

Examens wiskunde 2011, 1e tijdvak

VMBO KB EN GL/TL, HAVO A EN B, VWO A, B EN C

[Elisja Giepmans, Ger Limpens, Jos Remijn, Melanie Steentjes, Gerard Stroomer]

Woord vooraf

[Ger Limpens]

In het zo langzamerhand traditionele *Euclides*-examenartikel van september ook nu weer geen aandacht voor de examens wiskunde vmbo BB behalve wat beperkte getalsmatige informatie in de meegeleverde tabellen. Wellicht dat er later dit najaar, net als eerdere jaren, nog aandacht gegeven kan worden aan deze examens, maar op moment van schrijven is het ook dit jaar niet mogelijk meer openheid te geven over zaken die met deze voornamelijk digitale examens te maken hebben, hoe jammer wij als toetsdeskundigen dat uit het oogpunt van transparantie ook vinden.

Voor diegenen die toch iets meer willen weten over de wijze waarop er digitaal wiskunde getoetst kan worden, is het deel over de examens KB CBT pilot misschien erg interessant. Zoals uit de gepubliceerde tabellen, **zie tabel 1** [Leerlingenaantallen 2011] – de tabellen staan **op pag. 16 en 17** – al valt af te lezen, is ook daar een vergroting van het deelnamepercentage aan computereexamens te constateren. Waar vorig jaar circa 15% van de KB-kandidaten met behulp van de computer hun wiskunde-examen deden, zagen we dit jaar ruim 40% van de kandidaten digitaal geëxamineerd worden. Zie daarvoor dus verderop in dit artikel.

Aan de jaarlijkse deelnameaantallen^[1] van de wiskundekandidaten kunnen we de aantallen van 2011 toevoegen waarna we de grafiek die we vorig jaar toonden (in *Euclides* 86(1); pag. 3) een klein stukje kunnen uitbreiden; zie daarvoor **figuur T1** en **figuur T2**. Het absolute aantal leerlingen die deelnamen aan een wiskunde-examen, is dit jaar heel licht gedaald. En de trend die we vorig jaar al meenden te constateren, lijkt door te zetten: het relatieve aantal wiskundekandidaten vmbo neemt nog steeds af, vwo blijft gelijk en het verschil tussen havo en vwo neemt nog steeds (iets) toe.

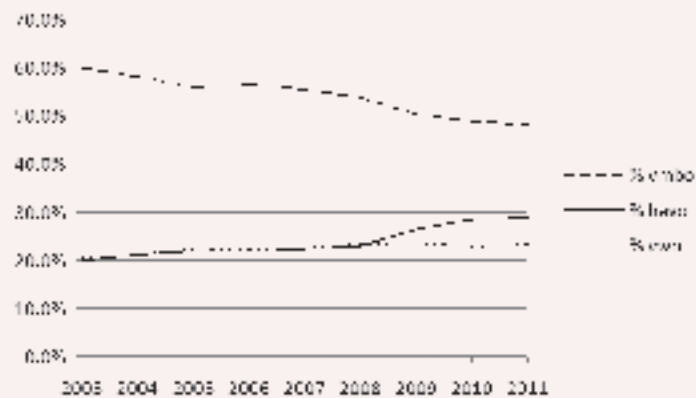
In tabel 2 [Verzamelde N-termen 2011]

zijn de verschillende N-termen, bijbehorende onvoldoendepercentages en gemiddeldes verzameld. Veel van deze informatie wordt ook vermeld in de bijdragen per niveau/vak, uiteraard onder verwijzing naar het voorbehoud dat we in de inleiding van dit artikel al maakten bij de examens vmbo BB. In deze bijdragen vindt u tevens veel informatie op itemniveau waarbij ook het begrip p^2 -waarde regelmatig terugkeert. Voor de volledigheid: de p^2 -waarde is de gemiddelde waargenomen score uitgedrukt als percentage van de maximale score.

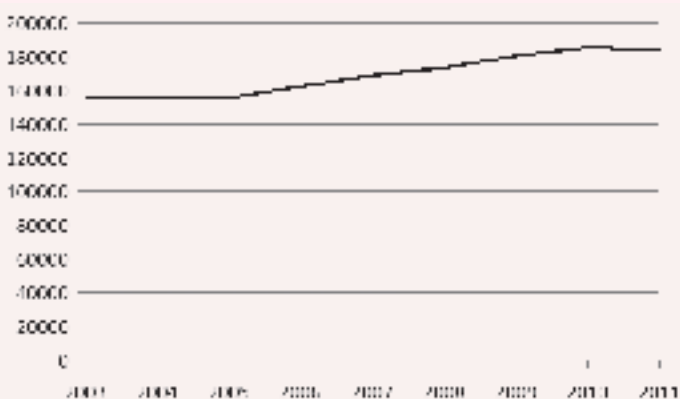
De hierna volgende bijdragen per niveau/vak^[2] zijn tot stand gekomen mede op basis van de gegevens zoals die door talloze collega's zijn aangeleverd via WOLF^[3]. Net als vorig jaar is er bij het maken van de analyses gebruik gemaakt van veel, zo niet

alle door docenten verstrekte leerlingresultaten: voorheen was de analyse die door Cito gemaakt werd, stevast gebaseerd op de resultaten van de eerste vijf kandidaten uit de alfabetisch gerangschikte school- of docentgegevens. Bij verschillende wiskunde-vakken constateren we ook dit jaar dus een forse steekproefomvang en de vraag is misschien wel gerechtvaardigd of dit nog wel een steekproef is.

Behalve de getalsmatige gegevens via WOLF maken we verder dankbaar gebruik van de verslagen van de verschillende examenbesprekingen van de NVvW en ook het forum op de site van de vereniging wordt in de examenperiode meer dan regelmatig bezocht door examenmakers: daar kun je vaak de eerste onderbouwde reacties op de examens lezen. Ook wat minder onderbouwde, zo gebiedt de waarheid toch



figuur T1 Totaal kandidaten



figuur T2 Kandidaten in procenten van het totaal (= 183938)

te vermelden. Het is aan ons als toetsdeskundigen om hier de serieuzere van de wat meer impulsieve commentaren te scheiden en er ons voordeel mee te doen. Het ziet ernaar uit dat dit medium niet meer weg te denken is uit examenland: het biedt ontegenzeggelijk voordelen (naast de nadelen die een dergelijk forum natuurlijk ook met zich meebrengt^[4]).

Ook dit jaar graag aandacht voor het feit dat we als Cito-toetsdeskundigen onze examens alleen maar kunnen maken dankzij het feit dat er een grote hoeveelheid collega's in het land is die bereid is op de een of andere wijze mee te werken aan onze producten. We denken daarbij aan alle leden van de verschillende constructiegroepen en vaksecties van het CvE^[5], collega's die bereid zijn onze halfproducten tussendoor van deskundig commentaar te voorzien dan wel deze producten tijdens toetsmomenten met hun leerlingen uit te testen en te evalueren. En niet in de laatste plaats aan de redactie van *Euclides* die ons jaarlijks in de gelegenheid stelt onze examens in een uitgebreid artikel als het onderhavige nog eens in een analyse de revue te laten passeren.

VMBO KB-GL/TL

[Melanie Steentjes]

Als examenmakers willen we graag weten wat docenten van het examen vinden. Daarvoor kijken we op het forum van de NVvW en gaan we naar de centrale examenbespreking. Op het forum was het dit jaar betrekkelijk rustig. De centrale examenbespreking van de vmbo-examens kaderberoeps (KB) en gemengde leerweg/theoretische leerweg (GL/TL) werd bezocht door een tiental docenten. Zij waren redelijk positief gestemd over beide papieren examens. Helaas waren er ook dit jaar geen regionale besprekingen.

Dit jaar was er, net als vorig jaar, een pilot computerexamens bij KB. Deden er vorig jaar 62 scholen mee, dit jaar werd de pilot uitgebreid en deden er uiteindelijk 192 scholen mee. Onder de docenten die meededen aan deze pilot, is ook een enquête afgenomen, zodat we ook daar een redelijk beeld hebben hoe het examen gevallen is.

In het vervolg van dit stuk bekijken we de twee papieren examens nader evenals de overlap tussen beide examens. Daarnaast besteden we ook aandacht aan één variant van het KB-computerexamen.

Omdat het GL/TL-examen door de meeste leerlingen is gemaakt, beginnen we daarmee.

GL / TL

Bij het GL/TL-examen is een 'quick scan' afgenomen. Docenten die de resultaten van hun leerlingen via WOLF hadden ingevoerd, kregen een korte vragenlijst van vier vragen voorgelegd. De 1282 docenten die deze vragenlijst hebben ingevuld, waren redelijk positief over het GL/TL-examen: ze gaven gemiddeld een 6,46 als cijfer voor dit examen. 50% van de docenten vond het examen niet te gemakkelijk en niet te moeilijk en 37% van de docenten vond het examen moeilijk. Over de lengte van het examen was 71% tevreden en 27% vond het te lang. 82% vond de inhoudelijke aansluiting van het examen bij het gegeven onderwijs voldoende tot zeer goed. Samengevat: het GL/TL-examen werd door de docenten in orde gevonden, maar iets te lang en iets te moeilijk.

Het examen wiskunde bestond uit 24 vragen waarvoor in totaal 79 punten behaald konden worden. Voor de eerste vraag van de context *Geluidsgolven* (vraag 19) kregen alle leerlingen alle punten. Dit werd pas in een laat stadium bekend. De reden voor deze beslissing was dat het begrip 'trilling' niet voldoende gedefinieerd was. Hierdoor konden leerlingen de vraag niet goed beantwoorden.

Van de 38493 leerlingen van wie we de gegevens hebben, waren er 3 leerlingen die alle 79 punten gescoord hebben. **In tabel 3** [VMBO GL/TL 2011] is een overzicht van de p'-waarden per vraag te vinden.

De openingscontext *Snelwandelen* was met een gemiddelde p'-waarde van 68,5 de best scorende context van het examen. Een mooi begin van het examen dus. De eerste vraag (die in tegenstelling tot de rest van de context geen overlap was met KB) werd echter niet heel goed gemaakt met een p'-waarde van 57. Bij deze vraag moest de gemiddelde snelheid van een loper berekend worden aan de hand van de afstand en de tijd. Maar liefst 24% van de leerlingen scoorde hier geen enkel punt. De tweede vraag was een zogenaemde laat-zien-vraag. Deze is gesteld omdat ook in de derde en vierde vraag met de formules gewerkt moest worden. De tweede vraag was als het ware een soort controlevraag: de leerling kon controleren of hij de formules op een juiste manier gebruikte. In het correctievoorschrift stond dat een leerling niet direct op 2,97 moest afronden, maar expliciet de waarde 2,969 (of meer decimalen) moest laten zien. Dit omdat het antwoord al gegeven was in de vraag. Tijdens de examenbespreking werd aangegeven dat veel leerlingen dit vergaten. Gezien deze problematiek proberen we laat-zien-vragen zoveel mogelijk te vermijden,

maar zo nu en dan zijn ze noodzakelijk. Leerlingen zullen daar dan dus ook op getraind moeten worden.

Opvallend is het geringe verschil tussen KB- en GL/TL-leerlingen bij deze hele context. Een verklaring daarvoor zou kunnen zijn dat de tweede en (in mindere mate) de derde vraag zo eenvoudig waren dat de GL/TL-leerling het nauwelijks beter kon doen dan de KB-leerling.

Ook de tweede context *Taxitarieven* is goed gemaakt. In de eerste vraag waren de twee eerste vragen van de KB-versie samengenomen. Deze vraag was eenvoudig: 74% van de leerlingen scoorde alle vier de punten. De vragen 6 en 7 waren overlap met KB. Hier scoorden de GL/TL-leerlingen wel behoorlijk hoger. Bij de laatste vraag van deze context moest een lastige formule opgesteld worden. Maar 16% van de leerlingen scoorde alle drie de punten. Maar omdat 56% van de leerlingen twee punten scoorde, had deze vraag toch een aanvaardbare p'-waarde van 59. Waarschijnlijk hadden de meeste leerlingen het startgetal en hellingsgetal wel goed, maar struikelden ze over het aantal kilometers waar eerst nog 2 van moest worden afgetrokken.

Speeltoestel bleek een lastige context voor veel leerlingen. Wel waren de vragen in deze context mooi discriminerend: leerlingen met een hoge score op het hele examen scoorden ook duidelijk beter op deze vragen dan leerlingen met een lage score op het hele examen.

Bij de eerste vraag moest de diagonaal van een ruit berekend worden met de lengte van de zijden en een hoek gegeven; **zie figuur 1**. Dat dit met behulp van de cosinus kon, bleek voor velen een brug te ver: 49% van de leerlingen scoorde geen enkel punt.

Diegenen die eraan begonnen, brachten het echter ook bijna allemaal tot het goede eind en haalden alle punten.

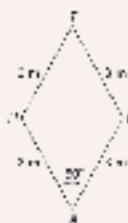
Het tekenen van het bovenaanzicht ging de meesten goed af, maar opvallend is dat 31% van de leerlingen hier geen enkel punt wist te scoren. Vraag 11 kon opgelost worden door tweemaal de stelling van Pythagoras toe te passen. Wederom een lastige vraag met een p'-waarde van 39 en 42% van de leerlingen die geen enkel punt scoorde.

In de context *Adembaling* moest gerekend worden met grote getallen. Opvallend is dat bij de eerste vraag 23% van de leerlingen 1 punt liet liggen. Op het forum werd genoemd dat een aantal leerlingen niet met 365 dagen werkte per jaar, maar met $7 \times 52 = 364$ dagen. Dit leverde 1 punt aftrek op. Bij de laatste vraag moesten de leerlingen berekenen hoeveel luchtdeeltje er

Op de foto hieronder zie je kinderen spelen op een speeltoestel.
Het speeltoestel is een constructie van metalen buizen waar in een metalen
juwelen kist.
Op de tekening naast de foto zie je de metalen constructie die bestaat uit vier
wielprofielen. Het zijde van een wiel is 0,33 meter lang.

