

## 1 Inleiding/uitgangspunt/probleemstelling

Op 12 september 2012 ging het PWO-project Tablio van start. Na een inhoudelijke toelichting over het opzet van dit project volgde een kennismakingsmoment met de leerkrachten wiskunde uit het secundair onderwijs.

Negen gedreven vakcollega's hielden daarna een brainstormsessie met als centrale vraag: *Hoe kan het gebruik van een tablet tijdens de les een meerwaarde voor het wiskunde-onderwijs vormen?*

Dit resulteerde in een aantal mogelijke kansen voor het gebruik van een tablet in de les:

- *Visualiseren*: tekeningen, grafieken, ... zijn vlot te maken en opnieuw op te halen.
- *Differentiatie*: makkelijkere binnenklasdifferentiatie, individuelere leerstofverwerking.
- *Bestaand materiaal*: wiskundemateriaal geschikt voor PC kan ook gebruikt worden op een tablet, vaak anderstalig maar dit is geen barrière.
- *Organisatie*: met een tablet is er geen afhankelijkheid van en verhuis naar een PC-lokaal meer, het contact leerling-leerkracht is gemakkelijker dan in een klas vol PC's
- *Multifunctioneel*: een tablet verenigt de mogelijkheden van een zakrekenmachine en een PC, maar biedt daarnaast ook een agenda, een camera, een notitieblok, ...
- *Les met uitstel*: mogelijkheid om de notities van een digitaal bord over te brengen naar een tablet, zo kunnen leerlingen toch de opbouw van een gemiste les volgen.

Daarnaast uitten de leerkrachten ook een aantal bezorgdheden/aandachtspunten:

- *Zinvolheid*: een toestel ingezet tijdens de wiskundeles moet ertoe bijdragen dat de leerlingen het achterliggende denkproces onder de knie krijgen.
- *Kost*: aanschaf van een extra toestel naast ZRM weegt zwaar op een gezinsbudget.
- *Uitbreiding bestaande mogelijkheden*: bij overschakelen naar een "alles-op-tablet" situatie moet dit toestel minstens kunnen wat het grafisch zakrekenmachine EN de gebruikte wiskunde-software reeds toelaten.
- *Techniek*: wat is de levensduur van een tablet? Hoe snel evolueert de techniek?
- *Leerkrachten*: zij moeten kunnen beschikken over een tablet en ermee leren werken.
- *Toetsing*: uitdokteren van een aangepaste manier van toetsen vergelijkbaar met de wis-mogelijkheid op een grafisch zakrekenmachine
- *Gebruik van free apps*: advertenties die voortdurend opduiken best vermijden.

De vakcollega's uit het secundair onderwijs vroegen voorts dat het ontwikkelde materiaal zeer nauw zou aansluiten bij de leerinhouden die zij behandelden. De leerplannen wiskunde laten immers weinig speling in de tijd toe. Omdat heel wat collega's weinig tot geen ervaring met een tablet hadden, was het ook belangrijk om de toepassingen ter plekke toe te lichten en uit te testen.

## 2 Product

Uitgaande van de geformuleerde kansen en bezorgdheden werden een aantal lessen wiskunde met gebruik van tablet uitgewerkt. Deze lessen werden daarna in een van de partnerscholen uitgetest.

**Prototype 1 : Verwerken van gegevens: centrummaten en grafische voorstelling**

- Gebruikte toepassingen:
  - online enquête via <http://www.enquetemaken.be> ,
  - online GeoGebra App via <http://web.geogebra.org/app/>
- Lesopzet:

Dit prototype bestaat uit twee delen: een optioneel luik over het verzamelen van gegevens, een kerndeel over de verwerking van gegevens. Het eerste deel geeft aan hoe je de actualiteit kan binnen halen in de les wiskunde. Het laat toe leerlingen zelf gegevens te laten verzamelen via een (zelf opgestelde) online enquête. Door de mobiliteit van de tablet kan de bevraging overal waar internet beschikbaar is afgenomen worden. In het tweede deel worden op basis van beschikbare gegevens gemiddelde, mediaan en modus berekend via GeoGebra en worden de gegevens gevisualiseerd in een histogram, een frequentiepolygoon en een boxplot.
- Uitgewerkt materiaal:

