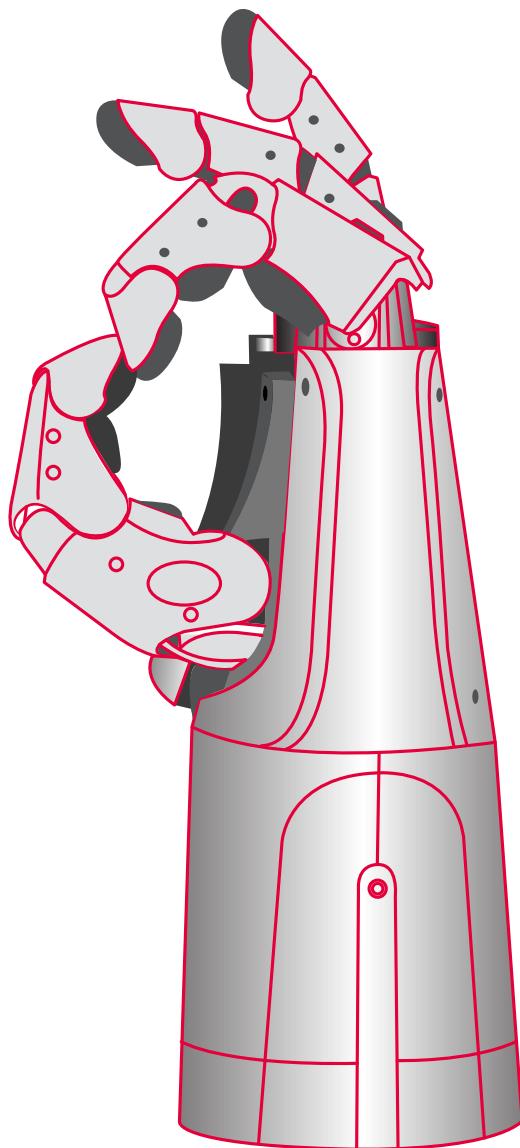
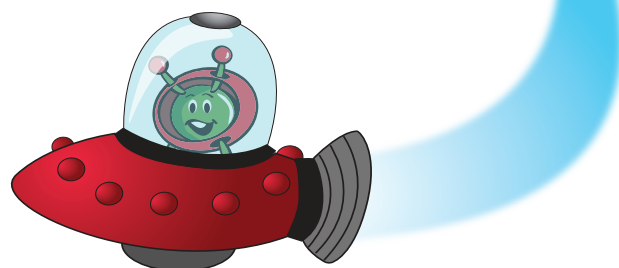


# teach with space

## → BIONINEN KÄSI

*Bionisen käden valmistus*



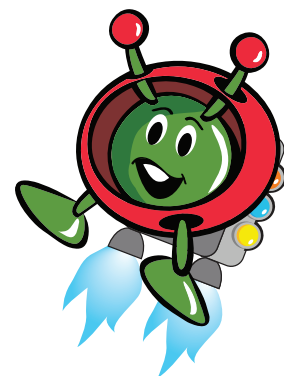


|                                            |         |
|--------------------------------------------|---------|
| Perustiedot                                | sivu 3  |
| Tehtävien yhteenveto                       | sivu 4  |
| Tehtävä 1: Mitä käden sisällä on?          | sivu 6  |
| Tehtävä 2: Bionisen käden valmistus        | sivu 7  |
| Tehtävä 3: Testaa tekemääsi bionista kättä | sivu 8  |
| Yhteenveto                                 | sivu 9  |
| Oppilaan työkirja                          | sivu 10 |
| Linkit                                     | sivu 17 |
| Liite                                      | sivu 18 |

teach with space – bioninen käsi | PR34  
[www.esa.int/education](http://www.esa.int/education)

ESA:n koulutusvirasto ottaa mielellään vastaan palautetta ja kommentteja, jotka voi lähettää osoitteeseen [teachers@esa.int](mailto:teachers@esa.int)

ESA:n koulutustuotanto yhteistyössä ESERO Portugalin kanssa  
Copyright © European Space Agency 2018



## → BIONINEN KÄSI

### Bionisen käden valmistus

#### Perustiedot

**Oppiaine:** luonnontiede, kuvaamataito

**Ikäryhmä:** 8–12 vuotta

**Tyyppi:** oppilaan tehtävä

**Vaikeusaste:** helppo/keskitaso

**Oppitunnin pituus:** 60–90 minuuttia

**Kustannukset/luokka:** alhaiset (0–10 euroa)

**Paikka:** luokkahuone

**Tehtävässä käytetään** askartelutarvikkeita (pahvia, askarteluveitsiä, liimapistoolia)

**Avainsanat:** luonnontiede, kuvaamataito, kuu, bioniikka, robotiikka, ihmisen keho

#### Lyhyt kuvaus

Tässä tehtävässä oppilaat valmistavat bionisen käden pahvista, naruista, pilleistä ja kuminauhoista. He vertailevat bionista kättä omaan käteensä ymmärtääkseen sormien tehtävän ja peukalon tärkeän merkityksen erimuotoisiin esineisiin tarttumisessa ja niiden pitelemisessä. Oppilaat oppivat myös, että ihmisen kättä ei voisi liikuttaa, jos se koostuisi pelkästään luista. Oppilaat ymmärtävät, miten luut, lihakset, jänneet ja nivelsiteet toimivat vertaamalla niitä materiaaleihin, joita bionisessa kädessä käytetään sormien liikutteluun.

Tämän tehtävän suorittaminen kestää 60–90 minuuttia oppilaiden iän mukaan. Tätä resurssia voi kuitenkin käyttää myös luokkaprojektin osana, sillä se kattaa muitakin oppiaineita, kuten kuvaamataito, kielet ja ihmisen keho.