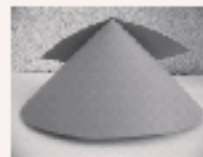


4. 16. Het wiel staat een tekening van een van de vier
wielprofielen. De lengte van de zijden van het wiel is 0,33 meter.
→ Laat met een berekening zien dat de lengte
van AT ongeveer 0,30 meter is.



figuur 1 Uit: VMBO GL/TL 2011 (Speeltoestel)

Missie maakt een menukaartje van papier. Ze heeft een cirkel met een straal
van 10 cm. Daarnaast heeft Missie een kaartje dat, onderdeel 7 op de 11e editie
De kegel maakt ze door onderdeel 1 om te vouwen met de twee lijnstukjes die nu
precies tegen elkaar liggen.
Onderdeel 2 plukt ze op de kegel. Zie de middelste foto.



1. 15. Teekent in tweeën de oppervlakte van onderdeel 2a. Het zijde van de kegel is op
en rond af op een geheel getal.
2. 16. De hele onderkant van de kegel wordt versierd met band. Zie de rechterfoto.
→ Laat met een berekening zien dat de lengte van de onderkant
afgerond 92,7 cm is.
3. 17. Missie wil onder de kegel een cirkel plakken van karton. Deze cirkel moet even
groot worden als het grondvlak van de kegel.
→ Berekent hoe groot de diameter van deze cirkel moet worden. Geef je
antwoord in hele centimeters. Het zijde van de kegel is op.

figuur 2 Uit: VMBO KB 2011 (Menukaartje)

op dit moment in hun longen zaten die ook in de longen van Julius Caesar zijn geweest. Tot het juiste antwoord van 5 miljard kwam 15% van de leerlingen; maar liefst 70% van de leerlingen scoorde geen enkel punt. De context *Boombank* was in zijn geheel overlap met het KB-examen. Net als de andere meetkundeopgave *Speeltoestel* was dit een lastige context, maar heel mooi discriminerend. Het tekenen van twee onderdelen van de boombank ging redelijk met een p'-waarde van 68. Uit de reacties op het NVvW-forum bleek deze vraag lastig te beoordelen zodra een leerling ergens iets fout deed in de tekening. Wellicht kan een iets scherpere formulering in het correctievoorschrift dit soort onduidelijkheid in het vervolg voorkomen. De vragen 16 en 17 waren laat-zien-vragen omdat de informatie in deze vragen gebruikt moest worden bij het beantwoorden van vraag 18. Bij de examenbespreking bleek dat veel leerlingen naar het antwoord toe redeneerden, ook omdat de waarden zo mooi uitkwamen. Het bleek dan lastig te zijn om punten toe te kennen. Bij de laatste vraag moest met de gegeven waarden de oppervlakte van een deel van de boombank worden berekend. Een lastige vraag, maar heel mooi discriminerend. De betere leerling kon hier goed laten zien dat hij het begrepen had. Opvallend is het grote verschil in scores tussen de GL/TL-leerlingen en de KB-leerlingen bij deze vraag. Zoals al eerder vermeld, hebben alle leerlingen bij de eerste vraag van *Geluidsgolven* uiteindelijk alle punten gekregen. Tijdens de examenbespreking werd opgemerkt dat de context toch wel erg natuurkundig van aard was. Het idee van de examenmakers is echter geweest dat

leerlingen met natuurkunde hier niet per se in het voordeel waren. De vragen zijn dan weliswaar in een natuurkundige context gesteld, maar ze vragen wel degelijk naar wiskundige begrippen als periodiciteit en amplitude. Bij vraag 20 moesten milliseconden omgerekend worden naar seconden en dat bleek nog best lastig te zijn, gezien de p'-waarde van 59. Bij vraag 21 moest bepaald worden wanneer twee geluidsgolven met verschillende periodes elkaar weer op de horizontale as zouden snijden. Er waren verschillende oplossingsmethoden mogelijk: leerlingen konden gaan rekenen met periodes, maar konden ook de beide grafieken doortekenen om tot het juiste antwoord te komen. Het bleek een alles-of-niets-vraag te zijn. 55% van de leerlingen scoorde geen enkel punt, maar daarentegen scoorde 28% alle punten. In de laatste vraag van deze context moest een geluidsgolf worden getekend met dezelfde amplitude, maar met een periode die de helft was van de periode van de gegeven geluidsgolf. Onderweg lieten leerlingen hier wel wat punten liggen, maar 27% van de leerlingen scoorde alle punten. Het examen sloot af met het *Yin-Yang symbool*. Met een gemiddelde p'-waarde van 38,4 was dit de lastigste context van het examen. In de laatste vraag moesten leerlingen laten zien dat de omtrek van het zwarte deel van het symbool even groot is als de omtrek van de hele cirkel. Dit bleek lastig te zijn met een p'-waarde van 29. Wellicht speelt tijdsnood hier ook een rol. Dit examen bestond uit zeven contexten, terwijl in voorgaande jaren zes contexten gangbaar waren. Het extra leeswerk kan ervoor gezorgd hebben dat leerlingen tegen het einde tijd tekort kwamen.

Het CvE besloot de N-term voor dit examen vast te stellen op 0,9. Dat resulteerde in een examen met 33% onvoldoendes en een gemiddeld cijfer van 6,0.

KB papier

Jammer genoeg is er bij het KB-examen geen 'quick scan' afgenomen, zodat we minder reacties vanuit het veld hebben. Bij de examenbespreking waren maar vier KB-docenten aanwezig en ook op het forum bleef het rustig. Het KB-examen wiskunde bestond uit 25 vragen waar in totaal 75 punten voor gehaald konden worden. Van de 11791 leerlingen van wie we de gegevens hebben, was er geen één leerling die alle 75 punten gescoord heeft. Er was 1 leerling die maar 2 punten behaald heeft. **In tabel 4** [VMBO KB 2011] is een overzicht van de p'-waarden per vraag te vinden. Het examen startte met de opgave *Olympische medailles*. Dit was met een gemiddelde p'-waarde van 68,9 de best scorende opgave van het examen en een goede start. Bij de eerste vraag werd gegeven dat Nederland in 2008 16 medailles won, waarvan er 7 goud waren. Vervolgens moest berekend worden hoeveel procent van de medailles er goud was. Opvallend was dat bij deze (naar inschatting van de examenmakers) eenvoudige vraag 19% van de leerlingen geen enkel punt wist te scoren. Percentages blijven kennelijk een lastig onderwerp. Bij de tweede vraag werd niet gevraagd om een berekening, maar om een toelichting. Hierdoor gingen veel leerlingen redeneren, terwijl een berekening toch eigenlijk wel vereist was. Wellicht gingen leerlingen hierdoor meer in de fout, dan als er had gestaan: 'Licht je antwoord toe met

een berekening'. De laatste vraag waarin met ranglijsten gerekend moest worden, ging heel goed met een p'-waarde van 86. De volgende context, *Snelwandelen*, was een volledige overlap met het GL/TL-examen. Zoals al genoemd, is het opvallend dat de GL/TL-leerlingen hier niet veel beter scoren dan de KB-leerlingen, met uitzondering van de laatste vraag.

Ook de context *Boombank* heeft een volledige overlap met het GL/TL-examen. Maar hier is er wel een behoorlijk verschil in prestatie tussen de KB-leerlingen en de GL/TL-leerlingen. Vooral bij de laatste vraag scoren de GL/TL-leerlingen veel beter.

In de context *Sierbestrating* moesten leerlingen werken met een patroon en een kwadratische formule. De eerste vraag, waarin gevraagd werd naar het patroon, werd minder goed gemaakt dan van tevoren gedacht (p'-waarde van 74). Wellicht zagen leerlingen over het hoofd dat er gevraagd werd naar het aantal vierkanten en niet naar het aantal klinkers. Bij vraag 12 moest ingeklemd worden. Deze vraag ging met een p'-waarde van 49 een stuk beter dan de inklemvraag bij *Snelwandelen* (p'-waarde van 36). De kwadratische formule hier is dan ook een stuk eenvoudiger dan de wortelformule bij *Snelwandelen*. Bij vraag 13 moesten even wat denkstappen gemaakt worden voor er met de formule gerekend kon worden. Dit ging echter niet slecht. De vraag bleek mooi discriminerend. Wel is dit een duidelijke alles-of-niets-vraag: 40% van de leerlingen scoorde geen enkel punt, 45% van de leerlingen scoorde alle punten. Bij de laatste vraag moesten leerlingen een formule opstellen. Dit blijkt voor het merendeel van de leerlingen geen probleem: 78% van de leerlingen scoorde alle punten. Opvallend, omdat het opstellen van een formule niet echt heel eenvoudig is. Waarschijnlijk helpt het veel dat de gevraagde formule vergelijkbaar is met de reeds gegeven formule.

Menukaartje is een lastige context; **zie figuur 2**. Gemiddeld werd een p'-waarde van 38,1 gehaald. De eerste vraag, waarin de oppervlakte van een kwart cirkel moet worden berekend, zou toch niet echt moeilijk moeten zijn, maar scoorde een p'-waarde van 53. Vraag 16 en vraag 17 bleken helemaal een brug te ver. Bij vraag 17 scoorde 80% van de leerlingen geen enkel punt. Met een p'-waarde van 18 is dit een van de lastigste vragen van het examen. Bij de examenbespreking bleek dat er leerlingen waren die bij vraag 16 als antwoord hadden gegeven $15 \times \pi = 47,1$. Een opmerkelijk snelle stap, maar het is niet ondenkbaar dat een leerling weet dat de omtrek van driekwart cirkel gelijk is aan de

omtrek van een cirkel met driekwart straal. Diezelfde berekening volstaat echter ook om het antwoord van vraag 17 te vinden. En zo zijn in één keer 5 punten verdiend. Dat niet veel leerlingen hierop kwamen, blijkt wel uit de magere resultaten.

Bij *Taxitarieven* is de eerste vraag van GL/TL is tweeën gesplitst. Beide vragen zijn zeer eenvoudig, al laten veel leerlingen bij de tweede vraag een puntje liggen.

Vraag 20 en 21 zijn overlap met het GL/TL-examen. Het examen sloot af met de context *Vliegen als een vogel*. Vraag 22 en 23 waren redelijke rechttoe-rechtaan-vragen waarin met de stelling van Pythagoras en de sinus gerekend moest worden. Docenten gaven aan dat dit prettige vragen waren. Deze onderwerpen worden lastig gevonden door leerlingen, en omdat de driehoek hier duidelijk gegeven was, konden leerlingen goed laten zien wat ze konden. Beide vragen scoren zeer vergelijkbaar. De laatste twee vragen, waarin gerekend moest worden met snelheid, vielen duidelijk minder goed. Zeer lage p'-waarden en een hoog percentage leerlingen met nul punten. Berekeningen met snelheid vinden leerlingen vaak lastig, maar misschien speelt tijdgebrek hier ook een rol. In ieder geval was het geen prettige afsluiter van het examen.

Het CvE besloot de N-term voor dit examen vast te stellen op 1,3. Dat resulteerde in een examen met 39,8% onvoldoendes en een gemiddeld cijfer van 5,9.

Overlap KB en GL/TL

In totaal waren er 9 vragen die zowel in het KB-examen als het GL/TL-examen zaten. Er waren in totaal 29 punten te behalen; voor details **zie tabel 5** [VMBO overlap GL/TL-KB 2011]. De KB-leerlingen scoorden op de overlap een gemiddelde p'-waarde van 45,96. Voor het deel van het examen dat specifiek voor KB is, scoorden ze een gemiddelde p'-waarde van 53,80. De KB-leerlingen scoorden dus beter op het KB-specifieke deel dan op het overlapgedeelte. Dit is ook wat de examenmakers beoogden.

De GL/TL-leerlingen scoorden een gemiddelde p'-waarde van 61,61 op het overlapgedeelte. Het verschil met KB is kleiner dan voorgaande jaren. Op het GL/TL-specifieke deel scoorden de GL/TL-leerlingen een gemiddelde p'-waarde van 54,32. De GL/TL-leerlingen scoorden dus minder goed op het GL/TL-specifieke deel dan op het overlapgedeelte. Ook dit was volgens plan.

KB CBT pilot

Zoals eerder gezegd, is dit jaar de pilot computerexamens uitgebreid van 62 scholen naar 192 scholen. Net als vorig jaar moesten de KB-leerlingen binnen het computerexamen werken met de computerrekenmachine. De computerrekenmachine is een speciaal voor het computerexamen ontwikkelde rekenmachine waarmee leerlingen hun berekeningen kunnen opslaan in een uitvoerveld. Aan de hand van de opgeslagen berekeningen kunnen docenten het werk corrigeren. In een eerder stuk in *Euclides*^[6] is uitgebreid stilgestaan bij deze computerrekenmachine.

55 docenten hebben een enquête ingevuld over het examen. Van deze docenten geeft 44% aan de moeilijkheidsgraad van het examen precies goed te vinden, 55% vindt het examen moeilijk of te moeilijk. Over de lengte van het examen is men tevreden. De inhoudelijke aansluiting bij het gegeven onderwijs vindt 76% voldoende tot goed. Dit is toch wel een opvallend hoog percentage, gezien het gegeven dat veel leerlingen de jaren ervoor onderwijs op papier hebben gekregen en nu digitaal geëxamineerd worden.

