do rozwoju systemów i technologii. W medycynie bionika umożliwia zastąpienie brakujących lub niesprawnych narządów bądź innych części ciała przez ich odpowiedniki opracowane przez człowieka. Przykładowo protezy bioniczne umożliwiają osobom niepełnosprawnym wykonywanie niektórych czynności, dzięki czemu częściowo odzyskują sprawność. Bionika zajmuje się też konstruowaniem robotów humanoidalnych, czyli takich, które wyglądem i sposobem funkcjonowania przypominają ludzi.

Roboty humanoidalne mają zastąpić ludzi w niebezpiecznych pracach, z którymi wiąże się ryzyko obrażeń lub śmierci. Kosmos jest prawdopodobnie jednym z najbardziej niebezpiecznych i wyniszczających środowisk – już dziś w badaniach kosmicznych wykorzystuje się wiele robotów.

Przewiduje się, że w niedalekiej przyszłości załogi astronautów i robotów humanoidalnych będą razem badać przestrzeń kosmiczną. Najprawdopodobniej obie grupy będą korzystać z bionicznych dłoni. Bioniczne dłonie pozwolą robotom posługiwać się przedmiotami stworzonymi i dostosowanymi do użytku ludzkiego. Z kolei dla astronautów bioniczna dłoń będzie dużym ułatwieniem, ponieważ manipulowanie przedmiotami w próżni kosmicznej przez rękawice skafandra kosmicznego jest bardzo męczące. Europejska Agencja Kosmiczna skonstruowała taką bioniczną dłoń o nazwie DEXHAND (ilustracja 1) przeznaczoną dla robotów, a być może także ludzi.

Aby zrozumieć działanie bionicznej dłoni, trzeba najpierw zapoznać się z budową i funkcjonowaniem dłoni ludzkiej.

### Ludzka dłoń

Ludzka dłoń jest bardzo złożoną strukturą. Zawiera 27 kości i 34 mięśnie oraz wiele ścięgien, więzadeł, nerwów i naczyń krwionośnych, a wszystko to jest pokryte cienką warstwą skóry. Każdy palec składa się z trzech kości (palczków), a ich nazwy są zgodne z odległością od dłoni: paliczek bliższy, paliczek środkowy i paliczek dalszy. Jedynie kciuk ma tylko dwa paliczki.

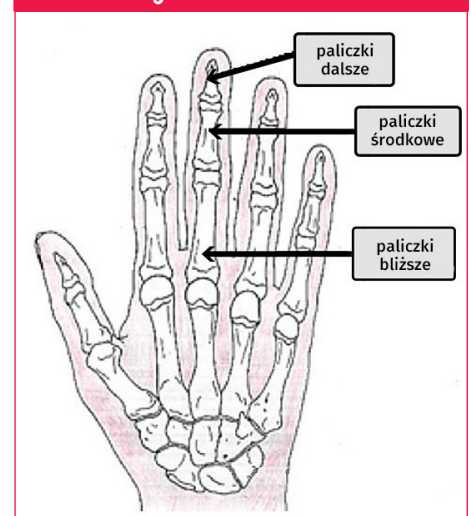
Więzadła łączą ze sobą kości, natomiast ścięgna łączą kości z mięśniami. Ścięgna, które umożliwiają nam poruszanie palcami, są przyłączone do 17 mięśni, które znajdują się w dłoni, oraz do 18 innych mięśni leżących w przedramionach. Za dwa główne ruchy palców – zginanie i prostowanie – są odpowiedzialne mięśnie zwane odpowiednio zginaczami i prostownikami. Zginacze są przyłączone do spodu przedramienia, a prostowniki do górnej części przedramienia.

Ilustracja 1



↑ DEXHAND Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) opracowany przez Instytut Robotyki i Mechatroniki Niemieckiej Agencji Kosmicznej (DLR)

Ilustracja 2



↑ Kości ludzkiej ręki



## → ZADANIE 1. CO KRYJE TWOJA DŁOŃ?

W tym zadaniu uczniowie dowiedzą się więcej o budowie ludzkiej dłoni oraz o roli kości, mięśni i ścięgien.

### Przeprowadzenie zadania

Rozdaj uczniom **arkusze ćwiczeniowe**. Uczniowie pracują samodzielnie, wykonując kolejne ćwiczenia według instrukcji.

1. Zadaniem uczniów jest odrysowanie własnej dłoni na kartce papieru lub w **arkuszu ćwiczeniowym** (ilustracja 3).



↑ Sposób odrysowywania dłoni

2. Uczniowie porównują swój rysunek ze zdjęciem rentgenowskim ludzkiej dłoni i dorysowują na swoich rysunkach kości ręki.
3. Uczniowie identyfikują kości palców i zapisują ich nazwy na rysunku.
4. Uczniowie przyglądają się swoim dłoniom i opisują struktury wewnętrzne, które umożliwiają im poruszanie nimi. Przedyskutuj z uczniami znaczenie i funkcje skóry, mięśni i ścięgien. Zagadnienia te będą badane i omawiane szerzej w zadaniu 2, kiedy uczniowie skonstruują bioniczną dłoń.