#### Oppimistavoitteet

- Ymmärretään, miten ihmisen käsi toimii.
- Opitaan, että luonnontieteessä ja lääketieteessä käytetään bionisia proteeseja korvaamaan sellaisia ihmisen kehon osia, jotka eivät toimi kunnolla tai puuttuvat.
- Opitaan, että tutkijat käyttävät ihmisen kehoa työkalujen valmistuksen inspiraationa, esimerkiksi kädet ja käsivarret vihamielisissä ympäristöissä, kuten avaruudessa tai valtameren syvyyksissä.
- Tutkitaan ja testataan ideoita rakentaen ryhmätyönä yksinkertainen koneisto (bioninen käsi).

#### Terveys ja turvallisuus

Opettajien tulee auttaa oppilaita pahvin leikkaamisessa.

Opettajien tulee auttaa oppilaita kuumaliimapistoolin käsittelyssä, sillä liima voi olla haitallista iholle ja aiheuttaa palovammoja.



## → Tehtävien yhteenveto

| tehtävä | otsikko                         | kuvaus                                                           | toteutus                                                                                     | vaatimukset              | aika            |
|---------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------|
| 1       | Mitä käden sisällä on?          | Oppilaat tutkivat ihmisen kättä.                                 | Oppilaat oppivat luiden, lihasten ja jänteiden tehtävistä ihmisen kädessä.                   | –                        | 15 minuuttia    |
| 2       | Bionisen käden valmistus        | Oppilaat valmistavat bionisen käden.                             | Oppilaat rakentavat yksinkertaisen koneiston ja yhdistävät sen toiminnan ihmisen käteen.     | Tehtävän 1 suorittaminen | 30–60 minuuttia |
| 3       | Testaa tekemääsi bionista kättä | Oppilaat testaavat bionista kättä suorittaen erilaisia tehtäviä. | Oppilaat ymmärtävät bionisen käden eri osien merkityksen ja yhdistävät asian omaan käteensä. | Tehtävän 2 suorittaminen | 15 minuuttia    |

## → Johdanto

Bioniikka on luonnon rakenteiden ja käsitteiden soveltamista järjestelmien ja teknologian kehittämiseen. Lääketieteessä bioniikan avulla voidaan korvata tai parantaa elimiä tai muita kehon osia ihmisen rakentamalla

versioilla. Esimerkiksi bionisten proteesien avulla vammautuneet henkilöt voivat saada takaisin joitakin kykyjä. Toinen esimerkki bioniikasta ovat humanoidirobotit, jotka imitoivat ihmisen ulkomuotoa ja toimintaa.

Humanoidirobotteja esitetään korvaamaan ihmisiä vaarallisissa töissä, jotka voivat aiheuttaa henkilövahinkoja tai kuoleman. Avaruus on todennäköisesti yksi vaarallisimmista ja vahingoittavimmista ympäristöistä, ja monia robotteja käytetäänkin jo avaruuden tutkimuksessa ja hyödyntämisessä.



Kuva 1

↑ ESA:n DEXHAND, joka on kehitetty robotiikan ja mekatroniikan DLR-instituutissa

Arvellaan, että lähitulevaisuudessa astronautti- ja humanoidirobottimiehistöt

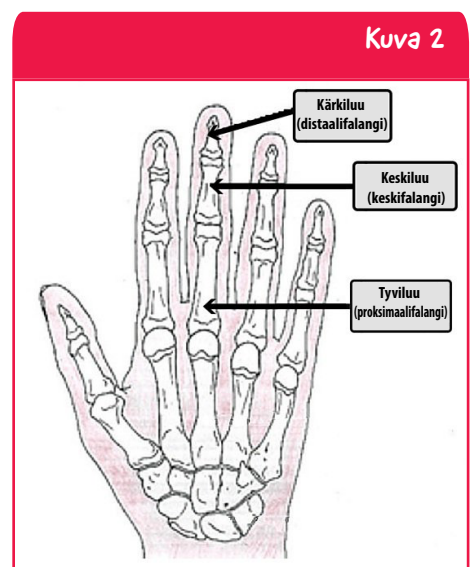
työskentelevät yhdessä avaruuden hyödyntämiseksi. Erittäin todennäköisesti kummatkin heistä tulevat käyttämään bionisia käsiä. Bionisen käden avulla robotti pystyy käsittelemään ihmisen käyttöön tarkoitettuja esineitä. Astronaueteille on hyötyä bionisesta kädestä, koska esineiden käsittely avaruuden tyhjiössä avaruuspuvun käsineiden läpi on hyvin rasittavaa. ESA on kehittänyt bionisen käden nimeltä DEXHAND, jota robotit ja mahdollisesti myös astronautit voivat käyttää (kuva 1).

Ennen kuin aloitamme bionisen käden valmistamisen, selvitämme, miten ihmisen käsi toimii.

## Ihmisen käsi

Ihmisen käsi on rakenteeltaan hyvin monimutkainen. Se sisältää 27 luuta ja 34 lihasta sekä paljon jänteitä, nivelsiteitä, hermoja ja verisuonia, jotka kaikki ovat ohuen ihokerroksen peitossa. Jokainen sormi sisältää kolme luuta (falangia), jotka on nimetty sen perusteella, mikä niiden etäisyys kämmeneen on: tyviluu (proksimaalifalangi), keskiluu (keskifalangi) ja kärkiluu (distaalifalangi).

