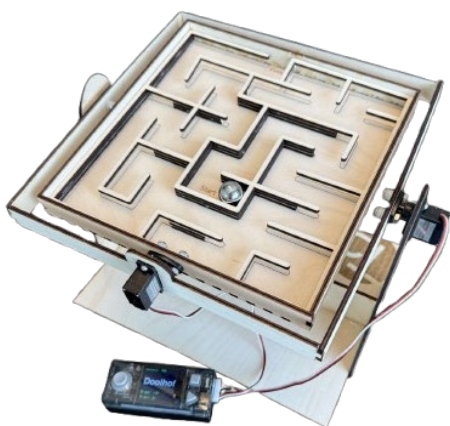


## Lesbrief: Bouw en programmeer een bestuurbaar doolhof



### Doel van de les

In deze les leren leerlingen hoe ze zelf een doolhof kunnen ontwerpen en digitaal kunnen aansturen met behulp van een CyberPi. Ze onderzoeken hoe kantelbewegingen van de CyberPi vertaald kunnen worden naar stuurcommando's in hun programma, waarmee een object door het doolhof beweegt. Tijdens deze activiteit maken ze kennis met begrippen als sensorinput, coördinaten, iteratie en logica, en ontwikkelen ze hun ruimtelijk inzicht, programmeervaardigheden en probleemoplossend vermogen.

### Leerdoelen

- **Digitale systemen:** Leerlingen leren digitale systemen functioneel in te zetten, de basis van softwaregebruik voor diverse toepassingen (*Kerdoel 1: Digitale systemen*)
- **Creëren met digitale technologie:** Leerlingen combineren elektronica en programmeren om een interactieve creatie te maken. (*Kerdoel 6: Creëren met digitale technologie*)
- **Programmeren:** leerlingen schrijven een eigen programma in mBlock om de CyberPi aan te sturen. (*Kerdoel 7: programmeren*)
- **Probleemoplossend vermogen:** Leerlingen leren fouten opsporen en oplossen tijdens het programmeren en bouwen. (*Kerdoel 8: Digitale technologie, jezelf en de ander*)

## Benodigdheden per groepje

- 1x CyberPi met pocketshield
- 2x MakeBlock analog servo
- Laptop met internetverbinding
- USB-C kabel
- Lasersnijder met materiaal zoals 3mm houten plankjes
- Diverse schroefjes, moertjes en afstandsbusjes
- Houtlijm

## Duur

- **Les 1:** Introductie + ontwerpen doolhof (50 minuten)
- **Les 2:** Ontwerpen doolhof + lasersnijden (50 minuten)
- **Les 3:** Monteren + programmeren (50 minuten)
- **Les 4** (optioneel): verdere verdieping en uitbreiding van het project (50 minuten)

## Lesopbouw

### Les 1: Voorbereiden

#### Start (10 minuten):

- Introductie: Leg het project uit en laat een voorbeeld zien. Bespreek de werking van een gyroscoop.

#### Praktijk (40 minuten):

- Leerlingen gaan aan de slag in xTool Creative Space
- Leerlingen genereren bestanden op basis van de gegeven informatie
- Leerlingen beginnen met het ontwerpen van de constructie voor het kantelen van het doolhof

### Les 2: Ontwerpen

#### Start (10 minuten):

- Introductie: Terugkoppelen op de vorige les. Wat ging goed, wat hebben leerlingen nog nodig om verder te kunnen?

#### Praktijk (40 minuten):

- Leerlingen gaan verder met het ontwerpen van het doolhof en starten met het lasersnijden van alle bestanden

### **Les 3: Monteren van het doolhof en de kantelconstructie + programmeren in mBlock**

#### **Start (10 minuten):**

- Introductie: Terugkoppelen op de vorige les. Wat ging goed, wat hebben leerlingen nog nodig om verder te kunnen?

#### **Praktijk (40 minuten):**

- Leerlingen openen mBlock en voegen de extensie "Pocket Shield" toe.
- Ze gaan nu aan de slag met het aansluiten en programmeren van de servo motoren
- De CyberPi moet geprogrammeerd worden zodat de servo motoren het doolhof laten kantelen in dezelfde richting als de CyberPi.

