



DE WIJZE WAGEN



PROBLEEMSTELLING

Zelfrijdende auto's! De hedendaagse technologische ontwikkelingen zorgen er steeds verder voor dat dit gerealiseerd zal worden. Vaak wordt gebruik gemaakt van mechanische constructies, sensoren en actuatoren in samenwerking met digitale programmeerbare logica.

Het ontwerpen van een robot die een zwarte lijn kan volgen op een witte achtergrond vormt het uitdagende en boeiende project "De Wijze Wagen" en is gelijkaardig aan de techniek die wordt toegepast om voertuigen te navigeren. Deze taak vereist een combinatie van mechanische, elektronische en softwarematige vaardigheden. De robot moet uitgerust zijn met sensoren die het contrast tussen de zwarte lijn en de witte achtergrond kunnen detecteren. De signalen van deze sensoren moeten vervolgens worden verwerkt door een microcontroller die beslissingen neemt over de richting waarin de robot moet bewegen.

Concreet moet een ziekenwagen-robot een gekwetst kind zo snel mogelijk in het ziekenhuis krijgen. De weg die de ziekenwagen moet afleggen is te volgen door een zwarte lijn.

Aan jullie om een zelfrijdende ziekenwagen te ontwikkelen die dit allemaal kan. Kan de wagen een vooropgesteld traject volgen en gebeurt dit zo snel mogelijk?

DE UITDAGING

Bij de wedstrijdopdracht 'De Wijze Wagen' bedenken de leerlingen een elektrisch aangedreven zelfrijdend voertuig dat vooruit kan rijden en autonoom bochten kan nemen op basis van een te volgen lijn (zwarte lijn op witte ondergrond). De uitdaging is een voertuig zo snel mogelijk bij de eindhalte te krijgen zonder het te volgen traject te verlaten. Een aantal hindernissen moeten worden genomen op het traject (bochten, kruisingen en onderbrekingen van de zwarte te volgen lijn). Hoe vlugger het traject kan afgelegd worden hoe hoger de score. Indien het voertuig het traject vroegtijdig verlaat telt een score van de reeds afgelegde weg (afstand en tijd). Een externe besturing van het voertuig is niet toegelaten, het moet autonoom rijden.

DOELSTELLING

De scheidsrechter start de chrono waarmee de tijd wordt gemeten die het voertuig nodig heeft om aan de eindstreep te geraken op reglementaire wijze. Er mogen binnen het tijdslot van 7 minuten zoveel als mogelijk nieuwe pogingen ondernomen worden (met herstart van de chronotijd). De beste poging telt.

Het parcours zal een willekeurige vorm hebben en wordt opgebouwd met tegels (zie specificaties). Dezelfde tegels kunnen in de school door middel van een lasercutter worden gemaakt. Maar dit is niet noodzakelijk, een zwarte lijn op een witte ondergrond kan ook voldoende zijn als test. Let wel dat er een onderbreking kan zijn in het parcours van +- 35cm (het vervolg van de lijn ligt dan altijd in het verlengde van de verlaten lijn). Ook een kruispunt (haakse zwarte lijn op de te volgen zwarte lijn) kan zich op het parcours bevinden. Hierbij is het juiste traject steeds rechtdoor. Ook een scherpe bocht met een hoekdraai van 90° kan in het parcours opgenomen worden.

Indien het voertuig de eindstreep niet haalt (door van het parcours af te wijken) telt de afstand en de tijd die tot dan toe perfect is gehaald. Indien het voertuig het traject verlaat en ongeveer op dezelfde plaats terug op het traject geraakt (geen korter traject) kan het voertuig zijn weg vervolgen (chronotijd blijft lopen).