Jänteet yhdistävät lihakset luihin, ja nivelsiteet liittävät luut toisiinsa. Jänteet, jotka auttavat meitä liikuttamaan sormia, ovat kiinnittyneet kämmenpuolella näkyviin 17 lihakseen sekä kyynärvarressa sijaitseviin 18 lihakseen. Koukistajalihas ja ojentajalihas suorittavat sormien kaksi tärkeintä toimintoa – edellinen sormien taivuttamisen ja jälkimmäinen suoristamisen. Koukistajat yhdistyvät kyynärvarren alapuolelle, ja ojentajat liittyvät kyynärvarren yläpuolelle.



Kuva 2

↑ Ihmisen käden luut

## → Tehtävä 1: Mitä käden sisällä on?

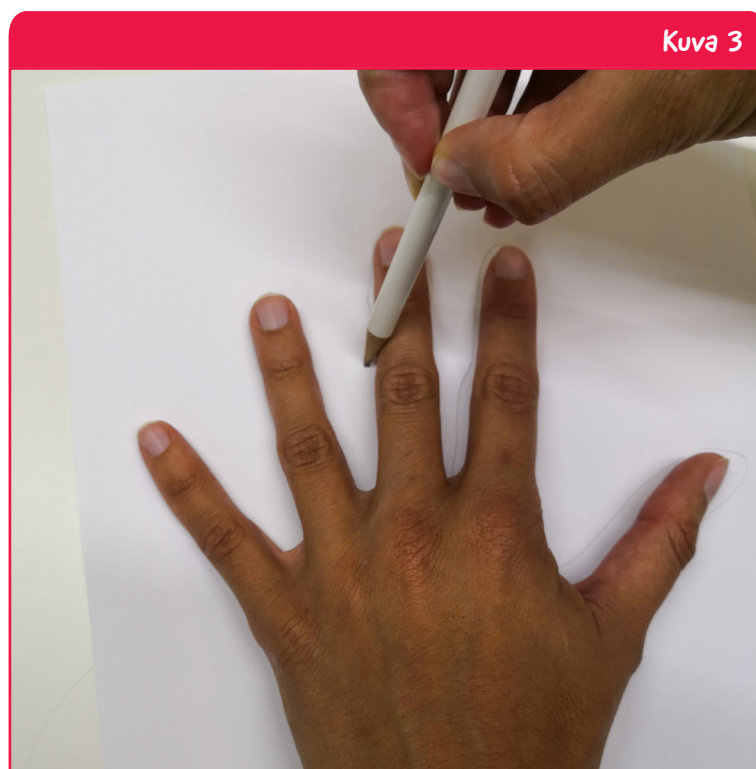
Tässä tehtävässä oppilaat tutkivat ihmisen kättä sekä luiden, lihasten ja jänteiden tehtävää.

### Välineet

- Jokaiselle oppilaalle tulostettu oppilaan työkirja
- Lyijykynä

### Harjoitustehtävä

1. Oppilaat piirtävät oman kätensä ääri viivat paperille tai työkirjaan kuvan 3 esimerkin mukaisesti.



↑ Oppilas tekemässä tehtävää.

2. Oppilaiden tulee verrata piirustustaan ihmisen käden röntgenkuvasta otettuun valokuvaan ja piirtää käden luut piirustukseensa.
3. Oppilaiden pitää tunnistaa sormien luut ja kirjoittaa niiden nimet piirustukseen.
4. Oppilaat tutkivat kättään ja kuvailevat sisäisiä rakenteita, joiden avulla käsi liikkuu. Keskustele oppilaiden kanssa ihon, lihasten ja jänteiden tärkeästä tehtävästä. Näitä asioita tutkitaan lisää, kun oppilaat valmistavat bionisen käden tehtävässä 2.

## → Tehtävä 2 – Bionisen käden valmistus

Tässä tehtävässä opitaan, mikä bioninen käsi on ja miten se toimii. Oppilaat valmistavat ryhmätyönä bionisen käden pahvista. Ohjeet on annettu liitteessä.

### Välineet

- Pahvi
- Kalvotippiä
- Liimaa
- Sakset
- Narua
- Kuminauhoja (ohuita ja paksuja)
- Pillejä
- Jokaiselle oppilaalle tulostettu oppilaan työkirja tai yksi työkirja kullekin ryhmälle

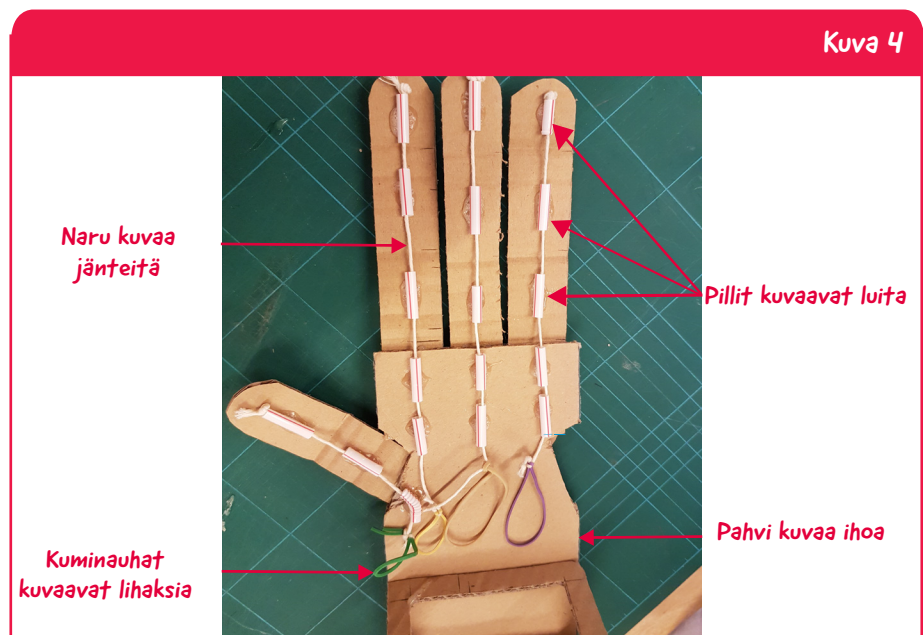
### Harjoitustehtävä

Tämä tehtävä on suunniteltu tehtäväksi ryhmätyönä. Jaa oppilaat 2–3 oppilaan ryhmiin.

