



## Eindtermen project 'Sociale robot'

Eindtermen eerste graad secundair onderwijs A-stroom

### Wat is de bedoeling van dit document?

We gaan ervan uit dat dit project vooral in de lessen Techniek of lessen STEM gegeven wordt, en wat ons betreft graag in combinatie met het vak Beeld.

In dit document geven we mee aan welke eindtermen er gewerkt kan worden. We geven ook aan op welke manier dat kan gebeuren.

De leerkracht beslist aan welke eindtermen en leerdoelen er wordt gewerkt. Als de aanpak gevolgd wordt die Dwengo voor het project voorstelt in het kader van AI Op School, zouden bepaalde eindtermen zeker aan bod moeten komen.

**Hoe de leerkracht dit project invult, bepaalt welke eindtermen effectief aan bod komen en in welke mate.**

### Aanpak

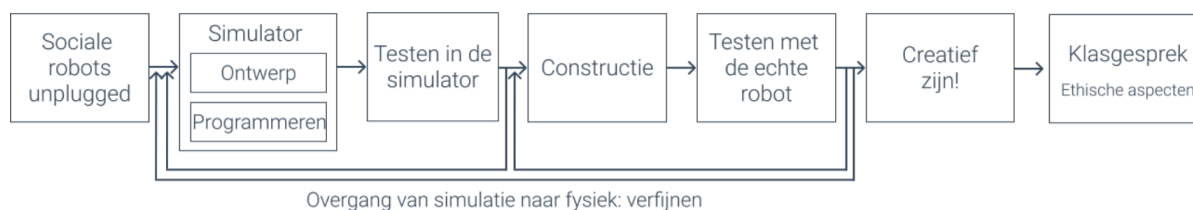
De tijd die de leerkracht wil/kan besteden aan de invulling van dit project, zal mee bepalend zijn voor de bereikte leerdoelen.

Dit project biedt heel wat mogelijkheden tot **vakoverschrijdend** werken. We denken daarbij aan de vakken Techniek, STEM, en Beeld, maar ook aan de taalvakken, een levensbeschouwelijk vak, en de vakken Mens & Samenleving, Mens & Maatschappij, en Burgerschap.

Voorzie zeker voldoende tijd voor de bouw en het programmeren van de robot.

Duid zeker ook de maatschappelijke relevantie van het thema.

Verder vinden wij het creatieve aspect van het 'Sociale Robot'-project heel belangrijk. De motivatie van de leerlingen wordt daardoor vergroot en een bredere groep wordt aangesproken. De robot vorm geven in het vak Beeld en een creatieve opdracht voor het vak Nederlands bieden hier zeker een meerwaarde.



Het is zinvol om dieper in te gaan op de maatschappelijke relevantie van het project, om de link te leggen met mediawijsheid, met de technologisering van de maatschappij en hoe dat in de toekomst mogelijk zal evolueren. Ga daarbij de ethische aspecten die nieuwe technologieën met zich meebrengen niet uit de weg. Ontbreekt de tijd om dit te doen, vraag dan eventueel aan een collega van een taalvak, een levensbeschouwelijk vak of bv. Mens & Samenleving, om dit aan bod te laten komen in zijn of haar lessen.

## Inhoud van het project

In een aantal modules **ontwerpen, programmeren en bouwen** de leerlingen zelf een sociale robot. Ze denken daarbij na over hoe hun robot zal communiceren en op welke omgevingsfactoren - zoals licht, geluid, beweging - hij zal reageren.

Het ontwerpen, bouwen en grafisch programmeren van de robot doen de leerlingen **per twee of drie** in een **simulator**. De fysieke robot bouwen ze met **hergebruikt materiaal**. Het wordt nog leuker als de leerlingen de robot een persoonlijke toets geven. Ze kunnen zich hierin op een creatieve manier uitleven. Gebruikmakend van een microcontrollerplatform, sensoren en actuators en hun eigen code voltooien ze hun sociale robot.

Sociale robotica is een interdisciplinair domein. Een sociale robot interageert immers met zijn omgeving en met de mensen die erin vertoeven. We moedigen dan ook aan om het 'Sociale robot'-project **vakoverschrijdend** aan te bieden met aandacht voor de **maatschappelijke relevantie** van het thema.

Via een unplugged activiteit wordt getoond hoe een robot emoties kan afleiden uit gezichtsuitdrukkingen of zelf emoties kan simuleren. Hierbij komen verschillende concepten van **computationeel denken** aan bod. De impact van de ontwikkelingen binnen het domein van de **artificiële intelligentie** op de sociale robotica kan hiermee geïllustreerd worden.

Optioneel kunnen de leerlingen aan de hand van enkele experimenten onderzoek doen naar de werking van sensoren, logische poorten ... gebaseerd op de wetenschappelijke methode.

# Invulling van het 'Sociale robot'-project

## 1. Uitdaging

*"Ontwerp, programmeer en bouw een sociale robot. Deze robot kan communiceren en reageert op omgevingsfactoren".*

*De leerlingen doorlopen een technisch proces bij het realiseren van hun sociale robot.*

## 2. Inleiding over sociale robots

Het project 'Sociale robot' start het best met een inleiding over sociale robots.

Wat zijn sociale robots?

Een sociale robot kan communiceren met een mens en zoals andere robots reageren op omgevingsfactoren. Hij doet dat door middel van zijn sensoren en actuatoren. Voor meer informatie hierover, verwijzen we naar de handleiding **Hallo robot!**, te vinden op onze website.

- Deze les kan starten met een presentatie met foto's van sociale robots die reeds voorkomen in de maatschappij, zoals Pepper, Paro, Aibo of een Hatchimal. En waarom geen cobot<sup>1</sup> tonen zoals Walt? (13.1 - 4.5).
- Deze les kan ook anders opgevat worden. Bv. door de leerlingen een schets te laten maken van de robot van hun dromen. Nadien wordt klassikaal besproken of daar ook sociale robots tussen zitten. Tot slot worden ook enkele sociale robots die reeds voorkomen in de maatschappij besproken. (13.1 - 4.5).
- De les kan worden afgerond met het klassikaal verkennen van de sensoren en actuatoren in de kit van het 'Sociale robot'-project.  
De leerlingen zullen zich voor de bouw van het fysieke lichaam van hun eigen sociale robot moeten beperken tot de onderdelen in de kit en hergebruikt materiaal. Dus ze zullen al van bij het ontwerp van hun robot rekening moeten houden met de componenten die aanwezig zijn in de kit.
- De leerlingen zouden een opdracht kunnen krijgen als voorbereiding tegen de volgende les. Bv. op het world wide web op zoek gaan naar een sociale robot in een context die hen sterk aanspreekt en daar een digitaal document rond maken. (13.3 - BG 13.1 - 13.5 - BG 13.2 - 13.6 - BG 13.3 - 4.5).