## → ZADANIE 2. ZBUDUJ BIONICZNĄ DŁOŃ

W tym zadaniu uczniowie dowiedzą się, czym jest i jak działa bioniczna dłoń. Następnie skonstruują w grupach swoją własną tekturową bioniczną dłoń według instrukcji zamieszczonej w załączniku.

### Materiały i narzędzia

(dla każdej grupy)

- instrukcja z załącznika
- gruba tektura
- otówek
- pistolet z klejem na gorąco
- nożyczki
- sznurek
- gumki recepturki (cienkie i grube)
- słomki do napojów

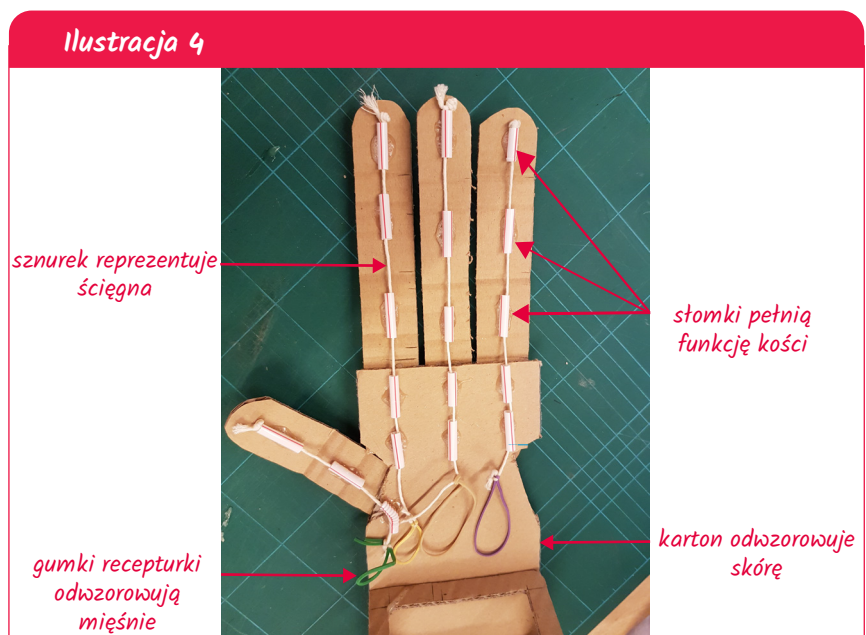
### Przeprowadzenie zadania

Uczniowie wykonują to zadanie w grupach. Podziel klasę na dwu- lub trzysobowe grupy.

Rozdaj grupom materiały i narzędzia do wykonania modelu bionicznej dłoni oraz szczegółową instrukcję zamieszczoną w załączniku. Jeśli dysponujesz rzutnikiem lub tablicą multimedialną, możesz wyświetlić instrukcję na ekranie. W razie potrzeby pomagaj uczniom przy cięciu i klejeniu elementów. Dla ułatwienia zamiast grubej tektury można użyć jej cieńszego rodzaju lub papieru technicznego.

Kiedy uczniowie wykonają modele, poproś, żeby przetestowali ich działanie, kierując się obserwacją ruchów własnych dłoni. Następnie niech spróbują znaleźć podobieństwa oraz różnice między swoją dłonią a zbudowanym modelem dłoni bionicznej i zanotować swoje spostrzeżenia.

Zachęć uczniów, by przyjrzyli się rękom i palcom swoich kolegów lub koleżanek i porównali je z własnymi. Niech obserwują, co się dzieje, gdy zginają i prostują palce, zwracając szczególną uwagę na kciuk.



↑ Elementy bionicznej ręki i ich funkcja

Uczniowie zapoznają się także z funkcją ścięgien i mięśni w ludzkiej dłoni oraz porównują funkcję słomek, sznurków i gumek z rolą mięśni i ścięgien we własnych dłoniach, co przedstawiono na zdjęciu (ilustracja 4).





## → ZADANIE 3. PRZETESTUJ SWOJĄ BIONICZNĄ DŁOŃ

W tym zadaniu uczniowie wykonają przy użyciu bionicznej dłoni różne czynności i porównają ruchy bionicznej dłoni z pracą własnych rąk.

