LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

Vak: **AV Wiskunde** 16 lt/w

Studierichting: **Bijzondere wetenschappelijke vorming**

Onderwijsvorm: **ASO**

Graad: **derde graad**

Leerjaar: **derde leerjaar**

Leerplannummer: **2007/093**

(vervangt 93251)

Nummer inspectie: **2007 / 52 // 1 / G / SG / 1 / III3 / / D/**

Pedagogische begeleidingsdienst
GO! Onderwijs van de
Vlaamse Gemeenschap
Emile Jacqmainlaan 20
1000 Brussel

Inhoud

VISIE

De studierichting Bijzondere Wetenschappelijke Vorming is een volwaardig zevende jaar Algemeen Secundair Onderwijs. Daarnaast kan dit jaar ook beschouwd worden als een voorbereidend jaar met een uitgebreid pakket wiskunde.

Het is niet omdat de toelatingsproef voor burgerlijk ingenieur niet meer bestaat, dat deze studierichting geen zin meer zou hebben. Leerlingen die een gedegen voorbereiding wensen op wetenschappelijke richtingen in het hoger onderwijs (master wiskunde, master fysica, master informatica, handelsingenieur, burgerlijk ingenieur, enzovoort) zijn hier aan het juiste adres. Naast een uitgebreid pakket wetenschappen (biologie, chemie, fysica) wordt hier ook een uitgebreid pakket wiskunde aangeboden.

Leerlingen die in de tweede en/of derde graad geopteerd hebben voor een minder wetenschappelijke/wiskundige studierichting kunnen hun kennis op deze vakgebieden hier uitbreiden zodat de kans op slagen bij een wetenschappelijke studierichting in het hoger onderwijs aanzienlijk toeneemt. Tevens biedt deze studierichting een aanzienlijke slaagkans bij deelname aan toelatingsexamens voor de Koninklijke Militaire School of bij deelname aan de toelatingsproef voor geneeskunde of tandarts.

Naast een gedegen theoretische fundering gaat er uitgebreide aandacht naar het oplossen van oefeningen van alle moeilijkheidsgraden en naar probleemoplossend denken.

De onderstaande doelstellingen bieden tevens de flexibiliteit om binnen de lessen de nodige differentiatie aan bod te laten komen. Op die wijze kan aan de verwachtingen van alle leerlingen worden voldaan.

BEGINSITUATIE

De leerlingen die kiezen voor de studierichting Bijzondere wetenschappelijke vorming hebben een duidelijke interesse voor wiskunde en wetenschappen en komen uit diverse richtingen van de derde graad ASO/TSO. Deze heterogene groep heeft als gemeenschappelijk kenmerk dat ze zich onvoldoende voorbereid voelen of een te beperkte kennis wiskunde hebben om met succes vervolgstudies in wetenschappelijke - wiskundige richtingen in het hoger onderwijs aan te vatten. Specifiek voor het vak wiskunde betekent dit dat de leerlingen vaak instromen uit studierichtingen met een beperkt aantal uren wiskunde.

De leraar zal daarom extra aandacht moeten besteden aan de specifieke beginsituaties van de leerlingen. Belangrijk hierbij is dat de leraar bij de aanvang van elk leerstofonderdeel nagaat wat voor de individuele leerlingen de belangrijkste hiaten zijn. De leerstof sluit aan met de leerinhouden en -doestellingen van het vak wiskunde van de tweede en derde graad ASO/TSO. De belangrijkste leerinhouden worden herhaald en uitgediept om zo de wiskundige kennis van de leerlingen naar een hoger beheersingsniveau te brengen.

Van de leerlingen die kiezen voor Bijzondere wetenschappelijke vorming wordt verwacht dat zij voldoende inzet en interesse opbrengen en dat zij bereid zijn om regelmatig en zelfstandig te leren.

ALGEMENE DOELSTELLINGEN

1 De leerlingen begrijpen en gebruiken wiskundetaal

In de eerste plaats moeten de leerlingen de gepaste terminologie en notaties kennen. Naast de kennis ervan moet ernaar gestreefd worden dat deze terminologie en notaties spontaan worden toegepast.

Bij wiskundetaal moet ook de nodige aandacht besteed worden aan het verwoorden (met een vloeiende zin) van een in symbolen geformuleerde eigenschap. Omgekeerd moet ook de nodige aandacht besteed worden aan het formuleren met wiskundige symbolen van in woorden geformuleerde eigenschappen. Het gebruik van onder andere kwantoren en elementaire notaties uit de verzamelingenleer kunnen hier zeker aan bod komen.

Tenslotte (dit betekent niet dat deze opsomming limitatief is) dient de nodige aandacht besteed te worden aan het correct verwoorden van gebruikte werkwijzen.

2 De leerlingen passen probleemoplossende vaardigheden toe

Eén van de vormende-waarde-componenten inherent aan de wiskunde hangt samen met de vaardigheid om opdrachten, opgaven, problemen, vaak vanuit uiteenlopende invalshoeken, te benaderen.

Het behoort tot de taak van de leraar, en dit bij vele gelegenheden, die diverse oplossingsmethodes naast elkaar aan te bieden en tegelijk voor- en nadelen ervan tegen elkaar af te wegen.

Dit uit zich alvast op het eenvoudigste echelon waar, reeds bij elementaire oefeningen, bestaande rekenregels toelaten om i.p.v. de geijkte volgorde van de bewerkingen, en dit met goed gevolg, alternatieve wegen te kiezen.

Men vindt dit tweespoor ook terug bij het uitrekenen van een veranderlijke in een formule, waar nu eens het omvormen van de formule en het berekenen van de overeenstemmende getalwaarde, dan weer het aanvankelijk invullen van de gegeven waarden en het oplossen van de betrokken vergelijking, uitsluitsel geven.

Het terrein bij uitstek echter om die geschakeerde benaderingen aan bod te laten komen, ligt vanzelfsprekend in die leerstofonderdelen waar ze als het ware in de leerplaninhouden zijn geïnstitutionaliseerd.

We denken aan:

- de meetkunde in haar totaliteit;
- de diverse visuele voorstellingen zoals: grafieken, diagrammen, schema's;
- de verschillende oplossingsmethodes bij stelsels.

Kort en bondig denken we aan alle aangereikte hulpmiddelen om gegeven verbale opdrachten te mathematiseren.

Ook uit de tegenvoorbeelden kan veel worden opgestoken. Het vooralsnog ontbreken of het totaal onbestaande zijn van rekenregels leiden voorlopig, ofwel definitief, tot welgeteld één correcte berekeningstechniek.
Het eerste geeft aanleiding tot het in het vooruitzicht stellen van toekomstige leerstof. Het tweede kan benut worden om verkeerdelijk extrapoleren door de leerlingen van bestaande rekenregels (de macht van een product is het product van de machten, maar dat geldt niet voor een som; het tegengestelde van een som is de som van de tegengestelden, maar dit geldt niet voor een product) tegen te gaan.

3 De leerlingen controleren de resultaten op hun betrouwbaarheid

Resultaten in de enge zin van het woord worden nogal eens vereenzelvigd met numerieke uitkomsten of uitgewerkte opdrachten binnen de bewerkingen met lettervormen.

Bij het eerste type zijn o.m. de proef op de bewerking, de proef op de vergelijking, het voorafgaandelijk of naderhand schatten van de uitkomsten geijkte hulpmiddelen waarmee de leerlingen reeds voldoende vertrouwd zijn.

Bij het tweede type zijn het de "andersom-operaties”, die vaak uitsluitsel geven. Bijvoorbeeld: ontbinding in factoren versus uitgebreide distributiviteit, deling van veeltermen versus vermenigvuldiging van veeltermen …

Resultaten in de ruime zin zijn echter zoveel meer. Ze zijn in wezen elk antwoord op elke gestelde vraag en dus beperkt controle vanwege de leerling zich allerminst tot het hanteren van rekentechnieken.
Bij een geleverd bewijs in de meetkunde vergt het de wettiging van elke tussenstap, bij een vraag naar een gebruikte eigenschap dient het antwoord gekozen te worden binnen een passende cluster, bij het uitkiezen van een formule moet het zinvolle ervan nagetrokken worden.

Het eerste voorbeeld houdt verband met logisch deduceren, het tweede met het beheersen van wiskundetaal, het derde met het mathematiseren van een begrip. Alle voorbeelden hebben echter te maken met kennis, inzicht en kritische ingesteldheid.

4 De leerlingen leggen een zin voor nauwkeurigheid aan de dag bij het hanteren en het toepassen van de wiskunde

Het is vanzelfsprekend dat doorheen het wiskundeonderwijs, waarbij wiskunde bekend staat als een exacte wetenschap, de leerlingen permanent gewezen worden op het belang van nauwkeurig werken. We denken daarbij aan de constructie van meetkundige figuren, maar ook aan het tekenen van bijvoorbeeld functies in de analyse. Maar niet alleen het tekenwerk dient met de nodige nauwkeurigheid te verlopen, ook bij het rekenwerk is dit heel belangrijk. Zo is het bijvoorbeeld heel belangrijk leerlingen te wijzen op problemen die kunnen ontstaan bij het gebruiken van afrondingen bij ‘tussenberekeningen’, die in vele gevallen niet echt noodzakelijk zijn.

Maar ook bij de opbouw van de theorie speelt nauwkeurigheid een belangrijke rol, niet alleen bij het correcte gebruik van het wiskundig formularium, maar eveneens bij de juiste verwoording ervan. Het is bij dit laatste dat er nogal eens wat durft mis te lopen, vandaar dat dit bijzondere aandacht vraagt.

5 De leerlingen gebruiken informatie- en communicatietechnologie (ICT) om wiskundige informatie te verwerken, berekeningen uit te voeren of wiskundige problemen te onderzoeken

Reeds vanaf de eerste graad is ICT (rekentoestel bij berekeningen, computer bij meetkunde) een niet meer weg te denken didactisch hulpmiddel binnen de wiskundeles.

Nadien is dit nog uitdrukkelijker het geval, alvast in die situaties waar al te tijdrovende bewerkingen een harmonische ontwikkeling van de theorie in de weg staan. Dit houdt meteen in dat de bediening van de toetsen gelijke tred moet houden met de introductie van nieuwe begrippen en de daaraan gekoppelde nieuwe operaties.

Heel uitdrukkelijk dient binnen die context gewezen op de aandacht die leerlingen moeten besteden aan het stelsel van grootheden waarin wordt gewerkt.

Uiteindelijk is het de bedoeling dat de leerling ICT ervaart als een machtig hulpmiddel, echter nooit als een doel op zich. Dit betekent dat een al te slaafs gebruik ervan en een al te mechanisch, inzichtloos indrukken van de toetsen moeten ingedijkt worden.

6 De leerlingen analyseren, schematiseren en structureren wiskundige informatie

Onze snel evoluerende samenleving noopt tot soepelheid om snel en efficiënt problemen op te lossen. Geïnspireerd door het probleemoplossend denken en door zelfvertrouwen kweekt de leerling vorsingsdrang om complexe problemen op te lossen. Problemen bevatten een reeks gegevens (informatie) en monden uit in een vraag tot oplossing. Teneinde deze oplossing te kunnen bereiken of alleszins na te streven moeten de leerlingen de complexiteit van gegevens kunnen ontwarren (ontleden, analyseren), vanuit deze analyse de gegevens in schema brengen en dit schema inpassen in een passende en verantwoorde structuur.

7 De leerlingen kunnen voorbeelden geven van reële problemen die met behulp van wiskunde kunnen worden opgelost

Indien de leraar zorgt voor de behandeling van voldoende problemen uit de realiteit, is het vanzelfsprekend dat de leerlingen deze kunnen aanhalen als voorbeelden van reële problemen die met behulp van wiskunde kunnen opgelost worden.

8 De leerlingen ontwikkelen zelfregulatie: het oriënteren op de probleemstelling, het plannen, het uitvoeren en bewaken van het oplossingsproces

Het is logisch dat leerlingen bij het ervaren van moeilijkheden bij het oplossen van wiskundige problemen en het verwerven en verwerken van wiskundige informatie, deze moeilijkheden trachten te overwinnen. Dit vraagt in de meeste gevallen een bijsturing van het leerproces, waarbij de rol van de leraar zeker niet mag onderschat worden. Het optimale niveau is natuurlijk zelfregulatie door de leerlingen, waarbij de ondersteuning door de leraar herleid wordt tot nul. Deze bijsturing van het leerproces is een belangrijke attitude voor de toekomst van de leerlingen, hetzij bij verdere studies, hetzij in het beroepsleven. Daarom verdient deze doelstelling zeker de nodige aandacht.

9 De leerlingen ontwikkelen zelfvertrouwen door succeservaring bij het oplossen van wiskundige problemen

Het is vanzelfsprekend dat succeservaring heel belangrijk is in de ontwikkeling van het zelfvertrouwen van de leerlingen. Een leerling die nooit kan volgen en geen enkele vraag kan beantwoorden, zal zich vrij nutteloos en zelfs minderwaardig gaan voelen. Waak echter ook over het feit dat je de leerling niet het gevoel geeft dat je hem alleen aanspreekt met supereenvoudige vragen. Ook dit is niet bevorderlijk voor het zelfvertrouwen. Begeleid de leerlingen tijdens dit groeiproces zo individueel mogelijk. Besteed de nodige aandacht aan het leerproces en niet alleen aan het product. Zorg voor een niet uitsluitend cognitief gericht onderwijs.

10 De leerlingen ontwikkelen bij het aanpakken van problemen zelfstandigheid en doorzettingsvermogen

Het verwerven van probleemoplossende vaardigheden is een uitstekende kans om zelfstandigheid en doorzettingsvermogen te verwerven. Leerlingen zelfstandig laten werken biedt ook mogelijkheden tot een gedifferentieerde aanpak, waarbij leerlingen elk op hun niveau kunnen begeleid worden, eventueel kunnen dezelfde oefeningen in een gedifferentieerde vorm aangebracht worden. Dit sluit dan natuurlijk aan bij de vorige eindterm. Je kan ervoor zorgen dat de minder sterke leerling een opgave in kleine stapjes kan doorlopen, daar waar betere leerlingen dezelfde probleemstelling (of een analoge) in een meer open vorm krijgen aangeboden.

LEERINHOUDEN / LEERPLANDOELSTELLINGEN / SPECIFIEKE PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

1 Algebra

1.1 Veeltermen

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:	
	B		1.1.1 kunnen veeltermen optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en het resultaat herleiden.	De leerlingen hebben in de eerste graad al kennisgemaakt met veeltermen met één onbepaalde. Herhaal begrippen zoals graad, volledige veelterm en rangschikken. Vermijd al te moeilijke oefeningen. Het volstaat veeltermen te behandelen met één onbepaalde. Bij het product hoeft ook niet verder gegaan te worden dan een tweeterm vermenigvuldigen met een drieterm.
	B		1.1.2 kunnen de formules voor de merkwaardige producten $(a+b)^2$, a^2-b^2, $(a+b)^3$, a^3+b^3, a^3-b^3 toepassen.	De leerlingen hebben deze merkwaardige producten reeds behandeld in de eerste graad, maar wegens het belang ervan in het vervolg van het wiskundeonderwijs, is het raadzaam deze hier te herhalen. De toepassing ervan, zonder hierbij tot overdreven vormen over te gaan, zou vlot beheerst moeten worden door de leerlingen; en dit in beide richtingen (als uitwerking, maar ook als ontbinding).
	B		1.1.3 kennen de restregel en kunnen een veelterm delen door $(x-a)$.	Het algoritme van Horner volstaat om leerlingen een veelterm te laten delen door $(x-a)$. Een bewijs van de regel van Horner wordt niet verwacht. Vestig bij de leerlingen de aandacht op het begrip getalwaarde van een veelterm, dit is noodzakelijk bij het onderzoek naar de deelbaarheid van een veelterm door $(x-a)$. Overdrijf bij de oefeningen ook niet bij het zoeken naar een deler: zo is bijvoorbeeld een constante term van 48 en een deler van de vorm $(x+16)$ totaal zinloos. Er kan bijzondere aandacht besteed worden aan deelbaarheid

				door $(x-1)$ en $(x+1)$.
	B		1.1.4 kunnen een veelterm van ten hoogste graad 4 ontbinden in factoren met behulp van de onderstaande technieken: - een gemeenschappelijke factor buiten haken brengen, - de formule voor het verschil van twee kwadraten toepassen, - een drieterm die een volkomen kwadraat is opsporen, - een deler van de vorm $(x-a)$ opsporen. - de formule voor de som van twee derdemachten toepassen, - de formule voor het verschil van twee derdemachten toepassen, - een vierterm die een volkomen derdemacht is opsporen, - termen samennemen	Belangrijke bedenking bij het ontbinden in factoren is dat dit in het vervolg van het wiskundeonderwijs enkel nog echt terugkomt bij het bepalen van nulwaarden van veeltermfuncties. Ontbinden in factoren is dan ook alleen maar bruikbaar als deze nulwaarden ‘mooi’ uitkomen. Zo is bijvoorbeeld de uitgewerkte vorm van $24.\left(x-\frac{1}{2}\right).\left(x-\frac{1}{3}\right).\left(x-\frac{1}{4}\right)$ (= $24x^3-26x^2+9x-1$) niet ontbindbaar met de hier gekende technieken (bij veeltermfuncties zal ICT gebruikt worden om de nulwaarden van dergelijke veelterm te bepalen). De eerste drie vermelde technieken zijn een herhaling van de eerste graad. Enkel het opsporen van delers van de vorm $(x-a)$ is nieuw. Beperk je tot veeltermen met één onbepaalde. Het is wel zinvol de leerlingen te laten ervaren dat bij de ontbinding irrationale getallen kunnen optreden, denk bijvoorbeeld aan de ontbinding van x^2-5 of $2x^2-1$. Alhoewel veeltermen in één onbepaalde volstaan, is het aangewezen leerlingen veeltermen te laten ontbinden waarbij de coëfficiënten voorgesteld worden door letters.
		U	1.1.5 kunnen een vergelijking van graad n (n≤4) met één onbekende oplossen door deze op nul te herleiden en het linkerlid te ontbinden	Dit kan beschouwd worden als een toepassing van het ontbinden van veeltermen in factoren.