*Bij het verkennen van de kit komen domeinspecifieke termen aan bod, zoals sensoren, actuatoren, hardware, microcontrollerplatform en rekeneenheid. (13.18).*

*De leerkracht kan ervoor kiezen om componenten uit de kit weg te halen om het project meer af te bakenen, maar moet erop bedacht zijn dat de creativiteit van de leerlingen niet teveel aan banden wordt gelegd. Omdat de leerlingen zelf een robot ontwerpen en zelf bepalen wat die robot moet kunnen en hoe hij zal communiceren, leggen ze voor een stuk zelf de doelen van het project vast. Het staat de leerkracht natuurlijk vrij om bijkomende criteria op te leggen.*

---

<sup>1</sup> Een cobot is een sociale robot die als collega samenwerkt met een mens.

*Opdat de leerlingen deze opdracht als zinvol voor zichzelf zouden beoordelen, is het cruciaal dat in de projectlessen de link met de technologisering van de maatschappij wordt gelegd. (13.1). Dat kan gebeuren door voorbeelden te geven van sociale robots in de maatschappij, zoals voor het onthaal in de horeca of luchthavens en voor bewegingstherapie in de zorg (4.5). Omdat sociale robots steeds frequenter aanwezig zijn, wordt de kans steeds groter dat leerlingen daadwerkelijk met zo'n robot zullen worden geconfronteerd en daar dus best ook op voorbereid zijn.*

*Door zelf een robot te bouwen zullen ze ook beseffen dat zo'n robot die in de maatschappij voorkomt, heel complex is, en dat er veel verschillende expertises nodig zijn om een goed functionerende robot te realiseren. Door zelf een robot te programmeren zullen ze inzien dat het kleinste foutje in het programma ervoor zorgt dat de robot niet werkt zoals gewenst. Ze beseffen bovendien dat een robot een rigide systeem is. Een robot doet enkel wat hem is opgedragen, niet meer en niet minder. Een robot kan niet interpreteren.*

*De kans is reëel dat ze later geconfronteerd worden met robots op de werkvloer. Waarschijnlijk zullen ze met die robots kunnen interageren via spraak. Door zelf eens een robot te programmeren zullen ze weten dat spreken met een robot een eigen taal vergt, een taal die veel strikter is dan die in een conversatie met een mens. Door dit project met leerlingen te doen, kan men ervoor zorgen dat ze geen foute of onrealistische verwachtingen van robots hebben. (13.1). De leerlingen zullen gaandeweg in het project de eigen competenties t.o.v. de vereiste competenties kunnen afwegen. (13.1). Indien nodig kunnen ze de (zelf vastgelegde) doelen bijsturen (13.14 - 13.15 - 13.16).*

*De leerlingen zouden een opdracht kunnen krijgen als voorbereiding voor de les. Bv. op het internet op zoek gaan naar een sociale robot in een context die hen sterk aanspreekt en daar een digitaal tekstdocument of een digitale poster rond maken. Hierbij moeten ze de regels omtrent portretrecht en auteursrecht respecteren en de gebruikte bronnen vermelden. Ze moeten dan ook leren over de geldende wettelijke bepalingen. (4.5 - 4.6 - BG 4.5).*

### **3. Unplugged activiteiten**

Sociale robots zijn robots die kunnen communiceren met mensen. Dit kan op heel veel verschillende manieren gebeuren. Een sociale robot die vlot in omgang is, is in staat om emoties te simuleren. Hoe kan zo'n robot emoties tonen? Enkele unplugged activiteiten verschaffen inzicht aan de jongeren hoe een computerprogrammeur dat kan bewerkstelligen. In de unplugged activiteiten van het 'Sociale robot'-project focussen we op het geven van een 'gezicht' aan de robot.

- **Activiteit: Emotiemachine en/of Maak een gezicht. (4.3 - 4.4).**

*Deze unplugged activiteiten bevorderen het computationeel denken. In de activiteiten 'Emotiemachine' of 'Maak een gezicht' abstraheren leerlingen gelaatsuitdrukkingen om die vervolgens te kunnen programmeren. Hiervoor is ook het concept decompositie nodig: de gelaatsuitdrukkingen worden opgesplitst in de 'stand' van de ogen, mond en wenkbrauwen. De leerlingen ontwerpen een model om een emotie te visualiseren door de overeenkomstige*

gelaatsuitdrukking te analyseren. (4.3 - BG 4.3). De leerlingen begrijpen dat ze zo emoties kunnen simuleren bij een robot. (4.4). Met deze activiteiten zien leerlingen ook in hoe een robot emoties bij mensen kan detecteren. In deze context kan dan verwezen worden naar technieken uit de artificiële intelligentie waarmee emoties worden afgelezen op het gezicht van een mens, technieken die bv. ook aangewend kunnen worden om klanten gade te slaan tijdens het shoppen (4.5 - 6.49). Voor meer informatie hierover verwijzen we naar de MOOC, te vinden op onze website.

#### **4. Brainstorm binnen een groep van 2 tot 3 leerlingen: Welke robot willen we bouwen? Wat moet onze robot kunnen? Hoe zal onze robot communiceren?**

- Laat de leerlingen per twee of drie aan het 'Sociale Robot'-project werken. In de brainstormsessie overleggen ze over:
  - wat hun robot moet kunnen;
  - hoe hij moet communiceren;
  - waarop hij moet reageren.
- Kortom, na de brainstorm zullen ze moeten beslissen welke robot ze willen bouwen. Ze moeten hierbij rekening houden met de opgelegde criteria, de beperkingen van de kit, hun eigen capaciteiten, de beschikbare tijd, en eventuele andere keuzes die ze zelf maken. (6.40 - 13.17 - 15.1- 15.2).

De leerkracht kan voor deze brainstormsessie opleggen welke technieken en/of tools de leerlingen moeten gebruiken. Denk aan post-its, of een online document waarin ze samen noteren, bv. een Google document of een Word-document op OneDrive. (15.1- 15.2 - 4.2 - BG 4.2).

Tijdens de brainstorm zullen de leerlingen domeinspecifieke termen gebruiken, zoals sensoren en actuatoren. (13.18).