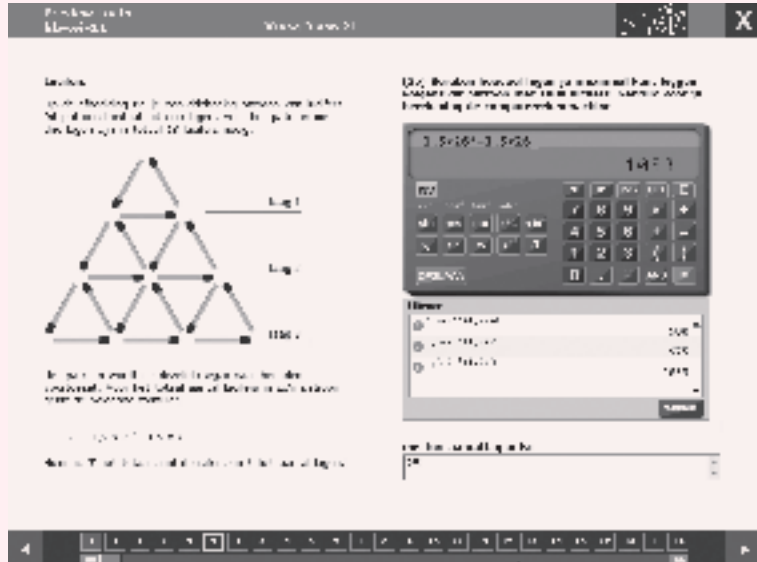
Aan docenten zijn ook vragen voorgelegd over de computerrekenmachine. Deze vragen zijn door 78 docenten beantwoord. 86% van de docenten vond de computerrekenmachine voldoende tot goed functioneren. 76% van de docenten vond dat de computerrekenmachine de leerlingen voldoende mogelijkheden bood om hun uitwerkingen op te schrijven. Ook had een ruime meerderheid voldoende houvast aan de opgeslagen berekeningen in de computerrekenmachine om de vaardigheden van de leerlingen te kunnen beoordelen. Van de 78 docenten geeft 65% de voorkeur aan het computerexamen.

Ook de leerlingen is een enquête voorgelegd. Van de 778 leerlingen die de enquête hebben ingevuld, gaf 30% aan niet voldoende te hebben geoefend met een computerexamen. 81% van de leerlingen geeft de voorkeur aan het computerexamen.

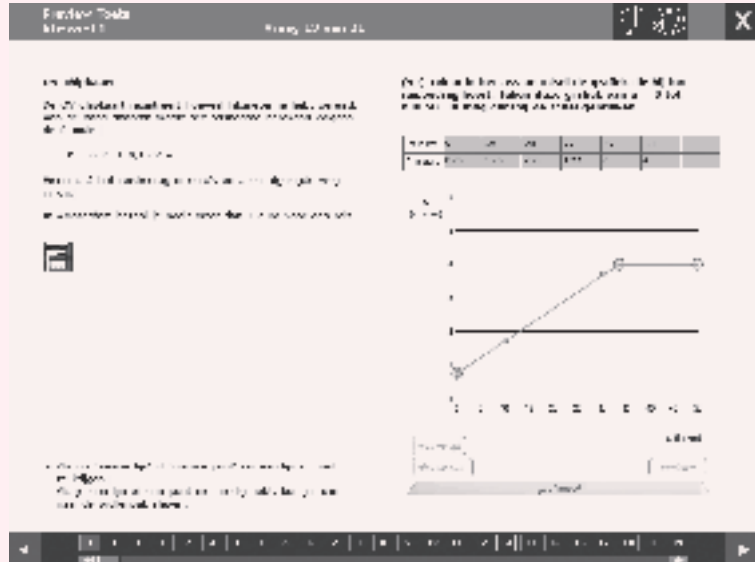
Computerexamen 2011

Er zijn verschillende varianten van het computerexamen. In dit artikel bespreken we één variant, die gemaakt is door 2210 leerlingen. Het examen bestond uit 21 vragen waarvoor in totaal 67 punten behaald konden worden. Leerlingen kregen 120 minuten de tijd om het examen te maken. **In tabel 6** [VMBO KB CBT 2011] is een overzicht van de p'-waarden per vraag te vinden.

Het examen startte met de context *Lucifers*.



figuur 3 Computerrekenmachine bij VMBO KB



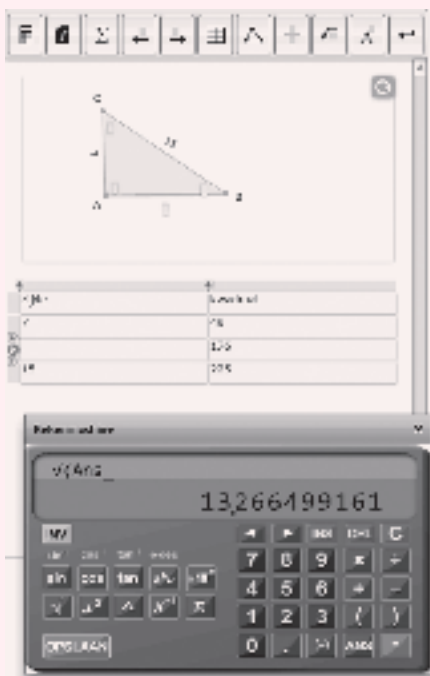
figuur 4 Uit: VMBO KB CBT 2011 (OV-chipkaart)

Dit was een goede startopgave met een gemiddelde p^1 -waarde van 74,9. Vooral de eerste twee vragen zijn goed gemaakt. Bij de eerste vraag moest een patroon van lucifers worden afgemaakt door lucifers naar de juiste plek te slepen. Bij de tweede vraag moest met een kwadratische formule gewerkt worden. Opvallend is hoe goed de laatste vraag gaat waar ingeklemd moest worden. Deze vraag scoorde een p^1 -waarde van 57, terwijl vergelijkbare vragen bij KB-papier (zie hierboven) veel lagere p^1 -waarden scoorden. Wellicht dat de opslagmogelijkheid van de computerrekenmachine de leerlingen hier hielp; **zie figuur 3**. Verderop in het artikel komen we hierop terug.

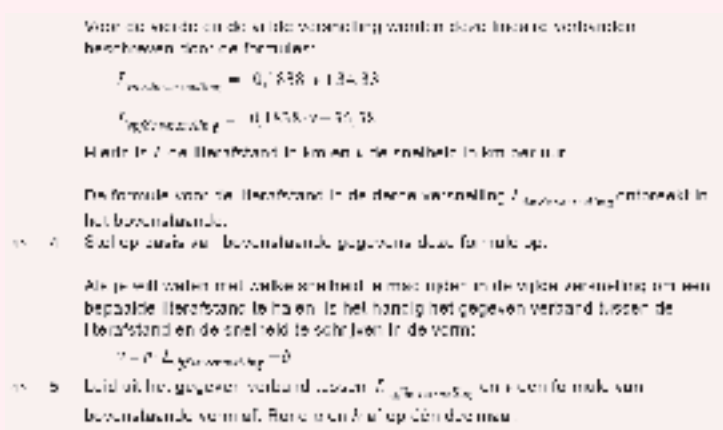
Deze eenvoudige context werd direct gevolgd door de lastigste context van deze variant, *Formule 1*. Opvallend is de zeer lage score bij de eerste vraag (p^1 -waarde van 43). Daarin moest berekend worden hoeveel meter de lengte van één ronde was als 71 rondes in totaal 305,9 km waren. Deze vraag was automatisch scorebaar. Dat betekent dat de docent het antwoord van de leerling niet kreeg te zien en dat de computer de vraag scoorde. Er waren meer automatisch scorebare vragen die zeer laag scoorden in het computerexamen. Omdat alle antwoorden van de leerlingen zijn opgeslagen, kan onderzocht worden welke fouten leerlingen maakten en of een en ander te voorkomen is. Bij de genoemde vraag kan het bijvoorbeeld zijn dat de leerling niet het antwoord in meters geeft, maar het antwoord in kilometers, maar wel in meters nauwkeurig. De computer rekt zo'n antwoord dan onterecht volledig fout. Wellicht dat de examenmakers naar aanleiding van dit onderzoek besluiten zulk soort

vragen, waarin eenheden een rol spelen, niet meer in automatisch scorebare vragen te stellen. In de volgende vraag moest de gemiddelde snelheid in km per uur berekend worden bij een gegeven afstand en tijd. Dit vond men lastig, gezien de p^1 -waarde van 28; 52% van de leerlingen scoorde zelfs geen enkel punt. In de laatste vraag moest uitgerekend worden welke afstand een personenauto zou kunnen afleggen met de brandstof die tijdens een Formule 1-wedstrijd wordt verbruikt. Hiervoor moesten veel dingen gecombineerd worden, maar het ging niet slecht met een p^1 -waarde van 40. De vragen van deze context waren mooi discriminerend. In de opgave *Graancirkels* moest de oppervlakte van een ringvormige graancirkel worden berekend. Maar 12% van de leerlingen wist hier alle punten te halen. In de derde vraag van deze context moest een graancirkel worden afgemaakt, zodat hij draaisymmetrisch was over 120 graden. Dit was een alles-of-niets-vraag; 59% scoorde geen enkel punt, terwijl 33% alle punten binnenhaalde. Bij de context *OV-chipkaart* moest gewerkt worden met een lineaire formule. De eerste invulvraag was automatisch scorebaar en werd nog beter gemaakt dan verwacht. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld de automatisch scorebare vraag in *Formule 1*. In de tweede vraag moest de grafiek getekend worden bij de lineaire formule; **zie figuur 4**. Omdat het reisbedrag nooit meer dan 4 euro kon zijn, moest de lijn tot 4 euro doorgetrokken worden en vervolgens horizontaal lopen. Niet eenvoudig en de vraag scoorde dan ook een p^1 -waarde van 40. Maar 7% van de leerlingen scoorde het volle aantal punten. De vraag die opborrelt

is of deze slechte score aan het tekenen van de grafiek lag of aan de applicatie die ervoor gemaakt is. Wellicht konden de leerlingen slecht uit de voeten met de applicatie en lieten ze daarom veel punten liggen. In een andere variant moesten leerlingen met dezelfde applicatie een lineaire grafiek tekenen zonder horizontaal gedeelte en daar ging het prima met een p^1 -waarde van 84. Je zou kunnen concluderen dat het dus niet aan de applicatie ligt, maar aan de inhoud van de vraag. Bij de volgende vraag moest ingeklemd worden en dat ging weer prima met een p^1 -waarde van 67. Ook de laatste vraag waarin de OV-chipkaart vergeleken werd met de strippenkaart en waarin met verhoudingen gewerkt moest worden om het prijs-verschil te bepalen, ging goed. *Ladder* was een relatief klassieke context met vragen over hoogtes en hoeken als een ladder tegen een muur staat. In de eerste vraag moest de hoogte bepaald worden als de lengte van de ladder en de afstand tot de muur gegeven waren. Een vergelijkbare vraag als de eerste vraag uit *Vliegen als een vogel* in het papieren examen. Opvallend is het verschil in score. Scoorden leerlingen in het papieren examen een p^1 -waarde van 43, in het computerexamen werd een p^1 -waarde van 61 gehaald. Ook in voorgaande jaren scoorde een vraag met de stelling van Pythagoras in een papieren examen gemiddeld een p^1 -waarde van 50 of daar iets onder. Deze hoge score is dus zeer opvallend. Wellicht kwam het door de computerrekenmachine. Een leerling hoefde geen tabel te tekenen of iets dergelijks en een docent kon alleen de berekeningen beoordelen. Een hypothese zou kunnen zijn dat een docent eerder punten heeft gegeven aan een bereke-



figuur 5 Mogelijke toolbox bij het computerexamen VMBO



figuur 6 Uit: HAVO A 2011 (Zuinig rijden)

ning in de computerrekenmachine dan dat hij op papier gedaan zou hebben. Wanneer we echter kijken naar de puntenverdeling blijkt deze vraag een alles-of-niets-vraag te zijn: 29% van de leerlingen scoorde geen enkel punt en 50% van de leerlingen scoorde alle punten en heeft de vraag dus gewoon goed beantwoord. Het zou kunnen zijn dat leerlingen op papier meer punten aftrek krijgen omdat ze hun berekening niet goed hebben opgeschreven; daar hebben ze bij de computerrekenmachine natuurlijk geen last van. Maar of dat zoveel scheelt? Misschien is de beste verklaring nog wel dat leerlingen extra getraind hebben met de stelling van Pythagoras omdat hier extra oefenopgaven voor gemaakt zijn om te leren werken met de computerrekenmachine (zie weer [5]). Maar dan zou een zelfde effect gezien moeten worden bij vragen over goniometrie en inklemmen, want ook daarmee is extra geoefend in de oefenopgaven. Nu hebben we bij inklemmen dit effect al gezien bij de laatste vraag van *Lucifers* en de derde vraag van *OV-chipkaart*. Dat het bij goniometrie ook lijkt op te gaan, zien we bij de volgende vraag van *Ladder*. In deze vraag moesten leerlingen met behulp van de sinus een hoek bepalen. De vraag was lastiger dan de tweede vraag van *Vliegen als een vogel*, maar scoorde toch hoger met een p^2 -waarde van 51 tegen een p^2 -waarde van 43 bij papier. Overigens is er vorig jaar ook een sterk verschil geconstateerd tussen de resultaten van leerlingen op goniometrie bij papier en computer (zie opnieuw [5]). Misschien werpt het werken met de oefenopgaven dus zijn vruchten ook af op inhoudelijk gebied. Overigens ging de laatste vraag van de context niet goed met een p^2 -waarde van 27.