### *Materiały i narzędzia*

- taśma malarska lub rękawiczka jednorazowa
- ołówek

### *Przeprowadzenie zadania*

Uczniowie pracują z **arkuszami ćwiczeniowymi**. Zadaniem uczniów jest stwierdzenie, jakie elementy i cechy dłoni wpływają na jej sprawność (np. liczba palców, liczba paliczków w palcach, ruch paliczków). Nadzoruj uczniów podczas testowania ich modeli. Pomóż im w znalezieniu odpowiedzi na następujące pytania:

1. Jakie przedmioty jesteś w stanie podnieść za pomocą swojej bionicznej dłoni?
2. Co by się stało, gdybyś dodała/dodał więcej palców?
3. Co by się stało, gdybyś odjęła/odjął jeden palec?
4. Dlaczego trudno jest chwycić pewne przedmioty za pomocą bionicznej dłoni?





## Wnioski

Zaleca się przeprowadzenie tych zajęć metodą IBSE (*inquiry-based science education*), czyli uczenia się opartego na samodzielnych poszukiwaniach naukowych. W zależności od programu nauczania i wieku uczniów możesz je zrealizować jako samodzielny moduł lub element szerszego projektu bądź bloku przedmiotowego. Przykładowy projekt złożony z trzech (lub więcej) jednostek lekcyjnych mógłby obejmować: samodzielne dociekania uczniów na temat funkcjonowania ludzkiej dłoni oraz roli jej elementów (kości, mięśni i ścięgien) na podstawie informacji wyszukanych w Internecie, filmów, zdjęć lub innych zasobów; skonstruowanie bionicznej dłoni; wizytę w muzeum przyrodniczym w celu zaobserwowania różnic między ludzkimi dłońmi a łapami zwierząt.

Temat można rozwinąć i skorelować z innymi scenariuszami zajęć opracowanych na potrzeby konkursu Moon Camp dotyczących działania ruchomego robotycznego ramienia (*Robotic arm*) i budowy ludzkiego ciała (*Human body*). Projekt można poszerzyć o jeszcze inne aspekty czynności ludzkiego ciała, angażując uczniów w program *ESA Mission X: train like an astronaut*.



## → BIONICZNA DŁOŃ

*Budujemy bioniczną dłoń*

### → ZADANIE 1. CO KRYJE TWOJA DŁOŃ?

W tym zadaniu poznasz swoją dłoń.

#### *Polecenia i zadania*

1. Odrysuj w ramce swoją dłoń.



2. Porównaj swój rysunek ze zdjęciem rentgenowskim ludzkiej dłoni przedstawionym poniżej (ilustracja 1). Wzorując się na zdjęciu, narysuj wewnątrz odrysowanej dłoni kości.

Ilustracja 1



↑ Zdjęcie rentgenowskie ludzkiej dłoni

3. Wskaż na rysunku kości palców i wpisz obok ich nazwy.
4. Przyjrzyj się swojej dłoni. Czy potrafisz w niej rozpoznać inne elementy oprócz kości? Wypisz je.

---

---

---

---

---



## → ZADANIE 2. ZBUDUJ BIONICZNĄ DŁOŃ

W tym zadaniu razem z kolegami i koleżankami zbudujesz bioniczną dłoń i dowiesz się, jak ona działa.

### Materiały i narzędzia

- instrukcja z załącznika
- gruba tektura
- ołówek
- pistolet z klejem na gorąco
- nożyczki
- sznurek
- gumki recepturki (cienkie i grube)
- słomki do napojów

### Czy wiesz, że...

Przewiduje się, że w niedalekiej przyszłości załogi astronautów i robotów humanoidalnych będą razem badać przestrzeń kosmiczną. Najprawdopodobniej obie grupy będą korzystać z bionicznych dłoni. Bioniczne dłonie pozwolą robotom posługiwać się przedmiotami stworzonymi i dostosowanymi do użytku ludzkiego. Z kolei dla astronautów bioniczna dłoń będzie dużym ułatwieniem, ponieważ manipulowanie przedmiotami w próżni kosmicznej przez rękawice skafandra kosmicznego jest bardzo męczące.



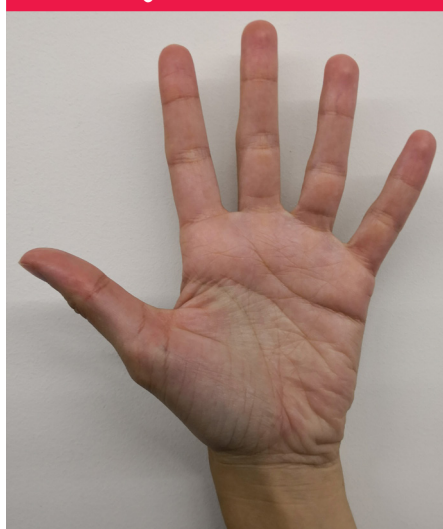
1. Przeczytajcie listę potrzebnych materiałów i narzędzi. Upewnijcie się, że macie wszystko, co konieczne do zbudowania bionicznej dłoni.
2. Zapoznajcie się z instrukcją otrzymaną lub wyświetloną przez nauczyciela. Zbudujcie model swojej bionicznej dłoni według instrukcji. Wasz model powinien być podobny do przedstawionego na ilustracji 2, przy czym może też mieć pięć palców.