Ter ondersteuning van de leerkracht is voor beide delen een didactische fiche opgesteld. Voor de leerlingen is een werkblaadje en een stappenplan voorzien. Dit materiaal is beschikbaar via <http://www.tablio.be/wiskunde>

**Prototype 2 : Vergelijkingen in IR – Tweedegraadsfuncties – Afgeleiden**

- Gebruikte toepassingen:
  - QR-reader, Dropbox, mail op basis van Sendtodropbox, schoolplatform, MultiLing App voor Android, ScreenShot Ultimate App voor Android, zelf ontwikkeld online oefenmateriaal
- Lesopzet:

Dit prototype is opgevat als een online oefenmodule. Leerlingen vinden hier voor een bepaald leerstofonderdeel zowel bijbehorende stappenplannen als oefeningen in zeer uiteenlopende vorm. De meeste oefeningen zijn voorzien van automatische feedback zodat leerlingen zicht krijgen op hun vorderingen. Daarnaast kan de leerkracht de leerlingen volgen, immers bepaalde scores en antwoorden krijgen zij toegezonden. Deze oefenmodules kunnen zowel op school als thuis gebruikt worden. Ze laten de leerlingen toe om de leerstof zelfstandig en op eigen tempo te verwerken en te hernemen ter voorbereiding van een toets of test. Variant 1 is een oefenmodule over 'Vergelijkingen in IR', leerstof uit het derde jaar. Hierbij werd ook de mogelijkheid voorzien dat de leerlingen bepaalde oplossingen naar een speciale map op het schoolplatform stuurde. Variant 2 is een oefenmodule over 'Tweedegraadsfuncties', leerstof uit het vierde jaar. Het terugsturen van antwoorden gebeurt hier via het systeem Sendtodropbox. Variant 3 is een oefenmodule over 'Afgeleiden', leerstof uit het vijfde jaar. De leerlingen kunnen bij aanvang van de module een instaptoets maken. Bij de feedback wordt aangegeven welke rekenregels hernomen moeten worden.
- Uitgewerkt materiaal:

Online oefenmodules zowel geschikt voor gebruik op tablet als computer. Zij zijn beschikbaar via <http://www.tablio.be/wiskunde>

Ter ondersteuning voor de leerkrachten werden een didactische fiches uitgewerkt rond de thema's Send to dropbox, QR-code maken, Aanpassen toetsenbord, Screenshots maken op een Android-toestel met ScreenShot

Ultimate. Via de laatst vermelde toepassing kunnen leerkrachten zelf werkbladen ontwerpen met screenshots van de gebruikte app op de tablet ter ondersteuning van bepaalde stappen.

### **Prototype 3 : Hyperbool – Begeleid zelfstandig werk**

- Gebruikte toepassingen:  
GeoGebra App en GeoGebraTube
- Lesopzet:  
Dit prototype bestaat uit ondersteunend materiaal bij een begeleid zelfstandig werk. Op basis van opdrachten in de werkbundel en het ondersteunend materiaal dienen de leerlingen dit onderwerp thuis zelfstandig door te nemen, de bundel aan te vullen en op een afgesproken moment de opdracht inleveren. Na feedback op het ingeleverde werk volgt een test.
- Uitgewerkt materiaal:  
Het ondersteunend materiaal voor het leerstofonderdeel 'Hyperbool' is beschikbaar via <http://www.tablio.be/wiskunde> en via <http://qgbtu.be/bTs7z5QPV>

### **Prototype 4 : Statistiek – Ogief**

- Gebruikte toepassingen:  
Android OpenOffice – rekenblad, dropbox, QR-reader
  - Lesopzet:  
Dit prototype toont hoe een rekenbladversie voor een tablet kan ingezet worden tijdens de les. Het geeft de mogelijkheid om klassikaal of zelfstandig twee onderwerpen uit het leerstofonderdeel statistiek te behandelen.
- Uitgewerkt materiaal:  
Het ondersteunend materiaal bestaat uit een oefenbundel en enkele rekenbladbestanden die beschikbaar zijn via <http://www.tablio.be/wiskunde>