Laat de leerlingen per twee of drie aan dit project werken. Deze samenwerking verloopt vanaf de brainstorm, voor het ontwerp en het programmeren, t.e.m. de uiteindelijke realisatie van de sociale robot en de (eventuele) creatieve afsluiter. Gedurende dit volledige proces moeten ze voortdurend overleggen en eventuele keuzes verdedigen. (6.50). Ze zullen (hopelijk) inzien dat ze complementaire vaardigheden hebben om hun gemeenschappelijk doel te verwezenlijken. In het bijzonder zullen bepaalde motiverende of beperkende aspecten van 'pair programming' hier tot uiting komen (zie puntje 6). (13.17).

De probleemstelling is open: ontwerp en bouw een robot die op een of andere manier met een mens kan communiceren. De leerlingen bakenen zelf het probleem af (6.40). Ze zullen een bepaalde strategie moeten hebben om het probleem waarvoor ze staan, efficiënt op te lossen. (13.12 - 15.3).

Een mogelijke strategie om de uitdaging aan te pakken kan bestaan uit:

- een brainstormsessie;
- informatie verzamelen over sociale robots;
- een robot bedenken die ze willen realiseren;

- een schets maken van de bedachte robot met de nodige sensoren en actuatoren.
- Nu het probleem dat de leerlingen zullen moeten oplossen, is afgebakend, moeten ze het nu afgebakende probleem opsplitsen in deelproblemen.
- Verdere stappen die ze moeten ondernemen in het vervolg van het project:
  - die deelproblemen een voor een aanpakken;
  - deelproblemen oplossen - testen - debuggen;
  - de oplossingen van de deelproblemen samenvoegen;
  - evalueren.

De leerlingen passen in deze fase van het project al een concept van computationeel denken toe: decompositie, want het probleem wordt geanalyseerd en opgesplitst in deelproblemen om het behapbaar te maken. (4.4 - BG 4.4).

Omdat de leerlingen het probleem zelf afbakenen, bepalen ze dus zelf aan welke vereisten hun robot moet voldoen. Ze hebben hierbij bepaalde keuzes gemaakt. (6.39).

Ze zouden die keuzes best ook beargumenteren. Waarom werden bepaalde keuzes gemaakt? Die keuzes kunnen bv. te maken hebben met het materiaal dat ze ter beschikking hebben, de beperktheid in tijd, het materiaal dat ze ter beschikking hebben, (de eigen inschatting van) de eigen capaciteiten, wat ze al geleerd hebben. (6.50).

## 5. Ontwerp van de robot in het simulatieveld

De leerlingen ontwerpen en programmeren de sociale robot in de online, grafische programmeeromgeving van Dwengo.

- In deze fase van het project ontwerpen de leerlingen het lichaam van de robot in het simulatieveld van de programmeeromgeving. De leerlingen beschikken dan over een virtuele robot. (4.4 - BG 4.4 - 6.40).
- In deze fase ontwerpen ze ook al best een algoritme en schrijven ze het neer, bv. in pseudocode (in de vorm van zinnen) of a.d.h.v. een flowchart. (4.4 - BG 4.4).

De leerlingen ontwerpen hun sociale robot in het simulatieveld van de programmeeromgeving van Dwengo. Ze doen dat bij voorkeur aan de hand van een eerder gemaakte schets. Ze voegen de nodige componenten een voor een toe (ook hier passen ze decompositie toe). (4.4 - BG 4.4). Ze zullen inzien dat zo een simulatie-omgeving de werkelijkheid slechts beperkt kan modelleren. Dit komt zeker naar voren op het moment dat ze overgaan van de virtuele naar de fysieke robot. Ze zien er ook de voordelen van in. Het gaat sneller aangezien men bepaalde fysieke handelingen niet moet uitvoeren. Het is goedkoper want men hoeft de elektronische componenten niet aan te kopen. Men kan veel zaken testen zonder rekening te houden met fysieke beperkingen. (4.4).

De probleemstelling is open: ontwerp en bouw een robot die op een of andere manier met een mens kan communiceren. De leerlingen bakenden reeds zelf het probleem af en zullen nu een algoritme ontwerpen om het op te lossen, eventueel door aangereikte algoritmes te combineren tot een bruikbaar algoritme. (4.4 - BG 4.4). Ook hier kunnen bepaalde criteria worden vastgelegd, bv. dat de robot een vooropgestelde actie kan uitvoeren, of dat er in het algoritme ten minste één variabele en ten minste één logische operator moeten worden gebruikt. (6.38). De leerlingen

doorlopen een technisch proces bij het realiseren van hun sociale robot. Het technisch proces is een voorbeeld van een algoritme.

De concepten van computationeel denken (4.4 - BG 4.4) die aan bod komen bij het realiseren van de sociale robot, zijn:

- *decompositie*, want het probleem wordt geanalyseerd en opgesplitst in deelproblemen om het behapbaar te maken;
- *patroonherkenning*, want de leerlingen zullen merken dat om de metingen van de sensoren op het lcd-scherm te laten verschijnen, telkens eenzelfde stramien gevolgd wordt; ook invoer - verwerking - uitvoer vormt een patroon dat steeds terugkomt (zie puntje 6.);
- *abstractie*, bv. bij gebruik van het 'zwaaien'-blok, hierin zijn bepaalde instructies gecombineerd tot de instructie *zwaaien*, of door zelf bepaalde instructies te combineren in een zelfgeschreven functie (zie puntje 6.);
- *algoritme*, want ze stellen een algoritme op.

De leerlingen werken per twee of drie aan het project. Deze samenwerking verloopt vanaf de brainstorm, voor het ontwerp en het programmeren, t.e.m. de uiteindelijke realisatie van de sociale robot en de (eventuele) creatieve afsluiter. Ook tijdens het ontwerp van het lichaam in het simulatieveld moeten ze voortdurend overleggen en domeinspecifieke taal gebruiken, zoals led en servomotor. (6.50).

De leerlingen krijgen via een webbrowser toegang tot de online programmeeromgeving. Dit betekent dat de webbrowser moet kunnen communiceren met de server van de programmeeromgeving. De leerlingen begrijpen dat daarvoor bepaalde afspraken nodig zijn (eventueel kan dit verder uitgelegd worden a.d.h.v. de unplugged activiteit 'een menselijk computernetwerk'). (4.3).

## 6. Programmeren met DwenguinoBlockly

Het programmeren van de virtuele robot gebeurt in het codeveld van de grafische programmeeromgeving en de uitvoer ervan wordt gesimuleerd in het simulatieveld.

Het is aangeraden om geleidelijk aan te werk te gaan bij het programmeren van de virtuele robot. Programmeer de oplossingen van de deelproblemen eerst apart. Test deze deelprogramma's, verhelp eventuele fouten, en voeg ze pas samen tot het uiteindelijke programma als ze alle werken.