1.2 Veeltermvergelijkingen met één onbekende

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:	
	B		1.2.1 kunnen de gepaste terminologie gebruiken in verband met vergelijkingen, zoals graad van een vergelijking, oplossing, oplossingenverzameling,	Breng deze terminologie aan de hand van goed gekozen voorbeelden aan. Gebruik hierbij ook niet steeds *x* als

			referentieverzameling.	onbekende in een vergelijking.
B		1.2.2	kunnen vergelijkingen van de eerste graad met één onbekende oplossen.	In de eerste graad is bij het oplossen van vergelijkingen geopteerd voor de balansmethode. Het is geen probleem als hier besloten wordt over te gaan op de overbrengingsregels. Besteed in dat geval wel de nodige aandacht aan het gepast gebruik van de begrippen ‘term’, ‘factor, ‘tegengestelde’ en ‘omgekeerde’. De leerlingen moeten inzien dat bij het oplossen van vergelijkingen overgegaan wordt van de gegeven vergelijking naar een vergelijking met dezelfde oplossingen(verzameling). De gelijkwaardigheid van vergelijkingen mag in dit kader behandeld worden, maar is niet essentieel.
B		1.2.3	kunnen bij een formule één variabele schrijven in functie van de andere.	Met het oog op de lessen fysica en informatica is dit een bijzonder belangrijk onderdeel. Het is belangrijk de leerlingen bij te brengen dat wat laatst opgebouwd is het eerst moet afgebroken worden. De hoofdeigenschap van evenredigheid (die de leerlingen in de eerste graad behandeld hebben) is hier een handig instrument.
	U	1.2.4	kunnen vergelijkingen van de eerste graad bespreken met één onbekende en met één parameter.	Hier worden de leerlingen voor het eerst in contact gebracht met het begrip parameter. Het is belangrijk dat de leerlingen begrijpen dat de oplossing afhankelijk is van de waarde van de parameter. De leerlingen worden hier geconfronteerd met de mogelijkheid tot gevalsonderscheiding. Zorg ervoor dat de leerlingen hier een gestructureerde redenering leren opzetten. Vergeet hier ook niet de identieke en de valse vergelijking te behandelen.
B		1.2.5	kunnen vergelijkingen van de tweede graad met één onbekende oplossen.	Het is de bedoeling hier zowel volledige als onvolledige vierkantsvergelijkingen aan bod te laten komen. Breng daarbij steeds alle termen over naar eenzelfde lid (linkerlid?). Het oplossen van $x^2-9=0$ gebeurt bijvoorbeeld door de bijhorende ontbinding van x^2-9 uit te voeren. Overdrijf hier wel niet met de moeilijkheidsgraad van de oefeningen. Het moet zo zijn dat het gebruik van ontbinding duidelijk zichtbaar is en eenvoudiger dan het gebruik van de discriminant (zoals bijvoorbeeld bij $x^2-9=0$ of $x^2+3x=0$).

				Het ligt in de lijn der verwachtingen dat leerlingen inzien dat het oplossen van sommige vierkantsvergelijkingen terug te brengen is (via ontbinden in factoren) tot het (gekende) oplossen van vergelijkingen van de eerste graad. Deze methode biedt natuurlijk niet altijd een oplossing, vandaar dat een algemene oplossingsmethode aangeboden wordt: het algoritme met de discriminant. Het is niet noodzakelijk dat de formule met de discriminant bewezen wordt. Het opstellen van een vergelijking met gegeven oplossingenverzameling kan hier ook zeer verhelderend werken.
B		1.2.6	kunnen vraagstukken/problemen oplossen die aanleiding geven tot een vergelijking van de eerste of tweede graad, ook met behulp van ICT.	Bij het oplossen van vraagstukken ligt de nadruk niet op het technisch rekenwerk met betrekking tot het oplossen van de bekomen vergelijking, maar eerder op het opstellen van de vergelijking en het formuleren van een gepast antwoord (bijvoorbeeld waarom een van de uit de vergelijking gevonden oplossingen toch geen antwoord van het vraagstuk is).
B		1.2.7	kunnen gemeenschappelijke punten bepalen van een rechte en een parabool en van twee parabolen, eventueel met behulp van ICT.	Vestig hier de aandacht op het bijzondere geval dat de rechte raakt aan de parabool. Hier kunnen problemen opgelost worden waarbij een raaklijn aan de parabool door een vooraf gegeven punt gaat of een vooraf gegeven richting heeft.
	U	*1.2.8*	kunnen tweedegraadsvergelijkingen met één onbekende en met één parameter bespreken	We bedoelen hier de studie van het aantal oplossingen in 3 en niet een studie van het teken van de oplossingen. Zorg ervoor dat de discriminant een uitdrukking is van de eerste graad in de parameter. Vestig de aandacht van de leerlingen ook op het geval waarbij de parameter optreedt in de coëfficiënt van x^2, zodat de graad van de vergelijking eventueel kan verschillen van twee.
	U	*1.2.9*	kunnen de formules voor de som en het product van de wortels van een tweedegraadsvergelijking toepassen.	We verwachten bij de behandeling een bewijs van de formules voor de som en het product van de oplossingen van een vierkantsvergelijking. Vestig de aandacht op het nut van deze formules als

			controlemiddel of als middel om de oplossingen op zicht te bepalen. Besteed ook aandacht aan het bijzondere geval waarbij de discriminant gelijk is aan nul.

1.3 Ongelijkheden van de eerste graad met één onbekende

ET	*Type doelst.*	*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
		De leerlingen:	
	B	1.3.1 kunnen bij wiskundige uitspraken in de vorm van een ongelijkheid bepalen of de uitspraak waar of onwaar is en kennen de betekenis van de logische “of”, logische “en” en logische negatie.	Zoals de doelstelling zegt is het enkel de bedoeling uitspraken te behandelen in de vorm van een ongelijkheid. Besteed hierbij vooral aandacht aan “≤” en “≥”. Bespreek in dit verband ook de negatie van “<” en “>”. Ook de eigenschappen waarbij een nieuwe ongelijkheid bekomen wordt als bijvoorbeeld beide leden met eenzelfde getal vermeerderd of vermenigvuldigd worden kunnen hier aan bod komen (dit zijn eigenschappen in verband met de verenigbaarheid van ongelijkheden met de hoofdbewerkingen in 3). Deze eigenschappen kunnen ook symbolisch geformuleerd worden.
	B	1.3.2 kunnen de gepaste terminologie gebruiken in verband met ongelijkheden, zoals graad van een ongelijkheid, oplossing, interval, oplossingenverzameling, referentieverzameling.	Er dient opgemerkt te worden dat de leerlingen in de eerste graad geen ongelijkheden met onbekenden behandeld hebben. Het beschouwen van een ongelijkheid zoals $x \geq 5$ leidt tot een interval waarvan een van de grenzen oneigenlijk is. Bij ongelijkheden komt voor het eerst het begrip oplossingenverzameling echt tot zijn recht, vermits er nu meer dan één oplossing is.
	B	1.3.3 kunnen ongelijkheden van de eerste graad en de tweede graad met één onbekende oplossen en de oplossingenverzameling grafisch voorstellen.	De grafische voorstelling van de oplossingenverzameling kan gebruikt worden om: • één of meer elementen (oplossingen) aan te duiden en/of op te noemen,

				• indien mogelijk (als het bestaat) het grootste en/of het kleinste element te bepalen. Men kan ook eerst de oplossingenverzameling grafisch voorstellen en daaruit de internotatie afleiden.
		U	1.3.4 kunnen ongelijkheden bespreken van de eerste graad en de tweede graad met één onbekende en één parameter.	Hier gelden analoge opmerkingen als bij 1.2.8.
	B		1.3.5 kunnen vraagstukken oplossen die te herleiden zijn tot ongelijkheden van de eerste graad met één onbekende.	Hier gelden analoge opmerkingen als bij 1.2.6.

1.4 Stelsels van twee vergelijkingen van de eerste graad met twee onbekenden

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:	
	B		1.4.1 kunnen een stelsel van twee vergelijkingen van de eerste graad met twee onbekenden grafisch oplossen.	Het is belangrijk hier de drie mogelijke gevallen te beschouwen: snijdende rechten, strikt evenwijdige rechten en samenvallende rechten. Het spreekt voor zich dat hier ICT kan ingeschakeld worden. De nadruk ligt hier op de verschillende gevallen bij het oplossen van een stelsel en niet op technisch rekenwerk. Vestig hierbij ook de aandacht op het feit dat de oplossingenverzameling van het stelsel de doorsnede is van de oplossingenverzamelingen van de vergelijkingen die optreden in het stelsel.
	B		1.4.2 kunnen een stelsel van twee vergelijkingen van de eerste graad met twee onbekenden oplossen met behulp van de substitutiemethode en de combinatiemethode.	Het kan leerzaam zijn om bij het oplossen van een stelsel, hetzij bij de substitutiemethode hetzij bij de combinatiemethode, bij elke stap een grafische voorstelling van de situatie te maken. Vanzelfsprekend is het niet de bedoeling dit manueel door de leerlingen te laten uitvoeren, maar hier wel gebruik te maken van ICT.
	B		1.4.3 kunnen vraagstukken oplossen die aanleiding geven tot een stelsel van twee vergelijkingen van de eerste	Bij het oplossen van vraagstukken ligt de nadruk niet op het technisch rekenwerk met betrekking tot het oplossen van het

				graad met twee onbekenden, eventueel met behulp van ICT.	bekomen stelsel, maar eerder op het opstellen van het stelsel en het formuleren van een gepast antwoord. Vandaar dat hier zeker functioneel gebruik kan gemaakt worden van ICT.
	B		1.4.4	kunnen gemeenschappelijke punten van de grafiek van eerstegraadsfuncties bepalen, eventueel met behulp van ICT.	Een bijzondere toepassing van stelsels van twee vergelijkingen van de eerste graad met twee onbekenden is het bepalen van eventuele gemeenschappelijke punten van de grafiek van eerstegraadsfuncties. Dit komt eigenlijk reeds aan bod bij de bovenstaande paragrafen. Besteed echter de nodige aandacht aan de verschillende mogelijkheden: snijpunt, strikt evenwijdig, samenvallend.

1.5 Matrices

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*		*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:		
	B		1.5.1	kennen de definitie van een matrix, de bijhorende terminologie en notaties en kunnen deze gebruiken.	Een matrix kan eenvoudigweg worden gedefinieerd als een rechthoekige tabel reële getallen. Motiverende voorbeelden hiervoor zijn te vinden in talloze praktische toepassingen, maar ook in de methode van Gauss – Jordan bij het oplossen van stelsels vergelijkingen van de eerste graad. De begrippen reguliere matrix en rang van een matrix worden gedefinieerd met behulp van het aantal onafhankelijke rij- en kolomvectoren of met behulp van determinanten. In elk geval zal het verband tussen beide benaderingen worden belicht. De vermenigvuldigingsgroep van de reguliere matrices van de 2e orde als bespreking van structuren ligt voor de hand.
	B		1.5.2	kennen een rijmatrix, een kolommatrix, een vierkante matrix, een driehoeksmatrix, een diagonaalmatrix, de eenheidsmatrix, de nulmatrix.	
	B		1.5.3	kunnen matrices optellen, vermenigvuldigen met een reëel getal, vermenigvuldigen, transponeren.	
	B		1.5.4	kennen de eigenschappen die van de verzameling van de matrices voorzien van de optelling en van de vermenigvuldiging met een scalair een vectorruimte maken.	
		U	1.5.5	kennen de definitie van de rang van een matrix in functie van het aantal onafhankelijke rijen of kolommen.	
	B		1.5.6	kennen de eigenschappen in verband met de vermenigvuldiging en het transponeren.	

ET	Type doelst.		Inhoudelijke leerplandoelstellingen	Pedagogisch-didactische wenken
	B		1.5.7 kunnen met behulp van ICT vraagstukken oplossen die aanleiding geven tot een migratiematrix of een Lesliematrix en hierbij een eventuele evenwichtstoestand bepalen.	

1.6 Determinanten

ET	Type doelst.		Inhoudelijke leerplandoelstellingen	Pedagogisch-didactische wenken
			De leerlingen:	
	B		1.6.1 kennen de definitie van een determinant, de gepaste terminologie en notaties en kunnen deze gebruiken.	De gebruikelijke eigenschappen van determinanten dienen geïllustreerd en enkel eventueel te worden bewezen voor orde hoogstens 3. Het moet de leerlingen duidelijk worden gemaakt dat deze eigenschappen nuttig en zelfs noodzakelijk zijn om determinanten op een gemakkelijke of zinvolle manier te ontwikkelen. Vooral bij determinanten met orde groter dan 3 komt dit tot uiting. Ook bij het bespreken van stelsels zal het nodig zijn op deze manier determinanten te ontwikkelen aangezien de bekomen determinant dient te worden ontbonden in factoren. Te ver doorgedreven oefeningen zijn zeker niet aangewezen.
	B		1.6.2 kunnen een determinant berekenen.	
	B		1.6.3 kennen de eigenschappen in verband met determinanten en kunnen deze toepassen bij het berekenen van determinanten.	
		U	1.6.4 kunnen de vergelijking van een rechte in het vlak opstellen en de oppervlakte van een parallellogram bepalen.	
	B		1.6.5 kennen de definitie van een reguliere matrix en kunnen met behulp van de adjunct-matrix de inverse matrix berekenen.	

1.7 Stelsels van vergelijkingen van de eerste graad

ET	Type doelst.		Inhoudelijke leerplandoelstellingen	Pedagogisch-didactische wenken
			De leerlingen:	
	B		1.7.1 kennen de nodige terminologie en notaties in verband met stelsels van vergelijkingen van de eerste graad.	Bij homogene stelsels is het voor de ruimtemeetkunde van belang de speciale oplossingsmethode voor 2x3 stelsels te

	B		1.7.2	kunnen een stelsel oplossen met behulp van de methode van Gauss-Jordan.	kennen. Het bespreken van stelsels kan gebeuren met rangen van matrices of met de Gauss-Jordan-methode. Enkel besprekingen van hoogstens 3x3 stelsels met 1 parameter die aanleiding geven tot een veeltermvergelijking in de parameter met graad hoogstens 3 dienen te worden behandeld.
		U	1.7.3	kennen de nodige eigenschappen in verband met de oplosbaarheid van stelsels (in het bijzonder voor homogene stelsels) en kunnen de oplosbaarheid van een stelsel met een parameter bespreken.	
	B		1.7.4	kunnen toepassingen die aanleiding geven tot stelsels oplossen.	
		U	1.7.5	kunnen de rang van een matrix bepalen.	
		U	1.7.6	kunnen stelsels oplossen met de methode van Cramer.	

1.8 Complexe getallen

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*		*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:		
	B		1.8.1	kennen het begrip complex getal.	Het is wenselijk het invoeren van de complexe getallen te motiveren met het zoeken naar oplossingen van vergelijkingen zoals $x^2 = -1$. Een meer meetkundige of axiomatische invoering (via een speciale bewerking in □^{2}) behoort ook tot de mogelijkheden. In elk geval worden de veldstructuur en de vectorruimte-eigenschappen van J belicht, alsook het isomorfisme met het vlak van Gauss. Het is hierbij echter niet de bedoeling deze structuren op zich te benoemen en er verdere theoretische beschouwingen aan te wijden. Bij de oplossingsmethodes van veeltermvergelijkingen in J kan men zich beperken tot de discriminantmethode bij vierkantsvergelijkingen, het gebruik van de goniometrische gedaante bij binomiaalvergelijkingen en de regel van Horner bij hogeregraadsvergelijkingen. Een doorgedreven studie van de hoofdstelling van de algebra en haar gevolgen is hier niet
	B		1.8.2	kunnen complexe getallen optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen.	
	B		1.8.3	kunnen de k-de macht van een complex getal berekenen.	
	B		1.8.4	kunnen algebraïsch vierkantswortels uit een complex getal berekenen.	
	B		1.8.5	kunnen vergelijkingen van de tweede graad met reële coëfficiënten oplossen in J	
	B		1.8.6	kunnen complexe getallen voorstellen in het vlak van Gauss.	
	B		1.8.7	kennen de goniometrische gedaante van een complex getal	

	B	1.8.8 kunnen product, quotiënt en macht berekenen van complexe getallen in goniometrische gedaante.	aangewezen. Het spreekt voor zich dat met behulp van de n-de wortels binomiaalvergelijkingen kunnen opgelost worden.
	B	1.8.9 kennen de formule van de Moivre.	
	B	1.8.10 kunnen goniometrisch de n-de wortels berekenen uit een complex getal in goniometrische gedaante.	
	B	1.8.11 kennen het begrip binomiaalvergelijking en kunnen deze oplossen.	
	B	1.8.12 kunnen de hoofdstelling van de algebra in verband met nulwaarden van veeltermfuncties formuleren.	

2 Analyse

2.1 Reële functies

ET	*Type doelst.*	*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
		De leerlingen:	
	B	2.1.1 kennen het onderscheid tussen een wiskundige en een empirische functie	Soms bestaat het verband tussen twee grootheden uit genoteerde overeenstemmende waarden van de grootheden, die bekomen werden door metingen. Een typisch voorbeeld hiervan is het noteren van de temperatuur van een zieke op verschillende tijdstippen. In dergelijke gevallen spreken we van een empirische functie.
	B	2.1.2 kennen de definitie van een reële functie en de verschillende aspecten (verwoording, voorschrift, tabel en grafiek) ervan	De leerlingen maakten reeds in de tweede graad kennis met deze begrippen, bijvoorbeeld bij de standaardfuncties en hun getransformeerden, maar ook bij de studie van eerste- en tweedegraadsfuncties. Bijzondere aandacht moet besteed worden aan het feit dat een functie aan ieder reëel getal hoogstens één beeld toekent. Het is niet zozeer de bedoeling deze begrippen hier afzonderlijk te behandelen, dan wel deze begrippen daar waar ze aan de orde kunnen komen (bij de studie van de verschillende types
	B	2.1.3 kennen de begrippen - domein, - bereik, - nulwaarde, - tekenverloop,	

		- stijgen/dalen/constant zijn, - extremum en kunnen deze aflezen op een grafiek	functies) telkens te herhalen. Het spreekt voor zich dat het gebruik van ICT hier zeker op zijn plaats is en dus ten stelligste aan te raden.
	B	2.1.4 kunnen symmetrieën aflezen op een grafiek	

2.2 Veeltermfuncties

ET	*Type doelst.*	*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
		De leerlingen:	
	B	2.2.1 kunnen aan de hand van het functievoorschrift - een tabel, - het domein, - de nulwaarden, - het tekenverloop bepalen van veeltermfuncties van de eerste, tweede en derde graad.	Het is hier zeker de bedoeling sterk de link te leggen met de grafiek, wat niet betekent dat leerlingen de verschillende karakteristieken niet vanuit het voorschrift moeten kunnen bepalen. Maar een visuele voorstelling zorgt voor een betere begripsvorming. Besteed hier ook de nodige aandacht aan de verschillende voorstellingswijzen van een functie: • verwoording, • tabel, • grafiek, • voorschrift. Er kan hier natuurlijk gebruik gemaakt worden van het feit dat de leerlingen deze begrippen reeds in de tweede graad hebben behandeld, in het bijzonder voor functies van de eerste en tweede graad.
	B	2.2.2 kunnen aan de hand van de grafiek: - domein, - bereik, - nulwaarden, - tekenverloop, - stijgen/dalen, - extrema bepalen van veeltermfuncties van de eerste, tweede en derde graad.	
	B	2.2.3 kunnen met behulp van ICT de grafiek lezen van veeltermfuncties van graad hoger dan drie.	In tegenstelling tot functies van de derde graad, moeten functies van hogere graad niet vanuit het functievoorschrift kunnen behandeld worden. Een functionele toepassing van ICT is hier op zijn plaats.