Hier werd wederom goniometrie getoetst, maar in een zeer lastige vraagstelling. Maar liefst 68% leek niet te weten wat te moeten doen en scoorde hier geen enkel punt. De laatste context *Dansmat* startte met een grappig filmpje waarin een jongetje ontzettend snel bleek te kunnen dansen op een dansmat. Een docent vertelde na afloop van het examen dat het niet vaak was gebeurd dat hij leerlingen zo had zien lachen tijdens een examen. De vragen gingen over het patroon van verschillende dansen en welke periodiciteit daarin te ontdekken viel. De eerste vraag was wederom automatisch scoorbaar en viel lastiger uit dan verwacht. De andere twee vragen scoorden goed. Het CvE besloot de N-term voor deze variant vast te stellen op 1,4. Dat resulteerde in een examen met 33,1% onvoldoendes en een gemiddeld cijfer van 6,2.

Toolbox

Afgelopen jaar is gestart met de ontwikkeling van de opvolger van de computerrekenmachine, de toolbox. De toolbox ziet eruit als een leeg scherm met daarboven een serie functieknoppen; zie *figuur 5*. De leerling kan de in de toolbox geïntegreerde computerrekenmachine oproepen, maar ook tekst invoeren, symbolen invoegen, tabellen maken of driehoeken schetsen. Op deze manier hopen de examenmakers de klacht te onder-vangen dat de computerrekenmachine te weinig mogelijkheden biedt voor de leerling om berekeningen en redeneringen kwijt te kunnen. Een leerling kan bijvoorbeeld bij de stelling van Pythagoras zijn tabel maken zoals hij gewend is op papier. Op het moment van schrijven is nog niet bekend of de toolbox al in het examen van 2012 ingezet kan worden.

In ieder geval is het van groot belang dat docenten ruim op tijd de beschikking krijgen over deze applicatie zodat zij die in hun lessen kunnen gebruiken om hun leerlingen optimaal voor te bereiden op het computerexamen.

HAVO A

[Jos Remijn]

Het examen havo A is dit jaar weer redelijk positief ontvangen. Van de 727 docenten die na het invoeren van de resultaten in WOLF de quick scan invulden, vond 38% het examen 'makkelijk', 10% vond het zelfs 'te makkelijk'. Door een aantal docenten werd kritiek gegeven op de leesbaarheid van de opgaven. Bij sommige opgaven raakten volgens sommigen de wiskundige activiteiten hierdoor op de achtergrond. Het examen is net als vorig jaar goed gemaakt. Het CvE bepaalde de N-term op 0,5. Dit leidde tot een gemiddeld cijfer van 6,3 met 26% onvoldoendes. Net als de laatste twee jaar koos zo'n 65% van alle havo-kandidaten het vak wiskunde A. Voor de C&M-kandidaten (11% van de kandidaten) blijft het vak lastig, zij kregen een gemiddeld cijfer van slechts 5,7 met 42% onvoldoendes. Net als vorig jaar vraagt bijna de helft van de 42 docenten die de regionale examenbesprekingen bezochten, om meer vragen met algebra. De vragen 5 en 22, die hierop betrekking hadden, scoorden met p^2 -waarden van 13 respectievelijk 22 echter erg matig. Deze vragen zijn door 8% respectievelijk 4% van de kandidaten overgeslagen. Deze resultaten blijven dus zorgelijk. Verder werd ook dit jaar weer veel gediscussieerd op het forum op de website van de vereniging. Hier werd vooral getracht tot eenduidige afspraken over details in de correctie te komen.

Omdat je winnaar van een wedstrijd bent, krijg je één voor één in volgorde de volgende 20 aantal taarten van verschillende grootte te zien. Je weet van tevoren hoeveel taarten er gemaakt zullen worden, maar je hebt geen idee hoe groot de taarten zijn.

Deze taarten worden je gegeven of je deze wilt of niet, maar je mag maar een keer je zeggen: 'niet' en dan zal je de grootste van alle taarten proberen te kiezen.

De vraag is wat je de beste strategie om de grootste taart te bemachtigen?

uitbreiding



Vier taarten

We bekijken een situatie waarin vier taarten gemaakt worden. De kleinste taart noemen we 1, de de AKA de kleinste 2, daarna volgen de taarten 3 en 4 en de grootste taart is taart 5. In het voorbeeld op de afbeelding worden de taarten in de volgorde 4, 2, 3, 5, 1 gegeven. De taarten worden rechts, zoals al gezegd, in volgorde van grootte gegeven.

Strategie van Richard bij vier taarten

Richard denkt die taart aan welke ook hij krijgt, een piek te zeggen tegen de tweede taart die hij krijgt.

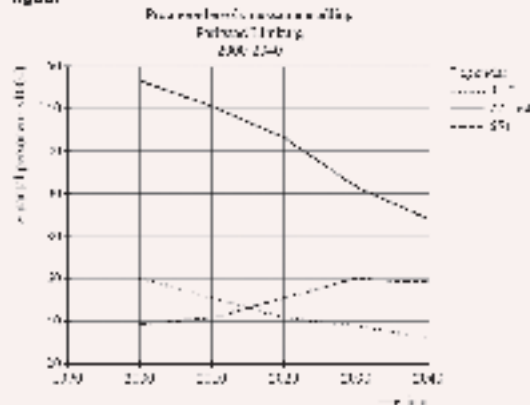
7 Hoe groot is de kans dat Richard de grootste taart bemachtigt? Licht je antwoord toe.

figuur 7 Uit: HAVO A 2011 (De grootste taart)

In de laatste twee jaar vaak over de draagende werking: het percentage 75-plussers en de komende jaar spectaculair stijgen.

Stadscollege Limburg heeft een aantal punten ben in Zuidoost-Limburg met ongeveer 20.000 inwoners in 2010. Er zijn programma's gemaakt van de lokale overheid met betrekking tot 2010. Van de natuur (Landschap van Parkstad Limburg) zijn dit soort maatregelen die de draagende werking ook voor Parkstad Limburg geldt.

figuur



Maak voor deze taart een tabel van de gegevens van de figuur met grafiek waarin de spectaculaire stijging van het percentage 75-plussers zichtbaar is. Geef hiermee vervolgens een schatting van het percentage 65-plussers in Parkstad Limburg in 2012.

figuur 8 Uit: HAVO A 2011 pilot (Parkstad Limburg)

Een korte bespreking van de opgaven. Het examen telde 23 vragen, verdeeld over vijf opgaven; zie tabel 7 [HAVO A 2011] voor de gedetailleerde resultaten. De startopgave *Zuinig rijden* opende met drie eenvoudige instapvragen waarbij moest worden gerekend met waarden uit tabellen en werd gewerkt met een grafiek. In vraag 4 werd gevraagd de formule voor een lineair verband op te stellen. Omdat er gekozen kon worden uit een veelheid van gegevens, namelijk tabelwaarden, een grafiek en twee vergelijkbare formules, had de kandidaat ruime keuze uit mogelijke oplossingsmethoden. Deze vraag werd goed gemaakt. In vraag 5, zie figuur 6, werd gevraagd een gegeven lineaire formule om te keren. Omdat in de formulering van de vraag werd gesproken over 'het gegeven verband', oordeelden de docenten in de examenbespreking dat hier ook met nauwkeurig afgelezen waarden uit de grafiek van de gegeven formule mocht worden gestart. Zoals hierboven al werd aangegeven, was het resultaat van de vraag desondanks erg matig. Zo'n 80% van de kandidaten scoorde voor deze vraag geen enkel punt.

De tweede opgave, *De grootste taart*, leverde niet veel problemen op. Docenten vonden vraag 7, zie figuur 7, een verwarrende vraag. Voor veel kandidaten zou deze vraag té gemakkelijk zijn geweest, de kandidaten zouden daardoor niet het juiste antwoord geven, maar er iets achter hebben gezocht. De context besloot met vraag 10 waarin de binomiale verdeling door velen werd herkend en goed werd toegepast. In de opgave *Woei wordt waaide* kwam een context aan de orde over het regelmatig

worden van onregelmatige werkwoorden. Diverse docenten meldden dat deze context vorig jaar in het examen vwo A (2e tijdvak) ook was voorgekomen, weliswaar met andere vragen. Vraag 11 over het berekenen van een afnamepercentage en vraag 14 over een halveringstijd, scoorden (traditioneel) matig. De tussenliggende vragen konden met behulp van de GR wel gemakkelijk worden opgelost. Vraag 15 werd door de docenten vooral afgerekend op de lastig leesbare inleiding.

Er was kritiek op het correctievoorschrift van vraag 11. Een snelle vraag van het LAKS op de examenlijn leidde nog voor de examenbespreking tot een aanvulling op het correctievoorschrift. Jammer dat LAKS in een persbericht na afloop sprak over een fout in het examen. De onzorgvuldigheid zat niet in het examen, maar in het correctievoorschrift.

In de opgave *Zijn meisjes beter in taal?* kwam een Wilcoxon-toets aan de orde. De vragen hierover werden goed gemaakt; alleen de combinatorische openingsvraag, waarin werd gevraagd hoeveel verschillende rijtjes er mogelijk zijn met driemaal een J en viermaal een M, werd niet zo goed gemaakt. Het examen eindigde met de opgave *Gebruiksduur*, waarin twee formules met elkaar werden vergeleken. De vragen 20 en 21, waarin de GR kon worden gebruikt, werden goed gemaakt, maar de gevraagde redenering van vraag 22 ging niet zo goed. In de slotvraag kwam de binomiale kansverdeling nog een keer aan de orde, en ook hier was het resultaat weer redelijk goed.

HAVO A pilot [Jos Remijn]

Dit jaar werd voor het eerst het pilotexamen havo A volgens het cTWO-programma afgenomen. Op een beperkt aantal scholen werd dit examen door in totaal enkele honderden leerlingen gemaakt. Het nieuwe programma zal na twee jaar worden geëvalueerd. De definitieve invoering zal waarschijnlijk in 2015 zijn, dan start het nieuwe programma in de klassen 4 van havo en vwo. Ter herinnering: in de centrale examens havo wiskunde A volgens het nieuwe programma mogen geen vragen worden gesteld uit de domeinen Kansrekening en Statistiek. Verder zijn er geen grote wijzigingen in het programma. Het pilotexamen kende een forse overlap van circa 50% met het reguliere examen. Deze overlap betrof alle vragen over de domeinen Algebra en Verbanden. Hierbij moet worden aangetekend dat sommige vragen zijn aangepast aan het nieuwe programma: ze zijn daarvoor iets 'denkactiever' gemaakt. In de overige opgaven van het pilotexamen kwamen onder andere onderdelen van het subdomein Tellen en het domein Veranderingen aan bod. Het examen werd afgesloten met een zogeheten onderzoekopgave, getiteld *Parkstad Limburg*. Dit fenomeen was al via het voorbeeldexamen aangekondigd. Het gaat hier om een opgave waarin na een betrekkelijk korte inleiding in de problematiek slechts één vraag wordt gesteld. Voor deze vraag 21 waren 7 punten te verdienen. Hoewel de betrokken docenten de vraagstelling niet zo open vonden als verwacht, bleek de opgave toch voor veel problemen

te zorgen bij de kandidaten. Maar liefst 63% van de kandidaten scoorde geen enkel punt voor deze vraag. In de examenbespreking, waarbij alle pilotdocenten aanwezig waren, werd besloten bij een verkeerde interpretatie van de problematiek maar weinig punten toe te kennen voor gedeeltelijk juiste antwoorden. Al met al resulteerde dit in een p' -waarde van 22. De onderzoekopgave zal een blijvende plaats krijgen in de pilotexamens, dus hopelijk zullen kandidaten en docenten wennen aan dit nieuwe vraagtype.

In tabel 8 [HAVO A pilot 2011] zijn de detailscores bij dit examen te zien. Na de startopgave *Zuinig rijden*, gelijk aan regulier, volgde een aangepaste opgave *De grootste taart*. De kansvragen hierbij waren aangepast aan het subdomein Tellen. Deze vragen zijn erg goed gemaakt. Ook de volgende opgave *Woei wordt waaide* is ongewijzigd ten opzichte van het regulier examen. Daarna volgde de opgave *Kinderalimentatie*. In de bespreking met de pilotdocenten werd druk gediscussieerd over de aanpak van vraag 14. Het ging erom of een kandidaat bij deze opdracht ook een grafiek mag tekenen met de punten uit de tabel, door die punten een lijn trekken en dan aflezen. Men bereikte geen overeenstemming. Het woordje 'bereken' in de vraagstelling vereist volgens een aantal docenten de berekening, zoals gegeven in het correctievoorschrift. Het standpunt dat het werkwoord 'berekenen' nergens exact gedefinieerd is, en dat een nauwkeurige grafische methode ook is toegestaan, vond ook sympathisanten. De nomenclatuur geeft momenteel ook geen uitsluitsel. Men concludeerde dat in de definitieve syllabus van het cTWO-programma dergelijke 'examenwerkwoorden' moeten worden omschreven, zodat hierover geen onduidelijkheid meer overblijft. De laatste vraag van de opgave vroeg een goed inzicht in het verloop van de gemiddelde alimentatie per kind als functie van het aantal kinderen. De kandidaat diende een gemotiveerde keuze uit vier globale grafieken te maken. Deze vraag leverde bij veel kandidaten problemen op. De opgave *Gebruiksduur* was ook aangepast ten opzichte van het reguliere examen. In vraag 19 werd een wat complexere redenering gevraagd. In vraag 20 moest een formule worden herschreven. Het wegwerken van de haakjes en deze op een andere wijze terugzetten, leverde onoverkomelijke problemen op bij de pilotkandidaten. Bijna alle kandidaten behaalden geen enkel punt voor deze vraag. Samen met het resultaat van de pilotkandidaten op vraag 5, waar de p' -score

gelijk was aan 8, kan worden geconcludeerd dat algebraïsche vragen ook voor deze kandidaten grote problemen opleveren. Tot slot de onderzoekopgave *Parkstad Limburg*; zie **figuur 8**. Hoewel er in de vraagstelling aanwijzingen over de aanpak werden gegeven, behaalde zo'n 60% van de kandidaten geen enkel punt voor deze opgave.

