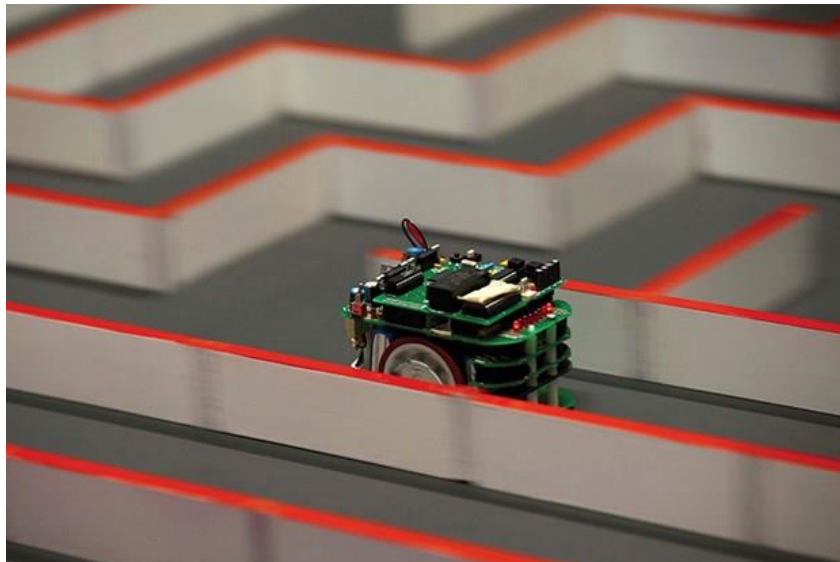


PROBLEEMSTELLING

Zelfrijdende wagens worden in de toekomst heel belangrijk. Ze zullen ervoor zorgen dat het verkeer veiliger en efficiënter verloopt en dat de steden terug leefbaar worden. Daar moet het project “De Dolle Doolhof” aan meehelpen.

We staan met zijn allen uren in de file. Dit is een belasting voor de leefbaarheid binnen de steden. Sommige steden zijn soms een echt doolhof aan straatjes en steegjes, denken we bijvoorbeeld aan het typische dambordpatroon van New York City. Ook hier moet het mogelijk zijn om goederen en diensten te leveren aan ieder huis. Dit zou met zelfrijdende wagens kunnen worden gedaan. De bedoeling van dit project is zelfrijdende wagens te ontwikkelen die zelfstandig hun weg kunnen vinden in zo'n stad met kleine straatjes en steegjes.

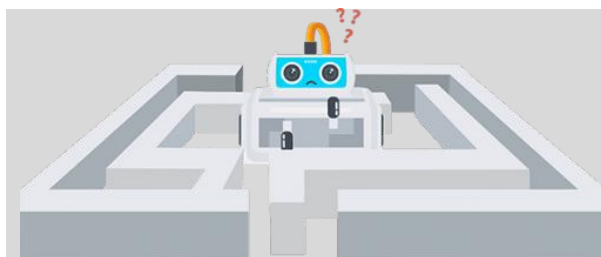
Aan jullie om een zelfrijdende wagen te ontwikkelen die dit allemaal kan. Kan de wagen door het doolhof de uitgang zelfstandig vinden? En dit in de kortst mogelijke tijd?



OMSCHRIJVING OPDRACHT

Bij de wedstrijdopdracht 'De Dolle Doolhof' bedenken de leerlingen een elektrisch aangedreven zelfrijdend voertuig dat in een doolhof kan rijden. De uitdaging is een voertuig zo snel mogelijk autonoom bij de eindhalte te krijgen. Het doolhof is opgebouwd uit rechtopstaande houtenbalkjes. Er is maar één traject tussen de ingang en de uitgang van het doolhof. Het doolhof is zo opgebouwd dat het altijd bestaat uit rechte stukken (twee zijmuren) en bochten van +/- 90° of +/- 180° (U-turn). Het voertuig moet dus beide bochten kunnen nemen. Een bocht kan zowel links of rechts zijn. Een kruispunt en doodlopende straten komen echter niet voor in het parcours. In deze lesactiviteit gaan de leerlingen nadenken hoe een voertuig zich door een doolhof kan loodsen. Wat is daar allemaal voor nodig? Hoe kan ervoor gezorgd worden dat het voertuig in een rechte lijn rijdt tussen twee muren? Wat als het voertuig een opening rechts of links detecteert? Hoe kan een opening gedetecteerd worden? Welke actie wordt daaraan gekoppeld (wat moet het voertuig dan doen)? De leerlingen ervaren dat de richting van een voertuig afhankelijk is van een aantal factoren van het doolhof. Op welke manier kan de aanwezigheid van de muren van het doolhof worden gedetecteerd? Hoe wordt deze informatie omgezet naar een beweging van het voertuig?