De kit bevat ook fiches over de sensoren en actuatoren. Op deze overzichten kunnen de leerlingen de werking van de sensoren en actuatoren terugvinden, en ook wat voorbeeldcode.

- In deze les zullen de leerlingen het ontworpen algoritme implementeren in het codeveld van de programmeeromgeving. (4.4 - 6.41).
- Eventueel kunnen de leerlingen in deze fase van het project al enkele elektrische schakelingen maken. (6.36).

De principes van programmeren (4.4) die aan bod komen bij het programmeren van de robot, zijn:

- sequentie (de code moet in de juiste volgorde staan);
- keuzestructuur (als-dan zullen de leerlingen zeker gebruiken);
- herhalingsstructuur (het 'herhaal'-deel in het startblok van het programma).

Bij het programmeren zullen de leerlingen ook enkele wiskundige concepten toepassen, zij het heel beperkt.

Bij het programmeren van de robot zullen ze regelmatig moeten gebruikmaken van het wacht-blok uit de programmeeromgeving. Daarbij zullen ze de tijd dat er moet 'gewacht' worden, ingeven in milliseconden. (6.44).

Bij het programmeren maken de leerlingen mogelijk gebruik van  $>$ ,  $<$ ,  $>=$ ,  $<=$ , bv. bij het gebruik van de sonar-sensor of lichtsensor. Dan passen ze hun kennis van de getallen en de ordening van de natuurlijke getallen toe in een context van physical computing. (6.3 - zij het zeer beperkt).

Maak de leerlingen bewust van het belang van een goede programmeerstijl, bv. door een zinvolle naam te kiezen voor variabelen. Laat de leerlingen hun code documenteren door er commentaar aan toe te voegen met het commentaar-blok.

De leerlingen werken per twee of drie aan het project. Deze samenwerking verloopt vanaf de brainstorm, voor het ontwerp en het programmeren, t.e.m. de uiteindelijke realisatie van de sociale robot en de (eventuele) creatieve afsluiter. Ook tijdens het programmeren moeten ze voortdurend overleggen en eventuele keuzes verdedigen. (6.50). In het bijzonder zullen bepaalde motiverende of beperkende aspecten van 'pair programming' tot uiting komen. (13.17). 'Pair programming' of paarprogrammeren houdt in dat twee leerlingen aan eenzelfde computer samen programmeren. Hierbij is de ene leerling de 'driver' of bestuurder en de andere leerling de 'navigator'. De bestuurder voert de code in, de navigator controleert, bewaakt het overzicht en denkt mee na over de volgende stappen. De leerlingen wisselen hierbij regelmatig van rol. Het is de bedoeling dat de leerlingen voortdurend met elkaar communiceren over de code, over de strategie, over de namen van de variabelen ... en het vraagt engagement van beiden. Voordelen van paarprogrammeren zijn minder fouten in het programma, code van een betere kwaliteit en dat de leerlingen hun kennis met elkaar delen.

De leerlingen creëren digitaal inhouden, nl. een programma, a.d.h.v. de grafische programmeertaal DwenguinoBlockly. (4.1 - BG 4.1).

Of ze ook nog andere digitale vaardigheden demonstreren, hangt af van de leerkracht. Mogelijk presenteren ze hun programma voor de klasgroep a.d.h.v. een digitale presentatie zoals PowerPoint.

De leerlingen kunnen het programma dat ze bouwen in de online programmeeromgeving downloaden en opslaan op hun eigen computer. Op een ander moment kunnen ze het programma weer uploaden naar de online programmeeromgeving en er verder aan werken. (4.3). Hetzelfde geldt voor het ontwerp dat ze in het simulatieveld maakten voor hun robot.

Laat de leerlingen hun programma een zinvolle naam geven en opslaan in een map op hun computer die voor deze toepassingen is aangemaakt en ook een zinvolle naam heeft. Zo leren ze ordeningstechnieken zoals mappenstructuur en ordening via thema gebruiken binnen een



opdracht. (13.8 - BG 13.4).

De kit bevat ook fiches over de sensoren en actuatoren. De voorbeeldcode op de fiches kan de leerlingen wat op weg helpen bij het programmeren van hun robot. (13.4). Het wordt verwacht van de leerlingen dat ze in dit kader vakjargon (domeinspecifieke taal) actief kunnen inzetten: begrippen zoals sensoren, actuatoren, programma ... (13.18).

In deze fase van het project kunnen de leerlingen al enkele elektrische schakelingen maken a.d.h.v. de informatie op de fiches. De leerlingen kunnen a.d.h.v. de wetenschappelijke methode de werking van de sensoren onderzoeken, bv. door de meetwaarden van de sensoren op het lcd-scherm te tonen. Hier kan eventueel ook geëxperimenteerd worden met de logische operatoren. (6.36 - 6.47).

De leerlingen kunnen kleine experimenten rond energieomzettingen doen met de Dwenguino. Bv. een led laten branden (omzetten van elektrische energie naar lichtenergie), een pin warm laten worden (omzetten van elektrische energie naar warmte), een motor laten draaien (omzetten van elektrische energie naar mechanische energie / kinetische energie). (6.36 - 6.47).

Een sociale robot is een digitaal systeem (dataverwerkend systeem, informatieverwerkend systeem). De leerlingen bouwen die robot zelf. Om de robot te realiseren, zijn meerdere bouwstenen nodig.

Er is de hardware die verschillende componenten omvat, o.a. het microcontrollerplatform met een rekeneenheid. Andere componenten, zoals sensoren en actuatoren, dienen de leerlingen zelf te kiezen. Deze verbinden ze, indien nodig<sup>2</sup>, met het microcontrollerplatform. Op het microcontrollerplatform, de Dwenguino, zitten meerdere transistoren. De buzzer, het lcd-scherm en de motoren vergen meer stroom dan dat de microcontrollerpin kan leveren; daarom wordt dan een transistor gebruikt als schakelaar. In de microcontroller zitten tienduizenden, veel kleinere, transistoren. Nog kleinere transistoren zijn van toepassing op een computer, waarin een processor zit met miljarden transistoren. Men kan ook de link leggen naar de Wet van Moore die stelt dat elke twee jaar het aantal transistoren op een microchip verdubbelt; daardoor ontstaat steeds meer rekenkracht. (Zie ook het STEM-concept 'schaal - verhouding').