Het CvE stelde voor dit pilotexamen de N-term vast op 1,1. Dit leverde een gemiddelde op van 6,3 met 25% onvoldoendes, vergelijkbaar met het resultaat van het regulier examen.

HAVO B **[Elisja Giepmans]**

Nadat de 2009- en 2010-examens - met hoge N-termen en in vergelijking met andere wiskunde-examens hoge percentages onvoldoendes - redelijk wat stof deden opwaaien, heerst er nu een relatieve rust rondom het examen havo B. De uitdrukking 'driemaal is scheepsrecht' lijkt dan ook voor dit examen op te gaan!

Het examen scoorde een gemiddelde p' -waarde van 57 en uit de N-term van 1,0 met daaruit voortvloeiende gemiddelde 6,1 en 31,2% onvoldoende blijkt dat er een examen lag dat aansluit bij het gegeven onderwijs. Bovendien waren de reacties op de quick scan overwegend positief. Van 536 docenten die de quick scan hebben ingevuld, vindt 75% het examen 'niet te moeilijk/niet te makkelijk' en 76% vindt de lengte precies goed. Over de inhoudelijke aansluiting bij het gegeven onderwijs is men ook positief: 38% vindt de aansluiting voldoende en 54% vindt de aansluiting zelfs goed.

In de reacties op het forum is duidelijk één onderwerp aan te wijzen dat bij veel docenten tot discussies leidt, namelijk: hoe om te gaan met de formulering 'op algebraïsche wijze', met daaraan gekoppeld het correctievoorschrift en het corrigeren van leerlingewerk. Dit thema verdient zeker onze aandacht voor toekomstige examens.

Zoals gezegd scoorde het examen een gemiddelde p' -waarde van 57. Hierbij is een aantal verschillen tussen de diverse deelpopulaties aan te wijzen. De resultaten van C&M-kandidaten met $p' = 51$, E&M-kandidaten met $p' = 52$ en N&G-kandidaten met $p' = 52$ ontlopen elkaar niet of nauwelijks, terwijl de N&T-kandidaten het beduidend beter hebben gedaan met $p' = 60$. Verder valt op te merken dat op de meetkundeonderwerpen met $p' = 52$ lager gescoord wordt dan op de analyseonderwerpen met $p' = 60$. Hierbij wordt er op analyse met algebra net zo goed gescoord als

op analyse zonder algebra.

Aan de hand **van tabel 9** [HAVO B 2011] waarin de p' -waarden van elk afzonderlijk item worden weergegeven, wordt het examen nu verder besproken.

Op de eerste twee vragen van de startopgave *Overlevingstijd* is met p' -waarden van respectievelijk 92 en 80 goed gescoord. De derde vraag over de verticale asymptoot leverde met $p' = 42$ de eerste echte problemen op. De vierde vraag met $p' = 18$ was de moeilijkste vraag van het hele examen.

Het op algebraïsche wijze opstellen van een exponentiële formule bij een tabel en vervolgens met deze formule verder rekenen bleek voor de overgrote meerderheid van de kandidaten een brug te ver.

De opgave *Polynoom* laat zien dat de kandidaten met dit onderwerp heel aardig uit de voeten kunnen met analyse en algebra. Bij de eerste vraag gaat het op algebraïsche wijze berekenen van een top van de grafiek van een polynoom met $p' = 69$ zeer behoorlijk. Bij de tweede vraag moesten de kandidaten in een ogenschijnlijke standaardsituatie op algebraïsche wijze de vergelijking van een lijn opstellen. De twee bekende punten op deze lijn zijn echter speciale punten van de grafiek van een polynoom en moesten eerst op algebraïsche wijze bepaald worden; zie **figuur 9**. Deze exercitie gaat met $p' = 59$ ook heel redelijk.

Vervolgens blijft de score op de meetkunde in de opgave *Lichaam in kubus* achter. Op de eerste vraag werd met $p' = 75$ goed gescoord, maar de scores van de overige twee vragen bleven op $p' = 46$ respectievelijk $p' = 47$ steken. De kandidaten werden vooral bij de laatste vraag flink op weg geholpen met extra uitleg over een zijaanzicht van het lichaam, maar dat was blijkbaar niet genoeg om het lichaam volledig te doorgronden. Met $p' = 84$ op de eerste vraag van *Bushalte* blijkt dat het met het algebraïsch oplossen van een vergelijking met wortels wel goed zit. Het toepassen van de kettingregel op een functie met wortels blijkt met $p' = 33$ op de tweede vraag nog steeds lastig gevonden te worden.

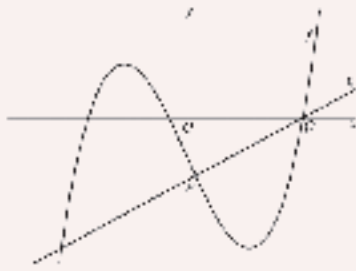
Het opstellen van een formule van een sinusoïde ging bij de gelijknamige opgave *Sinusoïde* met een score van $p' = 67$ redelijk. Vervolgens blijkt het differentiëren waarbij gekozen kan worden tussen ketting- of productregel, met $p' = 42$ pittig.

De opgave *Toilet papier* is wisselend gemaakt. De eerste en de derde vraag zijn goed gemaakt met p' -waarden van respectievelijk $p' = 87$ en $p' = 83$. Bij de tweede vraag hielden veel kandidaten geen rekening met de in het midden weggelaten cilinder. Hiermee kwam men op het antwoord 8,0

De functie f is gegeven door $f(x) = (x - 10)^2 + 15$. Van een snijpunt P van de grafiek van f in de xy -vlak met de x -as.

Punt Q is het snijpunt van de grafiek van f met de y -as. Punt R is het snijpunt van de grafiek van f met de positieve x -as. Lijn g gaat door de punten P en Q . Zie figuur 9.

figuur 9



6. Geef op algebraïsche wijze een vergelijking op van g .

figuur 9 Uit: HAVO B 2011 (Polynoom)



x	$\log_{10} x$
1	0
2	0,3010
3	0,4771
4	0,6021
5	0,6990
6	0,7782
7	0,8451
8	0,9031
9	0,9542
10	1
100	2

Met behulp van de tabel en de rekenregels voor logaritmen is het mogelijk om logaritmische of exponentiële vergelijkingen op te lossen. Hierbij kan, zonder de log-keuze van de (grafische) rekenmachine te gebruiken, een benadering van het antwoorden gegeven worden.

Voorbeeld: $\log\left(\frac{1}{2}\right) = \log\left(\frac{1}{2}\right) = \log(0,5) = 0,3010 - 1 = -0,6990$.

6. Geef op algebraïsche wijze een vergelijking op van de lijn g die door de punten P en Q gaat.

figuur 10 Uit: HAVO B 2011 (Logaritmentafel)

cm terwijl in de opgave al werd aangegeven dat dit onjuist is. Mede hierdoor scoorde dit item $p = 41$. Het berekenen van de oppervlakte van het lichaam bij de laatste vraag blijkt met $p = 39$ ingewikkeld.

In de laatste opgave, *Logaritmentafel*, werden de kandidaten op kennis van en vaardigheden met rekenregels voor logaritmen getest. In de opgave herleefden vroegere tijden waarin nauwelijks gebruik werd gemaakt van rekenmachines. De kandidaten kregen een tabel met een aantal bekende waarden van logaritmen en moesten net als vroeger rekenregels toepassen om met behulp van die tabel berekeningen te maken. Na een gegeven rekenvoorbeeld ging de eerste vraag met $p = 60$ de meeste kandidaten redelijk af; **zie figuur 10**. Op de laatste vraag viel de score met $p = 47$ tegen. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat het tevens de laatste vraag van het examen is. Deze vraag blijkt namelijk ook het meest in zijn geheel te zijn overgeslagen.

HAVO B pilot [Jos Remijn]

Het pilotexamen havo B volgens het cTWO-programma werd deze eerste keer door circa 140 leerlingen gemaakt. Zoals bekend zullen er twee pilotjaren zijn, waarna het programma zal worden geëvalueerd. De definitieve invoering van het nieuwe programma wordt voorzien in 2015 in de vierde klassen havo en vwo. In het nieuwe programma komt geen driedimensionale meetkunde meer voor. Daarvoor is het domein Analytische Meetkunde gekomen. Dit onderwerp is ingeperkt tot vooral berekeningen met lijnen en cirkels

in het platte vlak. Verder is het subdomein Evenredigheden nieuw en wordt er, zoals in alle nieuwe wiskundeprogramma's van cTWO, ook expliciet aandacht besteed aan 'denkactiviteiten'. Vanwege de kennelijke overladenheid is een aantal onderwerpen voor de pilotkandidaten van dit eerste pilot-examen uitgesloten. Onder andere geldt dit voor vectormeetkunde, combinaties van product-, quotiënt- en/of kettingregel en logaritmische schaalverdelingen. De resultaten van de pilotkandidaten op dit examen waren minder goed dan die van de reguliere kandidaten op het reguliere examen. De pilotkandidaten behaalden wel betere resultaten op de vragen die overlapt met het regulier examen. Dit was ook verwacht, in de analytische meetkunde spelen algebraïsche vaardigheden immers een belangrijke rol. Het CvE bepaalde de N-term op 1,6 zodat het gemiddelde cijfer 6,3 werd met 26% onvoldoendes; voor verdere gegevens **zie tabel 10** [HAVO B pilot 2011].

Het pilotexamen startte met de opgave *Overlevingstijd*. Daarvan waren de eerste drie vragen gelijk aan het reguliere examen. In vraag 4 werd de quotiëntregel voor differentiëren, nieuw in het programma, aan de orde gesteld. Met een p -score van 28 bleek deze vraag nog behoorlijk lastig. Vraag 5 handelde over het exponentiële verband dat in een tabel werd weergegeven. Dat deze vraag de op één na laagste p -score haalde van het pilotexamen, hadden de examenmakers niet verwacht. In de opgave *Twee cirkels* werd de nieuwe analytische meetkunde behandeld. Een rijk domein, waarin het begrip 'denkactief' vorm krijgt door de veelheid van mogelijke verschil-

lende aanpakken. De drie vragen stonden duidelijk in volgorde van toenemende moeilijkheidsgraad. Erg opvallend was dat de vragen 7 en 8 maar liefst door 10% respectievelijk 15% van de kandidaten werden overgeslagen.

Het pilotexamen vervolgde met de opgaven *Polynoom* en *Bushalte*. Beide ongewijzigd ten opzichte van het reguliere examen, alleen bij de tweede vraag van *Bushalte* werd één denkstap meer gevraagd van de kandidaten. Dit leidde niet tot extra problemen, maar net als bij het reguliere examen was ook voor deze kandidaten deze vraag door het gebruik van de kettingregel niet gemakkelijk. De volgende opgave, *Simusöide*, bevatte ook een vraag die in het reguliere examen voorkwam. Vraag 14 was verschillend, hier werd de nadruk gelegd op het exact oplossen van een goniometrische vergelijking.

De opgave *Toiletpapier* bevatte andere vragen dan de gelijknamige opgave in het reguliere examen. In vraag 15 moest een kwadratische vergelijking algebraïsch worden opgelost. Dat ging veel kandidaten goed af. Bij vraag 16 moest de juistheid van een formule worden aangetoond. Dat hierbij ook de genoemde evenredigheid tussen de variabelen n en V moest worden gebruikt, was voor vrijwel iedereen een brug te ver. Deze vraag over een nieuw programma-onderdeel werd weer veel overgeslagen, door 12% van de kandidaten.

De resultaten op de opgave *Logaritmentafel* waren wel weer goed. Het pilotexamen werd besloten met de opgave *Geocaching*; **zie figuur 11**. Een loopopdracht die gegeven was in twee delen, moest worden samengevat in één loopopdracht. Hoewel

de aanpak in de stam van de vraag werd weggegeven, bleek ook deze opgave over een nieuw programmaonderdeel, cosinus- en sinusregel, nog niet goed te scoren. Concluderend kan worden gesteld dat de pilotkandidaten vaardiger zijn dan de reguliere kandidaten in de algebraïsche vaardigheden, maar dat de vragen over de nieuwe onderdelen nog niet alle voldoende worden gemaakt. Hieraan zal het 'pionieren' dat de pilotdocenten met dit nieuwe programma moeten doen, met de daarbij behorende nieuwe katernen waarin de leerstof is te vinden, mede debet zijn.

VWO C en A [Ger Limpens] VWO C

Het examen vwo C, dat tevens bezem-examen was voor de laatste generatie A1-leerlingen, kwam met een N-term van 0,7, een gemiddeld cijfer 6,2 en 27,3% onvoldoende als een redelijk gemiddeld examen aan de eindstreep.

