



|

**Bachelorproef  
Professionele Opleidingen  
Studiegebied Onderwijs**

**Academiejaar 2015-2016**

## **Wiskunde toegankelijk maken voor blinde leerlingen uit de 2<sup>de</sup> graad ASO**

Bachelorproef aangeboden door  
**Aziza Miled**  
tot het behalen van de graad van  
**Bachelor in het Onderwijs: secundair**

Interne begeleider: **Mevr. I. Trappeniers**  
Externe begeleider: **Mr. K. Passchyn & Mevr. H. Schelkens**



## **Voorwoord**

Dit werk heb ik geschreven voor het behalen van het bachelordiploma lerarenopleiding secundair onderwijs. Mijn onderwijsvakken zijn wiskunde en economie. Uiteindelijk gaat het in deze onderzoeksopdracht enkel over wiskunde.

Om het werk tot een goede einde te brengen had ik de hulp nodig van enkele personen. Ik wil dan ook in eerste instantie de GON-begeleiders en leerlingen bedanken voor de hulp die ze verleenden. Dankzij hen heb ik didactisch materiaal kunnen ontwikkelen rekening houdend met de eisen in het onderwijs voor de betreffende doelgroep en mijn werk kunnen evalueren en bijsturen.

Ook mijn promotor, mevrouw Trappeniers, wil ik van harte bedanken. Ze heeft mijn hele traject opgevolgd en begeleid en hielp me om mijn werk tot een goed einde te brengen.

In derde instantie wil ik nog Kenny en Laurent bedanken. Ze werken allebei in een atelier en hebben mijn materiaal gratis gemaakt voor de leerlingen!

Tenslotte bedank ik vanuit de grond van mijn hart mijn ouders en mijn vrienden die me moreel goed gesteund hebben bij het realiseren van dit eindwerk.

**“Het is best een hele opgave om mensen met een handicap gelegenheid te bieden om zich te kunnen ontplooiën.”<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artikel: « Weg met de belemmeringen »

[http://studenten.tudelft.nl/fileadmin/UD/MenC/Support/Internet/TU\\_Website/Studentenportal/Studentenportal/Studie\\_en\\_Loopbaan/Career\\_Centre/Nederlandse\\_Studenten/Loopbaan\\_vaardigheden/Functie\\_beperking/doc/artikel\\_Shell\\_Magazine\\_6\\_2009.pdf](http://studenten.tudelft.nl/fileadmin/UD/MenC/Support/Internet/TU_Website/Studentenportal/Studentenportal/Studie_en_Loopbaan/Career_Centre/Nederlandse_Studenten/Loopbaan_vaardigheden/Functie_beperking/doc/artikel_Shell_Magazine_6_2009.pdf)

# Inhoudstafel

<b>DEEL I: Theoretisch deel</b> .....	8
1. Visuele beperking .....	9
1.1 <i>Inleiding</i> .....	9
1.2 <i>Definitie en oorzaken van een visuele beperking</i> .....	10
1.3 <i>Het verschil tussen blindheid en slechtziendheid</i> .....	10
1.4 <i>Vormen van blindheid en slechtziendheid</i> .....	11
2. Belemmeringen bij personen met een visuele beperking .....	12
2.1 <i>Inleiding</i> .....	12
2.2 <i>In het dagelijks leven</i> .....	12
2.3 <i>In de ontwikkeling van het kind</i> .....	13
2.4 <i>Op schoolniveau</i> .....	14
3. Onderwijs voor blinden en slechtzienden.....	17
3.1 <i>Inleiding</i> .....	17
3.2 <i>Buitengewoon onderwijs</i> .....	17
3.3 <i>Geïntegreerd onderwijs en inclusief onderwijs</i> .....	19
3.4 <i>Aanbevelingen bij het lesgeven aan leerlingen met een visuele beperking</i> .....	25
4. Bestaand materiaal voor mensen met een visuele beperking.....	26
4.1 <i>Inleiding</i> .....	26
4.2 <i>In het dagelijks leven</i> .....	26
4.3 <i>Op school</i> .....	27
<b>DEEL II: Praktisch deel</b> .....	34
5. Onderzoeksvraag.....	35
5.1 <i>Inleiding</i> .....	35
5.2 <i>Omschrijving testpersonen</i> .....	35
5.3 <i>Noden van het didactisch materiaal in het 4de jaar ASO</i> .....	36
6. Ideeën voor het ontwerpen van het didactisch materiaal.....	39
6.1 <i>Inleiding</i> .....	39
6.2 <i>Plan 1: multiplex 3mm en katoen</i> .....	41
6.3 <i>Plan 2: multiplex 14 mm en scharnieren</i> .....	45

6.4	<i>Plan 3: koffertje in aluminium en bordjes in staal</i> .....	49
6.5	<i>Plan 4: puzzel-principe</i> .....	52
7.	Keuze van het didactisch materiaal .....	55
7.1	<i>Inleiding</i> .....	55
7.2	<i>Plan 1: aanpassingen en uitvoering</i> .....	55
7.3	<i>Plan 4: aanpassingen en uitvoering</i> .....	60
7.4	<i>Kosten van het didactisch materiaal</i> .....	66
8.	Evaluatie en bijsturing van het didactisch materiaal .....	68
8.1	<i>Inleiding</i> .....	68
8.2	<i>Evaluatie door de GON-begeleiders</i> .....	68
8.3	<i>Evaluatie door de leerlingen</i> .....	69
8.4	<i>Evaluatie door mezelf</i> .....	69
8.5	<i>Besluit</i> .....	69
9.	Bibliografie .....	71
<b>DEEL III: Bijlagen</b> .....		73
	Bijlage 1: Evaluatieformulier GON-begeleiders .....	74
	Bijlage 2: Evaluatieformulier leerlingen .....	79
	Bijlage 3: Leerzorgkader .....	84

## Inleiding

In mijn tweede opleidingsfase heb ik in het kader van mijn **alternatieve stage** gekozen om stage te lopen in het Koninklijk Instituut Woluwe. Dit is een **BuSO-school voor blinde en dove leerlingen** maar er zijn ook klassen met leerlingen die gedrags- of leerproblemen hebben. Ik heb zowel wiskunde als economie gegeven aan 2 blinde leerlingen uit het vierde jaar ASO. Mijn stagementor liet toen weten dat enkele hoofdstukken voor het vak wiskunde in BuSO-scholen niet gezien worden wegens tijdsgebrek. Daar kwam nog bij dat leerlingen met een visuele beperking over het algemeen meer tijd nodig hebben om leerstof in te oefenen. Ik vond het echt zeer spijtig dat deze leerlingen door hun beperking minder leerstof verwerken op een jaar. Dit heeft me enorm geraakt en ik wou hier verandering in zien. Daarom dat ik dit jaar, in het kader van mijn eindwerk, besloot om **didactisch materiaal te ontwerpen voor blinde leerlingen** in het vierde jaar. Mijn onderzoeksvraag luidt als volgt:

**“Hoe kan ik de lessen wiskunde bij blinde leerlingen in de tweede graad vlotter laten verlopen wanneer het gaat om voor hen moeilijk toegankelijke leerstof?”**

Het eerste deel van dit eindwerk is een **theoretisch gedeelte**. Hierin bespreek ik kort wat een visuele beperking is, de oorzaken ervan en de verschillende vormen van visuele beperkingen. Daarnaast wordt ook uitleg gegeven over de belemmeringen in het dagelijks leven bij mensen met een visuele beperking. Als laatste komen het onderwijs voor leerlingen met een visuele beperking, de aanbevelingen bij het lesgeven aan deze doelgroep en de bestaande hulpmiddelen (zowel in het dagelijks leven als op school) aan bod.

In het tweede deel van mijn eindwerk bespreek ik hoe ik in **de praktijk** te werk ben gegaan. In eerste instantie geef ik uitleg over mijn onderzoek (onderzoeksvraag, testpersonen en de eisen in het buitengewoon onderwijs). Daarna geef ik een gedetailleerde uitleg over de verschillende plannen (of ontwerpen) die ik bedacht heb voor het realiseren van mijn didactisch materiaal. Vervolgens leg ik uit welke plannen in de praktijk werden uitgevoerd, welke problemen ik ondervond en hoe ik getracht heb deze op te lossen. Als laatste hoofdstuk bespreek ik hoe de GON-begeleiders en de leerlingen het materiaal ervaren hebben en geef ik daar zelf ook feedback op.





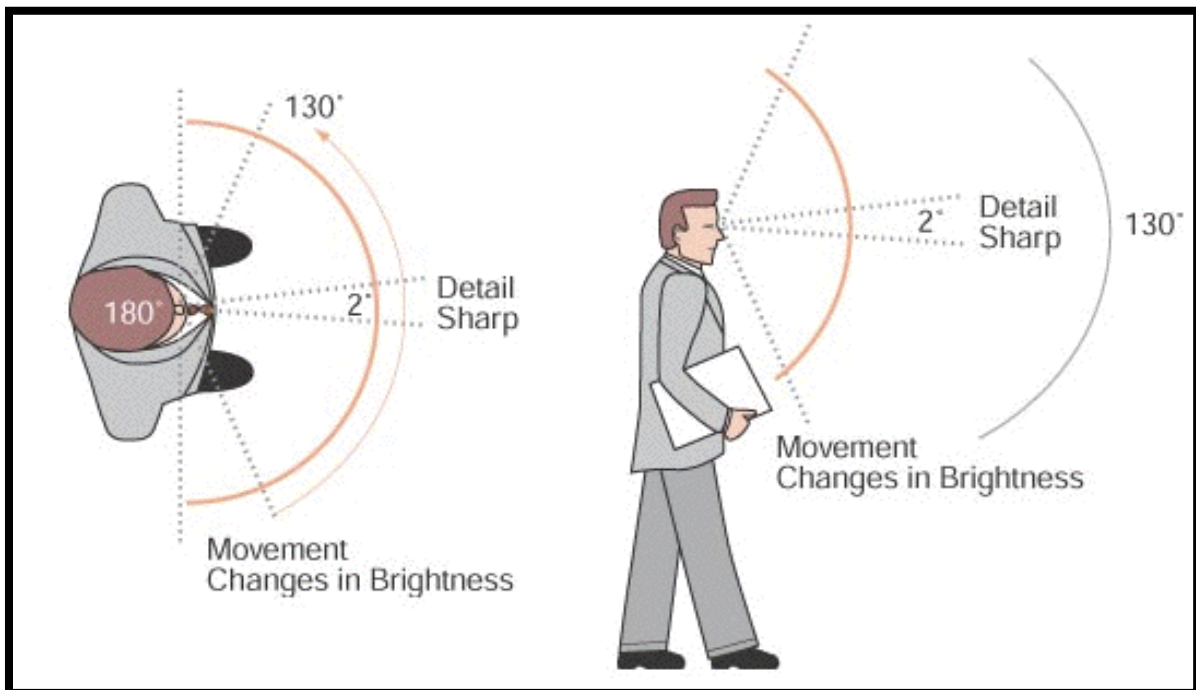
**DEEL I:**  
**Theoretisch deel**

# 1. Visuele beperking

## 1.1 Inleiding

We zijn allemaal al eens naar een oogarts geweest om onze gezichtsscherpte op afstand te meten. De visus<sup>2</sup> is een maat voor **gezichtsscherpte** en wordt uitgedrukt in een breuk. Je krijgt altijd een score per oog. Hoe groter de **visus**, hoe beter je kunt zien. Je kunt **“normaal” zien** als je een score hebt gelijk aan **1 of hoger**. Meestal is de afstand van de te lezen plaat die aangehouden wordt om de visus te meten 5 of 6 m. Bijvoorbeeld: als iemand een visus heeft van 0,5 (of 5 op 10), betekent dit in de praktijk dat deze persoon twee keer dichterbij moet staan om hetzelfde te kunnen zien als iemand met een visus gelijk aan 1 (of hoger). Iemand met een visus van 0,1 moet tien keer dichterbij staan, enz.

Naast de gezichtsscherpte wordt ook het **gezichtsveld** gemeten. Dit is een maat in graden uitgedrukt om na te gaan **hoe “breed” we kunnen zien**. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen ons horizontale gezichtsveld en ons verticale gezichtsveld. Een persoon zonder visuele beperking heeft een verticaal en horizontaal gezichtsveld van respectievelijk 130° en 180°. Hieronder een illustratie<sup>3</sup>.



Figuur 1 Verticaal en horizontaal gezichtsveld bij een mens<sup>4</sup>

Met deze basiskennis kunnen we het begrip visuele beperking definiëren en de oorzaken ervan toelichten. Vervolgens bespreek ik de verschillende vormen van visuele beperkingen.

<sup>2</sup> <https://nl.wikipedia.org/wiki/Visus>

<sup>3</sup> Alle punten die in de ruimte worden waargenomen zonder het hoofd of de ogen te bewegen.

<sup>4</sup> <http://www.ssc.education.ed.ac.uk/courses/vi&multi/vmay06c.html>

## 1.2 Definitie en oorzaken van een visuele beperking

Iedereen is hoogstwaarschijnlijk al eens een blinde of slechtziende persoon tegengekomen op straat, in zijn omgeving of op school. In **België** zijn er ongeveer **15.000 personen met een visuele beperking**. In **Europa** varieert het aantal van **15 tot 40 personen per 10.000** <sup>5</sup>.

Een **visuele beperking** <sup>6</sup> is een beperking die ervoor zorgt dat we dingen rondom ons **niet (goed) zien** en bijgevolg **slecht interpreteren**. Hoe kleiner de visus, hoe slechter een persoon zaken kan waarnemen of interpreteren. Hetzelfde geldt ook voor het gezichtsveld.

Er zijn verschillende **mogelijke oorzaken** van een visuele beperking:

### - **Aangeboren afwijking**

Een bekend voorbeeld hiervan is CVI <sup>7</sup> (cerebraal visuele stoornis). CVI is een visuele beperking als gevolg van een afwijking of beschadiging van de hersenen. Een ander voorbeeld is albinisme. Bij deze ziekte wordt onvoldoende melanine <sup>8</sup> aangemaakt in de ogen.

### - **Veroudering**

Mensen kunnen op oudere leeftijd minder goed zien of zelfs blind worden. Een gevolg hiervan kan zijn: langdurig hoge bloeddruk, diabetes, enz.

### - **Andere oogaandoening**

Een oogaandoening zoals een toxische reactie, een ontsteking van de nervus opticus <sup>9</sup> door een infectie, enz.

## 1.3 Het verschil tussen blindheid en slechtziendheid

Er bestaan **verschillende vormen van visuele beperkingen**. Vaak worden de termen **blindheid en slechtziendheid** door elkaar gebruikt. In onderstaande tabel wordt toegelicht wat **het verschil** is tussen beide visuele beperkingen.

	Gezichtsscherpte (= visus)	Gezichtsveld
Slechtziendheid	$\leq 3 / 10$	$< 30^\circ$
Blindheid	$\leq 1 / 20$	$< 10^\circ$

Figuur 2 : het verschil tussen slechtziendheid en blindheid a.d.h.v. de visus en het gezichtsveld <sup>10</sup>

<sup>5</sup> <http://www.visuelehandicap.be/>

<sup>6</sup> <http://www.sensotec.be/audience/default.aspx?ID=13>

<sup>7</sup> CVI is de Engelse afkorting van Cerebral Visual Impairment

<sup>8</sup> Melanine zijn bruine tot zwarte korreltjes die het pigment vormen waaraan huid, haren en ogen hun kleur ontleenen.

<sup>9</sup> De nervus opticus is een oogzenuw.

<sup>10</sup> <http://www.vwvj.be/uploads/documentenbank/6347f1f4a149fda4f3928b905fa5f2a6.pdf>

Iemand met een visus kleiner dan 1/20 wordt officieel beschouwd als blind terwijl een slechtziende een visus heeft kleiner (of gelijk) aan 3/10. Het begrip slechtziendheid wijst naar allerlei beperkingen van het gezichtsvermogen. Hieronder worden enkele vormen van slechtziendheid en blindheid kort toegelicht.

#### 1.4 Vormen van blindheid en slechtziendheid

Naarmate de grootte van de visus onderscheiden we **verschillende types blindheden**. Iemand met een visus van 1/60 wordt beschouwd als **totaal blind** of als **blind met lichtwaarneming**. We spreken van **maatschappelijke blindheid** indien men een visus heeft van 3/60. Het kan ook gebeuren dat mensen omwille van een of andere redenen, tijdelijk blind worden.

Van zodra iemand een visus heeft kleiner of gelijk aan 3/10 spreekt men van een slechtziende persoon. Om de **types slechtziendheid** te onderscheiden van elkaar maken we weinig gebruik van de visus. In onderstaande tabel zijn enkele types opgesomd. Mensen die **kleurenblind** zijn kunnen enkele kleuren niet of moeilijk waarnemen. Andere mensen hebben **last van dubbeleffecten** of zijn sterk **gevoelig voor licht**. Sommige mensen zijn **nachtblind**. Dit impliceert dat ze niets of heel weinig kunnen zien als er weinig of helemaal geen licht is.

<b>Type blindheid</b>	<b>Visus</b>
<i>Totale blindheid</i>	1/60
<i>Blindheid met lichtwaarneming</i>	1/60
<i>Maatschappelijke blindheid</i>	3/60
<i>Tijdelijke blindheid</i>	

*Figuur 3: types blindheid*

#### **Type slechtziendheid**

*Last van dubbeleffecten*  
*Gezichten niet kunnen herkennen*  
*Kleurenblindheid*  
*Sterke gevoeligheid voor licht*  
*Geen diepte zien*  
*Nachtblindheid*  
*Zicht met vlekken*  
*Onscherp zicht*

...

*Figuur 4: types slechtziendheid*

## **2. Belemmeringen bij personen met een visuele beperking**

### *2.1 Inleiding*

In dit hoofdstuk bespreek ik met welke belemmeringen mensen met een visuele beperking geconfronteerd worden. In eerste instantie bespreek ik de belemmeringen in het dagelijks leven. Hierna de belemmeringen in de ontwikkeling van het kind en als laatste de belemmeringen op schoolniveau.

### *2.2 In het dagelijks leven <sup>11</sup>*

#### **1. Kennisnemen van geschreven informatie en andere bezigheden in en om het huis**

Voorals mensen met een zeer ernstige tot ernstige visuele beperking ondervinden hinder bij het kennisnemen van geschreven informatie.

Bijvoorbeeld: kleine lettertjes lezen, opzoeken van telefoonnummers, handleidingen raadplegen, kookboeken lezen, geld tellen, volgnummers aflezen in een instelling of bedrijf wanneer je op je beurt wacht, geldautomaten gebruiken, schoonmaken, enz.

#### **2. Verplaatsing buitenshuis en contacten met andere mensen**

Enkele voorbeelden zijn: problemen bij autorijden, fietsen of de straat oversteken, kinderen niet naar school kunnen brengen, communicatiestoornissen, mensen niet herkennen als ze je goedendag zeggen zonder hun naam te vermelden, afhankelijk zijn (of worden) van anderen, altijd op je hoede moeten zijn en voorzichtig zijn waar je stapt, enz.

#### **3. Op het werk**

Blindheid kan ook een impact hebben op het werk: wantrouwen en discriminatie kunnen ontstaan, men kan gehinderd worden bij het solliciteren of bij de communicatie met collega's, men is afhankelijk van anderen, enz.

#### **4. Vrijtijdsbesteding**

Mensen met een gezichtsbeperking kunnen grote hinder ondervinden bij het sporten, naaien, knutselen, spelletjes spelen, tv-kijken, enz.

---

<sup>11</sup> [http://www.verwey-jonker.nl/doc/participatie/D1713044\\_slechtzienden%20en%20blinden%20in%20ned%20deel%202.pdf](http://www.verwey-jonker.nl/doc/participatie/D1713044_slechtzienden%20en%20blinden%20in%20ned%20deel%202.pdf)

## 5. Verzorging en uiterlijk

Bijvoorbeeld het feit dat blinden niet zelf kunnen waarnemen hoe ze eruitzien is hinderlijk.

Uiteraard zijn er nog meer belemmeringen maar ik beperk me verder tot de belemmeringen bij blinde leerlingen in het onderwijs en meer bepaald voor het vak wiskunde, in lijn met het onderwerp van dit eindwerk.

### 2.3 *In de ontwikkeling van het kind*<sup>12</sup>

Door hun visuele beperking, zullen kinderen een heel **andere ontwikkeling** hebben dan diegenen die wel goed kunnen zien. Hieronder bespreek ik kort welke belemmeringen aanwezig zijn in het leven van een blind of slechtzind kind.

Over het algemeen ondervinden blinde of slechtzind kinderen **hinder met hun bewegingsapparaat** waardoor de algemene dagelijkse levensverrichtingen en mobiliteit ook moeilijk zijn. Men spreekt soms ook van een zwak lichaamsbesef. Een kind dat normaal kan zien, zal onbewust de mimiek en lichamelijke bewegingen van zijn ouders of de mensen in zijn omgeving nabootsen, wat een blind kind niet kan doen. Bijgevolg kunnen blinde mensen bewegingen maken die in onze ogen vreemd zijn.

Een voorbeeld hiervan is met het hoofd schudden of rollende bewegingen maken, vingers in de ogen duwen of in de ogen wrijven, fladderen met handen en armen, enz. Voor mensen die dat zien kan het heel vreemd overkomen terwijl de blinde leerlingen niet eens beseffen dat ze dergelijke bewegingen maken. Men spreekt van blindismen<sup>13</sup>: onbewuste, doelloze, stereotype en ongecontroleerde bewegingen. Blinde leerlingen beseffen uiteraard niet dat hun gedrag storend of ongepast is aangezien ze hun eigen gedrag niet kunnen vergelijken met dat van anderen. Natuurlijk bestaan er gespecialiseerde therapeuten die deze leerlingen een goede oriëntatie- en mobiliteitstraining kunnen geven.

Door te zien kunnen we allerlei **informatie opnemen**. Bij blinde leerlingen is dit niet het geval. Dit zorgt ervoor dat er bij blinde leerlingen een informatieachterstand is die de ontwikkeling van het kind kan beïnvloeden. Doordat ze minder informatie binnenkrijgen en/of de informatie moeilijker kunnen verwerken, kunnen ze moeilijker contacten leggen met anderen. Ze moeten een ander kanaal gebruiken om toch waarnemingen te doen. Dit kost hun moeite en energie.