Ilustracja 2



↑ Bioniczna dłoń zbudowana z kartonu

Ilustracja 3



↑ Dłoń użyta jako model dla bionicznej dłoni (przedstawiona w tej samej skali)

## Pytania i polecenia

1. Porównaj bioniczną dłoń ze swoją własną dłonią. Zwróć uwagę na to, jak poruszają się palce dłoni, a szczególnie kciuk. Przedyskutuj podobieństwa i różnice między dłońmi z kolegami i koleżankami. Zanotuj swoje spostrzeżenia

---

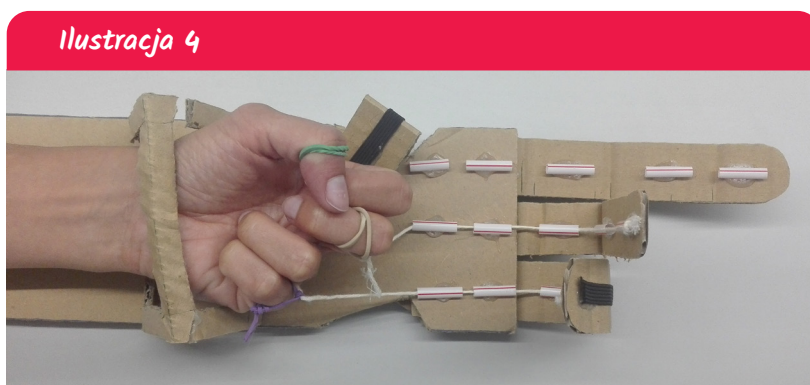


---



---

2. Przypatrz się własnej dłoni i palcom oraz dłoni i palcom kolegi lub koleżanki. Zegnij i wyprostuj palce oraz kciuk. Spróbuj zrozumieć, które mięśnie i ścięgna poruszają się, gdy to robisz.
3. Spójrz na poniższe zdjęcie.



Ilustracja 4

↑ Dłoń używająca bionicznej dłoni

Dlaczego palec wskazujący nie działa dobrze?

---



---



---

4. Wymień się opiniami z kolegami i koleżankami na temat roli każdego z materiałów użytych do zbudowania bionicznej dłoni, takich jak słomki i gumki. Porównaj ich funkcję z rolą mięśni i ścięgien we własnej dłoni. Zapisz swoje przemyślenia i wnioski.

---



---



---

## → ZADANIE 3. PRZETESTUJ SWOJĄ BIONICZNĄ DŁOŃ

W tym zadaniu wykonasz przy użyciu bionicznej dłoni różne czynności i przetestujesz jej działanie w różnych sytuacjach.

### *Materiały i narzędzia*

- taśma malarska lub rękawiczka jednorazowa
- ołówek

### *Pytania i polecenia*

1. Przeanalizuj ze swoją grupą poniższe pytania. Zastanówcie się nad odpowiedziami. Zapisz je.

1.1. Jakie przedmioty jesteś w stanie podnieść za pomocą swojej bionicznej dłoni?

---

---

1.2. Co by się stało, gdybyś dodał/dodała więcej palców?

---

---

1.3. Co by się stało, gdybyś odjął/odjęła jeden palec?

---

---

1.4. Dlaczego tak trudno jest chwycić pewne przedmioty za pomocą bionicznej dłoni?

---

---



## 2. Wykonaj kolejne ćwiczenie.

Zegnij kciuk w kierunku wnętrza dłoni. Owiń dłoń razem z kciukiem taśmą malarską, aby go unieruchomić. Jeśli wolisz, możesz w tym celu włożyć rękawiczkę, trzymając kciuk w zgiętej pozycji. Teraz spróbuj wykonać kilka dowolnych codziennych czynności bez używania kciuka i odpowiedz na pytania.

2.1. Czy według ciebie będziesz w stanie zawiązać buty, zapiąć koszulę lub zacisnąć pasek?

---

---

---

2.2. Spróbuj utrzymać w dłoni ołówek. Czy jest do dla ciebie łatwe? Jak myślisz, czy udałoby ci się złapać piłkę?

---

---

---

2.3. Czy potrafisz wyjaśnić, dlaczego kciuk jest ważny?

---

---

---

3. Wyobraź sobie, że jesteś astronautką/astronautą na Księżycu. Do czego mogłabyś/mógłbyś użyć prawdziwej bionicznej dłoni?

