

design your future

**START TO STEM**  
**MECHATRONICA!**  
**BOUW JE EIGEN AVATAR**

Handleiding voor leraren

Bieke Maertens  
Shane Vermeersch

Expertisecentrum Onderwijsinnovatie



katholieke hogeschool  
associatie KU Leuven

AGENTSCHAP  
ONDERNEMEN



Vlaanderen  
is ondernemen

# Inhoudsopgave

<b>Inhoudsopgave</b> .....	<b>2</b>
<b>Voorwoord</b> .....	<b>4</b>
<b>Hoofdstuk I STEM Onderwijs</b> .....	<b>5</b>
<b>1 STEM-dimensies en principes</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Onderzoekend leren, een aanpak</b> .....	<b>6</b>
<b>Hoofdstuk II Inleiding</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Thema</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Context</b> .....	<b>8</b>
<b>Hoofdstuk III Proces</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Hoe kom je tot een goed geformuleerde probleemstelling?</b> .....	<b>9</b>
1.1 Samenstelling van de groepen .....	10
1.2 Brainstormen.....	10
1.3 Probleem selecteren en formuleren .....	12
1.4 Probleemstelling ontrafelen .....	13
1.5 Probleemstelling voorstellen .....	14
<b>2 Oplossing bedenken</b> .....	<b>16</b>
2.1 Ideeën generen.....	16
2.2 Oplossingsidee selecteren .....	16
2.3 Oplossingsidee uitwerken (en voorstellen) .....	17
<b>3 Oplossing uitwerken met <i>Lego Mindstorms</i></b> .....	<b>19</b>
3.1 Robot bouwen.....	19
3.2 Robot programmeren.....	19
<b>4 Projectvoorstelling</b> .....	<b>20</b>
<b>Hoofdstuk IV Praktisch</b> .....	<b>21</b>

---

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>21</b>
<b>2</b>	<b>Probleemstelling.....</b>	<b>21</b>
<b>3</b>	<b>Oplossing bedenkingen .....</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>Oplossing uitwerken met <i>Lego Mindstorms</i>.....</b>	<b>22</b>

## Voorwoord

Deze handleiding ondersteunt de leraren die deelnemen aan het project *Mechatronica! Bouw je eigen avatar!*. Dit project werd eerst inhoudelijk uitgewerkt, door het departement Industriële Wetenschappen en Technologie, maar werd nadien overgeheveld naar het departement Onderwijs, expertisecentrum Onderwijsinnovatie om het didactische aspect ervan vorm te geven.

In onze maatschappij heeft men meer nood aan afgestudeerden met een STEM-profiel. Het project *Mechatronica!* past in het actieplan van STEM. Op deze manier kan *Mechatronica!* Ingezet worden in STEM-studierichtingen. In hoofdstuk 1 kunt u meer informatie lezen over STEM.

Deze handleiding biedt geen volledig uitgewerkte lessenreeks. De bedoeling is echter om te vertrekken vanuit een context waarin er een probleemstelling opduikt. Hoofdstuk 2 doet een suggestie met betrekking tot de context en de probleemstelling.

In het derde hoofdstuk wordt het proces van het project beschreven. Het proces kan vergeleken worden met het verloop van de lessenreeks. Dit is gelijklopend aan een onderzoeksproces dat men in onderzoeken of in het dagelijks leven gebruikt om tot een oplossing te komen. Figuur 1 illustreert de manier waarop het proces chronologisch verloopt. In hoofdstuk 3 wordt dit heel gedetailleerd omschreven – inclusief met didactische werkvormen -, zodanig dat de leraar deze stappen kan opvolgen in zijn of haar klaspraktijk.



Figuur 1. Onderzoeksproces

In het laatste hoofdstuk worden de diverse stappen vanuit het onderzoeksproces samengevat.

# Hoofdstuk I      **STEM Onderwijs**

## **1            STEM-dimensies en principes**

STEM is een letterwoord dat niet de optelsom is van wetenschappen, techniek, wiskunde, en een nieuw luik "engineering". STEM is wel een verhaal van interactie tussen vakgebieden, toekomstgericht, en ruimte gevend aan 21e-eeuwse vaardigheden en interdisciplinariteit. In onderstaande dimensies en principes wordt de kern van het STEM-kader beschreven, waar iedereen kan op terugvallen om een STEM-activiteit uit te bouwen.