Een baby ontwikkelt vanzelf door zijn **zintuigen te gebruiken en reageert hier spontaan op**: de reacties van anderen kunnen zien, horen wat er gezegd wordt en zo de taal leren, ... Bij blinde kinderen loopt dit heel anders. Het kind reageert niet vanzelf. Pas als iemand hem aanraakt of aanspreekt, zal hij/zij reageren. Daarnaast zullen blinde baby's heel stil blijven en niet bewegen als je in hun buurt bent. Ze doen dit om zich te concentreren op het gehoor. Later zullen blinde leerlingen

---

<sup>12</sup> Zie bibliografie: (Janssen, 2004)

<sup>13</sup> [http://kimbols.be/handicap-integratie/integratie/integratiedoelstellingen-rond-blinde-en-slechtzind-personen.html#Blinde\\_kinderen](http://kimbols.be/handicap-integratie/integratie/integratiedoelstellingen-rond-blinde-en-slechtzind-personen.html#Blinde_kinderen)

ook stiller zitten als ze iets willen waarnemen a.d.h.v. een ander zintuig. Verder kunnen blinde baby's snel schrikken als ze worden aangeraakt of vastgepakt.

Niet alleen de interactie is een probleem, ook het **veiligheidsgevoel en het zelfvertrouwen** vormen een heikel punt. Iedere persoon die zich in een onbekende omgeving bevindt en niet weet wat hij moet doen, raakt in paniek en wordt angstig. Blinde kinderen kunnen gemakkelijk in dergelijke situaties terechtkomen. Het kind voelt zich onveilig en zal bijgevolg ook, in de meeste gevallen, weinig zelfvertrouwen hebben en zich terugtrekken uit de sociale wereld.

De **algemene opvoeding** die ouders geven aan hun kinderen of die de kinderen vanaf de kleuterklas meekrijgen levert ook moeilijkheden op: zich aankleden, naar het toilet gaan, leren stappen, enz. Doordat ouders in een visuele wereld leven en blinde kinderen in een niet-visuele is het moeilijker om ervaringen, verwachtingen, waarden en normen te delen.

Daarnaast zal de **taalontwikkeling** trager evolueren dan bij normale kinderen. Nieuwe woorden worden aan blinde leerlingen aangeleerd door ziende mensen. Deze mensen hebben een heel andere wijze van informatieverwerking. In 1932 onderzocht de blinde psycholoog Cutsforth hoe goed blinden begrippen beheersten. Er werd aan blinde kinderen gevraagd naar wat kenmerkend is voor enkele begrippen zoals sneeuw, kraai, appel, enz. Uit het onderzoek bleek dat 58% van de antwoorden onjuist was. Men spreekt in dit geval van **verbalisme**: woorden gebruiken zonder de betekenis ervan te kennen.

Kort samengevat kunnen we besluiten dat blinde kinderen een **heel andere ontwikkeling** doormaken dan gewone kinderen. Daarnaast kunnen ze door hun beperking een **laag zelfbeeld** hebben en weinig **zelfvertrouwen**. Ze moeten vaak geholpen worden door derden en kunnen vrij snel **afhankelijk worden** van deze personen. Zelfstandigheid is moeilijk te realiseren. Enkele gevolgen hiervan kunnen zijn: sociaal isolement, onzekerheid en angst. Toch zijn er uitzonderingen en zijn er blinde mensen met veel ambitie en zelfvertrouwen die ondanks hun beperking willen meedraaien in de maatschappij en gezien worden als "normale" mensen.

## 2.4 *Op schoolniveau*<sup>14</sup>

### 2.4.1 *Algemeen*

Er bestaan verschillende vormen van blindheid en **elke handicap wordt anders ervaren**. Hierdoor kunnen leerkrachten uit het gewoon onderwijs **angstig** worden als ze moeten lesgeven aan leerlingen met een visuele beperking (type 6<sup>15</sup>). Ze weten niet goed hoe ze de leerstof moeten uitleggen, welke extra maatregelen nodig zijn om de leerstof zo goed mogelijk over te brengen, ... Bovendien zullen leerlingen met een visuele beperking **niet erg geneigd zijn om over hun handicap te spreken**. Zo wordt het inderdaad moeilijk in te schatten wat een goede aanpak van leerlingen met een visuele beperking kan zijn in de klas.

---

<sup>14</sup> Zie bibliografie: (Ghesquière, 1995)

<sup>15</sup> Zie later hierover in hoofdstuk 3 (bij 3.2.1 Het buitengewoon onderwijs: algemeen)

Blind zijn is een begrip dat gemakkelijk uit te leggen is, maar **slechtziendheid blijft complex** aangezien het een **onvoorspelbare beperking** is die, afhankelijk van het moment en de dag, in sterke mate kan wisselen. Kort samengevat kan men niet op voorhand weten wat een slechtziende juist ziet en niet ziet. **Slechtzienden zelf kunnen het moeilijk uitleggen aan anderen**: de ene dag lezen ze vlot, andere dagen hebben ze 20 minuten nodig om een stukje tekst te lezen, of het gebeurt dat ze niets zien als er zonlicht is, enz.

Toch **loont het de moeite** om leerlingen met een visuele beperking op te nemen in het niet-buitengewoon onderwijs (zogenaamd inclusief onderwijs, dat is onderwijs voor alle leerlingen, met en zonder beperkingen). Leerkrachten staan er vaak minder terughoudend tegenover om slechtzienden in de klas te hebben als de blindheid op latere leeftijd ontstaan is en niet aangeboren<sup>16</sup>.

#### 2.4.2 Voor het vak wiskunde<sup>17</sup>

**Visuele informatie** wordt door onze **hersenen onmiddellijk geordend**. Zo ontstaat er **een beeld** dat we zelf opbouwen en dat een **betekenis** krijgt. Als dat niet zou gebeuren, zou er geen “figuur” of “achtergrond” ontstaan. Hoe complexer het onderwerp, hoe moeilijker we de informatie kunnen verwerken en er ons een beeld van kunnen maken.

Blinde leerlingen hebben **moeilijkheden met het herkennen van visuele structuren** zoals vormen, afbeeldingen en complexe configuraties. Ze kunnen ook verward geraken bij het **herkennen en/of benoemen van bepaalde begrippen**<sup>18</sup>.

De belemmeringen die hierboven<sup>19</sup> vermeld werden, komen ook bij het vak wiskunde aan bod:

- **Ruimtelijk inzicht en ruimtelijk denken**  
Leerlingen met een visuele beperking hebben weinig tot geen ruimtelijk inzicht als het gaat over afstand, hoogte, diepte, grootte van een lokaal of voorwerp, ...
- Hoe groter de afbeeldingen of visualisering, hoe moeilijker het is voor de leerling om er een **voorwerp in te herkennen**.  
Bijvoorbeeld: een balk stel je beter voor door te verwijzen naar een luciferdoosje dan naar een schoendoos.
- **Algemene begripsvorming** is, zoals hierboven vermeld, problematisch. Dit geldt ook in de wiskunde: gebrek aan kennis van begrippen leidt tot een tekort aan basiskennis in de wiskunde. Vergelijkingen, rijen en reeksen, tijd en afstand kunnen pas betekenis krijgen als ze worden uitgelegd aan de hand van concrete voorbeelden.

---

<sup>16</sup> Zie bibliografie: (Brakel, 2008)

<sup>17</sup> Zie bibliografie: (Maele, 2002)

<sup>18</sup> Zie bibliografie: (Mylle, 1987)

<sup>19</sup> Zie hoofdstuk 2. Belemmeringen bij personen met een visuele handicap (2.3 In de ontwikkeling van het kind)



- **Gebrek aan didactisch (tastbaar) materiaal** zorgt ervoor dat de leerlingen de inhoud, structuur en verloop van de handelingen **niet tot een mentale handeling kunnen samenstellen**: zo is er geen automatisering en bijgevolg verkleint de kans op transfer (wat je geleerd hebt toepassen in een nieuwe situatie). Dit leidt tot verbalisme<sup>20</sup> en formalisme<sup>21</sup>.
- Een ander groot probleem voor het vak wiskunde bij blinde leerlingen zijn de **wiskundige uitdrukkingen** die ze in het verleden niet konden lezen of schrijven in braille. Sinds de jaren '70 werden veel wiskunde-codes ontwikkeld om wiskundige formules gemakkelijk om te zetten in braille en ze toegankelijk te maken voor blinde leerlingen<sup>22</sup>.

---

<sup>20</sup> Verbalisme: woorden gebruiken zonder de betekenis ervan kennen.

<sup>21</sup> Formalisme: sterke nadruk op de uiterlijke vorm.

<sup>22</sup> Zie later hierover in hoofdstuk 4 (4.3.2 Wiskunde voor leerlingen met een visuele handicap)

### 3. Onderwijs voor blinden en slechtzienden

#### 3.1 Inleiding

Elk kind heeft recht op onderwijs. Ook kinderen met een beperking. Hoe ziet het onderwijs eruit voor leerlingen met een visuele beperking? Waar kunnen ze naar school gaan? Kunnen deze leerlingen ook les volgen in een gewone school?

In dit hoofdstuk gaat het over **onderwijs aan leerlingen met een visuele beperking**. Eerst wordt in dit hoofdstuk uitleg gegeven over het buitengewoon onderwijs. Hierna leg ik kort het verschil uit tussen geïntegreerd en inclusief onderwijs. Als laatste onderdeel van dit hoofdstuk licht ik enkele aanbevelingen toe bij het lesgeven aan leerlingen met een visuele beperking.

#### 3.2 Buitengewoon onderwijs

##### 3.2.1 Algemeen

Het **buitengewoon onderwijs** is ontstaan midden 19<sup>e</sup> eeuw voor kinderen die extra hulp en/of begeleiding nodig hebben. Men klasseert de **verschillende vormen van beperkingen in handicaptypes**. Voor 2015 werden de verschillende bestaande beperkingen ingedeeld in 8 types.

Type 1	Licht mentale handicap
Type 2	Matige of ernstige mentale handicap
Type 3	Ernstige emotionele en/of gedragsproblemen
Type 4	Fysieke beperking
Type 5	Langdurig zieke kinderen
Type 6	Visuele handicap
Type 7	Auditieve beperking
Type 8	Ernstige leerstoornissen

*Figuur 5: handicaptypes voor de hervorming*

Sinds een **herstructurering in 2015-2016** ziet het overzicht er als volgt uit.

Type basisaanbod (*)	Licht mentale handicap (type 1) en ernstige leerstoornissen (type 8)
Type 2	Matige of ernstige mentale handicap
Type 3	Ernstige emotionele handicap en/of gedragsproblemen
Type 4	Fysieke beperking
Type 5	Langdurig zieke kinderen
Type 6	Visuele handicap
Type 7	Auditieve beperking
Type 9	Autismespectrumstoornis

(\*) Voorwaarde voor *type basisaanbod*: niet meer kunnen deelnemen aan het gewoon onderwijs.

*Figuur 6: handicaptypes na de hervorming*

Vooraleer een **kind ingeschreven kan worden** in het buitengewoon onderwijs, moet het beschikken over een **verslag van het CLB** (centrum voor leerlingenbegeleiding). In het verslag staat vermeld welk

**type onderwijs** het beste bij het kind past. In de scholen van het buitengewoon onderwijs is gespecialiseerde hulp aanwezig. Ter plaatse werken therapeuten, opvoeders, artsen, ...

**Het buitengewoon onderwijs** is geschikt voor leerlingen **vanaf de kleuterklas tot het secundair onderwijs**. Algemene informatie over het buitengewoon kleuter-, lager en het secundair onderwijs volgt hieronder.

### *3.2.2 Buitengewoon kleuteronderwijs (BuKO) <sup>23</sup>*

**Vanaf 2,5 jaar** kan een kind met een beperking ingeschreven worden in een kleuterschool. Daarnaast hebben deze leerlingen recht op **gratis collectief vervoer**. In het gewoon onderwijs stappen de leerlingen die 6 jaar oud zijn over naar het lager onderwijs. In het buitengewoon onderwijs mogen de kinderen in het kleuteronderwijs blijven **tot hoogstens 8 jaar**, na beslissing van de ouders en op advies van de klassenraad en het CLB. In het buitengewoon kleuteronderwijs zijn er geen instapdagen zoals in het gewoon kleuteronderwijs.

In het buitengewoon kleuteronderwijs kunnen **alle leerlingen** terecht **met type 2 t.e.m. 7 en type 9** <sup>24</sup>. Afhankelijk van het verslag van het CLB kunnen ouders een school kiezen uit een schoollijst in hun buurt waar onderwijs aangepast aan het type van hun kind aangeboden wordt.

**In het kleuteronderwijs voor blinde leerlingen en slechtzienenden** is de **opvoeding** vooral **gericht op lichaamsbeheersing**. Hiermee bedoelt men grove motoriek, inzicht in het lichaamsschema, oriëntatie in tijd en ruimte, ... Daarnaast wordt aandacht besteed aan **zintuigelijke waarnemingen** zoals het gehoor, het voelen, ruiken en proeven en ook nog de taal- en denkontwikkeling. Slechtzienende kinderen worden voorbereid op **visuele waarnemingen** maar blinde kinderen eerder op **tactiele waarnemingen**. Dat laatste is belangrijk om de leerlingen later braille te leren lezen en schrijven.

### *3.2.3 Buitengewoon lager onderwijs (BuLO)*

**Leerlingen tussen 6 en 13 jaar** met een beperking kunnen terecht in het buitengewoon lager onderwijs. Zoals in het buitengewoon kleuteronderwijs kunnen de leerlingen langer blijven dan in een gewoon onderwijs. Leerlingen mogen **tot hoogstens 14 jaar** in het buitengewoon lager onderwijs les volgen. Ook hier moeten de ouders akkoord gaan en krijgen ze advies van de klassenraad en het CLB. Het buitengewoon lager **onderwijs is ook ingedeeld in types**: elke school biedt aangepast onderwijs voor enkele of alle types. Het is aan de ouders om te kiezen welke school het meest geschikt is voor hun kind.

In het buitengewoon lager onderwijs is **het leerproces** voor leerlingen met een visuele beperking vooral **gericht op het leren gebruiken van het (resterende) gezichtsvermogen**.

De **bekendste methode** om blinde leerlingen te **leren lezen en schrijven** is het gebruik van **braille**. Blinde leerlingen leren al braille vanaf het lager onderwijs. Tegenwoordig kan dit via een computer.

---

<sup>23</sup> Alle informatie over het BuSO-onderwijs is terug te vinden op <http://onderwijs.vlaanderen.be/naar-het-buitengewoon-onderwijs>

<sup>24</sup> Zie nieuwe indelingen vanaf 1 september 2015 op de vorige pagina (figuur 6).

De leerlingen krijgen een speciaal klavier om in braille te schrijven en gebruiken een brailleleesregel om de informatie op hun scherm af te lezen via het toestel zelf.

### *3.2.4. Buitengewoon secundair onderwijs (BuSO)*

Het buitengewoon secundair onderwijs is toegankelijk voor leerlingen met een beperking **tussen 13 en 21 jaar**. De werking van dergelijke secundaire scholen is dezelfde als die in het BuKO en in het BuLO. Het enige verschil is dat men, eens het type handicap (her)bepaald is, **een opleidingsvorm** kan kiezen. Het **CLB** schrijft een **verslag** waarin staat welk **type handicap** de leerling heeft **en** ook welke **opleidingsvorm** de leerling kan volgen. Hieronder bespreek ik kort de verschillende opleidingsvormen die in het buitengewoon secundair voorkomen.

**Opleidingsvorm 1 (of O.V.1)** is een opleidingsvorm geschikt voor alle types buiten de leerlingen met een **licht verstandelijke beperking**. Deze opleiding is eerder **een sociale vorming**. Er wordt hun vooral aangeleerd hoe ze kunnen wonen in een beschermde leefomgeving.

**Opleidingsvorm 2 (O.V.2.)** is niet enkel gericht op sociale vorming maar ook op **arbeidsvoorbereiding** in een beschermde werkomgeving. Ook hier kunnen alle types terecht, behalve leerlingen met een lichte verstandelijke beperking. Het is de bedoeling dat de leerlingen een eenvoudige baan kunnen hebben (weliswaar in een beschermde werkomgeving).

**Opleidingsvorm 3 (O.V.3.)** bereidt de leerlingen voor op een **sociale en beroepsvorming**, beter gekend als verkoop- en kantoortechnieken, tuinbouw, enz. Deze opleidingsvorm is toegankelijk voor alle types behalve voor leerlingen met een matige of ernstige mentale handicap.

**Opleidingsvorm 4 (O.V.4.)** is een opleidingsvorm waarbij de **leerplandoelstellingen** dezelfde zijn als in **het gewoon secundair onderwijs** maar waar de werkvormen aangepast zijn aan het type en de noden van de leerlingen. In het gewoon onderwijs kunnen leerlingen met een visuele beperking bijvoorbeeld vrijstellingen krijgen voor enkele onderdelen die andere leerlingen wel moeten kennen.

## *3.3 Geïntegreerd onderwijs en inclusief onderwijs*<sup>25</sup>

### *3.3.1 Het verschil tussen geïntegreerd onderwijs en inclusief onderwijs*

Leerlingen met een beperking kunnen **overschakelen naar het gewoon onderwijs**. Natuurlijk worden deze leerlingen opgevolgd door leerkrachten uit het buitengewoon onderwijs: de GON-begeleiders (Geïntegreerd Onderwijs – begeleiders). **GON-begeleiding** is enkel geschikt voor leerlingen die in het buitengewoon onderwijs les gevolgd hebben en overschakelen naar het gewoon onderwijs. De GON-begeleiders hebben als taak de **leerling te helpen** door ze extra lessen te bieden, speciaal materiaal aan te brengen aangepast aan de noden van de leerling, de ouders te ondersteunen en tips te geven. Belangrijke beslissingen worden gezamenlijk genomen met de ouders, de betrokken school, de GON-

---

<sup>25</sup> <http://onderwijs.vlaanderen.be/node/1517>

begeleider en het CLB, met **één doel** voor ogen: **gelijke onderwijskansen** voor leerlingen met een handicap.

Daarnaast bestaat ook de mogelijkheid voor **leerlingen met een verstandelijke beperking om een aangepast programma** te krijgen. Dit noemt men “**inclusief onderwijs**”. Het is een onderwijsvorm waar **geen einddoelen** aan gekoppeld zijn. Ze worden begeleid door een **ION-begeleider** (Inclusief Onderwijs – begeleider): een leerkracht uit het buitengewoon onderwijs. De leerling volgt een individueel en aangepast leerprogramma in samenspraak met de ouders, de ION-begeleider, het CLB en de betrokken school. De meeste leerlingen die aan inclusief onderwijs doen, zitten in het lager onderwijs.

Leerlingen begeleiden gebeurt dus op **twee verschillende manieren**:

Ofwel volgt de leerling het **gewone leerprogramma**. Dit wil zeggen dat de leerling volledig moet voldoen aan de toelatings- en overgangsvoorwaarden van het gewoon onderwijs. Hier zijn **m.a.w. einddoelen aan gekoppeld**. In dit geval is de leerkracht die de leerling begeleidt een GON-begeleider en men spreekt van **geïntegreerd onderwijs**.

Ofwel volgt de leerling een **aangepast programma** en wordt hij/zij begeleid door een **ION-begeleider**. Hier zijn **geen doelen** aan gekoppeld en men spreekt van **inclusief onderwijs**. Dit geldt enkel voor leerlingen met een verstandelijke beperking.

### *3.3.2 Geïntegreerd onderwijs in de praktijk<sup>26</sup>*

Waarschijnlijk stellen jullie je dezelfde vragen als ik: “**Hoe reageren leerlingen en leerkrachten uit het gewoon onderwijs als er een leerling in de klas zit met een beperking?** Worden de leerlingen met een beperking uitgesloten? Worden ze niet te veel gezien als underdog?”. Op al deze vragen heb ik een antwoord kunnen vinden met de hulp van een GON-begeleider uit de Buso-school Kasterlinden, gelegen in Sint-Agatha-Berchem.

De leerkrachten vertonen vaak **angst** als ze te weten komen dat er een leerling in hun klas komt met een gezichtsbeperking. Ze weten niet goed hoe ze hiermee moeten omgaan en zijn vooral nerveus omdat ze zelf geen braille kunnen lezen/schrijven.

Daarom **organiseert een GON-begeleider** in het begin van het schooljaar een **klagesprek** met de leerlingen en leerkrachten. Er wordt uitleg gegeven over de beperking van de betrokken leerling, hoe men daarmee moet omgaan, welke extra ondersteuning de leerling nodig heeft, enz. Er worden ook **projecten en workshops** georganiseerd om de beperking beter bekend te maken bij zowel leerlingen als leerkrachten uit het gewoon onderwijs.

---

<sup>26</sup> Interview met Yves Wallaert, GON-begeleider uit de BuSO-school Kasterlinden (Sint-Agatha-Berchem)

De **medestudenten** reageren vaak **begripvol** en zijn ook bereid om de blinde leerling te helpen. Dit is niet altijd het geval als er een slechtziende leerling de klas vervoegt zonder begeleidend gesprek. De leerlingen begrijpen vaak niet waarom deze leerling een computer mag gebruiken en zij niet. Aangezien slechtziendheid een vrij “vaag” en complex begrip is, is het voor de leerlingen uit het gewoon onderwijs **soms ook verwarrend**. Ook hier komt een GON-begeleider uitleggen waarom de leerling met een beperking “meer” mag dan anderen.

Laten we nu de zaak vanuit een ander perspectief bekijken: de leerling met een handicap, hoe voelt die zich hierbij? Dit blijkt afhankelijk van persoon tot persoon. We moeten beseffen dat lesgeven in het BuSO-onderwijs heel anders is dan in het gewoon onderwijs. **In het BuSO-onderwijs** wordt onderwijs **op maat van het individu** gegeven en **in het gewoon onderwijs** wordt onderwijs op **maat van de groep** (of klas) gegeven. Bijgevolg zal de ene leerling zich beter kunnen aanpassen dan de andere, afhankelijk van zijn persoonlijkheid en emotionele sterkte.

In het BuSO-onderwijs worden de leerlingen wel **voorbereid op zelfstandig werken** en het **onafhankelijk zijn** van derden. Dit is niet altijd evident in de praktijk, maar nodig. Sommige leerlingen hebben extra ondersteuning nodig van hun GON-begeleider omdat ze bijvoorbeeld voelen dat ze anders bekeken worden door de leerlingen in hun nieuwe school of omdat ze uitgesloten worden en niet gemakkelijk bevriend geraken met groepjes leerlingen.

Gelukkig wennen leerlingen en leerkrachten na verloop van tijd en wordt het op termijn niet meer ervaren als een “moeilijke opdracht”.