(STEM1,2,3,4)



WERKVORMEN

- Klassikaal
- Groepjes van 3 à 4 leerlingen (STEM8)

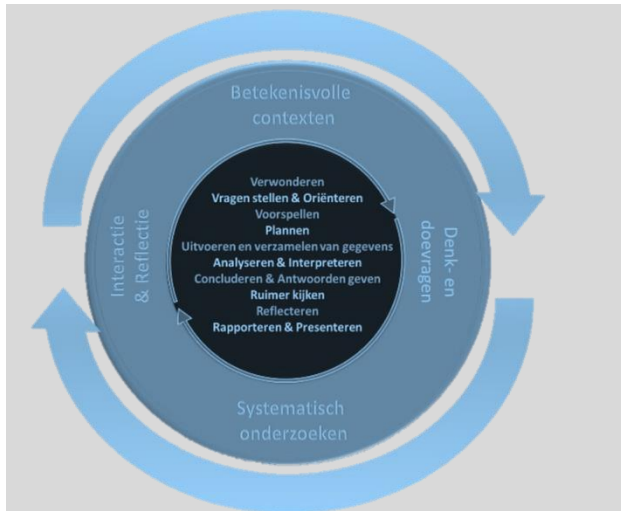
MATERIALEN

- LEGO®-MINDSTORMS®
- Flowcode Buggy
- Arduino
- Dwengo
- mBot
- Andere robots
- Sensoren

SPECIFICATIES OPDRACHT

Zie wedstrijdbrief.

ONDERZOEKEND EN ONTWERPEND LEREN



Wat is onderzoekend en ontwerpend leren? (STEM9)

Onderzoeken en ontwerpen zijn verschillende werkwijzen. Onderzoekend leren is gericht op het vergroten van kennis door het doen van een onderzoek (vraag: hoe zit dat?), terwijl bij ontwerpend leren het bedenken en maken van een product centraal staat (vraag: hoe maak ik iets beter?). Stel, je wilt een speedboot ontwerpen. Je moet dan eerst onderzoeken wat de beste manier van aandrijving is en welke materialen je nodig hebt voordat je een boot kunt gaan ontwerpen en maken. Dat is hier ook het geval, deze lesactiviteit is gericht op onderzoekend leren. De activiteit bereidt de leerlingen voor op de ontwerpopdracht van het STEM Tornadoi .

FASE 1: VERWONDEREN

Vertel dat de leerlingen gaan deelnemen aan het STEM Tornadoi met de uitdaging 'De Dolle Doolhof'. In deze fase introduceer je het onderwerp van de opdracht. Gebruik voorbeelden uit de praktijk. Vraag aan de leerlingen hoe een doolhof er uit ziet. Waarom zou de mens een zelfrijdend voertuig willen die door een doolhof kan rijden? Wat hebben we daaraan in het dagelijks leven (STEM6,9,10)? Als je wil zelfrijdende voertuigen bouwen die zelfstandig door drukke steden kunnen rijden, hoe wordt dit voertuig technisch gebouwd? Je kunt hierbij gebruik maken van onderstaande video's. Vertel de leerlingen dat ze voor het STEM Tornadoi zelf een elektrisch aangedreven voertuig moeten ontwerpen die zich door het doolhof kan manoeuvreren zonder tegen muren aan te rijden. (STEM9). Een zelfrijdend voertuig is in de praktijk te vergelijken met een miniatuur robotwagentje. Maar voordat de leerlingen aan de slag gaan met materialen, dienen ze eerst te onderzoeken hoe een dergelijk voertuig in een rechte lijn kan rijden en zijingangen kan detecteren (STEM2,3).

Inspiratie nodig?

