



**PROFESSIONELE BACHELOR IN HET ONDERWIJS
SECUNDAIR ONDERWIJS**

Bachelorproef

Apps op de smartphone ter
vervanging van het rekentoestel

Voorwoord

In het tweede semester van het academiejaar 2015 – 2016 kwam mijn toenmalige lector wiskunde, mevrouw Greet Verhelst, naar mij toe met de vraag of ik het zag zitten om een bachelorproef uit te werken rond applicaties op de smartphone die een rekentoestel zouden kunnen vervangen.

Mijnheer Kenneth Vansichen was namelijk eerder met die vraag naar de PXL gekomen aangezien de vakgroep wiskunde van Middenschool 2 van scholengroep Domein Speelhof dit graag wilde uittesten in de lespraktijk.

Daarop heb ik bevestigend geantwoord en we hebben vervolgens samengezeten om te kijken wat er precies verwacht werd. Uit dit gesprek werd geconcludeerd dat mijn taak erin bestond om op zoek te gaan naar applicaties die het rekentoestel (in de eerste graad) zouden kunnen vervangen. Verder wilde mijnheer Vansichen ook graag weten welke mogelijkheden er bestonden om andere applicaties uit te schakelen.

Dit werkstuk had ik echter nooit alleen kunnen afleveren en ik vind het dus erg belangrijk om hier enkele mensen te bedanken.

Ten eerste wil ik de PXL bedanken. Ik heb hier drie jaar doorgebracht en bijgeleerd. De PXL heeft ervoor gezorgd dat ik een breed kader had alvorens aan dit project te starten.

Vervolgens wil ik heel graag Mieke Vanormelingen, mijn promotor, bedanken. Zonder haar begeleiding was dit nooit gelukt. Ook de eerlijke en passende commentaar hebben ervoor gezorgd dat ik dit werk kon afleveren.

Vervolgens wil ik ook graag Kenneth Vansichen bedanken, niet enkel voor de mooie kans, maar ook voor de hulp bij het uittesten van de applicaties. Voor dit laatste verdient ook Cedric Houbrechts het om bedankt te worden aangezien ook hij met veel overtuiging deze applicaties uitgetest heeft.

Ik kan zeker Björn Carreyn en het volledige ICT-atelier Tienen niet vergeten aangezien hun geweldige expertise mij nog veel heeft bijgeleerd.

Ik wil ook graag Nico Brebels bedanken voor de hulp bij het uitschakelen van andere applicaties alsook bij het verspreiden van de lesfiches.

Greet Verhelst verdient een welgemeende dankjewel voor de begeleiding bij het begin van mijn bachelorproef, zonder haar was ik nooit op dit idee gekomen en had ik bovendien niet eens de kans gekregen om aan dit project te starten.

Tenslotte wil ik ook graag Hanne Lenaerts bedanken voor de morele steun en de uren die zij met mee heeft meegeleefd in dit proces. Niet alleen voor deze bachelorproef, maar voor mijn hele bachelor die ik afgewerkt heb aan de PXL.

Aan alle bovengenoemde personen, dankjewel!

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	3
Inhoudsopgave.....	4
Inleiding.....	6
1 Meerwaarde van een smartphone ten opzichte van een rekentoestel	7
1.1 Situatieschets en probleemaanpak.....	7
1.1.1 Probleemstelling.....	7
1.1.2 Probleemaanpak	8
1.2 Introductie partnerschool.....	9
1.3 Motieven partnerschool	11
2 Minimale functionaliteit van de applicaties.....	12
2.1 Voor- en nadelen van het gebruik van een smartphone	12
2.2 Vereisten volgens het leerplan	14
2.2.1 GO!	14
2.2.2 OVSG	15
2.2.3 VVKSO.....	16
3 Beschikbare applicaties.....	17
3.1 Beschikbare applicaties voor Windows	17
3.1.1 Photomath.....	17
3.1.2 Microsoft Math.....	18
3.1.3 Rekenmachine Calc Pro HD.....	19
3.1.4 Geogebra	19
3.2 Beschikbare applicaties voor Android.....	21
3.2.1 Mobi Calculator	21
3.2.2 Desmos.....	22
3.2.3 MyScript Calculator	23
3.2.4 HiPER Scientific Calculator	24
3.2.5 Geogebra	25
3.3 Beschikbare applicaties voor IOS.....	27
3.3.1 PCalc	27
3.3.2 Desmos.....	29
3.3.3 MyScript Calculator	30

3.3.4	Calculator	31
3.3.5	Geogebra	32
4	Applicaties die voldoen aan de vereisten.....	34
4.1	Besturingssysteemonafhankelijke applicaties.....	34
4.2	Applicaties met dezelfde functionaliteit als een rekentoestel	36
4.3	Applicaties die voldoen aan de vereisten van het leerplan	37
4.4	Bruikbaarheid van functionele applicaties.....	38
5	Testen in de praktijk	39
5.1	Opzet	39
5.2	Resultaat.....	40
6	Het gebruik van de smartphone tijdens de examens	41
6.1	Andere applicaties uitschakelen	41
6.2	Andere gevaren van het gebruik van smartphones tijdens de examens	41
7	Kritische terugblik.....	42
7.1	Treffende meerwaarde	42
7.2	Nadelen.....	43
7.3	Aanrader of niet.....	44
	Besluit	45
	Bibliografie	46
	Geraadpleegde werken	48
	Bijlagen	50
	Bijlage 1: Desmos	50
	Bijlage 2: Geogebra.....	52
	Bijlage 3: MyScript Calculator.....	54
	Bijlage 4: PCalc Lite	56
	Bijlage 5: HiPER Scientific Calculator.....	58
	Bijlage 6: Begeleide toegang.....	60
	Bijlage 7: Scherm vastzetten	61

Inleiding

De grafische rekenmachine, het toestel dat iedere leerling in het middelbare onderwijs gedurende zijn schoolcarrière moet aanschaffen. Het is een toestel dat al snel €90 kost. Dit is een hoge kostprijs voor een toestel dat maar voor één bepaald vak en maar in een klein deel van de lessen gebruikt kan worden. Het wordt immers in de meeste richtingen enkel gebruikt voor het tekenen van grafieken en voor een klein deeltje van de statistiek. Ook de andere zakrekenmachines die gebruikt worden in het secundair onderwijs kosten veel geld, maar het verschil is dat deze wel erg vaak gebruikt worden. De vraag die zich daarom al langer stelt, is: "Is er geen goedkoper alternatief?".

Eén van de uitdagingen van het hedendaags onderwijs is het onderwijs toegankelijk maken voor iedereen. De term UDL, Universal Design for Learning, belichaamt deze uitdaging. Eén van de duurste aankopen die een leerling in het secundair onderwijs zal moeten doen is waarschijnlijk de hierboven besproken grafische zakrekenmachine.

De smartphone is niet meer weg te denken uit onze moderne samenleving. Het zou daarom ook voor het onderwijs een stap voorwaarts betekenen om deze smartphones te integreren in de lessen. Dit zal een uitdaging zijn voor zowel leerlingen als leerkrachten om dit op een didactische manier te doen. Het is daarom goed om op voorhand te weten wat de voor- en de nadelen zijn van het gebruik van de smartphone en welke middelen er voorhanden zijn. Er zijn verschillende applicaties beschikbaar die kunnen dienen als rekentoestel. Het is belangrijk dat deze applicaties didactisch ingezet worden.

De drijvende kracht achter de totstandkoming van deze bachelorproef is de secundaire school, Middenschool 2, van scholengroep Domein Speelhof. Zij willen graag de rekenmachines in de eerste graad vervangen door applicaties op de smartphone, dit op korte termijn. Op langere termijn wil men in deze school ook de grafische toestellen in de tweede en derde graad vervangen door een applicatie op de smartphone.

Er zijn veel applicaties voorhanden die niet voldoen aan de vereisten van een modern toestel. Daarom is het belangrijk om na te gaan wat de voor- en nadelen zijn van de verschillende applicaties voor de smartphones.

Deze bachelorproef geeft een opsomming van applicaties elk met zijn specifieke kenmerken en argumenten omtrent de bruikbaarheid in de lessen wiskunde voor de eerste graad. Bij deze opsomming wordt uiteraard een onderscheid gemaakt tussen applicaties voor Android, IOS en Windows. Het is belangrijk om op zoek te gaan naar applicaties die beschikbaar zijn voor alle toestellen. Het zou immers voor een leerkracht wiskunde niet haalbaar zijn als alle leerlingen zouden werken met een verschillende applicatie. Daarna kan men gemakkelijk de link leggen naar rekenapplicaties die ingezet kunnen worden in de tweede en derde graad.

Deze applicaties zullen veelvuldig getest worden door dhr. Vansichen, die zelf leerkracht wiskunde is in Middenschool 2 te Sint-Truiden. Op die manier krijgt men inzicht in de praktische problemen die zich zouden stellen in de lespraktijk. Ook Cedric Houbrechts, die zelf ook leerkracht is, zal deze applicaties uittesten.

Ten slotte wordt er van de verkozen applicaties nog een werkfiche ontwikkeld die de leerkrachten kunnen gebruiken om deze theorie in praktijk te brengen. Op deze manier worden mensen met minder kennis van zake toch op een juiste manier begeleid zodat ook zij op een didactische manier gebruik kunnen maken van de smartphones.

1 Meerwaarde van een smartphone ten opzichte van een rekentoestel

1.1 Situatieschets en probleemaanpak

1.1.1 Probleemstelling

In het huidige onderwijs zijn ze talrijk aanwezig, de alom bekende wetenschappelijke zakrekenmachines. Wanneer de leerlingen dan de overstap maken naar de derde graad worden deze wetenschappelijke rekenmachines vervangen door de zwaardere, grafische toestellen.

Deze toestellen maken het voor de gebruiker mogelijk om grafieken te tekenen, nulpunten te bepalen, etc. Het toestel kan ook voor statistische doeleinden gebruikt worden. Samengevat kunnen we dus stellen dat dit toestel voor zeer uiteenlopende doeleinden gebruikt kan worden.



Figuur 1 Casio fx-82MS Wetenschappelijk toestel

We stellen jammer genoeg vast dat het toestel in het onderwijs niet veel gebruikt wordt, in tegenstelling tot wat de verplichting tot aankoop doet verwachten. Deze toestellen hebben, zoals eerder al vermeld werd, een serieus prijskaartje. Voor veel ouders is het moeilijk om dit toestel te betalen, maar toch doen ze alles wat ze kunnen om hun kinderen toch te voorzien van alle 'nodige' middelen. Wat de ouders op het moment van aankoop niet weten, is dat het toestel niet vaak gebruikt zal worden.

De vraag die vandaag steeds meer opduikt is: "Zijn er geen goedkopere alternatieven voor handen?". Voor een antwoord op deze vraag moeten we niet ver zoeken. Als we buiten rond ons kijken, zien we overal mensen met een smartphone.

Het zou dus zeer nuttig zijn om eens te kijken naar de didactische mogelijkheden van deze smartphones en de applicaties die zo'n toestel met zich meebrengt.



Figuur 2 TI-84 Plus Grafisch toestel

1.1.2 Probleemaanpak

Een eerste stap is het vervangen van de rekentoestellen in de eerste graad. Deze toestellen hebben immers minder functionaliteit en zijn makkelijker te vervangen. Een logische volgende stap is een uitbreiding naar de tweede en vervolgens de derde graad, waar ook de grafische toestellen gebruikt worden.

Deze bachelorproef geeft een opsomming van beschikbare applicaties die voldoen aan verschillende vereisten.

Er zal eerst aan de hand van een interview informatie ingewonnen worden in de school die als eerste met deze vraag naar voor kwam. Er volgt vervolgens een introductie van de school. De motieven van de partnerschool worden vervolgens ook kort behandeld.

Vervolgens zal aan de hand van een literatuurstudie op zoek gegaan worden naar applicaties die reeds voor handen zijn voor de verschillende besturingssystemen. De minimale vereisten volgens de leerplannen wiskunde van de eerste graad worden ook aangehaald. De applicaties die gebruikt zullen worden, moeten immers minimaal aan deze vereisten voldoen.

Als dit onderzoek afgelopen is, zal er een grote lijst applicaties beschikbaar zijn die vervolgens gefilterd moet worden. Dit zal gebeuren op basis van verschillende criteria. In de eerste plaats zullen de applicaties vergeleken worden met het traditionele rekentoestel. Applicaties die niet minstens dezelfde functionaliteiten hebben, vallen in deze fase af. Vervolgens worden de applicaties die voor alle besturingssystemen beschikbaar zijn gebundeld. De applicaties die niet in deze bundeling kunnen opgenomen worden, vallen hier af.

Het resultaat van deze testen is een lijst met applicaties die voldoen aan de vereisten volgens de leerplannen in het secundair onderwijs. De applicaties worden vervolgens getest op gebruiksvriendelijkheid. Deze test zal uitgevoerd worden op kleinschalige basis door mezelf. Het resultaat van deze test is een shortlist van applicaties. Deze shortlist zal vervolgens uitgebreid getest worden in het werkveld.

Voordat de applicaties getest kunnen worden, moeten er eerst werkfiches gemaakt worden voor leerling en leerkracht die hen op weg kunnen helpen bij het gebruik van de applicaties.

Een laatste fase is de uiteindelijke test in het werkveld. Deze wordt met behulp van de werkfiches uitgevoerd door dhr. Vansichen. Hij zorgt vervolgens voor een uitgebreide verslaggeving van deze test.

Graag zouden we de lijst met de applicaties, samen met de werkfiches voorstellen aan leerkrachten die hiervoor interesse tonen.

1.2 Introductie partnerschool

In 2016 kwam Kenneth Vansichen met de vraag om een onderzoek te doen naar mogelijkheden om de traditionele rekenmachines te vervangen door applicaties op de smartphone. Hij leverde deze vraag in bij Greet Verhelst en via die weg kwam deze vraag ook bij mij terecht.

Kenneth Vansichen is leerkracht wiskunde in het eerste leerjaar van Middenschool 2 te Sint-Truiden. Deze school maakt deel uit van scholengroep Domein Speelhof. De tweede en derde graad van deze school is te vinden in het GO! Technisch Atheneum. Mijnheer Vansichen heeft wel al laten weten dat hij weinig contact heeft met de zogenaamde bovenbouw van deze school en dat hij vooral in aanraking komt met zijn collega's van de middenschool.



Figuur 3 Scholengroep Domein Speelhof

In het GO! Technisch Atheneum kunnen de leerlingen kiezen tussen verschillende richtingen uit TSO en BSO lopende van Industriële wetenschappen tot haarverzorging. Het is dus hier al duidelijk dat de rekenmachine op latere leeftijd voor zeer uiteenlopende doeleinden gebruikt zal worden.

Naast Middenschool 2 is er in Sint-Truiden ook een Middenschool 1. Middenschool 1 maakt deel uit van de scholengroep Campus Tichelrij. Beide scholen gaan fusioneren met het oog op de hervormingen in het onderwijs. De huidige tweede en derde graad van de scholengroep waar Middenschool 1 onderdeel van uitmaakt bestaat uitsluitend uit richtingen van het ASO. In de toekomst zouden op die campus ook de verschillende richtingen uit het ASO aan bod komen. De richtingen uit het BSO en TSO zouden ook op de campus van scholengroep Domein Speelhof blijven.



Figuur 4 Scholengroep Campus Tichelrij

Het mag dus geen verrassing zijn dat de applicaties verschillende doeleinden zullen hebben aangezien het aanbod aan studierichtingen heel variërend is.

De directie van de middenschool heeft bovendien ook al laten weten dat ze achter dit initiatief staan. Wat dat betreft kunnen mijnheer Vansichen en de rest van de vakgroep wiskunde (en wetenschappen) dus zeker rekenen op steun van bovenaf. Dit zal ook nodig zijn als er later een overstap gemaakt zal worden naar de tweede en derde graad aangezien de leerkrachten daar nog niet positief tegenover de applicaties op de smartphone staan. Dit is op korte termijn geen probleem aangezien de applicaties nu hoofdzakelijk in de eerste graad getest zullen worden. Op die manier kunnen we zien of de mogelijkheid bestaat om hier een vervolg op te breien in de tweede en derde graad.



Figuur 5 Kenneth Vansichen

1.3 Motieven partnerschool

Na een gesprek met de directie van de partnerschool volgt hier een korte verklaring van de reden waarom de school in kwestie precies de overstap wil maken naar het gebruik van een smartphone in de lessen wiskunde.