---

---

---

---

---





## → PRZYDATNE LINKI

### Materiały ESA

- materiały do konkursu Moon Camp:  
[http://www.esa.int/Education/Moon\\_Camp](http://www.esa.int/Education/Moon_Camp)
- animacje dotyczące eksploracji Księżyca:  
[http://www.esa.int/Education/Moon\\_Camp/Working\\_on\\_the\\_Moon](http://www.esa.int/Education/Moon_Camp/Working_on_the_Moon)
- materiały dydaktyczne:  
[http://www.esa.int/Education/Teachers\\_Corner/Teach\\_with\\_space3](http://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Teach_with_space3)
- ESA Kids – materiały dla dzieci:  
<http://www.esa.int/kids/en/home>

### Programy i projekty kosmiczne ESA

- automatyka i robotyka:  
[http://www.esa.int/Enabling\\_Support/Space\\_Engineering\\_Technology/Automation\\_and\\_Robotics/Automation\\_Robotics](http://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/Automation_and_Robotics/Automation_Robotics)
- telerobotyka i haptyka:  
<http://www.esa-telerobotics.net/>
- DEXHAND – wielopalcowa robotyczna dłoń zaprojektowana do obsługi orbitalnej w przestrzeni kosmicznej:  
[https://www.dlr.de/rm/en/desktopdefault.aspx/tabid-11669/20391\\_read-47708/](https://www.dlr.de/rm/en/desktopdefault.aspx/tabid-11669/20391_read-47708/)
- sterownik ręczny:  
[http://www.esa.int/Enabling\\_Support/Space\\_Engineering\\_Technology/Hand\\_Controller\\_Device](http://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/Hand_Controller_Device)
- projekt Moon Village: stałej bazy na Księżycu  
[https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Videos/2016/03/Moon\\_Village2](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2016/03/Moon_Village2)

### Dodatkowe informacje

- superdłoń Sophie – proteza ręki wydrukowana w technologii 3D:  
<https://vimeo.com/151718118>
- artykuł o tym, jak mechaniczne ramię używane w przestrzeni kosmicznej stało się inspiracją dla rozwiązań w zakresie technologii wykorzystywanej w chirurgii na Ziemi:  
<https://www.space.com/39899-space-robotic-arm-inspires-surgery-tool.html>