### *3.3.3 Het leezorgkader*<sup>27</sup>

Er werd jarenlang onderzocht hoe de **zorg voor leerlingen** met een beperking kon **geoptimaliseerd** worden. Eén **doel** staat centraal: het **geluk van het kind**. Men wil nu het **geïntegreerd onderwijs hervormen**. Enerzijds omdat de leerlingen niet altijd de gepaste ondersteuning krijgen, anderzijds omdat de buitengewone scholen zich gaan specialiseren in slechts enkele types. Doordat een aangepaste opleiding voor sommige types weinig aan bod komt, moeten leerlingen naar een school die ver van hun huis gelegen is. In Brussel zijn er bijvoorbeeld slechts twee scholen geschikt voor leerlingen van type 6 (leerlingen met een visuele beperking). Een blinde leerling heeft meer zorg nodig dan een slechtziende. In het buitengewoon onderwijs wordt hier weinig of geen rekening mee gehouden. Een andere belangrijke reden voor de hervorming is dat gewone scholen weinig mogelijkheden hebben om leerlingen die extra zorg nodig hebben te begeleiden zonder de hulp van de GON-begeleiders.

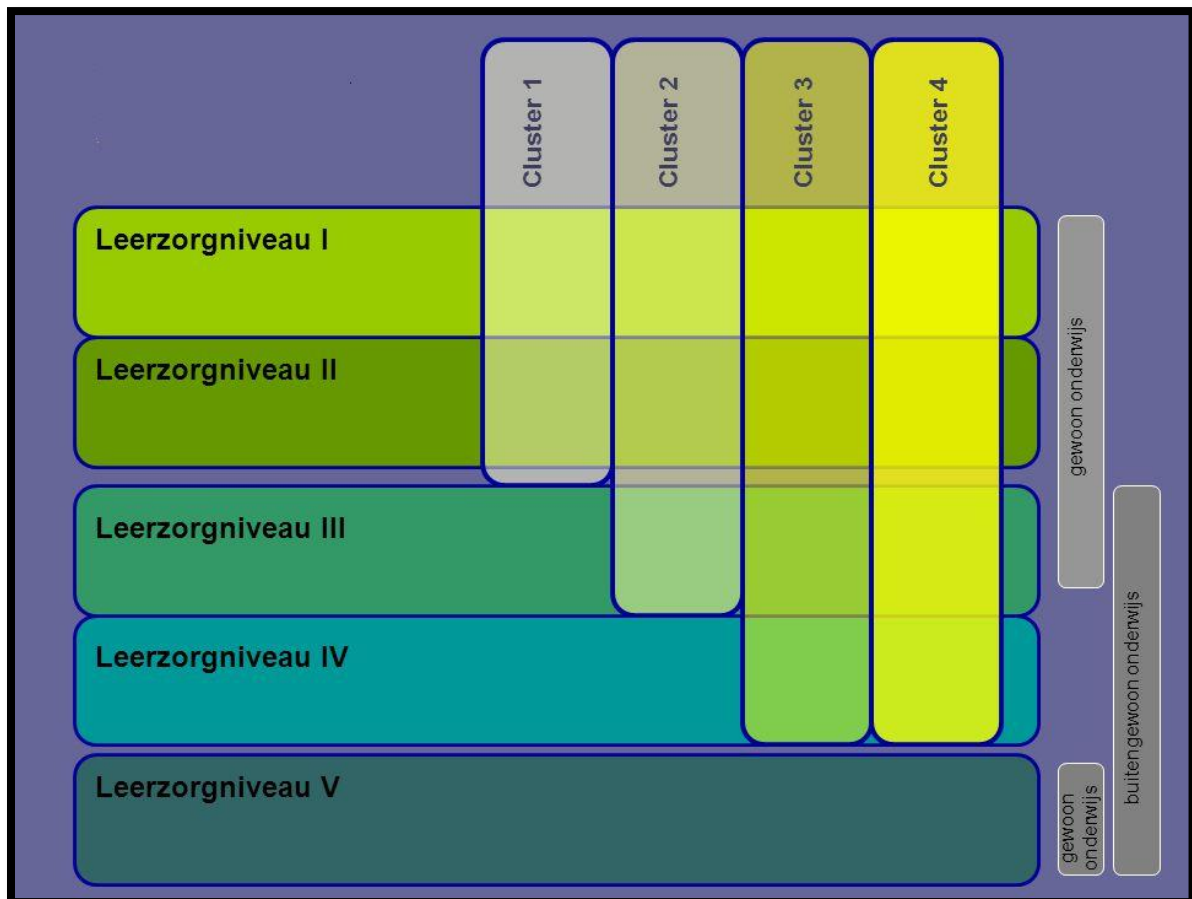
Het **leezorgkader** is een nieuw systeem waarin met bovengenoemde elementen rekening wordt gehouden. Met leezorgniveau bedoelt men **hoe sterk de omgeving zich moet aanpassen aan het**

---

<sup>27</sup> <http://www.ond.vlaanderen.be/specifieke-onderwijsbehoeften/leezorg/decreet/files/1119-leezorg-nota.pdf>

**kind**, afhankelijk van het soort beperking van het kind. Op de volgende pagina wordt het leezorgkader schematisch voorgesteld.

Met deze leezorg wil men dat **het buitengewoon en het gewoon onderwijs één geheel vormen**. Er wordt gekeken naar de nood van de leerling: **welk type onderwijs** heeft het kind nodig en waar kan hij **de beste zorg** krijgen?



Figuur 7 : het leerzorgkader<sup>28</sup>

#### Leerzorgniveaus

In dit overzicht zien we duidelijk dat **leerzorgniveau I en II** enkel voorkomen in het **gewoon onderwijs**, terwijl **leerzorgniveau III** zowel in het **gewoon** als het **buitengewoon onderwijs** voorkomt.

Leerlingen met een visuele beperking hebben de keuze tussen 3 leerzorgniveaus: leerzorgniveau II, III

<sup>28</sup> In bijlage vinden jullie een gedetailleerde versie van het leerzorgkader.

of IV. Afhankelijk van de ernst van hun beperking en de zorg die de leerlingen nodig hebben, worden ze naar een bepaalde school doorverwezen. **Leerzorgniveau V** is een speciale vorm geschikt voor **tijdelijk of partieel onderwijs**, bijvoorbeeld aan huis, onderwijs in het ziekenhuis, ...

#### *Clusters*

De clusters geven een **onderverdeling van de doelgroepen**: Cluster I bevat alle leerlingen zonder beperking. Cluster II bevat de leerlingen met een leerbeperking. Cluster III is vooral voor leerlingen met een functiebeperking (visuele beperking, motorische beperking, ...) en cluster 4 voor leerlingen met beperkingen in de sociale interactie (gedragsstoornissen, autisme, ...).

Concreet wil men met het **leerzorgdecreet** in de eerste plaats volgende **veranderingen** aanbrengen:

- Een ruimer aanbod binnen de bestaande buitengewone scholen.
- In het buitengewoon onderwijs een onderscheid maken tussen lichtere en zwaardere beperkingen.
- Inschrijvingsrecht in het gewoon onderwijs voor leerlingen van leerzorgniveau I en II.
- Scholen verplichten een individueel curriculum aan te bieden voor leerlingen van leerzorgniveau III bij inschrijving.
- Voldoende ondersteuning.
- En vooral: gelijke kansen voor leerlingen met een handicap.

#### *3.3.4 Het M-decreet<sup>29</sup>*

Ondanks de voordelen verbonden aan de **leerzorg** werd het plan **niet meteen in de praktijk omgezet**: men wil de hervorming stapsgewijs integreren. **Daarom ontstond het M-decreet**. Het M-decreet staat voor *maatregelen voor leerlingen met specifieke onderwijsbehoeften* en het wordt vanaf het schooljaar 2015-2016 toegepast in de Belgische scholen. Eén **doel** staat centraal: een betere **samenwerking** tussen **het buitengewoon onderwijs en het gewoon onderwijs**.

**Het M-decreet** heeft als **doel** het **inclusief onderwijs** voor leerlingen met een beperking te **vergroten**. In de praktijk betekent dit dat er meer leerlingen van het buitengewoon onderwijs kunnen overschakelen naar het gewoon onderwijs. Er worden meer dan 70 extra begeleiders voorzien om de inclusie zo goed mogelijk voor te bereiden, om een inclusienetwerk te creëren waar ouders en anderen terecht kunnen met hun vragen en ook om georganiseerde nascholingen te voorzien, gericht op het inclusief onderwijs. Men verwacht dat er op die manier minder leerlingen naar het buitengewoon onderwijs zullen gaan en dat de **expertise** in de scholen **voor buitengewoon onderwijs gedeeld wordt met het gewoon onderwijs** en vice versa.

“Het M-decreet zorgt er vanaf volgend schooljaar voor dat kinderen met specifieke onderwijsbehoeftes zich makkelijker kunnen inschrijven in het reguliere onderwijs. Opmerkelijk is dat sinds de bekendmaking van het nieuwe decreet, het aantal leerlingen in het buitengewoon onderwijs voor het eerst gedaald is.”

<sup>29</sup> <http://www.ond.vlaanderen.be/specifieke-onderwijsbehoeften/beleid/M-decreet/default.htm>



Bron: Artikel uit De Redactie (<http://deredactie.be/cm/vrtnieuws/binnenland/1.2238841>) geraadpleegd op 13/02/2016

### *3.4 Aanbevelingen bij het lesgeven aan leerlingen met een visuele beperking*

#### *3.4.1 Technische hulpmiddelen op school*

- De blinde leerling zo veel mogelijk behandelen als de goedziende leerling.
- Vaste organisatie en ordening in de klas.
- Een goede plaats in de klas: stopcontact voor computer, voldoende ruimte, ...
- Zo veel mogelijk auditieve hulpmiddelen gebruiken.
- Rekening houden met een lager tempo dan dat van de andere leerlingen: schrijven en lezen in braille via een computer kost meer tijd en energie dan schrijven op papier.

#### *3.4.2 Ondersteuning bij communicatieve en sociale vaardigheden*

- Zorgen dat de leerling actief meedoet aan activiteiten met niet-gehandicapte leeftijdsgenoten.
- De leerling uitnodigen om assertief te zijn: openheid, zich uitdrukken, anderen waarderen en respecteren, ...
- De leerling helpen aansluiten bij andere leeftijdsgenoten zonder beperking.
- Differentiëren in sociale vaardigheden: leren omgaan met leeftijdsgenoten is anders dan leren omgaan met ouders, leerkrachten, ...
- De leerlingen laten oefenen met actief luisteren en contact maken: gezichtsuitdrukkingen ontbreken dus moeten gecompenseerd worden door bijvoorbeeld een verschillende intonatie te gebruiken, ...
- De leerling stimuleren om zelf een gesprek te starten: anderen zullen vaak de eerste stap niet zetten.
- De leerling vragen naar zijn visuele beperking, de gevolgen en oorzaken om in staat te zijn uitleg te geven aan derden.
- De leerling motiveren door vooral mogelijkheden te benoemen i.p.v. enkel moeilijkheden.
- Inzicht krijgen in de redenen wanneer een blinde leerling wel of geen hulp nodig heeft: vaak zijn blinde leerlingen bang en durven ze geen vragen te stellen om te vermijden dat ze de leerkracht storen.

## 4. Bestaand materiaal voor mensen met een visuele beperking

### 4.1 Inleiding

Mensen met een visuele beperking hebben **nood aan extra hulpmateriaal**. In dit hoofdstuk bespreek ik enkele hulpmiddelen voor mensen met een visuele beperking voor het dagelijks leven<sup>30</sup> en op school. Daarnaast bespreek ik de evolutie van de wiskundecodes voor blinde leerlingen. Dat laatste gaat over het toegankelijk maken van wiskundige formules voor leerlingen met een visuele beperking.

### 4.2 In het dagelijks leven

---

#### Meten

---

1. Spreekende thermometer
2. Engelsprekende zakrekenmachine
3. Braille-uurwerk
4. Spreekende polshorloges
5. Muntstukhouder

---

#### Keukenmateriaal

---

6. Niveaudetector
7. Kookwekker
8. Verhoogde bordrand
9. Spreekende microgolfoven

---

#### Communicatie

---

10. Telefoon toestellen met grote drukknoppen
11. Tv-voorzetscherm
12. GSM met brailletoetsenbord

---

#### Vrije tijd

---

13. Speelkaarten met grote cijfers of in braille
  14. Bingospel in braille
  15. Dambord waarbij de witte vakjes hoger liggen dan de zwarte vakjes
  16. Grote letterboeken of luisterboeken
- 

---

<sup>30</sup> [http://www.vlibank.be/vlibank.jsp?COMMAND=OPEN&THES\\_CLAS=2.1.1.&THES\\_STATE=1](http://www.vlibank.be/vlibank.jsp?COMMAND=OPEN&THES_CLAS=2.1.1.&THES_STATE=1)

## 4.3 Op school

### 4.3.1 Algemeen <sup>31</sup>

---

#### Lezen en schrijven

---

##### 1. Brailleleesregel

De informatie die wij aflezen op ons computerscherm wordt op een brailleleesregel weergegeven zodanig dat de leerlingen met een visuele beperking de informatie kunnen opnemen door de braille-letters aan te raken.

Men hoeft geen driver te installeren aangezien een brailleleesregel compatibel is met alle computers. Aangezien de laatste jaren veel gewerkt wordt met bordboeken of digitale handboeken, kunnen de leerlingen de lessen volgen op hun computer door gebruik te maken van dergelijk toestel.

##### 2. Beeldschermloep

Slechtziende leerlingen kunnen ook een beeldschermloep gebruiken. Dit dient om de gegevens op een computerscherm te vergroten.

##### 3. Braillepapier – en folie

Braillepapier en braillefolie zijn bedoeld om notities te nemen in braille.

---

#### Ander schoolgerei

---

4. Meetlat met voelbare punten
  5. Driehoek met voelbare punten
  6. Gradenboog in braille
  7. Passer
  8. Spreekende rekenmachine
  9. Reliëftekenbord voor het maken van voelbare tekeningen
  10. Kalenders en agenda's in braille
- 



*Figuur 8: brailleleesregel*  
*Figuur 9: meetlat met voelbare punten*  
*Figuur 10: reliëftekenbord*



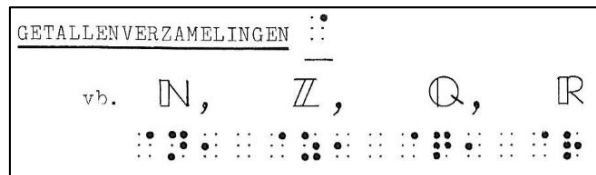
---

<sup>31</sup> [http://cms.digisecure.be/CMS\\_pictures/lichtenliefde/20162413192237-catalogus-hulpmiddelen-2016-jan.pdf](http://cms.digisecure.be/CMS_pictures/lichtenliefde/20162413192237-catalogus-hulpmiddelen-2016-jan.pdf)

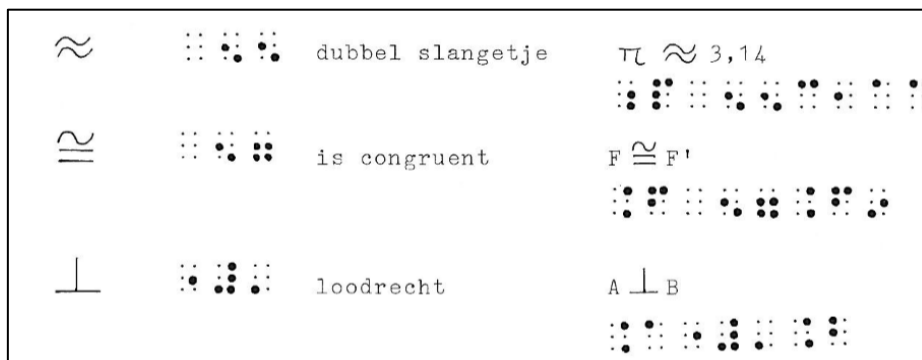
### 4.3.2 Wiskunde voor leerlingen met een visuele beperking<sup>32</sup>

#### 4.3.2.1 De Notaertcode of de wiskundecode

**De Notaertcode** werd ontwikkeld in de jaren '70 door van der Mey en Notaert. De Notaertcode is vooral geschikt voor **leerlingen met een visuele beperking** in het buitengewoon onderwijs. Het doel is om **grafische wiskunde**<sup>33</sup> in braille om te zetten. Op deze manier werd de wiskunde toegankelijker voor blinde leerlingen in het buitengewoon onderwijs. Dit is niet van toepassing voor het gewoon onderwijs, waarover later meer informatie. Hieronder vindt u enkele voorbeelden<sup>34</sup> van de Notaertcode.



Figuur 11: deelverzamelingen omzetten in braille (Notaertcode)



Figuur 12: symbolen van grafisch naar braille (Notaertcode)

<sup>32</sup> Informatie over de geschiedenis van wiskunde aan blinde leerlingen is terug te vinden op volgende link: [http://www.hannah2.be/infosisie/iv/2011/25\\_4-dec\\_11/pdf/Wiskundebraille\\_IM\\_25\\_4.pdf](http://www.hannah2.be/infosisie/iv/2011/25_4-dec_11/pdf/Wiskundebraille_IM_25_4.pdf)

<sup>33</sup> Met grafische wiskunde bedoelt men wiskundige uitdrukkingen die we gewoon zijn te noteren op papier.

<sup>34</sup> Deze voorbeelden werden gehaald uit de handleiding van de Notaertcode (zie bibliografie)

1. SOORTEN HAKEN			
( )	⠠⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠	ronde haken (a,b)
[ ]	⠠⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠	vierkante haken [ab] [xy]
{ }	⠠⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠	accoladen {x   x ∈ ℕ}
	⠠⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠	verticale strepen  -3  = 3

Figuur 13: symbolen van grafisch naar braille (Notaertcode)

Deze codes zijn **gemakkelijk aan te leren** aan blinde leerlingen. Het is een **eenduidige** en **compacte** manier om wiskunde in braille te noteren<sup>35</sup>. De leerlingen beschikken over **een notitietoestel**<sup>36</sup> dat ervoor kan zorgen dat ze de in braille geschreven formules kunnen omzetten in grafische formules. Toch zijn er **ook nadelen** aan deze methode verbonden: slechtziende leerlingen kunnen niet altijd (vlot) braille lezen of schrijven waardoor ze toch nog moeilijkheden ondervinden bij het gebruiken van deze methode.

Het is ook **nadelig om te werken met de Notaertcode in het geïntegreerd onderwijs**. Een blinde leerling kan via zijn notitietoestel de braille wiskundeformules omzetten in de grafische vorm maar de leerkracht kan de grafische formule niet omzetten in braille, **door gebrek aan kennis**. De leerkracht stuurt hierdoor eerst zijn teksten door naar GON-begeleiders die het materiaal omzetten in braille om ze vervolgens aan de blinde leerlingen te bezorgen, een omslachtig proces.

Dit zorgde voor heel wat problemen in het geïntegreerd onderwijs. Daarom dat enkele jaren later de VWC-code<sup>37</sup> ontstond. Deze code werkt ongeveer op dezelfde manier als Excel maar is iets uitgebreider. Hieronder enkele voorbeelden van grafische omzettingen naar VWC.

<sup>35</sup> In de plaats van afkortingen te gebruiken worden nu (braille-)tekens gebruikt zoals in de figuren aangetoond.

<sup>36</sup> Voor meer informatie over notitietoestellen zie [http://www.hannah2.be/infovisie/iv/2011/25\\_4-dec\\_11/html/IM\\_25\\_4.html#wiskunde](http://www.hannah2.be/infovisie/iv/2011/25_4-dec_11/html/IM_25_4.html#wiskunde)

<sup>37</sup> VWC staat voor Vlaamse Wiskunde Code

$\frac{24 + 35}{12 \cdot 8}$	VWC:	$\text{\$br } 24+35/12*8\#$
$\frac{3p + q}{n}$	VWC:	$\text{\$br } 3p+q/n\#$
$\frac{\tan \alpha - 1}{\sin \alpha}$	VWC:	$\text{\$br } \tan''\mu\alpha-1/\sin''\mu\alpha\#$

Figuur 14: van grafisch naar VWC

VWC is een lineaire code, vooral geschikt voor slechtziende leerlingen die geen of niet vlot braille kunnen lezen en schrijven. Ook hier kunnen leerkrachten hun teksten niet zelfstandig omvormen in VWC door gebrek aan kennis. Er is dan ook nood aan een nieuwe methode waarbij zowel braille, VWC en de grafische code gemakkelijk om te zetten zijn.

#### 4.3.2.2 Software om braille, VWC en de grafische code om te zetten

Sensomath is een **software** die speciaal gemaakt is voor **blinde leerlingen die in het gewoon onderwijs** les volgen. Aangezien de leerkrachten van het gewoon onderwijs gewoon zijn te werken met Word<sup>38</sup> en de blinde leerlingen met **braille**, heeft men in **Word** een editor ontwikkeld die ervoor kan zorgen dat **beide codes snel en gemakkelijk omzetbaar** zijn van de ene vorm naar de andere en omgekeerd. Hieronder een illustratie.



Figuur 15: Sensomath

Zoals we linksboven de afbeelding kunnen aflezen zijn er **drie vakken**: braille, lineair, Word. Men kiest in welke code de wiskundige uitdrukking uit te schrijven is en klikt op een van de knoppen om het in een andere code om te zetten. Dit gebeurt dus in één klik!

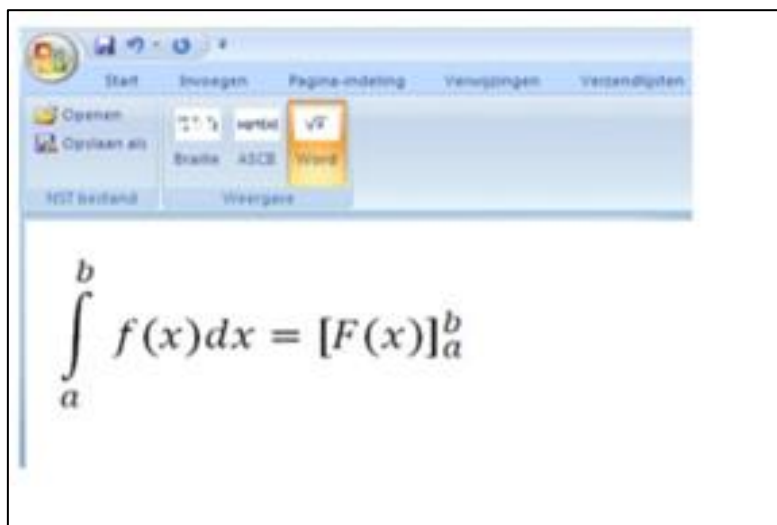
Een **leerkracht uit het gewoon onderwijs** zal de cursus noteren aan de hand van de **optie "Word"**. Een **blinde leerling** kan bijgevolg de uitdrukkingen omzetten in **braille** door te klikken op "braille".