Dan is er ook nog de software: de grafische programmeertaal waarmee de leerlingen aan de robot de nodige instructies zullen geven. Bij het programmeren van de robot begrijpen ze dat de rekeneenheid input krijgt, bv. van een of meer sensoren, dat die gegevens worden verwerkt en dat er dan een output komt, omdat de rekeneenheid een instructie stuurt naar een van de actuatoren. (4.3 - BG 4.3). In de klas kunnen oefeningen gemaakt worden bij het patroon input - verwerking - output om deze begrippen te verankeren. Door dit toe te passen op bv. een robotmaaier, een robotarm in de industrie, een automatische schuifdeur aan de ingang van een winkel, een kookrobot, een zeepdispenser, een slagboom in de parkeergarage (eventueel met automatische nummerplatherkenning) ... Nog een mogelijke oefening is om de leerlingen op een foto van Pepper enkele sensoren en actuatoren te laten aanduiden.

De keuze van deze componenten zal doorgaans onderworpen zijn aan beperkingen: de leerlingen zullen zich moeten beperken tot wat in de kit zit, of de leerkracht zal bijkomende criteria opleggen, bv. dat de robot gebruikmaakt van twee sensoren en één actuator. (6.38).

---

<sup>2</sup> Het lcd-scherm en de zoemer zijn reeds verbonden.

De leerlingen leren dat er sensoren en actuatoren worden gebruikt. De data die de sensoren teruggeven aan de rekeneenheid zijn steeds getallen<sup>3</sup>. Deze getallen komen dan bv. overeen met of er geluid gedetecteerd is dan wel of er een object waargenomen wordt. De informatie waar wij als mens in zijn geïnteresseerd, komt dus overeen met getallen, waar wij vervolgens betekenis aan geven. Deze getallen worden aan de rekeneenheid trouwens niet gegeven in hun voorstelling in het tiendelige talstelsel. Ze worden voorgesteld in het binaire talstelsel en dus doorgegeven als een rij van nullen en enen, een opeenvolging van bits (een bit is een informatie-eenheid en heeft de waarde 0 of 1). Tijdens het programmeren zetten de leerlingen het algoritme dat ze ontworpen hebben, om in een taal die de computer begrijpt, een (grafische) programmeertaal. In de code worden instructies gegeven die eenduidig beschrijven wat het programma moet doen. Als ze vervolgens het programma uploaden naar de microcontroller, worden de blokken van het programma omgezet naar de computertaal C++. (Deze C++-code verschijnt met de knop 'Code'). Tijdens het compilatieproces wordt deze C++-code vertaald naar machinetaal: een reeks instructies die verstaanbaar zijn voor de microcontroller, en die opgebouwd is uit nullen en enen. (4.3 - 4.4).

'Sociale robot' is een STEM-project. (6.48). De T (techniek - elektronica - technologie) komt voor in dit project. De E (engineering) ook, leerlingen moeten nadenken over hoe hun robot moet communiceren en hoe ze dat dan concreet kunnen gaan realiseren. De M (mathematics - wiskunde) is slechts heel summier aanwezig. De S (science - wetenschap) vindt men in de computerwetenschappen (computationeel denken, digitale systemen en programmeren) en eventueel ook bij de experimenten. De eindtermen 6.48 en 6.38 komen in dit project meestal op hetzelfde neer.

## 7. Testen in de simulator en debuggen

Bij het realiseren van de sociale robot zullen de leerlingen hun programma meermaals evalueren door het te testen in de simulator, en te testen op de fysieke robot. (6.38 - 6.42) Ongetwijfeld zullen ze ook moeten debuggen. Zo maken ze kennis met nog twee concepten van computationeel denken, nl. evalueren en debuggen. (4.4).

Zoals eerder gezegd bestaat een goede strategie erin om geleidelijk aan te werk te gaan bij het programmeren en de bouw van de robot, niet in het minst om moeilijk debuggen te voorkomen. (13.12) Programmeer de zaken waaruit je uiteindelijk programma zal zijn opgebouwd, eerst apart. Test deze deelprogramma's, verhelp eventuele fouten, en voeg ze pas samen tot één programma als ze alle werken.

Voeg telkens maar een ding toe in de simulator, programmeer dat en test onmiddellijk. Werkt het, voeg het dan toe aan de fysieke robot, test opnieuw voor je verder doet, enz.

- De leerlingen testen hun programma in de simulator. Ze ontdekken eventuele fouten en gaan systematisch te werk om de fouten te verhelpen. (4.4 - 13.12).

---

<sup>3</sup> De metingen van digitale sensoren hebben de waarden 0 of 1, terwijl die van analoge sensoren waarden kunnen hebben van 0 t.e.m. 1023.

*Bij het programmeren zullen de leerlingen dus moeten debuggen, zowel in de simulator als bij de fysieke robot. Een mogelijke strategie om de bug te vinden, gebruikt decompositie gevolgd door het nagaan van welke deelproblemen wel adequaat zijn opgelost. Door op die manier het probleem behapbaar te maken, kunnen de fouten gemakkelijker worden opgespoord en verholpen. (13.12).*

*Bij de overgang van de simulator naar de fysieke robot treden vaak ook praktische problemen op, zoals slecht bevestigde of te zware componenten, foute schakelingen of een losgekomen bedrading. Ook hier zullen leerlingen op een systematische manier op zoek moeten gaan naar de oorzaak van de foutieve werking, en vervolgens het probleem moeten aanpakken en oplossen. (13.12).*

*Mogelijk komen leerlingen vast te zitten bij het programmeren. Spoor ze dan aan om samen na te denken, aan elkaar proberen uit te leggen wat het probleem juist is. (13.17). Geraken ze er toch niet samen uit, geef ze dan een tip of help een beetje.*

*Indien de conclusie is dat hun ontwerp niet realistisch is, dan kunnen ze best hun ontwerp bijsturen (13.14 - 15.2). Een dergelijke tussenevaluatie kan beter vroeg in het proces gebeuren dan laat. (13.1 - 15.2).*

## **8. Constructie fysieke robot met herbruikbaar materiaal - creatief zijn**

De kit bevat hulpmiddelen en hulpstukken om het bouwen van de fysieke robot vlotter te laten verlopen. De kit bevat ook fiches over de sensoren en actuatoren. Behalve de werking van de sensoren en actuatoren zijn ook de te maken elektrische schakelingen erop terug te vinden. Het lesmateriaal bevat ook instructievideo's waarin wordt uitgelegd hoe je bepaalde componenten vastmaakt m.b.v. de hulpstukken.