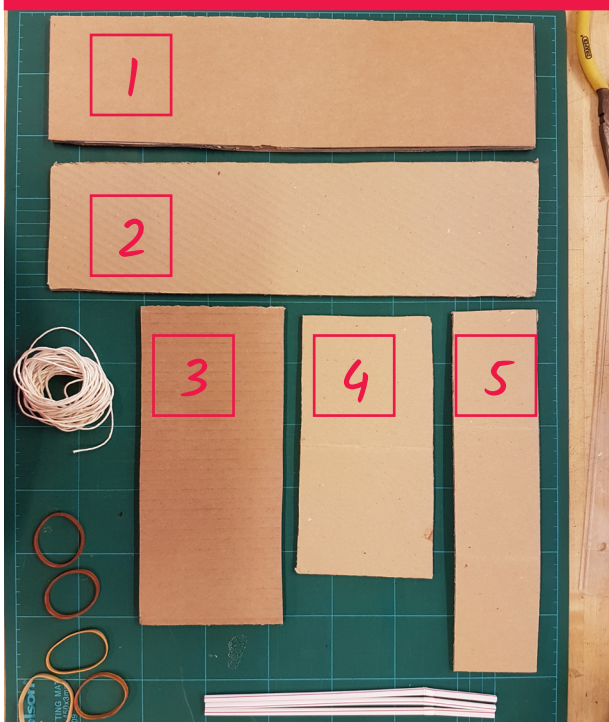


## → ZAŁĄCZNIK

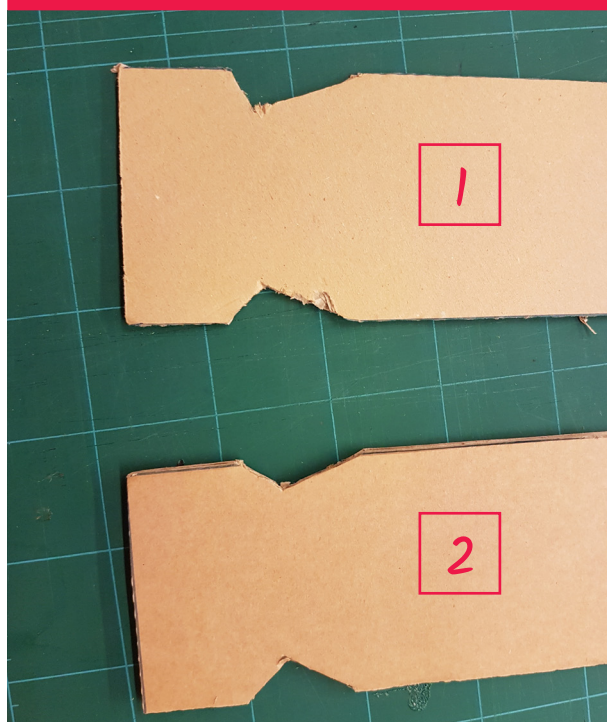
### Instrukcja budowy bionicznej dłoni

Upewnijcie się, że macie wszystkie niezbędne materiały i narzędzia (ilustracja 1). Wytnijcie z tektury dwa równe duże prostokąty (oznaczone 1 i 2). Powinny mieć mniej więcej długość przedramienia i szerokość dłoni. Przy jednym końcu każdego z prostokątów wytnijcie w obu dłuższych przeciwległych bokach po symetrycznym trójkącie (ilustracja 2).

Ilustracja 1

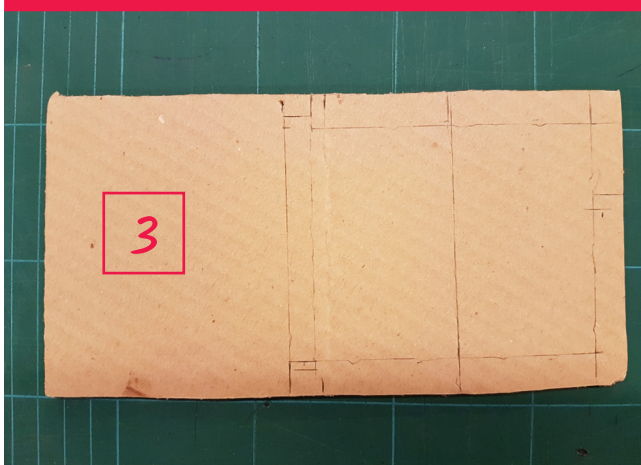


Ilustracja 2

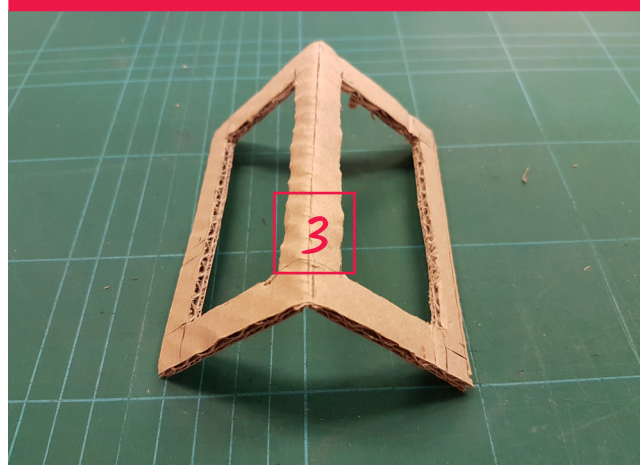


Wytnijcie element 3, który posłuży do zbudowania uchwytu. Narysujcie na nim ołówkiem ramkę i okna, jak pokazano na ilustracji 3, a następnie wytnijcie okna według ilustracji 4.

Ilustracja 3



Ilustracja 4





Teraz skonstruujcie palce. Potnijcie element 5 (ilustracja 1) na cztery paski, jak pokazano na ilustracji 5. Zaokrąglicie je nożyczkami z jednego końca (ilustracja 6). Możecie też wykonać pięć pasków w zależności od tego, jaką liczbę palców ma mieć wasza dłoń.

Ilustracja 5



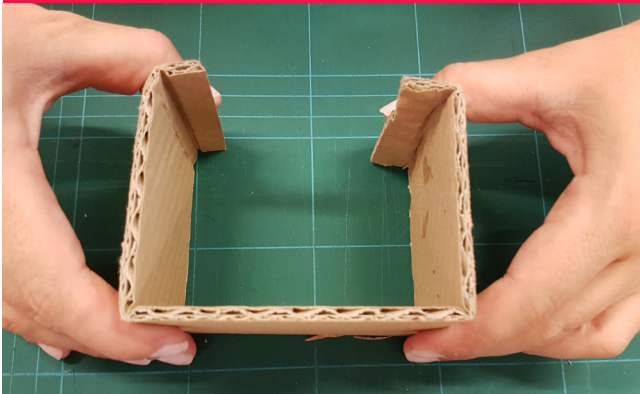
Ilustracja 6



Użyjcie elementu 4 (ilustracja 1) do wykonania podpory ramienia – zagnijcie element cztery razy, jak pokazano na ilustracji 7. Zagięta podpora powinna mieć taką samą szerokość jak elementy 1 i 2.