<sup>38</sup> In Word gebruiken de wiskunde-leerkrachten meestal Mathtype

Hierna gebruikt de blinde leerling zijn braillelezer om de uitdrukkingen te lezen. Een **slechtziende** leerling zal de wiskundige uitdrukkingen die in Word geschreven werden door de leerkracht in **VWC** omzetten. De leerling kan het scherm vergroten om beter te lezen. De leerlingen kunnen het document doorsturen in hun "eigen" code en de leerkracht kan op zijn beurt alles omzetten in de "Word-code".

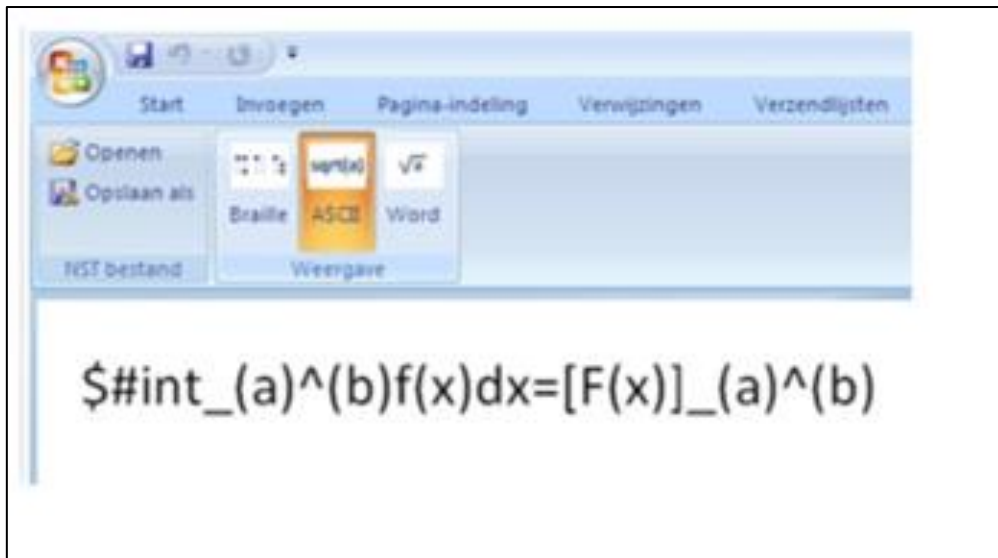
Dit is een zeer efficiënte manier om ervoor te zorgen dat de leerling gemakkelijk kan **communiceren** met de leerkracht en omgekeerd. Zo wordt de hulp van een **GON-begeleider** om alle uitdrukkingen en documenten om te zetten in de juiste vorm of code **overbodig**. Daarnaast kunnen de leerlingen al deze omzettingen met een laptop uitvoeren en hoeven ze geen notitietoestel te gebruiken, want de functies van een notitietoestel zijn geïntegreerd in de laptop.

Hieronder een mooi overzicht van de omzettingen in de 3 codes: braille, VWC en de grafische vorm.

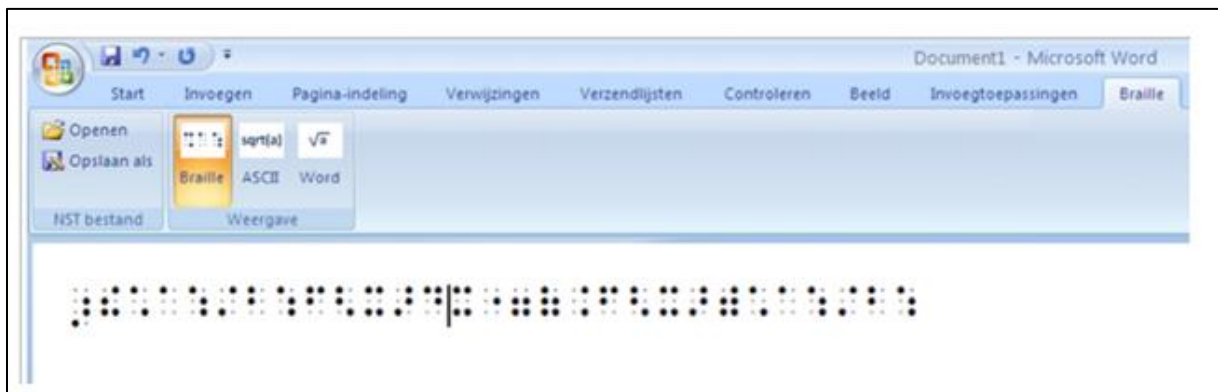


*Figuur 16: Sensomath : uitdrukkingen in Word*





Figuur 17: Sensomath: uitdrukkingen in VWC



Figuur 18: Sensomath: uitdrukking in braille



# **DEEL II:**

# **Praktisch deel**

## 5. Onderzoeksvraag

### 5.1 Inleiding

In mijn tweede opleidingsfase heb ik in het kader van mijn **alternatieve stage** gekozen om stage te lopen in het Koninklijk Instituut Woluwe. Dit is een **BuSO-school voor blinde en dove leerlingen** maar er zijn ook klassen met leerlingen die gedrags- of leerproblemen hebben. Ik heb zowel wiskunde als economie gegeven aan 2 blinde leerlingen uit het vierde jaar ASO. Mijn stagementor liet toen weten dat enkele hoofdstukken voor het vak wiskunde in BuSO-scholen niet gezien worden wegens tijdsgebrek. Daar kwam nog bij dat leerlingen met een visuele beperking meer tijd nodig hebben om leerstof in te oefenen. Ik vond het echt zeer spijtig dat deze leerlingen **door hun beperking minder leerstof konden verwerken** op een jaar. Dit heeft me enorm geraakt en ik wou hier **verandering** in zien.

Daarom dat ik dit jaar, in het kader van mijn eindwerk, besloot om didactisch materiaal te ontwerpen voor blinde leerlingen in het vierde jaar. Mijn onderzoeksvraag luidt als volgt:

**Hoe kan ik de lessen wiskunde bij blinde leerlingen in de tweede graad vlotter laten verlopen wanneer het gaat om voor hen moeilijk toegankelijke leerstof?**

### 5.2 Omschrijving testpersonen

Om een antwoord te formuleren op mijn onderzoeksvraag ben ik eerst op zoek gegaan naar **leerkrachten uit het BuSO-onderwijs** die leerlingen met een visuele beperking begeleiden en opvolgen. **Twee scholen** waren enthousiast en bereid om me hierbij te helpen, **nl. Spermalie en Kasterlinde**. In beide scholen zullen respectievelijk twee leerlingen en één leerling het didactisch materiaal uittesten.

#### 5.2.1 Participerende BuSO-scholen en leerlingen

##### **Spermalie – De Kade (Brugge)**

Spermalie is een BuSO-school gelegen in Brugge. Ze bieden de opleidingsvormen 1, 2 en 4 aan. De leerkrachten die er werken begeleiden ook leerlingen die in het gewoon onderwijs les volgen. Dit zijn leerlingen met autisme, een auditieve en een visuele beperking. Twee leerkrachten wiskunde begeleiden elk een leerling uit de 2<sup>de</sup> graad die les volgen in een gewoon onderwijs.

##### **Kasterlinden (Brussel – Sint-Agatha-Berchem)**

In deze BuSO-school, gespecialiseerd in type 6 en 7, ben ik in contact gekomen met een GON-coach-begeleider van type 6<sup>39</sup>. Hij begeleidt zelf ook een leerling uit de tweede graad die het materiaal uittest.

Hieronder meer informatie over de leerlingen uit deze scholen die het materiaal uittestten.

---

<sup>39</sup> Type 6: leerlingen met een visuele beperking

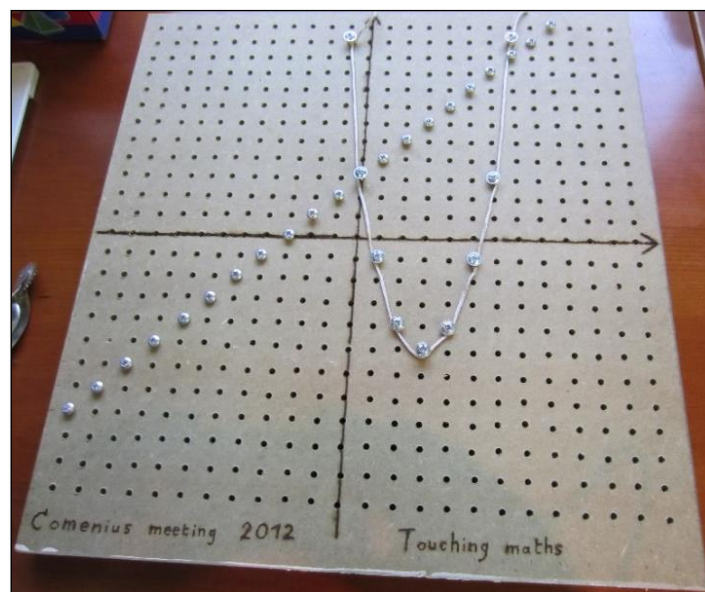
	Leerling 1 uit Spermalie	Leerling 2 uit Spermalie	Leerling 3 uit Kasterlinden
Leerjaar: Richting (ASO)	1 <sup>ste</sup> jaar van de 2 <sup>de</sup> graad <b>economie – moderne talen</b>	2 <sup>de</sup> jaar van de 2 <sup>de</sup> graad <b>humane wetenschappen</b>	1 <sup>ste</sup> jaar van de 2 <sup>de</sup> graad <b>wetenschappen</b>
Wiskunde:	4u / week	4 u / week	5 u / week

### 5.3 *Noden van het didactisch materiaal in het 4de jaar ASO*

Vooraleer ik kon beginnen aan het ontwerpen van mijn didactisch materiaal moest ik eerst te weten komen **welk didactisch materiaal er reeds aanwezig was** en wat de **huidige problemen zijn** met dat materiaal of voor welke leerinhoud(en) er momenteel geen didactisch materiaal aanwezig is.

Nadat ik al het materiaal van de GON-begeleiders had bekeken, koos ik er bewust voor om me enkel te **richten op didactisch materiaal voor meetkunde in de tweede graad**. Dit vond ik interessanter en het bood meer mogelijkheden om iets nieuws te creëren.

De GON-begeleiders toonden me twee houten planken waar op het ene bord een assenstelsel geboord is (zie figuur 19) en op het andere bord een goniometrische cirkel (zie figuur 20). Dit materiaal wordt vooral gebruikt in de tweede graad.

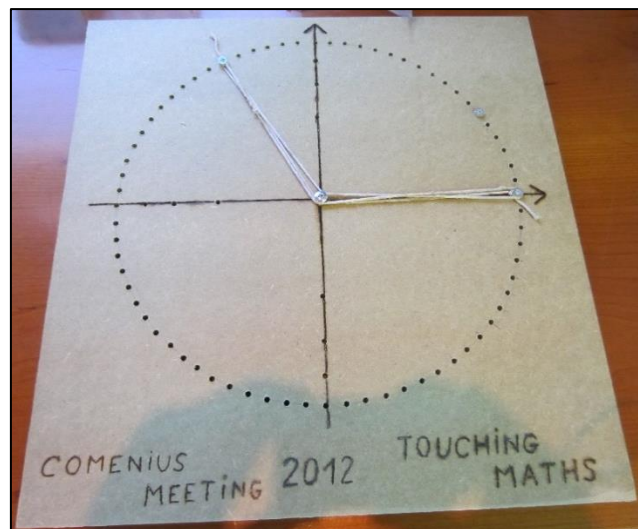


*Figuur 19 : assenstelsel met x-en y-as*

Materiaal: hout

Afmetingen: 40 cm x 40 cm x 3 cm

Dit is een houten plank waarin meer dan 600 gaatjes geboord zijn. Tussen de gaatjes is er een spatie van 2 cm. Daarnaast werden ook 2 assen getekend, nl de x-as en de y-as. De leerlingen gebruiken vialsjes en koorden om een rechte of een parabool grafisch voor te stellen.



*Figuur 20 : goniometrische cirkel*

Materiaal: hout

Afmetingen: 40 cm x 40 cm x 3 cm

Dit is een houten plank waarop 2 assen en een cirkel getekend werd met een diameter van 24 cm. Het snijpunt van beide assen is het middelpunt van de cirkel. De puntjes op de cirkel komen overeen met de graden. Om de  $5^\circ$  werd een gaatje geboord. De gaatjes op de x-as en de y-as komen overeen met de cosinus en sinus van  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  en  $60^\circ$ .

Bovenstaand didactisch materiaal wordt gebruikt om **onderstaande leerstof** aan te brengen:

- **Getallenleer** (reële functies en eerstegraadsfuncties) in het **1<sup>ste</sup> jaar** van de 2<sup>de</sup> graad ASO
- **Analytische meetkunde** (vergelijking van een rechte) in het **1<sup>ste</sup> jaar** van de 2<sup>de</sup> graad ASO
- **Getallenleer** (reële functies en tweedegraadsfuncties) in het **2<sup>de</sup> jaar** van de 2<sup>de</sup> graad ASO
- **Meetkunde** in het **2<sup>de</sup> jaar** van de 2<sup>de</sup> graad ASO
- **Analytische meetkunde** (vergelijking van cirkels) in het **2<sup>de</sup> jaar** van de 2<sup>de</sup> graad ASO

Aan de hand van dit didactisch materiaal kunnen heel wat leerdoelen bereikt worden maar aangezien het zwaar materiaal is en onhandig om mee te nemen, zal ik bij het ontwerpen van eigen materiaal rekening houden met onderstaande eisen waaraan het materiaal moet voldoen:

1. Licht materiaal dat de leerlingen kunnen meenemen
2. Duurzaam materiaal
3. Betaalbaar materiaal
4. Materiaal dat ruim toepasbaar is (voor verschillende onderdelen/thema's in de wiskunde). Om dit concreet te maken moest ik zo veel mogelijk doelstellingen bereiken aan de hand van eenzelfde materiaal. De doelstellingen vinden jullie in bijlage terug bij de evaluatieformulieren van de GON-begeleiders (zie bijlage 1).
5. Materiaal dat op hoge temperaturen kan verbrand worden, of waarin geboord kan worden, ...  
(voor braille bijvoorbeeld)

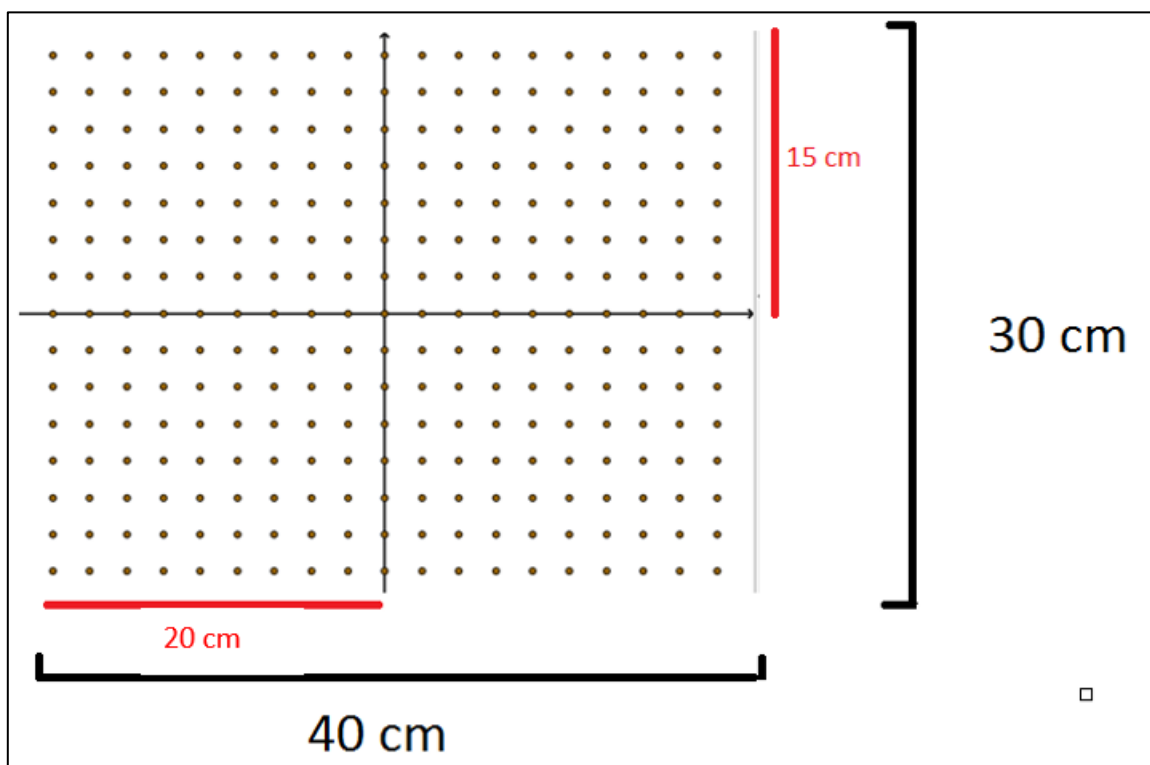
Aangezien ik zelf weinig ervaring heb in het lesgeven aan dergelijke doelgroep en ook geen braille kan lezen/schrijven, was de hulp van de GON-begeleiders voor mij van groot belang. Om het nieuwe materiaal te ontwerpen heb ik me gebaseerd op het materiaal dat zij gebruiken (zie figuur 19 en figuur 20) en was het heel belangrijk dat ik rekening hield met de bovenstaande criteria.

## 6. Ideeën voor het ontwerpen van het didactisch materiaal

### 6.1 Inleiding

Het was een moeilijke maar zeer leerrijke en aangename ervaring om na te denken over hoe het nieuw materiaal er zou kunnen uit zien, rekening houdend met de criteria in het vorige hoofdstuk. Ik heb gebruikgemaakt van mijn creativiteit en mijn doe-het-zelfkennis om materiaal te maken dat voldoet aan alle criteria. In dit hoofdstuk bespreek ik de 4 plannen die ik bedacht heb om het materiaal te ontwikkelen. In het volgende hoofdstuk bespreek ik welk plan ik uiteindelijk in de praktijk heb omgezet en welke problemen ik ben tegengekomen.

Voor het assenstelsel en de goniometrische cirkel heb ik een plan moeten maken met de precieze afmetingen en de plaatsen waar de gaatjes geboord moeten worden. Deze basisvorm wordt in alle plannen die ik bedacht heb op dezelfde manier getekend en geboord.



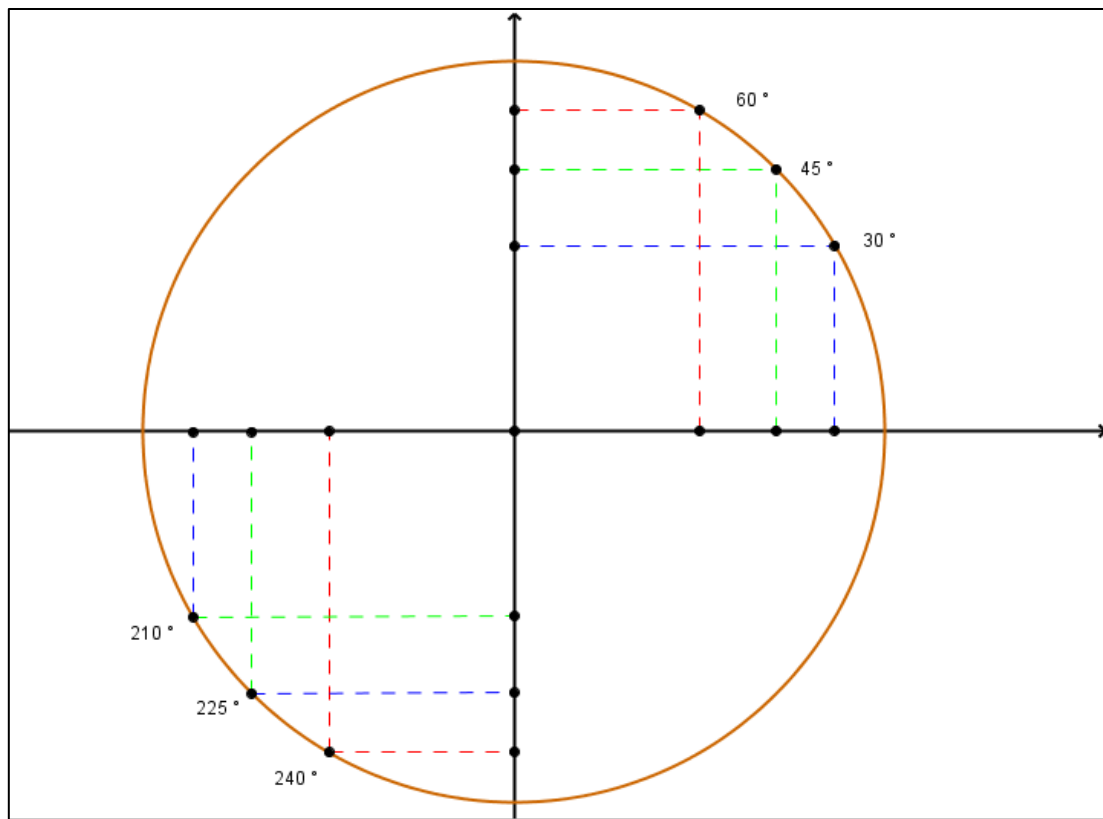
*Figuur 21 : assenstelsel*

Afmetingen: 30 cm x 40 cm

Aantal geboorde gaatjes: 284

Afstand tussen de gaatjes: 2 cm





Figuur 22 : goniometrische cirkel

Afmetingen: 30 cm x 40 cm

Diameter cirkel: 24 cm

Aantal geboorde gaatjes op de cirkel<sup>40</sup>: 72

Aantal geboorde gaatjes op de assen<sup>41</sup>: 12

<sup>40</sup> De bedoeling is om op de cirkel om de 5° een gaatje te boren. Dit is niet waar te nemen op de tekening die ik gemaakt heb.

<sup>41</sup> De puntjes op de assen komen overeen met de cosinus en de sinus van 30°, 45° en 60°.

## 6.2 Plan 1: multiplex 3mm en katoen

### Benodigdheden:

- **Multiplex planken:**

4 planken met volgende afmetingen: 30cm x 40 cm x 3 mm

Kostprijs: € 4-5 / m<sup>2</sup>

- **Stof (liefst katoen):**

Afmetingen: 40 cm x 10 cm

Katoen is overal te koop is en voor minder dan 3 euro vind je gemakkelijk een klein stukje stof.