De leerkrachten van Middenschool 2 vinden immers dat het niet meer noodzakelijk is om de bekende groene toestellen van Casio aan te kopen. Leerlingen vergeten hun rekentoestellen vaak thuis en moeten dan een hele les zonder rekentoestel volgen. Iets wat veel leerlingen tegenwoordig niet meer thuis vergeten is hun smartphone. De leerkrachten vinden daarom dat ze nu moeten proberen om de smartphone op een didactisch verantwoorde manier in te zetten.



Figuur 6 Huidige situatie waarin smartphones nog te vaak verboden worden in scholen.

Verder vindt de school het ook belangrijk om de aankoop van de rekenmachine niet meer te moeten verplichten. Ze geven de leerlingen liever de keuze of ze werken met een applicatie op hun smartphone of een traditionele rekenmachine.

De vakgroep stelt dan ook de vraag: "Wie gebruikt tegenwoordig nog een rekentoestel?". Als mensen thuis of onderweg iets moeten berekenen, nemen ze in veel gevallen hun smartphone en de applicatie die hier als calculator op aanwezig is. Mensen hebben immers geen rekenmachine bij als ze snel even naar de supermarkt gaan. Het is daarom ook een taak voor de vakgroep wiskunde om leerlingen hier attent op te maken en mee te leren omgaan. Op die manier leren de leerlingen omgaan met de nieuwe applicaties samen met de nieuwe wiskunde die ze op dat moment aanleren.

Er bestaan vandaag ook steeds meer mogelijkheden om te projecteren met de smartphone en om dingen te delen met de leerlingen. Dit is een voordeel voor de leerling, maar ook voor de leerkracht. Alles gebeurt minder omslachtig dan met het gewone rekentoestel.

In veel scholen wordt tegenwoordig al actief gewerkt met toepassingen zoals Socrative en Kahoot die gebruikt kunnen worden voor een quiz of een enquête. Scholen moeten nu nog de stap durven zetten naar applicaties die ook echt vakinhoudelijk een verrijking kunnen zijn.



Figuur 7 Kahoot in de klas

2 Minimale functionaliteit van de applicaties

2.1 Voor- en nadelen van het gebruik van een smartphone

We horen het maar al te vaak, gsm's die afgenomen worden door de leerkracht omdat een leerling aan het sms'en was in de klas. De leerling mag zijn gsm dan vaak pas aan het einde van de dag opnieuw ophalen. Dit zou een goed idee zijn als het over een beperkte groep leerlingen zou gaan én de gsm geen voordeel zou kunnen betekenen voor jouw les als leerkracht.

Steeds meer applicaties kunnen ingezet worden op een didactische manier, maar dan moeten de school en de leerkracht daar ook voor openstaan. Na een goed gesprek met de mensen van KTA Domein het Speelhof in Sint-Truiden, blijkt dat zij de smartphones wel degelijk een kans willen geven.

De directie en het lerarenteam van deze school zijn er zich zeker van bewust dat het gebruik van smartphones meerdere gevaren met zich meebrengt. Leerlingen die niet opletten in de les, maar liever Facebook, Instagram of Snapchat gebruiken, zijn een eerste gevaar. Bovendien weet je als leerkracht vaak niet wat de leerlingen over jou zeggen op sociale media.

Een ander kritisch moment is de examenperiode. Als je als schoolteam beslist om de rekenmachines te vervangen door smartphones, moet je je er ook bewust van zijn dat op die smartphones meer applicaties staan dan enkel diegene die gebruikt worden voor het vak wiskunde.

De opkomst van de smartphones heeft echter ook een hoop voordelen met zich meegebracht. Een eerste voordeel is al kort aangehaald, namelijk de prijs. Leerlingen moeten in de loop van hun schoolcarrière minstens twee rekenmachines aanschaffen die samen meer dan €100,00 kosten. Een smartphone kost natuurlijk ook veel geld, maar tegenwoordig kunnen we bijna stellen dat elke leerling een smartphone heeft.

Toch verdient bovenstaande stelling een kritische kijk. Mogen we er namelijk zomaar van uitgaan dat elke leerling een smartphone heeft? Is het voor een leerling zonder smartphone een goedkopere oplossing of is het net duurder? Dit zijn vragen die de directie eerst moet behandelen alvorens zij een definitieve keuze kunnen maken over het al dan niet gebruiken van de smartphone in de les.

In 2016 bezat 53% van de Vlamingen een smartphone en 38% van de Vlamingen bezat een tablet. Hierbij moet wel al gezegd worden dat dit percentage sterk verschilt per leeftijdscategorie. Zo was het heel duidelijk dat het percentage veel hoger lag in de lagere leeftijdscategorieën dan bij bijvoorbeeld gepensioneerden. (Hoe mobiel is België anno 2016?, 2017)

Een mogelijke tussenoplossing zou kunnen zijn dat er een combinatie is van smartphones en traditionele rekentoestellen. De directie laat op die manier de keuze weliswaar aan de leerlingen.

Een ander voordeel van de smartphone is dat jongeren dit toestel altijd op zak hebben. Het gebeurt maar al te vaak dat leerlingen hun rekentoestel vergeten zijn of dat de batterijen van het toestel plots niet meer werken. Dit zijn problemen die jongeren niet lijken te hebben met hun smartphone.

Een ander voordeel is mobiel internet. Leerlingen groeien op in een maatschappij waar alles beschikbaar is op het internet. Het kan daarom nuttig zijn om dit te gebruiken. Dit kon ook al voor de opkomst van de smartphones, maar dan moesten er laptops of computers voorzien worden. Als er nu een vraag gesteld wordt, kan je als leerkracht gewoon de opdracht geven om dit eens op te zoeken op het mobiel internet. Op die manier leren leerlingen op een zelfstandige manier informatie te verwerven op het internet.

Het mobiel internet kan natuurlijk ook een nadeel zijn als je het vanuit een andere ooghoek bekijkt. Internet verbindt de studenten namelijk. Dit hoeft zeker niet negatief te zijn, maar tijdens het examen is dit ook niet positief. De leerkracht moet er zich op dit moment zeker van bewust zijn dat leerlingen met elkaar verbonden zijn als hij hier geen voorzorgsmaatregelen treft. Manieren om dit te verhelpen komen later aan bod.

Wat ook zeker benadrukt moet worden is dat het belangrijk is dat elke leerkracht dezelfde regels hanteert. Er zullen namelijk regels moeten zijn over wat wel en niet toegelaten is wanneer de leerlingen hun smartphone gebruiken. Het wordt immers moeilijk om te zeggen: "Steek die gsm eens weg.", aangezien leerlingen deze vaak zullen moeten gebruiken in de les.

De leerkracht kan door het gebruik van een applicatie op zijn smartphone ook de beamer gebruiken om zo de stappen die hij zet te projecteren. Op die manier kan je als leerkracht de leerlingen beter wegwijs maken in het gebruik van de applicaties. Als leerlingen moeten volgen wat geprojecteerd wordt, is de kans bovendien ook kleiner dat ze met andere dingen bezig zijn.

Ten slotte is het ook belangrijk om in te zien dat niet elke wiskundige applicatie die beschikbaar is, didactisch in orde is. De applicaties moeten op zijn minst aan een aantal vereisten voldoen. Dit weten de leerlingen niet altijd. Het is dan ook aan de leerkracht om duidelijk af te bakenen welke applicaties wel en niet gebruikt kunnen worden. De leerkracht kan er ook voor kiezen om een bepaalde applicatie op te leggen en er zo voor zorgen dat de leerlingen allemaal dezelfde applicatie hebben.

2.2 Vereisten volgens het leerplan

Applicaties die al dan niet in aanmerking willen komen voor gebruik in middelbare scholen moeten uiteraard voldoen aan een aantal vereisten. Een beperkt deel van deze vereisten vinden we terug in de leerplannen van de verschillende netten van het secundair onderwijs.

Deze leerplannen leggen op twee manieren een aantal vereisten op waar rekening mee gehouden moet worden. Enerzijds zijn er een aantal directe vereisten die letterlijk vermeld worden, maar anderzijds komen er ook op een indirecte manier verschillende vereisten aan bod.

Om een goed beeld te krijgen van de verschillende vereisten zijn de verschillende leerplannen van zowel GO, OVSG, als VSKO onderzocht.

2.2.1 GO!

Het leerplan van GO stelt als eerste dat leerlingen zinvol en functioneel gebruik moeten leren maken van het rekentoestel. Leerlingen moeten ook de vier hoofdbewerkingen kunnen uitvoeren met hun rekentoestel of in het geval van deze bachelorproef, met hun applicatie. Verder moeten leerlingen ook de mogelijkheid hebben om te leren werken met de breuktoets en de geheugentoetsen. Ze moeten dus meer bepaald tussenresultaten kunnen opslaan met behulp van een geheugentoets, maar ook eindresultaten in breukvorm of decimale vorm kunnen schrijven. Verder moeten leerkrachten er ook over waken dat leerlingen oog hebben voor de haakjesregel. Leerlingen moeten bovendien ook leren om getallen in te geven in de wetenschappelijke schrijfwijze. Ze moeten die wetenschappelijke schrijfwijze uiteraard ook kunnen aflezen van hun rekentoestel of in dit geval hun applicatie. Verder wordt het rekentoestel ook veel gebruikt voor het maken van de proef bij een vergelijking. Hier gaat het uiteraard ook over een of meer van de vier hoofdbewerkingen die gebruikt moeten kunnen worden.



Figuur 8 Logo GO!

Tenslotte geven de leerplannen van GO bij de minimale materiële vereisten ook aan dat de leerlingen allemaal over een rekentoestel beschikken en dat dit rekentoestel bij voorkeur voor iedere leerling hetzelfde is. Het is dus voor de vakgroep wiskunde erg belangrijk om te overleggen waar zij hun grens leggen. Laten ze leerlingen toe om zelf te kiezen uit een beperkt aanbod aan applicaties of leggen ze een applicatie op die de leerlingen moeten gebruiken. (GO!, 2017)

2.2.2 OVSG

Ook de leerplannen van het OVSG maken een onderscheid tussen directe en indirecte vereisten. Enerzijds komen er indirect een aantal vereisten aan bod in de leerplandoelstellingen voor getallenleer en meetkunde.

Ook in de leerplannen van het OVSG wordt benadrukt dat leerlingen vertrouwd moeten raken met de wetenschappelijke notatie van getallen. Daarbovenop moeten de leerlingen ook de vier hoofdbewerkingen kunnen uitvoeren met behulp van hun rekentoestel. De leerlingen moeten hun rekentoestel ook kunnen gebruiken om uitkomsten te controleren.



Figuur 9 Logo OVSG

In de leerplannen wordt ook meermaals benadrukt dat leerlingen vlot gebruik moeten kunnen maken van een rekentoestel. Ze moeten dit dan uiteraard vaak genoeg gebruiken, om op die manier ervaring op te doen in het werken met het rekentoestel. Dit is uiteraard ook belangrijk voor de andere vereisten die in het leerplan, direct en indirect, aan bod komen. Dit is ook belangrijk wanneer de meer geavanceerde handelingen aan bod komen. Leerlingen moeten immers kunnen werken met geheugentoetsen om op die manier tussenresultaten op te slaan. Dit zorgt ervoor dat de leerlingen werken met juiste tussenresultaten en niet met afgeronde tussenresultaten. (OVSG, 2017)

In tegenstelling tot het leerplan van GO vermeldt dit leerplan letterlijk dat leerlingen zelf verantwoordelijk zijn voor de aanschaf van een rekentoestel. Hier wordt ook niet benadrukt dat het noodzakelijk is dat alle leerlingen over hetzelfde toestel beschikken. Dit geeft de leerkracht dus meer vrijheid bij het kiezen van de applicaties. Er wordt wel benadrukt dat het handig is als leerkrachten beschikken over reservemateriaal. Dit ligt wel moeilijker als leerlingen mogen werken met applicaties, aangezien het voor de leerkrachten moeilijk is om smartphones te voorzien voor de leerlingen.

2.2.3 VVKSO

Net als bij de twee voorgaande leerplannen, maakt ook het leerplan van het VSKO een onderscheid tussen directe vereisten enerzijds en indirecte vereisten anderzijds.

Als eerste wordt vermeld dat leerlingen verschillende hulpmiddelen en toepassingssoftware moeten kunnen hanteren om hun leren te vergemakkelijken. Daarbij wordt ook onmiddellijk vermeld worden dat de leerlingen wel de beperkingen van hun hulpmiddelen moeten kennen. Ze moeten bijvoorbeeld bereid zijn om kritisch om te gaan met het resultaat van hun rekentoestel. Het rekentoestel moet als het ware gezien worden als een handig hulpmiddel, maar met beperkingen.



Figuur 10 Logo VVKSO

Het leerplan behandelt ook rekenvaardigheden zoals de hoofdbewerkingen, waar het rekentoestel gebruikt mag worden. Het gebruik van dit rekentoestel wordt gezien als een rekenvaardigheid. Het leerplan benadrukt ook dat het maatschappelijk aanvaard is om moeilijke problemen op te lossen met een rekentoestel. Daarom wil men dit voor de leerlingen ook toelaten.

Het leerplan benadrukt ook dat leerlingen moeten kunnen overschakelen tussen de breukvorm en de decimale vorm. Leerlingen moeten ook breuken kunnen invoeren in hun rekentoestel om op die manier met breuken te leren rekenen. Bovenop de vier hoofdbewerkingen moet het rekentoestel ook gebruikt kunnen worden voor machtsverheffing. Er wordt ook meermaals benadrukt dat er voldoende aandacht besteed moet worden aan een juist gebruik van het rekentoestel, meer bepaald aan het ingeven van negatieve getallen.

Het rekentoestel moet bovendien zinvol en efficiënt gebruikt worden. Dit betekent dat de leerlingen weten in welke situaties het rekentoestel een meerwaarde biedt en in welke situaties ze sneller te werk kunnen gaan met hoofdrekenen of met pen en papier. Het is ook belangrijk dat leerlingen bij het berekenen van een vierkantswortel inzien dat het rekentoestel enkel de positieve vierkantswortel geeft.

Het rekentoestel moet ook meermaals gebruikt kunnen worden om ervoor te zorgen dat de leerlingen hier vlot mee overweg kunnen. (VVKSO, 2017)

3 Beschikbare applicaties

Zoals reeds eerder vermeld, biedt deze bachelorproef een opsomming van applicaties die beschikbaar zijn om het huidige rekentoestel te vervangen. Om dit aanbod overzichtelijk te houden, volgt eerst een onderverdeling per besturingssysteem.

3.1 Beschikbare applicaties voor Windows

Het eerste besturingssysteem dat onderzocht wordt, is Windows. Windows wordt nog niet lang gebruikt als besturingssysteem voor smartphones, maar eerder voor computers. De laatste jaren zijn de toestellen met Windows echter aan een serieuze opmars bezig en we mogen deze niet zomaar links laten liggen. Een groot voordeel van deze toestellen is dat ze eenvoudig in verbinding gebracht kunnen worden met computers die beschikken over Windows. Op die manier kunnen leerlingen hun bekomen uitkomsten ook op een grotere monitor raadplegen.



Figuur 11 Logo Windows

3.1.1 Photomath

Een eerste applicatie die beschikbaar is voor toestellen met Windows is Photomath. Photomath is een applicatie die gebruik maakt van de camera van het toestellen om verschillende wiskundige oefeningen op te lossen.

Een belangrijk kenmerk van Photomath is het feit dat deze applicatie tussenstappen weergeeft. De gebruiker van de applicatie neemt een foto van zijn op te lossen oefening en de applicatie verwerkt deze input en geeft vervolgens een volledig opgeloste oefening als output, mét tussenstappen.

Dit is zeer handig voor de leerlingen, maar dit strookt niet helemaal met de bedoeling van het gebruik van een applicatie. Het is niet de

bedoeling dat leerlingen niet meer moeten nadenken. De applicatie mag gebruikt worden als hulpmiddel, maar mag het gezond verstand van de leerling niet vervangen. Een ander klein nadeel is het feit dat de notatie van het vermenigvuldigingsteken niet strookt met die van het middelbaar onderwijs. Deze wordt immers nog steeds met een "x" weergegeven.



Figuur 12 Logo Photomath

We mogen concluderen dat deze applicatie een zeer mooie en handige applicatie is voor de leerling om zijn bekomen uitkomsten te controleren. We kunnen deze applicatie echter niet op een didactisch verantwoorde manier inzetten in het onderwijs, aangezien deze applicatie de leerlingen niet meer laat nadenken, maar hen gewoon de uitkomst met bijhorende tussenstappen geeft.

3.1.2 Microsoft Math

Een eerste groot voordeel van Microsoft Math is het feit dat dit beschikbaar is voor alle platformen met Windows als besturingssystemen. Wat hiermee bedoeld wordt, is dat de applicatie beschikbaar is voor zowel laptop, tablet als voor de smartphone. Dit geeft de leerlingen de vrijheid om na de schooluren te werken met hun laptop of tablet die voorzien is van een groter beeldscherm dan hun smartphone. Dit geeft een overzichtelijkere weergave van verschillende meetkunde figuren of grafieken.