Het parcours zal zoals hierboven vermeld opgebouwd worden met tegels die in elkaar haken. De organisatie doet zijn uiterste best om de tegels zo vlak als mogelijk in elkaar te haken. Dit is niet altijd perfect, en er kunnen dus kleine niveaoverschillen zitten bij de overgang van twee tegels. Het parcours in de voormiddag en de namiddag zal niet hetzelfde zijn. **De score van de voormiddag en van de namiddag worden samen gerekend om tot een eindwedstrijdscore te komen.**

SPECIFICATIES

- ✓ Specificaties parcours tegels: De tegels met de zwarte lijn kunnen zelf gemaakt worden door middel van een lasercutter en zwarte verf (best mat):
 - ✓ Bronbestanden zijn terug te vinden op de website (www.stemolympiade.be) : Fusion3D bestanden, DXF en RLD bestanden voor de lasercutter, info tegels
 - ✓ Tegels zijn 35 cm breed
 - ✓ Dikte zwarte lijn is +- 2cm
- ✓ Hou er rekening mee dat de twee in elkaar hakende tegels een kleine boord kan bevatten. De wielen van het voertuig vangen dit op.
- ✓ Ook kunnen twee in elkaar hakende tegels een kleine niet witte rand bevatten.
- ✓ Het voertuig moet volledig autonoom het parcours kunnen afleggen.
- ✓ Kant en klare aangekochte lijnvolgrobots zijn niet toegelaten.
- ✓ Het parcours zal willekeurig worden opgebouwd en is niet op voorhand gekend. Het bestaat wel volledig uit tegels.
- ✓ Er kunnen tegels zonder zwarte lijn ertussen zitten. Dan is het vervolg steeds volledig rechtdoor.
- ✓ Bij een kruis (haakse zwarte lijnen) is het traject steeds rechtdoor.
- ✓ De maximum kromtestraal van een bocht kan afgeleid worden uit de opmaak van de tegels (zie eerdere GitHub link).
- ✓ Een hoek van 90° kan ook voorkomen (naar links of naar rechts) op het parcours. Dit zal een kruistegel zijn waarvan enkel twee lijnen tot het midden zijn zwart geschilderd (de andere twee zijn niet geschilderd, dus wit).
- ✓ Indien de deelnemers het voertuig vastnemen stopt automatisch de tijd en wordt de afstand (aantal reeds afgelegde tegels geteld) in rekening gebracht.
- ✓ Er moet een door de leerlingen gemaakte poster (STEM criteria) en logboek (chronologie ontwerp) aanwezig zijn.
- ✓ **De begeleiders moeten zich terugtrekken en onthouden van het geven van aanwijzingen tijdens de officiële wedstrijd en voorstelling!**
- ✓ **De begeleiders gaan rond bij de andere teams om ook een scoreblad in te vullen en dus de andere projecten te quoteren.**
- ✓ Alles wat niet verboden is, is toegestaan.

STEM-ACTIVITEITEN OP SCHOOL

Bij deze opdracht worden voorbeelden aangeboden van activiteiten die op school kunnen worden ondernomen vanuit het STEM-kader dat achteraan deze wedstrijdbrief in bijlage terug te vinden is. De opdracht kadert in onderzoekend en ontwerpend leren en kan aangepakt worden in een aantal fases:

FASE 1: VERWONDEREN

Vertel dat de leerlingen gaan deelnemen aan het STEM Tornado met de uitdaging 'De Wijze Wagen'. In deze fase introduceer je het onderwerp van de opdracht. Gebruik voorbeelden uit de praktijk. Vraag aan de leerlingen wat een elektrisch aangedreven voertuig is en welke de voordelen/nadelen zijn. Wat hebben we daaraan in het dagelijks leven (STEM6,9,10)? Hoe wordt dit voertuig technisch gebouwd? Je kunt hierbij gebruik maken van onderstaande video's. Vertel de leerlingen dat ze voor het STEM Tornado zelf een elektrisch aangedreven zelfrijdend voertuig gaan ontwerpen (STEM9). Een echt elektrisch aangedreven voertuig is namelijk 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 elektrisch rijdt, en hoe een lijn kan worden gedetecteerd en worden gevolgd (STEM2,3).