- In deze les zullen de leerlingen de fysieke robot construeren met hergebruikt materiaal en de hulpmiddelen en hulpstukken in de kit. De leerlingen worden aangemoedigd om hierbij creatief uit de hoek te komen. Veel van de nodige informatie kunnen ze terugvinden op de fiches in de kit en in de instructievideo's. (6.41 - 13.4 - 13.6).

*De leerlingen ontwierpen de robot in de simulator en realiseren hem nu fysiek op basis van dit ontwerp. Dit kan een iteratief proces inhouden. Er kunnen immers geleidelijk aan elementen in de simulator worden toegevoegd die dan ook op de fysieke robot worden gerealiseerd. De leerlingen zullen in de ontwerpfase misschien een schets gemaakt hebben, die ze voor het realiseren van hun ontwerp kunnen gebruiken. Maar de fysieke robot zal in elk geval moeten overeenkomen met het ontwerp dat ze gemaakt hebben in de simulator van de programmeeromgeving. (6.40 - 6.41).*

*Voor de bouw van de robot zal men bv. in het robotlichaam, in de praktijk meestal een doos, openingen moeten voorzien om sensoren en actuatoren door te steken en vervolgens te bevestigen met de hulpstukken in de kit. Om passende openingen te kunnen maken, zitten er een sjabloon, een priem en een mesje in de kit. De leerlingen zullen deze hulpmiddelen veilig moeten gebruiken. (6.37).*

*Op de fiches kunnen de leerlingen de werking van de sensoren en actuatoren terugvinden en de*

manier waarop ze de schakelingen moeten maken. (13.4). Het wordt verwacht van de leerlingen dat ze in dit kader vakjargon (domeinspecifieke taal) actief kunnen inzetten: begrippen als sensoren, actuatoren, rekeneenheid, software, hardware, programma, microcontroller ... en dat ze de voorstelling van de schakelingen op de fiches begrijpen en kunnen toepassen. (13.18).

Tot het lesmateriaal behoren er ook instructievideo's. De leerlingen zouden i.v.m. informatieverwerking als opdracht kunnen krijgen om een flowchart aan te vullen die de gegeven instructies stap voor stap weergeeft. Deze opdracht kan ook gegeven worden als een flipping-the-classroom opdracht. Bij deze opdracht passen de leerlingen het concept decompositie van computationeel denken toe. (13.6 - 4.3 - BG 4.3). Ze passen ook het principe sequentie van programmeren toe. (4.3).

Voor het bouwen van de fysieke robot zullen de leerlingen hun werkpost moeten voorbereiden. Ze moeten ordelijk werken en zullen hulpmiddelen, zoals mesjes, op een veilige manier moeten gebruiken. Ze moeten voorzichtig zijn met de elektronische onderdelen zoals sensoren en leds, opdat die niet zouden stukgaan. (6.37).

Duurzaamheid kan kort aangehaald worden, omdat leerlingen geacht worden om materiaal te hergebruiken. Achteraf worden de robots weer afgebroken en worden de onderdelen opnieuw in de kit gestopt, om andere groepen de kans te geven om met dit project aan de slag te gaan. (7.11, zij het heel beperkt).

Als het project samen met het vak Beeld wordt uitgevoerd kan er ook aan een eindterm van cultureel bewustzijn gewerkt worden. (16.7).

In het lesmateriaal zitten instructievideo's. De leerlingen zouden i.v.m. informatieverwerking als opdracht kunnen krijgen om een flowchart aan te vullen die de gegeven instructies stap voor stap weergeeft. Deze opdracht kan ook gegeven worden als een flipping-the-classroom opdracht. Bij deze opdracht passen de leerlingen het concept decompositie van computationeel denken toe. (13.6 - 4.3 - BG 4.3). Ze passen ook het principe sequentie van programmeren toe. (4.3).

Aan de leerlingen zou ook de opdracht kunnen gegeven worden om bepaalde informatie die ze op de fiches terug kunnen vinden, te verwerken, bv. om de sensoren en actuatoren aanwezig op hun eigen robot voor te stellen op een interactieve poster (zoals met ThingLink) en aan te vullen met info van op de fiches. (13.4).

## **9. Testen met de fysieke robot en problemen aanpakken**

Bij het bouwen en programmeren zullen de leerlingen geconfronteerd worden met verschillende problemen die opduiken, en moeten worden opgelost voordat ze verder kunnen gaan met construeren.

- De leerlingen testen hun programma in de simulator. Ze ontdekken eventuele fouten en gaan systematisch te werk om de fouten te verhelpen. (4.4 - 6.38 - 13.12).

*Testen en debuggen maken deel uit van dit project, wat een iteratief proces is (4.4 - 6.38). Bij de overgang van de simulator naar de fysieke robot treden vaak ook praktische problemen op, zoals slecht bevestigde of te zware componenten, foute schakelingen of een losgekomen bedrading. Ook hier zullen leerlingen op een systematische manier op zoek moeten gaan naar de oorzaak van de foutieve werking, en vervolgens het probleem moeten aanpakken en oplossen. Ze zullen daarbij rekening moeten houden met de vereisten waaraan hun robot moet voldoen om het technisch probleem op te lossen. (6.42). De overzichten van sensoren en actuatoren kunnen daarbij een houvast zijn. (13.4).*

## **10. Evaluatie van de robot**

Als de robot klaar is, moeten de leerlingen nog een laatste keer evalueren.

- De leerlingen gaan na of hun robot voldoet aan hun eigen gekozen vereisten en de vooropgestelde criteria. (6.38 - 6.42).

## **11. (Eventueel) Zaken toevoegen in de simulator - testen - idem fysieke robot - testen - evalueren**

- Als er nog tijd over is, dan kunnen de leerlingen nog extra functionaliteiten aan hun robot toevoegen. (15.3).

## **12. Zelfevaluatie**

Bouw ook een moment van zelfevaluatie in over het proces.

- De leerlingen doen aan zelfevaluatie. Ze formuleren schriftelijk een verbeterpunt. (13.14 - 13.15 - 13.16).

*De zelfevaluatie kan bv. gebeuren onder de vorm van een rubric.*

## **13. Afsluiter - Creatieve opdracht**

We moedigen het aan om het project af te sluiten met een creatieve opdracht, zoals het organiseren van een tentoonstelling, het opnemen van een filmpje, een schrijfofdracht of het maken van een animatiefilmpje/stripverhaal 'storytelling', het geven van een presentatie die een verhaal vertelt.

- De leerlingen vervullen een creatieve opdracht. (13.17).

## 14. Klasgesprek

De leerlingen krijgen bij de inleiding van dit project concrete voorbeelden te zien van de technologisering van de samenleving waaronder de arbeidsmarkt: Wat zijn sociale robots? Waar worden sociale robots ingezet of kunnen ze worden ingezet? (4.5 - 6.49 - 7.14).