	B	2.2.4	kunnen aan de hand van het voorschrift bepalen of een functie even of oneven is en kennen de grafische kenmerken van even en oneven functies.	
	B	2.2.5	kennen het begrip absolute waarde en kunnen eenvoudige functies met absolute waarden grafisch voorstellen.	
	B	2.2.6	kunnen een grafische voorstelling maken van functies met meervoudig voorschrift, opgebouwd uit veeltermfuncties.	Men kan hier opmerken dat ook functies met absolute waarden met een meervoudig functievoorschrift kunnen geschreven worden.
	B	2.2.7	kunnen vraagstukken/problemen oplossen die aanleiding geven tot een veeltermvergelijking, veeltermongelijkheid of veeltermfunctie, eventueel met behulp van ICT.	Probeer hier zoveel mogelijk uit te gaan van concrete, realistische problemen. De nadruk ligt hier op het omzetten van een vraagstuk of probleem naar wiskundige gedaante. Bij het oplossen van de vergelijking, ongelijkheid of functie is het aangewezen ICT in te schakelen. De gevonden oplossing moet nadien natuurlijk opnieuw vertaald worden naar het oorspronkelijke vraagstuk of probleem.

2.3 Rationale functies

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:	
	B	2.3.1	kunnen rationale vergelijkingen oplossen, waarbij de graad van teller en noemer hoogstens gelijk is aan twee.	Hier gelden gelijkaardige opmerkingen en bedenkingen als hierboven bij veeltermfuncties. Er dient wel de nodige aandacht besteed te worden aan de problematiek van de nulwaarden van de noemer bij het bepalen van het domein, de nulwaarden van de functie en het tekenverloop. Bij het asymptotische gedrag is het op dit moment nog niet de bedoeling de asymptoten ook effectief te gaan bepalen vanuit het functievoorschrift. Het is wel de bedoeling dat de leerlingen aan de hand van voldoende voorbeelden een idee krijgen van de grafische betekenis van limietgedrag en asymptotisch gedrag, begrippen die later concreet aan bod komen. Het is
	B	2.3.2	aan de hand van het functievoorschrift: - een tabel, - het domein, - de nulwaarden, - het tekenverloop bepalen van rationale functies waarbij de graad van teller en noemer hoogstens gelijk is aan twee.	

	B		2.3.3 kunnen aan de hand van de grafiek: - domein, - bereik, - nulwaarden, - tekenverloop, - stijgen/dalen, - extrema bepalen van rationale functies waarbij de graad van teller en noemer hoogstens gelijk is aan twee.	vanzelfsprekend dat ICT hierbij een onmisbaar hulpmiddel is. Bijzondere aandacht kan besteed worden aan het feit dat nulwaarden van de noemer niet automatisch leiden tot verticaal asymptotisch gedrag. Denk hierbij aan een geperforeerde grafiek, zoals bijvoorbeeld bij de functie $f(x)=\dfrac{x^2-4}{x-2}$. Het spreekt voor zich dat bij het oplossen van vraagstukken/problemen ICT op een functionele wijze kan ingeschakeld worden.
	B		2.3.4 rationale ongelijkheden oplossen (eventueel met behulp van ICT), waarbij de graad van teller en noemer hoogstens gelijk is aan twee.	
	B		2.3.5 het asymptotische gedrag van een grafiek aflezen.	
	B		2.3.6 vraagstukken/problemen oplossen die aanleiding geven tot een rationale vergelijking, ongelijkheid of functie.	

2.4 Continuïteit en limieten

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:	
	B		2.4.1 kennen de grafische betekenis van het begrip continuïteit.	Het begrip continuïteit moet niet expliciet gedefinieerd te worden, maar een intuïtief begrip van de grafische betekenis ervan is zeker aan de orde. Denk hierbij ook aan continuïteit in een interval. Een meer wiskundige definitie is niet noodzakelijk en hangt samen met het al dan niet formuleren van een wiskundige definitie van het begrip limiet.
	B		2.4.2 kunnen een wiskundige definitie van het begrip continuïteit formuleren.	
		U	2.4.3 kennen de stelling van Bolzano en de grafische	Deze stellingen staan in het teken van de benaderingsmethodes

				betekenis ervan.	voor het bepalen van nulwaarden van een functie. De nadruk ligt hier zeker op de grafische betekenis en deze stellingen dienen dan ook zeker niet bewezen te worden.
		U	2.4.4	kennen de tussenwaardenstelling en de grafische betekenis ervan	
		U	2.4.5	kunnen, met behulp van benaderingsmethodes en ICT, nulwaarden van een functie bepalen.	
	B		2.4.6	kennen het begrip limiet dat op intuïtieve wijze wordt gesticht en kunnen grafisch limieten bepalen.	Het begrip limiet dient op intuïtieve wijze aangebracht te worden. Men kan hierbij uitgaan van de grafiek van een aantal willekeurige functies. Ook aan de hand van enkele rationale functies kan een intuïtief inzicht in het begrip limiet worden aangebracht. Besteed daarbij zeker ook de nodige aandacht aan limietgedrag in nulwaarden van de noemer en limietgedrag op oneindig. De notatie $\lim\limits_{x \to a} f(x)$ dient wel ingevoerd te worden. Berekenen van limieten kan de leerling doen inzien dat de limietwaarde vaak met de functiewaarde samenvalt, maar dat het de onbepaalde en oneigenlijke limieten zijn die, in samenhang met het opsporen van asymptoten, het ruimst bijdragen tot het tekenen van de grafiek van de betrokken functie.
	B		2.4.7	kunnen een wiskundige definitie van het begrip limiet formuleren.	Bij $\lim\limits_{x \to a} f(x)$ aandacht besteden aan de feiten dat x moet kunnen naderen naar a (a is een adherent, niet geïsoleerd punt van het definitiegebied van f) én dat de functiewaarde f(a) geen enkel belang heeft.
	B		2.4.8	kunnen met behulp van rekenregels limieten berekenen van veeltermfuncties en rationale functies.	De leerlingen kunnen aan de hand van de elementaire rekenregels voor limieten (zoals bijvoorbeeld limiet van een som en limiet van een product) limieten van veeltermfuncties en rationale functies berekenen. Dit is waarschijnlijk ook het geschikte ogenblik om een aantal rekenregels in 3∪{-∞,+∞} aan bod te laten komen. Besteed in deze context ook reeds aandacht aan de onbepaaldheden.
	B		2.4.9	kennen het getal e als een bijzondere limiet.	Door x voldoende groot of voldoende klein te laten worden in de betrekking $\left(1+\frac{1}{n}\right)^n$ kan men tot het getal e komen. Men kan

				daarbij opmerken dat dit een irrationaal getal is. Dit getal komt later, bij exponentiële en logaritmische functies, opnieuw aan bod.
	B		2.4.10 kunnen met behulp van limieten de horizontale, verticale en schuine asymptoten van rationale functies bepalen.	Het bij rationale functies opgedane intuïtieve begrip van asymptotisch gedrag, wordt hier vertaald naar een concrete bepaling van de asymptoten. Voor de leerlingen uit de basisvorming volstaat het dat ze rekentechnisch de verticale en horizontale asymptoten kunnen bepalen vanuit het functievoorschrift. Bij het bepalen van de asymptoten van rationale functies kan men de keuze maken tussen het maken van de deling of het gebruik van limieten. ICT kan hier ingeschakeld worden om de limieten te bepalen (de nadruk ligt hier op het bepalen van de asymptoten en niet op de rekenregels van limieten) en om de gevonden asymptoten grafisch te controleren.

2.5 Afgeleiden

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:	
	B		2.5.1 kennen de definitie van afgeleid getal.	
	B		2.5.2 kunnen bij functies met behulp van het intuïtief begrip van limiet het verband leggen tussen: - het begrip afgeleide, - het begrip differentiequotiënt, - de richtingscoëfficiënt van de raaklijn aan de grafiek, - de maat voor de ogenblikkelijke verandering	In de wiskunde wordt het begrip afgeleide gebruikt om te beschrijven hoe sterk bij een functie de verandering van de y-waarde is als de x-waarde verandert. Voor wiskundigen is dit een vertrouwd begrip, maar in feite is dit een vrij complex begrip. Het is het meest gesofisticeerde uit een reeks van drie instrumenten om te meten hoe sterk functiewaarden veranderen. • De eenvoudigste manier om de verandering in y-waarde te beschrijven is aan de hand van differenties, het verschil tussen twee functiewaarden: $f(x)-f(a)$. Een differentie beschrijft de totale verandering over een interval. In de afgeleide vinden we de differentie terug in de teller van de breuk.

					• Deze manier van werken voldoet niet altijd. Zo heeft het bijvoorbeeld geen zin om differenties te vergelijken wanneer voor de toename van de x-waarde verschillende waarden worden genomen. In dat geval moet je het differentiequotiënt gebruiken: $\frac{f(x)-f(a)}{x-a}$. Het differentiequotiënt beschrijft de gemiddelde verandering over een interval (denk hierbij bijvoorbeeld aan de gemiddelde snelheid over een tijdsinterval). Ook het differentiequotiënt vinden we terug bij de afgeleide, het is namelijk de breuk waarvan de limiet wordt genomen. • De verandering in één punt (bijvoorbeeld de snelheid op een bepaald ogenblik) wordt beschreven door de afgeleide, zoals reeds vermeld is dit de limietwaarde van het differentiequotiënt. Elk van deze drie instrumenten kan worden gebruikt om de verandering van de y-waarden te beschrijven. Traditioneel is gebruik gemaakt van de afgeleide om veranderingen te beschrijven. Dit is echter een moeilijk toegankelijk begrip, en vaak leerden de leerlingen wel afgeleiden te berekenen, maar wisten ze niet goed wat de afgeleide juist voorstelde. Daarom wordt er gevraagd om ook het differentiequotiënt in te voeren. Door de stap naar de limiet niet te zetten kan de klemtoon verschuiven van techniek (om afgeleiden te berekenen) naar meer begripsvorming en inzicht wat betreft de verandering van een functie.
	B		2.5.3	kennen het begrip afgeleide functie.	Eenmaal het begrip limiet gesticht, is er niets dat belet de begrippen afgeleid getal en afgeleide functie in te voeren, alsook de afleidingsregels op te stellen (al dan niet met bewijs) van veeltermfuncties.
	B		2.5.4	kunnen de afgeleide functie berekenen van $f(x)=c$ ($c \in 3$), $f(x)=x$, $f(x)=x^2$, $f(x)=x^3$ en $f(x)=x^n$ (met $n \in !$).	De berekening van de afgeleide van deze functies kan, naargelang het niveau van de leerlingen, gemaakt worden door een numerieke limietberekening, door een symbolische limietberekening of op beide manieren.
	B		2.5.5	kunnen op de bovenstaande functies de somregel, de veelvoudregel, de productregel en de quotiëntregel toepassen.	Deze regels kunnen verantwoord worden aan de hand van de berekening van de afgeleide van enkele eenvoudige functies zoals bijvoorbeeld $f(x)=3x$ of $f(x)=x^2+x$. Besteed hierbij

				zeker ook de nodige aandacht aan de grafische interpretatie van deze regels. Deze rekenregels leiden ertoe dat de leerlingen de afgeleide functie van veeltermfuncties en rationale functies kunnen bepalen.
B		2.5.6	kunnen, met behulp van de grafische betekenis van het afgeleid getal, de raaklijn aan de grafiek van een functie construeren, in een punt van de kromme.	
	U	2.5.7	kunnen de vergelijking van de raaklijn aan de grafiek van een functie opstellen, in een punt van de kromme.	
B		2.5.8	kunnen de kettingregel voor het afleiden van samengestelde functies toepassen.	
	U	2.5.9	kunnen, met behulp van ICT, nulwaarden van een functie bepalen door middel van de methode van Newton-Raphson.	
B		2.5.10	kunnen de regel van de l'Hospital voor het berekenen van limieten toepassen.	Let daarbij op de correcte formulering van de stellingen van de l'Hospital.
B		2.5.11	kennen het verband tussen het tekenverloop van de eerste afgeleide en het opsporen van extrema en kunnen het verloop van een veeltermfunctie van de derde graad uitleggen.	Met behulp van de afgeleide kunnen de leerlingen nagaan waar een functie stijgt of daalt en kunnen ze de helling in een concreet punt bepalen. Als de afgeleide functie gelijk is aan nul kunnen zich drie gevallen voordoen: de grafiek vertoont een minimum, een maximum of een buigpunt met een horizontale buigraaklijn. Onderscheid tussen deze gevallen wordt gemaakt door het interpreteren van een tekenoverzicht van de afgeleide functie. Met het oog op het bereiken van het hoofddoel zijn het de meetkundige betekenis van het afgeleid getal enerzijds, het tekenverloop van de afgeleide functie anderzijds, die een krachtige bijdrage leveren bij het tekenen van de grafiek van de gegeven functie. Het verloop van functies is hier zeker niet als een doel op zich bedoeld, doch eerder als een synthese van het voorgaande, als een illustratie van een puzzel die mooi in mekaar past. Dit sluit aan bij het gegeven dat enkele toetsaanslagen volstaan om de grafiek van een functie te bekomen. Dit belet echter niet dat het zinvol is enkele voorbeelden uit te werken zodat de leerlingen

				het nodige inzicht verwerven in de verschillende verbanden. Bij de vraagstelling kan hier de nodige aandacht besteed worden aan bijvoorbeeld: • het schetsen van de grafiek van de afgeleide functie bij gegeven grafiek van een functie en omgekeerd, • bij gegeven afgeleide functie een passende grafiek van een functie selecteren uit een aantal gegeven grafieken, • het tekenverloop van de eerste afgeleide bepalen als de grafiek van een functie gegeven is.
	B		2.5.12 kunnen extremumvraagstukken (ook van buiten de wiskunde) die aanleiding geven tot veeltermfuncties en rationale functies, oplossen.	Bij de extremumvraagstukken mag, net zoals bij het verloop van functies, zeker niet de nadruk liggen op het rekenwerk. Dit impliceert dat dit uitgelezen momenten zijn om op een functionele manier gebruik te maken van ICT.
	B		2.5.13 kennen het verband tussen het tekenverloop van de tweede afgeleide en het hol/bol zijn van de grafiek van een functie.	

2.6 Goniometrische functies

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
	B		De leerlingen: 2.6.1 kennen de definitie van radiaal, kunnen het verband leggen tussen graden en radialen en kunnen de sinus, cosinus, tangens en cotangens van een reëel getal berekenen.	De leerlingen kennen de begrippen sinus, cosinus, tangens en goniometrische cirkel uit de tweede graad. De kennis in verband met de radiaal staat in het teken van het functioneel verband, zoals $f(x) = \sin x$. De nadruk ligt m.a.w. op het feit dat de sinus van een reëel getal kan worden berekend. Zorg er bijvoorbeeld voor dat de leerlingen duidelijk weten dat $\sin 30° \neq \sin 30$.
	B		2.6.2 kunnen de goniometrische getallen van verwante hoeken berekenen.	De studie van de goniometrische formules is geen echt doel op zich, maar een hulpmiddel bij het integreren van goniometrische functies. Let op de bestaansvoorwaarden voor de tangens van een som.
	B		2.6.3 kunnen de optellingsformules voor sinus, cosinus en	

				tangens opstellen en toepassen.	Analytische oefeningen ("identiteit"-bewijsoefeningen) op de formules kunnen ongetwijfeld bijdragen tot het verhogen van de reken- en vooral de redeneervaardigheden bij bewijstechnieken. Men mag hierin echter niet overdrijven; er wordt hieraan slechts een beperkte tijd besteed. Hoofddoel is het inoefenen van de formules en het manipuleren ervan. Belangrijk is hier op te merken dat leerlingen die in de tweede graad enkel de basisvorming gevolgd hebben, geen goniometrische getallen van verwante hoeken behandeld hebben. De behandeling van verwante hoeken staat hier in functie van de constructie van de elementaire goniometrische functies vanuit de goniometrische cirkel.
B			2.6.4	kunnen de verdubbelingsformules voor sinus, cosinus en tangens opstellen en toepassen.	
B			2.6.5	kunnen de halveringsformules voor sinus en cosinus opstellen en toepassen.	
B			2.6.6	kunnen de formules van Simpson opstellen en toepassen.	
B			2.6.7	kunnen de grafiek van de functies $f(x)=\sin x$, $f(x)=\cos x$ en $f(x)=\tan x$ construeren vanuit de goniometrische cirkel.	Het doel is hier om, met nadruk op de grafische kenmerken, de verbanden tussen verwante hoeken te kunnen aanwenden bij de constructie van de elementaire goniometrische functies. Na een grondige studie van de elementaire functies $f(x)=\sin x$, $f(x)=\cos x$ en $f(x)=\tan x$ is het de bedoeling dat leerlingen in staat zijn de algemene sinusfunctie te onderzoeken. Dit gebeurt best stapsgewijs, waarbij in verschillende fasen $f(x)=\sin(x+k)$, $f(x)=\sin(x)+k$, $f(x)=k.\sin(x)$ en $f(x)=\sin(k.x)$ behandeld worden. Hierbij dient telkens de nodige aandacht aan de interpretatie van de betekenis van de parameter k geschonken te worden. Bij de vergelijkingen kan men zich beperken tot de vermelde vormen. Men kan naast de grafische oplossing van deze vergelijkingen de leerlingen ook aanleren deze vergelijkingen manueel op te lossen. Bovendien kan men ook de vorm hier iets uitbreiden, zonder daarbij te overdrijven (dit zal mede bepaald worden door de beschikbare tijd). Bij de toepassingen kan men zich beperken tot de bestudeerde vergelijkingen. Ongelijkheden kunnen hier ook aan bod komen en met behulp van ICT opgelost worden.
B			2.6.8	kunnen van de functies $f(x)=\sin x$, $f(x)=\cos x$ en $f(x)=\tan x$ - de tabel, - het domein, - enkele bijzondere waarden, - de periodiciteit, - het stijgen/dalen, - de eventuele extrema bepalen	
B			2.6.9	kunnen aan de hand van de grafiek: - domein, - bereik, - nulwaarden, - tekenverloop, - periodiciteit, - stijgen/dalen,	

			- extrema bepalen van goniometrische functies
	B		2.6.10 kunnen de grafiek opbouwen van de functie $f(x) = a\sin(bx+c)+d$ en kunnen op deze grafiek de betekenis van a, b, c en d interpreteren.
	B		2.6.11 kennen $\lim\limits_{x\to 0}\frac{\sin x}{x}$
	B		2.6.12 kunnen het asymptotisch gedrag van tangens en cotangens beschrijven.
	B		2.6.13 kunnen de afgeleide functie bepalen van goniometrische functies.
	B		2.6.14 kunnen goniometrische vergelijkingen van de vorm $\sin f(x) = k$, $\cos f(x) = k$ en $\tan f(x) = k$ grafisch oplossen.
	B		2.6.15 kunnen vraagstukken/problemen oplossen die aanleiding geven tot een goniometrische vergelijking of functie.