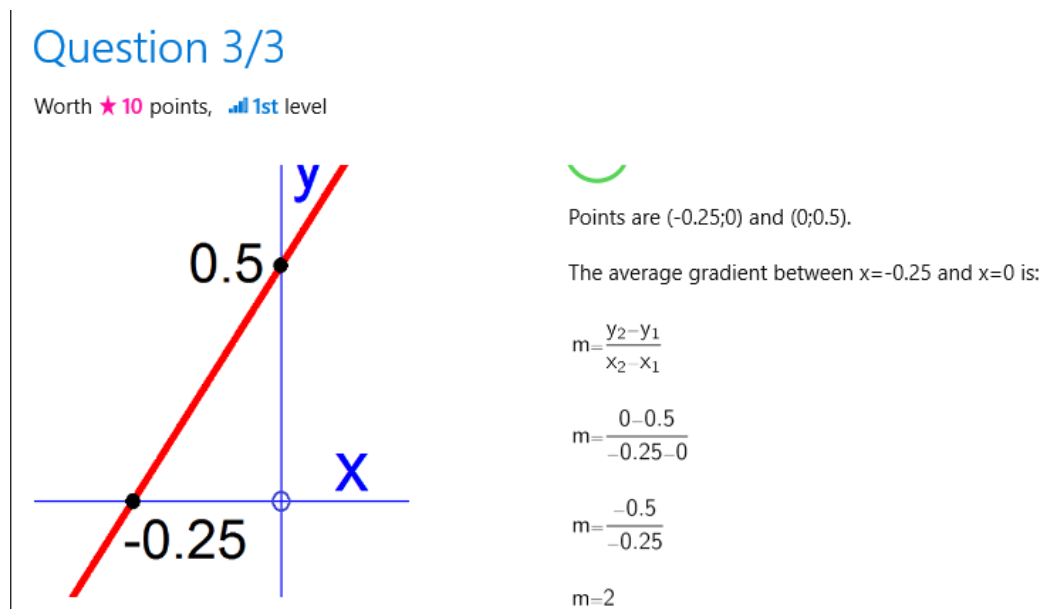


Figuur 13 Logo Microsoft Math

Nader onderzoek maakt wel onmiddellijk duidelijk dat deze applicatie ook niet kan dienen als vervanger van het rekentoestel. Deze applicatie is namelijk meer een spel dan een applicatie. Dit wil absoluut niet zeggen dat de applicatie nutteloos is, integendeel.

Deze applicatie geeft leerlingen namelijk de kans om hun leerstof extra in te oefenen met behulp van verschillende levels. Op die manier kan deze applicatie wel dienen als een hulpmiddel, maar niet als een vervanger van het huidige rekentoestel.

Onderstaande afbeelding geeft een voorbeeld van een mogelijke toepassing van Microsoft Math. Er wordt namelijk gevraagd naar de richtingscoëfficiënt van de rechte die door de punten (-0,25;0) en (0;0,5) gaat. Dit is een goede toepassing om leerstof over vergelijkingen van de eerste graad in te oefenen.



Figuur 14 Screenshot Microsoft Math

3.1.3 Rekenmachine Calc Pro HD

Net als bij Microsoft Math, biedt Calc Pro HD de mogelijkheid om thuis verder te werken op een ander toestel dan de smartphone. Op die manier hebben de leerlingen de keuzevrijheid of ze rustig werken op hun smartphone of toch liever kiezen voor de duidelijkere monitor van hun computer.

Deze applicatie beschikt over 8 verschillende soorten rekentoestellen, die gaan van een normale wetenschappelijke rekenmachine tot een financiële rekenmachine met verschillende werkbladen voor het berekenen van leningen, hypotheek, etc. Deze applicatie biedt samengevat een erg groot gamma aan verschillende mogelijkheden aan.



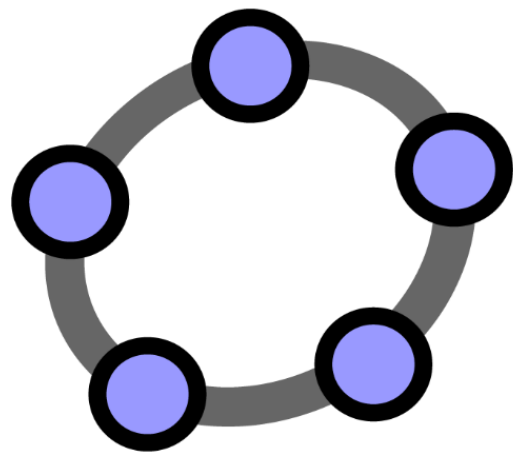
Figuur 15 Logo Calc Pro HD

Deze grote waaier toepassingsmogelijkheden heeft echter ook een keerzijde. De applicatie vereist een hele resem aankopen in de applicatie zelf, om op die manier de verschillende calculators te kunnen gebruiken. Dit leidt tot oplopende kosten, laat dat nu net zijn wat we willen vermijden.

Samengevat kunnen we stellen dat Calc Pro HD zeer veel mogelijkheden biedt aan de gebruiker, mits deze bereid is om er verschillende in-app aankopen voor te doen.

3.1.4 Geogebra

Misschien wel de bekendste applicatie van het moment als het gaat over wiskunde en wetenschappen, is Geogebra. Het project Geogebra is gestart in 2001 en is sindsdien in stijgende lijn gegaan. Zo'n project begon kleinschalig en tegenwoordig komt Geogebra op de markt met vernieuwingen zoals Geogebra 3D en ook statistiek wordt veel behandeld in de laatste versie van Geogebra. Dit geeft een goed beeld van de toenemende lijst aan mogelijkheden, die de laatste jaren steeds meer werd uitgebreid.



Figuur 16 Logo Geogebra

Vrijwilligers, zoals mijnheer Chris Cambré, zorgen voor een overvloed aan materiaal dat kan dienen voor leken, maar ook voor gevorderden die extra oefening willen. Dit materiaal gaat van demo's, die uitleggen hoe je moet werken met Geogebra, tot oefeningen die je helpen de leerstof onder de knie te krijgen.

Dit is misschien wel de grootste kracht van Geogebra. Leerlingen kunnen namelijk steeds terugvallen op materiaal dat door vrijwilligers gemaakt is om zo hun vaardigheden in Geogebra te verbeteren.

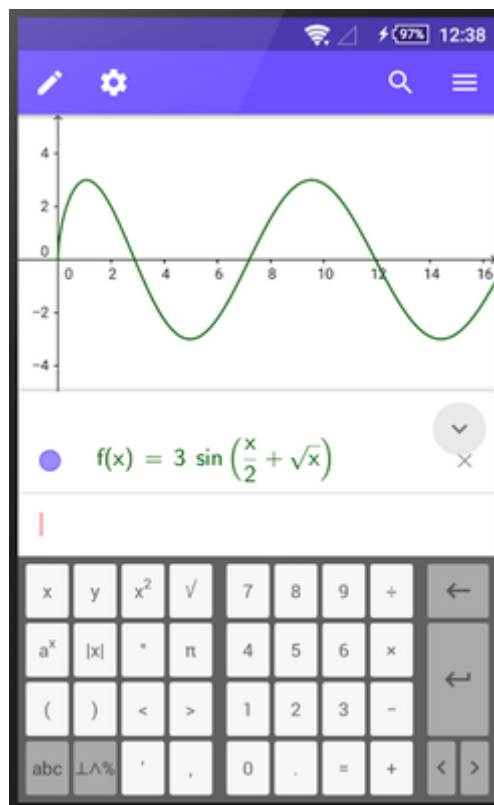
Geogebra heeft bovendien ook een onlineversie en een versie voor computers. Deze versie is uiteraard uitgebreider dan de versie voor smartphones. Gebruikers mogen zich hier niet in

vergissen, maar de applicatie op de smartphone heeft wel degelijk heel wat minder functionaliteit dan de computerversie.

Een eerste nadeel is de afronding, de applicatie op de smartphone rondt getallen immers af op 2 cijfers na de komma en plaatst bovendien ook geen enkel rationaal getal in de breukvorm.

Bovenstaande nadelen doen onmiddellijk wenkbrauwen fronsen. Geogebra is echter een handige tool om bestanden aan te maken, op te slaan en te delen. Het is waarschijnlijk niet voldoende om het huidige rekentoestel te vervangen, vooral door de afronding.

Naast dit minpunt heeft Geogebra echter ook een hele hoop sterke punten. Zo komt verder alle functionaliteit aan bod die van een rekentoestel verwacht wordt. Gaande van de basisbewerkingen, tot machtsverheffing en absolute waarde.



Figuur 17 Screenshot Geogebra

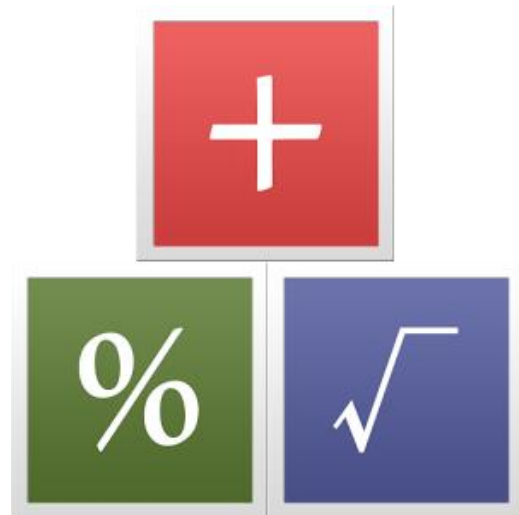
3.2 Beschikbare applicaties voor Android

Het meest gebruikte besturingssysteem voor smartphones vandaag de dag is Android. In 2015 beschikte 80,7% van de gebruikte smartphones over Android.¹ Het spreekt daarom voor zich dat het uiterst belangrijk is om voor dit besturingssysteem een bruikbare applicatie te vinden. In de praktijk zullen leerkrachten immers vaak in contact komen met leerlingen die beschikken over een toestel met Android.

3.2.1 Mobi Calculator

Een eerste applicatie voor Android die hier aan bod komt is Mobi Calculator. Mobi Calculator is een applicatie die erg veel gebruikt wordt. Een zeer groot voordeel van deze applicatie is de gebruiksvriendelijkheid. De applicatie beschikt namelijk over een zeer duidelijke userinterface, wat wil zeggen dat het er allemaal heel netjes uitziet. Dit zorgt uiteraard voor een verbeterde hanteerbaarheid.

Eén van de voordelen van deze applicatie is dat de leerling de mogelijkheid heeft om resultaten te onthouden in deze applicatie. Je kan dit vergelijken met de geheugentoetsen van de traditionele rekentoestellen. Dit heeft als grote voordeel dat de leerling kan werken met exacte resultaten in plaats van afgeronde resultaten.

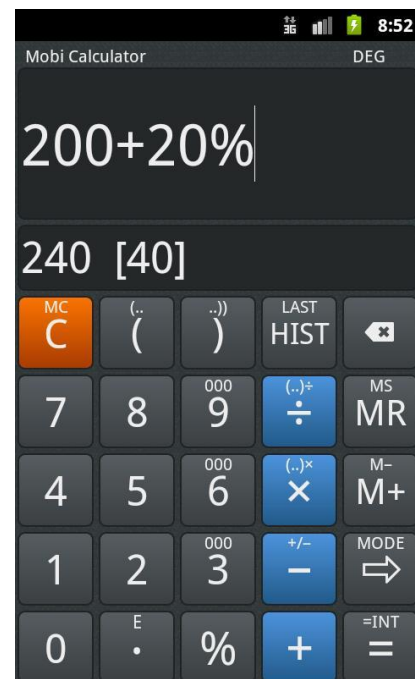


Figuur 18 Logo Mobi Calculator

Ook voor het berekenen van hoeken is deze applicatie zeer geschikt aangezien deze de keuze biedt tussen graden en radialen en bovendien ook de DMS-weergave (degree minute second) ondersteunt.

Mobi Calculator komt in twee verschillende versies. Enerzijds is er de gratis versie die beschikt over alle bovenstaande functionaliteiten, anderzijds is er ook nog een betalende versie. De meerwaarde van deze betalende versie, die bovendien €3,79 kost in de Play Store, is de grotere geheugencapaciteit. De betalende versie biedt de mogelijkheid om 1000 resultaten op te slaan, waar de gratis versie slechts 50 resultaten kan opslaan. Verder biedt de betalende versie ook nog enkele mooie thema's aan om het uiterlijk van de calculator mooier te maken.

We kunnen hieruit concluderen dat de gratis versie een zeer geschikte applicatie is om uit te testen in het secundair onderwijs en dat de betalende versie een mooie extra is voor iedereen die fan is van een mooie gebruiksomgeving.



Figuur 19 Screenshot Mobi Calculator

¹ Onderzoek van Gartner toonde aan dat 96,4% van de smartphones in 2015 over Android of IOS beschikte. 80,7% Hiervan gebruikte Android.

3.2.2 Desmos

Desmos is een applicatie die al door veel scholen en instituten gebruikt wordt. Deze applicatie is bovendien steeds voorzien van lovende commentaren.

Deze applicatie heeft als hoofddoel het weergeven van grafieken. Desmos kan bijgevolg erg gemakkelijk ingezet worden bij hoofdstukken over vergelijkingen. De grafische weergave is echter zo geavanceerd dat leerlingen ook ongelijkheden kunnen invoeren om op die manier een grafische voorstelling van de situatie te bekomen. De leerkracht kan er bovendien ook voor kiezen om afbeeldingen in te voegen in de applicatie om zo voor een mooie aansluiting bij de leefwereld van de leerlingen te zorgen.

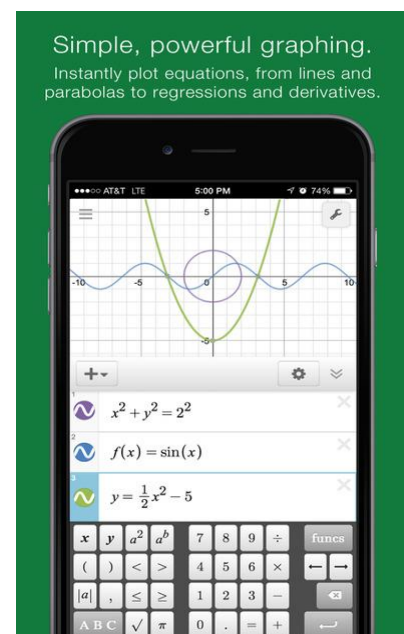


Figuur 20 Logo Desmos

Naast het weergeven van grafieken kan deze applicatie ook eenvoudig gebruikt worden voor het werken met de hoofdbewerkingen. De leerlingen kunnen alle soorten getallen invoeren. Een nadeel van Desmos is echter dat het resultaat van zo'n bewerking steeds in de decimale vorm gegeven wordt en niet in de breukvorm.

Een voordeel van Desmos is de gratis onlineversie die beschikbaar is van deze applicatie. Indien de applicatie om een bepaalde reden niet zou werken, kan de leerkracht nog steeds naar een computerlokaal verplaatsen om de leerlingen daar verder te laten werken op de computers.

Deze applicatie is dus heel geschikt voor de verschillende doeleinden in de eerste graad, maar ook in de tweede en derde graad van het secundair onderwijs. Het feit dat veel instituten deze applicatie reeds gebruiken, spreekt zeker in het voordeel van Desmos. Een minpunt is echter de onmogelijkheid om uitkomsten in breukvorm weer te geven.



Figuur 21 Screenshot Desmos

3.2.3 MyScript Calculator

MyScript Calculator wijkt sterk af van wat we verwachten van een normaal rekentoestel. Er wordt immers geen gebruik gemaakt van standaard toetsen. Deze applicatie gebruikt een andere invoermethode. Je moet namelijk zelf je opgave 'schrijven'. Dit kan je doen met je vingers, maar de makers van de applicatie raden aan om een stylo te gebruiken die gemaakt is voor touchscreens. Op die manier kan de applicatie beter herkennen wat er ingevoerd wordt.

Een groot voordeel van deze applicatie is dat het erg gebruiksvriendelijk is op het gebied van invoer. Leerlingen krijgen vaak opgaves die erg moeilijk zijn om in te voeren op een rekentoestel, maar niet moeilijk zijn om op te schrijven. Daarom is deze applicatie toch een zekere meerwaarde.