Anna jokaiselle ryhmälle bionisen käden mallin valmistuksessa tarvittavat materiaalit. Bionisen käden yksityiskohtaiset valmistusohjeet on annettu liitteessä 1. Jaa ohjeet tai heijasta ne valkokankaalle koko luokan nähtäväksi. Oppilaiden iän mukaan he voivat tarvita apua leikkaamisessa ja liimaamisessa. Bionisen käden kokoamisen helpottamiseksi pahvin sijasta voi käyttää myös kartonkia.

Kun käsi on valmis, pyydä oppilaita testaamaan tekemäänsä kättä oman kätensä liikkeitä mukaillen. Oppilaiden on keskusteltava oman kätensä ja tekemänsä bionisen käden välisistä eroista ja samankaltaisuuksista ja merkittävä muistiin ajatuksensa.

Lisäksi oppilaiden tulee verrata omaa kättään ja sormiaan luokkatoverinsa käteen ja sormiin ja miettiä, mitä tapahtuu, kun he taivuttavat ja ojentavat sormia (kiinnittäen erityistä huomiota peukaloon).



↑ Oppilaat tekemässä tehtävää.

Kysymysten 6 ja 7 tarkoitus on auttaa oppilaita ymmärtämään ihmisen käden jänteiden ja lihasten tehtävä. Lisäksi oppilaiden pitää verrata pillien, narujen ja kuminauhon tehtävää oman kätensä lihasten ja jänteiden tehtävään (kuva 4).



## → Tehtävä 3 – Bionisen käden testaaminen

Tässä tehtävässä oppilaat tekevät erilaisia tehtäviä valmistamallaan bionisella kädellä ja yhdistävät bionisen käden liikkeit oman kätensä liikkeisiin.

### Välineet

- Jokaiselle oppilaalle tulostettu oppilaan työkirja
- Lyijykynä

### Harjoitustehtävä

Jaa oppilaan työkirjat. Valvo oppilaita testien aikana. Tässä harjoitustehtävässä tavoitteena on, että oppilaat pystyvät päättämään, mitkä parametrit ja rakenteet vaikuttavat käden toimintaan (esim. kuinka monta sormiluuta, miten sormet taivutuvat, kuinka monta sormea jne.). Opasta oppilaita vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

1. Mitä esineitä pystyt poimimaan robottikädelläsi?
2. Mitä tapahtuisi, jos lisäisit sormia?
3. Mitä tapahtuisi, jos poistaisit yhden sormen?
4. Miksi robottikädellä on vaikea poimia tiettyjä esineitä?





## → Yhteenveto

Nämä tehtävät perustuvat luonnontieteiden tutkimukselliseen opetukseen (Inquiry-based Science Education, IBSE). Kurssin ja oppilaiden iän mukaan tehtävät voidaan tehdä yksittäisinä moduuleina tai integroituina luokkaprojektiin. Esimerkki kolmen (tai useamman) luokan luokkaprojektista: Oppilaita pyydetään tutkimaan omatoimisesti ihmisen käden toimintaa sekä luiden, lihasten ja jänteiden tehtävää Internetin, videoiden, valokuvien tai muiden resurssien avulla. Valmistetaan bioninen käsi. Oppilaat viedään projektin päätteeksi luontomuseoon, jossa he näkevät ihmisen käden ja eläinten tassujen/käpäliden välisiä eroja.

Voit jatkaa tämän aiheen käsittelyä kehittämällä sitä ja liittämällä sen muihin Moon Camp -sarjan tehtäviin, jotka ovat Robottikäsi ja Ihmisen keho. Jos halutaan suorittaa täydellisempi ihmisen kehoa käsittelevä projekti, oppilaat voivat osallistua myös tehtävään Mission X – treenaa kuten astronautti.

## → Tehtävä 1: Mitä käden sisällä on?

Tässä tehtävässä tutkit omaa kättäsi.

### Harjoitustehtävä

1. Piirrä kätesi ääriiviivat ruudun sisälle.

2. Vertaa piirustustasi alla olevaan valokuvaan ihmisen käden röntgenkuvasta. Piirrä luut käden ääriveriivojen sisälle.



↑ Ihmisen käden röntgenkuva

3. Merkitse piirustukseen, mitkä luut vastaavat sormien luita ja kirjoita niiden nimet.
4. Tutki kättäsi. Löydätkö kädestäsi muita rakenteita kuin luut?

---

---

---

---

---

---

## → Tehtävä 2: Bionisen käden valmistus

Tässä tehtävässä valmistat bionisen käden ja opit ymmärtämään, miten se toimii.

### Välineet

- Pahvi
- Kalvotippiä
- Liimaa
- Sakset
- Narua
- Kuminauhoja (ohuita ja paksuja)
- Pillejä

### Tiesitkö, että...

Arvellaan, että lähitulevaisuudessa astronautti- ja humanoidirobottimiehistöt työskentelevät yhdessä avaruuden hyödyntämiseksi. Erittäin todennäköisesti kummatkin heistä tulevat käyttämään bionisia käsiä. Bionisen käden avulla robotti pystyy käsittelemään ihmisen käyttöön tarkoitettuja esineitä. Astronauuteille on hyötyä bionisesta kädestä, koska esineiden käsittely avaruuden tyhjiössä avaruuspuvun käsinen läpi on hyvin rasittavaa.