## **3 Testresultaten**

Bij het uittesten van de prototypes werd om organisatorische redenen elk type in een school uitgetest, meestal in ASO- en TSO-klassen van graad 2. Het prototype over leerstof in graad 3 werd uitgetest in KSO-klassen. Voor prototype 1 en 2 werd het materiaal door student en lector ontwikkeld, samen zorgden zij ook voor een trainingssessie voor de betrokken leerkracht op school ter voorbereiding van de lessen. Voor prototype 3 en 4 werd het materiaal door de lector ontwikkeld.

### **Prototype 1 : Statistiek - Uitvoeren en verwerken van een enquête**

- Testopzet:  
2 TSO-klassen, op iPad en iPhone
- Thema:  
Verwerken van gegevens via een tablet – centrummaten bepalen en grafische voorstelling

- Sterke punten:  
Het materiaal is gebaseerd op gegevens die de leerlingen eerder verzameld hadden. Het kan direct ingepast worden in de gewone lessenreeks zodat er hiervoor geen extra tijd moet worden uitgetrokken.  
Door het gebruik van GeoGebra werken de leerlingen binnen een vertrouwde omgeving. Omdat het via het web kan geraadpleegd worden is het ook mogelijk dat de leerlingen dit materiaal thuis gebruiken.
- Zwakke punten:  
Op het moment van het uittesten – eind mei 2013 – stond de webversie van GeoGebra helemaal nog niet op punt, dit zorgde voor heel veel problemen bij het werken in de iPad-omgeving, iets minder in een Android-omgeving. Om de leerlingen toch gebruik te kunnen laten maken van het materiaal werd daarom uitgeweken naar vaste PC 's.

Sindsdien is er volop aan de web- en appvarianten van GeoGebra gesleuteld en zou het gebruik van dit materiaal vlot moeten kunnen.

## **Prototype 2 : Vergelijkingen in IR – Tweedegraadsfuncties – Afgeleiden**

### **Variant 1**

- Testopzet:  
1 ASO-klas, twee lessen op twee verschillende dagen, leerlingen hebben eigen toestel (bij voorkeur Samsung maar andere toestellen zijn toegelaten)
- Thema:  
Vergelijkingen in IR
- Sterke punten:  
Het materiaal bestaat uit oefeningen gebaseerd op de type oefeningen die de leerlingen eerder gemaakt hebben maar nu zo vertaald zodat te gebruiken via een tablet. Deze leerlingen waren vertrouwd met een tablet. Het werd als positief ervaren dat er op eigen tempo kon gewerkt worden. De leerlingen vonden het ook motiverend dat er onmiddellijk feedback werd gegeven. Zij vonden het ook fijn dat het materiaal thuis gebruikt kon worden.
- Zwakke punten:  
Uit de testsessie bleek al de nood naar het zoeken van een alternatieve klavierapp zodat ook wiskundige symbolen konden ingegeven worden. De gevonden oplossing kon echter niet op alle toestellen uitgevoerd worden. Tijdens de tweede les was dit probleem voor de meeste toestellen opgelost, enkel voor de iPad moest nog met vervangsymbolen gewerkt worden. Ook het doorsturen van oplossingen naar de mailbox van de leerkracht liep tijdens de eerste les niet vlot maar werd opgelost door het gebruik van een dropbox.  
Sommige leerlingen vonden dat het te veel tijd in beslag nam om oplossingen via het klavier van de tablet in te geven. Volgens de leerkracht is dit gewoon een kwestie van tijd, namelijk totdat ze dit ook vlot onder de knie hebben.