INSPIRATIE NODIG?

[Video1](#)

[Video2](#)

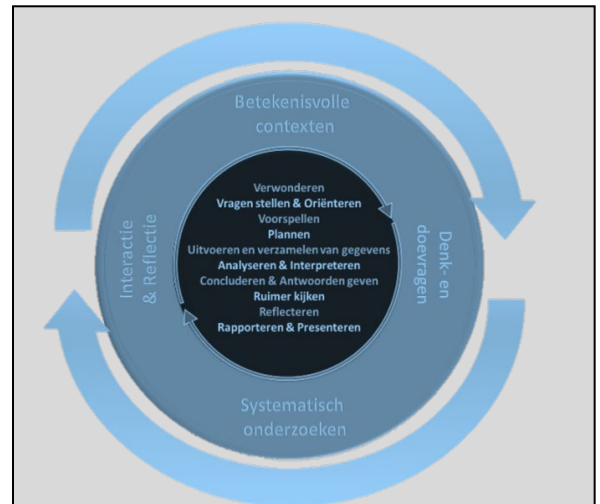
[Instructables Arduino](#)

[Arduino info](#)

[Ingegno info](#)

[Makeblock info](#)

[PID regelaar](#)



WAT IS ONDERZOEKEND EN ONTWERPEND LEREN?

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, het eerste deel van de opdracht is gericht op onderzoekend leren en bereidt de leerlingen voor op het tweede deel: de ontwerpdracht van het STEM Tornado.

FASE 2: VERKENNEN (STEM1,2)

Nadat de leerlingen geïnteresseerd zijn geraakt, start het verkennen. 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 fysieke eigenschap kan het elektrisch aandreven voertuig merken dat het een bocht moet maken?’.

FASE 3: ONDERZOEK OPZETTEN (STEM3)

Tijdens deze fase laat je de leerlingen een plan bedenken om een experiment op te zetten waarmee de onderzoeksvraag beantwoord kan worden. De onderzoeksvraag zou bijvoorbeeld kunnen zijn: ‘Hoe kun je zorgen dat het voertuig een bocht maakt van 90 graden?’. 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. Mogelijkheden van de programmeertaal
3. Eigenschappen van de kleurensensor

FASE 4: ONDERZOEK UITVOEREN (STEM3)

Tijdens deze fase kunnen de leerlingen de volgende experimenten uitvoeren.

1. Experimenteren met rechtdoor rijden

De leerlingen gaan tijdens dit experiment onderzoeken met welke onderdelen en programmeertechnieken een voertuig rechtdoor kan rijden. Hoe zorgt men ervoor dat het voertuig rechtdoor kan rijden? Hoe laten we het voertuig achteruit rijden?

2. Experimenteren met draaien

De leerlingen gaan tijdens dit experiment onderzoeken met welke onderdelen en programmeertechnieken een bocht kan worden genomen. Wat zorgt ervoor dat het voertuig naar links of naar rechts kan gestuurd worden? Hoe scherp kan een bocht genomen worden? Wat doe je best met de snelheid tijdens het nemen van een bocht?

3. Experimenteren met het volgen van een lijn

De leerlingen gaan tijdens dit experiment onderzoeken met welke onderdelen en programmeertechnieken een zwarte lijn op een witte ondergrond kan gedetecteerd worden. Hoeveel en welke sensoren zijn hiervoor nodig? Welk algoritme moet hiervoor worden ontwikkeld om de actuatoren gepast aan te sturen op basis van de sensorwaarden?

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:

- Welke programmeerlogica (hardware) is het meest geschikt?
- Welke programmeertaal is het meest geschikt?
- Met welk materiaal maak je best het elektrisch aangedreven voertuig?
- Hoe zal het voertuig zich het best voortbewegen (actuatoren)? Gebruik je wielen, rupsbanden, of poten? Trilt je voertuig? ...
- Met welke sensor kan je best een gekleurde lijn detecteren?