- (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 en redeneren, modelleren en abstraheren
- (5) Strategisch gebruiken en ontwikkelen van technologie
- (6) Inzicht verwerven in de relevantie van STEM op zich en voor de maatschappij
- (7) Verwerven en interpreteren van informatie over en communiceren over STEM
- (8) Samenwerken in teamverband
- (9) Verwerven van 21e-eeuwse competenties
- (10) Innovatie

## 2 Onderzoekend leren, een aanpak

Onderzoekend leren kan een interessante didactiek zijn om aan STEM onderwijs te doen. In deze didactiek worden onderzoeks- en ontwerpvaardigheden gestimuleerd die leiden tot een onderzoekende houding. Voor leerlingen is onderzoekend leren een veelzijdig proces. Ze moeten zelf actief nadenken en nieuwe informatie organiseren en integreren in bestaande kennispatronen. Voor de leerkracht kan onderzoekend leren als een rijke onderwijsaanpak beschouwd worden. De houding van de leerkracht moet leerlingen aanzetten tot denken en handelen en hij/zij moet ruimte en tijd creëren om te leren door te exploreren en te onderzoeken. In zekere zin treedt de leerkracht hier op als coach.

Concreet vertrekt deze lessenreeks vanuit een maatschappelijk thema dat voor de leerlingen heel herkenbaar is en dat hen boeit. Binnen dit thema bakent de leerkracht een context af, waarbinnen de leerlingen zelf een probleemstelling moeten formuleren. Voor die probleemstelling bedenken de leerlingen daarna een oplossing die ze dan ook daadwerkelijk uitvoeren a.d.h.v. Lego Mindstorms. Doorheen dat hele proces staan de leerlingen centraal en worden ze actief betrokken in het leerproces.

Hieronder worden verschillende elementen van het onderzoeksproces kort toegelicht en worden er ideeën aangereikt om leerlingen aan te zetten tot nadenken over een mogelijke probleemstelling en oplossing.

# Hoofdstuk II    **Inleiding**

## **1        Thema**

Een thema is een ruim interesseveld waarbinnen je als leerkracht een (fictieve) context schetst. Voorbeelden van mogelijke thema's zijn natuurrampen, oorlogssituaties, klimaatopwarming, veiligheid, toekomst, vergrijzing, gezondheid, duurzaamheid, verkeersproblemen, ruimte...

In deze lessenreeks kiezen we ervoor om te vertrekken vanuit het thema klimaatopwarming. Op de klimaatop in Parijs ondertekende België een bindend akkoord. Een concrete doelstelling ervan is de afvalberg halveren tegen 2050.

## 2 Context

Een context is een geloofwaardig verhaal dat wordt gebruikt als instap. Met deze context moet je als leerkracht de leerlingen als het ware motiveren zich hiervoor te engageren. De context is levensecht en moet de leerlingen bewust maken van hun maatschappelijke betrokkenheid. Het is belangrijk dat deze context niet enkel in de eerste les wordt gebruikt, maar deze moet gedurende de volledige lessenreeks aanwezig blijven. Op die manier laat je leerlingen zien dat

In deze lessenreeks opteren we ervoor om de school haar steentje te laten bijdragen aan de doelstelling om de afvalberg in Vlaanderen te halveren tegen 2050. Aan de hand van een (fictief) krantenartikel wordt verteld dat de gouverneur van West-Vlaanderen, Carl Decaluwé, vanaf 2017 jaarlijks 1.6 miljoen euro vrijmaakt om dit binnen onze provincie te bereiken. Ter voorbereiding hiervan wordt aan alle burgers gevraagd ideeën aan te leveren om deze doelstelling te bereiken, ook aan scholen. Daarom krijgen de leerlingen nu de opdracht na te denken over hoe het afval op school op een betere manier kan verzameld en verwerkt worden.

## Hoofdstuk III    **Proces**

### **1        Hoe kom je tot een goed geformuleerde probleemstelling?**

Hier staat het nadenken over context en het verzamelen van bijkomende informatie centraal. De leerlingen worden ingedeeld in groepen van  $\pm 3$  leerlingen en denken per groep na over de context. Aan de hand van onderstaande onderdelen komen de leerlingen tot een duidelijk geformuleerde probleemstelling.