### **Variant 2**

- Testopzet:  
3 ASO-klassen, vierde jaar, leerlingen gebruiken toestellen van de school

- Thema:  
Tweedegraadsvergelijkingen
- Sterke punten:  
Het materiaal bestaat uit oefeningen gebaseerd op de type oefeningen die de leerlingen eerder gemaakt hebben maar nu zo vertaald zodat te gebruiken via een tablet. Deze leerlingen waren niet echt vertrouwd met een tablet, maar dit werd opgevangen door de goede instructies van de leerkracht bij aanvang van de les. In dit kader was het werken met de QR-code een meerwaarde, dit deed alles vlotter verlopen doordat de leerlingen onmiddellijk op de juiste webpagina zaten.  
De leerlingen vonden dit een fijnere manier is om de leerstof te verwerken. Ook was het handig dat de oefenbundels online ter beschikking zijn zodat iedereen ze thuis kon raadplegen op de computer of op de tablet. Dit was een meerwaarde omdat ze extra konden oefenen voor de volgende toets en ook voor het examen.  
De leerlingen werden ook verplicht om de vragen goed te lezen alvorens die te beantwoorden omdat de formulering niet letterlijk werd overgenomen uit de handboeken.  
Het werd ook als positief ervaren dat de leerlingen onmiddellijk gestuurd werden door de ingebouwde feedback. De leerlingen hadden veel interactie met elkaar, ze gaven elkaar veel uitleg. Ze bleven echt gefocust op dezelfde oefening. Het stappenplan dat geïntegreerd werd in de webpagina werd geraadpleegd en bood een meerwaarde.  
Bijkomend pluspunt was de mogelijkheid tot differentiatie. De leerlingen konden zich bezig houden met hun eigen oefeningen, hetgeen waar ze het zelf moeilijker mee hebben.
- Zwakke punten:  
De beoordelingen voorzien op een aantal pagina's stond nog niet op punt omdat het geen persoonlijke tablets waren en er geen mailaccount aan gekoppeld is.  
De leerkracht voelde zich aanvankelijk nog onwennig bij het gebruik van ICT/tablets in de les, maar zij groeide wel in haar rol. Er was een enorm verschil tussen de eerste les en de derde les.  
Zij vond ook dat ze via de klassieke manier wel meer kan sturen, zelf bepalen welke oefeningen er herhaald worden. Je gaat dan gericht werken en de focus leggen op moeilijkere oefeningen, maar ze vraagt zich af of dit altijd wel goed is. Een tablet is beter om de leerlingen op hun eigen niveau te laten werken.

### Variant 3

- Testopzet:  
3 KSO-klassen, vijfde jaar, leerlingen gebruiken iPads van het project
- Thema:  
Afgeleiden
- Sterke punten:  
Het materiaal bestaat uit oefeningen gebaseerd op de type oefeningen die de leerlingen eerder gemaakt hebben maar nu zo vertaald zodat te gebruiken via een tablet. Deze leerlingen werkten voor het eerst met een tablet tijdens een les, maar dit werd opgevangen door de goede instructies van de leerkracht bij aanvang van de les.  
Via een instaptest konden de leerlingen achterhalen welke voorkennis nog

even opgefrist moest worden. Dit werd als positief ervaren.

Omdat er nogal wat rekenregels horen bij dit onderdeel was het heel goed dat deze ook altijd onmiddellijk te raadplegen waren via een speciale knop.

Door een afwijkende vorm van vragen, anders dan de traditionele vorm op papier, werden de leerlingen gedwongen alle aspecten van het afleiden te bekijken.

De leerlingen konden op eigen tempo de oefeningen doornemen.

- Zwakke punten:

Niet elke leerling had een eigen iPad. Er werd gewerkt in een PC-lokaal zodat in de grotere klassen ook computers konden ingeschakeld worden zodat alle leerlingen actief bezig waren.

Het ingeven van de oplossingen was soms nogal omslachtig, deels te wijten aan de wiskundige symbolen die niet standaard beschikbaar is op de meeste klavieren. Hiervoor was op dat moment nog geen oplossing voor de iPad.

Sommige oefeningen kwamen een beetje gekunsteld over, maar dit was nodig om de verschillende aspecten van het afleiden te belichten.

In sommige oefeningen zaten nog typfouten, die werden waar mogelijk ter plaatse opgelost of rechtgezet tegen de volgende les.