### Harjoitustehtävä

1. Käy läpi välineluettelo ja varmista, että sinulla on kaikki tarvittavat materiaalit bionisen käden valmistamiseen.
2. Noudata opettajan ohjeita. Valmista bionisen käden malli.
3. Havainnoi, miten sormet liikkuvat. Katso tarkasti peukaloa.
4. Mallin pitää olla samanlainen kuin kuvassa A3. Vertaa bionista kättä omaan käteesi. Keskustele eroista ja samankaltaisuuksista luokkatovereidesi kanssa. Kirjoita ajatukset muistiin seuraavalle sivulle.

Kuva A3



↑ Pahvista valmistettu bioninen käsi

Kuva A4

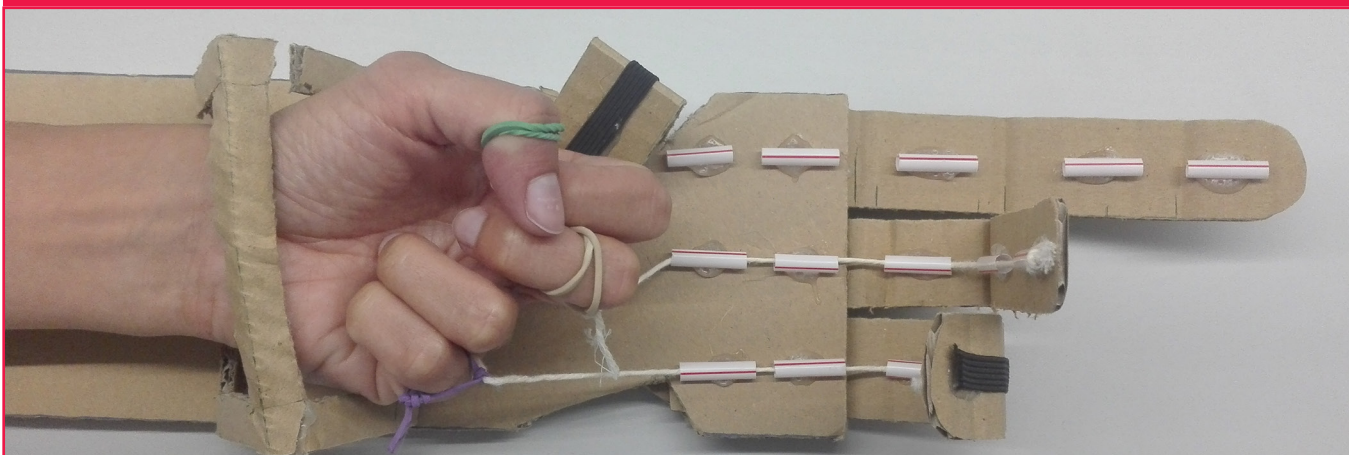


↑ Tämän bionisen käden mallina käytetty käsi (sama mittakaava)

5. Tarkastele omaa kättäsi ja sormiasi ja/tai jonkin luokkatoverisi kättä ja sormia. Taivuta ja ojenna sormia ja peukaloa. Yritä saada selville, mitkä lihakset ja jänteet liikkuvat tätä tehdessäsi.

6. Tarkastele alla olevaa valokuvaa:

Kuva A5



↑ Bionista kättä käyttävä käsi.

Miksi etusormi ei toimi hyvin?

7. Keskustele luokkatoveriesi kanssa bionisen käden valmistuksessa käytettyjen materiaalien, esimerkiksi pillien ja kuminauhojen, tehtävästä ja vertaa niiden tehtävää oman kätesi lihasten ja jänteiden tehtävään. Kirjoita ylös ajatuksesi ja johtopäätöksesi.

## → Tehtävä 3: Testaa tekemääsi bionista kättä

Tässä tehtävässä teet erilaisia tehtäviä valmistamallasi bionisella kädellä ja testaat sen toimintaa eri tilanteissa.

### Harjoitustehtävä

1. Etsikää ryhmässä vastaukset seuraaviin kysymyksiin. Kirjoita vastaukset alla olevaan tilaan:
  - a. Mitä esineitä pystyt poimimaan bionisella kädellä?

---

---

---

---

- b. Mitä tapahtuisi, jos lisäisit sormia?

---

---

---

---

- c. Mitä tapahtuisi, jos poistaisit yhden sormen?

---

---

---

---

- d. Miksi robottikädellä on vaikea poimia tiettyjä esineitä?

---

---

---

---

## 2. Kokeile nyt seuraavaa harjoitusta:

Taivuta peukaloasi kohti kämmentä. Kierrä maalarinteippiä kätesi ympärille siten, että peukalo ei pääse liikkumaan. Voit myös laittaa käsineen käteen ja piilottaa peukalosi käsineen sisään. Yritä nyt tehdä joitakin jokapäiväisiä toimia peukaloa käyttämättä.

a. Luuletko, että pystyt solmimaan kengännauhat, napittamaan paidan/villatakin tai kiristämään vyötä?

---

---

---

---

b. Yritä pitää kädessäsi lyijykynää. Onko se helppoa? Luuletko, että saat kopin pallosta?

---

---

---

---

c. Osaatko selittää, miksi peukalo on tärkeä?