2.7 Cyclometrische functies

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:	
	B		2.7.1 kennen de cyclometrische functies als inverse van restricties van de elementaire goniometrische functies en kunnen aan de hand daarvan de grafiek construeren.	Besteed aandacht aan het verschil tussen sin(Asin(x)) en Asin(sin(x)); Besteed ook aandacht aan het feit dat voor negatieve x Acot(x) verschillend is van Atan(1/x). (geen Acot op de ZRM)
	B		2.7.2 kunnen de continuïteit van een cyclometrische functie bespreken, limieten berekenen en asymptoten en afgeleiden bepalen en de grafische interpretatie ervan geven.	

2.8 Exponentiële functies

ET	Type doelst.	Inhoudelijke leerplandoelstellingen	Pedagogisch-didactische wenken
		De leerlingen:	
	B	2.8.1 kunnen n-de wortels berekenen in 3	De leerlingen kunnen uit de vorige jaren werken met een macht met een negatieve exponent en hierbij de elementaire rekenregels toepassen. Het is geenszins de bedoeling van deze paragrafen een hoofdzaak te maken. N-de wortels en machten met rationale exponenten staan in het teken van het werken met exponentiële functies. Leg er de nadruk op dat bij rationale exponenten het grondtal strikt positief moet zijn. 1/2=2/4; (-9)^(1/2) bestaat niet en de vierdewortel uit (-9)^2 bestaat wel. Het ligt in de lijn der verwachtingen dat leerlingen ervaren dat er ook machten met reële exponenten bestaan (die zonder problemen met hun rekentoestel kunnen uitgerekend worden).
	B	2.8.2 kennen de definitie van een macht met een rationale exponent en kunnen de elementaire rekenregels toepassen.	
	B	2.8.3 voor geschikte domeinen een verband leggen tussen de onderstaande functies en conclusies trekken in verband met hun grafieken: - x^2 en $\sqrt{x}$; - x^3 en $\sqrt[3]{x}$; - x^n en $\sqrt[n]{x}$.	Deze inverse functies kunnen contextgebonden ingevoerd worden door bijvoorbeeld: • de remweg van een wagen in functie van zijn snelheid te schrijven en omgekeerd, • de inhoud van een bol in functie van zijn straal te schrijven en omgekeerd, In een algemenere context moeten de leerlingen inzien dat bij een orthonormaal assenstelsel de grafieken van deze inverse functies elkaars spiegelbeeld zijn ten opzichte van de eerste bissectrice, eventueel na beperking van het domein.
	B	2.8.4 kennen de definitie van een exponentiële functie $f(x) = a^x$	De leerlingen hebben in het verleden reeds lineaire groeiprocessen bestudeerd (bij rechtevenredige grootheden en eerstegraadsfuncties). Nu worden ze geconfronteerd met een nieuw type groeiproces, dat beschreven wordt met een functie waarbij de veranderlijke in de exponent voorkomt. Exponentiële groeiprocessen komen vrij veel voor in de realiteit, het ligt dan ook in de lijn der verwachtingen dat men bij het
	B	2.8.5 kennen het onderscheid tussen een lineair en een exponentieel groeiproces.	
	B	2.8.6 kunnen van een exponentiële functie	

ET	Type doelst.	Inhoudelijke leerplandoelstellingen	Pedagogisch-didactische wenken
		- de tabel, - de grafiek, - het domein, - enkele bijzondere waarden, - het stijgen/dalen, - het asymptotisch gedrag bepalen, eventueel met behulp van ICT.	bestuderen van de kenmerken van exponentiële functie, al dan niet aan de hand van de grafiek, uitgaat van een reële context. Denk hierbij bijvoorbeeld aan bevolkingsaangroei, kapitaalsvorming bij samengestelde intrest, bacteriecultuur … Het is ook aangewezen exponentiële groei parallel naast lineaire groei te behandelen, waarbij aandacht kan besteed worden aan het feit dat van de lineaire naar de exponentiële functie de bewerkingen een niveau stijgen (som wordt product, product wordt machtsverheffing). De begrippen beginwaarde en groeifactor kunnen in deze context reeds ingevoerd worden en nadien verder aan bod komen bij de vraagstukken/problemen. De exponentiële functie leent zich ook uitstekend om de leerlingen intuïtief (op de grafiek of in de tabel) de begrippen limietgedrag en asymptotisch gedrag bij te brengen. Het spreekt voor zich dat bij de studie van de exponentiële functie ICT op een functionele wijze kan en moet ingeschakeld worden.
	B	2.8.7 kunnen aan de hand van de grafiek: - domein, - bereik, - bijzondere waarden, - tekenverloop, - stijgen/dalen, - asymptotisch gedrag bepalen van exponentiële functies.	
	B	2.8.8 kunnen de afgeleide functie bepalen van exponentiële functies.	

2.9 Logaritmische functies

ET	Type doelst.	Inhoudelijke leerplandoelstellingen	Pedagogisch-didactische wenken
		De leerlingen:	
	B	2.9.1 kennen de definitie van een logaritme met een willekeurig grondtal.	Het invoeren van het begrip logaritme staat in hoofdzaak in functie van het oplossen van groeitoepassingen. Er wordt ook verwacht dat leerlingen met willekeurige grondtallen kunnen werken en de rekenregels dienen dus wel zeker aan bod te komen. De logaritmische functie wordt gedefinieerd als de inverse van de exponentiële functie, waarbij de karakteristieken kunnen afgeleid worden aan de hand van een aantal goed gekozen
	B	2.9.2 kunnen de onderstaande rekenregels toepassen: - logaritme van een product, - logaritme van een quotiënt, - logaritme van een macht, - verandering van grondtal	

	B		2.9.3	kunnen werken met natuurlijke en Briggse logaritmen.	voorbeelden. Het symmetrisch zijn bij orthonormale basis ten opzichte van de eerste bissectrice van de grafieken van de exponentiële en logaritmische functie komt zeker aan bod. De nadruk bij de studie van de logaritmische functie ligt op de grafische studie. Dit betekent dat leerlingen hoofdzakelijk kenmerken moeten kunnen aflezen van een grafiek en niet zozeer moeten kunnen berekenen. Interessante toepassingen van logaritmen vindt men onder andere in de muziekwereld, bij geluidssterktemeting (decibels) … Afhankelijk van de beschikbare tijd kan hier ook gesproken worden over logaritmische schaal en enkel en dubbel logaritmisch papier.
	B		2.9.4	kennen de logaritmische functie $f(x) = \log_a x$ als inverse van de exponentiële functie $f(x) = a^x$	
	B		2.9.5	kunnen: - domein, - bereik, - bijzondere waarden, - tekenverloop, - stijgen/dalen, - asymptotisch gedrag bepalen van logaritmische functies	
	B		2.9.6	kunnen de afgeleide functie bepalen van logaritmische functies.	
	B		2.9.7	kennen de begrippen beginwaarde, groeifactor, groeipercentage, halveringstijd en verdubbelingstijd	Bij het oplossen van concrete problemen in verband met exponentiële groei wordt men geconfronteerd met het oplossen van vergelijkingen van de vorm $k.a^{f(x)} = b$. Om deze vergelijkingen op te lossen maakt men meestal gebruik van logaritmen. Het dient echter aanbeveling de leerlingen te wijzen op het feit dat sommige van deze vergelijkingen op te lossen zijn door te steunen op het begrip exponent zelf. Er wordt hier verder ingegaan op de begrippen beginwaarde en groeifactor, waarbij deze begrippen bij de verschillende problemen elk als gevraagde kunnen optreden, afhankelijk van de probleemstelling. Tevens komen hier de begrippen halveringstijd en verdubbelingstijd aan bod. Bij de probleemstellingen kunnen ook ongelijkheden aan bod komen, die dan oplost worden met behulp van ICT.
	B		2.9.8	kunnen vraagstukken/problemen oplossen die aanleiding geven tot een exponentiële vergelijking of functie.	
	B		2.9.9	kunnen uit de betrekking $a^b = c$ de derde veranderlijke berekenen als de twee andere gegeven zijn (eventueel met behulp van ICT).	

2.10 Irrationale functies

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:	
	B		2.10.1 irrationale vergelijkingen oplossen.	Zeker voor de basisvorming mogen deze vergelijkingen beperkt worden tot de vorm $\sqrt{ax^2+bx+c}=d$ en functies tot de vorm $f(x)=k\sqrt{ax^2+bx+c}+l$. Afhankelijk van het al dan niet behandelen van het keuzeonderwerp ‘analytische vlakke meetkunde van de tweede graad’ kunnen hier de begrippen halve cirkel en ellips aan bod komen. Ook hier zal de nadruk liggen op het grafisch karakter van de functies en het aflezen van de karakteristieken van de grafiek. Zowel bij de studie van functies als bij het oplossen van concrete probleemstellingen zal ICT op functionele wijze ingeschakeld worden.
	B		2.10.2 aan de hand van het functievoorschrift: - een tabel, - het domein, - de nulwaarden, - het tekenverloop bepalen van irrationale functies.	
	B		2.10.3 aan de hand van de grafiek: - domein, - bereik, - nulwaarden, - tekenverloop, - stijgen/dalen, - extrema, - asymptotisch gedrag bepalen van irrationale functies.	
		U	2.10.4 limieten berekenen van irrationale functies.	
		U	2.10.5 asymptoten bepalen van irrationale functies.	
		U	2.10.6 de afgeleide functie bepalen van irrationale functies.	
	B		2.10.7 vraagstukken/problemen oplossen die aanleiding geven tot een irrationale vergelijking, ongelijkheid of functie, eventueel met behulp van ICT.	
	B		2.10.8 extremumvraagstukken (ook van buiten de wiskunde) die aanleiding geven tot irrationale functies, oplossen.	

2.11 Integralen

ET	*Type doelst.*	*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
		De leerlingen:	
	B	2.11.1 kennen het begrip differentiaal en de meetkundige betekenis ervan.	Het begrip differentiaal wordt hier ingevoerd als aanloop naar de studie van de integraalrekening en niet als een doel op zich. Het is wel een aangewezen moment om een aantal rekenregels van de afgeleiden te herhalen. Het is hier aangewezen het integraalbegrip aan te brengen aan de hand van het oppervlakte-idee. Je kunt hierbij bijvoorbeeld de oppervlakte berekenen onder een rechte tussen twee gehele grenzen. Het principe van benaderen met rechthoeken kan hier aan de hand van het voorbeeld worden uitgewerkt, maar dient zeker niet theoretisch te worden onderbouwd. Het is ook bij de behandeling van primitieve functies zeker niet de bedoeling al te theoretisch te werk te gaan. De eigenschap in verband met de lineariteit en de stelling om de bepaalde integraal te kunnen berekenen door middel van de primitieve functie kunnen aan de hand van goed gekozen voorbeelden intuïtief worden aangebracht en geïllustreerd. Bij de integratiemethodes ligt de nadruk op het begrijpen en kunnen toepassen van de verschillende methodes. Bij substitutie is het zeker niet de bedoeling om bijvoorbeeld alle mogelijke goniometrische substituties aan bod te laten komen. Integratiemethodes mogen niet tot onnodig en overbodig rekenwerk leiden. Vandaar ook dat bij de integratie van rationale functies het splitsen in partieelbreuken niet aan bod hoeft te komen. Indien men een dergelijke functie zou moeten integreren (bij een toepassing) kan men gebruik maken van ICT. Men kan ICT ook inschakelen om de bekomen resultaten te verifiëren. De te integreren irrationale functies kan men beperken tot wortelvormen van eerstegraadsfunctie; ook bij exponentiële, logaritmische en goniometrische functies houdt men de moeilijkheidsgraad liefst beperkt. Zoals hierboven reeds gezegd
	B	2.11.2 kennen het begrip bepaalde integraal en kunnen het verband uitleggen tussen de bepaalde integraal van een functie en de oppervlakte van een gebied bepaald door de functie en de X-as.	
	B	2.11.3 kennen het begrip primitieve functie.	
	B	2.11.4 kennen de onderstaande eigenschappen: - de stelling in verband met de optelbaarheid van de bepaalde integraal, - de middelwaardenstelling, - de hoofdstelling van de integraalrekening, - de stelling in verband met de lineariteit van de bepaalde integraal, - de stelling in verband met de bepaalde integraal en ongelijkheden	
	B	2.11.5 kunnen het verband illustreren tussen het berekenen van de bepaalde integraal van een functie en de primitieve van de gegeven functie	
	B	2.11.6 De leerlingen kunnen bij het integreren van eenvoudige veeltermfuncties, rationale functies, irrationale functies, exponentiële functies, logaritmische functies en goniometrische functies gebruik maken van: - de basisformules van de integraalrekening; - de substitutiemethode;	

			- de methode van partiële integratie	ligt de nadruk op de methodiek en niet zozeer op rekentechnisch kunnen.
	B		2.11.7 kunnen vraagstukken/problemen oplossen (ook van buiten de wiskunde) die kunnen herleid worden tot het berekenen van een integraal	De te behandelen toepassingen zijn tweeledig: enerzijds toepassingen binnen de wiskunde zoals het berekenen van oppervlaktes van een vlak gebied, anderzijds toepassingen van buiten de wiskunde. In beide gevallen ligt de nadruk op het vertalen van het gestelde probleem naar wiskundige gedaante, eerder dan op het rekenwerk. Dit laatste kan zeker bij toepassingen door ICT worden overgenomen.

2.12 Rijen en reeksen

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:	
		U	2.12.1 kennen de definitie van een rekenkundige en een meetkundige rij.	Ondanks het feit dat hier enkel de definitie van een rekenkundige en een meetkundige rij gevraagd wordt en dat het enkel deze twee bijzondere soorten rijen zijn die bij de verdere studie aan bod komen, is het ten zeerste aangewezen om bij de stichting van het begrip rij ook andere rijen aan bod te laten komen. Denk hierbij aan de rij van Fibonacci, de harmonische rij, een recursief gedefinieerde rij. Het is immers belangrijk dat leerlingen geconfronteerd worden met andere soorten rijen, zodat ze niet het verkeerde idee zouden krijgen dat er geen andere soorten rijen bestaan. Breng aan de hand van voorbeelden rekenkundige en meetkundige rijen in verband met lineaire en exponentiële groei.
		U	2.12.2 kunnen een rekenkundige en een meetkundige rij grafisch voorstellen, eventueel met behulp van ICT.	Bij de grafische voorstelling van rijen is het aangewezen zoveel mogelijk ICT in te schakelen. Hierbij kan intuïtief ook over de begrippen convergentie en divergentie gesproken worden.
		U	2.12.3 kunnen een grafische voorstelling van een rij in verband brengen met de grafische voorstelling van een functie.	
		U	2.12.4 kunnen de algemene term en de som van de eerste n termen van een rekenkundige en een meetkundige rij	Het is zeker de bedoeling deze formules te bewijzen. Het is wel niet de

			bepalen.	bedoeling een aantal ingewikkelde oefeningen op deze formules te maken. Het is beter vraagstukken op te lossen waarin rekenkundige en meetkundige rijen verwerkt zijn en waarbij toepassing van het formularium vereist is.
	U	2.12.5	kennen de begrippen rekenkundig en meetkundig gemiddelde.	Het meetkundig gemiddelde kan in verband gebracht worden met de eigenschap “In een rechthoekige driehoek is de hoogte op de schuine zijde het meetkundig gemiddelde van de loodrechte projecties van de rechthoekszijden op de schuine zijde”. De benamingen rekenkundige en meetkundige rij kunnen ook verklaard worden met behulp van de volgende eigenschappen: • in een rekenkundige rij is elke term, behalve de eerste en de laatste, het rekenkundig gemiddelde van de twee termen die hem omringen, • in een meetkundige rij is de absolute waarde van elke term, behalve de eerste en de laatste, het meetkundig gemiddelde van de termen die hem omringen.
	U	2.12.6	kennen de definitie van een reële rij, met de daarbij horende terminologie en notaties.	
	U	2.12.7	kunnen de convergentie/divergentie van meetkundige en rekenkundige rijen onderzoeken, hierbij ondersteund door een grafische voorstelling.	
	U	2.12.8	kennen de definitie van een rekenkundige en meetkundige reeks, kunnen hiervoor de formule voor de n-de partiële som opstellen en aan de hand daarvan de convergentie/divergentie van de reeks onderzoeken.	