Om vanuit die brede context (i.e., afvalverzameling en/of –verwerking op school) tot een afgebakende probleemstelling te komen, kunnen principes vanuit human-centered design gehanteerd worden. Volgens human-centered design worden de noden en beperkingen van de mensen als belangrijker gezien dan andere zaken (vb.; financiële beperkingen, materiaalkeuze... ) tijdens het bedenken van producten en diensten. De ontwerper moet dus niet enkel oplossingen voor bestaande problemen voorstellen, hij moet ook onderzoeken of het product of de dienst een functionaliteit heeft in de echte wereld.

De leerlingen kruipen in de huid van designers die werken volgens de principes van human-centered design. Ze krijgen de opdracht om een duidelijk afgebakende probleemstelling te formuleren. Om dit doel te bereiken, worden enkele ideeën aangereikt om dit doel stapsgewijs te bereiken. Het ene idee is niet beter dan het andere en sommige kunnen complementair gebruikt worden. In je keuze laat je zich als leerkracht best leiden door enkele praktische aspecten (tijd, ruimte...), de klasgroep waarmee je de oefening doet, en de durf die je hebt als leerkracht om samen met de leerlingen onderzoeker te zijn.

Het verloop van de lessenreeks is sterk afhankelijk van de inbreng van de leerlingen en de klasgroep waarmee je de opdracht doet. Op die manier is het niet zo eenvoudig om goed in te schatten wat het resultaat van de oefeningen

zal zijn. Je kan als leerkracht wel enige richting geven door op het juiste moment de gepaste vragen te stellen aan de leerlingen. Echter, we benadrukken hier graag dat het proces dat de leerlingen doormaken op zijn minst even belangrijk is als het product waarmee de leerlingen eindigen.

### Samenstelling van de groepen

## 1.1 Samenstelling van de groepen

Een combinatie van “denkers”, “uitvoerders”, en “creatievelingen” is een goede combinatie om een uitdaging aan te gaan. Doordat elk van hen op een andere manier naar de context kijkt, kunnen ze elkaars ideeën aanvullen.

Je kan zelf de groepen samenstellen, of je kan ervoor kiezen de leerlingen zelf hun groepen te laten maken. Kies je er als leerkracht voor om zelf de groepssamenstelling te doen, dan kan je rekening houden met de persoonlijkheid van de leerlingen. Door goed na te denken over de rolverdeling en een weldoordachte teamsamenstelling naar voren te schuiven, kan je er indirect op aansturen dat alle leerlingen, ieder op hun eigen manier, een waardevolle inbreng hebben binnen hun groep. Het aantal teams hangt af van de concrete invulling van de activiteit en het aantal beschikbare bouwdozen.

## 1.2 Brainstormen

Brainstormen is een creatieve gesprekstechniek die tot doel heeft snel en veel nieuwe ideeën over iets te genereren. Met brainstormen leren leerlingen zowel vrij als kritisch te denken. Het leert hen om tot ideeën te komen zonder deze direct af te schieten. Vervolgens leren ze hoe ze deze ideeën op waarde kunnen schatten.

Op zich klinkt dit misschien makkelijk en eenvoudig, maar toch bestaat het gevaar dat het gesprek erg vaag blijft en er weinig nieuwe elementen naar boven komen. Daarom is het belangrijk, vooral voor leerlingen die niet vertrouwd zijn met deze techniek, een brainstorm op een weldoordachte manier te begeleiden. Dit kan op verschillende manieren, hierbij alvast een

concreet voorstel van hoe je leerlingen gericht kan laten nadenken over problemen m.b.t. afvalverzameling en/of –verwerking op school.

### 1.2.1 Zoveel mogelijk problemen bedenken

- Neem per groep een groot vel papier met daarop in grote letters een kernwoord.
- Bepaal als leerkracht zelf die kernwoorden. Deze zorgen ervoor dat de leerlingen binnen de opgelegde context (i.e., afvalverzameling en/of –verwerking op school) in een bepaalde richting nadenken over mogelijke problemen.

*Voorbeelden: leraarskamer, speelplaats, eetzaal, schoolomgeving (i.e., schoolpoort, straten rond de school...), praktijklokalen...*

- Iedere groep krijgt een stapeltje post-it notes en denkt en discussieert gedurende een 3-tal minuten over mogelijke problemen gelinkt aan het kernwoord op hun blad. Alle mogelijke problemen worden op de post-it notes geschreven en op het vel papier gekleefd.
- Deze oefening wordt herhaald tot elke groep rond ieder kernwoord heeft nagedacht. Het blad wordt telkens doorgegeven naar de volgende groep, zodat iedere groep a.h.w. verder werkt met de problemen die door de andere groepen geformuleerd zijn. Zo wordt duidelijk welke problemen reeds aan bod kwamen, kan dit een aanzet zijn om verder na te denken over reeds vermelde problemen, maar het kan eveneens een stimulans zijn om andere paden te bewandelen.