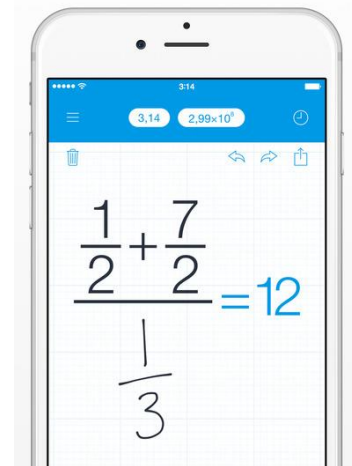
MyScript Calculator herkent alle basisbewerkingen en ook meer geavanceerde bewerkingen zoals goniometrische getallen kunnen aan bod komen met behulp van deze applicatie.

MyScript Calculator heeft echter ook verschillende nadelen. Een eerste nadeel is het feit dat de applicatie alle uitkomsten afrondt op maximaal 6 getallen na de komma, gevolgd door een beletselteken. Je kan echter ook kiezen voor de optie 'afroonden'. In dit geval wordt het beletselteken niet weergegeven, maar wordt het gelijkheidsteken vervangen door 2 boven elkaar geplaatste tildes, wat zoveel betekent als 'is ongeveer gelijk aan'. Net als bij Desmos ontbreekt bovendien de mogelijkheid om uitkomsten in breukvorm weer te geven. Dit kan natuurlijk een pijnpunt zijn in hoofdstukken over de rationale getallen.



Figuur 22 Logo MyScript Calculator

Fast and simple editing



Figuur 23 Screenshot MyScript Calculator

3.2.4 HiPER Scientific Calculator

De calculator van HiPER Scientific sluit nauw aan bij de Mobi Calculator. Beide hebben de meeste gelijkenissen met een traditionele rekenmachine en beschikken bovendien over meer dan voldoende functionaliteit om te gebruiken in het secundair onderwijs.

HiPER Scientific biedt bovendien bovenop zijn gratis versie ook een betalende versie aan. Deze kost €2,69 en heeft enkele bijkomende functionaliteiten ten opzichte van de gratis versie. De grootste meerwaarde van de betalende versie ten opzichte van de gratis versie is de mogelijkheid om te werken met complexe getallen. In de eerste graad is dit echter nog geen meerwaarde aangezien complexe getallen ten vroegste aan bod komen in de tweede graad.

HiPER Scientific biedt uiteraard de mogelijkheid om basisbewerkingen uit te voeren. Daarbovenop is deze applicatie ook geschikt voor goniometrische formules. Deze komen immers ook in het eerste leerjaar van de tweede graad al aan bod, dus dit is zeker een meerwaarde voor deze applicatie. Deze applicatie biedt ook de mogelijkheid om tussenresultaten op te slaan en later weer op te roepen. Het voordeel van deze feature is al verschillende malen besproken.



Figuur 24 Logo HiPER Scientific Calculator

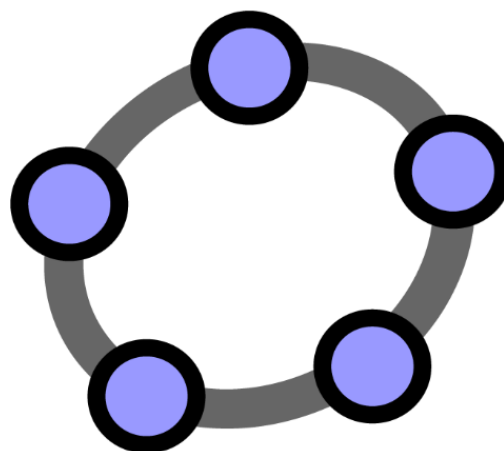


Figuur 25 Screenshot HiPER Scientific Calculator

3.2.5 Geogebra

Mensen die reeds gelezen hebben over Geogebra in de paragraaf over applicaties voor Windows zullen heel snel merken dat deze paragraaf hetzelfde zegt. Geogebra heeft in de loop der jaren gezorgd voor een mooie, uniforme applicatie die bruikbaar is op alle platforms.

Het project Geogebra is gestart in 2001 en is sindsdien in stijgende lijn gegaan. Zo'n project begon kleinschalig en tegenwoordig komt Geogebra op de markt met vernieuwingen zoals Geogebra 3D en ook statistiek wordt veel behandeld in de laatste versie van Geogebra. Dit geeft een goed beeld van de toenemende lijst aan mogelijkheden, die de laatste jaren steeds meer werd uitgebreid.



Figuur 26 Logo Geogebra

Vrijwilligers, zoals mijnheer Chris Cambré, zorgen voor een overvloed aan materiaal dat kan dienen voor leken, maar ook voor gevorderden die extra oefening willen. Dit materiaal gaat van demo's, die uitleggen hoe je moet werken met Geogebra, tot oefeningen die je helpen de leerstof onder de knie te krijgen.

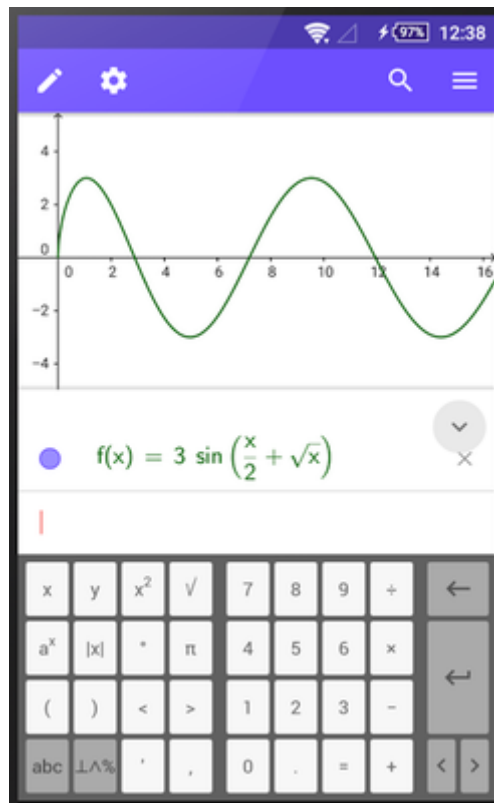
Dit is misschien wel de grootste kracht van Geogebra. Leerlingen kunnen namelijk steeds terugvallen op materiaal dat door vrijwilligers gemaakt is om zo hun vaardigheden in Geogebra te verbeteren.

Geogebra heeft bovendien ook een onlineversie en een versie voor computers. Deze versie is uiteraard uitgebreider dan de versie voor smartphones. Gebruikers mogen zich hier niet in vergissen, maar de applicatie op de smartphone heeft wel degelijk heel wat minder functionaliteit dan de computerversie.

Een eerste nadeel is de afronding, de applicatie op de smartphone rondt getallen immers af op 2 cijfers na de komma en plaatst bovendien ook geen enkel rationaal getal in de breukvorm.

De eerder beschreven nadelen doen onmiddellijk wenkbrauwen fronsen. Geogebra is echter een handige tool om bestanden aan te maken, op te slaan en te delen. Het is waarschijnlijk niet voldoende om het huidige rekentoestel te vervangen, vooral door de afronding.

Naast dit minpunt heeft Geogebra echter ook een hele hoop sterke punten. Zo komt verder alle functionaliteit aan bod die van een rekentoestel verwacht wordt. Gaande van de basisbewerkingen, tot machtsverheffing en absolute waarde.



Figuur 27 Screenshot Geogebra

3.3 Beschikbare applicaties voor IOS

Naast Windows en Android bestaat er nog een derde besturingssysteem. IOS is het besturingssysteem van Apple. De enige smartphone die dus momenteel IOS als besturingssysteem heeft, is de Iphone van Apple. 1 Smartphone met IOS ten opzichte van de vele smartphones die werken met Android, zou ons een verkeerd beeld kunnen geven van het belang van IOS. Dit zou namelijk kunnen doen uitschijnen dat IOS niet zoveel gebruikt wordt. Niets is echter minder waar. Android blijft wel koploper met een marktaandeel van 50%, maar IOS volgt op de tweede plaats, boven Windows. De oorzaak hiervan kunnen we vinden in de toenemende populariteit van de Iphone bij jongeren. Over het algemeen blijft Samsung de populairste smartphones op de markt brengen, maar als we kijken naar de doelgroep van jongeren, zien we dat Apple steeds populairder wordt.²

Dit zorgt er uiteraard voor dat Apple ook steeds meer applicaties met een didactisch nut op de markt brengt.

3.3.1 PCalc

PCalc wordt gezien als een van de betere calculators voor IOS. Deze applicatie kan voor veel verschillende doelgroepen nuttig zijn, gaande van ingenieurs tot leerlingen van het secundair onderwijs. Deze bachelorproef onderzoekt uiteraard het nu voor die laatste doelgroep. Het is echter niet onbelangrijk dat deze leerlingen op latere leeftijd eventueel nog de vruchten zouden kunnen plukken van het gebruik van deze applicatie.

Net als veel andere applicaties biedt ook PCalc een gratis versie en een betalende versie aan. De betalende versie kost €9,99 in de App Store. Deze betalende versie biedt voor de leerlingen van het secundair onderwijs nog geen echte meerwaarde. PCalc – The best calculator, de betalende versie van PCalc, is pas een echt meerwaarde als leerlingen verder gaan in de richting van ingenieurswetenschappen of computerwetenschappen. Voor een leerling van het secundair onderwijs volstaat PCalc Lite, de gratis variant van PCalc.



Figuur 28 Logo PCalc Lite

Een groot voordeel van deze applicatie is de geheugentoets waarmee erg veel bewerkingen uitgevoerd kunnen worden. Getallen kunnen namelijk opgeteld worden bij de waarde die reeds in dit geheugensegment zitten, maar kunnen er ook van afgetrokken worden. Op die manier werken leerlingen steeds met exacte resultaten en niet met afrondingen.

Een nadeel van deze applicatie is echter dat ook PCalc voorlopig niet de mogelijkheid biedt om uitkomsten weer te geven in breukvorm.

PCalc is erg goed bruikbaar voor alle basisbewerkingen behalve, zoals hierboven reeds vermeld, bewerkingen met rationale getallen in breukvorm. PCalc functioneert goed met breuken, maar kan dus zelf geen breuk uitschrijven.

² Sanoma deed onderzoek naar hoe mobiel België is.

Een ander minpunt van PCalc is het ontbreken van π . Dit kan tot uiting komen in hoofdstukken waar de cirkel in voorkomt, maar ook in eenvoudige oefeningen waar het getal pi in voorkomt.



Figuur 29 Screenshot PCalc Lite

3.3.2 Desmos

Mensen die reeds gelezen hebben over Desmos in de paragraaf over applicaties voor Android zullen heel snel merken dat deze paragraaf hetzelfde zegt. Desmos heeft gezorgd voor een mooie, uniforme applicatie die bruikbaar is op alle platforms.

Desmos is een applicatie die al door veel scholen en instituten gebruikt wordt. Deze applicatie is bovendien steeds voorzien van lovende commentaren.

Deze applicatie heeft als hoofddoel het weergeven van grafieken. Desmos kan bijgevolg erg gemakkelijk ingezet worden bij hoofdstukken over vergelijkingen. De grafische weergave is echter zo geavanceerd dat leerlingen ook ongelijkheden kunnen invoeren om op die manier een grafische voorstelling van de situatie te bekomen. De leerkracht kan er bovendien ook voor kiezen om afbeeldingen in te voegen in de applicatie om zo voor een mooie aansluiting bij de leefwereld van de leerlingen te zorgen.

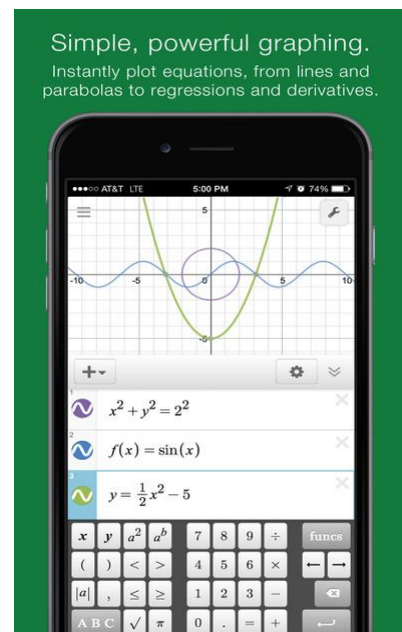


Figuur 30 Logo Desmos

Naast het weergeven van grafieken kan deze applicatie ook eenvoudig gebruikt worden voor het werken met de hoofdbewerkingen. De leerlingen kunnen alle soorten getallen invoeren. Een nadeel van Desmos is echter dat het resultaat van zo'n bewerking steeds in de decimale vorm gegeven wordt en niet in de breukvorm.

Een voordeel van Desmos is de gratis onlineversie die beschikbaar is van deze applicatie. Indien de applicatie om een bepaalde reden niet zou werken, kan de leerkracht nog steeds naar een computerlokaal verplaatsen om de leerlingen daar verder te laten werken op de computers.

Deze applicatie is dus heel geschikt voor de verschillende doeleinden in de eerste graad, maar ook in de tweede en derde graad van het secundair onderwijs. Het feit dat veel instituten deze applicatie reeds gebruiken, spreekt zeker in het voordeel van Desmos. Een minpunt is echter de onmogelijkheid om uitkomsten in breukvorm weer te geven.



Figuur 31 Screenshot Desmos

3.3.3 MyScript Calculator

MyScript Calculator wijkt sterk af van wat we verwachten van een normaal rekentoestel. Er wordt immers geen gebruik gemaakt van standaard toetsen. Deze applicatie gebruikt een andere invoermethode. Je moet namelijk zelf je opgave 'schrijven'. Dit kan je doen met je vingers, maar de makers van de applicatie raden aan om een stylo te gebruiken die gemaakt is voor touchscreens. Op die manier kan de applicatie beter herkennen wat er ingevoerd wordt.

Een groot voordeel van deze applicatie is dat het erg gebruiksvriendelijk is op het gebied van invoer. Leerlingen krijgen vaak opgaves die erg moeilijk zijn om in te voeren op een rekentoestel, maar niet moeilijk zijn om op te schrijven. Daarom is deze applicatie toch een zekere meerwaarde.

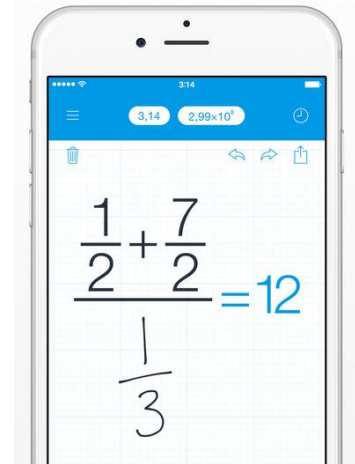
MyScript Calculator herkent alle basisbewerkingen en ook meer geavanceerde bewerkingen zoals goniometrische getallen kunnen aan bod komen met behulp van deze applicatie.

MyScript Calculator heeft echter ook verschillende nadelen. Een eerste nadeel is het feit dat de applicatie alle uitkomsten afrondt op maximaal 6 getallen na de komma, gevolgd door een beletselteken. Je kan echter ook kiezen voor de optie 'afrounden'. In dit geval wordt het beletselteken niet weergegeven, maar wordt het gelijkheidsteken vervangen door 2 boven elkaar geplaatste tildes, wat zoveel betekent als 'is ongeveer gelijk aan'. Net als bij Desmos ontbreekt bovendien de mogelijkheid om uitkomsten in breukvorm weer te geven. Dit kan natuurlijk een pijnpunt zijn in hoofdstukken over de rationale getallen.



Figuur 32 Logo MyScript Calculator

Fast and
simple editing



Figuur 33 Screenshot MyScript Calculator

3.3.4 Calculator

Elk apparaat met IOS wordt geleverd met een aantal applicaties die standaard aanwezig zijn. Eén van die applicaties is Calculator. Dit is de standaardcalculator van IOS. Alle toestellen zijn tegenwoordig standaard voorzien van een calculator, maar de calculator van IOS verdient toch de nodige aandacht aangezien dit een zeer degelijke applicatie is.

Een eerste groot voordeel van Calculator werd hierboven reeds aangehaald, de applicatie moet immers niet gedownload worden aangezien deze standaard aanwezig is op elk toestel van Apple.