3 Goniometrie

3.1 Georiënteerde hoeken en goniometrische getallen

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:	
	B		3.1.1 kunnen het begrip georiënteerde hoek gebruiken.	De leerlingen hebben in de eerste graad reeds kennis gemaakt met georiënteerde hoeken bij de behandeling van draaiingen. Een definitie werd toen niet gegeven. Een georiënteerde hoek kan nu gedefinieerd worden als een hoek die bepaald wordt door zijn hoekgrootte en zijn zin. Hierbij kan een georiënteerde hoek voorgesteld worden door een tweebeen (dit is een koppel gesloten halfrechten met een gemeenschappelijk grenspunt). Vestig de aandacht op een aantal bijzondere hoeken, zoals de nulhoek, de gestrekte hoek, de positieve rechte hoek en de negatieve rechte hoek.
		U	3.1.2 kennen het verband tussen georiënteerde hoeken en draaiingen.	Naast het woord draaiing kan ook het woord rotatie gebruikt worden. De leerling kan ook het volgende inzicht bijgebracht worden: als men in het vlak een willekeurig punt kiest dan correspondeert met een georiënteerde hoek precies één rotatie met dit punt als centrum. Ook de gelijkheid van georiënteerde hoeken kan hier aan bod komen: twee georiënteerde hoeken zijn gelijk als ze na keuze van een punt in het vlak corresponderen met dezelfde rotatie met het gekozen punt als centrum.
	B		3.1.3 kunnen georiënteerde hoeken optellen.	De optelling van georiënteerde hoeken kan gedefinieerd worden met behulp van opeenvolgende tweebenen (Chasles-Möbius). Er kan een verband gelegd worden tussen het optellen van twee georiënteerde hoeken en de opeenvolging van twee rotaties. Met het oog op het definiëren van het verschil van georiënteerde hoeken dient de tegengestelde georiënteerde hoek ingevoerd te worden. Hierbij kan opgemerkt worden dat de som van een

			georiënteerde hoek en zijn tegengestelde de nulhoek is.
B		3.1.4 kunnen een georiënteerde hoek vermenigvuldigen met een geheel getal.	De vermenigvuldiging van een georiënteerde hoek met een geheel getal kan gedefinieerd worden met behulp van de optelling.
B		3.1.5 kennen de overeenkomst tussen een georiënteerde hoek en zijn beeldpunt op de goniometrische cirkel.	Als men in het vlak een positief orthonormaal assenstelsel kiest, dan noemt men de cirkel met de oorsprong als middelpunt en de lengte-eenheid als straal de goniometrische cirkel van dit assenstelsel. De positieve x-as wordt als beginbeen van de georiënteerde hoek gekozen. De leerlingen moeten inzien dat met elke georiënteerde hoek precies één punt van de goniometrische cirkel correspondeert en omgekeerd. Ze moeten ook inzien dat een georiënteerde hoek oneindig veel maatgetallen heeft.
B		3.1.6 kennen de definitie van sinus, cosinus, tangens en cotangens van een georiënteerde hoek en kunnen deze meetkundig voorstellen op de goniometrische cirkel.	Sinus, cosinus en tangens van scherpe hoeken zijn gekend. Veralgemeen deze begrippen voor stompe hoeken. We bedoelen hier de definities met behulp van de beeldpunten (sinus en cosinus) en de tangens- en cotangensas (tangens en cotangens).
	U	3.1.7 kennen de begrippen secans en cosecans van een georiënteerde hoek.	
B		3.1.8 kunnen de betrekkingen tussen de goniometrische getallen van eenzelfde hoek afleiden.	We denken hierbij aan de hoofdformule van de goniometrie ($\sin^2 x + \cos^2 x = 1$) en bijvoorbeeld $1 + \tan^2 x = \dfrac{1}{\cos^2 x}$.
B		3.1.9 kennen de begrippen tegengestelde, complementaire, supplementaire en antisupplementaire georiënteerde hoeken.	
B		3.1.10 kunnen de betrekkingen tussen goniometrische getallen van gelijke, tegengestelde, complementaire, supplementaire en antisupplementaire georiënteerde hoeken formuleren en verklaren.	Leg hierbij ook de nadruk op de verwoording van de eigenschappen. Belangrijk is ook dat de aandacht van de leerlingen gevestigd wordt op datgene dat gelijk is.
B		3.1.11 kunnen met behulp van ICT hoeken met gegeven goniometrisch getal bepalen.	Bij het terugzoeken van hoeken met ICT moeten de leerlingen er zich van bewust zijn dat het antwoord van het gebruikte middel steeds tot een afgesproken interval behoort, dat afhangt van het type goniometrisch getal. Een verduidelijking met de goniometrische cirkel

			dringt zich hier op.

3.2 Willekeurige driehoeken

ET	*Type doelst.*	*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
	B	De leerlingen: 3.2.1 kunnen de sinusregel, de cosinusregel en de goniometrische oppervlakteformule voor willekeurige driehoeken opstellen.	Met de goniometrische oppervlakteformule voor een willekeurige driehoek bedoelen we de formule waarmee de oppervlakte berekend wordt als het halve product van de lengte van twee zijden en de sinus van de ingesloten hoek. Deze regel kan bewezen worden met behulp van de definitie van de sinus in een rechthoekige driehoek. De sinusregel kan bewezen worden door de goniometrische oppervlakteformule toe te passen op de drie hoeken van een driehoek. Ook het verband met de straal van de omcirkel kan hier bewezen worden. De cosinusregel kan bewezen worden door gebruik te maken van de stelling van Pythagoras en de definitie van de cosinus in een rechthoekige driehoek.
	B	3.2.2 kunnen de sinusregel, de cosinusregel en de goniometrische oppervlakteformule voor willekeurige driehoeken toepassen bij het oplossen van vraagstukken.	Bij gebruik van vooraf bij benadering berekende elementen moet men wijzen op het zich kunnen voortplanten van eventuele fouten. Dit houdt in dat tussenresultaten alleen mogen aangewend worden met een voldoende aantal decimalen. Wijs de leerlingen ook op het gevaar dat verbonden is aan de sinusregel: • er zijn problemen waarbij de gegevens een scherpe en een stompe hoek toelaten, • er zijn problemen waarbij er slechts één hoek oplossing is, maar waarbij zelfs het tekenen van een figuur op schaal niet toelaat na te gaan of de hoek scherp, recht of stomp is. De regel waarbij men eerst de hoek gaat berekenen gelegen tegenover een kleinere zijde kan hier een uitweg bieden.

			Wijs de leerlingen erop dat men ook de cosinusregel kan gebruiken om hoeken te berekenen. Maak oefeningen waarin de formules van de rechthoekige en willekeurige driehoeken samen aan bod komen.

3.3 De radiaal

ET	*Type doelst.*	*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
		De leerlingen: 3.3.1 kennen het begrip radiaal en kunnen het verband leggen tussen graden en radialen.	
		3.3.2 kunnen de goniometrische getallen van een reëel getal berekenen en kennen de elementaire eigenschappen.	
		3.3.3 kunnen de goniometrische getallen van verwante hoeken berekenen en een hoek herleiden naar het eerste kwadrant op de goniometrische cirkel.	

3.4 Formules

ET	*Type doelst.*	*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
	B	De leerlingen: 3.4.1 kennen de optellingsformules en kunnen deze bewijzen.	Analytische oefeningen ("identiteit"-bewijsoefeningen) op de formules kunnen ongetwijfeld bijdragen tot het verhogen van de reken- en vooral de redeneervaardigheden bij bewijstechnieken. Men mag hierin echter niet overdrijven en er slechts een beperkte tijd aan besteden. Hoofddoel is het inoefenen van de formules en het manipuleren ervan. Toepassingen uit de driehoeksmeting laten toe de sinus- en de cosinusregel te herhalen en tevens de nieuw verworven formules in te oefenen. Men kan enkele toepassingen zien in verband met op-
	B	3.4.2 kennen de verdubbelingsformules en kunnen deze bewijzen.	
	B	3.4.3 kennen de halveringsformules en kunnen deze bewijzen.	
	B	3.4.4 kennen de t-formules en kunnen deze bewijzen.	

	B		3.4.5	kennen de formules van Simpson en kunnen deze bewijzen.	pervlakteformules van driehoek, parallellogram en regelmatige veelhoek. Als uitbreiding kunnen sommige formules voor de merkwaardige lijnenstukken en cirkels van een driehoek worden behandeld. Het is in dat geval zeker niet de bedoeling volledigheid na te streven, een zinvolle en beperkte exemplarische selectie volstaat.
		U	3.4.6	kunnen toepassingen/formules uit de driehoeksmeting oplossen/afleiden, zoals bijvoorbeeld: - de oppervlakte van een driehoek (formule van Heron), - de bissectrices, - de hoogtelijnen, - de zwaartelijnen, - de straal van de in- en omcirkel.	

4 Vlakke meetkunde

4.1 Eigenschappen van hoeken

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:	
	B		4.1.1 kunnen met behulp van ICT een hoekgrootte uitgedrukt in graden met een decimale onderverdeling omzetten naar graden, minuten, seconden en omgekeerd.	Het volstaat dat leerlingen hun rekentoestel leren hanteren bij deze omzettingen. Manueel rekenwerk is hier uit den boze.
	B		4.1.2 kunnen met behulp van ICT bewerkingen (optelling, aftrekking, vermenigvuldiging met een reëel getal) uitvoeren met hoekgroottes.	Hier geldt een analoge opmerking als hierboven.
	B		4.1.3 kunnen de eigenschappen van hoeken - met benen die paarsgewijs evenwijdig zijn, - met benen die paarsgewijs loodrecht op elkaar staan, - ontstaan bij het snijden van twee evenwijdige rechten met een derde rechte gebruiken bij berekeningen en bewijzen.	Deze eigenschappen kunnen bewezen worden aan de hand van de invarianten van de transformaties die in de eerste graad bestudeerd werden. Als toepassing kunnen een aantal belangrijke stellingen bewezen worden zoals ‘in een parallellogram snijden de diagonalen elkaar middendoor’. Ook de stellingen over een middenparallel van een driehoek of van een trapezium kunnen hier aan bod komen.
	B		4.1.4 kunnen de stellingen voor de som van de hoekgroottes in een driehoek en een convexe veelhoek gebruiken bij berekeningen en bewijzen.	De som van de hoekgroottes in een driehoek en een vierhoek werden reeds bestudeerd in de eerste graad. Deze eigenschappen kunnen nu bewezen worden. Merk op dat de leerlingen het begrip convex nog niet gezien hebben in de eerste graad.

4.2 Driehoeksmeting in een rechthoekige driehoek

ET	*Type doelst*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:	

B		4.2.1	kennen de eigenschap in verband met het complementair zijn van de scherpe hoeken van een rechthoekige driehoek.	
B		4.2.2	kennen de stelling van Pythagoras en kunnen deze bewijzen.	De stelling kan bewezen worden door de oppervlakteformules voor een vierhoek en een driehoek te gebruiken. Vermeld ook, weliswaar zonder bewijs, de omgekeerde stelling. Het is belangrijk de stelling van Pythagoras met woorden te formuleren, zodat de leerlingen zich niet (verkeerdelijk) vastpinnen op notaties.
B		4.2.3	kunnen de stelling van Pythagoras gebruiken bij berekeningen, constructies en in bewijzen.	De stelling van Pythagoras kan gebruikt worden bij bijvoorbeeld (dit is zeker geen limitatieve lijst): • het berekenen van de diagonaal van een vierkant als de zijde gegeven is, • het berekenen van de zijde van een vierkant als de diagonaal gegeven, • het berekenen van de lengte van een rechthoek als de diagonaal en de breedte gegeven zijn, • het controleren of een figuur met gegeven afmetingen wel de vereiste kenmerken heeft, • de constructie van $\sqrt{2}$ op de getallenas.
B		4.2.4	kunnen de begrippen sinus, cosinus en tangens van een scherpe hoek definiëren als de verhoudingen van zijden van een rechthoekige driehoek.	Naast de definities is het ook belangrijk leerlingen vertrouwd te maken met het gebruik van ICT (rekentoestel) bij het berekenen van sinus, cosinus, tangens en cotangens.
B		4.2.5	kunnen de sinus, cosinus en tangens van 30°, 45° en 60° berekenen.	Het is vanzelfsprekend dat deze bijzondere waarden kunnen bewezen worden. Maak telkens een correcte visuele voorstelling zodat leerlingen een schatting van de grootteorde kunnen maken. De gevonden resultaten kunnen nadien met ICT gecontroleerd worden.
B		4.2.6	kennen het verband tussen de sinus en de cosinus van complementaire hoeken.	Met behulp van ICT kunnen (eventueel in een tabel voorgesteld) een aantal waarden van sinus en cosinus van complementaire hoeken berekend worden. Daaruit ontstaat dan een vermoeden dat kan veralgemeend worden. Hier kunnen de bevindingen van paragraaf 2.2.5 veralgemeend worden.

	B	4.2.7	kunnen de hoofdeigenschap voor de sinus en cosinus van een scherpe hoek bewijzen.	Dit is een rechtstreekse toepassing van de stelling van Pythagoras.
	B	4.2.8	kunnen problemen met zijden en hoeken van rechthoekige driehoeken uit de technische wereld oplossen met behulp van goniometrische getallen en de stelling van Pythagoras.	Om inzicht te krijgen in een probleem is het aangewezen de leerlingen eerst een situatieschets te laten maken. In sommige gevallen kan uitgegaan worden van een figuur op schaal en kunnen zo de resultaten achteraf nagemeten worden. Vestig de aandacht van de leerlingen op het feit dat zo weinig mogelijk gebruik mag worden gemaakt van eerdere berekeningen, dit om de voortplanting van eventuele fouten te vermijden. Zorg er in deze context ook voor dat tussenberekeningen zo nauwkeurig mogelijk uitgevoerd worden en dat pas in het antwoord benaderd en afgerond wordt.
	B	4.2.9	kunnen in het vlak de afstand berekenen tussen twee punten die gegeven zijn door hun coördinaten in een orthonormaal cartesisch assenstelsel.	De formule voor de afstand in een vlak kan toegepast worden om aftanden tussen hoekpunten van een balk te berekenen. Het is daarbij niet nodig de formule voor de afstand tussen twee punten in de ruimte te gebruiken. Dit probleem kan herleid worden tot een vlakke situatie waarbij telkens de stelling van Pythagoras kan toegepast worden. Schenk daarbij de nodige aandacht aan de visuele voorstelling. Ook andere ruimtelijke problemen kunnen hier aan bod komen zoals bijvoorbeeld: • de hoogte van een piramide, • de omtrek van de gelijkzijdige driehoek gevormd door drie diagonalen in verschillende zijvlakken van een kubus.

4.3 Congruentie en gelijkvormigheid

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:	
	B	4.3.1	kunnen het beeld bepalen van een vlakke figuur door de projectie op een rechte.	De leerlingen hebben in de eerste graad reeds transformaties behandeld (spiegeling om een rechte, puntspiegeling, verschuiving, draaiing). Ook de invarianten zijn hier aan bod gekomen (het rechte-zijn, de lengte van lijnstukken, de grootte van hoeken, de evenwijdigheid van rechten, de loodrechte stand van rechten).

				Bij deze nieuwe transformatie (projectie op een rechte) kunnen verschillende punten toch hetzelfde beeld hebben. Er dient opgemerkt te worden dat het beeld van een lijnstuk eventueel geen lijnstuk meer is en dat over het algemeen de lengte van een lijnstuk niet behouden wordt door een projectie. In het geval van een loodrechte projectie laat de driehoeksmeting toe een eenvoudig verband te leggen tussen de lengte van het gegeven lijnstuk en de lengte van zijn projectie.
B		4.3.2	kennen de stelling van Thales.	De stelling van Thales wordt geformuleerd met lengten van lijnstukken. De leerlingen moeten inzien dat evenwijdigheid leidt tot evenredigheid.
	U	4.3.3	kunnen de stelling van Thales bewijzen.	
B		4.3.4	kunnen problemen met zijden en hoeken van driehoeken uit de technische wereld oplossen met behulp van de stelling van Thales.	Hier gelden analoge bedenkingen als bij paragraaf 2.2.8.
B		4.3.5	kunnen het beeld bepalen van een vlakke figuur door een homothetie.	Breng homothetie in verband met schaal. De leerlingen moeten inzien dat een homothetie volledig bepaald is door zijn centrum en zijn factor. De invarianten van een homothetie moeten niet bewezen worden, men kan zich beperken tot het ontdekken van deze eigenschappen door bijvoorbeeld een rechthoekig trapezium te onderwerpen aan een homothetie.
B		4.3.6	kunnen de gelijkvormigheid van figuren verklaren met behulp van schaal en congruentie.	Een eerste figuur is gelijkvormig met een tweede figuur als de tweede figuur congruent is met een homothetisch beeld van de eerste figuur. Breng dit aan met de nodige constructies. Voer hier ook het begrip gelijkvormigheidsfactor in.
B		4.3.7	kennen het effect van de gelijkvormigheidsfactor (schaal) op de omtrek en de oppervlakte van vlakke figuren.	
B		4.3.8	kennen de gelijkvormigheidskenmerken van driehoeken.	De leerlingen moeten de gelijkvormigheidskenmerken voor driehoeken kunnen verwoorden.
B		4.3.9	kunnen de gelijkvormigheid van driehoeken en de stelling van Thales gebruiken om de lengte van lijnstukken te berekenen.	Hier is het belangrijk dat de leerlingen de evenredigheden vlot en correct kunnen opschrijven door uit te gaan van de paren even grote hoeken.

		U	4.3.10 kunnen de gelijkvormigheidskenmerken van driehoeken bewijzen.	De leerlingen kunnen eventueel de gelijkvormigheidskenmerken voor driehoeken bewijzen.
		U	4.3.11 kunnen stellingen in verband met middelevenredigheid in een rechthoekige driehoek bewijzen.	Merk op dat deze stellingen kunnen bewezen worden met gelijkvormige driehoeken en met goniometrie.