- **Lijm:** (om het katoen tussen 2 multiplex-planken vast te maken)

Prijs: max. € 7

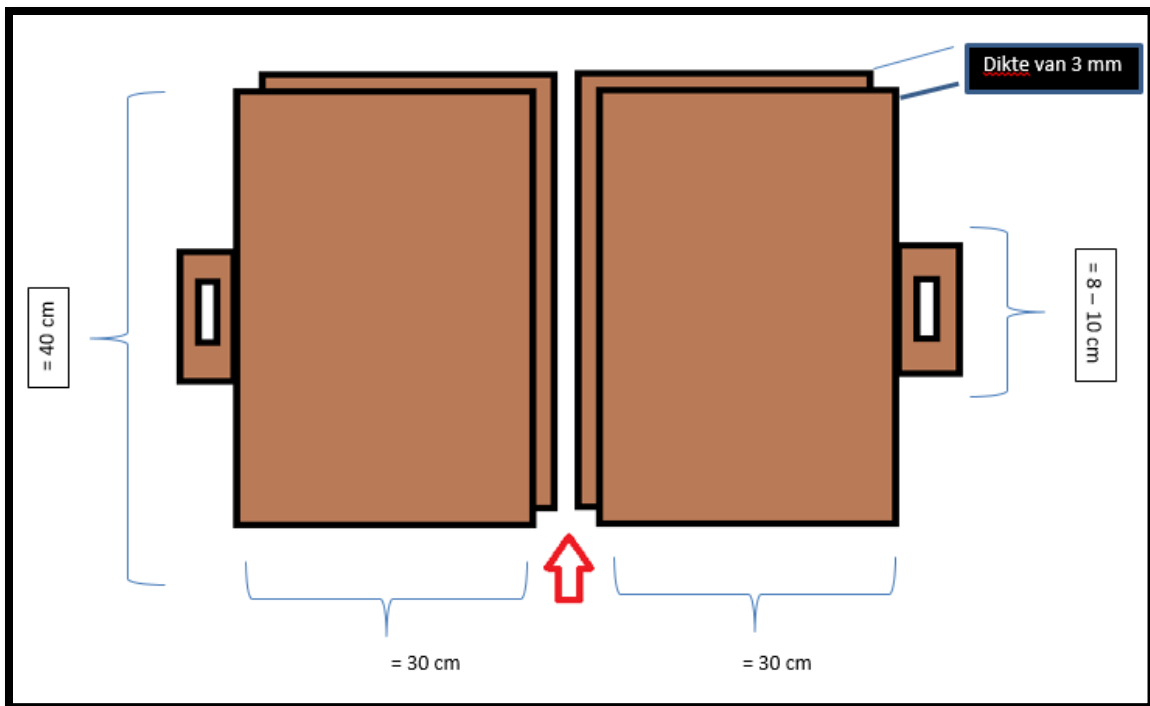
- **Optioneel:**

Houten deuvels (3mm): € 2,39 voor 45 stuks

### Schematische voorstelling:

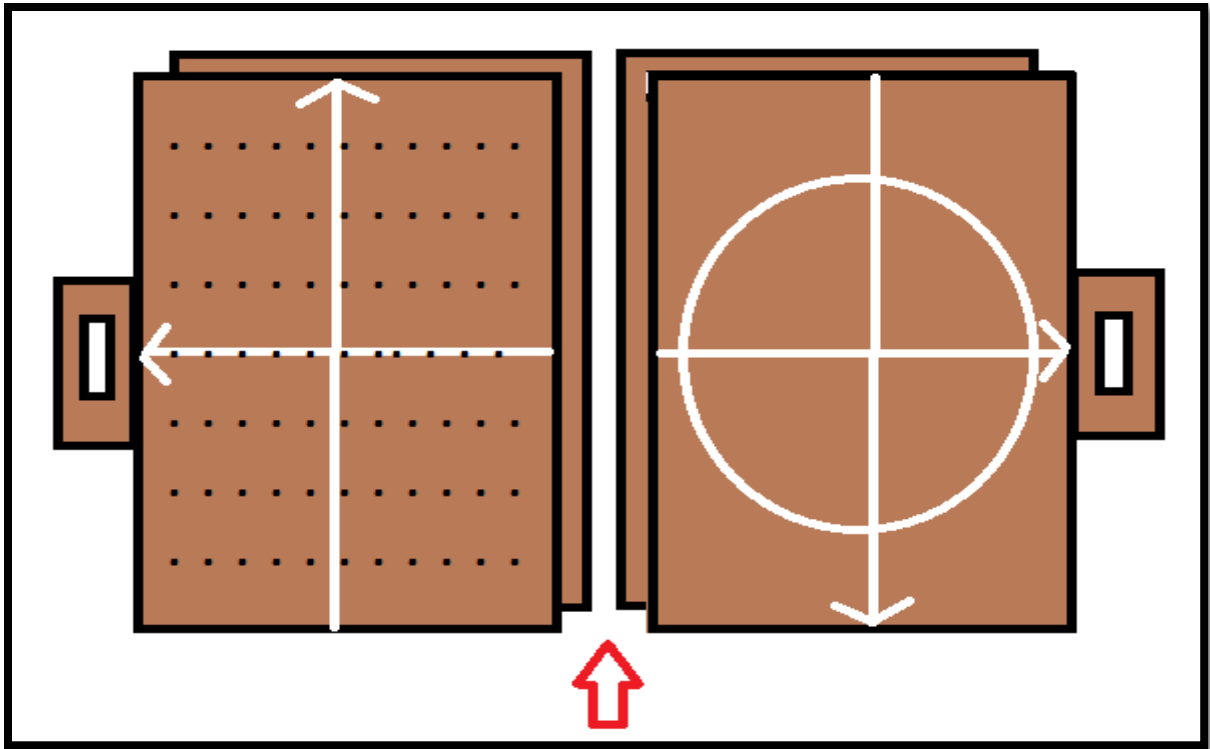
De vier multiplex-planken kunnen we als volgt plaatsen: 2 planken links op elkaar en 2 planken rechts op elkaar (later leg ik ook uit waarom deze planken zo geplaatst worden). Zoals hieronder op de tekening te zien is, zijn er ook aan beide kanten hengsels voorzien. Deze zijn bedoeld om het materiaal vast te kunnen nemen zoals een boekentas indien we beide zijden dichtklappen langs de binnenkant (linkerplank komt op rechterplank, zoals we een boek zouden dicht doen).

Rode pijl: plaats waar de stof (katoen) zal geplaatst worden (zie verder).



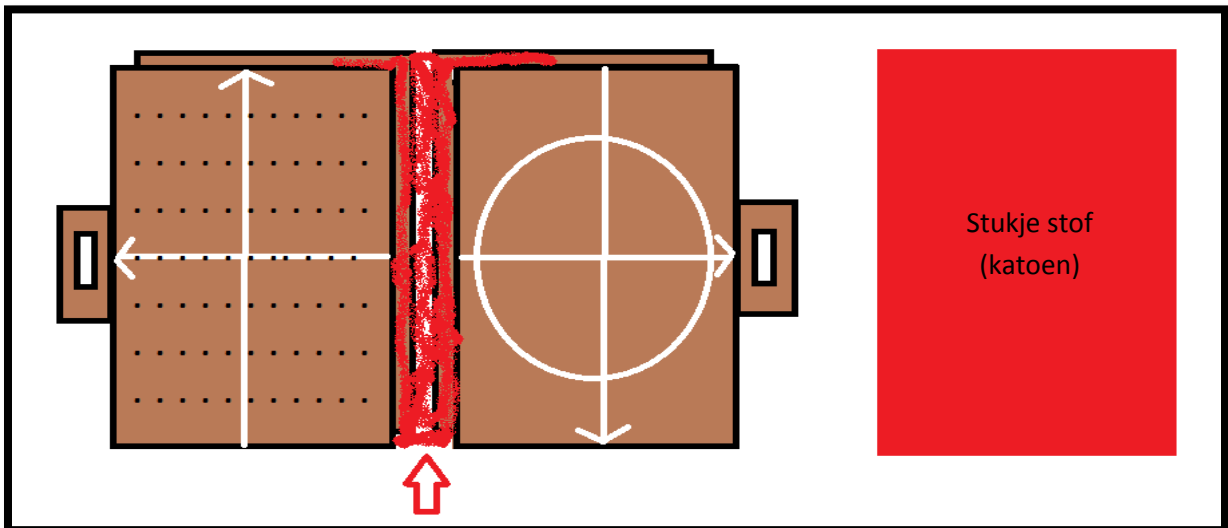
Figuur 23: bovenaanzicht

Op het linkerbord komt een gewoon assenstelsel en op de rechterkant een goniometrische cirkel met x- en y-as (dit kan ook omgekeerd).



Figuur 24: bovenaanzicht met geboorde assen en puntjes

Nu komt het stukje katoen ertussen: deze komt tussen de 2 planken met de bedoeling om het geheel te kunnen dichtklappen.



Figuur 25: bovenaanzicht met stukje katoen

### Voordelen van het dicht kunnen klappen:

**Handig** om mee te nemen dankzij de handgrepen die ervoor zorgen dat het zoals een tas kan gedragen worden.

Door het in 2 te vouwen, is het materiaal **compact** (40 cm x 30 cm i.p.v. 80 cm x 60 cm).

**De twee kanten** (rechter- en linkerkant) kunnen volledig omgedraaid worden **onder een hoek van 360°**. (Een beetje hetzelfde principe als de nieuwe computers waarbij het scherm kan omgedraaid worden over een hoek van 360°). Indien een leerling werkt met het assenstelsel, kan hij het materiaal plooiën zodanig dat hij aan de bovenkant het deel heeft met het assenstelsel en aan de onderkant het deel met de goniometrische cirkel (die hij niet nodig heeft). Doordat het op deze manier plooibaar is, zorgt dit ervoor dat dit niet te veel plaats inneemt op de bank/ bureau van de leerling.

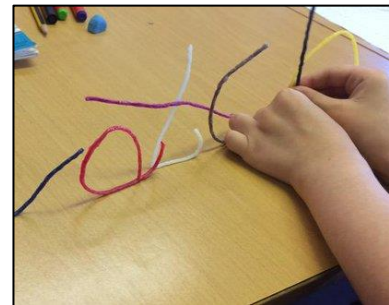
### Overig materiaal om mee te werken:

Om coördinaten aan te duiden op de bordjes zou ik bijvoorbeeld kleine houten staafjes (deuveltjes) gebruiken die in alle doe-het-zelf-winkel beschikbaar zijn (zie figuur 26).

Een andere mogelijkheid is werken met magneten. Maar hiervoor moet ik met een speciale verf (Black Board) de bordjes verven zodanig dat er een laagje "metaal" is waarop de magneten (of metalen voorwerpen zoals hieronder) kunnen blijven vasthangen. Enig nadeel: kostprijs van Black Board bedraagt ongeveer € 10 per potje (voor 5m<sup>2</sup>).



*Figuur 26: houten deuvels (links) en dievenklauw (rechts)*



*Figuur 27: wikkisticks*

Om rechten, parabolen, ... te tekenen zou ik wikkisticks gebruiken of touw, elastieken, ... zoals ik bij het materiaal van de GON-begeleiders (zie figuur 19 en figuur 20) gezien had.

### Voordelen:

**Plooibaar** (360°).

**Licht** materiaal: gemakkelijk draagbaar dankzij de handgrepen en gemakkelijk in elkaar te steken.

De dikte van het materiaal bedraagt minder dan 2 cm: **neemt weinig plaats in een boekentas**.

Doordat de tekeningen (goniometrische cirkel en assenstelsel) aan de binnenkant getekend worden, zal het materiaal **veel langer meemaken**: de tekeningen/assenstelsels zijn beschermd.

De **totale kostprijs** bedraagt maximum € 20 kost (zonder handwerk).

Nadelen:

Het materiaal kan **moeilijk in een boekentas** geraken wegens de toch nog grote afmeting (40 cm x 30 cm). En door het feit dat het een multiplex is van 3 mm dikte, betwijfel ik de **duurzaamheid** ervan enigszins.

*6.3 Plan 2: multiplex 14 mm en scharnieren*

Benodigdheden:

- **Een multiplex-plank** met afmetingen: 30 cm x 40 cm x 14 mm

Prijs: € 13,87/ m<sup>2</sup>

- **Twee Scharnieren** (180 °)

Prijs € 4,62/ stuk

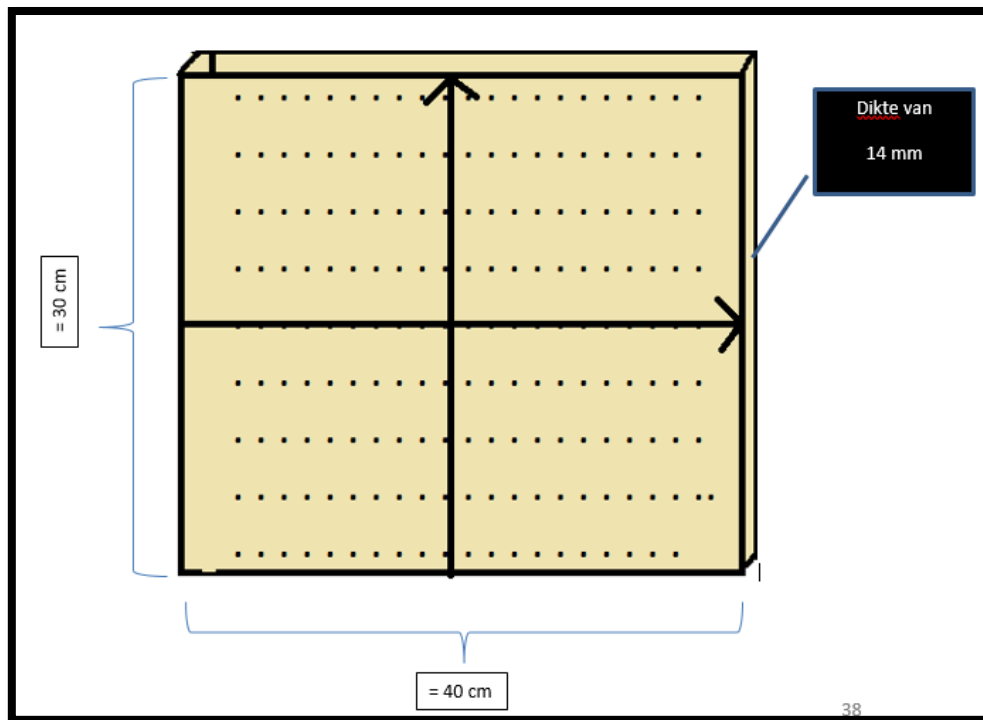
- **Metalen doos** (pennenzak):

Afmetingen: 4 cm x 10 cm x 2 cm

Prijs: € 1,20

Schematische voorstelling:

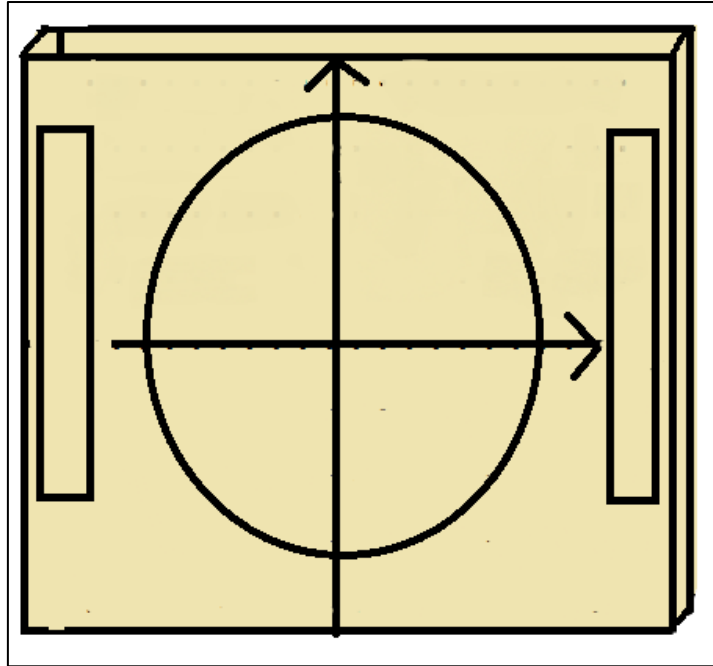
Hier gebruik ik één multiplex-plank, wel breder dan in vorig voorstel. Deze tekening is een vooraanzicht. Aangezien het een vrij dikke houten plank is, teken ik op de achterzijde ook de goniometrische cirkel. Op deze manier hebben we 1 dikkere plank met 2 tekeningen (assenstelsel + goniometrische cirkel).



*Figuur 28: bovenaanzicht*

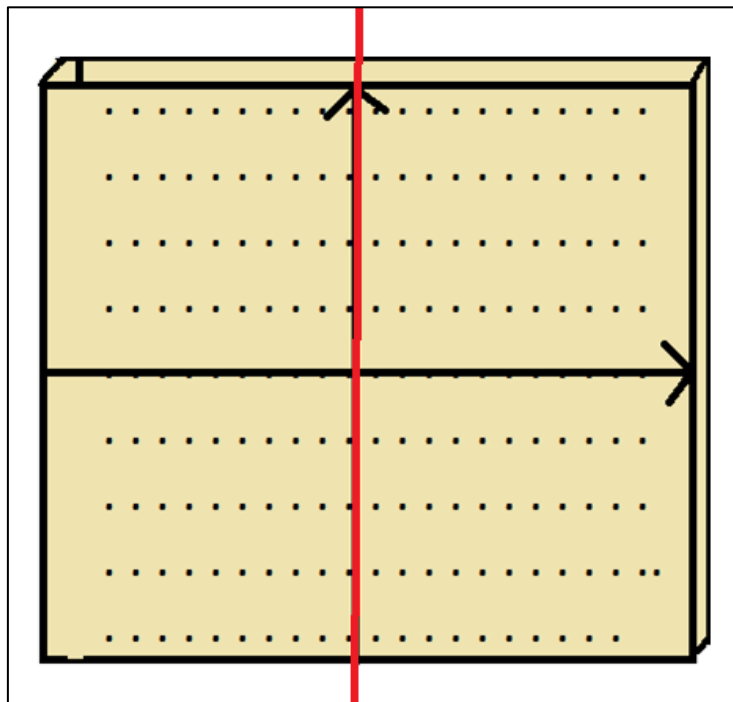
Aan de achterkant komen ook nog twee rechthoeken: links en rechts.

Deze zijn bedoeld om de metalen pennenzak in te steken waarin de leerlingen de houten voorwerpen, touw, elastiekjes en dergelijk kunnen in steken en bijhouden. Als deze houten plank in 2 wordt geplooid (zie later hierover), kan het doosje met hun materiaal bewaard worden aan de binnenkant. Ik voorzie hier extra ruimte om de overige spullen bij te houden.



*Figuur 29 : bovenaanzicht (binnenkant van het materiaal)*

Het is de bedoeling dat we het houten plaatje in 2 zagen (zie rode lijn)

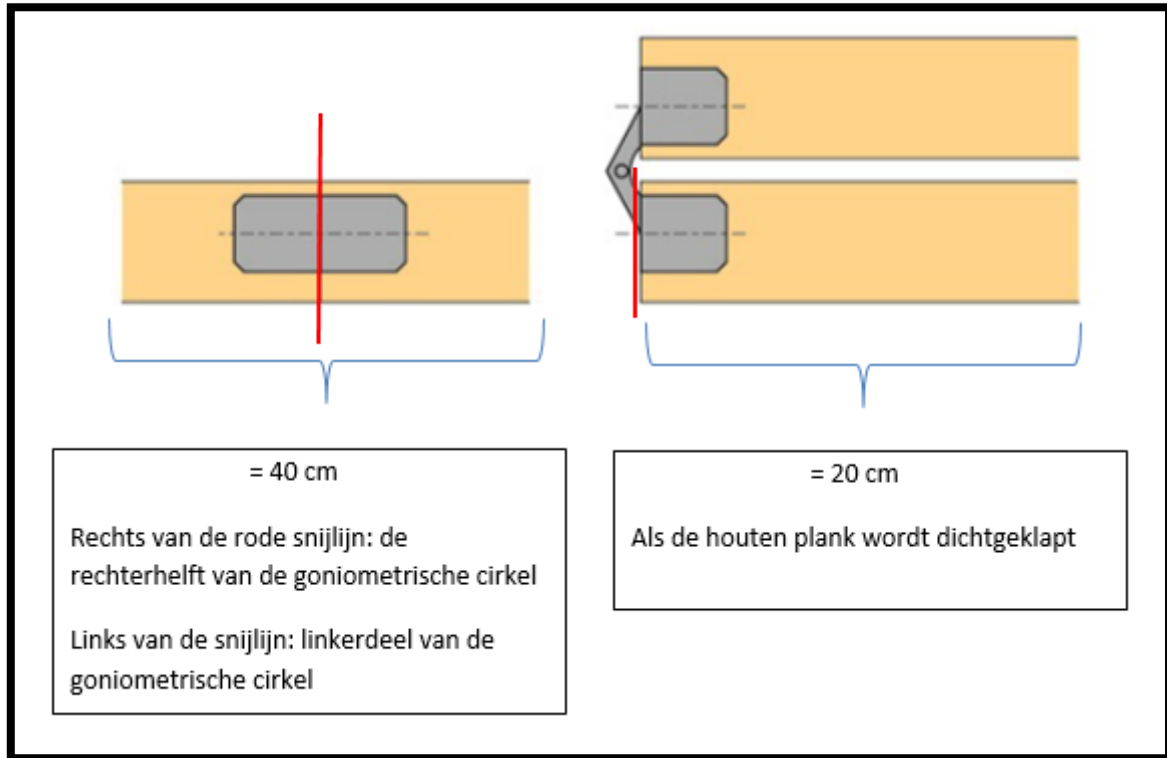


*Figuur 30: bovenaanzicht met snijlijn*



Op deze manier kunnen we de scharnieren als volgt plaatsen:

Op de afbeelding links ligt de houten plank plat op tafel (vooraanzicht) met op de bovenkant de goniometrische cirkel en aan de onderkant het assenstelsel. Op de afbeelding rechts zien we hoe de houten plank wordt dichtgeklapt.



Figuur 31 : materiaal open (links) en dichtgeklapt (rechts)

#### Overig materiaal:

Idem als in plan 1 (houten deuvelds of metalen staafjes, elastieken, koorden, ...)

#### Voordelen:

Het materiaal is **plooibaar** en kan **gemakkelijk in een boekentas** (geplooid zijn de afmetingen ongeveer even groot als een dikke A4 map)

Ik gebruik slechts **één houten plank** voor het assenstelsel én de goniometrische cirkel (2 in 1) en ik voorzie ruimte op het bord voor **extra materiaal** (pennenzak of doosjes met elastieken, ...)

Deze voorstel is **compact**er dan de 1<sup>ste</sup> voorstel en de **totale kosten** liggen tussen € 25 en € 28.

#### Nadelen:

Ik vrees dat het materiaal, ondanks het compact zijn, **zwaar is**. Dichtgeklapt is de dikte van het materiaal **ongeveer 3 cm**, wat nogal veel is.