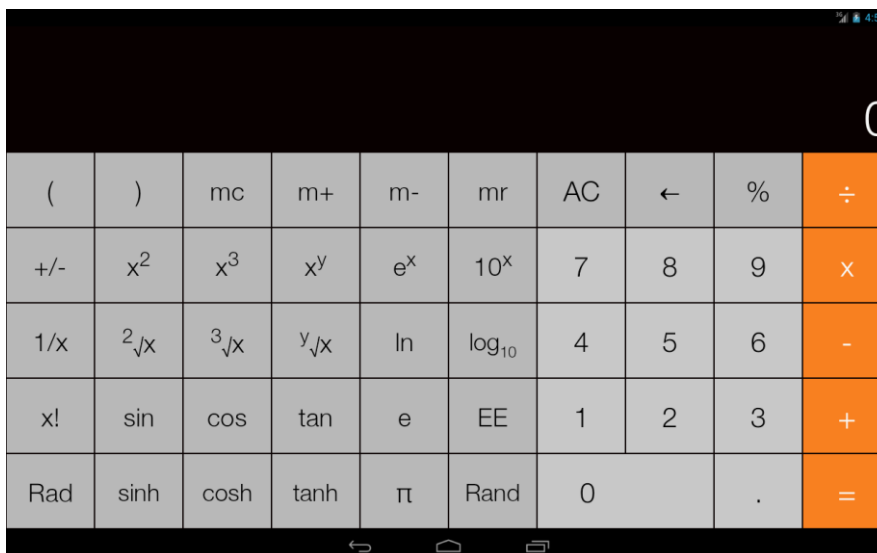
Ook Calculator is voorzien van een goede geheugenfunctie. We kunnen deze functie erg goed vergelijken met de geheugenfunctie van PCalc. Een klein nadeel van beide geheugenfuncties is dat je maar 1 getal per keer in het geheugen kan bewaren.



Figuur 34 Logo Calculator

Calculator biedt ook de mogelijkheid om goniometrische getallen te berekenen. Dit bovenop het feit dat alle hoofdbewerkingen makkelijk uitgevoerd kunnen worden maakt van Calculator een prima applicatie.

Een minpunt van deze applicatie is het ontbreken van de mogelijkheid om de absolute waarde te berekenen. Dit hoeft niet noodzakelijk een probleem te zijn als er in de les goed ingegaan wordt op het begrip 'absolute waarde'. Als de leerkracht hier voldoende tijd aan besteedt, is deze toets op de applicatie niet noodzakelijk.

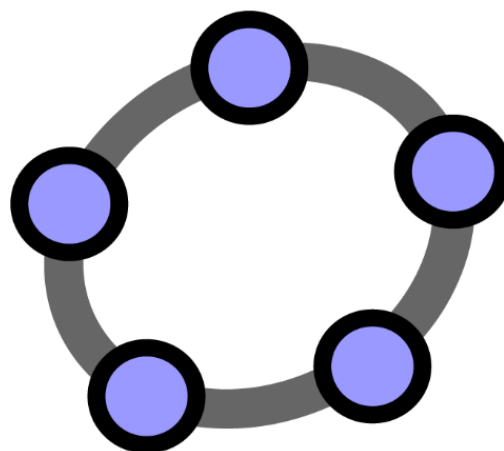


Figuur 35 Screenshot Calculator

3.3.5 Geogebra

Mensen die reeds gelezen hebben over Geogebra in de paragraaf over applicaties voor Windows of Android zullen heel snel merken dat deze paragraaf hetzelfde zegt. Geogebra heeft in de loop der jaren gezorgd voor een mooie, uniforme applicatie die bruikbaar is op alle platforms.

Het project Geogebra is gestart in 2001 en is sindsdien in stijgende lijn gegaan. Zo'n project begon kleinschalig en tegenwoordig komt Geogebra op de markt met vernieuwingen zoals Geogebra 3D en ook statistiek wordt veel behandeld in de laatste versie van Geogebra. Dit geeft een goed beeld van de toenemende lijst aan mogelijkheden, die de laatste jaren steeds meer werd uitgebreid.



Figuur 36 Logo Geogebra

Vrijwilligers, zoals mijnheer Chris Cambré, zorgen voor een overvloed aan materiaal dat kan dienen voor leken, maar ook voor gevorderden die extra oefening willen. Dit materiaal gaat van demo's, die uitleggen hoe je moet werken met Geogebra, tot oefeningen die je helpen de leerstof onder de knie te krijgen.

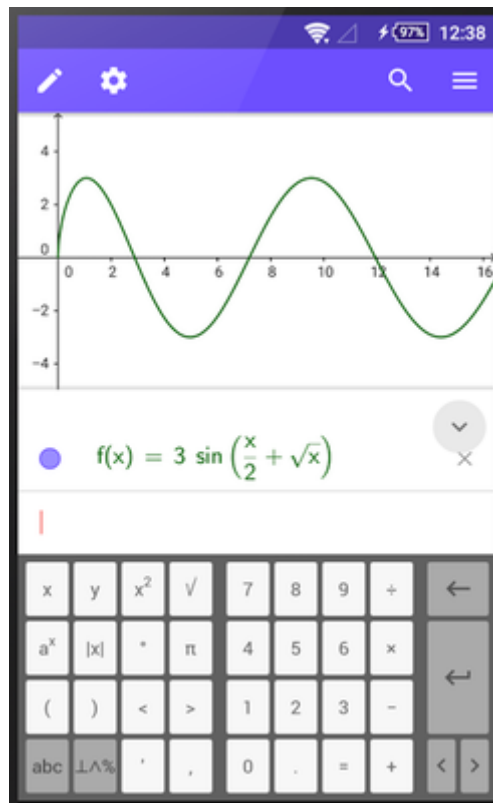
Dit is misschien wel de grootste kracht van Geogebra. Leerlingen kunnen namelijk steeds terugvallen op materiaal dat door vrijwilligers gemaakt is om zo hun vaardigheden in Geogebra te verbeteren.

Geogebra heeft bovendien ook een onlineversie en een versie voor computers. Deze versie is uiteraard uitgebreider dan de versie voor smartphones. Gebruikers mogen zich hier niet in vergissen, maar de applicatie op de smartphone heeft wel degelijk heel wat minder functionaliteit dan de computerversie.

Een eerste nadeel is de afronding, de applicatie op de smartphone rondt getallen immers af op 2 cijfers na de komma en plaatst bovendien ook geen enkel rationaal getal in de breukvorm.

De eerder beschreven nadelen doen onmiddellijk wenkbrauwen fronsen. Geogebra is echter een handige tool om bestanden aan te maken, op te slaan en te delen. Het is waarschijnlijk niet voldoende om het huidige rekentoestel te vervangen, vooral door de afronding.

Naast dit minpunt heeft Geogebra echter ook een hele hoop sterke punten. Zo komt verder alle functionaliteit aan bod die van een rekentoestel verwacht wordt. Gaande van de basisbewerkingen, tot machtsverheffing en absolute waarde.



Figuur 37 Screenshot Geogebra

4 Applicaties die voldoen aan de vereisten

4.1 Besturingssysteemonafhankelijke applicaties

In dit onderdeel worden de applicaties opgesomd die op alle besturingssystemen hanteerbaar zijn. Het is namelijk handig om een applicatie te gebruiken die voor alle leerlingen werkt, onafhankelijk van het type smartphone dat deze leerlingen gebruiken.

Onderzoek heeft echter aangetoond dat dit aanbod vooralsnog niet breed is. Onderzoek naar bruikbare applicaties toonde aan dat enkel Geogebra momenteel een applicatie heeft die voor zowel Windows, Android als IOS beschikbaar is.

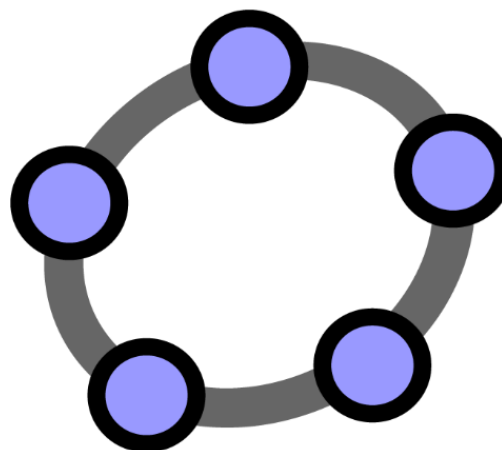
Desmos is de tweede kanshebber. Desmos heeft namelijk een applicatie uitgebracht die uitstekend functioneert op IOS en Android. Eerder onderzoek had al aangetoond dat Android, gevolgd door IOS de grootste aandeelhouder is in de markt van besturingssystemen voor smartphones. Dit is dus zeker al een stap in de goede richting, aangezien de twee meest vertegenwoordigde besturingssystemen alvast beroep kunnen doen op deze applicatie. Enkel Windows kan zich nog niet beroepen op Desmos. Desmos heeft echter ook een feature voorzien die platform- en besturingssysteemonafhankelijk is.

Desmos biedt immers ook een gratis onlineversie van haar applicatie aan. Deze onlineversie heeft zeker evenveel functionaliteit. Een minpunt aan deze onlineversie is dat leerlingen steeds internet zullen moeten gebruiken op het moment dat ze de applicatie nodig hebben. Dit geldt dus ook voor de examens.

We kunnen tussentijds dus concluderen dat Geogebra deze test het beste doorstaan heeft. Toch verdient ook Desmos het voordeel van de twijfel na deze test, rekening houdend met het voorlopig lage aantal gebruikers die smartphones gebruiken met Windows.



Figuur 39 Logo Desmos



Figuur 38 Logo Geogebra

Ook MyScript Calculator verdient de nodige aandacht aangezien deze applicatie uitstekend werk levert voor Android en IOS. We houden hier rekening met het relatief klein aantal gebruikers van Windows-Toestellen. Toch is het erg belangrijk dat, wanneer deze applicatie ingezet wordt in het secundair onderwijs, de leerkracht steeds in het bezit is van een oplossing voor leerlingen die wel Windows gebruiken.



Figuur 40 Logo MyScript Calculator

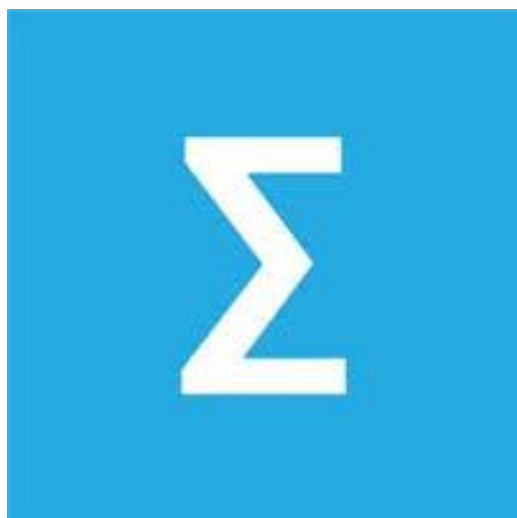
4.2 Applicaties met dezelfde functionaliteit als een rekentoestel

Naast het besturingssysteem zijn er nog een aantal andere factoren die bepalen of een applicatie wel of niet gebruikt kan worden als vervanging voor het rekentoestel in het secundair onderwijs. Eén van die factoren is het rekentoestel zelf. De vervanging van het rekentoestel door een applicatie zou immers geen stap vooruit zijn als deze applicatie niet minstens over dezelfde functionaliteit beschikt.

Voorgaande stelling moet toch met de nodige aandacht behandeld worden. Is het echt zo dat alle functionaliteit die een rekentoestel heeft, aanwezig moet zijn in deze applicatie? Deze vraag kan niet behandeld worden met ja of nee. Het vergt heel wat inschattings- en relateringsvermogen om te bepalen wat wel en niet van belang is. Zo is een applicatie waar je geen machtsverheffing mee kan doen bijvoorbeeld niet bruikbaar. Een applicatie waar je geen vijf verschillende tussenresultaten kan opslaan, maar wel drie, is wel bruikbaar.

Indien we op zoek gaan naar een applicatie die alle functionaliteit heeft die een rekentoestel heeft, zullen we momenteel vaststellen dat er geen enkele applicatie slaagt. Merk wel op dat er enkel onderzoek gedaan werd naar gratis applicaties aangezien dit de drijfveer was voor dit project. Men wilde immers de kosten drukken voor de leerlingen.

Wat dit project wel kan bieden, is een lijst van waardige kanshebbers die, met de technologische vooruitgang in het achterhoofd, wel een goede vervanging kunnen worden van het rekentoestel. Een select deel van de eerder besproken applicaties zal niet voldoen aan deze vereisten. Maar de overgrote meerderheid voldoet aan de meeste belangrijkste vereisten van een modern rekentoestel.



Figuur 42 Logo Microsoft Math



Figuur 41 Logo Photomath

De applicaties die helemaal niet voldoen aan deze vereisten zijn Photomath en Microsoft Math. Wat we voorlopig voorzichtig kunnen concluderen is dat beide applicaties draaien op Windows. We moeten hier ook rekening houden met de relatief jonge leeftijd van de opkomende Windows-toestellen.

De andere applicaties voldoen wel aan de vereisten. Toch kunnen we hier ook Calc Pro HD schrappen. De gratis versie van deze applicatie biedt immers niet genoeg functionaliteit. De betalende versie is wel degelijk, maar dan gaat de voorkeur toch naar gratis applicaties die over dezelfde functionaliteit beschikken.

4.3 Applicaties die voldoen aan de vereisten van het leerplan

Zoals eerder al werd aangehaald, legt ook het leerplan een aantal vereisten op wat betreft het gebruik van een rekentoestel. Er werd eerder al vermeld dat het leerplan een onderscheid maakte tussen directe vereisten enerzijds en indirecte vereisten anderzijds.

Wat de directe vereisten betreft, viel er een heel frappante gelijkenis op tussen de leerplannen van GO, VSKO en OVSG. De enige directe vereisten die vermeld stonden in deze drie leerplannen vermeldden het verplicht aanleren van handelingen die helpen bij het gebruik van een rekentoestel, maar ook het feit dat elke leerling een rekentoestel ter beschikking moet hebben.

Deze korte lijst van vereisten kunnen we wellicht wijten aan het feit dat deze leerplannen verouderd zijn en dus niet helemaal up-to-date zijn wat betreft de technologische vooruitgang van de laatste jaren.³

Wat de directe vereisten betreft, slagen dus alle applicaties. De indirecte vereisten zorgen voor een ander beeld.⁴ De overgrote meerderheid van deze vereisten vormt geen probleem voor de applicaties. Toch zijn er enkele vereisten die extra aandacht vergen als de applicaties ingezet zouden worden.

Leerlingen in de eerste graad leren werken met rationale getallen. Ze leren deze getallen aan in de decimale vorm, maar ook in de breukvorm. Het is daarom van belang dat leerlingen hier ook mee leren rekenen. De voorgestelde applicaties hebben echter een gezamenlijk probleem. De oplossing wordt steeds in decimale vorm weergegeven. De vraag die we ons dan moeten stellen is: "Moeten leerlingen hun rekentoestel gebruiken bij het optellen van breuken?". Het feit dat leerlingen moeten leren werken met rationale getallen in breukvorm lijkt geen twijfel, maar moet het rekentoestel dit ondersteunen? Dit is een afweging die door de leerkracht in kwestie gemaakt moet worden.

Verder zijn er twee applicaties die in hogere graden, of misschien zelfs al in de eerste graad, voor problemen kunnen zorgen wat betreft de nauwkeurigheid van uitkomsten. MyScript Calculator rondt namelijk alle uitkomsten af op zes cijfers na de komma. Geogebra rondt af op 2 cijfers na de komma. Vooral bij Geogebra zou dit voor problemen kunnen zorgen aangezien twee cijfers na de komma erg weinig is.

Wat de huidige generatie leerplannen betreft, moeten alle andere applicaties dus zeker volstaan om te gebruiken in de les. Wat leerkrachten doen met applicaties zoals Geogebra en MyScript Calculator, vergt dus enige afweging van voor- en nadelen van de applicaties in kwestie.

³ De meest recente leerplannen van de eerste graad van GO, VSKO en OVSG dateren van respectievelijk 2006, 2009 en 2008.

⁴ Sectie 2.2 geeft hier een duidelijk beeld van.

4.4 Bruikbaarheid van functionele applicaties

Welke applicaties zijn nu een aanrader en welke niet? In voorgaande paragrafen zijn de voor- en nadelen van verschillende applicaties aan bod gekomen met daarbij de nodige zin voor relativering. Een samenvatting van de voorgaande paragrafen kan leiden tot een mooie lijst van applicaties die in principe gebruikt zouden moeten kunnen worden in de praktijk.

Deze lijst houdt rekening met het besturingssysteem, de leerplanvereisten, maar ook de functionaliteit die op zijn minst aanwezig moet zijn. Zoals eerder al vermeld werd, zijn Desmos, Geogebra en MyScript Calculator de beste kanshebbers als we kijken naar de vereiste van het besturingssysteem.

Rekening houdend met de vereisten van het leerplan vielen Geogebra en MyScript Calculator dan weer een beetje uit de boot vanwege de afronding van decimale getallen. Toch verdienen beide applicaties het voordeel van de twijfel, MyScript Calculator door zijn uniciteit enerzijds en Geogebra door de ervaring en hoge functionaliteit anderzijds.