### **Prototype 3 : Hyperbool – Begeleid zelfstandig werk**

- Testopzet:

3 KSO-klassen, vijfde jaar

- Thema:

Begeleid Zelfstandig Werk – De hyperbool

- Sterke punten:

Dit materiaal werd ontwikkeld op basis van een werkbundel die de vakcollega beschikbaar stelde. Bij de verschillende opdrachten in de bundel werden GeoGebra-bestanden met instructies. Hiermee konden de leerlingen aan de slag zodat zij de bundel thuis zelfstandig konden verwerken.

Dit materiaal, geschikt voor computer en tablet, werkte voornamelijk met schuifknoppen en was voorzien van feedback.

- Zwakke punten:

Geen controle of de leerlingen effectief dit materiaal bij het invullen van de bundel gebruikt hebben.

### **Prototype 4 : Statistiek – Ogief en frequentiepolygoon**

- Testopzet:

2 ASO-klassen, tweede graad

- Thema:

Statistiek – ogief en frequentiepolygoon

- Sterke punten:

Dit materiaal sloot aan bij het gebruikte handboek. Basisbestanden werden beschikbaar gesteld via een dropbox. Hierdoor hoefden de leerlingen niet al te veel cijfermateriaal in te geven en kan er vlotter gewerkt worden.

- Zwakke punten:

De tablet kon maar zeer beperkt ingezet worden tijdens de les door een onverwachte verschuiving in de weekplanning.

## 4 Synthese

De prototypes 1, 2 en 4 van deze lessen met tablet voor het vak wiskunde werden in 11 lessen uitgetest, prototype 3 was opgevat als een opdracht voor thuis. Hierbij waren vier testscholen betrokken. De lessen van prototype 2 werden door lector en student geobserveerd en gevolgd door een nabespreking met de leerkracht. Prototype 1 werd uitgevoerd door een leerkracht zeer ervaren in het gebruik van iPads zonder observators. Bij prototype 4 was het gebruik van de tablet te beperkt.

Uit de observaties en de nabesprekingen kan heel wat belangrijke informatie gefilterd worden die in onderstaande punten wordt weergegeven.

### Technische deskundigheid

- Het was zeer fijn dat leerkrachten die aanvankelijk niet zo ICT-minded waren, mochten ervaren dat het gebruik van een tablet in de les vlot kan verlopen. Het is dan ook belangrijk dat in scholen waar gewerkt wordt met tablets de leerkrachten voldoende inlooptijd krijgen. Op die manier gaan zij met veel meer zelfvertrouwen aan de slag met de tablets.
- Het ontwikkelde materiaal was meestal via het web beschikbaar, de meeste leerkrachten zijn wel vertrouwd met het werken met online oefeningen. Dit kan dan ook drempelverlagend werken in een tussenfase.
- Heel wat leerlingen, ook in de scholen zonder tablets, zijn toch vrij vaardig met dit toestel. Het sluit dan ook vrij goed aan bij de smartphones waarover heel wat leerlingen beschikken. Toch wordt het als tijdrovend ervaren als er veel moet ingetypt worden via een klavierapp.
- Voor het vak wiskunde is het belangrijk dat de leerlingen bepaalde handelingen eerst met voldoende nauwkeurigheid leren uitvoeren met de hand (vb. grafieken tekenen). Zodra zij het achterliggende denkproces beheersen kan dit versneld worden door het inschakelen van ICT-toepassingen. De beschikbare apps zijn momenteel nog niet voldoende nauwkeurig om ook in die eerste fase met een tablet te werken.
- Omdat het kunnen werken met een rekenblad voor de lessen wiskunde interessant is, is het misschien een aanrader om deze vaardigheid zo vroeg mogelijk in de middelbare schoolloopbaan op te nemen.
- Wordt de tablet veel regelmatig ingezet tijdens de lessen wiskunde dan is het ook nodig dat leerlingen afgewerkte oefeningen kunnen inleveren via het digitale platform/leerlingvolgsysteem dat de school gebruikt. Op die manier kan dat dan ook verschillende vakken op een uniforme manier gebeuren.