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, VERBREDEN EN ONTWIKKELEN (STEM3,4,5)

Laat de leerlingen de kennis die ze tijdens deze lesactiviteit hebben opgedaan toepassen binnen de wedstrijdopdracht. Laat ze onderzoeken hoe ze het best een voertuig maken. Hou hierbij rekening met wat wel en niet mag.

VERLOOP FINALEDAG

Na de aankomst op de wedstrijdlocatie gaat het team met de begeleiders naar de tafel waar hun deelnamenummer ligt. Samen met de begeleiders zetten de leerlingen de meegebrachte materialen, het posterverslag en het logboek klaar. Er is geen mogelijkheid om de poster op te hangen! Nadat de jury met een duidelijk signaal de wedstrijd officieel heeft geopend, trekken de begeleiders zich terug. De begeleiders krijgen namelijk de taak om de realisaties van de andere finaleteams te beoordelen. Ook deze score zal meetellen in de eindscore.

De wedstrijdscore bestaat uit twee delen: de beoordeling van de jury en het resultaat van de praktische proef.

De jury gaat bij elk team langs om de opdracht met de leerlingen te bespreken, met behulp van de poster (om S, T, E en M inhouden en vaardigheden duidelijk te maken), het logboek, en het finale eindresultaat (7 min.). De begeleider is hierbij niet aanwezig. De jury noteert 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.

Dit is trouwens ook wat alle begeleiders voor de andere teams dienen te doen (telt mee in de totale score): beoordelen van de verschillende STEM-criteria. (zie juryformulier STEM-criteria)

Er komen wellicht 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. De teamleden zetten het volledig opgebouwde voertuig op de wedstrijdplaats.

De praktische proef wordt twee keer uitgevoerd. Eén keer in de voormiddag en één keer in de namiddag. Tussendoor mogen er wijzigingen aangebracht worden aan het systeem ter verbetering. De beide scores van de voor- en de namiddag worden samengeteld. Een sessie duurt ongeveer 7 min. Binnen dit tijdslot mogen zoveel als mogelijk pogingen ondernomen worden en mogen er aanpassingen aan het systeem gebeuren. Het beste resultaat binnen dit tijdslot telt. Het parcours zal in de namiddag anders zijn dan in de voormiddag.

WELKE MATERIALEN GEBRUIK JE OP SCHOOL?

- Bouwmaterialen voor de constructie (hout, metaal, plexi, PVC, polycarbonaat, ...)
- Programmeerbare logica met koppeling van sensoren en actuatoren
- Geprinte en/of gelasercutte onderdelen (vb. parcoursstegels, en of voor het chassis)
- Programmeeromgeving voor de programmeerbare logica.
- Sensoren voor een goed rijgedrag.
- Actuatoren voor de aandrijving en evt andere zaken, ...

DE SCHOOL NEEMT MEE NAAR DE WEDSTRIJD

- Een afgewerkte constructie, die volledig is opgebouwd in overeenstemming met de specificaties
- Reservemateriaal om eventuele schade zelf te kunnen herstellen.
- Mogelijkheid tot opladen batterijen.
- Materiaal om de software aan te passen.
- Het logboek met alle voorbereidingen.

Het papieren posterverslag van het verloop van de voorbereidingen op school (verplicht!).

DE ORGANISATIE ZORGT VOOR

- Een plaats waar de opstelling van de deelnemers kan worden geplaatst.
- Elektriciteit (1 stopcontact) dichtbij de deelnemerstafel
- Zone met tegels voor verschillende en meerdere parcours.

WAT DOET DE JURY?**WAAR LET DE JURY OP?**

- 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, zelfbouw en design): (zie juryformulier STEM criteria).
- De wedstrijdjury evalueert de volgende punten: (zie juryformulier praktische proef).