Anderzijds zijn er ook applicaties zoals HiPER Scientific Calculator en PCalc die zeker de moeite waard zijn om aan te halen. Deze applicaties zijn weliswaar niet besturingssysteemafhankelijk, maar hun hoge functionaliteit maakt van deze applicaties zeer sterke kanshebbers om ingezet te worden. Ook applicaties als Calculator en Mobi Calculator zijn noemenswaardige applicaties.

Geogebra, Desmos en MyScript Calculator zullen echter de voorkeur krijgen door het feit dat ze voor iedereen beschikbaar zijn en ook meer dan voldoende functionaliteit bieden. Het zal na een testperiode snel duidelijk worden of de afronding van Geogebra en MyScript voor problemen zorgen. Indien dit niet het geval is, is er alvast een lijst van drie mooie applicaties beschikbaar.

Leerkrachten kunnen echter ook de keuze maken om de klas te laten werken met twee applicaties, een applicatie voor Android en een applicatie voor IOS. Indien er ook Windows-toestellen gebruikt worden, kan de leerkracht kiezen voor Desmos aangezien deze ook een onlineversie aanbiedt.

De hierboven beschreven argumenten zorgen ervoor dat volgende applicaties deel uitmaken van de lijst van bruikbare applicaties: Desmos, Geogebra, MyScript Calculator, PCalc en HiPER Scientific Calculator. Deze applicaties zullen voorzien worden van een lesfiche waarin beschreven wordt hoe leerkrachten deze applicaties kunnen inzetten in de les en hoe de applicatie werkt. Deze lesfiches zijn terug te vinden in de bijlagen.

5 Testen in de praktijk

5.1 Opzet

Na het maken van lesfiches voor zowel leerling als leerkracht is het uiteraard ook van belang dat deze samen met de applicaties getest worden in de praktijk. Een theoretisch geheel op zich kan immers niet aantonen of de applicaties effectief gebruikt kunnen worden in de praktijk. De lesfiches zullen gedurende deze test dienstdoen als ondersteuning voor leerling en leerkracht.

Dit onderzoek werd uitgevoerd in dienst van scholengroep Domein Speelhof te Sint-Truiden. Dit is meteen ook de reden waarom de test ook doorgegaan is in deze scholengroep. De test vond plaats in de eerste graad aangezien dit ook een eerste fase zou zijn in de vervanging van rekentoestellen door applicaties op de smartphone.

Op het moment dat de plaats van testen bekend was, was het uiteraard ook belangrijk om een klas en leerkracht te vinden die konden dienen als testpersonen. Mijnheer Kenneth Vansichen volgde deze bachelorproef op de voet en was dus ook de geschikte leerkracht om te testen. In samenspraak met mijnheer Vansichen werd beslist dat de test zou doorgaan in de klas 1IW. Deze klas telt 10 leerlingen en bood dus een mooie kans om de applicaties te testen aangezien individuele bijsturing mogelijk is in een relatief kleine groep.

Deze test had als doel om de voor- en nadelen van de verschillende applicaties in de praktijk te ervaren. Bovendien kon deze test ook een beter beeld geven van mogelijke gevaren waar op voorhand geen rekening mee gehouden werd. Op die manier konden de lesfiches en de lijst met 'goede' applicaties nog bijgesteld worden alvorens ze definitief te publiceren.

5.2 Resultaat

In samenwerking met Kenneth Vansichen zijn de applicaties, die tijdens het uitschrijven van deze bachelorproef positief geëvalueerd werden, getest. Deze vijf applicaties werden vervolgens in de middenschool van Scholengroep Domein Speelhof veelvuldig getest door zowel mezelf als Kenneth Vansichen.

Voor de leerlingen was dit een zeer aangename afwisseling met de traditionele lessen, maar er moest uiteraard gewerkt worden om te testen of deze applicaties al dan niet een meerwaarde konden bieden ten opzichte van de traditionele rekentoestellen.

Verder hebben ook twee andere leerkrachten de applicaties getest. Ook Cedric Houbrechts heeft deze applicaties getest. Hij was bovendien ook voorstander van het gebruik van applicaties op de smartphone in de lespraktijk.

Men kan stellen dat deze tests een succes waren. De leerlingen gebruikten de applicaties goed en de applicaties zelf konden de meeste tests ook doorstaan. Het is bijvoorbeeld wel belangrijk dat gebruikers van MyScript Calculator weten dat het symbool om een deling in te voeren het volgende is: \div . Dit soort opmerkingen is erg belangrijk om rekening mee te houden alvorens professioneel aan de slag te gaan met de applicaties. Hierover volgt meer informatie in de kritische terugblik.

Een korte conclusie van deze test is dat de applicaties zeker een meerwaarde kunnen bieden. Welke applicatie nu gebruikt kan of zal worden hangt veel af van de leerkracht en de leerlingen, maar het is wel duidelijk dat de vijf geslaagde applicaties zeker een meerwaarde kunnen bieden in bepaalde (deel)domeinen van de wiskunde.

6 Het gebruik van de smartphone tijdens de examens

Als een school de keuze maakt om de traditionele rekentoestellen effectief te vervangen door de applicaties op de smartphone is het erg belangrijk dat ze voldoende aandacht besteedt aan het gebruik van deze smartphone tijdens examens. Het is immers niet de bedoeling dat leerlingen op die manier eenvoudiger zouden kunnen spieken. Bij het onderhandelen over het al dan niet invoeren van smartphones in de lessen is het dus ook van groot belang om hier voldoende aandacht aan te besteden.

6.1 Andere applicaties uitschakelen

Dit deel beschrijft hoe we spieken kunnen tegengaan door middel van het blokkeren van andere applicaties zoals Messenger en Facebook. Het is namelijk niet de bedoeling dat leerlingen in examenperiodes hun smartphone zullen gebruiken als hulpmiddel om eenvoudiger te kunnen spieken. Het is belangrijk om hier op voorhand voldoende aandacht aan te besteden om zo niet in de problemen te komen.

IOS biedt een zeer mooie standaardapplicatie om ervoor te zorgen dat de gebruiker van het toestel gedurende het examen beperkt is tot het gebruiken van 1 applicatie, namelijk **begeleide toegang**. Om te beginnen moet de gebruiker begeleide toegang inschakelen bij instellingen. Dit kan door naar de applicatie instellingen te gaan en vervolgens naar het onderdeel algemeen. De gebruiker klikt nu op toegankelijkheid en vind daar bij de subtitel 'leren' een optie 'begeleide toegang'. De gebruiker kan dit inschakelen. Dit kan door een code te verzinnen. Vervolgens gaat de gebruiker naar de applicatie die tijdens het examen gebruikt mag worden en drukt driemaal op de thuisknop. Begeleide toegang gaat nu van start. (Brebels, 2017, 22 februari – persoonlijke communicatie)

Als leerkracht is het belangrijk om te weten dat hij degene moet zijn die de code van de leerlingen bepaalt. De applicatie is immers rudimentair als de leerlingen hun code zelf mogen bepalen aangezien ze op die manier ook eenvoudig de begeleide toegang zelf kunnen uitschakelen.

Ook **Android** voorziet gebruikers van een standaardmogelijkheid die ervoor zorgt dat andere applicaties uitgeschakeld kunnen worden met een wachtwoord. Deze mogelijkheid heet **scherm vastzetten**. De werking is volledig hetzelfde als bij begeleide toegang. De gebruiker moet eerst een code instellen en vervolgens naar het scherm gaan dat hij wil vastzetten. Daarna klikt hij op het icoon in de rechterbenedenhoek van zijn scherm en vervolgens op de duimspijker om zijn scherm vast te zetten. Dit kan uiteindelijk ongedaan gemaakt worden door opnieuw de code in te geven.

Het is uiteraard van vitaal belang dat leerkrachten goed op de hoogte zijn van de manier waarop ze deze mogelijkheden kunnen gebruiken. In de bijlagen zijn daarom ook twee fiches toegevoegd waarin de stappen, die een leerkracht moet zetten om deze mogelijkheden te gebruiken, uitgelegd worden.

6.2 Andere gevaren van het gebruik van smartphones tijdens de examens

Naast het gevaar van spieken is het ook belangrijk dat je als leerkracht rekening houdt met andere mogelijke gevaren die verbonden zijn aan het gebruik van een smartphone tijdens een examen. Zo is het bijvoorbeeld nodig om, als leerkracht, ervoor te zorgen dat je altijd een rekentoestel bij je hebt als reserve voor leerlingen die, al dan niet bewust, hun smartphone

thuis vergeten om hun examen niet te moeten maken. Dit is voor een gewone ZRM niet anders, maar daar kan je als school wel gemakkelijker op inspelen door reservetoestellen te voorzien.

Ook moet je als leerkracht je leerlingen er zeker op attent maken dat de smartphones opgeladen moeten zijn alvorens ze aan hun examen beginnen. Je wilt immers geen situatie creëren waarin er in je lokaal 10 verschillende verdeeldozen liggen en een veelvoud aan adapters om de smartphones op te laden.

7 Kritische terugblik

7.1 Treffende meerwaarde

Na veelvuldig testen, mogen we concluderen dat deze applicaties op de smartphone enkele grote voordelen bieden ten opzichte van het traditionele rekentoestel.

Ten eerste is het zo dat leerlingen hun gsm steeds bij hebben en dat ze bijgevolg ook op elk mogelijk moment kunnen beschikken over de nodige applicaties. Dit is niet het geval met een rekentoestel; het gebeurt immers al te vaak dat leerlingen hun rekentoestel thuis vergeten en dat ze dus gedurende de hele les geen bijdrage kunnen leveren omdat ze de oefeningen niet zelf kunnen oplossen zonder rekentoestel.

De smartphone inzetten voor didactische doeleinden is ook een voorbeeld van meegaan met de technologische vooruitgang. De smartphones zijn namelijk al lang aanwezig in klaslokalen, maar niet voor doeleinden waar leerkrachten het mee eens zijn. Als de smartphones nu ook zouden ingezet worden voor inhoudelijke doeleinden in de les, zou dit een serieuze vooruitgang betekenen.

Ook op het vlak van motivatie is het gebruik van applicaties op de smartphone zeker een voltreffer. Leerlingen zijn immers veel gemotiveerder wanneer ze mogen werken op hun smartphone dan wanneer hen gevraagd wordt om hun rekentoestel te nemen. Dit is in het bijzonder het geval voor MyScript Calculator. De tests hebben uitgewezen dat de leerlingen dit een zeer aangename applicatie vinden en dat dit hen echt motiveert om mee te werken tijdens de les.

Applicaties zoals Desmos en Geogebra bieden dan weer een grote meerwaarde op grafisch gebied. Je kan dit soort applicaties immers vergelijken met de grafische rekenmachines, met als groot verschil dat de applicaties gratis zijn.

Dit laatste brengt ons ook tot een laatste groot voordeel, namelijk dat de bovengenoemde applicaties allemaal een gratis versie hebben. Op die manier komt er ruimte vrij in het budget van de leerlingen om aan andere dingen te spenderen. Dit kan er echter ook gewoon voor zorgen dat leerlingen die het thuis minder breed hebben op zijn minst kunnen beschikken over het materiaal dat nodig is voor de lessen.

Verder biedt HiPER Scientific Calculator uitkomsten in breukvorm aan. Dit is een grote meerwaarde ten opzichte van andere applicaties.

7.2 Nadelen

Na veelvuldig testen zijn er uiteraard ook enkele nadelen aan het licht gekomen. Sommige applicaties kwamen beter uit deze tests dan anderen.

Een applicatie waarbij veel nadelen aan het licht gekomen zijn, is Geogebra. Geogebra rondt namelijk af op twee getallen na de komma, wat niet voldoende is. Bovendien vonden de leerlingen van de klassen waarin deze applicatie getest werd dat de toetsen van de applicatie te klein waren. Dit verlaagt de gebruiksvriendelijkheid van de applicatie. Geogebra biedt bovendien wel de mogelijkheid om breuken in te voeren, maar geeft de uitkomst toch in de decimale vorm. Het is wel belangrijk om te vermelden dat dit niet enkel het geval is in Geogebra.

De opmerkingen die zich voorgedaan hebben na de test van PCalc waren min of meer dezelfde. Ook PCalc kan geen uitkomsten tonen in de breukvorm. De leerlingen vonden ook hier de toetsen te klein. Het is wel nodig om dit met de nodige nuancering te bekijken. Een ander nadeel van PCalc is, zoals reeds vermeld werd, het feit dat deze applicatie enkel beschikbaar is voor IOS. (Vansichen, 2017, 3 mei – persoonlijke communicatie)

HiPER Scientific Calculator is een applicatie die heel goed uit de tests kwam. Deze bood als grote meerwaarde uitkomsten in breukvorm aan. Het grote nadeel dat verbonden is aan HiPER Scientific Calculator is het feit dat deze applicatie enkel beschikbaar is voor Android.

Desmos en MyScript Calculator waren de twee applicaties die als beste uit de test kwamen. Beide applicaties zijn namelijk besturingssysteemonafhankelijk en werden enthousiast onthaald door het doelpubliek, de leerlingen. Een eventueel nadeel van MyScript Calculator is het feit dat getallen afgerond worden op zes cijfers na de komma. Dit moet natuurlijk goed bekeken worden door de vakgroepen wiskunde die dit eventueel willen gebruiken, aangezien dit op zich geen probleem moet zijn in de eerste graad.

7.3 Aanrader of niet

Het is belangrijk om na het testen van deze applicaties de afweging te maken of het nu effectief een aanrader is om de rekentoestellen te vervangen door smartphones die voorzien zijn van de juiste applicaties.

Het is naar mijn aanvoelen een goed idee om de rekentoestellen te vervangen, aangezien de tests hebben aangetoond dat er meerdere applicaties voor handen zijn die de rekentoestellen op een goede manier zullen kunnen vervangen. Het moet toch gezegd zijn dat het een beter idee zou zijn om niet te kiezen voor één specifieke applicatie maar een combinatie van twee applicaties. Een combinatie van Desmos en MyScript Calculator zal zeker een grote meerwaarde bieden, zowel in lessen meetkunde als in lessen getallenleer.

Het grote voordeel van de combinatie van bovengenoemde applicaties is het feit dat beide applicaties besturingssysteemonafhankelijk zijn en dus door alle leerlingen gebruikt kunnen worden. Bovendien zou MyScript Calculator op zich ook volstaan om een wetenschappelijke rekenmachine te vervangen. De combinatie met Desmos zorgt echter voor een visuele ondersteuning op meetkundig vlak, wat een zekere meerwaarde is op aanschouwelijk gebied.

Een andere combinatie die ook aan te raden is, is Desmos, PCalc Lite en HiPER Scientific Calculator. U merkt dat dit een combinatie is van drie applicaties. Dit is noodzakelijk omwille van het feit dat PCalc Lite enkel beschikbaar is voor IOS en HiPER Scientific Calculator enkel beschikbaar is voor Android. Door deze twee applicaties te combineren zijn zowel Android- als IOS-gebruikers voorzien van een applicatie die een rekentoestel op een waardige manier kan vervangen. Desmos zorgt ook in dit verhaal opnieuw voor de nodige visuele ondersteuning. Het is wel nodig om hierbij te vermelden dat dit meer flexibiliteit en engagement verwacht van de leerkracht. Ook het verschil in vooruitstrevendheid tussen Pcalc/HiPER en Myscript zal ervoor zorgen dat de motivatie bij de leerlingen licht verschilt. Toch is ook deze combinatie een zeer geschikte combinatie om te gebruiken in de lespraktijk.

Besluit

Bij het begin van dit proces werd duidelijk dat er veel meer applicaties beschikbaar zijn dan veel mensen zich kunnen inbeelden. Ik kwam jammer genoeg tot de vaststelling dat hier weinig tot geen geschreven literatuur over beschikbaar was, hetgeen op zich heel logisch is. Ik was dus beperkt tot het gebruik van onlinebronnen en de communicatie met scholen en instituten die hier meer kennis over hadden. Het was van groot belang om te filteren in resultaten en om een shortlist te maken van mogelijke applicaties. De applicaties die gebruikt moeten worden, moeten immers voldoen aan de vereisten van het leerplan. Het is ook belangrijk dat ze op zijn minst dezelfde functionaliteit aanbieden als het traditionele rekentoestel. Deze shortlist is vervolgens uitgetest en heeft ervoor gezorgd dat er een goed beeld gevormd werd van de mogelijkheden van deze applicaties in de lespraktijk.

Zoals reeds vermeld zijn MyScript Calculator en Desmos als beste applicaties uit deze test gekomen. De combinatie van deze twee applicaties biedt zonder enige twijfel het goedkopere alternatief voor een rekentoestel, hetgeen toch de drijfveer was van deze bachelorproef. De applicaties die uitgetest zijn voldoen wel **allemaal** aan de vereisten van het leerplan.