Za pomocą kleju na gorąco przyklejcie podporę ramienia do nienaciętego końca jednego z prostokątnych elementów (1). Przyklejcie drugi taki sam prostokątny element (2) do spodu elementu 1, aby uformować przedramię (ilustracje 8–11). Przyklejcie klejem na gorąco wykonane wcześniej palce do naciętych końców sklejonych prostokątnych elementów tworzących przedramię (ilustracja 12).

Ilustracja 7



Ilustracja 8



Ilustracja 9



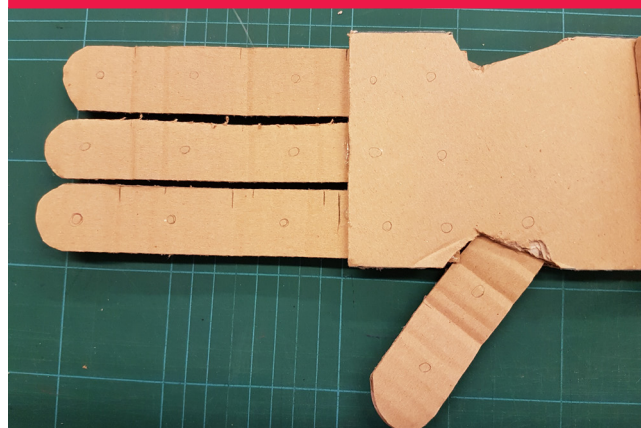
Ilustracja 10



*Ilustracja 11*



*Ilustracja 12*

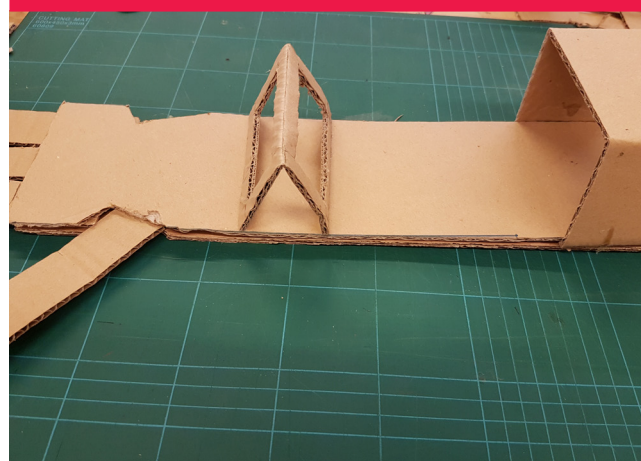


Przyklejcie do przedramienia uchwyt (ilustracje 13–14).

*Ilustracja 13*

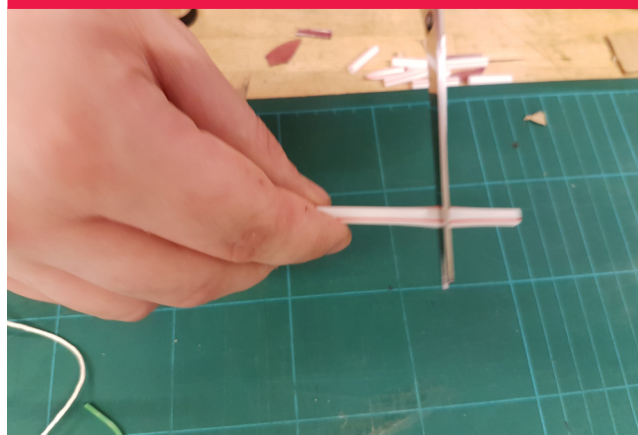


*Ilustracja 14*



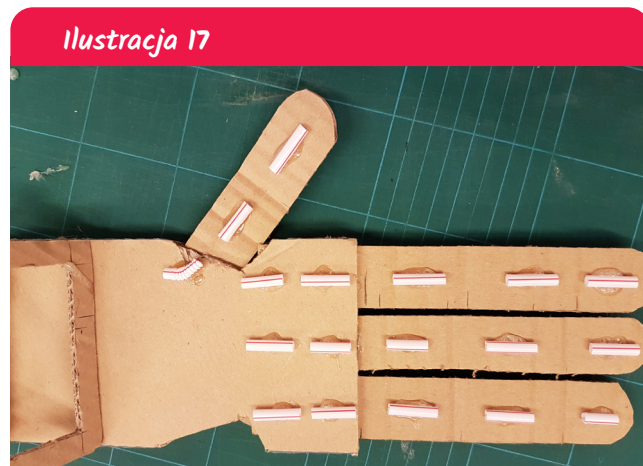
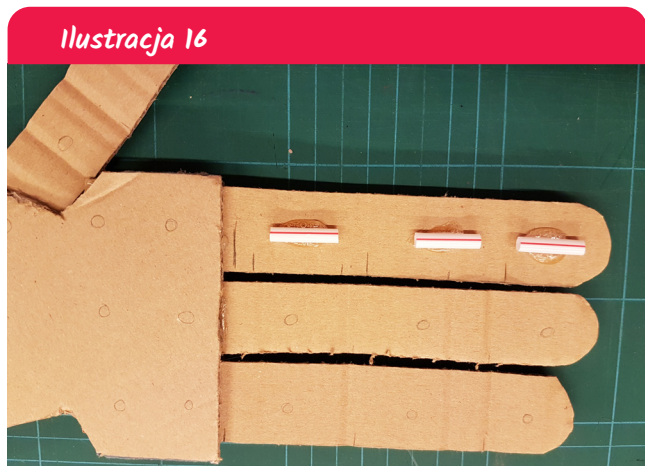
Potnijcie słomki na małe kawałki, jak pokazano na ilustracji 15.