4.4 De cirkel

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:	
	B		4.4.1 kunnen de gepaste terminologie gebruiken in verband met cirkels: straal, middellijn, koorde, raaklijn, raakpunt, middelpuntshoek, omtrekshoek.	Herhaal hier zeker ook de formules voor de omtrek van een cirkel en de oppervlakte van een schijf.
	B		4.4.2 kunnen een cirkel construeren door drie niet-collineaire punten.	
	B		4.4.3 kunnen eigenschappen in verband met straal en koorde onderzoeken, bewijzen en gebruiken.	Behandel hier enkele constructies en eigenschappen met betrekking tot lengte en onderlinge ligging van straal en koorde.
	B		4.4.4 kunnen de onderlinge ligging van een cirkel en een rechte onderzoeken.	Hier kan aandacht besteed worden aan de notatie van de doorsnede van een rechte en een cirkel. Het begrip raaklijn komt hier natuurlijk ook aan bod. Vermits dit een toch niet onbelangrijk begrip is waarmee de leerlingen in de toekomst nog een aantal keer zullen geconfronteerd worden, dient hier de nodige aandacht aan besteed te worden.
		U	*4.4.5 kunnen de onderlinge ligging van twee cirkels onderzoeken.*	
	B		4.4.6 kunnen de eigenschappen in verband met middelpuntshoeken en omtrekshoeken onderzoeken, bewijzen en gebruiken.	Behandel hier in eerste instantie het verband tussen de grootte van een omtrekshoek en de grootte van de corresponderende middelpuntshoek.
	B		4.4.7 kunnen meetkundige constructies zoals	De vermelde constructies moeten zo aangebracht worden dat ze zowel teken- als denkproblemen zijn. Het ligt in de lijn der verwachtingen dat

			- de raaklijn in een punt van de cirkel, - de raaklijnen uit een punt aan een cirkel, - de ingeschreven cirkel van een driehoek, - de omgeschreven cirkel van een driehoek verklaren en uitvoeren.	de leerlingen hierbij de gebruikte technieken en procedures verklaren en aangeven waarom deze een oplossing bieden voor het gestelde probleem. M.a.w.: probeer deze constructies te zien in het licht van probleemoplossend denken.
	U	*4.4.8*	*kunnen eigenschappen van cirkels en veelhoeken onderzoeken.*	*Met behulp van bovenvermelde eigenschappen in verband met cirkels, de stelling van Pythagoras, vierkantswortels en driehoeksmeting kunnen een aantal voorbeelden van regelmatige veelhoeken behandeld worden. Hierbij kan bijvoorbeeld de berekening van de zijde in functie van de straal van de omgeschreven cirkel aan bod komen.* *Mogelijke toepassingen zijn het berekenen van de omtrek en oppervlakte van een regelmatige veelhoek.*

4.5 Vectoren

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:	
	B		4.5.1 kennen het begrip vector.	Een vector wordt bepaald door zijn richting, zijn lengte en zijn zin. Vandaar dat hij kan voorgesteld worden door een puntenkoppel, en grafisch door een pijl. Leg ook het verband tussen vectoren en verschuivingen (gebruik ook het begrip translatie). Het is belangrijk dat de leerlingen inzien dat met elke vector precies één verschuiving correspondeert en omgekeerd.
	B		4.5.2 kunnen uitleggen wanneer twee vectoren gelijk zijn.	Twee vectoren zijn gelijk als ze corresponderen met dezelfde verschuiving. Merk op dat in de fysica het “aangrijpingspunt” van een vector wel belangrijk is (kracht, afgelegde weg, snelheid …). De leerlingen moeten inzien dat twee niet-identieke puntenkoppels die dezelfde vector bepalen verbonden kunnen worden door middel van één of meer parallellogrammen.
	B		4.5.3 kunnen vectoren optellen.	De som van vectoren wordt gedefinieerd met behulp van opeenvolgende koppels (Chasles-Möbius).

				Merk zeker op dat de som van een vector en zijn tegengestelde vector de nulvector is.
B		4.5.4	kunnen vectoren vermenigvuldigen met een reëel getal.	Voor een vector die niet de nulvector is definiëren we de vermenigvuldiging met een reëel getal als volgt: associeer met het koppel dat de vector voorstelt de ijk van een getallenas.
B		4.5.5	kennen de betekenis van evenwijdige vectoren.	De leerlingen moeten inzien dat bij twee evenwijdige vectoren (die niet de nulvector zijn) de ene vector een reëel veelvoud is van de andere en omgekeerd.
B		4.5.6	kunnen werken in het vlak met oorsprong.	
B		4.5.7	kennen het verband tussen een vector en zijn coördinaat.	Het is zeker niet zinloos het begrip vector vrij snel te associëren met een stel coördinaatgetallen. Dit verband kan gebruikt worden bij het analytisch beschrijven van rechten. Het is belangrijk dat de leerlingen inzien dat na de keuze van een oorsprong met een vector precies één punt correspondeert en omgekeerd. Voer het begrip plaatsvector in. Het is daarbij belangrijk dat de leerlingen inzien dat elke plaatsvector op precies één manier te schrijven is als een combinatie van de basisvectoren (dit zijn de plaatsvectoren van de eenheidspunten van het assenstelsel), waarbij de coördinaatgetallen van het punt als coëfficiënten optreden.
B		4.5.8	kunnen de rekenregels voor vectoren toepassen, grafisch ondersteunen en gebruiken bij bewijsvoering.	Voor deze rekenregels worden geen bewijzen verwacht. Het volstaat de rekenregels grafisch te motiveren met geschikte voorbeelden. Bij het samenvatten van de eigenschappen van de optelling en de vermenigvuldiging met een reëel getal kan men de begrippen commutatieve groep en reële vectorruimte vermelden. Behandel zeker de parallellogramregel voor het optellen van vectoren en de vectoriële betrekkingen die verband houden met de middenparallel van een driehoek en van een trapezium. Ook de volgende eigenschap kan bewezen worden: als in een vierhoek de diagonalen elkaar middendoor snijden, dan is die vierhoek een parallellogram.
B		4.5.9	kunnen de begrippen richtingsgetallen en	De richtingscoëfficiënt van een rechte is bij functies van de eerste graad gedefinieerd als de coëfficiënt van x in de naar y opgeloste

			richtingsvector van een rechte gebruiken.	vergelijking. Een stel richtingsgetallen wordt gedefinieerd als de coördinaat van een richtingsvector. Er kan bewezen worden dat $(x_2 - x_1, y_2 - y_1)$ een stel richtingsgetallen is van de rechte bepaald door de punten (x_1, y_1) en (x_2, y_2). De leerlingen moeten ook inzien dat een toename met 1 van de abscis een toename met de richtingscoëfficiënt impliceert van de ordinaat. Daardoor zouden ze in staat moeten zijn een rechte te tekenen uitgaande van één punt en de richtingscoëfficiënt.
B		4.5.10	kunnen de vectoriële vergelijking van een rechte opstellen.	
B		4.5.11	kunnen de parametervergelijkingen van een rechte opstellen.	Behandel hier de gevallen: • rechte bepaald door twee punten, • rechte bepaald door één punt en een stel richtingsgetallen.
B		4.5.12	kunnen de cartesische vergelijking van een rechte opstellen.	Behandel hier de gevallen: • rechte bepaald door twee punten, • rechte bepaald door één punt en een stel richtingsgetallen, • rechte bepaald door één punt en zijn richtingscoëfficiënt. Er kan aangetoond worden dat $(-v, u)$ een stel richtingsgetallen is van de rechte met vergelijking $ux + vy + w = 0$.
B		4.5.13	kennen het verband tussen de richtingscoëfficiënten van twee evenwijdige rechten.	Hier kunnen oefeningen gemaakt worden die te maken hebben met evenwijdigheid en snijpunten van rechten. Ook de collineariteit van drie punten A, B en C kan hier aan bod komen, vermits hier het verband gelegd kan worden met de evenwijdigheid van de vectoren $\overrightarrow{AB}$ en $\overrightarrow{AC}$.
B		4.5.14	kunnen de analytische uitdrukking van het inproduct van twee vectoren gebruiken.	Bij de definitie van het inproduct kan uitgegaan worden van de correctieterm bij de cosinusregel in vergelijking met de stelling van Pythagoras.
B		4.5.15	kennen het verband tussen de richtingscoëfficiënten van twee loodrecht op elkaar staande rechten.	Het is de bedoeling eerst een verband te vinden tussen stellen richtingsgetallen van rechten die loodrecht op elkaar staan. Daaruit kan

			een verband tussen de richtingscoëfficiënten van orthogonale rechten afgeleid worden. Maak de leerlingen duidelijk dat de formules eenvoudiger worden als men een orthonormale basis invoert. Regel: er wordt niet gemeten (geen hoeken, geen afstanden, geen inproduct): iedere basis is OK; er wordt wel gemeten: we opteren voor een orthonormale basis.
B		4.5.16 kunnen de hoek tussen twee rechten analytisch bepalen.	Met behulp van richtingsvectoren en het inproduct kan men de hoek tussen twee rechten bepalen.
B		4.5.17 kunnen de cartesische vergelijking van een cirkel opstellen.	Als toepassingen op de algebra kunnen hier snijpunten van een rechte en een cirkel behandeld worden. Ook raaklijnproblemen kunnen hier aan bod komen.

5 Ruimtemeetkunde

5.1 Ruimtemeetkunde

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:	
		U	5.1.1 kennen het begrip coördinaat (of plaatsvector) van een punt in de ruimte en de betekenis van de verschillende coördinaatgetallen.	Bij de ruimtemeetkunde wordt onmiddellijk in de euclidische ruimte gewerkt, dit wil zeggen dat alles wordt beschreven in een orthonormaal assenstelsel. Ondanks de aanwezigheid van de begrippen plaatsvector en richtingsvector bij de doelstellingen dient hier geen overdadige aandacht aan te worden besteed. Het is aangewezen dat men het begrip vector hier eenduidig associeert met het begrip coördinaat. Het opstellen van de vergelijkingen van rechten en vlakken blijft een belangrijke hoeksteen binnen de ruimtemeetkunde. Nadat men vergelijkingen van rechten en vlakken kan opstellen, kan men overgaan tot een studie van loodrechte stand en afstanden. Indien de tijdsbesteding het toelaat kan men hieraan ook nog het berekenen van hoeken toevoegen. Het is aangewezen om bij de studie van de ruimtemeetkunde de synthetische meetkunde als rode draad te laten lopen. Men kan hierbij gebruik maken van beschrijvingen aan de hand van kubus en viervlak.
		U	5.1.2 kunnen de coördinaat van een gegeven punt bepalen en omgekeerd een punt tekenen met gegeven coördinaat.	
		U	5.1.3 kunnen coördinaten van punten optellen en vermenigvuldigen met een scalair.	
		U	5.1.4 kunnen het zwaartepunt van twee, drie of vier onafhankelijke punten berekenen.	
		U	5.1.5 kennen het begrip richtingsvector van een rechte als verschil van de coördinaten van twee willekeurige punten op de rechte.	
		U	5.1.6 kunnen de parametervergelijkingen en de cartesische vergelijkingen van een rechte opstellen.	
		U	5.1.7 kunnen de begrippen snijdende en kruisende rechten analytisch vertalen.	
		U	5.1.8 kunnen de parametervergelijkingen en de cartesische vergelijking van een vlak opstellen.	
		U	5.1.9 kunnen de begrippen snijdende vlakken en evenwijdige vlakken analytisch vertalen.	
		U	5.1.10 kunnen de volgende begrippen analytisch vertolken: - rechte gelegen in een vlak;	

			- rechte die een vlak in een punt snijdt.
		U	5.1.11 kennen de definitie van het inproduct (of scalair product) van twee (richtings)vectoren en aan de hand hiervan de volgende begrippen: - norm van een vector; - orthogonaliteit van richtingsvectoren; - normaalvector van een vlak
		U	5.1.12 kunnen de volgende begrippen analytisch vertolken: - twee loodrecht snijdende rechten; - twee loodrecht kruisende rechten; - rechte loodrecht op een vlak; - twee loodrecht snijdende vlakken
		U	5.1.13 kunnen de afstand: - tussen twee punten, - van een punt tot een rechte - van een punt tot een vlak berekenen

5.2 Analytische vlakke meetkunde van de tweede graad

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:	
		U	5.2.1 kennen de meetkundige definitie van een parabool.	De parabool, ellips en hyperbool kunnen worden gedefinieerd door middel van hun metrische eigenschap in het vlak. Eens de vergelijkingen bekomen, zal met behulp van afgeleiden of differentialen in de eerste plaats de vorm van de krommen worden onderzocht. Voorts kunnen constructies voor raaklijn en normaal aan bod komen waarvan de bewijzen langs zuiver analytische weg kunnen gevonden worden.
		U	5.2.2 kunnen de cartesische vergelijking $y^2 = 2px$ van een parabool opstellen.	
		U	5.2.3 kunnen de cartesische vergelijking van de raaklijn in een punt van de parabool opstellen en deze raaklijn construeren.	

		U	5.2.4	kunnen eenvoudige toepassingen in verband met parabolen oplossen.
		U	5.2.5	kennen de meetkundige definitie van een ellips.
		U	5.2.6	kunnen de cartesische vergelijking $\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$ van een ellips opstellen.
		U	5.2.7	kunnen de cartesische vergelijking van de raaklijn in een punt van de ellips opstellen en deze raaklijn construeren.
		U	5.2.8	kunnen eenvoudige toepassingen in verband met ellipsen oplossen.
		U	5.2.9	kennen de cirkel als bijzondere ellips.
		U	5.2.10	kennen de meetkundige definitie van een hyperbool.
		U	5.2.11	kunnen de cartesische vergelijking $\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}=1$ van een hyperbool opstellen.
		U	5.2.12	kunnen de cartesische vergelijking van de raaklijn in een punt van de hyperbool opstellen.
		U	5.2.13	kunnen eenvoudige toepassingen in verband met hyperbolen oplossen.

6 Stochastiek

6.1 Algemene telregels

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:	
	B		6.1.1 kennen de elementaire telregels uit de discrete wiskunde en kunnen deze toepassen bij gestelde problemen.	Met de algemene telregels worden de somregel, de regel voor het aantal elementen van de unie van niet-disjuncte verzamelingen en de productregel bedoeld.
	B		6.1.2 kennen het ladenprincipe van Dirichlet.	Het is belangrijk de som- en de productregel te behandelen. De link met de logica (conjunctie en disjunctie) en met de verzamelingenleer (unie en productverzameling) kan worden gelegd. Voorts zal ook de aandacht worden getrokken op het feit dat sommige tellingen gemakkelijker gebeuren door ontkenning; d.w.z. door het aantal elementen van het complement te berekenen. Een ver doorgedreven abstracte behandeling met begrippen uit de verzamelingenleer is echter niet gewenst.

6.2 Combinatieleer

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:	
	B		6.2.1 kunnen de vier gevallen onderscheiden die bepaald worden door de vraagstelling naar de volgorde en herhaling.	Het systematisch tellen van mogelijkheden staat voorop. Aan de hand van eenvoudige voorbeelden, waarbij het opsommen van alle mogelijkheden overzichtelijk blijft, wordt stapsgewijze de algemene formule bijgebracht.
	B		6.2.2 kennen het begrip anagram als een groepering waarbij de herhaling van de elementen van de groepering vastligt en de volgorde van de verschillende elementen belangrijk is	Hierbij zal grote aandacht besteed worden aan de verschillen in de formules naarmate bij het tellen de volgorde enerzijds, de herhaling anderzijds al dan niet een rol spelen.

	B	6.2.3 kunnen deze begrippen toepassen bij het oplossen van telproblemen.	Het is aan te raden om de verschillende formules in tabelvorm naast elkaar te plaatsen, zodat een duidelijke profilering merkbaar is. Hoe dan ook dient de leerling bijgebracht dat de moeilijkheidsgraad niet zozeer schuilt in het opstellen van de formules, dan wel in het inhoudelijk begrijpen van de vraagstukken hetgeen leidt tot de keuze van de gepaste formule. Hoewel in de praktijk de combinatieleer eerder als een voorbereiding op de kansrekening zal worden gezien, is het toch aan te raden om de tellingen ook los te zien van het begrip kans.

6.3 Combinatorische toepassingen

ET	*Type doelst.*	*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
		De leerlingen:	
	B	6.3.1 kunnen eigenschappen in verband met de binomiaalgetallen bewijzen en gebruiken om de driehoek van Pascal op te stellen.	Het binomium van Newton en de eigenschappen van binomiaalcoëfficiënten bieden de mogelijkheid om het sommatieteken Σ in te oefenen.
	B	6.3.2 kunnen de formule van het binomium van Newton opstellen en gebruiken.	

6.4 Kansrekening

ET	*Type doelst.*	*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
		De leerlingen:	
	B	6.4.1 kennen de elementaire begrippen uit de kansrekening (zoals experiment, gebeurtenis, uitkomst …) en de bijhorende terminologie en notaties.	Uitgaande van een gepaste toepassing worden de begrippen kansexperiment, uitkomst(enverzameling) en gebeurtenis ingevoerd. Het begrip kans en meegaande de regel van Laplace worden op een intuïtieve manier bijgebracht als een idealisering van de relatieve

	B	6.4.2 kennen het begrip kans vanuit het principe van statistische stabiliteit, de regel van Laplace en de elementaire eigenschappen die kunnen toegepast worden bij het berekenen van kansen.	frequentie bij het herhaald uitvoeren van een experiment (principe van statistische stabiliteit). De som- en complementregel dienen niet formeel onderwezen worden, maar er wordt wel van de leerlingen verwacht dat ze die regels kennen, bij het oplossen van oefeningen gebruiken en meegaande inzien hoe ze in sommige gevallen de oplossing aanzienlijk vereenvoudigen. Ook het begrip voorwaardelijke kans dient aangebracht te worden aan de hand van een geschikt voorbeeld en mag zeker niet herleid worden tot het van buiten leren van een formule. Het gebruik van kansbomen speelt hierbij een zeer belangrijke rol.
	B	6.4.3 kunnen het begrip voorwaardelijke kans hanteren en herkennen wanneer gebeurtenissen onafhankelijk van elkaar zijn.	
	B	6.4.4 kunnen de regel van Bayes toepassen.	