### **Les 4: Optionele les voor verbetering en uitbreiding**

#### **Start (10 minuten):**

- Introductie: Terugkoppelen op de vorige les. Wat ging goed, wat hebben leerlingen nog nodig om verder te kunnen of wat kan er verder verbeterd/uitgebreid worden?

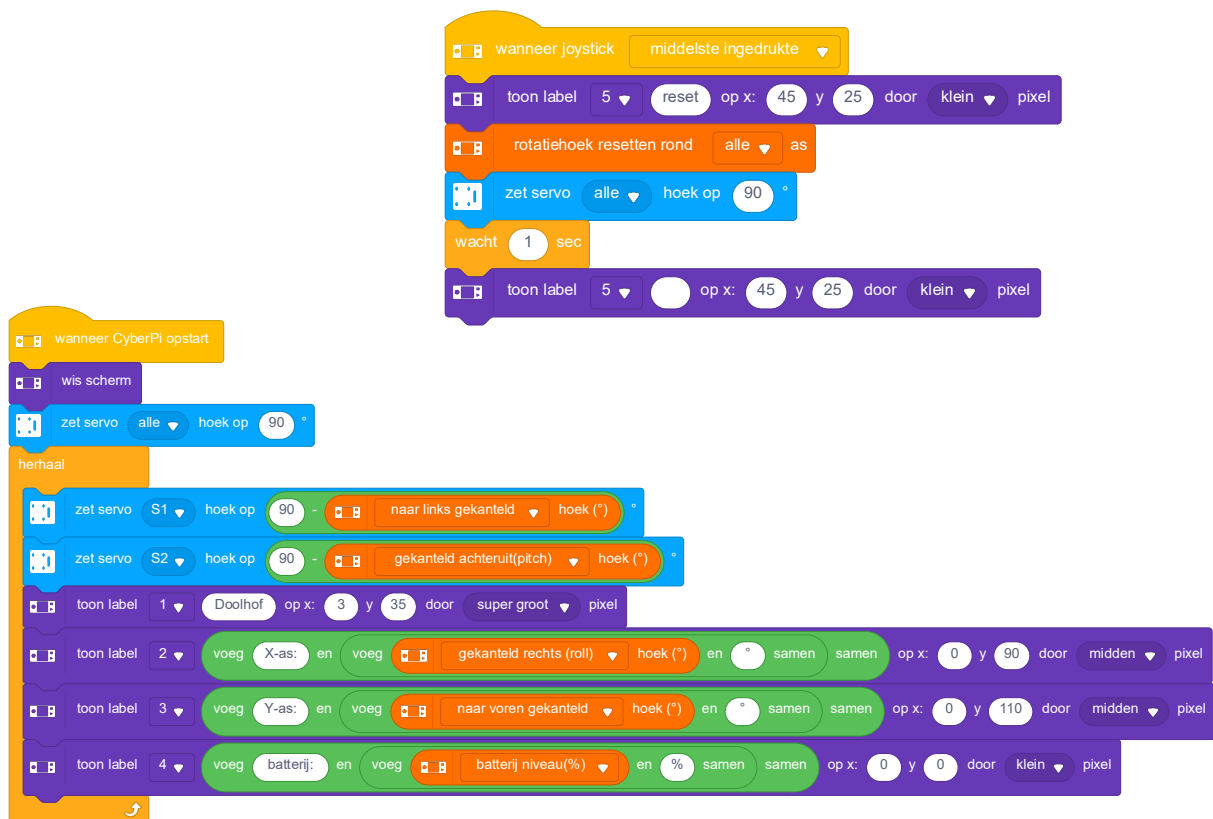
#### **Praktijk (40 minuten):**

- Leerlingen controleren alles van hun project en brengen waar nodig verbeteringen aan.
- Ze kijken verder hoe er nog uitbreidingen kunnen worden toegevoegd aan het doolhof.

### **Reflectie**

- Bespreek wat goed ging en wat beter kon tijdens het bouwen en programmeren.
- Vraag leerlingen hoe ze het project kunnen uitbreiden of verbeteren. Kan het doolhof worden uitgebreid met sensoren voor extra functionaliteiten?