De eerste opgave, *Autobanden*, bleek een redelijk vriendelijke opener: de gemiddelde p'-waarde van deze context was 68,3 en de tweede vraag, waarbij aan de hand van een gegeven exponentieel verband teruggerekend moest worden naar de belastingsindex, bleek meteen de eenvoudigste vraag van het hele examen met een p'-waarde van 90. 81% van de populatie scoorde maar liefst alle punten bij deze vraag. De laatste vraag van deze context, vraag 5, was een vraag naar een normaal verdeelde kans bij slijtage van autobanden. Deze vraag bleek de moeilijkste vraag van deze context: met een p'-waarde van 46 en een score-opbouw van 33% met 0 scorepunten, 13 % met 1, 16% met 2, 15% met 3 en 23% met 4 scorepunten valt te constateren dat er bij nogal wat leerlingen een probleem was bij het omzetten van de vraag in het juiste kansmodel. Deze vraag scoorde wel hoog wat betreft zijn correlatie met de scores van de leerlingen op de totale toets: je zou deze vraag dus kunnen zien als een examen in het klein. Een leerling die met deze vraag uit de voeten kon, bleek ook goed uit de weg te kunnen met het totale examen. En dat gold soortgelijk (maar dan natuurlijk omgekeerd) voor de zwakkere leerling. Daarop volgde de context *Voorzittersverkiezing* waarbij de procedure bij de verkiezing voor het voorzitterschap van de PvdA in 2007 centraal stond. Op het forum van de NVvW werd hier en daar wat gemopperd over vragen 7 en 8 en de vermeende onleesbaarheid/tekstdichtheid van deze opgave, maar daar stonden reacties tegenover die ons als examenmakers

steunden in het idee dat deze context de informatie wel degelijk nodig had om als een begrijpelijke c.q. zinvolle activiteit binnen een examen te functioneren. De gemiddelde p'-waarde van deze opgave was 65,0 en geen van de vragen scoorde een p'-waarde lager dan 50, zo valt **in tabel II** [VWO C 2011] af te lezen. Vraag 9, waarbij een binomiale benadering dan wel een hypergeometrische greep als oplossingsstrategie gehanteerd kon worden, vertoonde weer een score-opbouw die aangaf dat 24% van de leerlingen 0 punten scoorden en 22% alle punten mee naar huis nam. De tussenliggende scoremogelijkheden waren duidelijk lager vertegenwoordigd. Als derde volgde *Levensduur van woningen*. De openingsvraag van de context was meteen de moeilijkste van de opgave. Hierbij diende het idee dat de helling van de grafiek op een zeker tijdstip iets vertelt over de mate van daling. Dit concept, uiteraard deel van het examenprogramma, is niet iets dat al te vaak in examens aan de orde gesteld wordt, wellicht dat dat een verklaring is voor de lage score. Overigens hadden we ook zelf niet verwacht dat deze vraag substantieel hoger zou scoren. Waar we wel – in positieve zin – onze verwachtingen bij bleken te moeten stellen, was bij de laatste vraag van deze opgave. Bij deze vraag, vraag 14, moest er, op grond van een gegeven normale verdeling, een aantal gebouwen berekend worden van zekere leeftijd. Ook in de ogen van de examenmakers een niet al te moeilijke activiteit maar we waren redelijk verrast over het na afloop geconstateerde percentage van 69, zijnde het percentage van de leerlingen die alle punten hier scoorden.

Kwartetten was de vierde context. Deze opgave opende met een wat theoretische vraag waarbij van leerlingen gevraagd werd met een tweetal argumenten aan te geven waarom in een bepaalde situatie binomiaal benaderd mocht worden. De vraag (met een p'-waarde van 31) leverde nogal wat commentaar op het forum op, maar ook hier was het weer zo dat zowel voor- als tegenstanders van de vraag zich danig roerden. We zijn ons er als examenmakers bewust van dat een vraag van een dergelijk type niet vaak in examens aan de orde gesteld wordt. Neemt niet weg dat we ook nu nog van mening zijn dat een dergelijke vraag wel degelijk gesteld mag worden. Wat wel opvallend is, is het feit dat deze en de volgende vraag, vraag 16 dus, de enige twee vragen waren die door meisjes (iets) beter gemaakt werden dan door jongens: bij vraag 15 was $p'_{\text{jongens}} = 29$ en $p'_{\text{meisjes}} = 31$ en bij vraag 16 waren deze parameters achter-

eenvolgens 72 en 73. Voor het examen in zijn geheel gold overigens: $p'_{\text{jongens}} = 64,1$ en $p'_{\text{meisjes}} = 60,1$. Bij vraag 17, de derde vraag van deze opgave, hadden we als examenmakers in een eerder stadium een opener vraag in gedachten waarbij we niet het kansmodel cadeau gaven zoals dat nu wel het geval was. Die eerdere vraag bleek bij uittesten toch te complex dan wel te vaag. De huidige vraag werd door ons op voorhand lager ingeschat dan nu het geval bleek (p'-waarde 72), ongetwijfeld veroorzaakt door de tegenvallende ervaringen in het uitteststadium.

Tot slot was daar de opgave *Dennehout*, een context die zich op formules rond houtopbrengst richtte. De eerste twee vragen scoorden heel netjes, met elk een p'-waarde van 77. De derde vraag, vraag 21, bleek de laagst scorende vraag van het hele examen te zijn met een p'-waarde van 13. Maar liefst 82% van de leerlingen scoorde hier geen enkel punt. Hier lijkt toch wel een aandachtspunt voor nogal wat kandidaten te liggen: de bedoelde activiteit was algebraïsch van aard, dat valt niet te ontkennen. En het is redelijk voor de hand liggend te veronderstellen dat de wiskunde-C leerling niet al te zeer op algebra zit te wachten. Maar hetgeen hier aan de orde gesteld werd, is van een zodanig niveau dat je zou hopen dat leerlingen die iets aan algebra in hun vooropleiding gedaan hebben, hier toch wel mee uit de voeten zouden moeten kunnen in onze ogen. Uiteraard, een leerling moet, om hier iets tot stand te brengen, bereid zijn een beetje door het formulewoud heen te kijken. Maar de algebraïsche handeling om $V = (0,30 \cdot d^2 - 0,36 \cdot d + 0,46) \cdot d^2 \cdot 44 \cdot d^{0,65}$ om te werken tot de vorm $V = a \cdot d^{4,65} + b \cdot d^{3,65} + c \cdot d^{2,65}$ en zodoende de waarde van a , b en c te bepalen, lijkt, gezien het feit dat algebra toch echt een onderdeel van het examenprogramma wiskunde C is, niet te veel gevraagd; **zie figuur 12**. Gelukkig was vervolgens weer eens te constateren dat leerlingen niet of nauwelijks last blijken te hebben van het missen van een vraag bij het beantwoorden van de volgende vraag binnen dezelfde context: vraag 22 had een p'-waarde van 70. Achteraf beschouwd zijn alle signalen zodanig dat dit examen als geslaagd kan worden beschouwd. Ook bleek uit de analyse en de berichtgeving uit het veld dat het C-examen als adequaat qua lengte gezien kan worden.

VWO A

Van de 14736 kandidaten die uit de met WOLF verkregen steekproef meegenomen werden in de analyse, waren er 1722

Het gebied onder de lijn getekend van GPS (Global Positioning System) is te groot. Met behulp van een GPS-ontvanger kunnen op iedere plaats op aarde de coördinaten van de plaats worden bepaald.

Een voorbeeld van een hobby waar bij gebruik gemaakt wordt van GPS is geocaching. Bij geocaching wordt de oplossing van een wiskunde-werkbladje – in dit geval met betrekking tot een GPS-ontvanger – te zien te krijgen. Het is een spel dat bestaat uit het zoeken naar kleine objecten (zoals een klein voorwerp) die verborgen zijn op plaatsen die worden aangegeven door GPS-ontvangers. Het is een spel dat bestaat uit het zoeken naar kleine objecten (zoals een klein voorwerp) die verborgen zijn op plaatsen die worden aangegeven door GPS-ontvangers.

Het zoektocht naar de echte bewaard 'Hoopse zoektocht' wordt als volgt beschreven:

- 1. De lijn de voor de lengte van de weg op N52°18'51"E 88°57'53" W is 100 m.
- 2. Het punt A is 100 meter met een hoek van 110 graden naar het punt B.
- 3. Het punt B is 20 meter met een hoek van 110 graden naar de oost op punt C.

De hoek van $\angle ABC = 127^\circ$.

Het is mogelijk om in één opsporingspunt naar punt C te gaan. Hiervoor moet in $\triangle ABC$ eerst de afstand BC berekend worden en de volgende methode wordt van A naar C berekend worden.

18. Bereken de afstand van A naar C met behulp van de wet van de sinus.



figuur 11 Uit: HAVO B 2011 pilot (Geocaching)

Een deel van de bewaard. Het gebied is bestemd voor de huidige bewaard. Voor dit deel kan een gebied (geocaching) worden gemaakt. Het gebied is bestemd voor de huidige bewaard. Het gebied is bestemd voor de huidige bewaard. Het gebied is bestemd voor de huidige bewaard.

$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$$

In deze formule is V het volume van het cilindrische vat in m^3 , de factor $\frac{1}{3}$ is de vormfactor. De vormfactor is een getal dat afhangt van de vorm van de diameter d van de boom.

Op basis van de formule $V = 0,30 \cdot d^3$ en $V = 0,30 \cdot d^3$ en de formule $V = 14 \cdot d^3$ kan $V = 14 \cdot d^3$ als $V = (0,30 \cdot d^3) \cdot (0,30 \cdot d^3) \cdot (0,30 \cdot d^3)$ worden geschreven.

21. Bereken de vormfactor van de boom.

figuur 12 Uit: VWO C 2011 (Dennenhout)

afkomstig uit het profiel C&M, 8245 uit E&M en 3574 afkomstig uit N&G. Als we deze getallen als richtlijn voor de verhoudingen van het keuzegedrag van de kandidaten uit de lichte 2011 gebruiken, constateren we dat circa 12% uit C&M afkomstig is, 56% van de leerlingen uit E&M en 24% uit N&G. De rest, 8% van de kandidaten, is – wegens niet verstrekte gegevens – niet te herleiden tot een van de profielen. Als we deze laatste groep uit de berekening weglaten, zijn de percentages C&M-E&M-N&G de volgende: 13%-61%-26%. Vorig jaar waren deze percentages respectievelijk 14%-58%-28%, niet bepaald verrassend anders. De conclusie lijkt nog steeds gerechtvaardigd dat wiskunde A een vak is dat voornamelijk – maar niet bepaald uitsluitend – door leerlingen uit het profiel E&M gekozen wordt. Het examen bleek een p' -waarde van 60,7 te hebben terwijl de p' -waarden van de leerlingen binnen de profielen C&M-E&M-N&G achtereenvolgens 55,1-60,3-64,4 waren. Niet verrassend uiteraard. Vorig jaar waren deze waarden 55,4-61,2-65,1. Al met al maken ook deze getallen een conclusie dat ook dit examen niet voor grote verrassingen gezorgd heeft, voor de hand liggend. Het examen had een N-term van 0,8 met als gevolg dat het gemiddelde een 6,3 en het percentage onvoldoende 25,3 werd; zie tabel 12 [VWO A 2011] voor p' -waarden van de verschillende vragen.

Het examen opende met de context *Dennenhout*, een onderwerp dat ook in het C-examen voorkwam. De profielspecifieke activiteiten zaten hier vooral in de tweede helft van de opgave: de algebraïsche activiteit rond de formule $V = a \cdot d^{4,65} + b \cdot d^{3,65} + c \cdot d^{2,65}$ vergde hier wat meer van de kandidaten omdat de verschillende formules in d nog in de formule $V = f \cdot d^2 \cdot h$ moesten worden gesubstitueerd voordat men aan de uitwerking kon beginnen. Een p' -waarde van 47 maakt duidelijk dat deze activiteit voor veel A-leerlingen toch veel minder als een ver-van-mijn-bed-activiteit gezien werd dan de C-pendant. Overigens slaagde 28% van de leerlingen erin de maximumscore bij deze vraag te behalen. Daar staat tegenover dat 36% van de kandidaten nul punten haalde. Na een redelijk eenvoudige exercitie rond klassenmiddens in vraag 4 (waar het huidige programmatische verschil tussen A en C rond beschrijvende statistiek in het Centraal Examen weer gevisualiseerd werd) kwam differentiëren en het interpreteren daarvan bij de vragen 5 en 6 aan de orde. Niet al te voor de hand liggende vragen, zo bleek. Vraag 6 scoorde bij maar liefst 64% van de kandidaten nul punten. Vervolgd werd met de opgave *Kwartetten* met ook hier de vraag over de uitleg van het waarom van de binomiale benadering. Ook hier was trouwens weer het opmerkelijke verschil te zien tussen jongens en meisjes: $p'_{\text{jongens}} = 30$ en $p'_{\text{meisjes}} = 32$. Voor het hele

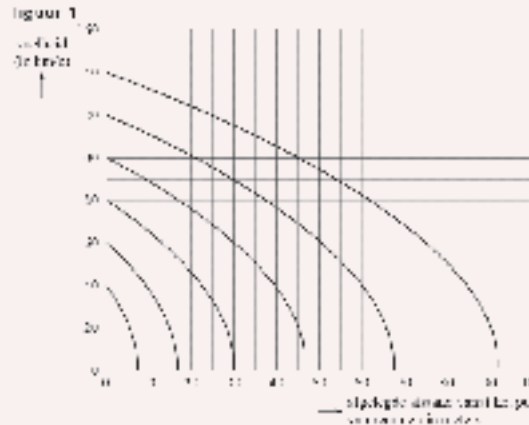
examen golden trouwens: $p'_{\text{jongens}} = 62,1$ en $p'_{\text{meisjes}} = 59,8$. In dat kader is het wellicht ook opmerkelijk te constateren dat bij deze vraag de p' -waarden voor de profielen C&M-E&M-N&G achtereenvolgens 32-29-33 waren, een serie die niet in de pas loopt met de eerdergenoemde strikt stijgende reeks p' -waarden voor het hele examen. Kennelijk is de vaardigheid om iets in theoretische zin op te merken over de mogelijkheid om een verdeling binomiaal te benaderen, niet in lijn met de algemeen wiskundige vaardigheid die hoort bij het goed maken van een compleet examen wiskunde. De hypothesetoets waarmee deze context eindigde, deed het wat beter dan door ons als examenmakers voorspeld. Dat lijkt een beetje een tendens te zijn. Wellicht is dat een gevolg van het feit dat leerlingen in de laatste weken voor het examen zich nog extra werpen op deze toch heel regelmatig terugkerende activiteit die weliswaar nogal wat verschillende aspecten bevat, maar toch ook heel goed trainbaar is. Daarna kwam de context *Containers*, openend met een doelmotiverende combinatorische activiteit en vervolgens met drie vragen rond exponentiële modellen. Bij de eerste vraag in dit kader bleek hier en daar wat onduidelijkheid over het verschijnsel 'meetpunten' maar het is in onze ogen een vanzelfsprekendheid bij het wiskunde A-programma dat leerlingen uit een grafiek als de meegeleverde, zelf moeten constateren dat de 'knikpunten' in de grafiek de daadwerkelijk waargenomen

waarden aangeven en de rest van de grafiek slechts getekend is om een verloop aan te duiden.