[Filmfragment 1](#)

[Filmfragment 2](#)

[Filmfragment 3](#)

[Filmfragment 4](#)

[Filmfragment 5](#)

[Filmfragment 6](#)

FASE 2: VERKENNEN (STEM1,2)

Nadat de leerlingen geïnteresseerd zijn geraakt, start het verkennen met de materialen. De leerlingen mogen in deze fase vrij experimenteren. Uit deze verkenning kunnen vragen ontstaan.

De leerlingen kunnen zich bijvoorbeeld afvragen hoe het voertuig automatisch kan draaien. Dergelijke vragen dienen te worden omgezet in onderzoekbare vragen. De onderzoeksvraag kunnen de leerlingen zelf formuleren. Leerlingen die vastlopen, kun je helpen door samen bepaalde variabelen aan te wijzen en te benoemen. Zo kun je bijvoorbeeld vragen: 'Aan welke eigenschap kan het elektrisch aandreven voertuig merken dat het niet meer rechtdoor moet rijden?'.

FASE 3: ONDERZOEK OPZETTEN (STEM3)

Tijdens deze fase laat je de leerlingen een plan bedenken voor een experiment om de onderzoeksvraag te beantwoorden. De onderzoeksvraag zou bijvoorbeeld kunnen zijn: 'Hoe kan je zorgen dat het voertuig zich continue corrigeert doorheen het doolhof zodat het zo snel mogelijk het einde van het doolhof heeft bereikt?'. De leerlingen maken met hun groepje een stappenplan van het experiment. Ze denken na over de variabelen die ze nodig hebben. De verschillende variabelen die ze kunnen gebruiken zijn:

1. De constructie en de eigenschappen van het voertuig
2. Het programmeren van de robot
3. Het toepassen van één of meerdere sensoren

FASE 4: ONDERZOEK UITVOEREN (STEM3)

Tijdens deze fase kunnen de leerlingen de volgende experimenten uitvoeren.

1. Experimenteren met rijden tussen twee muren in een rechte lijn

De leerlingen gaan tijdens dit experiment onderzoeken welke onderdelen en programmeer-technieken er nodig zijn om een voertuig rechtdoor te laten rijden tussen twee muren zonder ertegen te botsen. Welke sensoren zijn hiervoor nodig?

2. Experimenteren met draaien (L/R)

De leerlingen gaan tijdens dit experiment onderzoeken welke onderdelen en programmeer-technieken er nodig zijn om een voertuig te laten draaien. Wat zorgt ervoor dat het voertuig naar links of naar rechts kan gestuurd worden? Wat bepaalt dat het voertuig een bocht van 90° maakt? Of 180°? Rond welk punt van het voertuig wordt de draaibeweging uitgevoerd? Hoe scherp of stomp wordt een bocht genomen? Wat is de beste constructie en wat zijn de beste parameters om dit te doen?

3. Experimenteren met het detecteren van een bocht (L/R)

De leerlingen gaan tijdens dit experiment onderzoeken welke onderdelen en programmeertechnieken er nodig zijn om te detecteren of er een ingang (bocht) links of rechts is. Kunnen dezelfde sensoren gebruikt worden die reeds aanwezig zijn om het voertuig tussen twee muren te laten rijden?

4. Experimenteren met het rijden door een doolhof

De leerlingen gaan tijdens dit experiment onderzoeken wat de invloed is van het doolhof parcours om het voertuig erdoor te laten navigeren. Een combinatie van vooruit rijden, detectie van zijwanden en het laten draaien op basis van de afwezigheid van een zijwand moet hier geëxperimenteerd en bijgestuurd worden. Kan het voertuig vast komen te zitten? Welke acties kunnen we ondernemen indien dit gebeurt?

FASE 5: CONCLUDEREN (STEM3,4,5)

De leerlingen gaan tijdens deze fase hun onderzoeksvraag beantwoorden. Wat is er precies gebeurd? Wat hebben ze ontdekt?

Vragen die je kunt stellen:

- Hoe zullen we ervoor zorgen dat het voertuig in het midden tussen twee muren kan rijden en een linker- of rechter ingang kan indraaien?
- Hoe bouw je het voertuig zodat het kan rijden door een doolhof, en de uitgang kan vinden?