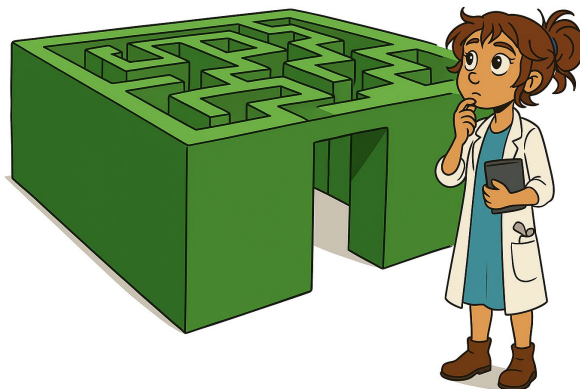
## Voorbeeldcode



## Het magische CyberPi doolhof

### Stap 1: Benodigheden verzamelen

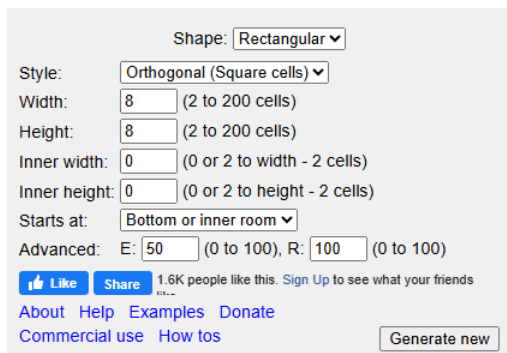
- Een CyberPi met pocketshield
- 2x analoge servo motor (180°)
- USB-C kabel
- Een computer met internettoegang
- Lasersnijder
- Houten plaatjes en houtlijm
- 1 knikker of balletje van max. 20mm groot
- Schroefjes, moertjes en afstandsringetjes



Voordat we starten met het bouwen en programmeren van het doolhof is het belangrijk dat je eerst kijkt of alle materialen beschikbaar zijn.

### Stap 2: Ontwerpen van het doolhof

#### Substap 2.1: Doolhof genereren



Shape: Rectangular

Style: Orthogonal (Square cells)

Width: 8 (2 to 200 cells)

Height: 8 (2 to 200 cells)

Inner width: 0 (0 or 2 to width - 2 cells)

Inner height: 0 (0 or 2 to height - 2 cells)

Starts at: Bottom or inner room

Advanced: E: 50 (0 to 100), R: 100 (0 to 100)

Like Share 1.6K people like this. Sign Up to see what your friends...

About Help Examples Donate

Commercial use How tos

Generate new

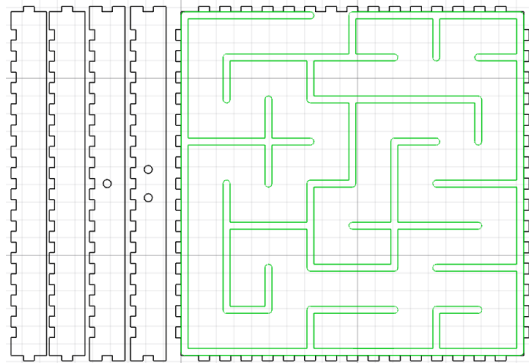
- Ga naar [www.mazegenerator.net](http://www.mazegenerator.net) om een doolhof te genereren.
- Pas de instellingen aan zoals op de afbeelding hiernaast.
- Hoe meer cellen er worden ingesteld hoe groter en ingewikkelder het doolhof zal worden.
- Klik hierna op "Generate" en exporteer het doolhof als een .SVG bestand.