### 1.2.2 Problemen groeperen

- Op het einde van de oefening heeft elke groep heel wat problemen, geformuleerd rond het kernwoord waar zij mee startten, bedacht door hun eigen groep én aangevuld met ideeën van anderen.
- Iedere groep probeert nu enige structuur op hun blad aan te brengen door de problemen te groeperen. Sommige problemen zijn misschien in

se hetzelfde, andere problemen vormen misschien samen een overkoepelend probleem.

**Opgelet!**  
Het is belangrijk dat er enkel wordt nagedacht over problemen. Oplossingen mogen nog niet aan bod komen en bij het bedenken van problemen hoeft er ook geen rekening mee gehouden te worden. Vaak denken mensen bij problemen automatisch na over mogelijke oplossingen, maar dit werkt beperkend.

Enkele regels:

- (1) Geef niet meteen kritiek op andere ideeën, maar bouw er juist op voort.
- (2) Gekke ideeën leveren nieuwe invalshoeken.
- (3) Bedenk zoveel mogelijk ideeën, nadien kan je altijd nog schrappen.

### 1.3 Probleem selecteren en formuleren

Op basis van de verschillende problemen geformuleerd rond een kernwoord, moet iedere groep nu één duidelijk afgebakende probleemstelling formuleren. Om de leerlingen toch in de juiste richting te sturen, dien je nu als leerkracht een kader te schetsen waarbinnen de leerlingen verder aan de slag moeten. Door criteria op te leggen waaraan hun probleemstelling moet voldoen, stuur je hen in de richting waar je naartoe wilt met je les.

Gezien de leerlingen in deze lessenreeks Lego Mindstorms moeten gebruiken in hun oplossing, is het essentieel om hier als voorwaarde te stellen dat het probleem oplosbaar moet zijn met robottechnologie. Mocht je de leerlingen hier volledig vrij in laten, loop je het risico dat leerlingen een probleem formuleren waar ze wel een goede oplossing voor kunnen bedenken, maar waar je het doel van de lessenreeks niet mee zal bereiken.

De probleemstelling die de leerlingen formuleren is een kernachtige en helder afgebakende "hoe kunnen we..."-vraag, waarbij ze rekening houden met de vooropgestelde criteria. Het formuleren van de probleemstelling doen

ze best in een kleine (interdisciplinaire) groep, opnieuw omdat iedere leerling dan zijn eigen inbreng kan leveren.

### **1.3.1 Criteria**

Hieronder enkele criteria die essentieel lijken om een goede probleemstelling te formuleren. Als leerkracht kan je hier uiteraard nog zaken die jou essentieel lijken aan toevoegen.

- (4) Is mijn probleem oplosbaar met robotica?
- (5) Is mijn probleem origineel?
- (6) Is mijn probleem relevant?
- (7) Is mijn probleem concreet en eenvoudig?
- (8) Is er nood aan een oplossing voor mijn probleem?

## **1.4 Probleemstelling ontrafelen**

Vooraleer kan worden nagedacht over een oplossing, dient de probleemstelling verder uitgediept te worden. De leerlingen moeten meer inzicht krijgen in de verschillende aspecten waaruit het probleem bestaat. Dit inzicht kan op verschillende manieren worden verworven.

### **1.4.1 Omgeving verkennen**

Het kan interessant zijn om, eens de probleemstelling duidelijk is, heel gericht de omgeving te gaan verkennen en met eigen ogen te gaan zien welke problemen zich momenteel voordoen. Vanuit die ervaringen kunnen de leerlingen hun probleemstelling verder verfijnen.

### **1.4.2 Data verzamelen**

Alleen kijken hoe het er in de realiteit aan toe gaat is soms niet voldoende. Het is bijzonder interessant ook gegevens te verzamelen.

#### **1.4.2.1 Cijfergegevens**

Cijfers zeggen soms meer dan woorden. Laat leerlingen concrete cijfers verzamelen zodat ze een beter beeld krijgen van de omvang van het probleem. Zorg er als leerkracht voor dat hun doelstelling realistisch is. Zo is het waarschijnlijk niet haalbaar om alle leerlingen van de school te bevragen. Reik hen dan oplossingen aan zoals het trekken van een eerlijke steekproef. Zo kunnen ze toch cijfergegevens verzamelen en kunnen ze op basis daarvan correcte uitspraken doen.