---

---

---

---

## 3. Kuvittele nyt olevasi astronautti Kuussa. Mihin tarkoitukseen voisit käyttää bionista kättä?

---

---

---

---



## → LINKIT

### ESA:n resurssit

Moon Camp -haaste

[esa.int/Education/Moon\\_Camp](http://esa.int/Education/Moon_Camp)

Kuuaiheisia animaatioita Kuun tutkimusmatkalta

[esa.int/Education/Moon\\_Camp/Working\\_on\\_the\\_Moon](http://esa.int/Education/Moon_Camp/Working_on_the_Moon)

ESA:n luokkaopetusresurssit

[esa.int/Education/Classroom\\_resources](http://esa.int/Education/Classroom_resources)

ESA Lapset

[esa.int/esaKIDSen](http://esa.int/esaKIDSen)

### ESA:n avaruusprojektit

ESA:n automaatio ja robotiikka: [www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Engineering\\_Technology/Automation\\_and\\_Robotics/Automation\\_Robotics](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Automation_and_Robotics/Automation_Robotics)

ESA:n telerobotiikka- ja haptiikkalaboratorio: [www.esa-telerobotics.net/](http://www.esa-telerobotics.net/)

DEXHAND on monisorminen robottikäsi, joka on suunniteltu avaruuden kiertoradalle:

[www.dlr.de/rm/en/desktopdefault.aspx/tabid-11669/20391\\_read-47708/](http://www.dlr.de/rm/en/desktopdefault.aspx/tabid-11669/20391_read-47708/)

Käsiohjauslaite: [www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Engineering\\_Technology/Hand\\_Controller\\_Device](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Hand_Controller_Device)

Kuukylä: ihmisiä ja robotteja yhdessä Kuun pinnalla: [www.esa.int/About\\_Us/DG\\_s\\_news\\_and\\_views/Moon\\_Village\\_humans\\_and\\_robots\\_together\\_on\\_the\\_Moon](http://www.esa.int/About_Us/DG_s_news_and_views/Moon_Village_humans_and_robots_together_on_the_Moon)

### Lisätietoja

Sophien superkäsi, esimerkki 3D-tulostetusta proteesikädestä:

[www.vimeo.com/151718118](http://www.vimeo.com/151718118)

Miten avaruuden robottikäsivarsi inspiroi kirurgista tekniikkaa Maapallolla:

[www.space.com/39899-space-robotic-arm-inspires-surgery-tool.html](http://www.space.com/39899-space-robotic-arm-inspires-surgery-tool.html)

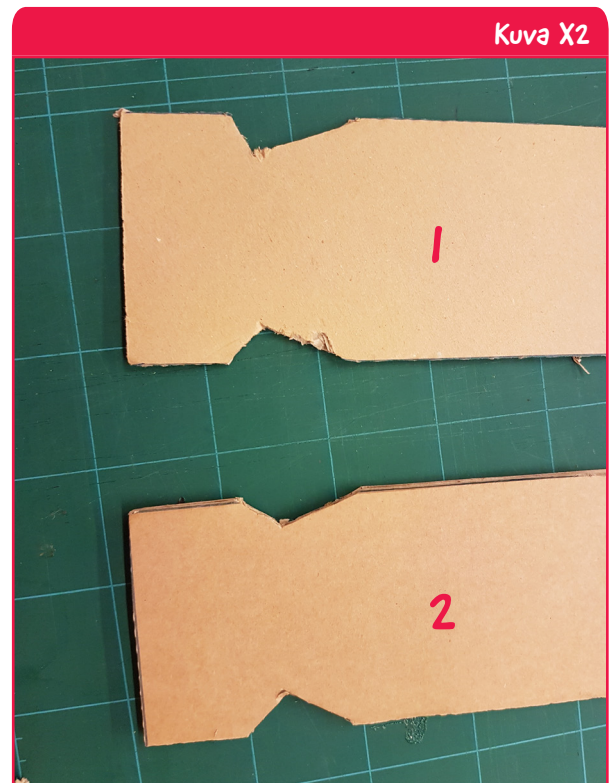
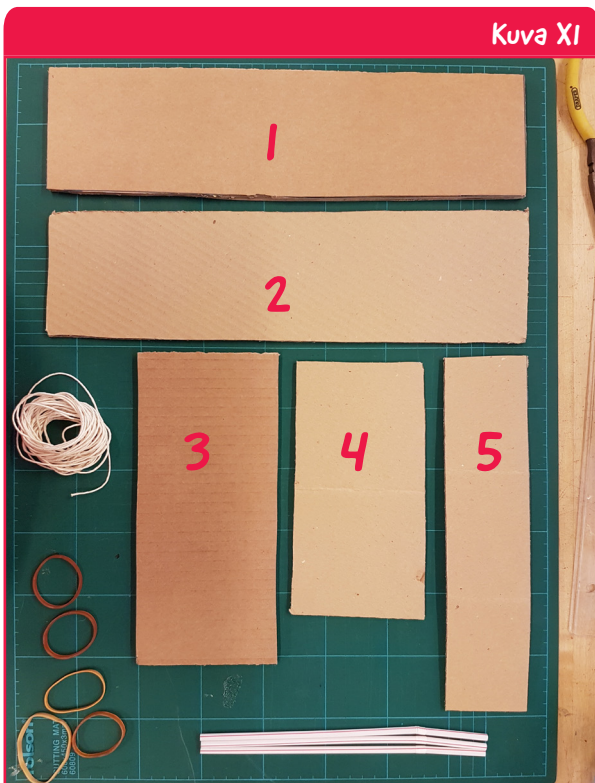