*Ilustracja 15*





Przyklejcie je wzdłuż palców, jak pokazano na ilustracjach 16 i 17.



Odetnijcie ze sznurka kawałek sięgający od końca długiego palca do uchwytu. Zawiążcie na jego jednym końcu na tyle duży węzeł, aby nie dało się go przeciągnąć przez słomkę. Włóżcie drugi koniec sznurka w słomkę na końcu palca i przeciągnijcie go przez wszystkie słomki na tym palcu (ilustracja 18).



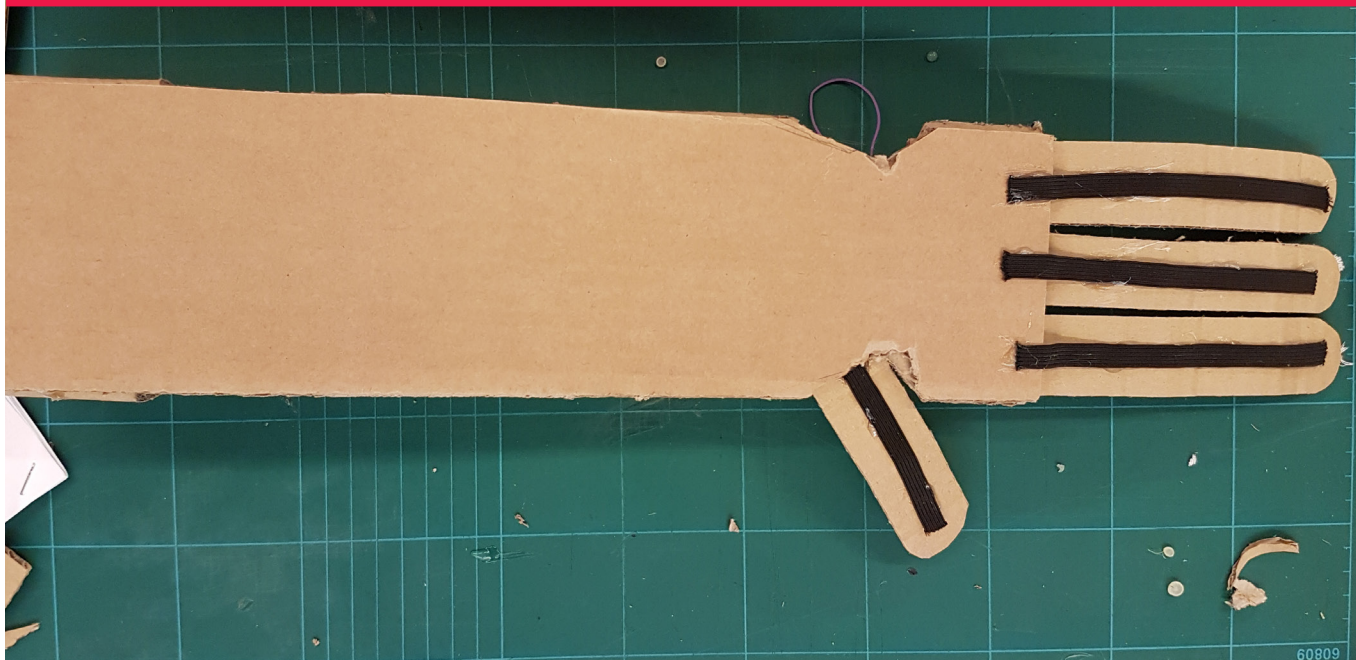
Na końcu sznurka zawiążcie cienką gumkę rezepturkę, jak pokazano na ilustracji 19. Powtórzcie te czynności dla wszystkich palców (ilustracja 20).





Na koniec rozetnijcie grube gumki i przyklejcie po jednej do każdego z palców z drugiej strony dłoni (ilustracja 21). Pomoże to stworzyć pewien opór podczas poruszania dłonią. Wasz model bionicznej dłoni jest gotowy (ilustracja 22).

Ilustracja 21



Ilustracja 22