*Tip: Om het spannend te houden kies je best voor de optie zonder de oplossing!*

### Stap 3: Ontwerpen en lasersnijden

#### Deelstap 3.1: Het ontwerp van het doolhof uitwerken

- Ga naar [www.makercase.com](http://www.makercase.com) en maak een nieuw ontwerp van een basis doosje zonder deksel. De afmetingen van dit doosje zijn 200x200x20mm.
- Download dit ontwerp als een .SVG bestand
- Open xTool Creative Space op je computer en importeer het .SVG bestand van het doosje.
- Importeer ook het .SVG bestand van je doolhof en zet de afmetingen hiervan op 190x190mm.
- Selecteer nu je doolhof en gebruik de “Offset” functie om een externe omlijnung op 2mm afstand te maken.
- Je kan je doolhof nu in het midden zetten van de ondergrond van je doosje.  
*Tip: gebruik 2 aparte kleuren/lagen om straks alles goed te kunnen instellen voor het lasersnijden.* Het doosje met het doolhof moet straks kunnen kantelen, daarom moeten we nog aan 2 overstaande zijdes hiervoor openingen voorzien.
- Maak aan 1 zijkant in het midden een cirkel van 4mm. Deze gebruik je straks als scharnierpunt met een schroef.
- Aan de andere kant komt straks de eerste servo motor. Maak hiervoor 2 cirkels van 4mm die 16mm “hart-op-hart” van elkaar liggen.  
*Tip: meet dit na voor jouw type servo motor!*
- Als alles klopt ziet je ontwerp er nu ongeveer uit zoals op de afbeelding hiernaast.



#### Deelstap 3.2: De buitenste kantelring ontwerpen

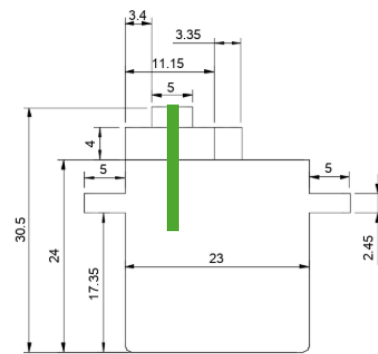
Het doolhof moet straks 2 kanten op kunnen kantelen. Daarom ga je nu een extra vierkant maken dat om je doolhof heen valt.

- Ga naar [www.makercase.com](http://www.makercase.com) en maak een nieuw ontwerp van een basis doosje zonder deksel. De afmetingen van dit doosje zijn 225x225x20mm.
- Exporteer dit bestand weer als een .SVG en importeer dit in een nieuw canvas in xTool Creative Space. De bodem van dit doosje mag je verwijderen, die hebben we namelijk niet nodig.  
*Tip: Om het geheel een mooier uiterlijk te geven kan je de tandjes onderin de zijkanten weghalen. Doe dit door een rechthoek hierover te tekenen, alles mooi uit te lijnen en de 2 vormen samen te voegen met de “Combine” tool bovenin.*
- Voeg nu eerst een cirkel van 4mm toe aan 1 zijde voor het kantelen van het doosje met je doolhof.

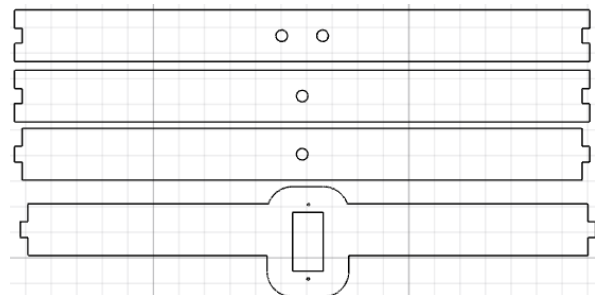
- De tegenovergestelde zijde moeten we nu aanpassen voor het vasthouden van de servo motor. Maak hiervoor een rechthoek van 12x23mm en plaats deze in het midden van 1 zijde.

Maak hierrond een offset van 10mm zodat je extra stevigheid in je ontwerp brengt.

*Tip: om zeker te zijn dat de as (groene lijn) van de servo mooi in het midden ligt kan je best eerst opzoeken op welke afstand deze ligt. Hiernaast is de technische tekening van de standaard MakeBlock servo motor toegevoegd.*



- Tot slot maken we nog in de 2 overgebleven zijkanten de scharnierpunten. Voeg in 1 zijde terug een cirkel toe van 4mm in het midden. In de tweede zijkant gebruik je dezelfde bevestiging met 2 gaten die je in het eerste ontwerp ook al hebt toegepast.
- Als alles goed is gegaan heb je nu een tweede canvas ontworpen zoals op de afbeelding hiernaast.