FASE 6: PRESENTEREN (STEM6,7,8)

Bij deze stap kunnen de leerlingen de gevonden resultaten met elkaar delen. Laat de groepjes bijvoorbeeld hun onderzoek presenteren aan de klas. De rest van de klas mag het groepje vragen stellen of reacties geven op het onderzoek. Stimuleer de leerlingen om kritisch naar de presentaties te luisteren.

FASE 7: VERDIEPEN EN VERBREDEDEN (STEM3,4,5)

Laat de leerlingen de kennis die ze tijdens deze lesactiviteit hebben opgedaan toepassen binnen de wedstrijdopdracht. In deze wedstrijdopdracht gaan de leerlingen het experiment herhalen met het elektrisch aangedreven voertuig. Laat ze onderzoeken hoe ze de eigenschappen van het voertuig zo kunnen instellen dat het voertuig de uitgang van het doolhof kan vinden in de kortst mogelijke tijd zonder ergens tegenaan te rijden.

Houd hierbij rekening met de wedstrijdcriteria.

VEEL SUCCES!

STEM Tornooi © 2019.

www.stemtornooi.be

DE UITDAGING

Bij de wedstrijdopdracht 'De Dolle Doolhof' bedenken de leerlingen een elektrisch aangedreven zelfrijdende voertuig dat autonoom kan rijden door een doolhof tussen twee muren. De muren worden gemaakt met segmenten. Een segment zijn twee steunblokjes met daartussen een "Oriented Strand Board" plaat (vezelplaat), zie verder. Let op: er zullen dus kleine insprongen zijn door de aanwezigheid van die steunblokjes. Die steunblokjes kunnen de doorgang met maximum 4 cm inkorten. Een doorgang van minimum 30cm is steeds gegarandeerd. De uitdaging is om het voertuig zo ver en zo snel als mogelijk bij de eindhalte te laten rijden.

In de lesbrief gaan de leerlingen nadenken hoe een voertuig zich kan voortbewegen. Wat is daar allemaal voor nodig? Hoe kan ervoor gezorgd worden dat het voertuig perfect tussen twee muren kan rijden? Wat bij een linkse- of rechtse inrit? De leerlingen ervaren dat de richting van het voertuig, afhankelijk is van een aantal factoren. Hoe kan dit alles gedetecteerd worden? Kan dit met één of meerdere sensoren? Zijn er andere methoden om dit te bekomen? En hoe wordt deze informatie omgezet naar een beweging van het voertuig? Kan het voertuig zich autonoom corrigeren wanneer het tegen een muur botst?

DE UITDAGING

Bouw een voertuig, die zo ver en zo snel mogelijk door de doolhof kan rijden.

TEAM (stem8)

Team van 3 à 4 leerlingen.

MATERIALEN

Lees de paragraaf 'Wat mag wel en wat mag niet?' voor de voorwaarden waaraan het voertuig moet voldoen.

SPECIFICATIES

- Het parcours bestaat uit een weg tussen twee muren, zie verder voor een voorbeeldopstelling. De doolhoven op de wedstrijd zullen uitgebreider en vooraf niet gekend zijn.
- Tegen de linker- en/of rechtermuur kan er zich een obstakel bevinden die maximum de doorgang met 4 cm inkort. Een doorgang van minimum 30 cm is steeds gegarandeerd.
- Er zijn bochten aanwezig van +- 90°
- Er zijn ook bochten aanwezig van +- 180° (U-turn)
- De hoogte van de wanden is minimum 14 cm.
- De minimum doorgang tussen twee parallel lopende muren is altijd minimum 30 cm en maximum 50 cm.
- Er is één ingang en één uitgang met daartussen één parcours.
- Er bevinden zich geen doodlopende stukken op het parcours.

ACTIVITEITEN OP SCHOOL

Laat de leerlingen experimenteren met het bouwen van een prototype. Dit model wordt gebruikt om te experimenteren met het programmeren om het geheel autonoom te laten navigeren door de doolhof... Hoe zal het voertuig bewegen? Welke bewegingen zal het voertuig moeten uitvoeren? Hoe zorg je ervoor dat het voertuig zo snel mogelijk, maar correct, de uitgang van het doolhof bereikt? Hoe zorg je ervoor dat het voertuig een ingang rechts of links kan detecteren en er gepast op kan reageren?