#### **1.4.2.2 Bevindingen**

Initieel zijn de leerlingen gestart van de problemen die zij ondervinden of waarvan ze denken dat het problemen zijn in bepaalde situaties. Deze ideeën kunnen ze nu aanvullen met wat anderen ervan vinden. Door andere personen hun mening te vragen, krijgen de leerlingen meer inzicht in het probleem. Misschien ervaart de grote meerderheid bepaalde zaken wel niet als een probleem, dan is het nodig om de probleemstelling ietwat bij te sturen.

Dit kan bij enkele personen d.m.v. een diepgaander interview of bij een volledige groep d.m.v. vragenlijsten. Laat de leerlingen vooraf goed nadenken over welke vragen ze in het interview of de vragenlijst willen opnemen en hoe ze deze best formuleren. Het is belangrijk goed te weten wat ze precies verduidelijkt willen zien en hun vragen daarop af te stemmen. In functie van een interview stellen de leerlingen best een interviewleidraad op.

### **1.5 Probleemstelling voorstellen**

Iedere groep moet nu zijn probleemstelling voorstellen, dit door middel van een elevator pitch. Dit is een presentatiewijze van een idee. De naam geeft de tijdsduur weer waarin een lift van de onderste naar de bovenste verdieping gaat, in ongeveer 30 seconden tot 2 minuten. Deze term werd in oorsprong gebruikt door ondernemers die hun idee probeerden op te werpen bij investeerders om zo financiering los te krijgen. Leerlingen doen de oefening voor hun probleemstelling. Ze benadrukken de ernst van het probleem en het belang van het vinden van een oplossing ervoor. Dit proberen ze op een

aantrekkelijke manier te doen, zodat de andere teams hun probleemstelling niet banaal vinden.

Deze oefening kan twee doelen hebben:

**(1) Formatieve evaluatie**

De probleemstelling voorstellen aan medeleerlingen. Zo kan de oefening als tussentijds evaluatiemoment gezien worden, een moment waarop ideeën van de verschillende groepen kunnen worden uitgewisseld.

**(2) Summatieve evaluatie**

Één probleemstelling selecteren. In de volgende lessen gaat elke groep dan aan de slag met die ene probleemstelling. Het is belangrijk dat de groepen elkaar proberen te overtreffen in de hoop de anderen te overtuigen van het belang van hun probleem. Om één probleemstelling te selecteren kunnen onderstaande methodes worden gebruikt:

**Puntenkaart**

Iedere leerling beoordeelt individueel elke probleemstelling o.b.v. enkele vooraf opgestelde criteria. Per criterium wordt telkens een cijfer van nul tot vijf toegekend. De toegekende scores worden samengeteld en voor het probleem met de hoogste score wordt later een oplossing bedacht. Samen met de leerlingen kan je ervoor kiezen bepaalde criteria een zwaarder gewicht toe te kennen, maar het is belangrijk dat je dit dan op voorhand vermeldt.

**Habemus quaestio**

De leerlingen beslissen in verschillende rondes over welke probleemstelling verder aangepakt zal worden. Per ronde mag iedere leerling één stem uitbrengen voor de probleemstelling die zijn of haar voorkeur geniet. De probleemstelling met het minst aantal stemmen valt telkens af. Ga zo door tot er slechts één probleemstelling overblijft.

## 2 Oplossing bedenken

### 2.1 Ideeën genereren

De leerlingen hebben nu een concrete probleemstelling geformuleerd die ze willen oplossen. Vooraleer ze die kunnen oplossen, moeten ze eerst verder nadenken over hoe die oplossing er zal uitzien. Laat hen eerst terug met een ruime blik over mogelijke oplossingen nadenken, zonder dat ze rekening houden met bepaalde criteria. Alles wat in hun hoofd opkomt, schrijven ze neer.

### 2.2 Oplossingsidee selecteren

#### 2.2.1 Criteria

De leerlingen hebben nu veel verschillende ideeën voor hun oplossing bedacht, maar ze kunnen niet alles realiseren. Door nu een aantal criteria naar voren te schuiven, stuur je de oplossing van de leerlingen in een specifieke richting. De criteria liggen deels in lijn met deze waarmee rekening moest worden gehouden in het formuleren van de probleemstelling, maar nu komen er ook een aantal praktische en technische aspecten bij.