### Infrastructuur

- Voor het uitgewerkte online materiaal is het belangrijk dat goede internetverbindingen beschikbaar zijn met voldoende bandbreedte. Mogelijke oplossing is het plaatsen van het materiaal op een interne server en die opnemen in een intranet.
- Voor de leerkrachten is het meest aangewezen dat de leerlingen met eenzelfde type tablet werken, op die manier zijn mogelijke technische problemen gemakkelijker op te vangen. Er kan/mag niet verwacht worden van een leerkracht dat die alle aanwezige systemen perfect kan instellen, dan gaan we aan de rol van de leerkracht voorbij. Doch zelfs binnen eenzelfde type tablet kunnen er nog verschillen zijn zoals wij



mochten ervaren bij het klavierprobleem.

Ook voor leerlingen die voor het eerst met een tablet werken is het gemakkelijker als de uitleg die de leerkracht geeft ook van toepassing is voor hun toestel. Dit voorkomt dat leerlingen afhaken en gaan storen.

- Het is belangrijk dat voor de aanvang van een schooljaar goed nagedacht wordt over welke applicaties effectief nodig zijn tijdens de lessen. Er moet ook voorkomen worden dat er een wildgroei aan apps op de toestellen staan.
- Wordt er gewerkt met tablets op uitleenbasis dan moet er ook nagedacht worden over een efficiënte manier om resultaten te bewaren bijvoorbeeld in de Cloud of op een leerlingvolgsysteem.
- Voor de leerkrachten wiskunde is het belangrijk dat als er wordt ingezet op een tablet dit ook alle mogelijkheden die een grafisch rekenmachine en die een computer biedt, aankan.

### **Leermateriaal**

- Omdat de leerplannen wiskunde weinig ruimte laten, werd materiaal ontwikkeld op basis van de gehanteerde handboeken dat in de lessenreeks kan ingeschakeld worden.
- Het beschikbaar zijn van het materiaal voor zowel tablet als computer werd in het algemeen als zeer positief ervaren. Op die manier was het materiaal niet iets exclusief voor de school, maar kon er ook thuis verder geoefend worden.
- De oefenmodules lenen zich voor binnenklasdifferentiatie. Leerlingen werken dan op eigen tempo aan die leerstofonderdelen die zij niet goed beheersen, wat ze wel goed kunnen slaan ze over. De automatische feedback is dan ook een belangrijke hulp.
- In de oefenmodules is een zeer grote variatie aan oefeningen opgenomen, hierbij werd in de uitwerking gewaakt dat dit geen louter aanklik-oefeningen zijn. Op die manier zijn leerlingen verplicht om de opgaven te lezen, te analyseren alvorens de oefeningen te beantwoorden.
- De wiskunde app GeoGebra is weliswaar een afgeslankte versie van het gewone pakket. Heel wat leerlingen zijn vertrouwd vanuit de lessen wiskunde met dit pakket. Dit pakket heeft sinds het eerste gebruik in mei 2013 een evolutie doorgemaakt en is nu beschikbaar voor alle besturingssystemen.

## **5 Algemene conclusie**

Het PWO-project Tablio onderzocht de meerwaarde bij het inzetten van een tablet in de lessen wiskunde. Tijdens het project kwam veelal het gebruik van een tablet tijdens het verwerken en inoefenen van de leerstof aan bod, zowel op school als thuis. De meeste leerlingen waren zeer gemotiveerd om de aangeboden oefeningen – maar nu eens in een andere vorm dan in het handboek – op te lossen. Een bijkomende stimulans vormde de vrijheid die zij kregen om zelf te bepalen welke oefeningen zij al dan niet maakten. Om te voorkomen dat leerlingen vastliepen, beschikten zij ook over “spiekbriefjes” in de vorm van stappenplannen en/of rekenregels. Dit voorkwam dat leerlingen zouden afhaken. Niet altijd verliep alles vlot, maar dit werd goed opgevangen door de leerkracht zodat de leerlingen konden verder werken.

Tijdens de loop van het project evolueerde de mogelijkheden van de appvarianten van reeds veel gebruikte wiskundepakketten enorm. Misschien kan dit wel drempelverlagend werken voor het inzetten van tablets in de wiskunde.