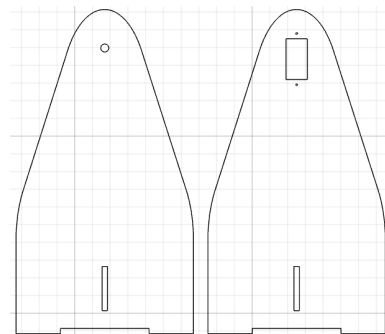
### Deelstap 3.3: Standaarden ontwerpen

In deelstap 3.1 en 3.2 hebben we het doosje gemaakt waarin het doolhof komt, deze hebben langs 2 zijkanten nog standers nodig waarop het geheel komt te staan.

- Maak een derde nieuw canvas aan in xTool Creative Space
- Voeg hierin 2 vormen toe van 100x180mm, dit kunnen rechthoeken zijn maar je kan ook een andere (stevige) vorm kiezen zoals in het voorbeeld.

*Tip: Zorg er voor dat de standers stevig genoeg zijn, het hele doolhof komt hier aan te hangen!*

- Voeg in de vorm openingen toe voor de as aan 1 kant en de tweede servomotor aan de andere kant. Je kan hiervoor de openingen hergebruiken die je in deelstap 3.2 hebt gemaakt.
- Voeg aan de onderkant nog 2 delen toe voor een tandverbinding met de bodemplaat.



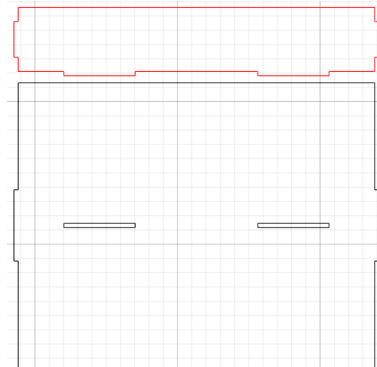
### Deelstap 3.4: De bodemplaat maken

De volgende stap in het ontwerpen is het maken van de bodemplaat, hierop maken we straks de 2 standaarden vast.

- Start met het tekenen van een rechthoek van 250x200mm, deze bodemplaat moet groot genoeg zijn om straks het geheel in balans te kunnen houden en er voor te zorgen dat niet alles omvalt tijdens het kantelen van het doolhof.
- Voegt aan de linker- en rechterzijanten nu de groeven toe voor de standaarden mee te verbinden.

*Tip: Let goed opdat je de juiste en zelfde afmetingen gebruikt die je voor de groeven in deelstap 3.4 hebt gebruikt zodat bij het monteren alles mooi in elkaar past!*

- Optioneel kan je nog een extra verstevigingsbalkje toevoegen die dwars over de bodemplaat staat en de 2 staanders ook verticaal met elkaar verbind. Deze staat op de afbeelding in het rood.



### Deelstap 3.5: Verhoging voor het doolhof

In deelstap 3.1 hebben we het doosje gemaakt waarin het doolhof komt. Er zijn nu nog geen wanden en kan het balletje nog alle kanten opgaan. In deze stap gaan we een verhoging maken voor het doolhof.

- Maak een vierde canvas aan in xTool Creative Space.
- Ga terug naar je eerste canvas en kopieer het ontwerp van je doolhof. Plak deze vervolgens in het nieuwe canvas. Dit doolhof gaan we straks uitsnijden.

*Tip: Kijk goed na of het doolhof een afmeting heeft van 194x194mm!*

- Je hebt nu een twee mogelijkheden, je kan dit bestand een aantal keer uitsnijden en op elkaar lijmen. Hiervoor heb je echter vele materiaal nodig. Een andere optie is een aantal rechthoeken van 3mm breed tekenen om straks op sommige stukken onder dit doolhof te lijmen. Op die manier is er veel minder materiaal nodig en kan je reststukken van je houten plaatjes nuttig gebruiken.