Laat de leerlingen een **logboek** maken waaruit blijkt welke activiteiten ze tijdens de voorbereidende lessen hebben ondernomen. Wat is het plan van aanpak? Welke zaken hebben ze uitgetoetst? Welke vragen hebben ze gesteld? Welke oplossingen werden door de leerlingen aangeleverd? Wat hebben ze eruit geleerd? Kunnen de leerlingen dat ook uitleggen? Het posterverslag kan een goed hulpmiddel zijn om met de leerlingen te reflecteren over hun individueel- en groepsproces en het eindproduct. Het **posterverslag** bevat tekeningen, foto's, oplossingen van STEM onderzoeksvragen, en een duidelijke weergave van het verloop van het (technisch) proces. Waar is er wiskunde toegepast (vb: bepalen van het midden tussen twee muren, nodig om de rijrichting te bepalen)? Kan er een antwoord gegeven worden over het maatschappelijk belang van dit onderzoek? Wat kan er nog beter aan de realisatie?

MATERIALEN OP SCHOOL

- Computers met programmeersoftware.
- Ofwel LEGO®-MINDSTORMS®, Flowcode, Arduino, Dwengo, mBot, ...
- Systemen om een doolhof met muren te bouwen.
- Als de muren vlak zijn: voorzie kleine obstakels (max 4 cm) die je links en/of rechts tegen de muur kan plaatsen.

DE SCHOOL NEEMT MEE NAAR DE WEDSTRIJD

- Een afgewerkt voertuig met een elektrische motor en een batterij.
- Materiaal/laptop om eventueel, tijdens de wedstrijd opgelopen schade/programmeerfouten te kunnen herstellen.
- Het logboek met notities van alle voorbereidingen.
- Het papieren posterverslag van het verloop van de voorbereidingen op school (verplicht!). ([stem7](#))
- Er hoeft geen projectie meegebracht te worden.

DE ORGANISATIE ZORGT VOOR

- Een centrale wedstrijdplek met twee verschillende doolhoven.
- Chronometer.

Belangrijk: Deelnemers krijgen voor de eerste rit een rode kaart. Dit wil zeggen dat ze de programmatie van de robot niet mogen wijzigen. Na de eerste rit krijgen ze dan een groene kaart. Dit wil zeggen dat ze dan de software mogen aanpassen ter voorbereiding van hun tweede rit.

VERLOOP VAN DE WEDSTRIJD

Na de aankomst op de wedstrijdlocatie (in Technopolis) gaat het team en zijn begeleiders naar de tafel waar hun deelnamenummer ligt. Samen met de begeleiders leggen de leerlingen de meegebrachte materialen, het poster verslag en de logboek klaar. Er is geen mogelijkheid om de poster op te hangen! Nadat de jury met een duidelijk signaal (stem7) de wedstrijd officieel heeft geopend, trekken de begeleiders zich terug. De wedstrijd bestaat uit twee delen. De beoordeling van de jury en de praktische proef. De jury gaat bij elk team langs om de opdracht met de leerlingen te bespreken, met behulp van de poster, het logboek, en de uitvoering van de opdracht te beoordelen (7 min.). Hierbij noteert de jury haar indruk over de wijze waarop de leerlingen op school aan de opdracht hebben gewerkt en hoe de begeleider de leerlingen hierbij heeft begeleid en leiding heeft gegeven aan het leerproces. De jury bepaalt haar oordeel over de creativiteit en originaliteit van het gekozen ontwerp van het voertuig en maakt daar een aantekening van. Er komen 2 jury's langs, telkens voor max. 7 min.

Na of voor de beoordeling van de jury, afhankelijk van de planning, wordt de praktische proef gehouden. Een teamlid zet het voertuig op het startpunt van de wedstrijdplek. Op het teken van de jury start het teamlid de motor en het programma en laat het voertuig los. De jury start de tijdmeting en stopt die als het voertuig met de neus het eindpunt bereikt. Als het voertuig eerder stopt of geblokkeerd komt te zitten of van het traject afwijkt, dan telt de reeds afgelegde rechte weg en de tijd als score.

De maximum rijtijd is 3 min.