6.5 Kansvariabelen

ET	*Type doelst.*	*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
		De leerlingen:	
	B	6.5.1 kunnen bij een eenvoudige discrete toevalsveranderlijke een kansverdeling maken, de verwachtingswaarde en de standaardafwijking bepalen en het verband leggen met de overeenkomstige begrippen van de beschrijvende statistiek.	De begrippen kansfunctie en verdelingsfunctie kunnen in verband worden gebracht met overeenkomstige begrippen uit de beschrijvende statistiek. Besteed hier ook aandacht aan de grafische voorstellingen. Bij de behandeling van een toepassing kan trouwens gebruik gemaakt worden van een gelijkaardige tabel als de frequentietabel, zodat verbanden met de statistiek voor de leerlingen duidelijk worden.

6.6 Speciale kansverdelingen

ET	*Type doelst.*	*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
		De leerlingen:	
	B	6.6.1 kunnen bij opgaven bepalen of het om een binomiale verdeling, een Poisson-verdeling of een normale	De specifiek te behandelen verdelingsfuncties zullen elk voor zich worden ingeleid door gepaste praktische toepassingen. De nadruk

				kansverdeling gaat, of geen van deze.	mag hierbij zeker niet liggen op het rekenwerk, noch op het consulteren van tabellen, wel op het gebruik van ICT-middelen. De normale verdeling kan ingevoerd worden via een toepassing uit de beschrijvende statistiek, waar bij een groot aantal gegevens het histogram naar de klokcurve van Gauss overhelt. De normale verdeling gebruiken als een benadering voor de binomiale verdeling kan bijvoorbeeld voortkomen uit de beperkingen van de aangewende ICT-middelen, waar de binomiale verdeling slechts voor een beperkt aantal herhalingen van het experiment kan worden uitgevoerd.
	B		6.6.2	kunnen bij een binomiale verdeling de kansfunctie en verdelingsfunctie bepalen en de verwachtingswaarde en standaardafwijking berekenen (met behulp van ICT).	
	B		6.6.3	kunnen bij een Poisson-verdeling de kansfunctie en verdelingsfunctie bepalen en de verwachtingswaarde en standaardafwijking berekenen (met behulp van ICT).	
	B		6.6.4	kunnen in betekenisvolle situaties gebruik maken van een normale verdeling als continu model bij data met een klokvormige frequentieverdeling en het gemiddelde en de standaardafwijking van de gegeven data gebruiken als schatting voor het gemiddelde en de standaardafwijking van deze normale verdeling.	
	B		6.6.5	kunnen het gemiddelde en de standaardafwijking van een normale verdeling grafisch interpreteren.	
	B		6.6.6	kunnen bij een normale verdeling de relatieve frequentie interpreteren van een verzameling gegevens met waarden tussen twee gegeven grenzen, met waarden groter dan een gegeven grens of met waarden kleiner dan een gegeven grens als de oppervlakte van een gepast gebied.	
		U	6.6.7	kunnen de normale verdeling bij gepaste gevallen gebruiken als benadering voor de binomiale verdeling.	

6.7 Statistiek in twee veranderlijken

ET	*Type doelst.*		*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*		*Pedagogisch-didactische wenken*
			De leerlingen:		
	B		6.7.1	kunnen gegevens van steekproeven bestaande uit koppels waarnemingsgetallen samenvatten in een	Bij het onderzoeken van het verband tussen koppels waarnemingsgetallen kan men vertrekken van een ‘puntengrafiek’ om

				tabel en grafisch voorstellen door middel van een puntenwolk.	een idee te krijgen van het verband tussen de twee variabelen. Bij een sterke lineaire correlatie concentreren deze punten zich rond een rechte. Er dient hier opgemerkt te worden dat de mate van correlatie bepaald wordt door de wijze waarop de punten in de grafiek verspreid liggen. Het dient aanbeveling dit aan te brengen aan de hand van concrete voorbeelden. Toon hier ook voorbeelden van niet-lineaire verbanden, zodat leerlingen geen foutieve indruk krijgen. Bij het bepalen van de verbanden kan men zich wel beperken tot de lineaire. Een al te theoretische behandeling is hier niet aan de orde, het is de bedoeling de leerlingen te laten kennismaken met een aantal zinvolle mogelijkheden van de statistiek. Dit gebeurt vanzelfsprekend aan de hand van goed gekozen voorbeelden. Het is ook vanzelfsprekend dat begripsvorming hierbij wel heel belangrijk is. Daar kan zeker de nodige tijd aan besteed worden als het rekenwerk gebeurt met behulp van ICT. Een bijkomend voordeel van het gebruik van ICT is dat men realistische problemen kan behandelen.
	B		6.7.2	kennen de begrippen marginale en voorwaardelijke verdeling.	
	B		6.7.3	kennen de betekenis van de lineaire correlatiecoëfficiënt en kunnen deze berekenen met behulp van ICT.	
	B		6.7.4	kennen het begrip lineaire regressie.	
	B		6.7.5	kunnen de regressiecoëfficiënten bepalen met behulp van ICT en bepalen of de gevonden regressierechte geschikt is of niet.	

6.8 Toetsen van hypothesen

ET	*Type doelst.*			*Inhoudelijke leerplandoelstellingen*	*Pedagogisch-didactische wenken*
				De leerlingen:	
		U	6.8.1	kunnen de nulhypothese en de alternatieve hypothese formuleren**.**	Bij het toetsen van hypothesen probeert men aan de hand van een steekproef na te gaan of de nulhypothese, geformuleerd voor de ganse populatie, aanvaard kan blijven of moet verworpen worden op basis van de resultaten van de nieuwe steekproef. De essentiële vraag is of deze waarnemingen die afwijken van wat de nulhypothese zegt toevallig zijn of niet. De belangrijkste begrippen en aspecten van toetsen van hypothesen kunnen aangebracht worden zonder rekenwerk. Besteed de nodige aandacht aan de juiste verwoording binnen een reële context en vergeet niet dat toeval steeds een rol speelt. Het is vanzelfsprekend dat het rekenwerk volledig
		U	6.8.2	kunnen de verzameling van geloofwaardige uitkomsten en de verzameling van ongeloofwaardige uitkomsten vormen.	
		U	6.8.3	kunnen het kritieke gebied bepalen.	
		U	6.8.4	kennen het begrip kans op een fout van de eerste soort.	
		U	6.8.5	kunnen beslissen of de nulhypothese verworpen of gehandhaafd wordt.	

		U	6.8.6	kunnen vraagstukken oplossen waarbij tweezijdig getoetst wordt en de normale verdeling gebruikt wordt.	overgelaten wordt aan ICT.
		U	6.8.7	vraagstukken oplossen waarbij eenzijdig getoetst wordt en de normale verdeling gebruikt wordt.	

PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENKEN

Informatie- en communicatietechnologieën (ICT)

Wat?

Onder ICT verstaan we het geheel van computers, netwerken, internetverbindingen, software, simulatoren, etc. Telefoon, video, televisie en overhead worden in deze context niet expliciet meegenomen.

Waarom?

De recente toevloed van informatie maakt levenslang leren een noodzaak voor iedereen die bij wil blijven. Maatschappelijke en onderwijskundige ontwikkelingen wijzen op het belang van het verwerven van ICT. Enerzijds speelt het in op de vertrouwdheid met de beeldcultuur en de leefwereld van jongeren. Anderzijds moeten jongeren niet alleen in staat zijn om nieuwe media efficiënt te gebruiken, maar is ICT ook een hulpmiddel bij uitstek om de nieuwe onderwijsdoelen te realiseren. Het nastreven van die competentie veronderstelt onderwijsvernieuwing en aangepaste onderwijsleersituaties. Er wordt immers meer en meer belang gehecht aan probleemoplossend denken, het zelfstandig of in groep leren werken, het kunnen omgaan met enorme hoeveelheden aan informatie...

In bepaalde gevallen maakt ICT deel uit van de vakinhoud en is ze gericht op actieve beheersing van bijvoorbeeld een softwarepakket binnen de lessen informatica. In de meeste andere vakken of bij het nastreven van vakoverschrijdende eindtermen vervult ICT een ondersteunende rol. Door de integratie van ICT kunnen leerlingen immers:

- het leerproces zelf in eigen handen nemen;
- zelfstandig en actief leren omgaan met les- en informatiemateriaal;
- op eigen tempo werken en een eigen parcours kiezen (differentiatie en individualisatie).

Hoe te realiseren?

In de eerste graad van het SO kunnen leerlingen adequaat of onder begeleiding elektronische informatiebronnen raadplegen. In de tweede en nog meer in de derde graad kunnen de leerlingen “spontaan” gegevens opzoeken, ordenen, selecteren en raadplegen uit diverse informatiebronnen en –kanalen met het oog op de te bereiken doelen.

Er bestaan verschillende mogelijkheden om ICT te integreren in het leerproces.

Bepaalde programma’s kunnen het inzicht verhogen d.m.v. visualisatie, grafische voorstellingen, simulatie, het opbouwen van schema’s, stilstaande en bewegende beelden, demo...

Sommige cd-roms bieden allerlei informatie interactief aan, echter niet op een lineaire manier. De leerling komt via bepaalde zoekopdrachten en verwerkingstaken zo tot zijn eigen “gestructureerde leerstof”.

Databanken en het internet kunnen gebruikt worden om informatie op te zoeken. Wegens het grote aanbod aan informatie is het belangrijk dat de leerlingen op een efficiënte en een kritische wijze leren omgaan met deze informatie. Extra begeleiding in de vorm van studiewijzers of instructiekaarten is een must. Om tot een kwaliteitsvol eindresultaat te komen, kunnen leerlingen de auteur (persoon, organisatie...), de context, andere bronnen die de inhoud bevestigen en de onderzoeksmethode toevoegen. Dit zal het voor de leraar gemakkelijker maken om het resultaat en het leerproces te beoordelen.

De resultaten van individuele of groepsopdrachten kunnen gekoppeld worden aan een mondelinge presentatie. Het programma “Powerpoint” kan hier ondersteunend werken.

Men kan resultaten en/of informatie uitwisselen via e-mail, blackboard, chatten, nieuwsgroepen, discussiefora... ICT maakt immers allerlei nieuwe vormen van directe en indirecte communicatie mogelijk. Dit is zeker een meerwaarde omdat ICT zo de mogelijkheid biedt om niet alleen interscolaire projecten op te zetten, maar ook om de communicatie tussen leraar en leerling (uitwisselen van cursusmateriaal, planningsdocumenten, toets- en examenvragen...) en leraren onderling (uitwisseling lesmateriaal) te bevorderen.

Sommige programma’s laten toe op graduele niveaus te werken. Ze geven de leerling de nodige feedback en remediëring gedurende het leerproces (= zelfreflectie en -evaluatie).

ICT in het wiskundeonderwijs

ICT mag dan binnen het leerplan wiskunde geen doel op zich zijn; het blijft niettemin het profieloverstijgend pedagogisch-didactisch hulpmiddel bij uitstek met precies binnen de wiskunde een impact afkomstig vanuit de meest diverse invalshoeken. Deze stelling is duidelijk in overeenkomst met hetgeen daarover reeds werd gezegd in de visietekst en in de vakgebonden algemene doelstellingen. Zo mag vanwege de leraren, maar ook vanwege de leerlingen worden verwacht dat zij zich van de beschikbare ICT-middelen bedienen om aldus volgende effecten te bekomen:

- **tijdbesparend**, wanneer de complexiteit van reken- of tekenwerk dit opdringt;
- **efficiënt**, wanneer bij opdrachten het reken- en/of tekenwerk ondergeschikt zijn aan de te volgen strategie of redenering;
- **anticiperend**, wanneer geformuleerde prognoses aan hun comptabiliteit moeten getoetst worden;
- **retrospectief**, wanneer verworven resultaten op hun betrouwbaarheid moeten gecontroleerd worden;
- **ondersteunend**, wanneer het bijbrengen van sommige theoretische concepten gebaat is met een visuele presentatie;
- **motiverend**, wanneer bij de start van een nieuw hoofdstuk een adequaat modelprobleem (bij voorkeur vakoverschrijdend) als instap wordt besproken en opgelost.

De **studie van grafieken** die beantwoorden aan ingewikkelde functievoorschriften,
de **oplossing van vraagstukken** die uitmonden op stelsels van vergelijkingen,
het **onderzoek van de invloed van parameters** in een formule of functievoorschrift …

Ziehier slechts een losse en ver van limitatieve greep uit het arsenaal van mogelijkheden uit dit leerplan, die door ICT kunnen aangepakt worden en die doorgaans niet aan één, maar aan verschillende gesignaleerde invalshoeken tegemoetkomen.

Zo bekeken vormt ICT een rode draad doorheen alle per profiel specifiek opgesomde pedagogisch-didactische wenken en mag worden verwacht dat een succesvolle impact op het geheel van het curriculum in sterke correlatie zal staan met de creativiteit vanwege alle betrokkenen, leraren zowel als leerlingen.

Begeleid zelfgestuurd leren (BZL)

Wat?

Met begeleid zelfgestuurd leren bedoelen we het geleidelijk opbouwen van een competentie naar het einde van het secundair onderwijs, waarbij leerlingen meer en meer het leerproces zelf in handen gaan nemen. Zij zullen meer en meer zelfstandig beslissingen leren nemen in verband met leerdoelen, leeractiviteiten en zelfbeoordeling.

Dit houdt onder meer in dat:

- de opdrachten meer open worden;
- er meer antwoorden of oplossingen mogelijk zijn;
- de leerlingen zelf keuzes leren maken en die verantwoorden;
- de leerlingen zelf leren plannen;
- er feedback is op proces en product;
- er gereflecteerd wordt op leerproces en leerproduct.

De leraar is ook coach, begeleider.

De impact van de leerlingen op de inhoud, de volgorde, de tijd en de aanpak wordt groter.

Waarom?

Begeleid zelfgestuurd leren sluit aan bij enkele pijlers van ons PPGO, o.m.

- leerlingen zelfstandig leren denken over hun handelen en hierbij verantwoorde keuzes leren maken;
- leerlingen voorbereiden op levenslang leren;
- het aanleren van onderzoeksmethodes en van technieken om de verworven kennis adequaat te kunnen toepassen.

Vanaf het kleuteronderwijs worden werkvormen gebruikt die de zelfstandigheid van kinderen stimuleren, zoals het gedifferentieerd werken in groepen en het contractwerk.

Ook in het voortgezet onderwijs wordt meer en meer de nadruk gelegd op de zelfsturing van het leerproces in welke vorm dan ook.

Binnen de vakoverschrijdende eindtermen, meer bepaald “Leren leren”, vinden we aanknopingspunten als:

- keuzebekwaamheid;
- regulering van het leerproces;
- attitudes, leerhoudingen, opvattingen over leren.

In onze (informatie)maatschappij wint het opzoeken en beheren van kennis voortdurend aan belang.

Hoe te realiseren?

Het is belangrijk dat bij het werken aan de competentie de verschillende actoren hun rol opnemen:

- de leraar als coach, begeleider;
- de leerling gemotiveerd en aangesproken op zijn “leer”kracht;
- de school als stimulator van uitdagende en creatieve onderwijsleersituaties.

De eerste stappen in begeleid zelfgestuurd leren zullen afhangen van de doelgroep en van het moment in de leerlijn “Leren leren”, maar eerder dan begeleid zelfgestuurd leren op schoolniveau op te starten is “klein beginnen” aan te raden. Vanaf het ogenblik dat de leraar zijn leerlingen op min of meer zelfstandige manier laat

- doelen voorop stellen;
- strategieën kiezen en ontwikkelen;
- oplossingen voorstellen en uitwerken;
- stappenplannen of tijdsplannen uitzetten;
- resultaten bespreken en beoordelen;
- reflecteren over contexten, over proces en product, over houdingen en handelingen;
- verantwoorde conclusies trekken;
- keuzes maken en die verantwoorden;

is hij al met een of ander aspect van begeleid zelfgestuurd leren bezig.

Vakoverschrijdende eindtermen (VOET)

Wat?

Vakoverschrijdende eindtermen (VOET) zijn minimumdoelstellingen, die - in tegenstelling tot de vakgebonden eindtermen - niet gekoppeld zijn aan een specifiek vak, maar door meer vakken of onderwijsprojecten worden nagestreefd.

De VOET worden volgens een aantal vakoverschrijdende thema's geordend: leren leren, sociale vaardigheden, opvoeden tot burgerzin, gezondheidseducatie, milieueducatie, muzisch-creatieve vorming en technisch-technologische vorming (alleen voor ASO).

De school heeft de maatschappelijke opdracht om de VOET volgens een eigen visie en stappenplan bij de leerlingen na te streven (inspanningsverplichting).

Waarom?

Het nastreven van VOET vertrekt vanuit een bredere opvatting van leren op school en beoogt een accentverschuiving van een eerder vakgerichte ordening naar meer totaliteitsonderwijs. Door het aanbieden van realistische, levensnabije en concreet toepasbare aanknopingspunten, worden leerlingen sterker gemotiveerd en wordt een betere basis voor permanent leren gelegd.

VOET vervullen een belangrijke rol bij het bereiken van een voldoende brede en harmonische vorming en behandelen waardevolle leerinhouden, die niet of onvoldoende in de vakken aan bod komen. Een belangrijk aspect is het realiseren van meer samenhang en evenwicht in het onderwijsaanbod. In dit opzicht stimuleren VOET scholen om als een organisatie samen te werken.

De VOET verstevigen de band tussen onderwijs en samenleving, omdat ze tegemoetkomen aan belangrijk geachte maatschappelijke verwachtingen en een antwoord proberen te formuleren op actuele maatschappelijke vragen.

Hoe te realiseren?

Het nastreven van VOET is een opdracht voor de hele school, maar individuele leraren kunnen op verschillende wijzen een bijdrage leveren om de VOET te realiseren. Enerzijds door binnen hun eigen vakken verbanden te leggen tussen de vakgebonden doelstellingen en de VOET, anderzijds door thematisch onderwijs (teamgericht benaderen van vakoverschrijdende thema's), door projectmatig werken (klas- of schoolprojecten, intra en extra muros), door bijdragen van externen (voordrachten, uitstappen).

Het is een opdracht van de school om via een planmatige en gediversifieerde aanpak de VOET na te streven. Ondersteuning kan gevonden worden in pedagogische studiedagen en nascholingsinititiatieven, in de vakgroepwerking, via voorbeelden van goede school- en klaspraktijk en binnen het aanbod van organisaties en educatieve instellingen

MINIMALE MATERIËLE VEREISTEN

Vaklokaal

De leraar wiskunde van de derde graad moet in de klas beschikken over een minimum aan tekenmaterieel: (kleur)krijt, geodriehoek en passer.
Projectie met behulp van een overheadprojector of beamer moet eveneens mogelijk zijn.