Ze kunnen daarover in discussie gaan aan de hand van 10 stellingkaarten. Het inzetten van sociale robots als gezelschap voor ouderen is een mogelijk voorbeeld om de ethische aspecten, die opduiken bij nieuwe technologieën, ter sprake te brengen. (4.5 - 6.49 - 7.14).

Bovendien kan hier kort ter sprake komen wat de ontwikkelingen in het domein van de artificiële intelligentie kunnen betekenen voor het domein van de sociale robotica. Concrete voorbeelden kunnen gegeven worden, zoals spraakherkenning en gezichtsherkenning. (4.5 - 6.49 - 7.14). Deze klasgesprekken kunnen op meerdere momenten binnen het project plaatsvinden.

- Een klasgesprek over de ethische aspecten die gepaard gaan met sociale robots. (4.5 - 6.49 - 7.14).
- De leerlingen kunnen ook in groepjes van vier of vijf met elkaar over bepaalde stellingen discussiëren. (4.5 - 6.49 - 7.14).
- Een klasgesprek over het inzetten van sociale robots in bepaalde sectoren, bv. de zorg en de auto-industrie. (6.51).
- Optioneel: klasgesprek over gepeste robot. (7.2 - 7.4 - 7.6).

*In de projectlessen kunnen sociale robots die in de maatschappij aanwezig zijn of zullen zijn aan bod komen (bv. sociale robots in de maatschappij, bv. in de verkoop, onthaal in de horeca of luchthavens, in de zorg). Er kan worden bediscussieerd of er een nood aan de basis ligt van het ontwikkelen van deze robots (bv. goedkope werkrachten, nooit ziek, moeten niet slapen, vergrijzing, werken sneller, gevaarlijk werk, knelpuntberoepen). Nieuwe technologieën hebben soms onverwacht een veel grotere impact dan oorspronkelijk ingeschat, dat was ook zo met de gsm en met het internet. Zal het ook zo zijn met digitale assistenten, chatbots en de andere sociale robots? Dus in dit kader kan de relatie tussen behoeften en ontwikkeling gelegd worden en zowel de negatieve als de positieve impact van ontwikkelingen kunnen bekeken worden. (4.5 - 6.49 - 7.14 - 7.7).*

*A.d.h.v. tien stellingkaarten over de aanwezigheid van sociale robots in de maatschappij kunnen een klasdiscussie en discussies in groep gehouden worden. (4.5 - 6.49 - 7.14 - 7.7).*

*Men kan een klasdiscussie houden over in welke sectoren in de toekomst sociale robots waarschijnlijk zullen worden ingezet en welke beroepen daar dan mee geconfronteerd zullen worden. Zo verduidelijkt men ook de doorstroommogelijkheden in studie en naar latere beroepen (talentontdekking). (6.51).*

*De robot Knightscope (zie handleiding) rijdt rond in een shopping mall om onregelmatigheden te detecteren en te melden. Deze robot wordt soms gepest. Er worden bv. dingen naar hem gegooid of hij wordt uitgescholden. Als er aandacht wordt besteed aan de gepeste robot in de shopping mall, kan er een klasdiscussie rond bv. pesten aan bod komen. (7.2 - 7.4 - 7.6).*

*Interdisciplinaire teams onderzoeken wat we kunnen doen aan het uiterlijk, het gedrag, of hetgeen de robot zegt, om het gepest te voorkomen. (4.5 - 6.49 - 7.14).*

## STEM-concepten

### Verduidelijking:

- Patronen
  - invoer - verwerking - uitvoer
  - uitlezen van meetwaarden sensor op scherm
- Model
  - in het simulatieveld wordt een model gemaakt van de robot, en de uitvoer van het programma wordt gesimuleerd in de simulator
- Systemen
  - de robot is een technisch, digitaal en informatieverwerkend systeem
- Oorzaak - gevolg
  - invoer - verwerking - uitvoer
  - de omgevingsfactoren bepalen welke handelingen de robot zal uitvoeren
- Stromen (energie - informatie)
  - a.d.h.v. kleine experimenten met de Dwenguino worden energieomzettingen geïllustreerd
  - stromen van gegevens die overeenkomen met omgevingsfactoren worden door de rekeneenheid verwerkt
- Schaal - verhouding
  - a.d.h.v. de hardware kan dit worden geïllustreerd: een gewone lamp is veel groter dan een ledlampje op de Dwenguino; de transistor voor de buzzer op de Dwenguino is veel groter dan de tienduizenden transistoren in de microcontroller, die zelf groter zijn dan de miljarden transistoren in de processor van een computer.



## Eindtermen

Bron: <https://onderwijsdoelen.be>

### Digitale competentie en mediawijsheid - A-stroom

#### Zeker:

4.1 De leerlingen demonstreren basisvaardigheden om digitaal inhouden te creëren en te delen. (transversaal). (toepassen).

4.3 De leerlingen onderscheiden bouwstenen van digitale systemen. (transversaal). (begrijpen).

4.4 De leerlingen passen een eenvoudig zelf ontworpen algoritme toe om een probleem digitaal en niet-digitaal op te lossen. (transversaal). (analyseren).

4.5 De leerlingen lichten de invloed van digitale en niet-digitale media op mens en samenleving toe. (transversaal). (begrijpen).

BG 4.1 De leerling demonstreert in functionele contexten basisvaardigheden om digitaal inhouden te creëren en te delen. (toepassen).

BG 4.3 De leerling herkent in functionele contexten bouwstenen van digitale systemen. (onthouden).

BG 4.4 De leerling past in functionele contexten een aangereikt algoritme toe om een probleem digitaal en niet-digitaal op te lossen. (toepassen).

#### Mogelijk:

4.2 De leerlingen demonstreren basisvaardigheden om digitaal samen te werken, te communiceren en te participeren aan initiatieven. (transversaal). (toepassen).

BG 4.2 De leerling demonstreert in functionele contexten basisvaardigheden om digitaal te communiceren en te participeren. (toepassen).

4.6 De leerlingen passen aangereikte regels van de digitale wereld toe. (transversaal). (toepassen).

BG 4.5 De leerling past in functionele contexten aangereikte regels van de digitale wereld toe. (transversaal). (toepassen).