Later wordt de procedure herhaald bij de 2^e rit met hetzelfde voertuig. De som van beide wedstrijden telt als eindscore.

WAT MAG WEL EN WAT MAG NIET?

- Het voertuig moet zich zelfstandig autonoom voortbewegen zonder interactie van personen tijdens het rijden.
- Het voertuig mag zich om het even hoe voortbewegen (wielen, rupsbanden, poten, trilling ...).
- Er mogen geen kant-en-klare voertuigen gebruikt worden. Wielen en assen hoeven niet zelfgemaakt te zijn. Standaardbouwstenen mogen gebruikt worden.
- Er moeten twee pogingen worden ondernomen. Bij de tweede poging moet hetzelfde voertuig gebruikt worden. De som van beide pogingen telt.
- Er moet een door de leerlingen gemaakte poster en logboek aanwezig zijn.
- De begeleiders mogen de leerlingen helpen met het klaarzetten van de materialen en de poster, maar moeten zich terugtrekken en zich onthouden van het geven van aanwijzingen tijdens de officiële wedstrijd en voorstelling.
- Alles wat niet verboden is, is toegestaan.

WAT DOET DE JURY? WAAR LET DE JURY OP?

Dit evenement kadert zich in een groter geheel van STEM. Dit kader is een referentiepunt waaraan STEM-praktijken moeten voldoen, bijgevolg ook dit evenement. STEM is de samenhang van exacte wetenschappen, technologie, toegepaste wiskunde en een luik “engineering”. Het STEM-kader kan geraadpleegd worden in de bijlage. De jury zal bijgevolg ook de teams beoordelen op het STEM-kader.

- De jury noteert naar aanleiding van het gesprek (vraag gestuurd) met de leerlingen en de meegenomen poster en logboek haar bevindingen over de wijze waarop er gewerkt is (originaliteit, creativiteit...).
- De jury controleert of aan de wedstrijdvoorwaarden is voldaan.
- De jury meet de tijd tussen de start van het voertuig met de neus achter de startstreep en het moment waarop de neus van het voertuig het eindpunt raakt. Indien het voertuig de eindstreep niet haalt, noteert de jury de tijd waarop dat gebeurde en noteert het punt tot waar het voertuig is geraakt. Je krijgt daarvoor 3 minuten de tijd en binnen die tijd mag zoveel als mogelijk geprobeerd worden. De beste score telt voor deze manche.
- Daarna beoordeelt de jury de tweede poging met hetzelfde voertuig. Beste som van beide manches wordt dan opgeteld en dient als eindscore.
- Het is enkel toegelaten om de robot te (her)programmeren na de 1^e ronde (rode en groene kaart).

WIE WINT?

De gouden, zilveren en bronzen prijs gaan naar de teams die met hun voertuig in de zo kortst mogelijke tijd tussen start- en eindpunt hebben afgelegd **en** het best voldoen aan de 10 STEM criteria. Als geen van de voertuigen van de deelnemende teams het eindpunt halen, dan is het team waarbij hun voertuig de langste afstand in het doolhof afgelegd heeft het beste bij deze proef. Creativiteit (**stem3**) en originaliteit (**stem10**) zijn eveneens belangrijk. Alsook het posterverslag, het logboek en de voorstelling aan de jury spelen een belangrijke rol bij de beoordeling van de STEM-kwalificaties.

Vragen?

Lees eerst het wedstrijdreglement op de website van www.stemtornooi.be

Lees de FAQ-pagina op de website van www.stemtornooi.be

Vragen over ‘De Dolle Doolhof’ waarop de website het antwoord niet verschaft, kunnen worden gericht aan wim.dejonghe@vives.be