Integratie van ICT

Het is wenselijk dat het vakgebied wiskunde over minstens één lokaal (eventueel in samenspraak met andere vakgebieden) kan beschikken dat voor ICT is uitgerust en dat door de leraren en de leerlingen voor de lessen wiskunde kan worden gebruikt. Een alternatief is dat de leerlingen tijdens de wiskundeles kunnen beschikken over een grafisch (of symbolisch) rekentoestel, dat al dan niet hun persoonlijke eigendom is.

De school zorgt er alleszins voor dat elke wiskundeleraar gebruik kan maken van minstens één computer met degelijk projectiesysteem of van een grafisch rekentoestel dat symbolisch rekenen toelaat en dat op een didactische manier kan worden ingeschakeld in de les. Aangezien dit leerplan voorziet dat de leraar op een didactische manier ICT integreert in de les moet de aanwezige apparatuur van die aard zijn dat dit op een flexibele manier kan gebeuren. Het streefdoel is dat het gebruik van ICT voor ongeveer 20 % van het beschikbare lestijdenpakket wiskunde geen uitzondering is, waarbij dit percentage dient verstaan te worden als de combinatie van demonstratie door de leraar en door de leerlingen zelf bestede tijd.

Didactische wiskundesoftware moet beschikbaar zijn voor:
- meetkunde: interactief en dynamisch;
- algebra en analyse: symbolisch rekenwerk, grafieken;
- statistiek: grafieken en diagrammen, berekeningen.

Selectie van materiële uitrusting

De leerlingen bezitten een geodriehoek en een passer.
Ze beschikken allen tevens over een, bij voorkeur, zelfde rekentoestel dat geschikt is voor de gekozen studierichting.

De vakgroep wiskunde zal zich onder andere regelmatig beraden over:
- de keuze en het gebruik van handboeken;
- het type rekentoestel waarover de leerlingen in een bepaalde studierichting moeten beschikken;
- de keuze voor de software;
- de invoering van ICT in de wiskundeles;
- de abonnementen op vaktijdschriften wiskunde;
- de eenvormigheid in informatie op muurkrantjes.

Veiligheidsvoorschriften

Inzake veiligheid is de volgende wetgeving van toepassing:
- Codex;
- ARAB;
- AREI;
- Vlarem.

Deze wetgeving bevat de technische voorschriften die in acht moeten genomen worden m.b.t.:
- de uitrusting en inrichting van de lokalen;
- de aankoop en het gebruik van toestellen, materiaal en materieel.

Zij schrijven voor dat:
- duidelijke Nederlandstalige handleidingen en een technisch dossier aanwezig moeten zijn;
- alle gebruikers de werkinstructies en onderhoudsvoorschriften dienen te kennen en correct kunnen toepassen;
- de collectieve veiligheidsvoorschriften nooit mogen worden gemanipuleerd;
- de persoonlijke beschermingsmiddelen aanwezig moeten zijn en gedragen worden, daar waar de wetgeving het vereist.

EVALUATIE

1 Doelstelling

Het evalueren van de leerlingen heeft verschillende doelstellingen.

In de eerste plaats heeft evalueren het ondersteunen van de leerling bij zijn onderwijsleerproces tot doel. Waar is de leerling goed in, waar situeren zich zijn problemen. Het spreekt voor zich dat aan de hand van de evaluatie een remediëring op maat wordt aangeboden.

Daarnaast heeft evalueren natuurlijk ook een sanctionerende, beoordelende functie. Op het einde van het schooljaar moet aan de leerling een bepaald attest met eventueel bijhorend advies kunnen overhandigd worden.

Wat zeker ook tot de doelstellingen van evalueren behoort is het reflecteren door de leraar over het eigen didactisch handelen. Hebben de leerlingen de doelstellingen bereikt? Kan ik mijn didactisch handelen zo aanpassen dat de doelstellingen wel bereikt worden?

Dit alles functioneert binnen een schoolvisie op evalueren. De vakgroep in het algemeen en de individuele leraar in het bijzonder dient het evalueren te kaderen binnen het evaluatiebeleid op schoolniveau.

Er valt ook nog op te merken dat dit evaluatiebeleid een beeld weergeeft van de school naar de buitenwereld toe (ouders, externe controle …).

2 Evalueren

Behalve kennis (definities, eigenschappen …) en vaardigheden (cognitieve, technische en algemene) moeten ook attitudes (kritische geest, doorzettingsvermogen ...) geëvalueerd worden.

De te bereiken doelstellingen i.v.m. kennis en vaardigheden vinden we in dit leerplan.
De na te streven attitudinale doelstellingen, specifiek voor wiskunde, vinden we ook in dit leerplan.

Naast de vakspecifieke doelstellingen vinden we ook na te streven vaardigheden en attitudes in de vakoverschrijdende eindtermen. Ook de school kan bijkomende doelen vastleggen.

Het is af te raden om de vakevaluatie te vermengen met de evaluatie van de door de school bepaalde doelstellingen.

2.1 Evaluatievormen

De leraar beschikt voor het evalueren van kennis over de volgende middelen: mondelinge overhoringen, korte beurten, schriftelijke lesoverhoring, herhalingsbeurten (deeltoetsen), (huis)taken, examens.

Vaardigheden moeten opgesplitst worden in deelvaardigheden, die kunnen geobserveerd en geanalyseerd worden. Merk op dat bij het evalueren van vaardigheden de nodige criteria met bijhorende normering voor de deelvaardigheden moeten geformuleerd worden. Dit gebeurt bij voorkeur met behulp van gepaste registratiedocumenten.

Attitudes kunnen geobserveerd worden aan de hand van gedragingen, waarvoor ook de nodige registratiedocumenten gebruikt worden.

Het is noodzakelijk dat de vakgroep zich uitspreekt over de vorm en de regelmaat van de evaluatie, conform het evaluatiebeleid van de school. Het is daarbij wenselijk dat het evaluatiebeleid ook aandacht heeft voor leerstoornissen (dyslexie, dyscalculie ...).

Examens (als deze georganiseerd worden) beogen de evaluatie van nagestreefde leerplandoelstellingen tijdens een periode. Uiteraard zullen de examenvragen een verantwoord evenwicht vertonen tussen reproduceervragen (theorie en herkenbare oefeningen) en differentieervragen (redeneer- en inzichtvragen). Bij het vastleggen van dit evenwicht is men zeker de slaagkansen van de middelmatig begaafde, hard werkende leerling indachtig.
Men kan ook opteren om bepaalde leerstofonderdelen niet te ondervragen bij het examen, maar wel vooraf via een herhalingstoets.

Tot slot merken we hier nog op dat leerlingen zeker schriftelijk moeten geïnformeerd worden over de te kennen leerstof (zeker bij herhalingstoetsen en examens) en over het benodigde materiaal (passer, tekendriek, geodriehoek, (grafisch) rekentoestel …) om een evaluatiemoment tot een goed einde te brengen.

2.2 Rapporteren

Rapporteren is een belangrijk onderdeel van het evalueren. In eerste instantie zijn er natuurlijk de periodieke rapporteringen op schoolniveau die binnen het evaluatiebeleid van de school passen.

Dit weerhoudt de leraar niet om tussentijds de resultaten, maar ook de vorderingen van de leerlingen te rapporteren aan de ouders. Hierbij moet de nodige aandacht besteed worden aan het geven van feedback en remediëring. Probeer daarbij zo veel mogelijk vanuit een positieve instelling te werk te gaan.

3 ICT-hulpmiddelen

De leerstofitems, waarbij tijdens de instructie voor ontwikkeling of voor verwerking gebruik werd gemaakt van deze technologische instrumenten (ICT), zullen met de ondersteuning van dezelfde hulpmiddelen moeten worden geëvalueerd. Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat ICT een middel is om aan wiskundeonderwijs te doen en geen doel op zich. Ook dit is een belangrijk aandachtspunt bij de evaluatie.

Dit vergt aandacht en aanpassing van de leraar bij het opstellen van de vragen, de tijdinvestering en de evaluatie. De werkwijze met het toestel kan een te meten doel zijn.

De school zal ook een inspanning moeten leveren om de leerlingen, die thuis niet over de vereiste hulpmiddelen beschikken, ook op school de mogelijkheid te bieden om zich te bekwamen in het gebruik van ICT-middelen.

Hoe dan ook moet de leerling duidelijk weten wat er van hem verwacht wordt en welke invloed het gebruik van ICT heeft op zijn evaluatie.

Uiteraard is de vakgroep het meest aangewezen orgaan om over deze geëvolueerde evaluatiesituatie te overleggen.

BIBLIOGRAFIE

Tijdschriften

Euclides, p.a. Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraars, De Schalm 19, NL 8251 LB Dronten

Mathématique et pédagogie, Société belge des Professeurs de mathématique, p.a. SBPM, rue de Trazegnies 87, 6320 Pont-à-Celles

Pythagoras, Drukkerij Giethoorn Ten Brink, Postbus 41 NL-7490 AA Meppel; www.science.uva.nl/misc/pythagoras

Uitwiskeling, p.a. Celestijnenlaan 200B, 3001 Leuven

Wiskunde & Onderwijs, p.a. Vlaamse Vereniging van Wiskundeleraars, C. Huysmanslaan 60-bus 4, 2020 Antwerpen

Leerboeken

ARGUMENT
De Boeck, Antwerpen

INTEGRAAL
Wolters-Plantyn, Mechelen

VAN BASIS TOT LIMIET
Die Keure, Brugge

Naslagwerken

AARSSEN, C. e a., *Netwerk (reeks),* Wolters-Noordhoff, Groningen

ANTON, H., *Calcules (A new Horizon),* Drexel university, ISBN 0-471-15307-9

ATKINSON, K. E., *An introduction to numerical analysis*, ISBN 0-471-02985-8

BERS, L., *Calculus*, Holt-Rinehart and Winston Inc., ISBN 03-065240-5

BERWAERTS, V. J. en STANDAERD, K., *Welkom bij SI-VEC - SI-eenhedenstelsel*, Standaard Educatieve Uitgeverij, Antwerpen

BERRESFORD, G. C., *Calculus, with applications to the management, social, behavorial, and biomedical sciences*, Prentice-Hall Inc, ISBN 0-13-110628-7

BONNEFROID, G. en DAVIAUD, D. en REVRANCHE, B., *Mathématiques Pythagore (reeks*), Didier Hatier, Paris

BRUALDI, R.A., *Introductory combinatorics*, ISBN 0-7204-8610-6

BRUM, J. V., *Experiencing geometry*, Wadworth Publishing Company, Belmont (California), ISBN 0-534-00422-9

BURTON, D. M., *The history of mathematics*, London, Allyn and Bacon, ISBN 0205080952

CANGELOSI, J. S., *Teaching Mathematics in Secondary and Middle School: An Interactive Approach*, Prentice Hall, ISBN 0134392337

CLARKE, G. M. en COOKE, D., *A basic course in statistics,* London, Arnold, ISBN 0-7131-2672-8

DEMANA, F., WAITS, B.K., CLEMENS, S.R. en GREENE, M., *Intermediate algebra: a graphing approach*, Addison-Wesley Publicing Company, ISBN 0-201-65001-0

DOXIADIS, A., *Oom Petros en het vermoeden van Goldbach*, De Bezige Bij

DUREN, W. L., Jr, *Calculus and analytic geometry*, Xerox College Publishing, Toronto, ISBN 0-536-00869-8

ENZENSBERGER, H.M., *De telduivel*, De Bezige Bij, ISBN 90-234-8149-6

FINNEY, R.L., THOMAS, G.B., DEMANA, F. en WAITS, B.K., *Calculus: grafical, numerical, algebraic*, Addison-Wesley Publicing Company,ISBN 0-201-56901-9

FREUDENTHAL, H., *Mathematics as an educational task*, Reidel Publishing Company, Dordrecht, ISBN 90-277-0322-1

GARDNER, M., *Het mathematische carnaval*, uitgeverij Contact, ISBN 90-254-6695-8

GARNIER, R. en TAYLOR, J., *100 % Mathematical proof,* ISBN 0-471-96198-1

GONICK, L. en SMITH, W., *Het stripverhaal van de statistiek*, Epsilon-uitgaven, ISBN 90-504-1037-5

GRIMALDI, R. P., *Discrete and combinatorial mathematics (*fourth edition*),* uitg. ADDISON-WESLEY A'dam*,* ISBN 0-201-19912-2

GROSJEAN, C. C., VANHELLEPUTTE, C. V. en VANMASSENHOVE, F. R., *Reinaert Systematische Encyclopedie, Wiskunde* (deel 14 (wiskunde 1A), deel 15 (wiskunde 1B), deel 20 (wiskunde 2)), Reinaert uitgaven, Brussel

GUEDJ, D., *De stelling van de papegaai*, Ambo, ISBN 90-263-1604-6

HERWEYERS, G. en STULENS, K., *Statistiek met een grafisch rekentoestel*, ACCO, Leuven, ISBN 90-334-4597-2

HEUGL, H. en KUTZLER, B. e a., *DERIVE in education, opportunities and strategies (Proceedings of the 2nd Krems Conference on Mathematics Education)*, Chartwell-Bratt Ltd, ISBN 0-86238-351-X

HOFSTADTER, D. R., *Gödel, Escher, Bach: een eeuwige gouden band*, Contact

HUFF, D., *How to lie with statistics,* Penguin Books, ISBN 0-14-021300-7

JACOBS, R. J., *Geometry*, W. H. Freeman, San Francisco, ISBN 0-7167-0456-0

JACOBS, H. R., *Mathematics a human endeavor: a book for those who think they don't like the subject,* San Francisco, Freeman, ISBN 0-7167-0439-0

JORGENSEN, D., *De rekenmeester*, Bzztôh, 's Gravenhage, ISBN 90-5501-722-1

KAMMINGA-VAN HULSEN, M. en GONDRIE, P. en VAN ALST, G., *Toegepaste wiskunde met computeralgebra*, Academic Service, Schoonhoven, ISBN 90 6233 956 5

MANKIEWICZ, R., *Het verhaal van de wiskunde,* Uniepers, ISBN 90-682-5259-3

MASON, J., *Thinking mathematically*, Addison-Wesley Publishing Company, ISBN 0-201-10238-2

MOORE, D., McCABE, G., *Statistiek in de praktijk, Theorieboek*, Academic Service, Den Haag, ISBN 90 395 1420 8

MOORE, D., McCABE, G., *Statistiek in de praktijk, Opgavenboek*, Academic Service, Den Haag, ISBN 90 395 1421 6

PAULOS, J.A., *Er was eens een getal*, Bert Bakker, ISBN 90-351-2059-0

PAULOS, J.A., *Ongecijferdheid*, Bert Bakker, ISBN 90-351-0789-6

PAULOS, J.A., *De gecijferde mens*, Bert Bakker, ISBN 90-351-1119-2

PETSINIS, T., *De Franse wiskundige*, Cargo, ISBN 90-234-5374-3

POLYA, G., *How to solve it*, Penguin Books, ISBN 0-14-012499-3

POSAMENTIER, A.S. en SALKIND, C.T., *Challenging problems in geometry*, Dale Seymour Publications, ISBN 0-86651-428-7

PROTTER, H. P. en MORREY Ch. B., Jr, *Calculus with analytic geometry; a first course*, Addison-Wesley, London.

RADE, L. en WESTERGEN, B., *BETA / Mathematics Handbook,* ISBN 0-86238-140-1

SCHUH, F., *The master book of mathematical recreations*, Dover Books, ISBN 0-486-22134-2

SINGH, S., *Het laatste raadsel van Fermat*, De Arbeiderspers, ISBN 90-295-3728-0

SPIEGEL, M. R., *College algebra,* Schaum's outline series, ISBN 07-060226-3

STEEN, L. A., *Mathematics tomorrow*, Springer Verlag, Berlin, ISBN 0-387-90564-2

STEWART, I., *Flatterland. Like Flatland, only more so*, McMillan, Londen, ISBN 0-333-78312-3

STEWART,I., *Magisch labyrint,* NIEUWEZIJDS, ISBN 90-571-2036-4

STEWART,I., *Over sneeuwkristallen en zebrastrepen*, Davidsfonds, Leuven, ISBN 90-5826-159-X

STEWART, I., *Waar zijn de getallen?*, Contact, ISBN 90-254-1021-9

STICHTING CENTRUM VOOR WISKUNDE EN INFORMATICA, *Vakantiecursus 2001 - Experimentele wiskunde,* Amsterdam, ISBN 90-6196-505-5

STRUIK, D. J., *Geschiedenis van de wiskunde*, Het Spectrum, ISBN 90-274-2210-9

SWANN, H. en JOHNSON, J*., Prof. E. Mc Squared's Calculus Primer*, ISBN 0-939765-12-8

TELLER, O., *Vademecum van de wiskunde*, Prisma, ISBN 90-274-4119-7

THAELS, K., EGGERMONT, H. en JANSSENS D., *Van ruimtelijk inzicht naar ruimtemeetkunde*, Cahiers voor didactiek, Wolters Plantyn, ISBN 90-301-7185-5

THOMAS, G.B. jr en FINNEY R. L., *Calculus and analytic geometry*, ISBN 0-201-53174-7

VAN DORMOLEN, J., *Didactiek van de wiskunde,* Utrecht, Bohn-Scheltema-Holkema, ISBN 9031300675

WELLS, D., *Merkwaardige en interessante wiskundige kwesties,* Bert Bakker, ISBN 90-351-2154-6

WELLS, D., *Merkwaardige en interessante wiskundige puzzels*, Bert Bakker, ISBN 90-351-1403-5

WELLS, D., *Woordenboek van eigenaardige en merkwaardige getallen*, Bert Bakker, ISBN 90-351-0527-3

WERKGROEP WISKUNDE, *Vademecum wiskunde*, Plantijn, ISBN 90-301-5867-0

WOOTON, W., BECKENBACH, E. F. en FLEMING F. J., *Modern analytic geometry*, Houghton Mifflin Company, Boston, ISBN 0-295-03743-3

ZEBRA-reeks, Epsilon Uitgaven, Utrecht

Internet

Verwijzingen naar URL-adressen op het gebied van wiskunde zijn te vinden op **http://wiskunde.gemeenschapsonderwijs.net**