## → LIITE

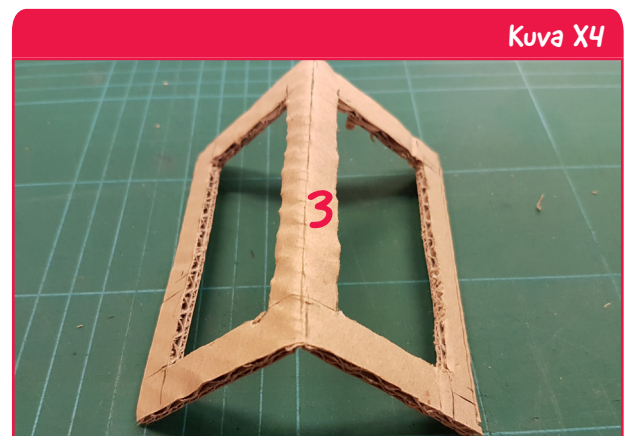
### Bionisen käden valmistusohjeet

Tarkista, että sinulla on kaikki tarvikkeet (kuva X1), joista on luettelo tehtävän 2 kohdalla.

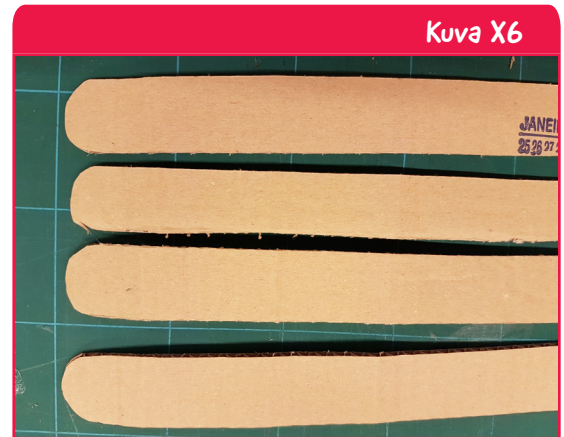
Leikkaa pahvista kaksi samankokoista suikaletta (osat 1 ja 2). Suikaleiden pitää olla niin pitkiä, että ne yltyvät suunnilleen kyynärvarteesi saakka ja leveydeltään kämmenesi levyisiä. Leikkaa kumpaankin suikaleeseen symmetriset kolmiot suikaleen toiseen päähän kummallekin puolelle (kuva X2).



Leikkaa osa 3, josta tulee kahva. Piirrä pahviin kuvan X3 mukaiset merkinnät mustekynällä tai lyijykynällä ja leikkaa suikale sen jälkeen kuvan X4 mukaisesti.

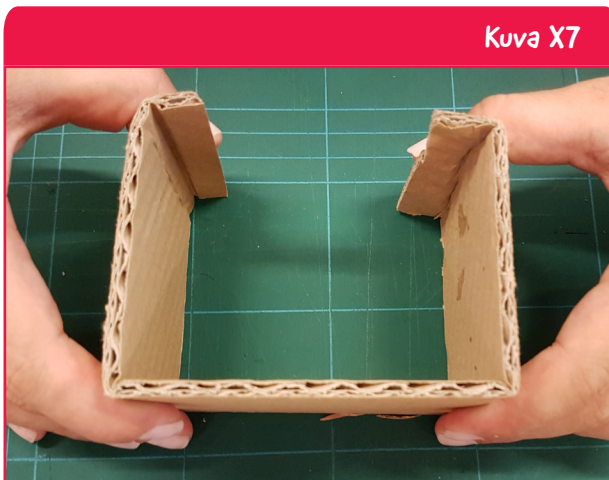


Seuraavaksi tehdään sormet. Leikkaa kuvan X1 osasta 5 neljä kuvan X5 mukaista pahvisuikaletta. Pyöristä suikaleiden toinen pää (kuva X6).

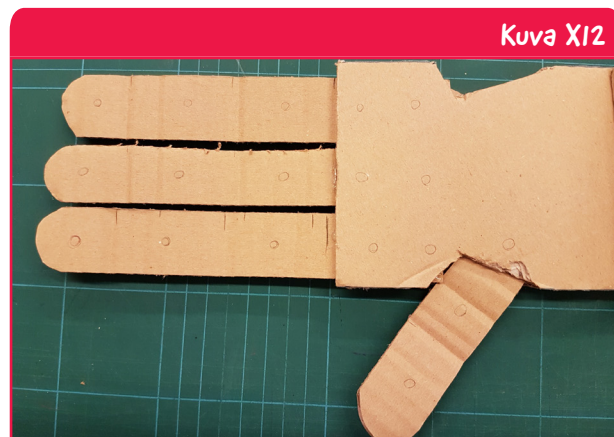


Tee käsivarsituki osasta 4 (kuva X1) ja taita se neljästä kohdasta kuvan X7 mukaisesti. Leveyden on oltava sama kuin osien 1 ja 2 leveys.

Kiinnitä käsivarsituki toisen ison suikaleen (osa 1) leikkaamattomaan päähän kuumaliimalla. Tee sitten kyynärvarsi liimaamalla osa 2 osan 1 alapuolelle (kuvat X8, X9, X10 ja X11).