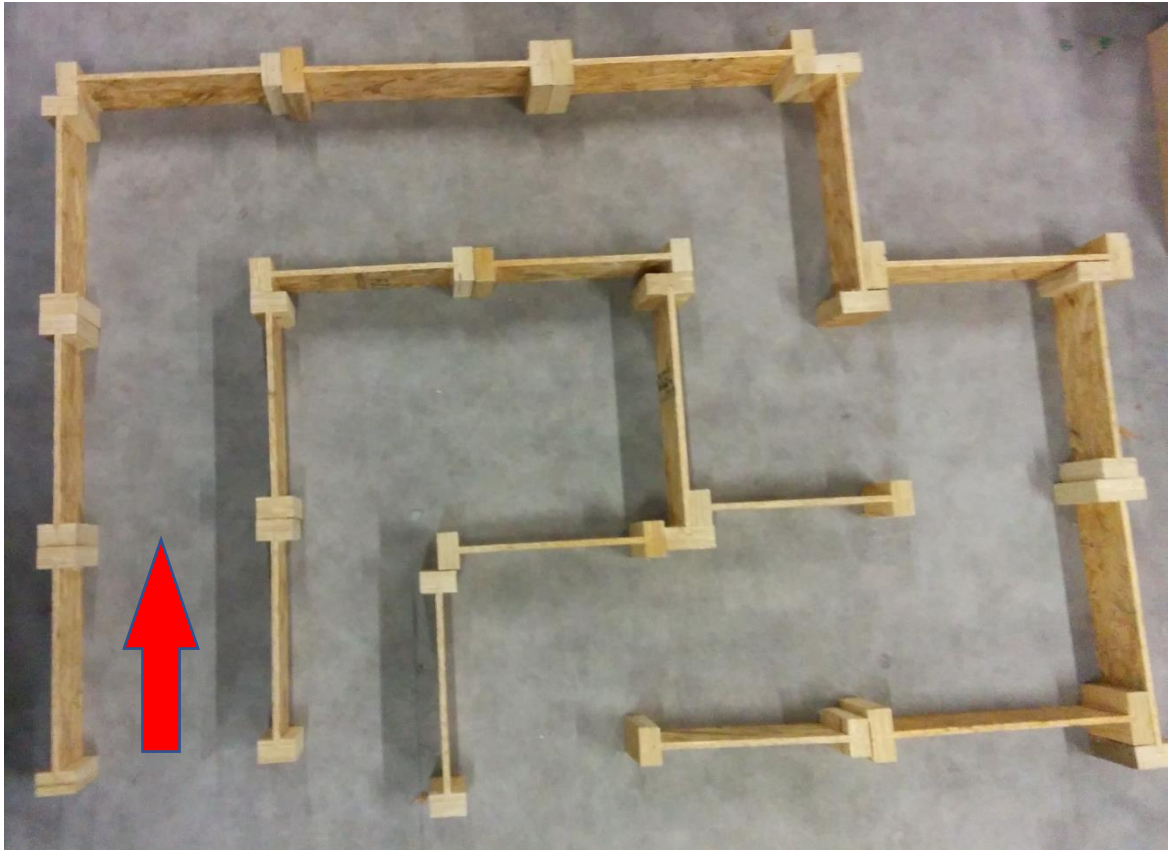
**VEEL SUCCES EN PLEZIER MET
DE WEDSTRIJDOPDRACHT!**

STEM Tornooi © 2019.

www.stemtornooi.be

Bijlagen:

Voorbeeld doolhof



Bijlage: STEM-kader

STEM zet in op de volgende dimensies en principes:

1. Interactie en samengaan van de aparte STEM-componenten van het letterwoord met respect voor de eigenheid van elke component.
2. Probleemoplossend leren via toepassen van STEM-concepten en -praktijken.
3. Vaardig en creatief onderzoeken en ontwerpen.
4. Denken, redeneren en modelleren en abstraheren.
5. Strategisch toepassen en ontwikkelen van technologie.
6. Inzicht verwerven in de maatschappelijke relevantie van STEM.
7. Verwerven en interpreteren van informatie en communiceren over STEM.
8. Samenwerken in teamverband.
9. STEM als drager van 21^{ste}-eeuwse competenties
10. STEM en innovatie

Deze dimensies en principes worden ook beoordeeld tijdens het STEM Tornado. Alle informatie over het STEM-kader voor het Vlaams Onderwijs (principes en doelstelling) kunt u [hier](#) raadplegen.

Bij inschrijving heeft de deelnemende school recht op één gratis sensor. Mail hiervoor naar rik.hostyn@vives.be. Vermeld of het gaat over een EV3-sensor of een ander soort.

En een korting van 15% op andere sensoren via Rato Education. Mail hiervoor naar sales@rato.be met de code DOOLHOF.

RATO
Education