Als vierde kwam de opgave *Aandelen* aan de orde, een overduidelijk economisch geïnspireerde context. De opgave hield zich deels met een normale verdeling, deels met het opstellen van een eerstegraads verband bezig. Bij de eerste vraag kwam de \sqrt{n} -wet aan de orde, iets dat vaker voor problemen kan zorgen bij nogal wat kandidaten. Uit de analyse valt jammer genoeg niet op te maken bij hoeveel leerlingen dit tot het missen van een scorepunt heeft geleid; in ieder geval is helder dat 35% van de kandidaten daar geen last van had want die scoorden allen de maximale score. Bij de tweede vraag werd onder andere gevraagd een gegeven tijdsspanne te bepalen, volgens het correctievoorschrift in dagen nauwkeurig. Waar een enkele collega in het land problemen mee bleek te hebben, was de in de opmerking als passabel aangemerkte methode (waarbij iedere maand van 30 dagen voorzien wordt) die bij de economische vakken nogal eens gehanteerd wordt bij het bepalen van tijdsduur. Bij de laatste vraag kwam overigens ook weer de \sqrt{n} -wet aan de orde, maar nu zodanig dat dit eigenlijk al in de context vermeld was. Hier zal een leerling dus in dit kader geen punten hebben laten liggen. Dat het profiel E&M bij deze opgave overigens in het voordeel zou zijn, wordt niet bevestigd als we de p'-waarden voor de verschillende profielen op een rijtje zetten: C&M-E&M-N&G leverden 47,2-57,5-62,2.

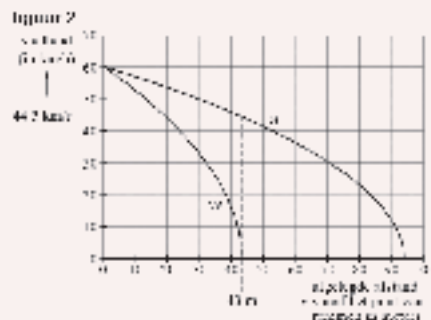
De slotopgave was de context *Remweg*. Dat deze opgave zou appelleren aan natuurkundige inzichten kon hier en daar in het land na afloop wel beluisterd worden. Het valt echter te betwijfelen of dat aan de p'-waarden valt af te lezen: het rijtje p'-waarden C&M-E&M-N&G wordt hier 47,7-51,9-57,2 en lijkt niet substantieel af te wijken van vergelijkbare reeksen bij deze examens. De vraag waar nog het meest over te doen was, bleek de een-na-laatste vraag van deze context (en van dit examen), vraag 21; zie *figuur 13*. Bij die vraag werd van leerlingen gevraagd een uitleg te geven bij een gegeven opmerking. De conclusie bij de afstand-snelheid-grafieken van twee met verschillende soorten banden uitgeruste auto's was al gegeven in de stam, maar slechts 4% van de leerlingen slaagde er in de gevraagde uitleg voor de volle 100%-score te geven. De vraag bleek daarmee veel moeilijker dan door ons als examenmakers ingeschat. Ook hier gold dat we in een eerder stadium de vraag opener geformuleerd hadden (zonder de inkleuring

Wanneer een automobilist op de rem loopt, zal de snelheid van de auto afnemen. In figuur 13 worden beginsnelheden van 0, 20, 40, 60, 80 en 100 km per uur bij vertrek toegegeven samen de snelheid van een auto en de afgelegde afstand vanaf het punt waarop begonnen is met remmen.



In figuur 1 kun je bijvoorbeeld aflezen dat een auto die met de snelheid van 120 km per uur na 20 m nog een snelheid heeft van ongeveer 101 km per uur.

De profielen in *figuur 1* gelden voor gewone banden op een droge weg. Deze bijzondere weg wordt de remweg genoemd. Daarom zijn sommige automobilisten zo wettelijk verplicht. Wanneer er regen is, zal de remweg langer zijn. Het is op hetzelfde moment twee auto's met beginsnelheid 60 km per uur remmen op een heeske weg. De ene auto heeft gewone banden (links), de andere auto heeft winterbanden (rechts).



In *figuur 2* kun je aflezen dat auto *W* een remweg heeft van ongeveer 48 m. De snelheid op dat tijdstip is dus ongeveer 44,7 km per uur.

Alex: Bernhard en Cynthia doen alle twee een bewering over die snelheid. Alex: "De snelheid op dat tijdstip is zeker groter dan 44,5 km per uur." Bernhard: "De snelheid op dat tijdstip is ongeveer gelijk aan 44,5 km per uur." Cynthia: "De snelheid op dat tijdstip is zeker kleiner dan 44,5 km per uur."

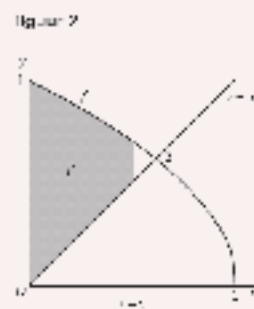
Op 20. Leg uit waarom Cynthia gelijk heeft.

figuur 13 Uit: VWO A 2011 (Remweg)

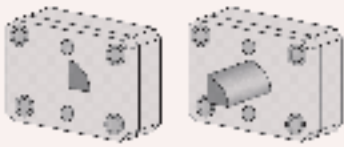
De functie f is gegeven door $f(x) = \sqrt{1-x}$

Het gebied K wordt begrensd door de grafiek van f , de y-as, de lijn $x = 1$ en de lijn $x = \frac{1}{4}$.

Op 2. Bereken exact de inhoud van het gebied K opgetrokken tot de x-as.



figuur 14 Uit: VWO B 2011 (Tussen twee grafieken)



De druk die nodig is om het materiaal door de opening te persen, is onder andere afhankelijk van de grootte en de vorm van de opening. De invloed van de vormfactor op het quotient $\frac{F}{\sqrt{A}}$

heeft de volgende vorm: $f(x) = \frac{1}{1 + 0,0001x^2}$, waarbij x de vormfactor is van de opening (in cm²).

Na vergelijking twee openingen die gelijkvormig zijn (zie bijvoorbeeld figuur 2)

figuur 2



Van de grote opening zijn de breedte en de hoogte k keer de grootte van de breedte en de hoogte van de kleine opening.

7. Toon aan dat het quotient $\frac{F}{\sqrt{A}}$ voor de grote opening even groot is als voor de kleine opening.

figuur 15 Uit: VWO B 2011 (Extrusie)

van het juiste standpunt vragen naar het juiste standpunt en een verklaring daarvoor), maar de door ons aangebrachte aanscherping bleek niet voldoende om de opgave voor een substantieel groter publiek toegankelijk te maken. Jammer, want in onze ogen is een activiteit als de onderhavige wel degelijk een vraag die bij dit publiek en dit programma hoort: nagaan wat er precies in een figuur met realistische informatie die in het dagelijkse leven voor het grijpen ligt, weergegeven wordt.

Na afloop van het examen is te constateren dat de enquête zoals die door de NVvW wordt afgenomen en de quick scan zoals die door Cito verwerkt wordt, niet altijd met elkaar sporen. In de ogen van de bezoekers van de regionale vergaderingen van de vereniging was een (kleine) meerderheid te vinden voor het standpunt dat het niveau van dit examen te laag was. In de quick scan bleek een ruime meerderheid dit examen niet te moeilijk maar ook niet te gemakkelijk te vinden. Ook over de lengte van het examen verschilden beide onderzoeken: iets meer dan de helft van de regionale-vergadering-bezoekers vond het examen te lang terwijl dit standpunt slechts door nog geen derde deel van de quick scan respondenten werd ingenomen. Uit de analyse blijkt geen argument naar voren te komen op grond waarvan de lengte van dit examen serieus kritisch benaderd dient te worden.

VWO A en C

In tabel 13 [VWO overlap C-A 2011] is de overlap tussen de twee examens vwo A en vwo C in kaart gebracht. Deze overlap betrof dit jaar een maximale score van 23 punten, iets kleiner dan vorig jaar (toen

was 30 punten de omvang van de overlap). Het verschil in vaardigheid op de overlap lijkt dit jaar echter wel wat groter bij bijna alle overlapactiviteiten. Het verschil is nu, behalve bij de bijzondere vraag naar de verklaring van de binomiale benadering (vraag 5 van C, dan wel vraag 22 van A), minimaal 10 en meestal 15 punten op de p'-schaal. Dat verschil lijkt daar wat groter te zijn dan het verschil in de afgelopen jaar. Het is ongetwijfeld nog te vroeg daar enige serieuze uitspraken over te doen, maar het lijkt verstandig dit verschijnsel in de nabije toekomst in de gaten te houden. En dan nog even over die eerste vraag van de context *Kwartetten*: hier is nagenoeg geen verschil te onderkennen tussen de C- en de A-populatie. Het ziet er naar uit dat deze vraag niet echt in lijn is met de andere vragen van beide examens. Niet dat de vraag niet tot de examenstof zou behoren, maar bijzonder blijft het om te constateren dat deze vraag bij beide examens bij uitstek de vraag is die het slechtst correleert met de resultaten op het complete examen. En ook het al eerder gesignaleerde uit de pas lopen met de voortdurend geconstateerde stijgende p'-waarden in de profielreeks C&M-&M-N&G is bijzonder.

VWO B

[Gerard Stroomer]

Na het invoeren van scores via het programma WOLF hebben 717 docenten een quick scan ingevuld. De respondenten waren tevreden over de moeilijkheidsgraad van het examen (74% vond het examen niet te moeilijk en niet te gemakkelijk) en over de inhoudelijke aansluiting van het examen bij het gegeven onderwijs (91% vond de

Verzekeringmaatschappijen en pensioenfondsen kunnen bij het berekenen van de premie of de bijdragen een schatting van de toekomstige uitkering van verzekerde of pensioegerechtigde. Een veelgebruikt model voor de vorm gebaseerd op de reële lijnen van een onderzocht in 1825 van de verzekeringswetgever Benjamin Gompertz (1779 - 1863).

Voor een levensverzekering die op een leeftijd van 40 jaar afgesloten wordt, kan de toekomstige uitkering in de 19e eeuw de volgende formule van Gompertz om het percentage nog levende verzekerden met een bepaalde leeftijd te schatten:

$$P(x) = 1 - 0,000001x^{1,75}$$

Het is in de 40 ongeveer 26% van de levensverzekering die wordt afgesloten op de leeftijd van 40 jaar.

10. Het verschil $P(x) - P(x+1)$ van de levensverzekering wijzigt door de leeftijd. Het is in de 40 ongeveer 0,00000175 $x^{0,75}$.
11. De gegeven formule kan ook worden toegevoegd aan de formule van Gompertz om het percentage nog levende verzekerden te schatten.
- De algemene formule van Gompertz heeft de vorm $P(x) = 1 - e^{-kx^a}$, met positieve waarden van a , k en x .
12. Het percentage van de overlevende verzekerden met de leeftijd x is $P(x)$.
13. Het verschil $P(x) - P(x+1)$ van de waarden van P op x en $x+1$.

figuur 16 Uit: VWO B 2011 (De formule van Gompertz)

aansluiting voldoende of (zeer) goed), maar ze waren minder tevreden over de lengte van het examen (49% vond het precies goed, 50% vond het te lang). Ook docenten die de door de NVvW georganiseerde examenbesprekingen bezochten, vonden de omvang van het examen te groot. Voor gedetailleerde informatie wat betreft scores en p'-waarden van de verschillende vragen *zie tabel 14* [VWO B 2011].

De eerste opgave, *Tussen twee grafieken*, bleek een geschikte startopgave. Vraag 1, waarin werd gevraagd een x-coördinaat uit te drukken in een parameter, is door 91% van de kandidaten foutloos beantwoord. Ook vraag 2, over de maximale oppervlakte van een rechthoek, en vraag 3, over de inhoud van een omwentelingslichaam (*zie figuur 14*) zijn behoorlijk goed gemaakt. Dat geen scorepunten toegekend mochten worden voor het berekenen van de inhoud van de verschilfunctie in plaats van het verschil van de twee inhouds, vonden veel docenten erg streng.