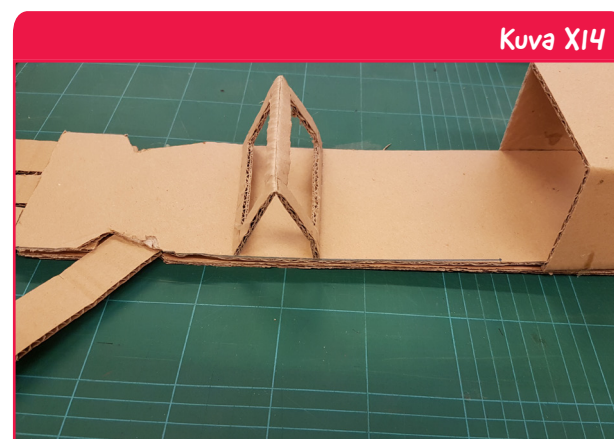




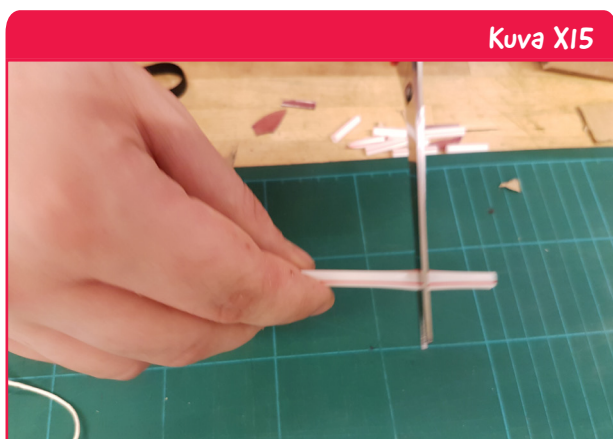


Kiinnitä aikaisemmin tekemäsi sormet kuumaliimalla käsivarren leikattuihin päihin (kuva X12).

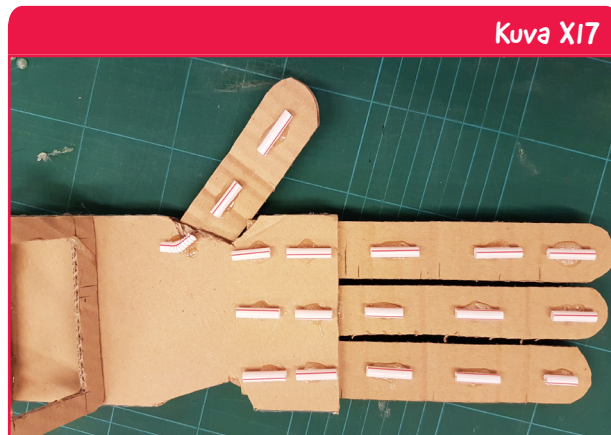
Liimaa kahva käsivarteen (kuvat X13 ja X14).



Leikkaa pillit pieniin osiin kuvan X15 mukaisesti. Tee sormet valmiiksi kuvien X16 ja X17 mukaisesti.



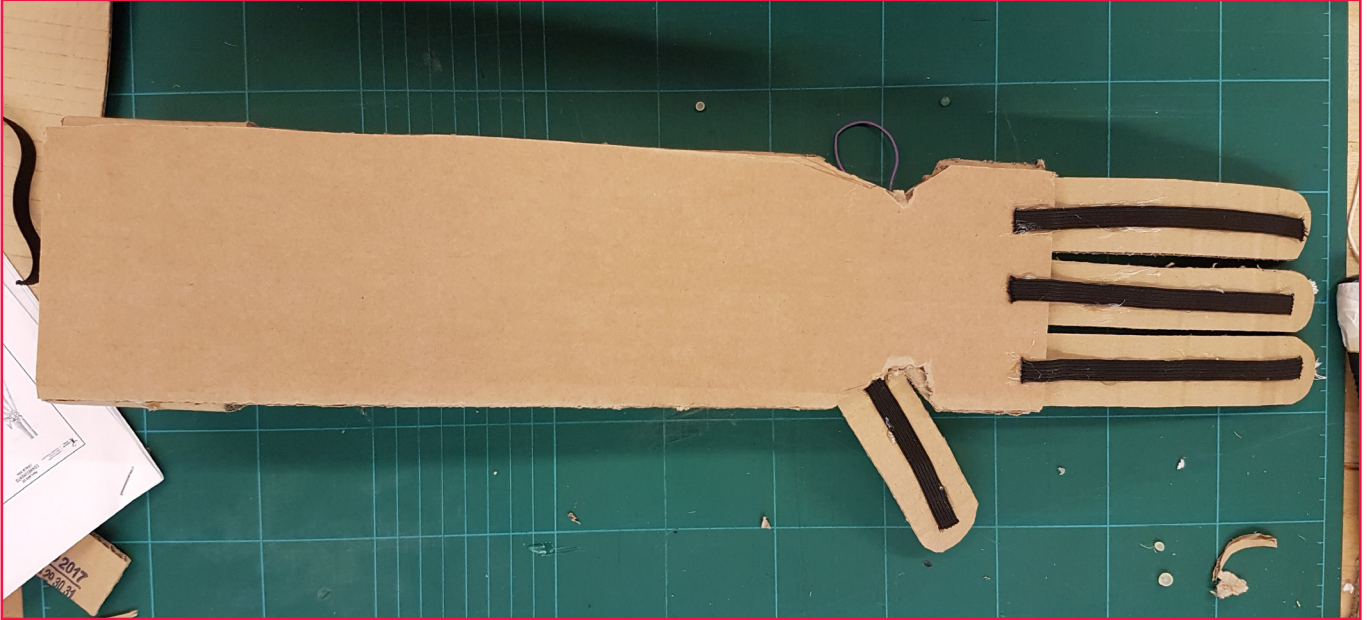
Tee nyt naruun niin iso solmu, että naru ei mene pillin läpi. Pujota naru yhden sormen kaikkien pillinpalojen läpi (kuva X18). Sido ohut kuminauha narun päähän (kuva X19). Tee loput sormet samalla tavalla (kuva X20).





Katkaise lopuksi paksut kuminauhalenkit poikki ja liimaa yksi kuminauha jokaiseen sormeen käden toiselle puolelle (kuva X21). Kuminauha antaa vähän vastusta liikuttaessa kättä.

Kuva X21



Kuva X22