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.

WIE WINT?

De gouden, zilveren en bronzen prijs gaan naar de teams die het geprogrammeerde voertuig het lijnvolgtraject laat afleggen (met hindernissen als een kruis en bochten) van start tot finish, in een zo klein mogelijke tijd. Ook in welke mate de technische complexiteit van het lijnvolgvoertuig het best voldoet aan de 10 STEM criteria wordt in rekening gebracht. Creativiteit, originaliteit, graad van zelfbouw en design zijn eveneens belangrijk. Ook het posterverslag, het logboek en de voorstelling aan de jury spelen een belangrijke rol bij de beoordeling van de STEM-kwalificaties.

Vragen?

Lees eerst goed deze wedstrijdbrief!

Vragen over ‘De Wijze Wagen’ waarop de website het antwoord niet verschaft, kunnen worden gericht aan info@stemolympiade.be

Veel succes.

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

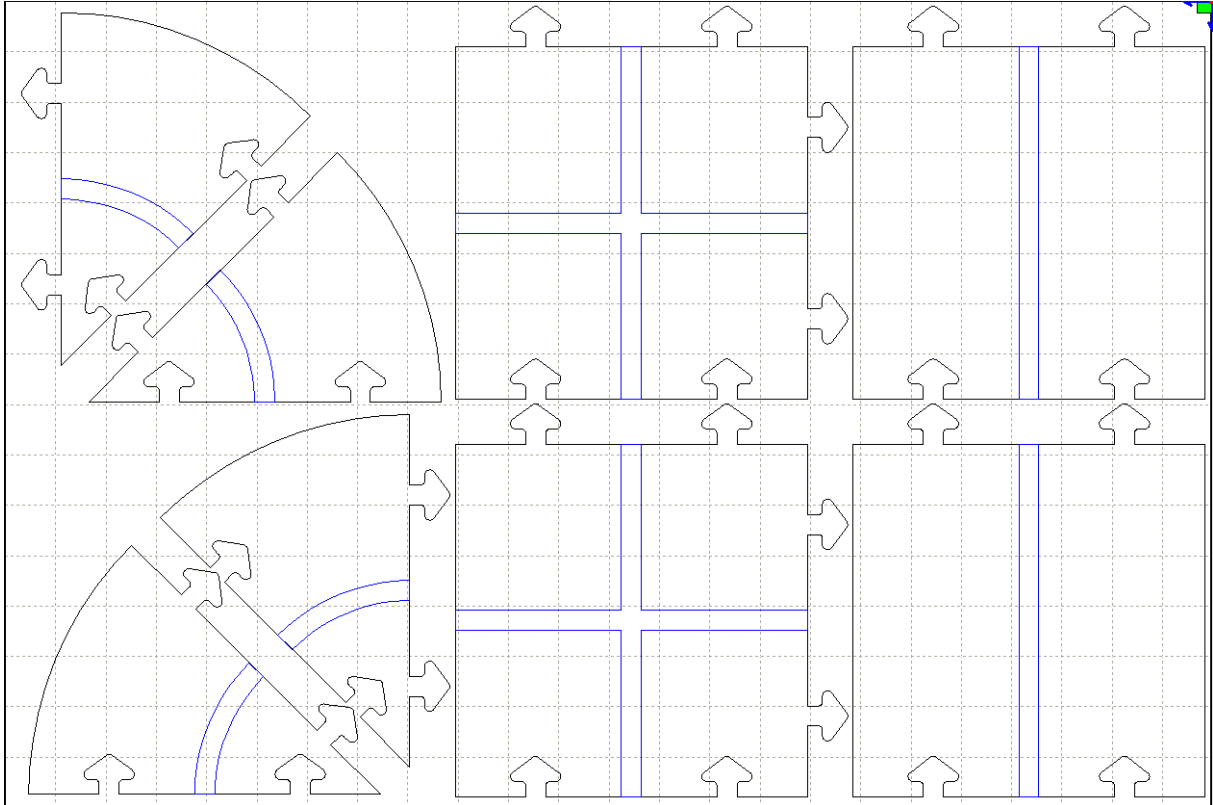
Deze dimensies en principes worden ook beoordeeld tijdens het STEM-Tornooi. Alle informatie over het STEM-kader voor het Vlaams Onderwijs (principes en doelstelling) kunt u [hier](#) raadplegen.