Een nadeel dat aan het licht gekomen is, is het feit dat niet alle Androidtoestellen de mogelijkheid bieden om op een gebruiksvriendelijke manier schermen vast te zetten. Toestellen die voorzien zijn van Android 7.0 of later hebben dit probleem niet.

Bibliografie

- 24HrTech. (2017, februari 7). *Top 10 Calculator Apps for Windows Phone 8.1 and 10*. Opgehaald van 24HrTech: <http://www.24hrtech.co/calculator-apps-for-windows-phone-8-10/1/>
- Apple. (sd). Calculator. *Calculator*. IOS.
- Apple. (sd). Logo Calculator. *Calculator*. IOS.
- Apple. (sd). Logo PCalc Pro Lite. *PCalc Pro Lite*. IOS.
- Apple. (sd). PCalc Pro Lite. *PCalc Pro Lite*. IOS.
- Blabla, F. (2015). *Kippevel*. Vllvoorde: Plantyn.
- Campus Tichelrij. (2017, februari 2). *Home*. Opgehaald van Campussite Tichelrij: <http://campustichelrij.be/>
- Contextmedia. (sd). Logo GO! Logo GO! GO!
- Ettes, G. (2017, juni 7). *In 3 stappen apps vastpinnen in Android Lollipop*. Opgehaald van Androidplanet: <https://www.androidplanet.nl/tips/apps-vastpinnen-android-lollipop/>
- Geogebra. (sd). Geogebra Screenshot. *Geogebra*. Geogebra.
- Geogebra. (sd). Logo Geogebra. *Logo Geogebra*. Geogebra.
- GO! (2017, februari 5). *Leerplannen en lessentabellen secundair onderwijs*. Opgehaald van GO! pro: <http://pro.g-o.be/blog/documents/2006-005.pdf>
- Google. (2017, februari 7). Desmos Graphing Calculator. Google.
- Google. (2017, februari 7). HiPER Scientific Calculator. Google.
- Google. (2017, februari 7). Mobi Calculator PRO. Google.
- Google. (sd). Logo Desmos. *Logo Desmos*. Desmos.
- Google. (sd). Logo MyScript Calculator. *MyScript Calculator*. MyScript Calculator.
- Google. (sd). Simple, powerful graphing. *Desmos*. Desmos.
- Hoe mobiel is België anno 2016?* (2017, februari 1). Opgehaald van Sanoma: <http://advertising.sanoma.be/nl/insights/hoe-mobile-belgie-anno-2016>
- International geogebra Institute. (2017, februari 6). *About Geogebra*. Opgehaald van Geogebra: <https://www.geogebra.org/about>
- International Geogebra Institute. (2017, februari 6). *Home*. Opgehaald van Geogebra: <https://www.geogebra.org/>
- International Geogebra Institute. (2017, februari 21). *Predefined Functions and Operators*. Opgehaald van Geogebra Wiki: https://wiki.geogebra.org/en/Predefined_Functions_and_Operators
- JavanMobile. (sd). Logo HiPER Scientific Calculator. *HiPER Scientific Calculator*. Google.
- Kruysbergen, N. V. (2017, mei 28). *Android afschermen voor kinderen*. Opgehaald van CT magazine voor computer en muziek: <https://www.ct.nl/artikelen/android-afschermen-kinderen/14546/>
- LH3. (sd). HiPER Scientific Calculator. *HiPER Scientific Calculator*. LH3.
- LH3. (sd). Logo Mobi Calculator. *Logo Mobi Calculator*. Mobi Calculator.
- LH3. (sd). Logo Photomath. *Logo PhotoMath*. Photomath.
- Microsoft Corporation. (2017, Februari 6). Microsoft Math. Microsoft.
- Microsoft. (sd). Logo Calc Pro HD. *Calc Pro HD*. Microsoft.
- Microsoft. (sd). Logo Windows. *Logo Windows*. Microsoft.
- MyScript. (sd). Logo MyScript. *Logo MyScript*. MyScript.
- NOS. (sd). *Smartphones in de klas*. NOS, Hilversum.
- OVSG. (2017, februari 5). *Secundair onderwijs*. Opgehaald van OVSG De gemeente maakt school: <http://www.ovsg.be/leerplannen/secundair-onderwijs>
- pbdko. (sd). Logo VVKSO. *Logo VVKSO*. VVKSO.
- Rodenbachschool. (sd). Logo OVSG. *Logo OVSG*. OVSG.
- Rossignol, J. (2017, februari 7). *iOS and Android Capture Combined 98.4% Share of Smartphone Market*. Opgehaald van MacRumors: <https://www.macrumors.com/2016/02/18/ios-android-market-share-q4-15-gartner/>

- Sabri, S. (2017, februari 6). *PhotoMath will make your Windows Phone do your math homework*. Opgehaald van Windowscentral:
<https://www.windowscentral.com/photomath-windows-phone>
- Scholengroep Domein Speelhof. (2017, februari 2). *Homepage*. Opgehaald van Scholengroep Domein Speelhof: <http://www.scholengroepdomeinspeelhof.be/>
- Speelhof, D. (sd). Domein Speelhof Logo. *Domein Speelhof*. Domein Speelhof, Sint-Truiden.
- Tichelrij, C. (sd). *logo wereldbol*. Campus Tichelrij, Sint-Truiden.
- VVKSO. (2017, februari 5). *Dienst Curriculum en vorming*. Opgehaald van Katholiek onderwijs Vlaanderen: <http://ond.vvksso-ict.com/leerplannen/doc/Wiskunde-2009-003.pdf>
- Walter, D. (2017, februari 9). *The best iOS calculator apps*. Opgehaald van macworld:
<http://www.macworld.com/article/2599240/the-best-ios-calculator-apps.html>
- Wikipedia. (2017, februari 6). *Geogebra*. Opgehaald van Wikipedia:
<https://en.wikipedia.org/wiki/GeoGebra>

Geraadpleegde werken

- 24HrTech. (2017, februari 7). *Top 10 Calculator Apps for Windows Phone 8.1 and 10*. Opgehaald van 24HrTech: <http://www.24hrtech.co/calculator-apps-for-windows-phone-8-10/1/>
- Apple. (sd). Calculator. *Calculator*. IOS.
- Apple. (sd). Logo Calculator. *Calculator*. IOS.
- Apple. (sd). Logo PCalc Pro Lite. *PCalc Pro Lite*. IOS.
- Apple. (sd). PCalc Pro Lite. *PCalc Pro Lite*. IOS.
- Blabla, F. (2015). *Kippevel*. Vllvoorde: Plantyn.
- Campus Tichelrij. (2017, februari 2). *Home*. Opgehaald van Campussite Tichelrij: <http://campustichelrij.be/>
- Contextmedia. (sd). Logo GO! Logo GO! GO!
- Ettes, G. (2017, juni 7). *In 3 stappen apps vastpinnen in Android Lollipop*. Opgehaald van Androidplanet: <https://www.androidplanet.nl/tips/apps-vastpinnen-android-lollipop/>
- Fluidity Software. (2017, februari 5). *Web Fluid Math*. Opgehaald van Fluidity Software: http://www.fluiditysoftware.com/index.php?option=com_content&view=article&id=81&Itemid=49
- Geogebra. (sd). Geogebra Screenshot. *Geogebra*. Geogebra.
- Geogebra. (sd). Logo Geogebra. *Logo Geogebra*. Geogebra.
- GO! (2017, februari 5). *Leerplannen en lessentabellen secundair onderwijs*. Opgehaald van GO! pro: <http://pro.g-o.be/blog/documents/2006-005.pdf>
- Google. (2017, februari 7). Desmos Graphing Calculator. Google.
- Google. (2017, februari 7). HiPER Scientific Calculator. Google.
- Google. (2017, februari 7). Mobi Calculator PRO. Google.
- Google. (sd). Logo Desmos. *Logo Desmos*. Desmos.
- Google. (sd). Logo MyScript Calculator. *MyScript Calculator*. MyScript Calculator.
- Google. (sd). Simple, powerful graphing. *Desmos*. Desmos.
- Hoe mobiel is België anno 2016?* (2017, februari 1). Opgehaald van Sanoma: <http://advertising.sanoma.be/nl/insights/ho-mobiele-belgie-anno-2016>
- International geogebra Institute. (2017, februari 6). *About Geogebra*. Opgehaald van Geogebra: <https://www.geogebra.org/about>
- International Geogebra Institute. (2017, februari 6). *Home*. Opgehaald van Geogebra: <https://www.geogebra.org/>
- International Geogebra Institute. (2017, februari 21). *Predefined Functions and Operators*. Opgehaald van Geogebra Wiki: https://wiki.geogebra.org/en/Predefined_Functions_and_Operators
- JavanMobile. (sd). Logo HiPER Scientific Calculator. *HiPER Scientific Calculator*. Google.
- Kruysbergen, N. V. (2017, mei 28). *Android afschermen voor kinderen*. Opgehaald van CT magazine voor computer en muziek: <https://www.ct.nl/artikelen/android-afschermen-kinderen/14546/>
- LH3. (sd). HiPER Scientific Calculator. *HiPER Scientific Calculator*. LH3.
- LH3. (sd). Logo Mobi Calculator. *Logo Mobi Calculator*. Mobi Calculator.
- LH3. (sd). Logo Photomath. *Logo PhotoMath*. Photomath.
- Microsoft Corporation. (2017, Februari 6). Microsoft Math. Microsoft.
- Microsoft. (sd). Logo Calc Pro HD. *Calc Pro HD*. Microsoft.
- Microsoft. (sd). Logo Windows. *Logo Windows*. Microsoft.
- MyScript. (sd). Logo MyScript. *Logo MyScript*. MyScript.
- NOS. (sd). *Smartphones in de klas*. NOS, Hilversum.
- OVSG. (2017, februari 5). *Secundair onderwijs*. Opgehaald van OVSG De gemeente maakt school: <http://www.ovsg.be/leerplannen/secundair-onderwijs>
- pbdko. (sd). Logo VVKSO. *Logo VVKSO*. VVKSO.
- Rodenbachschool. (sd). Logo OVSG. *Logo OVSG*. OVSG.

- Rossignol, J. (2017, februari 7). *iOS and Android Capture Combined 98.4% Share of Smartphone Market*. Opgehaald van MacRumors:
<https://www.macrumors.com/2016/02/18/ios-android-market-share-q4-15-gartner/>
- Sabri, S. (2017, februari 6). *PhotoMath will make your Windows Phone do your math homework*. Opgehaald van Windowscentral:
<https://www.windowscentral.com/photomath-windows-phone>
- Scholengroep Domein Speelhof. (2017, februari 2). *Homepage*. Opgehaald van Scholengroep Domein Speelhof: <http://www.scholengroepdomeinspeelhof.be/>
- Speelhof, D. (sd). Domein Speelhof Logo. *Domein Speelhof*. Domein Speelhof, Sint-Truiden.
- Shift. (2017, februari 6). *Digits, the calculator for humans*. Opgehaald van iTunes:
<https://itunes.apple.com/be/app/digits-calculator-for-humans/id364500115?mt=8&ign-mpt=uo%3D4>
- Tichelrij, C. (sd). *logo wereldbol*. Campus Tichelrij, Sint-Truiden.
- VVKSO. (2017, februari 5). *Dienst Curriculum en vorming*. Opgehaald van Katholiek onderwijs Vlaanderen: <http://ond.vvksso-ict.com/leerplannen/doc/Wiskunde-2009-003.pdf>
- Walter, D. (2017, februari 9). *The best iOS calculator apps*. Opgehaald van macworld:
<http://www.macworld.com/article/2599240/the-best-ios-calculator-apps.html>
- Wikipedia. (2017, februari 6). *Geogebra*. Opgehaald van Wikipedia:
<https://en.wikipedia.org/wiki/GeoGebra>
- xNeat. (2017, februari 6). *Calculator +*. Opgehaald van iTunes:
<https://itunes.apple.com/be/app/calculator-+/id351815470?mt=8&ign-mpt=uo%3D4>

Bijlagen

Bijlage 1: Desmos

Installatie

IOS

- Ga naar de App Store
- Installeer Desmos Graphing Calculator

Android

- Ga naar de Playstore
- Installeer Desmos Graphing Calculator

Online

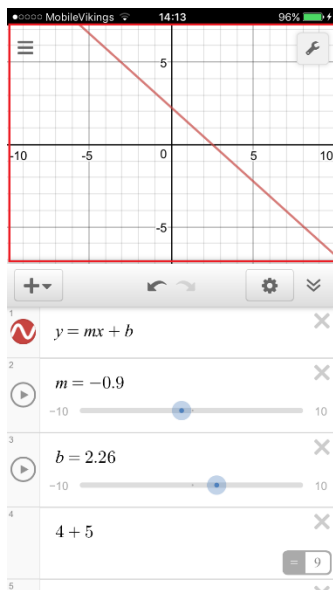
- Geen installatie vereist
- Surf naar: <https://www.desmos.com/calculator>

Voorbereiding

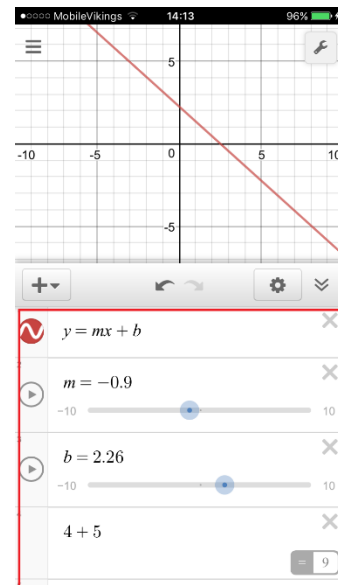
- Bestaat uit 2 grote onderdelen:
 - Tekenvenster
 - Algebravenster
- Toegang tot tekenvenster: drie streepjes in de rechterbovenhoek



Figuur 43 Desmos



Figuur 45 Tekenvenster Desmos

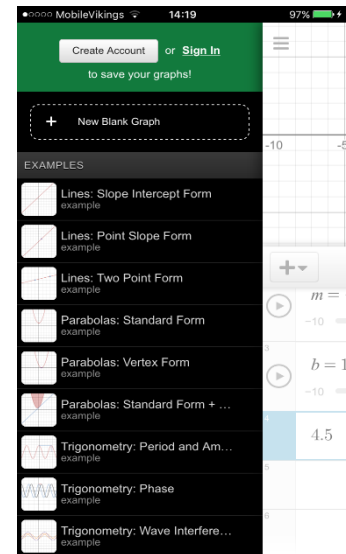


Figuur 44 Algebravenster Desmos

Gebruik

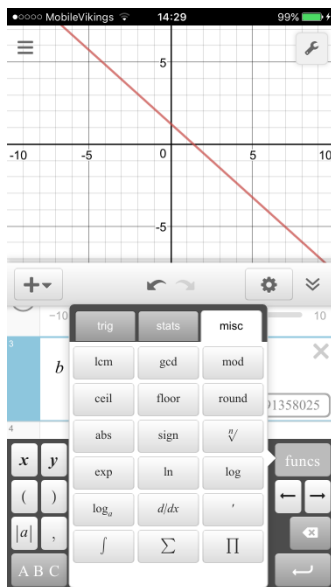
Tekenvenster

- Voor grafische doeleinden.
- Vooral handig voor de leerkracht om te zorgen voor visuele ondersteuning.
- “play”-toets maakt het mogelijk om invloed van a en b in de vorm $y = ax + b$ te demonstreren
- Toegang via 3 witte streepjes in de rechterbovenhoek
- Basisgrafiek invoeren en vervolgens aanpassen naar believen.
- Toepassingsmogelijkheden in eerste graad:
 - Vlakke figuren, stand van rechten
 - Hoeken, afstand van een punt tot een rechte
 - Spiegelingen, verschuivingen, draaiingen
 - Ruimtelichamen
 - Congruente figuren, gelijkvormige figuren



Figuur 46 Screenshot Desmos

Algebrafenster



Figuur 47 Ingebouwde functies Desmos

- Basisbewerkingen
- Decimale getallen: (1.25 → 1,25)
- Verschillende ingebouwde functies:
 - Vierkantswortel: sqrt Voorbeeld: $\sqrt{9} = 3$
 - Macht: ^ Voorbeeld: $2^3 = 8$
 - Absolute waarde: abs() Voorbeeld: $\text{abs}(-5) = 5$
 - Cosinus, sinus, tangens: cos(), sin(), tan()
- ⇒ Al deze functies kunnen echter ook ingevoerd worden zonder tekst door op de “funcs”-toets te drukken. Indien de gebruiker toch tekst wil invoeren drukt hij op de “A B C”-toets