**Opmerking:** Ook hier kunnen we handgrepen voorzien om het materiaal te dragen zoals een gewoon boekentas of tas. Dit is niet te zien op deze tekeningen.

#### *6.4 Plan 3: koffertje in aluminium en bordjes in staal*

##### Benodigdheden:

- **Twee bordjes in staal**

Met een dikte van 3 mm en met afmetingen: 40 cm x 30 cm

- **4 scharnieren** (pianoscharnieren)

- **Aluminium doos** (of koffer)

- **Kostprijs:**

Het atelier waar ik ben langs geweest ging de prijzen via mail doorgeven maar ik heb niets ontvangen. Ik schat dat het niet meer dan 80 euro kost.

##### Schematische voorstelling:

Hier is het de bedoeling om een soort koffertje te maken zoals hieronder maar met afmetingen: 25 cm x 35 cm; een kleine koffer dus (iets groter dan een A4-blad).

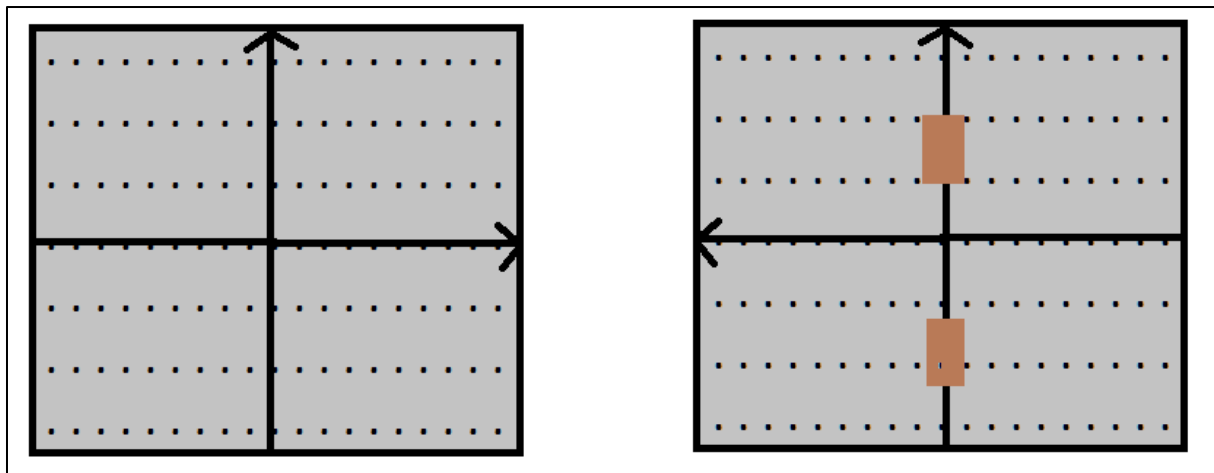


*Figuur 32 : voorbeeld van een aluminiumkoffer*

Binnenin deze koffer is er plaats voorzien om geodriehoeken, elastieken, houten deuvels, ... en overige voorwerpen te plaatsen voor het gebruik van het materiaal.

Daarnaast zullen 2 bordjes gemaakt worden (in staal) met volgende afmetingen: 40 cm x 30 cm.

Staal is vrij zwaar maar ik gebruik hier een stukje staal van 3 mm dikte. Ik heb overwogen om aluminium te gebruiken, wat veel lichter is en flexibeler om mee te nemen. Maar aluminium is niet magnetisch (zie later hierover).



*Figuur 33 : bovenaanzicht zonder pianoscharnieren (links) en met pianoscharnieren (rechts)*

Links: stukje staal waarin geboord wordt (net zoals op de houten borden van de GON-begeleiders) en rechts hetzelfde met aan de achterzijde scharnieren om het in 2 te kunnen plooiën. Deze scharnieren worden niet vastgemaakt met vijzen: er zal dus geen reliëf zijn aan de voorkant van het bord: zeer belangrijk voor de leerlingen! Te veel reliëf of te veel informatie kan verwarrend zijn voor een leerlingen met een visuele beperking.

Voor de goniometrische cirkel ga ik op dezelfde manier te werk: alleen zien de geboorde gaatjes en assen er anders uit.

Samengevat voorzie ik een koffertje waarin extra materiaal kan en 2 stalen bordjes om mee te werken. Indien een leerling met de goniometrische cirkel aan het werken is, hoeft hij enkel de koffer open te laten waarop hij het stalen bordje legt om mee te werken (ik zorg ervoor dat het bordje stabiel is en vastgemaakt kan worden).

#### Overig materiaal:

In dit ontwerp zou ik eerder werken met magneten of metalen voorwerpen om punten aan te duiden en met touw of elastieken om bijvoorbeeld rechten, parabolen, ... te tekenen. Ik koos voor staal om met magneten te kunnen werken. Dit is gemakkelijker en de kans is kleiner dat de leerlingen de voorwerpen verliezen of laten vallen.

#### Voordelen:

Het materiaal is **gemakkelijk en licht** om **mee te nemen** dankzij de handgrepen. Het materiaal is **duurzaam** (aluminium roest niet en kan men lang bijhouden). Daarnaast is het handig om met het materiaal te werken: de twee bordjes kunnen **geplooid worden** dankzij de scharnieren. De afmetingen zijn de volgende: 20 x 30 (koffertje). Dit is ongeveer **even groot als een A4-map**. Nog belangrijker: het materiaal is **polyvalent**. Het kan ook gebruikt worden voor andere leerstof.

#### Nadelen:

De prijzen zullen iets hoger zijn dan in vorige voorstellen (meer dan € 50).

### 6.5 Plan 4: puzzel-principe

#### Benodigdheden:

- **MDF-plank**

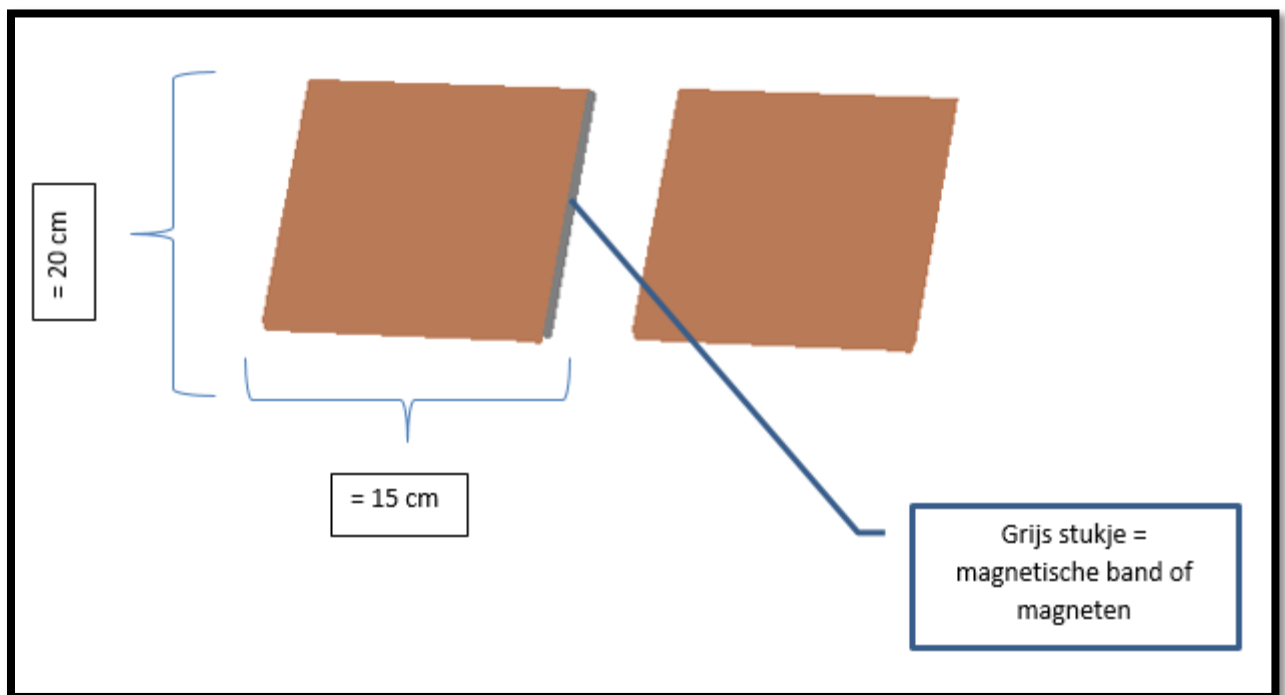
Twee planken met afmetingen: 40 cm x 40 cm x 6 mm

- **Magneetband**
- **Kleine doos:** zie later hierover (optioneel)

#### Schematische voorstelling:

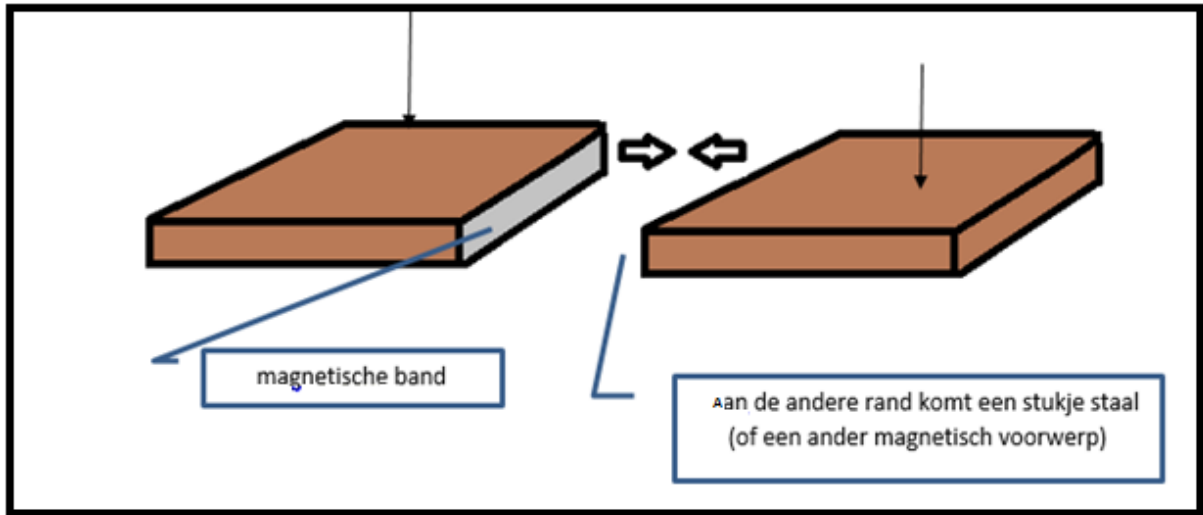
Ik gebruik hier geen grote plank van 40 x 40 cm aangezien die te groot zou zijn en niet handig om mee te nemen. Ik zou het bord met bovenvermelde afmetingen in 4 stukken zagen. Op deze manier verkrijgen we 4 mini-planken met afmetingen: 20 cm x 15 cm. Ik koos voor een plank met 6 mm dikte (handiger en licht om mee te nemen).

Deze vier planken zullen de leerlingen in elkaar moeten “puzzelen” om er een geheel van te maken. Ik voorzie magneten om het voor de leerlingen gemakkelijk te maken om in elkaar te steken.



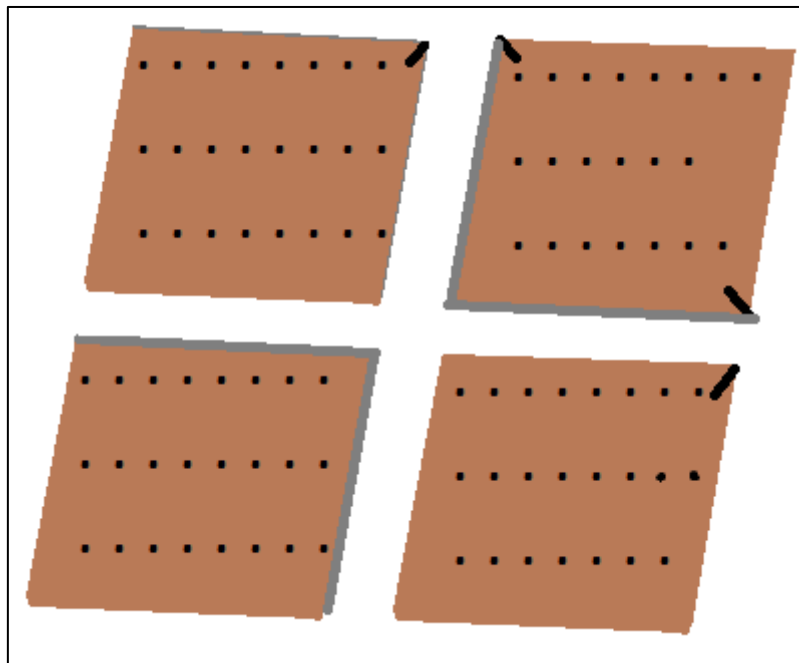
*Figuur 34: bovenaanzicht, als de bordjes op tafel liggen.*

**Opmerking:** op de bovenaanzichten worden de puntjes en assen geboord/getekend (zie pijltjes).



*Figuur 35: bovenaanzicht met magneten*

Het geheel ziet er als volgt uit:



*Figuur 36: bovenaanzicht met de vier bordjes*

De zwarte (halve)pijltjes verwijzen naar de assen. De assen worden hier gevormd door de kleine spatie tussen de stukjes hout. De punten zullen iets groter zijn op de assen dan op de bordjes zelf zodanig dat de leerlingen duidelijk het verschil kunnen voelen tussen de puntjes op het bord en de puntjes op de assen.



De kostprijs is relatief laag (€ 2-3 / m).

In plaats van magnetische banden kunnen we ook werken met magneten met zeer kleine afmetingen (12 x 6 x 7 mm).

*Figuur 37 : magnetische band<sup>42</sup>*

Een alternatief voor de magnetische banden is velcro. Maar ik twijfel over de duurzaamheid...



*Figuur 38: velcro*

#### Voordelen:

Heel **compact en gemakkelijk om mee te nemen**: de 4 stukjes kunnen we eventueel in een doosje steken die de leerlingen in hun boekentas meenemen. Het materiaal is **licht materiaal en duurzaam**.

**De kostprijs** bedraagt ongeveer 15 euro (enkel voor het materiaal).

#### Nadelen:

Leerlingen kunnen moeilijkheden ondervinden bij het tekenen/ boren van de assen. Ik vraag me ook af of de leerlingen het materiaal zelfstandig in elkaar kunnen steken?

---

<sup>42</sup> In deze link vinden jullie hoe dit gebruikt wordt: <https://www.supermagnete.be/magneetband-magneetfolie-magneetstrips>

**Opmerking:** ik heb geen plan gemaakt voor de goniometrische cirkel, maar die wordt op dezelfde manier gemaakt.

## **7. Keuze van het didactisch materiaal**

### *7.1 Inleiding*

Nadat de plannen op papier werden neergeschreven, heb ik ze doorgestuurd naar de GON-begeleiders van Spermalie (Brugge). Doordat er vier voorstellen waren waarbij telkens de voor- en nadelen, de kostprijs en een schematische schets werd vermeld, konden ze gemakkelijk het ontwerp kiezen dat het best te gebruiken is bij hun leerlingen. Aangezien ze zelf ook lesgeven aan de leerlingen die mijn materiaal zouden uittesten was hun hulp van groot belang.

De GON-begeleiders kozen voor plan 1 en plan 4. Plan 3 vonden ze relatief duur en plan 2 minder handig om mee te nemen. In dit hoofdstuk leg ik uit hoe ik te werk ben gegaan, welke problemen ik ben tegengekomen en hoe ik ze getracht heb op te lossen. De plannen werden in de praktijk anders uitgevoerd. Ook hierover geef ik in dit hoofdstuk meer informatie.

### *7.2 Plan 1: aanpassingen en uitvoering*

Vooraleer ik uitleg hoe ik het materiaal in elkaar heb gestoken, wil ik eventjes herhalen wat ik hiervoor nodig had. Voor plan 1 heb ik 4 multiplexplanken en een stukje katoen nodig om het materiaal in elkaar te steken. Daarnaast heb ik ook lijm nodig om het stukje katoen tussen de planken te kleven en een speciale verf om het bord magnetisch te maken.

#### *7.2.1 Aanpassingen*

Doordat ik in de praktijk enkele problemen tegenkwam, heb ik plan 1 hier en daar moeten aanpassen.

##### *7.2.1.1 Probleem 1: gaatjes boren waarin houten deuvelds « recht » kunnen blijven*

De gaatjes die in deze planken geboord zullen worden, moeten minstens 3 mm diep zijn. Deze diepte komt exact overeen met de diepte van de multiplexplank. Dit betekent in de praktijk dat de planken volledig doorboord moeten worden. Aangezien de houten deuvelds 25 mm lang zijn, zullen ze niet “recht” kunnen blijven staan op de multiplexplank (doordat de geboorde gaatjes niet diep genoeg zijn). Dat probleem komt ook voor bij de uitvoering van plan 4. Dit heb ik daar op analoge manier opgelost als bij plan 1.

#### **Oplossing:**



Ik besloot om de planken te verven met een speciale verf om ze magnetisch te maken. Op deze manier kunnen we, in plaats van houten deuvels, metalen voorwerpjes gebruiken om de coördinaten of punten aan te duiden. Aangezien het magnetisch is, zullen de voorwerpen blijven zitten.

#### *7.2.1.2 Probleem 2: gewichtsmisrekening*

Toen ik naar een doe-het-zelf winkel ging, besepte ik dat 4 multiplexplanken met een dikte van 3 mm even zwaar wegen als een multiplexplank met een dikte van 12 mm. Bovendien was het goedkoper om een dikkere multiplexplank te gebruiken.

#### **Oplossing:**

Als ik ervoor zou kiezen om één houten plank te gebruiken die 12 mm dik is, wordt het mogelijk om langs beide kanten (voor- en achterkant) gaatjes en assen te boren. We weten uit vorig probleem dat de gaatjes minstens 3 mm diep moeten geboord worden. Als ik op beide kanten een gaatje boor van 3 mm diep, heb ik daartussen nog 6 mm hout tussen. Op deze manier kan ik op de ene kant de goniometrische cirkel tekenen en op de andere kant een assenstelsel. Dus: het is nu mogelijk om één houten plank te gebruiken waarop beide tekeningen geboord worden.

#### *7.2.1.3 Probleem 3: multiplex 12 mm kan breken als er te veel in geboord wordt*

Multiplexplanken<sup>43</sup> zijn plaatvormig composietmateriaal opgebouwd uit verschillende houtlaagjes. Dit zorgt ervoor dat, als men heel veel gaat boren, het materiaal niet meer zo stevig zal zijn.

#### **Oplossing:**

Om dit op te lossen gebruik ik MDF-hout i.p.v. multiplex. MDF-hout is een soort geperste houtvezel. Dit is bijgevolg veel steviger dan multiplex. Daarnaast zijn de prijzen van een MDF-paneel (12mm) lager dan die van een multiplex-paneel (12mm).

#### *7.2.1.4 Probleem 4: MDF-hout zwelt op in contact met water*

Helaas kan MDF-hout snel opzwellen in een vochtige of natte omgeving. De leerlingen die het materiaal gebruiken, zouden in contact kunnen komen met regen of sneeuw of een vochtige omgeving. Dit zal er bijgevolg voor zorgen dat het materiaal niet zo duurzaam is.

#### **Oplossing:**

Met enkele laagjes verf op het hout, zal het materiaal niet meer opzwellen als het in contact komt met water. Om dit op te lossen heb ik het materiaal dus geverfd. Wel heb ik vier laagjes moeten aanbrengen, aangezien het hout bij de eerste laagjes de verf al had geabsorbeerd.

#### *7.2.1.5 Probleem 5: de diameter van de houten deuvels*

De houten deuvels, die de leerlingen in de geboorde gaatjes zullen steken om punten aan te duiden, mogen niet te klein zijn. Dit zou echt onhandig zijn om te gebruiken.

---

<sup>43</sup> [https://nl.wikipedia.org/wiki/Multiplex\\_\(plaatmateriaal\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Multiplex_(plaatmateriaal))



*Figuur 39: houten deuvels*

**Oplossing:**

Ik besloot om te werken met houten deuvels die een diameter hebben van 6 mm. Om deze houten deuvels te kunnen gebruiken, moest ik ervoor zorgen dat de geboorde gaatjes een diameter hebben van 6,2 – 6,5 mm zodanig dat we de houten deuvels er gemakkelijk in- en uit kunnen steken zonder de gaatjes (op lange termijn) te beschadigen. Dat probleem werd op analoge wijze opgelost bij de uitvoering van plan 4.

*7.2.1.6 Probleem 6: houten deuvels opruimen*

Per didactisch materiaal voorzie ik 20-30 houten deuvels. Deze deuvels moeten de leerlingen gebruiken om punten, coördinaten aan te duiden. Daarnaast hebben ze ook touw of koord nodig om de rechten en parabolen te tekenen. Ik wilde de leerlingen die al te kampen hadden met een visuele beperking het leven niet moeilijker maken. Het heeft geen zin dat ze al het resterende materiaal in hun pennenzak steken. De kans is groot dat ze het kwijtraken.

**Oplossing:**

Per didactisch materiaal voorzie ik ook een metalen opbergdoosje. Dat is 10 cm lang en 5 cm breed. Er is plaats voorzien voor de houten deuvels, koordjes, touw, ... Het doosje is vrij compact en gemakkelijk te openen met behulp van een schuifstelsel (het bovendeksel kan men verschuiven). Op het deksel zijn tekeningen in reliëf getekend. Op deze manier kunnen de leerlingen “voelen” langs welke kant ze het doosje moeten openen. Dat probleem werd op dezelfde manier opgelost bij de uitvoering van plan 4.

*7.2.1.7 Probleem 7: hoeken en randen beschermen*

Door meermaals het materiaal op de grond te leggen of te gebruiken, kunnen de hoeken en de rand beschadigd geraken.

**Oplossing:**

Rond de randen kleef ik gekleurde kleefband om het materiaal te beschermen. Het ideale zou geweest zijn om leder te gebruiken. Maar leder is duurder en ik had weinig tijd over om een andere oplossing te vinden. Dat probleem werd op analoge wijze opgelost voor de uitvoering van plan 4.