### Competenties inzake cultureel bewustzijn - A-stroom

#### Mogelijk:

16.7 De leerlingen creëren artistiek werk vanuit een afgebakende opdracht en de eigen verbeelding.

## Competenties inzake wiskunde, exacte wetenschappen en technologie A-stroom

### Zeker:

6.36 De leerlingen onderzoeken principes van de bouw en werking van technische systemen, hun deelsystemen en onderdelen alsook hun onderlinge samenhang i.f.v. een technisch proces. (analyseren).

6.37 De leerlingen gebruiken courante technische systemen duurzaam, veilig en ergonomisch. (toepassen).

6.38 De leerlingen voeren een iteratief technisch proces uit in de verschillende ervaringsgebieden om een eenvoudig technisch systeem te realiseren vanuit behoefte(n) en criteria. (toepassen).

6.39 De leerlingen bepalen de vereisten waaraan een technisch systeem moet voldoen om een technisch probleem op te lossen. (analyseren).

6.40 De leerlingen ontwerpen een technisch systeem in functie van de bepaalde vereisten. (creëren).

6.41 De leerlingen realiseren het technisch systeem op basis van een ontwerp. (toepassen).

6.42 De leerlingen testen of een technisch systeem voldoet aan de behoeften en criteria. (evalueren).

6.44 De leerlingen gebruiken in wiskundige, natuurwetenschappelijke, technologische en STEM-contexten gepaste grootheden en eenheden in een correcte weergave. (toepassen).

6.48 De leerlingen doorlopen een probleemoplossend proces waarbij kennis en vaardigheden uit meerdere STEM-disciplines geïntegreerd worden aangewend. (analyseren).

6.49 De leerlingen illustreren de wisselwerking tussen STEM-disciplines onderling en met de maatschappij. (begrijpen).

### Mogelijk:

6.3 De leerlingen ordenen natuurlijke, gehele en rationale getallen. (analyseren).

6.47 De leerlingen passen stapsgewijs de wetenschappelijke methode toe om een probleem te onderzoeken. (toepassen).

6.50 De leerlingen beargumenteren keuzes die ze maken om een wiskundig, natuurwetenschappelijk, technologisch of STEM-probleem op te lossen. (evalueren).

6.51 De leerlingen relateren verschillende STEM-beroepen en -opleidingen aan natuurlijkwetenschappelijke, technologische, wiskundige en STEM-competenties. (begrijpen).

## Leercompetenties A-stroom

### Zeker:

13.4 De leerlingen gebruiken verklarende en oriënterende overzichten om informatie in een digitale en niet digitale bron terug te vinden. (transversaal). (toepassen).

13.8 De leerlingen beheren informatie digitaal en niet-digitaal volgens een aangereikte structuur. (transversaal). (toepassen).

13.12 De leerlingen voeren een oplossingsstrategie systematisch uit i.f.v. een onderzoek of een probleem. (transversaal). (toepassen).

13.17 De leerlingen passen vaardigheden van samen leren toe om een leerdoel te realiseren. (transversaal). (toepassen).

13.18 De leerlingen gebruiken schooltaal en domeinspecifieke taal. (transversaal). (toepassen).

BG 13.4 De leerling beheert in functionele contexten informatie digitaal volgens een aangereikte structuur. (toepassen).

#### Mogelijk:

13.1 De leerlingen beoordelen zowel het belang van een opdracht voor zichzelf als lerende als de relatie tussen de eigen en de vereiste competenties voor de uitvoering van de opdracht. (transversaal). (evalueren).

13.3 De leerlingen hanteren een geschikte zoekstrategie uit een aantal aangereikte bij het selecteren van digitale en niet-digitale bronnen en informatie om een aangereikte informatievraag te beantwoorden. (transversaal). (toepassen).

13.5 De leerlingen beoordelen aan de hand van aangereikte richtvragen de geselecteerde digitale en niet-digitale bronnen en informatie op bruikbaarheid, correctheid en betrouwbaarheid. (transversaal). (evalueren).

13.6 De leerlingen verwerken digitale en niet-digitale informatie uit één of een beperkt aantal bronnen volgens een aangereikt stappenplan tot een samenhangend en bruikbaar geheel. (transversaal). (analyseren).

13.14 De leerlingen beoordelen hun leerproces en -resultaat op afgesproken momenten en aan de hand van aangereikte criteria. (transversaal). (evalueren).

13.15 De leerlingen analyseren sterktes en zwaktes van hun leerresultaat en hun doorlopen leerproces aan de hand van richtvragen. (transversaal). (analyseren).

13.16 De leerlingen reguleren hun leeropvattingen, hun leerproces en hun leerresultaat a.d.h.v. een werkwijze en strategieën. (transversaal). (evalueren).

BG 13.1 De leerling hanteert in functionele contexten een aangereikte zoekstrategie bij het selecteren van digitale bronnen en informatie om een aangereikte informatievraag te beantwoorden. (toepassen).

BG 13.2 De leerling beoordeelt in functionele contexten en aan de hand van aangereikte richtvragen de geselecteerde digitale bronnen en informatie op bruikbaarheid, correctheid en betrouwbaarheid. (evalueren).

BG 13.3 De leerling verwerkt in functionele contexten digitale informatie uit één of een beperkt aantal bronnen om een antwoord te geven op een informatievraag. (analyseren).

## Competenties inzake ondernemingszin - A-stroom

### Zeker:

15.1 De leerlingen genereren ideeën voor een uitdaging aan de hand van aangereikte technieken en methodieken en in een gestructureerd en afgebakend kader. (transversaal).

15.2 De leerlingen onderzoeken de uitvoerbaarheid van ideeën rekening houdend met aangereikte criteria. (transversaal).

15.3 De leerlingen werken stapsgewijs een zelfgekozen idee uit door het doelmatig inzetten van tijd en hulpmiddelen. (transversaal).

## Competenties inzake duurzaamheid - A-stroom

### Mogelijk:

7.11° De leerlingen handelen duurzaam in een schoolse context. (transversaal - attitudinaal).

## Competenties inzake burgerschap - A-stroom

### Zeker:

7.14 De leerlingen illustreren wederzijdse beïnvloeding tussen maatschappelijke domeinen. (transversaal).

### Mogelijk:

7.2° De leerlingen gaan respectvol en constructief om met individuen en groepen in een diverse samenleving. (transversaal - attitudinaal).

7.4 De leerlingen lichten de mechanismen van vooroordelen, stereotypering, machtsmisbruik en groepsdruk toe. (transversaal).

7.6 De leerlingen onderscheiden zowel onverdraagzaamheid als discriminatie in de samenleving. (transversaal).

7.7 De leerlingen onderbouwen een eigen mening over maatschappelijke gebeurtenissen, thema's en trends met betrouwbare informatie en geldige argumenten. (transversaal).