Concreet moet het oplossingsidee nu aan onderstaande criteria voldoen:

- (1) De oplossing moet te maken zijn met robotica
- (2) De oplossing moet binnen  $x$ -aantal lessen gebouwd en geprogrammeerd kunnen worden
- (3) De oplossing moet gerealiseerd worden met het beschikbare materiaal (en budget)
- (4) De oplossing moet bruikbaar zijn door diegene die het probleem ervaren
- (5) De oplossing moet haalbaar en uitvoerbaar zijn
- (6) De oplossing moet verantwoord zijn.

☞ **Indien nodig kunnen geleidelijk extra criteria worden toegevoegd, om zo de leerlingen in de juiste richting te sturen.**

Het is goed mogelijk dat de leerlingen hun oplossing niet op ware grootte zullen kunnen bouwen. Indien dit zo is, kunnen ze nadenken over hoe ze de situatie kunnen simuleren om zo hun idee duidelijk te maken. Laat hen hier gerust creatief in zijn.

### 2.2.2 Oplossingideeën evalueren

Leerlingen zullen verschillende oplossingen naar voren hebben geschoven, maar er is slechts tijd en ruimte om één ervan uit te werken. Om er eentje van te selecteren, ordenen de leerlingen hun oplossingen op een 2x2-matrix o.b.v. realiseerbare vs. niet-realiseerbare ideeën en gewone vs. originele ideeën (zij *bijlage achteraan*).



### 2.3 Oplossingsidee uitwerken (en voorstellen)

Meteen aan het bouwen en programmeren slaan, lijkt geen zo'n efficiënt idee. Het is immers goed mogelijk dat de leerlingen nogal intuïtief hun oplossing hebben geformuleerd en daarbij bepaalde zaken uit het oog hebben verloren. Laat de leerlingen daarom eerst hun oplossingsidee op een eenvoudige (en snelle) manier uitwerken. Dit kan d.m.v. een tekening, een poster, een collage, een maquette... Met deze voorstelling kunnen ze hun oplossingsidee dan

voorleggen aan externen (vb.; klasgenoten, mensen die het probleem ervaren, leerkracht, ouders, Lego expert...). Iemand die de oplossing niet heeft uitgedacht, zal vast en zeker nuttige feedback kunnen leveren. Aangezien de leerlingen nog niet begonnen zijn aan hun eigenlijke uitwerking, is er zeker nog tijd en ruimte om hun ontwerp op basis van de feedback bij te sturen.

Opmerking: Indien gewenst kunnen jullie de ideeën van de leerlingen doorspelen naar Vives. Een Lego Expert die diverse opleidingen EV3 heeft gevolgd is bereid de ideeën van de leerlingen te bekijken en hen enkele tips mee te geven.

Misschien komen sommige groepen opzetten met een heel eenvoudige oplossing. Als leerkracht kan je die groep heel specifieke aanvullende uitdagingen aanreiken om zo hun ontwerp te optimaliseren.

Laat leerlingen ook nadenken over hoe ze de oplossingen zullen uitwerken en laat hen een realistische planning opstellen waarin ze verduidelijken wat ze wanneer zullen uitvoeren.

## 3 Oplossing uitwerken met *Lego Mindstorms*

De leerlingen vertalen hun idee nu naar de werkelijkheid en bouwen hun oplossing uit m.b.v. Lego Mindstorms. Hoewel ze tijdens het uitdenken van hun oplossingsidee goed hebben moeten nadenken over de haalbaarheid van hun idee, is het mogelijk dat er nog bepaalde problemen opduiken tijdens de eigenlijke uitwerking. Daarom is het goed mogelijk dat ze hun oplossing nog ietwat zullen moeten bijsturen tijdens deze fase. Aangezien ieder team een andere oplossing heeft bedacht, zal de eigenlijke uitwerking ook telkens verschillend zijn.

### 3.1 Robot bouwen

Omwille van de beperkte tijd, vertrekken de leerlingen het best vanuit een basismodel. Om deze modellen te bouwen kunnen ze de handleiding in de doos gebruiken. Uiteraard kunnen de leerlingen dit model dan aanpassen aan hun eigen oplossing door bepaalde elementen toe te voegen of weg te laten.