De tweede opgave, *Raakcirkels aan een lijn*, past bij het domein Voortgezette meetkunde. Hierbij is het de bedoeling dat met een beperkte lijst stellingen, die op bladzijde 2 van het examen is afgedrukt, bewezen gegeven worden. Enkele docenten zouden het gebruik van een snavelfiguur of een zandloper of de middenparallel van een driehoek ook goed willen rekenen. Dit is immers in de onderbouw behandeld. Echter, om ongelijkheid tussen kandidaten te voorkomen mag een individuele docent niet van de door het CvE vastgestelde lijst met stellingen afwijken. Er is door een enkele docent gesuggereerd dat vraag 5 en 6 beter samengevoegd hadden kunnen

worden. Tijdens het uittesten bleek echter dat veel leerlingen dan vergeten dat de loodrechte stand ook bewezen moet worden en dat zij daardoor de eerste drie punten missen. Vraag 6 bleek een moeilijke vraag: de p' -waarde kwam op slechts 33%, terwijl 10% van de kandidaten deze vraag heeft overgeslagen.

De eerste contextopgave van het examen is *Extrusie*. Deze opgave is goed gemaakt: gemiddeld scoorden de kandidaten 69% van de te behalen punten. Alleen de eerste vraag, vraag 7 (*zie figuur 15*), scoorde iets minder. In een vwo-B examen is deze vraag ook enigszins een buitenbeentje. Bij vraag 8 moest de waarde van $\frac{P}{\sqrt{A}}$ worden berekend voor een opening waarvan een rand recht is en de andere rand de vorm van een parabool heeft. Met de nieuwe gebruiksvriendelijke versies van de veelgebruikte typen rekenmachines, waarbij de integraal in wiskundige notatie op het scherm verschijnt, moeten we ons afvragen of de in het correctievoorschrift gebruikte formulering 'Beschrijven hoe de integraal kan worden berekend' nog wel voldoet. Een opgave over een exponentiële of logaritmische functie ontbreekt vrijwel nooit. Dit jaar kwam dit onderwerp aan bod in een opgave uit de wereld van verzekeringsmaatschappijen en pensioenfondsen: *De formules van Gompertz*. Deze opgave is afgedrukt in *figuur 16*. De opgave heeft een sterk oplopende moeilijkheidsgraad: bij de vragen 10, 11 en 12 behaalde achtereenvolgens 5%, 31% en 51% van de kandidaten geen enkel punt. In de opgave *Goniometrische functies*

(geen originele titel, maar dekt de lading wel) werd getoetst hoe vaardig de kandidaten waren in het oplossen van een goniometrische vergelijking en het toepassen van differentiaal- en integraalrekening. Het foutje in het correctievoorschrift van vraag 13 zorgde niet voor verwarring: iedereen weet wel dat $\sin x$ niet positief is voor $x = 0$ en $x = \pi$.

Bij vraag 15 ('Toon aan dat de oppervlakte van het vlakdeel ... onafhankelijk is van a ') vonden enkele docenten het streng dat geen punten mochten worden toegekend als alleen voor een aantal waarden van a de oppervlakte van het vlakdeel was berekend. Gelukkig waren er ook veel docenten die de opmerking in het correctievoorschrift volstrekt overbodig vonden.

De moeilijkste opgave was *Cirkels bij een driehoek*. Als de stelling *hoek tussen koorde en raaklijn* gebruikt moet worden, haken veel kandidaten af. Bij vraag 17 scoorde 72% van de kandidaten geen enkel punt. De laatste opgave, *Vierkant bij een derdegraadskromme*, bestond uit één vraag waarvoor 8 punten te behalen waren. Bij deze opgave werd van de kandidaat gevraagd zelf een oplossingsstrategie te bedenken. Mogelijk zou deze vraag beter gemaakt zijn als hij niet als laatste geplaatst was.

Het CvE heeft, mede vanwege de omvang van het examen, de N-term op 1,1 vastgesteld. Dat resulteerde in een gemiddeld cijfer van 6,4 en 30,3% onvoldoende, wat in lijn ligt met de resultaten van de afgelopen jaren.

Noten

- [1] Deze aantallen zijn gebaseerd op de bestellingen die scholen gedaan hebben voor de hoeveelheden examens. Het is een gegeven dat scholen hierbij altijd een zekere veiligheidsmarge hanteren dus de vermelde aantallen zijn in zekere zin enigszins gechargeerd.
- [2] De centrale examens (opgaven, bijlagen, correctievoorschrift) kunnen worden gedownload via de website van Cito (www.cito.nl): www.cito.nl/onderwijs/voortgezet%20onderwijs/centrale_examens.aspx
- [3] WOLF staat voor Windows Optisch Leesbaar Formulier.
- [4] Zo is ook dit jaar weer te constateren dat sommige collega's wel heel kort door de bocht reageren via het NVvW-forum. Het ware hier en daar wenselijk dat eerst tot drie geteld zou zijn, vooraleer op de verzendknop gedrukt werd.
- [5] CvE staat voor College voor Examens. Het CvE is sinds najaar 2009 de opvolger van de Cevo.
- [6] Melanie Steentjes (2010): *Pilot computer-examens vmbo-KB 2010*. In: *Euclides* 86(3); pp. 102-104.

Over de auteurs

Elisja Giepmans, Ger Limpens, Jos Remijn, Melanie Steentjes en Gerard Stroomer zijn wiskundemedewerkers en toetsdeskundigen van Cito te Arnhem (website: www.cito.nl). Hun emailadressen zijn: elisja.giepmans@cito.nl, ger.limpens@cito.nl, jos.remijn@cito.nl, melanie.steentjes@cito.nl en gerard.stroomer@cito.nl.

AANKONDIGING / MASTERCOURSE



TopWis Poincaré: een inleiding in de topologie

Dit najaar organiseert De Praktijk in samenwerking met prof.dr. Eric Opdam van de Universiteit van Amsterdam (UvA) voor docenten de mastercourse TopWis Poincaré.

Deze mastercourse is gebaseerd op de module TopWis Poincaré, een lessenserie voor wiskunde D in de bovenbouw van het vwo. De lessenserie behandelt topologie en het Poincaré-vermoeden. Dit vermoeden werd in 1904 geformuleerd door Henri Poincaré, en in 2002 bewezen door Grigori Perelman.

De topologie is een vakgebied dat gaat over het classificeren van ruimtes aan de hand

van hun eigenschappen. Dat betekent dat we een koffiekopje met een oortje en een donut als gelijke vormen kunnen zien: beide hebben een gat, en als je de donut handig uitrekt en vervormt, zie je het koffiekopje met oortje erin terug.

In de lessenserie TopWis Poincaré gaan leerlingen op speelse wijze aan de slag met topologie, maar leren ze ook over de dieper liggende topologische begrippen, en bewijzen ze zelf een stelling. Tot slot leren ze begrijpen wat het Poincaré-vermoeden inhoudt.

De mastercourse geeft docenten de benodigde achtergrond om deze module zelf in de klas te behandelen, als ook inhoudelijke verdieping. Deelname aan de mastercourse kost € 110,00. De

mastercourse wordt gegeven in twee bijeenkomsten, op woensdagmiddag **16 november** en op woensdagmiddag **30 november**.

U kunt zich aanmelden door een e-mail met uw naam, e-mailadres en naam van uw school te sturen naar charlotte@praktijk.nu onder vermelding van 'Mastercourse TopWis Poincaré'.

Meer informatie over de module TopWis Poincaré is te vinden op:

www.diswis.nl/nl/homepage/wat-is-diswis/diswis-poincare

Met vragen kunt u contact opnemen met Charlotte Vlek (e-mail: charlotte@praktijk.nu / telefoon: 020-5257688).

Tabel 1 – Leerlingenaantallen 2011

VMBO		HAVO		VWO	
Wiskunde BB digitaal	18092	Wiskunde A	38772	Wiskunde A	19801
Wiskunde BB	215	Wiskunde B	14303	Wiskunde B	19758
Wiskunde KB digitaal	9791	totaal	53075	Wiskunde C	2918
Wiskunde KB papier	13836			totaal	42477
Wiskunde GL/TL	46452				
totaal	88386				
totaal generaal		183938			

Tabel 2 – Verzamelde N-termen 2011

1e tijdvak 2011	VMBO					HAVO				VWO		
	BB (*)	BB papier	KB digitaal	KB papier	GL/TL	A	A pilot	B	B pilot	C	A	B
N-term	variërend van 0,9 t/m 2,1	1,3	variërend van 1,1 t/m 1,9	1,3	0,9	0,5	1,1	1,0	1,6	0,7	0,8	1,1
gemiddelde	6,4	6,4	6,0	5,9	6,0	6,3	6,3	6,1	6,3	6,2	6,3	6,4
% onvoldoende	26,6	27,9	38,6	39,8	33,0	25,6	25,0	31,2	26,0	27,3	25,3	30,3

(*) diverse varianten

Tabel 3 – VMBO GL/TL 2011

opgave	Snelwandelen				Taxitarieven				Speeltoestel		Ademhaling			Boombank				Geluidsgolven				Yin-Yang symbool		
vraagnr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
max. score	4	2	4	3	4	3	4	3	4	3	5	3	2	3	3	2	3	5	2	3	3	4	3	4
p ² -waarde	57	93	79	54	89	63	57	59	44	57	39	85	60	23	68	69	52	42	100	59	37	54	51	29

Tabel 4 – VMBO KB 2011

opgave	Olympische medailles			Snelwandelen			Boombank				Sierbestrating				Menukaartje			Taxitarieven				Vliegen als een vogel			
vraagnr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
max. score	3	3	3	2	4	3	3	2	3	5	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	4	3	3	4	3
p ² -waarde	74	46	86	93	72	36	55	51	38	17	74	49	53	85	53	37	18	95	81	44	39	43	43	23	18

Tabel 5 – VMBO overlap GL/TL – KB 2011

opgave		Snelwandelen			Taxitarieven		Boombank			
max. score		2	4	3	3	4	3	2	3	5
GL/TL	vraagnr.	2	3	4	6	7	15	16	17	18
	p ² -waarde	93	79	54	63	57	68	69	52	42
KB	vraagnr.	4	5	6	20	21	7	8	9	10
	p ² -waarde	93	72	36	44	39	55	51	38	17
verschil in p ² -waarden		0	7	18	19	18	13	18	14	25

Tabel 6 – VMBO KB CBT 2011

opgave	Lucifers			Formule 1				Graancirkels				OV-Chipkaart				Ladder			Dansmat		
vraagnr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
max. score	2	3	3	2	6	1	4	5	3	3	3	2	4	3	3	4	4	3	2	3	4
p ² -waarde	94	80	57	43	28	93	40	30	35	36	72	95	40	67	72	61	51	27	50	63	68

Tabel 7 – HAVO A 2011

opgave	Zuinig rijden					De grootste taart					Woei wordt waaide					Zijn meisjes beter in taal?				Gebruiksduur			
vraagnr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
max. score	3	3	3	4	4	3	3	3	5	4	5	3	4	4	3	3	3	4	4	3	3	3	5
p ² -waarde	96	87	96	68	13	64	51	86	78	58	35	87	80	40	55	45	86	83	58	92	71	22	58

Tabel 8 – HAVO A pilot 2011

opgave	Zuinig rijden					De grootste taart			Woei wordt waaide					Kinderalimentatie			Gebruiksduur				Parkstad Limburg
vraagnr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
max. score	3	3	3	4	4	4	3	5	5	3	4	4	3	4	3	5	3	3	4	3	7
p ² -waarde	94	86	95	68	8	83	77	86	38	89	78	40	55	62	69	51	88	58	15	0	22

Tabel 9 – HAVO B 2011

opgave	Overlevingstijd				Polynoom		Lichaam in kubus			Bus-halte		Sinus-oïde		Toilet-papier				Logaritmen-tafel	
vraagnr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
max. score	3	5	3	3	5	5	3	7	6	4	6	4	4	3	4	4	4	3	4
p'-waarde	92	80	42	18	69	59	75	46	47	84	33	67	42	87	41	83	39	60	47

Tabel 10 – HAVO pilot 2011

opgave	Overlevingstijd					Twee cirkels			Polynoom		Bus-halte		Sinus-oïde		Toilet-papier		Logaritmentafel		Geo-caching
vraagnr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
max. score	3	5	3	4	3	5	4	5	5	5	4	7	4	4	3	4	3	4	6
p'-waarde	93	87	40	28	17	68	46	21	65	68	88	29	76	43	64	5	70	61	40

Tabel 11 – VWO C 2011

opgave	Autobanden					Voorzitters-verkiezing				Levensduur van woningen					Kwartetten				Dennenhout			
vraagnr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
max. score	3	3	4	3	4	2	3	4	5	4	3	3	4	4	2	3	3	6	4	4	3	3
p'-waarde	84	90	58	75	46	88	65	73	50	24	49	83	40	83	31	73	72	50	77	77	13	70

Tabel 12 – VWO A 2011

opgave	Dennenhout						Kwartetten				Containers				Aandelen			Remweg				
vraagnr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
max. score	4	4	4	3	4	3	2	3	6	6	4	4	3	4	4	3	4	3	3	6	3	4
p'-waarde	91	86	47	63	58	26	31	84	75	62	60	41	63	86	59	63	52	92	27	65	7	60

Tabel 13 – VWO overlap C – A 2011

opgave		Autobanden/Remweg		Kwartetten			Dennenhout	
max. score		4		2 3 6			4 4	
C	vraagnr.	5		15 16 18			19 20	
	p'-waarde	46		31 73 50			77 77	
A	vraagnr.	22		7 8 9			1 2	
	p'-waarde	60		31 84 75			91 86	

Tabel 14 – VWO B 2011

opgave	Tussen twee grafieken			Raakcirkels aan een lijn			Extrusie			De formule van Gompertz			Goniometrische functies			Cirkels bij een driehoek		Vierkant...
vraagnr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
max. score	3	6	6	4	3	3	3	8	5	4	3	4	4	5	5	3	4	8
p'-waarde	93	74	64	74	48	33	51	73	73	76	55	36	70	56	55	39	20	46