### Deelstap 3.6: Snijden met de lasersnijder.

- Kijk eerst goed na of alle instellingen goed staan. De zwarte lijnen op de voorbeelden moeten allemaal ingesteld zijn op "Cut", groen op "Score".
- Snij nu alle onderdelen uit met de lasersnijder

### Stap 4: Programmeren met Scratch in mBlock

Je gaat de CyberPi programmeren met behulp van de ingebouwde gyroscoop. Als de CyberPi detecteert dat hij onder een hoek gezet wordt zal de servo hierop reageren om dezelfde hoek aan te houden. Op deze manier kunnen we straks het balletje door het doolhof loodsen door de CyberPi te kantelen in de juiste richting.



### Deelstap 4.1: CyberPi verbinden

- Verbind je CyberPi en verbind deze met mBlock.
- Zorg ervoor dat je verbinding op "Live" staat zodat je code meteen getest kan worden.
- Neem je CyberPi met pocketshield en sluit de 2 servo motoren aan op de S1 en S2 poorten aan de zijkant.
- Voeg de extensie toe voor de pocketshield.



### Deelstap 4.2: Beweging van de servo motoren

- De servo motoren hebben een maximaal bereik van 180°, het is daarom belangrijk om de motor eerst op 90° te zetten zodat we in de 2 richtingen kunnen bewegen.
- Programmeer nu je eerste servo motor voor de beweging naar links en rechts. Gebruik hiervoor de waarneming van de hoek van de ingebouwde gyroscoop in de CyberPi. De hoek die vanuit de sensor wordt gemeten moet worden verrekend met de standaard hoek van 90°. Maak deze code en test of de servo beweegt als je de CyberPi van links naar rechts kantelt.



- Programmeer nu de code voor de tweede servo motor. Deze ga je instellen voor het kantelen van voor naar achter.

### Deelstap 4.3: Resetknop programmeren

- Je hebt ook nog een reset knop nodig voor mocht het misgaan. Programmeer je joystick op de CyberPi dat deze alle hoeken van de sensor reset en alle servo motoren op 90° zet als je deze indrukt.



### Deelstap 4.4: Programma uitbreiden

- Je kan je programma nog verder uitbreiden, denk hierbij aan bijvoorbeeld het weergeven van de gekozen hoek op het scherm van de CyberPi.

*Tip: Ga zelf kijken hoe je het doolhof nog verder kan uitbreiden met extra functies. Denk hierbij aan bijvoorbeeld een score, timer, geluid, batterijweergave of misschien nog iets heel anders!*

- Eventueel kan je zelfs een tweede CyberPi programmeren die je gebruikt als losse controller zodat je geen last hebt van de aangesloten kabels!

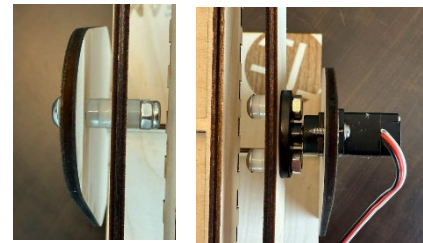
### Stap 5: Monteren en testen

Start nu met het monteren van alle onderdelen. Werk van binnen naar buiten toe. De makkelijkste volgorde om alles in elkaar te zetten staat hieronder

- Maak het bakje met het volledige doolhof inclusief de verhogingen.
- Maak de buitenste kantelring en laat deze indien nodig even drogen als je lijm gebruikt
- Maak nu de standaard en laat deze ook even goed drogen.
- Monteer je eerste servo in de kantelring en maak deze vast aan het doolhof. Aan de andere kant komt een schroef met afstandsbusjes. Gebruik bij de scharnierende punten of waar nodig voor speling ook afstandsbusjes om wrijving te voorkomen.

*Tip: Reset eerst de servo naar de juiste starthoek die je eerder hebt geprogrammeerd. Zo zorg je er voor dat het doolhof in zijn ruststand staat als hij wordt opgestart.*

- Monteer je tweede servo in de standaard en maak daarna de kantelring met het doolhof vast.
- Sluit de 2 servo motoren aan op de CyberPi en zorg dat je hiernaar code geüpload is.



Je doolhof is nu klaar, veel plezier!