### 3.2 Robot programmeren

Het is de bedoeling dat de leerlingen de mogelijkheden van Lego Mindstorms die ze nodig hebben om hun oplossing uit te werken volledig zelf ontdekken. Aangezien iedere groep een andere oplossing uitwerkt, zal iedere groep ook verschillende zaken moeten uitzoeken. Om hen hierbij te helpen hebben we een hulptool ontwikkeld. Deze kan heel intuïtief gebruikt worden door de leerlingen en biedt hen een handige ondersteuning. In de hulptool wordt vaak verwezen naar de robot-onderwijzer, een onderdeel van de Lego Mindstorms education software. In de robotonderwijzer worden verschillende basisaspecten kort en visueel uitgelegd. Het kan handig zijn om deze als leerkracht ook eens vooraf door te nemen.



**Maertens, B. & Vermeersch, S. (2016). *Hulptool programmeren met Lego Mindstorms*. Tielt: VIVES, campus Tielt.**

## 4 Projectvoorstelling

Het is fijn als alle groepen nu de kans krijgen om het project dat ze hebben uitgewerkt, voor te stellen aan een publiek. Dit kan in de klas, voor hun medeleerlingen, maar het is nog leuker als ze dit doen tijdens het slotevent van dit project op woensdag 25 mei 2016.

Tijdens het slotevent krijgen alle groepen de kans het project dat ze hebben uitgewerkt voor te stellen aan een breed publiek. Hiervoor krijgen ze elk tien minuten de tijd. De vorm van de voorstelling mag het team zelf bepalen, maar het geheel moet overzichtelijk en verzorgd zijn.

*Voorbeelden: een (onderzoeks)poster, een videodagboek, een fotoreportage, een powerpointpresentatie (max. 4 slides)...*

Na de voorstelling krijgt een jury en/of het publiek de kans om gedurende vijf minuten vragen te stellen aan de groep.

# Hoofdstuk IV Praktisch

## 1 Inleiding

### Vorbereiding

- Aangereikt materiaal vooraf doornemen.
- (Extra achtergrondinformatie opzoeken)

### Benodigdheden

- Afbeeldingen (bijlage)
- Krantenartikel (bijlage)

### Link STEM-kader

- Inzichten verwerven in de maatschappelijke relevantie van STEM. (6)

## 2 Probleemstelling

### Vorbereiding

#### *Problemen genereren*

1. Rolverdeling maken en multidisciplinaire teams samenstellen. De grootte van de teams hangt mede af van het aantal kernwoorden waarrond gebrainstormd moet worden en het aantal *Lego Mindstorms* die beschikbaar zijn.

#### *Problemen selecteren en formuleren*

2. Eventueel nadenken over bijkomende criteria op basis waarvan de teams hun probleemstelling moeten formuleren.
3. Beslissen of ieder team voor zijn probleemstelling een oplossing mag uitwerken of er één probleemstelling wordt gekozen waar alle teams mee verder werken.

#### *Problemen ontrafelen*

- Afh. van de methodiek.

### Benodigdheden

#### *Problemen genereren*

- Grote bladen met kernwoord, post-its

#### *Probleem selecteren en formuleren*

- /

#### *Probleem ontrafelen*

- Afh. van de methodiek.

### 3 Oplossing bedenkingen

#### **Vorbereiding**

*Oplossingsideeën genereren*

- /

*Oplossingsidee selecteren*

- Criteria doornemen en indien nodig extra criteria formuleren.

*Oplossingsidee uitwerken (en voorstellen)*

- /

#### **Benodigdheden**

*Oplossingsideeën genereren*

- /

*Oplossingsidee selecteren*

- 1 matrix per groep (bijlage)

*Oplossingsidee uitwerken (en voorstellen)*

- Materiaal dat de leerlingen gebruiken om hun idee (op een creatieve manier) uit te werken.

### 4 Oplossing uitwerken met *Lego Mindstorms*

#### **Vorbereiding**

*Oplossingsideeën genereren*

- /

*Oplossingsidee selecteren*

- Criteria doornemen en indien nodig extra criteria formuleren.

*Oplossingsidee uitwerken (en voorstellen)*

- /

#### **Benodigdheden**

*Oplossingsideeën genereren*

- /

*Oplossingsidee selecteren*

- 1 matrix per groep (bijlage)

*Oplossingsidee uitwerken (en voorstellen)*

- Materiaal dat de leerlingen gebruiken om hun idee (op een creatieve manier) uit te werken.