Het PK-model, pijlers en kerncomponenten STEM kan geraadpleegd worden op www.onderzoekendleren.be - Dejonckheere, P. J., Vervaet, S., & Van De Keere, K.

In samenwerking met de cel [iSTEM](#) die Vlaamse expertise in STEM-onderwijs bundelt.



BIJLAGE – VERSCHILLENDE TEGELS



Teamnummer	Teamnaam	Jurypanel
.....

Tijdens het STEM Tornooi worden de 10 criteria beoordeeld.
Beoordeel hier de postervoorstelling en het ontwerp (niet hoe het werkt).

STEM CRITERIA		0	1	2	3
Zet een kruisje in de beoordelingskolom op basis van de postervoorstelling (0 = ruim onvoldoende; 1 = onvoldoende; 2 = goed; 3 = uitstekend)					
STEM 1	Uit het posterverslag blijkt dat de teamleden tijdens het proces de vier componenten van STEM bestudeerd hebben (science, technology, engineering en mathematics).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
STEM 2	De teamleden hebben inzicht verworven in het probleemoplossend denken dankzij de uitgevoerde opdracht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
STEM 3	Het onderzoeksproces is volledig beschreven in het posterverslag. De probleemstelling is afgebakend, de data werd geanalyseerd en geïnterpreteerd en er is een technische tekening aanwezig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
STEM 4	De teamleden hebben kritisch nagedacht over hun eigen eindproduct. Bij problemen hebben ze systematisch gezocht naar een oplossing.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
STEM 5	De teamleden hebben diverse technologieën en strategieën afgewogen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
STEM 6	De teamleden kunnen hun project transfereren naar een maatschappelijk thema.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
STEM 7	De teamleden kunnen aan de hand van hun poster hun eindproduct voorstellen. Ze zijn daarbij in staat om een mening of argument te verwoorden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
STEM 8	De teamleden hebben doorheen het proces steeds positief samengewerkt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
STEM 9	De teamleden hebben doorheen het proces cognitieve, interpersoonlijke, intrapersonlijke en sociale karakteristieken verder ontwikkeld.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
STEM 10	De teamleden zijn nieuwsgierig naar andere innovatieve uitwerkingen binnenin STEM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TOTAAL		/30			

Teamnummer	Teamnaam	Jurypanel
.....

VOORWAARDEN

Zet een kruisje in de laatste kolom wanneer er wel aan de voorwaarde is voldaan.
 Het aantal kruisjes geeft aan hoeveel voldane voorwaarden dit team heeft behaald.

Er wordt geen kant-en-klare opstelling gebruikt.	<input type="checkbox"/>
Het voertuig werkt autonoom eens het geplaatst is op de wedstrijdzone. Er mag dus geen ingreep meer gebeuren aan het voertuig eens de poging is gestart.	<input type="checkbox"/>
De begeleider geeft geen aanwijzingen tijdens de praktische proef.	<input type="checkbox"/>
Totaal 3

BEOORDELINGEN

TECHNISCH

	Waarde
Hoeveel tegels heeft het voertuig correct afgelegd?
In hoeveel tijd?	Min: Sec:

STEM-CRITERIA

Waarde	Geef een cijfer tussen 1 en 5	
Originaliteit	5
Design	5
Het voertuig is volledig zelf ontworpen	10
Samenwerking	5
Totaal:	25