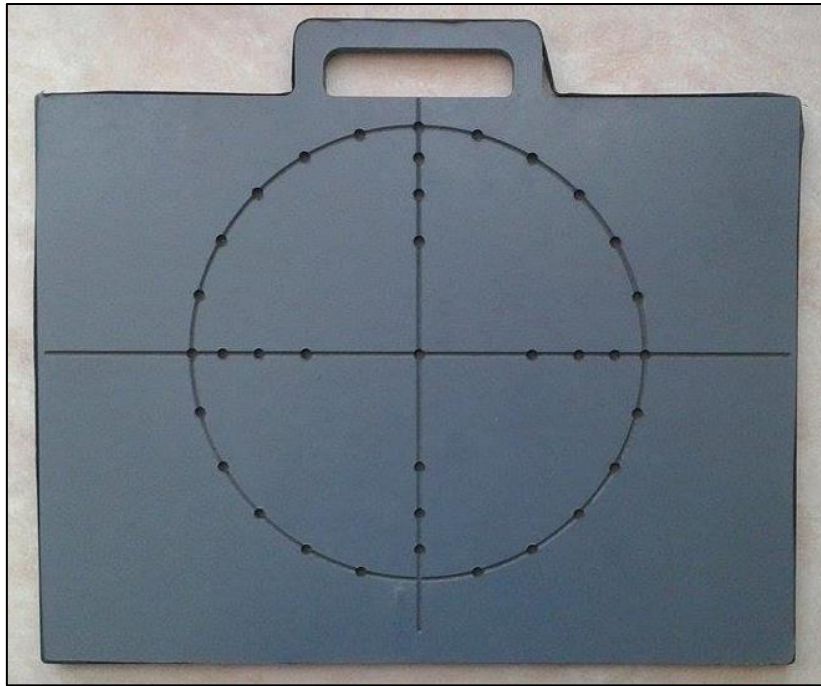
### 7.2.2 *Uitvoering*

Benodigheden om 2 exemplaren te maken:

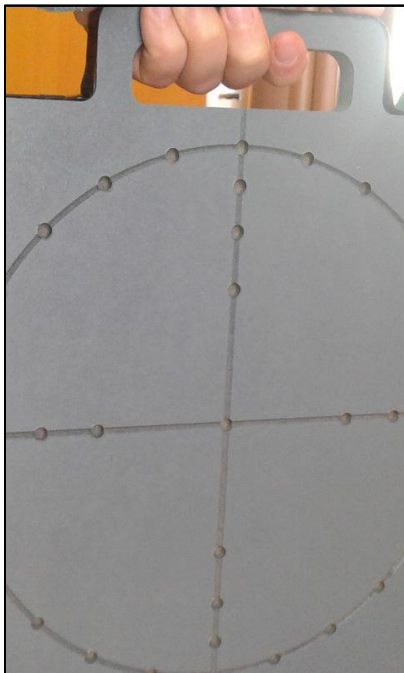
1. MDF-paneel
2. Spuitverf (grijze kleur)
3. Metalen doosje (of pennenzak) voor houten deuvels
4. Kleefband voor op de randen van het materiaal



*Figuur 40 : vooraanzicht plan 1*



*Figuur 41: achteraanzicht plan 1*



### *7.2.3 Samengevat*

Ik ben eerst het nodige materiaal gaan kopen in verschillende winkels. De houten panelen bezorgde ik hierna aan mensen uit een houtatelier. Enkele dagen later ben ik het materiaal gaan ophalen dat ik vervolgens verfde met spuitverf. Als laatste stap heb ik plakband gekleefd op de buitenkant om de randen te beschermen.

Ik gebruikte hier MDF-panelen in plaats van multiplex omdat het steviger is en goedkoper. Daarnaast gebruikte ik slechts één stukje hout (30cm x 40cm) in de plaats van 4. Het was ook nodig om het materiaal te verven om te vermijden dat het hout opzwellt als het in contact komt met water of een vochtige omgeving. Ik voorzie ook een handgreep om het gemakkelijk te kunnen meenemen.

### *7.3 Plan 4: aanpassingen en uitvoering*

Vooraleer ik uitleg hoe ik het materiaal in elkaar heb gestoken, wil ik eventjes herhalen wat ik hiervoor nodig had. Voor plan 4 heb ik 2 MDF-planken nodig van 6 mm dik en magneetbanden. Hier gebruik ik opnieuw een klein metalen doosje<sup>44</sup> om de houten deuvels in te steken.

Doordat ik in de praktijk enkele problemen tegenkwam, heb ik plan 4 hier en daar moeten aanpassen. Hieronder bespreek ik welke problemen ik ben tegengekomen en hoe ik deze trachtte op te lossen.

---

<sup>44</sup> Zie ook figuur 18 bij uitvoering van plan 1

### 7.3.1 Aanpassingen

#### 7.3.1.1 Probleem 1: MDF-paneel 6mm is niet dik genoeg om langs beide kanten gaatjes te boren

MDF-panelen van 6 mm zijn helaas niet dik genoeg om langs beide kanten gaatjes en assen te boren. We weten uit de uitvoering van plan 1 dat een gaatje minstens 3 mm dik moet zijn. Om op eenzelfde plank twee tekeningen te tekenen (nl. op de ene kant de goniometrische cirkel en op de andere het assenstelsel) is het van belang dat men een dikker paneel gebruikt.

#### **Oplossing:**

Om langs beide kanten gaatjes en assen te boren zonder dat het paneel volledig doorboord is, maak ik gebruik van een MDF-paneel van 12 mm dik. Op deze manier worden er op beide zijden gaatjes en assen geboord met een maximale diepte van 3 mm. Dit betekent dat ik in totaal 6 mm nodig heb om de gaatjes en assen te boren. Aangezien ik een paneel heb met 12 mm dik, zal ik daartussen nog 6 mm hout hebben. Dit is belangrijk voor de stevigheid van het materiaal.

#### 7.3.1.2 Probleem 2: puzzel met 4 stukken te ingewikkeld voor de leerlingen

De bedoeling was om een paneel met afmeting 30 cm x 40 cm in 4 gelijke stukken te zagen. Deze stukken kunnen de leerlingen hierna weer in elkaar “puzzelen” met behulp van de magneten. Ik vreesde op dat moment dat 4 stukken te veel zouden zijn voor de leerlingen.

#### **Oplossing:**

Het houten paneel zaagden we uiteindelijk in 2 stukken. Op deze manier verkregen we 2 houten stukjes met afmeting 20 cm x 15 cm, wat overeenkomt met een A4-formaat.

#### 7.3.1.3 Probleem 3: magnetische band is niet stevig genoeg

Doordat we op de randen magnetische banden kleven om de stukjes bij elkaar te “plakken”, zouden er geen gaatjes moeten geboord worden op deze plaatsen. Echter, de magnetische banden zouden niet stevig genoeg zijn om 2 houten planken tegen elkaar te houden. Bij de uitvoering van plan 4 (zie verder) ziet men duidelijk op de foto's dat er geen magnetische banden kunnen gekleefd worden door de gaatjes en de assen die op dezelfde plaats geboord zijn.

#### **Oplossing:**

In de plaats van magnetische banden gebruik ik bijgevolg magneten met afmetingen 6 mm x 7 mm x 12 mm. Ik gebruik 2 magneten per plankje. Doordat deze magneetjes zo klein zijn, kan ik ze in het hout zelf inwerken zonder onnodig reliëf te creëren.

#### 7.3.1.4 Andere problemen die ik bij plan 1 ook tegenkwam

Daarnaast kwamen er problemen aan bod die ik al tegenkwam bij de uitvoering van plan 1. Deze problemen werden op dezelfde manier opgelost:

Probleem 4: MDF-paneel mag niet in contact komen met water/ vochtige omgeving

⇒ **Oplossing:** 4 laagjes verf

Probleem 5: diameter van de houten deuvels

⇒ **Oplossing:** geboorde gaatjes moeten minstens een diameter van 6,2 hebben

Probleem 6: houten deuvels opruimen

⇒ **Oplossing:** metalen doosje voorzien

Probleem 7: de hoeken en randen van hout kunnen snel beschadigd worden

⇒ **Oplossing:** plakband op de randen kleven.

### 7.3.2 *Uitvoering*

Benodigheden om 2 exemplaren te fabrikeren:

MDF-paneel

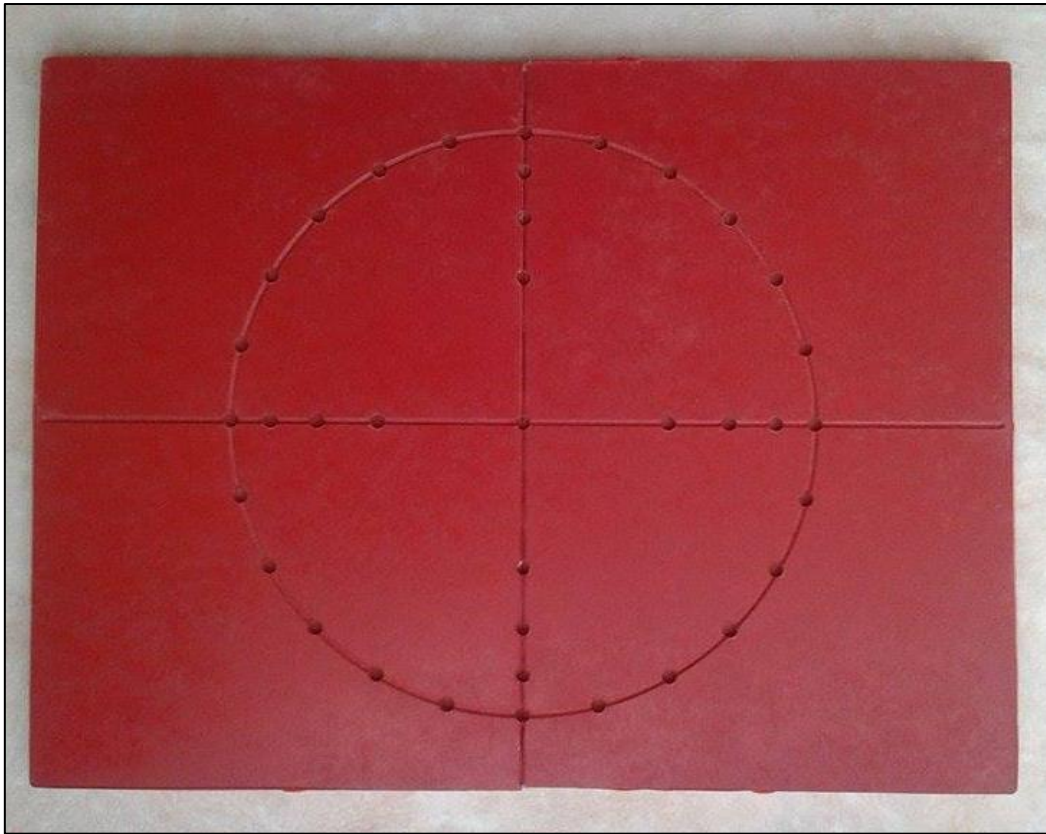
Spuitverf (rode kleur)

Metalen doosje (of pennenzak) voor houten deuvels

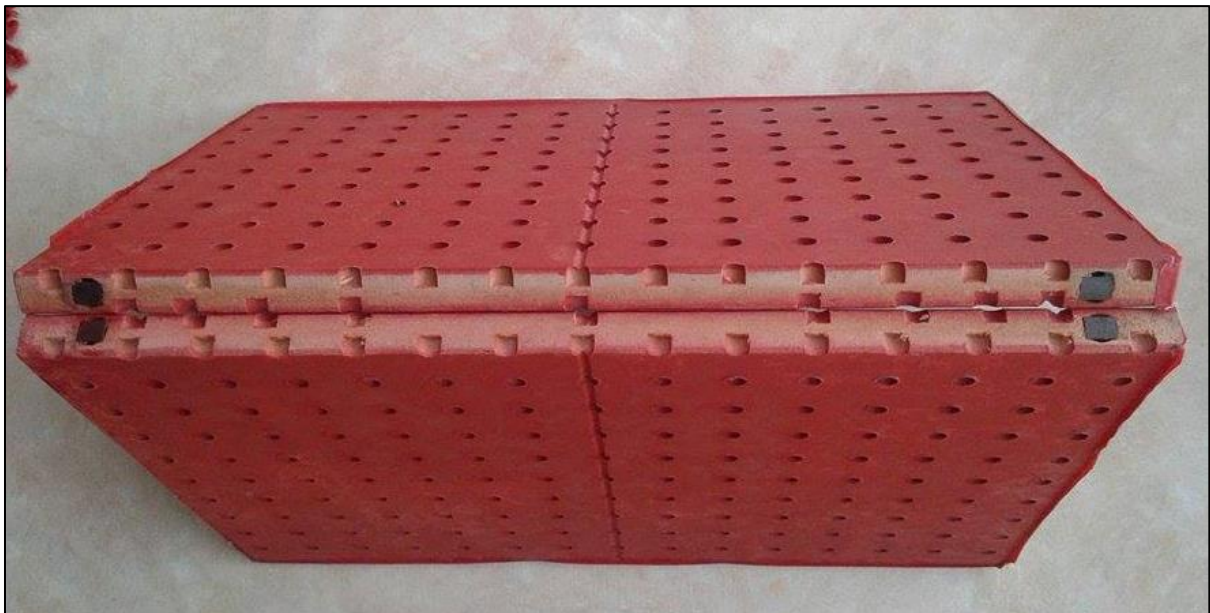
4 magneten



*Figuur 44 : metalen doosje*

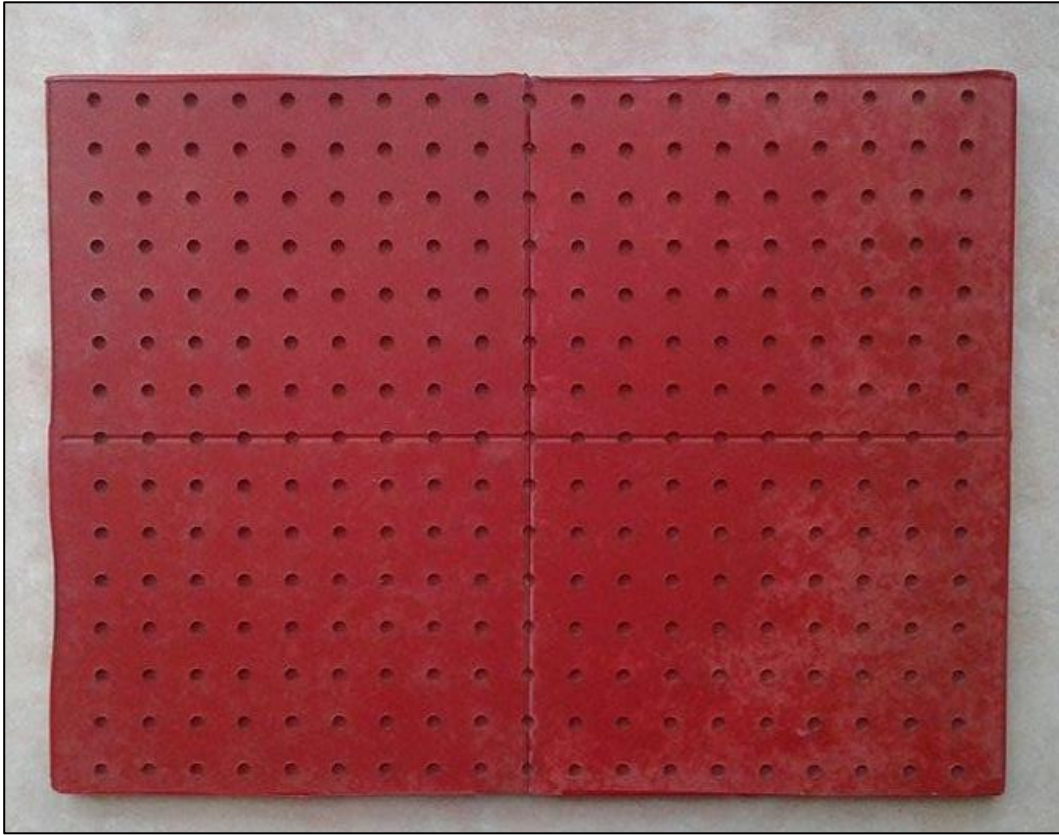


*Figuur 45 : vooraanzicht plan 4*





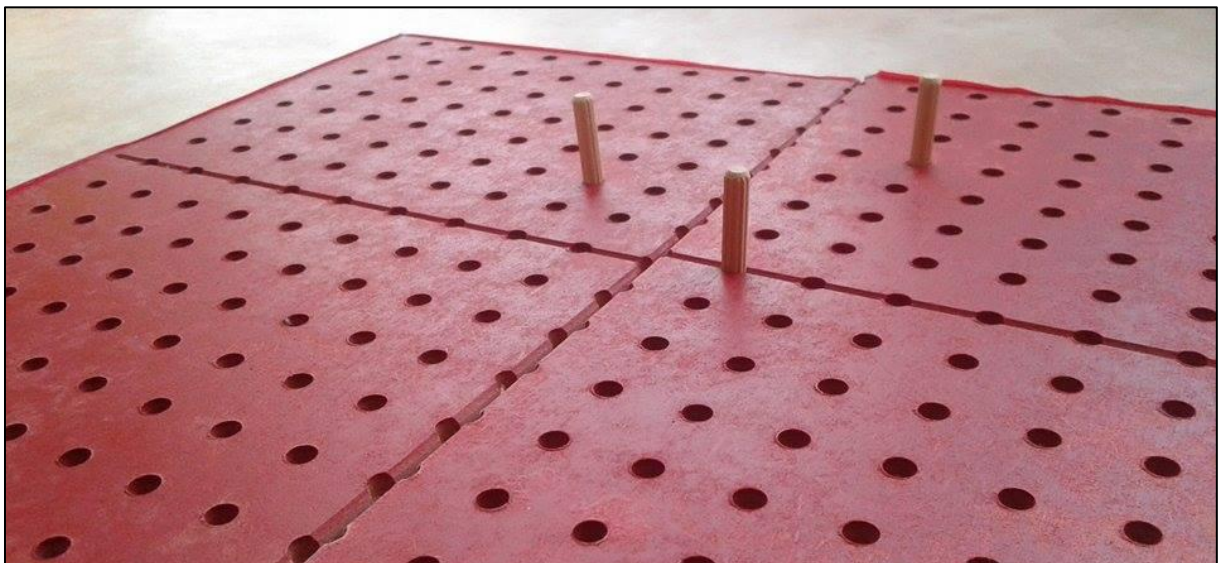
*Figuur 46 : magneten*



*Figuur 47 : achteraanzicht plan 4*



*Figuur 48 : twee magneten op elk stukje*



*Figuur 49: houten deuvets*

### *7.3.3 Samengevat*

Om het rood didactisch materiaal (met magneten) te ontwerpen, heb ik eerst het materiaal moeten kopen, dat ik naar het atelier bracht. Daar hebben ze alles in elkaar gestoken aan de hand van mijn instructies en daarna ben ik het materiaal gaan ophalen. Hierna was het ook belangrijk om de stukjes

te verven. Ik gebruikte een rode kleur om het onderscheid te maken tussen plan 1 en plan 4. Als laatste heb ik plakband gekleefd op de randen om het materiaal te beschermen.

In de plaats van een puzzel met 4 stukken verkoos ik om een puzzel te maken met slechts twee stukken. Dit is voor de leerlingen gemakkelijker om in elkaar te steken. Daarnaast kon ik geen magnetische banden gebruiken omdat er gaatjes zijn aan de binnenrand van het materiaal (binnenrand = waar het materiaal tegen elkaar gepuzzeld moet worden).

#### *7.4 Kosten van het didactisch materiaal*

Ik heb in totaal 4 stukjes gefabriceerd, waarvan 2 exemplaren per plan. Om het materiaal te maken moest ik rekening houden met enkele zaken. Een daarvan was ervoor zorgen dat het materiaal betaalbaar is voor de leerlingen. Er bestaat al didactisch materiaal speciaal gemaakt voor blinde en slechtziende leerlingen maar de kosten bedragen meer dan € 300 per stuk.

In dit onderdeel leg ik uit hoe en waaraan ik geld heb moeten besteden. Zoals u bij de uitvoering van beide ontwerpen heeft kunnen lezen, was er heel wat materiaal nodig. Hieronder een overzicht van alle kosten gerelateerd aan het materiaal dat ik heb moeten maken.

<i>Winkel</i>	Product	Aantal	Prijs / st.	Totaal
<b>BRICO</b>				
	MDF houten paneel 12 mm: 244 cm x 122 cm	1	18,95 €	18,95 €
	Magneten 12 mm x 7 mm x 6 mm	2	2,09 €	4,18 €
	Houten deuvels 6 mm (30st)	2	2,89 €	5,78 €
<b>ACTION</b>				
	Spuitverf 400 ml – rood	2	1,99 €	3,98 €
	Spuitverf 400 ml – grijs	3	1,99 €	5,97 €
	Plakband	1	0,70 €	0,70 €
<b>Knutselwinkel in Brussel</b>	Metalen doosjes	4	0,95 €	3,80 €
<b>Atelier CNC (Brussel)</b>	Handwerk			GRATIS !*
			Totaal	43,36 €

*Figuur 50: kosten*

Aangezien ik 4 exemplaren gemaakt heb, bedraagt de kost per exemplaar slechts € 10,86. Merk wel dat de kosten van het handwerk in het atelier niet meegerekend worden omdat men het gratis heeft gedaan voor mij. Daarnaast is het belangrijk te onthouden dat als men meer exemplaren produceert, de kosten lager zullen liggen.

## 8. Evaluatie en bijsturing van het didactisch materiaal

### 8.1 Inleiding

Nadat plan 1 en plan 4 waren uitgevoerd, ben ik het materiaal gaan afgeven in de participerende BuSO-scholen. De leerlingen konden het materiaal gedurende een maand gebruiken om allerlei leerstof mee te verwerken. Eens ze het materiaal gebruikt hadden, was het voor mij belangrijk om na te gaan wat de leerlingen en de GON-begeleiders ervan vonden.

Uit vorige hoofdstukken weten we al dat ik met enkele criteria rekening moest houden om het didactisch materiaal te maken. Ik herhaal:

**criterium 1:** handigheid van het materiaal

**criterium 2:** betaalbaarheid

**criterium 3:** duurzaamheid

**criterium 4:** ruime toepasbaarheid

Om na te gaan hoe tevreden de leerlingen en leerkrachten waren over het didactisch materiaal, gaf ik hen een formulier om in te vullen. Ik voorzag een aparte versie voor leerlingen en leerkrachten. De formulieren zijn bijgevoegd in de bijlagen (zie bijlage 1 en bijlage 2). Naast de evaluaties van de GON-begeleiders en van de leerlingen die het materiaal uitgetest hebben, vindt u ook mijn eigen evaluatie van het materiaal.

### 8.2 Evaluatie door de GON-begeleiders

Volgens de GON-begeleiders is het **materiaal licht, handig om mee te nemen en compact**. Ze vinden het geïntegreerde handvat een goede vondst. Betreffende de betaalbaarheid van het materiaal zijn ze **heel tevreden** en vinden ze dat de prijzen moeilijk lager kunnen zijn.