Bijlage 2: Geogebra

Installatie

IOS

- Ga naar de App Store
- Installeer Geogebra Grafisch Rekenapparaat

Android

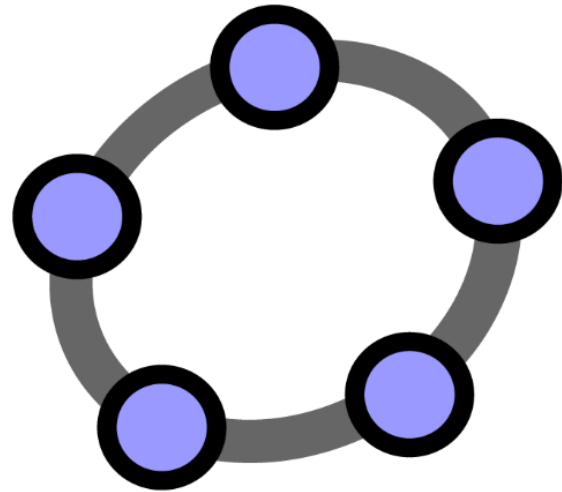
- Ga naar de Playstore
- Installeer Geogebra Grafisch Rekenapparaat

Windows

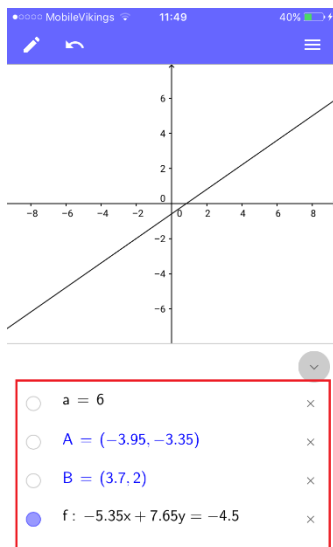
- Ga naar de Windows Store
- Installeer Geogebra Grafisch Rekenapparaat

Voorbereiding

- Bestaat uit 2 grote onderdelen:
 - Tekenvenster
 - Algebravenster
- Toegang tot tekenvenster: wit potlood in de linkerbovenhoek

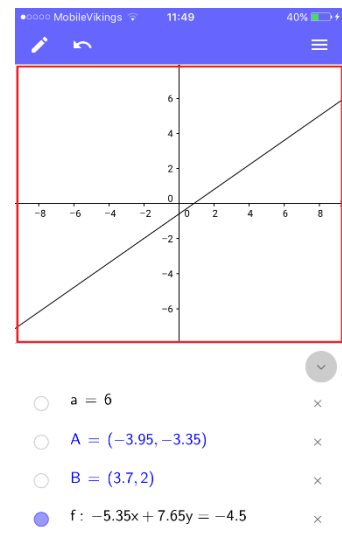


Figuur 48 Geogebra



Invoer...

Figuur 50 Algebravenster Geogebra

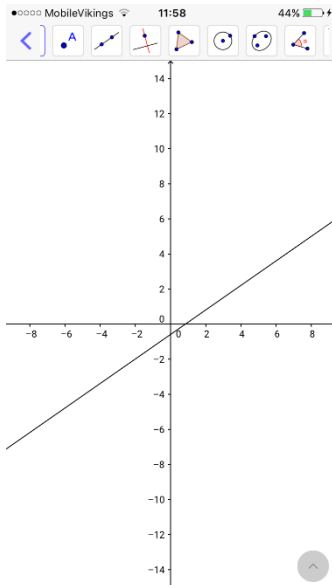


Invoer...

Figuur 49 Tekenvenster Geogebra

Gebruik Tekenvenster

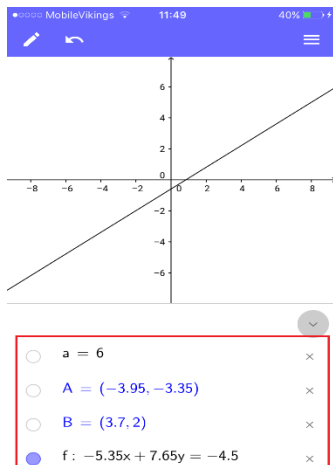
- Voor grafische doeleinden.
- Vooral handig voor de leerkracht om te zorgen voor visuele ondersteuning.
- Toegang via wit potlood.



*Figuur 51 Screenshot
Geogebra*

- Toepassingsmogelijkheden in eerste graad:
 - Vlakke figuren, stand van rechten
 - Hoeken, afstand van een punt tot een rechte
 - Spiegelingen, verschuivingen, draaiingen
 - Ruimtelichamen
 - Congruente figuren, gelijkvormige figuren

Algebravenster



*Figuur 52 Mogelijkheden
Geogebra*

- Basisbewerkingen
- Decimale getallen: (1.25 → 1,25)
- Verschillende ingebouwde functies⁵:
 - Vierkantswortel: sqrt Voorbeeld: sqrt(9) = 3
 - Macht: ^ Voorbeeld: 2^3 = 8
 - Absolute waarde: abs() Voorbeeld: abs(-5) = 5
 - Cosinus, sinus, tangens: cos(), sin(), tan()
 - π: pi
- Minpunt: Afronding op 2 cijfers na de komma + foutieve afronding. (0,125 wordt hier 0,12 in plaats van 0,13)

⁵ Voor een volledige lijst van ingebouwde functies:
https://wiki.geogebra.org/en/Predefined_Functions_and_Operators

Bijlage 3: MyScript Calculator

Installatie

IOS

- Ga naar de App Store
- Installeer MyScript Calculator

Android

- Ga naar de Playstore
- Installeer MyScript Calculator

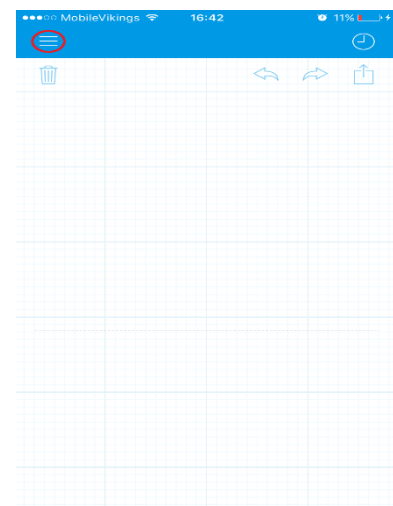


Figuur 53 MyScript Calculator

Voorbereiding

- Druk op de drie horizontale lijntjes die op de schermafbeelding rood omcirkeld zijn.
- Kies vervolgens voor de optie “settings”.
- Onder “result display” staat een onderdeel “decimal places”. Dit staat standaard op 2.
- Het maximum is hier 6. Stel het juiste aantal in. (Doe dit samen met de leerlingen opnieuw)
- Standaard staat de optie “truncated” ingesteld, pas dit aan door “rounded” in te stellen. Anders wordt de afronding immers op een wiskundig incorrecte manier uitgevoerd.

Extra: MyScript biedt mogelijkheid om te kiezen tussen automatische calculatie of handmatige calculatie. Er kan bovendien ook gekozen worden voor instellingen voor linkshandigen.



Figuur 54 Settings MyScript Calculator

Gebruik

Wat MyScript uniek maakt is het feit dat er geen gebruik gemaakt wordt van de traditionele toetsen. Gebruikers moeten hun opgave met hun vinger op hun toestel schrijven. MyScript herkent vervolgens de ingegeven opgave en berekent de oplossing.

De schermafdrak geeft een overzicht van de bewerkingen die herkend worden door de applicatie.

Afhankelijk van de gekozen optie bij “automatic calculation” wordt nu de oplossing getoond.⁶

De oplossing van deze opgave kan nu opgeslagen worden om later opnieuw gebruikt te worden. Dit kan door de oplossing 2 seconden aan te raken en dan naar de blauwe balk te slepen.⁷ Op de tweede schermafbeelding op deze bladzijde is een voorbeeldsituatie zichtbaar waarbij 2 en 11 zijn opgeslagen als tussenresultaten.

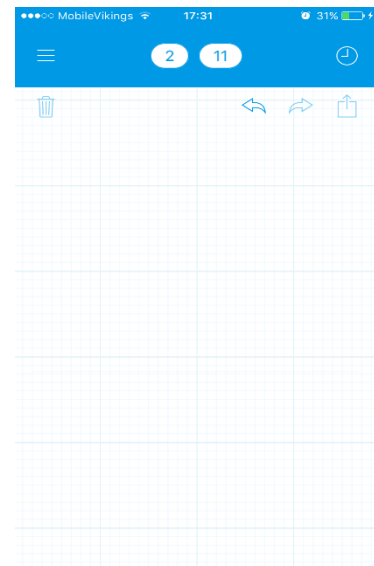
Verder bestaat ook de mogelijkheid om eerdere berekeningen opnieuw te bekijken. Ook dit is een feature die enkel aangeboden wordt in de PowerPack. Dit kan door op het klokje linksboven te drukken.



Operators and Constants
All these operators and constants are supported.

.....

Figuur 55 Gekende operatoren MyScript Calculator



Figuur 56 Geheugenfunctie MyScript Calculator

⁶ Als deze optie aangevinkt is, wordt de oplossing getoond, anders moet je eerst op “calculate” drukken. Het voordeel van het uitvinken van deze optie is dat de gebruiker langer de tijd krijgt om een opgave in te geven.

⁷ Dit kan 30 keer gratis. Daarna moet €0,99 betaald worden voor de zogenaamde ‘PowerPack’ die deze mogelijkheid biedt.

Bijlage 4: PCalc Lite

Installatie

IOS

- Ga naar de App Store
- Installeer PCalc Lite – The best free calculator

Android

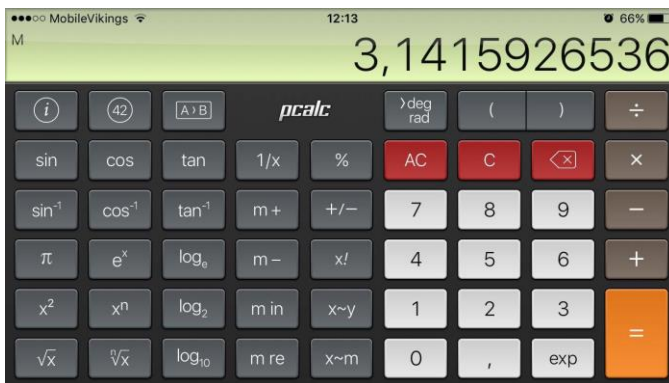
- Niet beschikbaar op Android
- Tegenhanger downloaden
- Installeer HiPER Scientific Calculator

Voorbereiding

- Keuze tussen menu's
 - Druk Op de infotoets
 - Selecteer "theme"
- 2 mogelijke standen
 - Liggend
 - Staand



Figuur 57 PCalc Lite



Figuur 58 Horizontale stand



Figuur 59 Verticale stand

Gebruik

Verticale stand

- Vergelijkbaar met gewone rekenmachine
- Goede geheugenfunctie:
 - Berekening van het getal
 - Duw op m+: het getal wordt nu opgeslagen in het geheugen.
 - M- zal de uitkomst aftrekken van het getal dat op dat moment in het geheugen zit.
 - MR is de toets die gebruikt wordt om te lezen wat er op dat moment in het geheugen staat.
- Verschillende “clear”-toetsen:
 - MC: memory clear: de inhoud van het geheugen wordt gewist.
 - AC: all clear: alles wordt gewist, zowel het geheugen als het laatst berekende resultaat.
 - C: clear: enkel het huidige resultaat wordt gewist.
- +/-: Deze toets kan gebruikt worden om het toestandsteken van een uitkomst te veranderen.

Horizontale stand

- Extra mogelijkheid voor goniometrische getallen, pi, vierkantswortels, machten en faculteit.
- Keuze om te kiezen tussen graden en radialen via de “rad deg” toets.
- Toelichting nieuwe toetsen:
 - x^2 : toets eerst de waarde van x in en duw vervolgens op deze toets.
 - x^n : toets eerst de waarde van x in, duw vervolgens op deze toets en toets tenslotte de waarde van n in.
 - \sqrt{x} : toets eerst de waarde van x in en duw vervolgens op deze toets.
 - $x!$: toets eerst de waarde van x in en duw vervolgens deze toets in.
 - $\sqrt[n]{x}$: toets eerst de waarde van x in, duw vervolgens op deze toets en toets tenslotte de waarde van n in.

Bijlage 5: HiPER Scientific Calculator

Installatie

IOS

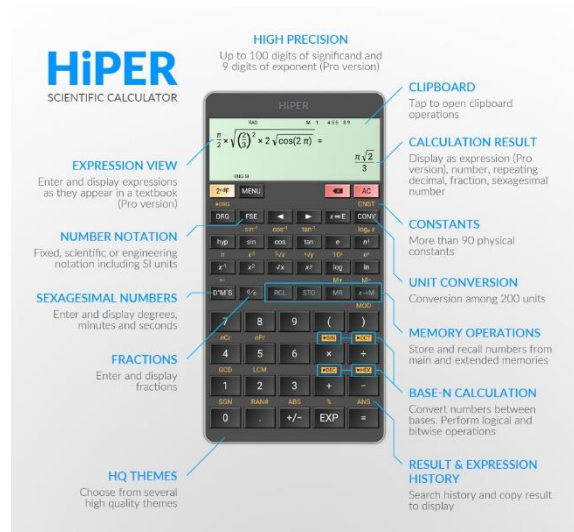
- Niet beschikbaar op IOS
- Tegenhanger downloaden
- PCalc Lite

Android

- Niet beschikbaar op Android
- Tegenhanger downloaden
- Installeer HiPER Scientific Calculator

Voorbereiding

- Keuze tussen menu's
 - Druk op menu
 - Selecteer "theme"
- 2 mogelijke standen
 - Liggend
 - Staand



Gebruik

Verticale stand en horizontale stand

- Vergelijkbaar met gewone rekenmachine
- Goede geheugenfunctie:
 - Berekening van het getal
 - Duw op STO: het getal wordt nu opgeslagen in een geheugenplaats naar keuze.
 - MR is de toets die gebruikt wordt om te lezen wat er op dat moment in het geheugen staat.
 - RCL wordt gebruikt voor het lezen van een specifieke geheugenplaats naar keuze die u reeds eerder gevuld heeft met STO.
- Verschillende “clear”-toetsen:
 - MC: memory clear: de inhoud van het geheugen wordt gewist.
 - AC: all clear: alles wordt gewist, zowel het geheugen als het laatst berekende resultaat.
 - C: clear: enkel het huidige resultaat wordt gewist.
- +/-: Deze toets kan gebruikt worden om het toestandsteken van een term/factor te veranderen.
- Keuze om te kiezen tussen graden en radialen via DRG.
- Toelichting nieuwe toetsen:
 - x^2 : toets eerst de waarde van x in en duw vervolgens op deze toets.
 - x^n : toets eerst de waarde van x in, duw vervolgens op deze toets en toets tenslotte de waarde van n in.
 - \sqrt{x} : toets eerst de waarde van x in en duw vervolgens op deze toets.
 - $x!$: toets eerst de waarde van x in en duw vervolgens deze toets in.
 - $\sqrt[n]{x}$: toets eerst de waarde van x in, duw vervolgens op deze toets en toets tenslotte de waarde van n in.
 - d/c: deze toets wordt gebruikt voor de invoer van breuken.

Bijlage 6: Begeleide toegang

Instellen

IOS

- Open Instellingen
- Kies Algemeen
- Kies Toegankelijkheid
- Scroll naar Leren en kies Begeleide toegang
- Zet begeleide toegang aan
- Kies Toegangscode-instellingen
- Kies een toegangscode (de leerkracht)

Inschakelen

- Open de applicatie die je wilt vastzetten
- Duw driemaal op de thuisknop
- Kies nu delen van het scherm die inactief moeten zijn
- Begeleide toegang gaat nu van start
- De leerling kan enkel nog het huidige scherm gebruiken

Uitschakelen

- Duw driemaal op de thuisknop
- Geef de toegangscode in (de leerkracht)
- Opties kunnen nu aangepast worden
- Begeleide toegang kan stopgezet worden

Bijlage 7: Scherm vastzetten

Instellen

Android

- Belangrijk: zorg voor een up-to-date versie van Android
- Open Instellingen
- Scroll naar Privacy & veiligheid en kies beveiliging
- Kies Scherm vastzetten
- Stel een code in om 'Scherm vastzetten' in te schakelen

Inschakelen

- Open de applicatie die je wilt vastzetten
- Ga naar het multitaskvenster (het vierkantje in de rechteronderhoek)
- Kies nu voor het pinnetje bij de gewenste applicatie
- Je applicatie wordt nu vastgezet

Uitschakelen

- Ontgrendel het toestel opnieuw