Het hout dat ik gebruikte, MDF-panelen, vinden ze **stevig materiaal** maar over de randen van het materiaal, die ik met plakband afplakte waren ze minder enthousiast. De plakband kleeft helaas niet zo goed waardoor de **randen niet goed beschermd** zijn. Daarnaast vinden ze de **magneten niet sterk** genoeg om beide stukken van het materiaal bij elkaar te houden.

Om na te gaan of het materiaal ruim toepasbaar is, ben ik op zoek gegaan naar de leerplandoelstellingen die in het 4<sup>de</sup> leerjaar ASO voor meetkunde bereikt moeten worden. Deze heb ik opgesomd en de GON-begeleiders hebben aangeduid welke doelen bereikt kunnen worden aan de hand van het materiaal en welke niet. **Twee van de negen leerplandoelstellingen kunnen volledig bereikt worden aan de hand van het materiaal**. Voor de andere leerplandoelstellingen is het didactisch materiaal geschikt, maar onvoldoende. Extra materiaal dat nodig zou zijn: touwtjes, katoen, wikkisticks, enz. om parabolen, rechten en dergelijke grafisch voor te stellen.

**Over het algemeen** vinden de GON-begeleiders het materiaal licht, makkelijk te transporteren en multifunctioneel. In hun ogen is de opdracht dus geslaagd.

### 8.3 *Evaluatie door de leerlingen*

Ook de leerlingen die het materiaal uittestten, vonden het **materiaal licht, handig** om mee te nemen en **compact**. Betreffende de duurzaamheid vinden de leerlingen het **materiaal stevig en duurzaam**. Ook zij vinden dat de **randen niet zo goed beschermd** zijn met de kleefband die na een tijdje lost. Op vlak van handigheid vinden ook zij dat de **magneten sterker moeten** zijn om het geheel bij elkaar te houden.

Uit de evaluatie van de leerlingen blijkt dat ze **veel oefeningen hebben kunnen maken** met behulp van het materiaal. Daarnaast vinden ze dat ze **meer inzicht hebben in de leerstof** die ze met het materiaal verwerkt hebben. Ik lees dat ze af en toe extra materiaal nodig hadden om de leerstof te verwerken. Hun oordeel stemt dus overeen met dat van de begeleiders.

### 8.4 *Evaluatie door mezelf*

Na het maken van het didactisch materiaal kwamen er zowel positieve als negatieve zaken te voorschijn. Deze bespreek ik hieronder kort. Sommige punten heb ik in vorig deel al besproken aangezien de GON-begeleiders en leerlingen dezelfde opmerkingen hadden.

Ik ben het **volledig eens** met de beoordeling van de leerlingen en begeleiders wat betreft **toepasbaarheid, compactheid en lichtheid** van het materiaal. Ook hebben ze volledig gelijk wat betreft de magneten en de kleefband.

Bijkomende opmerkingen op het materiaal zijn enerzijds de **duurzaamheid**, die ik groot vind (het materiaal kan intens gebruikt worden zonder snel te verslijten) en anderzijds de **bepaalde grootte**. De bordjes leken groot op papier, maar in werkelijkheid viel het materiaal nogal klein uit. Als ik het opnieuw zou maken, zou ik ervoor zorgen dat het iets groter zou zijn: dit biedt meer mogelijkheden. Ofwel zorg ik ervoor dat de gaatjes op het bord een kleinere diameter hebben, bijvoorbeeld een diameter van 3,2 mm i.p.v. 6,2 mm. Doordat de gaatjes kleiner zijn, zullen op het bord meer gaatjes geboord kunnen worden: dit biedt ook meer mogelijkheden om mee te werken. Als de gaatjes kleiner zijn, wordt het ook mogelijk om op de goniometrische cirkel gaatjes te boren om de 5°. Ofwel zorg ik ervoor dat de afmetingen van het materiaal groter zijn.

### 8.5 *Besluit*

Over het algemeen is het materiaal **vrij handig om mee te nemen, compact, betaalbaar, duurzaam en ruim toepasbaar**. Het materiaal voldoet dus prima aan de criteria. Ik ben blij met het resultaat en de beoordeling van de leerlingen en GON-begeleiders.

Als ik het materiaal opnieuw moet maken, zorg ik ervoor dat de **randen beter beschermd** zijn en dat de **magneten sterker** zijn.



## 9. Bibliografie

### Geraadpleegde boeken

**Brakel, K. D.** (2008). *Naar een inclusieve omgeving*. Antwerpen: GARANT.

**Ghesquière, F. D.** (1995). *Kinderen met problemen – over de opvoeding en de behandeling van en het onderwijs aan kinderen met een fysieke, sensoriele of mentale handicap, gedragsproblemen of een leerstoornis*. Leuven: GARANT.

**Janssen, M. H.** (2004). *Oog voor het doofblinde kind – informatie van ouders voor ouders van jonge kinderen met een visuele en een auditieve handicap*. Utrecht: FODOK.

**Maele, L. D.** (2002). *Werkboek voor de begeleiding van kinderen met visuele perceptiestoornissen (CVI)*. Leuven: ACCO.

**Mylle, H.** (1987). *Wiskunde onderwijzen aan blinde leerlingen*. Leuven: Katholieke Universiteit Leuven.

### Geraadpleegde internetbronnen

**G. Notaert**, (1975). *Handleiding braillesymbolen wiskunde*. Geraadpleegd op 12 maart ([http://www.hannah2.be/infovisie/iv/VWC/notaert/Handleiding\\_braillesymbolen\\_wiskunde\\_\(1975\).pdf](http://www.hannah2.be/infovisie/iv/VWC/notaert/Handleiding_braillesymbolen_wiskunde_(1975).pdf))

**J. Engelen**, (2011). *Wiskunde in braille: de stand van zaken*. Geraadpleegd op 8 februari ([http://www.hannah2.be/infovisie/iv/2011/25\\_4-dec\\_11/pdf/Wiskundebraille\\_IM\\_25\\_4.pdf](http://www.hannah2.be/infovisie/iv/2011/25_4-dec_11/pdf/Wiskundebraille_IM_25_4.pdf))

**Menselijk lichaam**, (2016). *Wat zijn de oorzaken van blindheid?*. Geraadpleegd op 10 februari (<http://www.menselijk-lichaam.com/vragen/wat-zijn-de-oorzaken-van-blindheid>)

**NWO**. *Wiskundeonderwijs voor blinde leerlingen*. Geraadpleegd op 4 februari (<http://www.nwo.nl/onderzoek-en-resultaten/onderzoeksprojecten/i/77/23977.html>)

**Vlaamse overheid**. *Met een beperking in het gewoon onderwijs*. Geraadpleegd op 2 februari (<http://onderwijs.vlaanderen.be/nl/ouders/ondersteuning-en-begeleiding/leren-met-een-beperking/in-het-gewoon-onderwijs>)

**VWC (2013)**. *Vlaamse wiskunde code*. Geraadpleegd op 2 februari ([http://www.hannah2.be/infovisie/iv/VWC/Handleiding%20Wiskunde%20VWC%20v6.1b%20\(zonder%20braille\).docx](http://www.hannah2.be/infovisie/iv/VWC/Handleiding%20Wiskunde%20VWC%20v6.1b%20(zonder%20braille).docx))

**VWVJ**. *Het slechtiende of blinde kind*. Geraadpleegd op 5 februari (<http://www.vwvj.be/uploads/documentenbank/6347f1f4a149fda4f3928b905fa5f2a6.pdf>)





# **DEEL III:**

# **Bijlagen**

## Bijlage 1: Evaluatieformulier GON-begeleiders



**Bachelorproef**

# Evaluatie van het didactisch materiaal

In te vullen door de leerlingen

# Evaluatie grijs didactisch materiaal (plan 1)

In welke mate bent u het eens met onderstaande stellingen?

(1 = helemaal eens, 2 = eens, 3 = neutraal, 4 = oneens, 5 = helemaal oneens)

<b>Criterium 1: handigheid</b>	
Het materiaal is handig om mee te nemen.	<b>1</b>
Het materiaal is licht.	<b>1</b>
Het materiaal is compact.	<b>1</b>

**Wat kan beter op vlak van handigheid?**

Het geïntegreerde handvat is handig!

<b>Criterium 2: betaalbaarheid</b>	
Het materiaal is betaalbaar voor iedere leerling.	<b>1</b>

**Wat kan beter op vlak van betaalbaarheid?**

Het gaat natuurlijk om een beperkte doelgroep, dus kan de prijs ook niet veel lager...

<b>Criterium 3: duurzaamheid</b>	
Het hout dat gebruikt wordt is stevig.	<b>1</b>
De randen van het materiaal zijn goed beschermd.	<b>3</b>
De kleefband houdt lang.	<b>4</b>

**Wat kan beter op vlak van duurzaamheid?**

Zou het niet beter zijn de randen gewoon te schuren, zonder bevestiging van kleefband (dat kan loskomen)

# Evaluatie rood didactisch materiaal (plan 4)

In welke mate bent u het eens met onderstaande stellingen?

(1 = helemaal eens, 2 = eens, 3 = neutraal, 4 = oneens, 5 = helemaal oneens)

<b>Criterium 1: handigheid</b>	
Het materiaal is handig om mee te nemen.	<b>1</b>
Het materiaal is licht.	<b>1</b>
Het materiaal is compact.	<b>1</b>
Het materiaal is gemakkelijk in elkaar te steken.	<b>3</b>

**Wat kan beter op vlak van handigheid?**

Sterkere magneten om het geheel samen te houden, al verkiezen we toch de 'grijze' plank uit één stuk omdat die al vrij compact is.

<b>Criterium 2: betaalbaarheid</b>	
Het materiaal is betaalbaar voor iedere leerling.	<b>1</b>

**Wat kan beter op vlak van betaalbaarheid?**

/ , het gaat natuurlijk om een beperkte doelgroep, dus kan de prijs ook niet veel lager...

<b>Criterium 3: duurzaamheid</b>	
Het hout dat gebruikt wordt is stevig materiaal.	<b>1</b>
De randen van het materiaal zijn goed beschermd.	<b>3</b>
De kleefband houdt lang.	<b>4</b>

**Wat kan beter op vlak van duurzaamheid?**

Randen schuren, geen kleefband gebruiken.

# Evaluatie leerinhouden (plan 1 en plan 4)

## criterium 4: ruime toepasbaarheid

Hieronder vinden jullie een lijst van de doelen die bereikt moeten worden voor meetkunde in het 2<sup>de</sup> leerjaar van de 2<sup>de</sup> graad ASO (leerweg 4). Gelieve aan te kruisen welke doelen volgens jullie bereikt kunnen worden aan de hand van het materiaal.

**XX** = volledig bereikt

**X** = bereikt maar extra didactisch materiaal nodig

**V** = vrijstellingen voor leerlingen met een visuele beperking

### 1 Meetkunde (4<sup>de</sup> leerjaar): De cirkel

Bewijzen dat door drie niet-collineaire punten juist één cirkel gaat.	<b>V</b>
Eigenschappen in verband met apothema, straal en koorde onderzoeken, bewijzen en gebruiken.	<b>X</b> vrijstelling voor bewijzen
De onderlinge ligging van een cirkel en een rechte onderzoeken en de definitie van raaklijn formuleren.	<b>X</b>
De onderlinge ligging van twee cirkels onderzoeken.	<b>X</b>
Eigenschappen in verband met middelpuntshoeken en omtrekshoeken onderzoeken, bewijzen en gebruiken.	<b>X</b> vrijstelling voor bewijzen

### 2 Meetkunde (4<sup>de</sup> leerjaar): Driehoeksmeting

De goniometrische getallen van een hoek definiëren in een goniometrische cirkel.	<b>XX</b>
De verbanden tussen de goniometrische getallen van complementaire en supplementaire hoeken formuleren en verklaren.	<b>XX</b>
De sinusregel en de cosinusregel opstellen voor willekeurige driehoeken.	<b>X</b>
De sinusregel en cosinusregel toepassen bij het oplossen van vraagstukken.	<b>X</b>

### 3 Analytische meetkunde (4<sup>de</sup> leerjaar): Loodrechte stand

De voorwaarde voor de loodrechte stand van twee rechten opstellen en gebruiken in toepassingen.	<b>X</b>
Een vergelijking van de loodlijn uit een punt op een rechte opstellen en gebruiken in	<b>V</b>

toepassingen.	
De afstand berekenen van een punt tot een rechte.	<b>nvt</b>
Vergelijkingen opstellen van de bissectrices van een rechtenpaar.	<b>nvt</b>

#### **4 Analytische meetkunde (4<sup>de</sup> leerjaar): De cirkel**

Een vergelijking opstellen van een cirkel met gegeven middelpunt en straal.	<b>nvt</b>
Het middelpunt en de straal bepalen van een cirkel waarvan een vergelijking gegeven is.	<b>nvt</b>
Een vergelijking opstellen van de raaklijn in een punt van een cirkel.	<b>nvt</b>
Een vergelijking opstellen van de raaklijn(en) uit een punt aan een cirkel.	<b>nvt</b>
De snijpunten bepalen – van een cirkel en een rechte; – van twee cirkels.	<b>nvt</b>

#### **In welke mate bent u tevreden over:**

Het gebruik van het materiaal (handig, licht,...)	1
Duurzaamheid	1
Betaalbaarheid	1
Ruime toepasbaarheid	1

(1 = heel tevreden, 2 = tevreden, 3 = geen mening, 4 = ontevreden, 5 = helemaal ontevreden)

#### **Waarom werden volgens u, enkele doelen niet bereikt aan de hand van het materiaal?**

Enkele doelen kunnen ook worden bereikt met formules in plaats van didactisch materiaal.

#### **Wat vond u goed aan het materiaal? (algemeen)**

Licht, sterk hout, makkelijk te transporteren. Het materiaal is multifunctioneel!

#### **Heeft u (algemene) suggesties / opmerkingen?**

/

Alvast heel erg bedankt voor het invullen van de evaluatie. Jullie feedback waardeer ik enorm!

## Bijlage 2: Evaluatieformulier leerlingen



**Bachelorproef**

# Evaluatie van het didactisch materiaal

In te vullen door de leerlingen



# Evaluatie grijs didactisch materiaal

In welke mate bent u het eens met onderstaande stellingen?

(1 = helemaal eens, 2 = eens, 3 = neutraal, 4 = oneens, 5 = helemaal oneens)

<b>Criterium 1: handigheid</b>	
Het materiaal is handig om mee te nemen.	<b>1</b>
Het materiaal is licht.	<b>1</b>
Het materiaal is compact.	<b>1</b>

**Wat kan beter op vlak van handigheid?**

Het handvat is heel handig!

<b>Criterium 2: betaalbaarheid</b>	
Het materiaal is betaalbaar voor iedere leerling.	<b>1</b>

**Wat kan beter op vlak van betaalbaarheid?**

/

<b>Criterium 3: duurzaamheid</b>	
Het hout dat gebruikt wordt is stevig.	<b>1</b>
De randen van het materiaal zijn goed beschermd.	<b>3</b>
De kleefband houdt lang.	<b>4</b>

**Wat kan beter op vlak van duurzaamheid?**

Zou het niet beter zijn de randen gewoon te schuren, zonder bevestiging van kleefband (dat kan loskomen)

# Evaluatie rood didactisch materiaal

In welke mate bent u het eens met onderstaande stellingen?

(1 = helemaal eens, 2 = eens, 3 = neutraal, 4 = oneens, 5 = helemaal oneens)

<b>Criterium 1: handigheid</b>	
Het materiaal is handig om mee te nemen.	<b>1</b>
Het materiaal is licht.	<b>1</b>
Het materiaal is compact.	<b>1</b>
Het materiaal is gemakkelijk in elkaar te steken.	<b>3</b>

**Wat kan beter op vlak van handigheid?**

Sterkere magneten om het geheel samen te houden.

<b>Criterium 2: betaalbaarheid</b>	
Het materiaal is betaalbaar voor iedere leerling.	<b>1</b>

**Wat kan beter op vlak van betaalbaarheid?**

/

<b>Criterium 3: duurzaamheid</b>	
Het hout dat gebruikt wordt is stevig materiaal.	<b>1</b>
De randen van het materiaal zijn goed beschermd.	<b>3</b>
De kleefband houdt lang.	<b>4</b>

**Wat kan beter op vlak van duurzaamheid?**

Randen schuren, geen kleefband gebruiken.

# Evaluatie leerinhouden

## criterium 4: ruime toepasbaarheid

In welke mate ben je het eens met onderstaande stellingen:

(1 = helemaal eens, 2 = eens, 3 = neutraal, 4 = oneens, 5 = helemaal oneens)

Criteria 4: ruime toepasbaarheid	
Ik heb veel oefeningen kunnen maken met behulp van het materiaal.	2
Ik heb veel leerstof kunnen verwerken met behulp van het materiaal.	1
Dankzij het materiaal heb ik meer inzicht in de leerstof.	1
Om de leerstof te verwerken met behulp van het materiaal had ik weinig of geen extra materiaal nodig.	2

In welke mate bent u tevreden over:

(1 = heel tevreden, 2 = tevreden, 3 = geen mening, 4 = ontevreden, 5 = helemaal ontevreden)

Het gebruik van het materiaal (handig, licht,...)	1
Duurzaamheid	2
Betaalbaarheid	2
Ruime toepasbaarheid	1

**Wat vond je goed aan het materiaal? (algemeen)**

Het materiaal is ruim toepasbaar en is handig om mee te nemen!

**Heb je (algemene) suggesties / opmerkingen?**

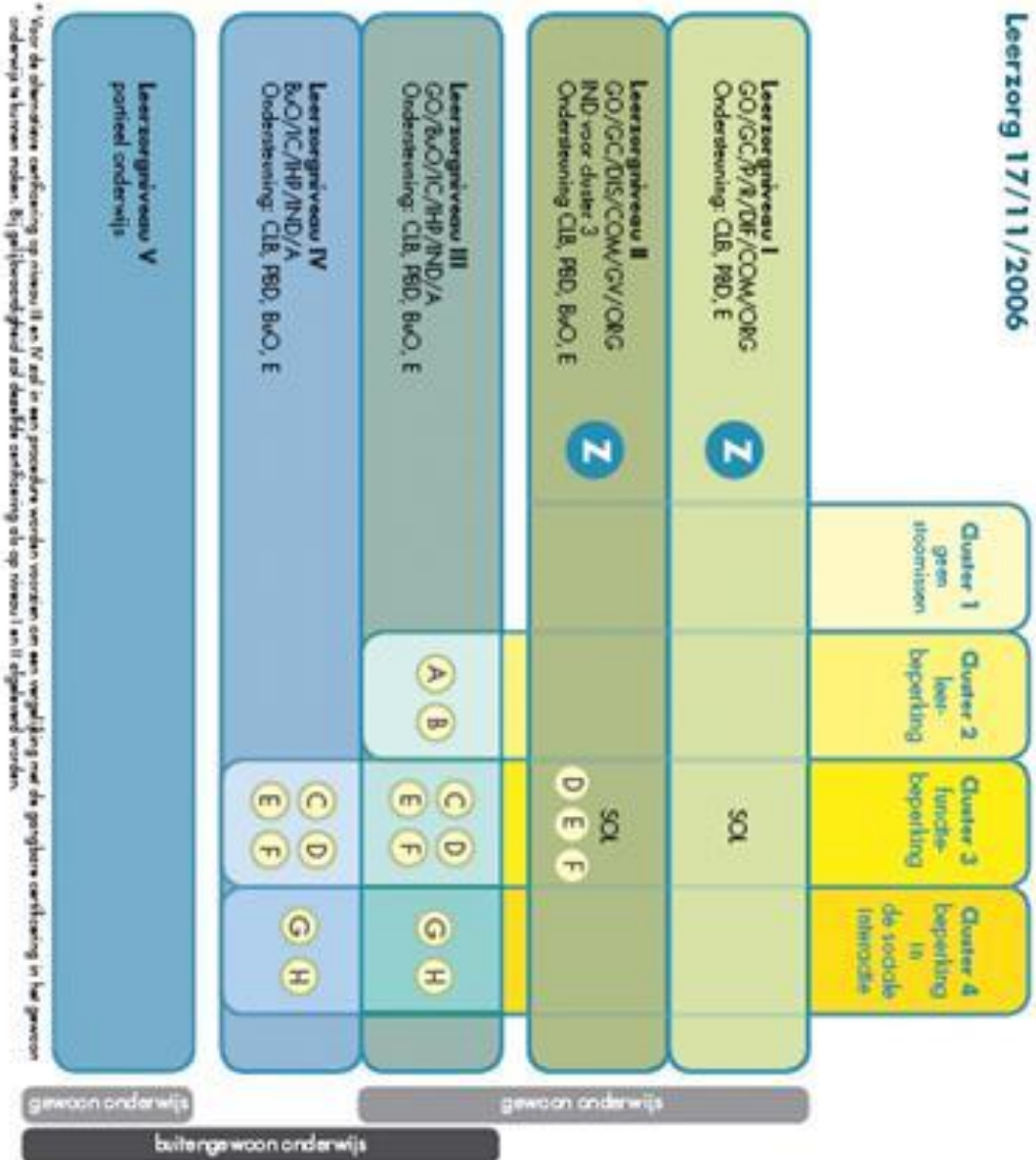
Doe zo verder!

Alvast heel erg bedankt voor het invullen van de evaluatie. Jullie feedback waardeer ik enorm!



Bijlage 3: Leerzorgkader

- Alberdingen**
- A afzet
  - BvO buitengewoon onderwijs
  - CLB leerzorgbegeleiding
  - COM coördinator
  - DF differentiatie
  - DS dispenser
  - E examen
  - GO gewoon onderwijs
  - OC onderwijsorganisatie
  - OCB onderwijsorganisatie
  - GV gewoone verloop
  - IC individueel
  - IHP individuele begeleiding\*
  - IND individueel
  - ORG leerzorgorganisatie
  - P preventie
  - PBO pedagogische begeleiding
  - R remediatie
  - SOI specifieke onderwijsmiddelen
  - Z Zorgschied
- Doelgroepen**
- A Eénjarige leerzorg
  - B Licht verstandelijke beperking
  - C Matige en ernstige verstandelijke beperking
  - D Fysieke beperking
  - E Auditieve beperking
  - F Visuele beperking
  - G Gedrags- en emotionele stoornis
  - H Perzoniële ontwikkelingsstoornis



\* Voor de afzetters certificering op niveau II en IV zal in een procedure worden voorzien om een vergoeding met de gewone certificering in het gewoon onderwijs te kunnen maken. Bij gelijktijdigheid zal dezelfde certificering als op niveau I en II afgeleverd worden.

