



Evaluatie examenpilot wiskunde C vwo 2009-2012

December 2012

slo

nationaal
expertisecentrum
leerplan-
ontwikkeling

Verantwoording



2012 SLO (nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling), Enschede

Mits de bron wordt vermeld, is het toegestaan zonder voorafgaande toestemming van de uitgever deze uitgave geheel of gedeeltelijk te kopiëren en/of verspreiden en om afgeleid materiaal te maken dat op deze uitgave is gebaseerd.

Auteurs: Elvira Folmer, Wilmad Kuiper, Lucia Bruning en Wout Ottevanger

Informatie

SLO

Afdeling: O&A

Projectleider: Wilmad Kuiper

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Telefoon (053) 4840 262

Internet: www.slo.nl

E-mail: O&A@slo.nl

AN: 7.6675.536

Inhoud

1.	Context, vraagstelling en opzet van de evaluatie	5
1.1	Aanleiding en context	5
1.2	Vraagstelling en theoretisch kader	6
1.3	Opzet en instrumenten	8
1.4	Leeswijzer	10
2.	Resultaten wiskunde C vwo: pilotdocenten	11
2.1	Uitvoerbaarheid	11
2.2	Denkactiviteiten, toepassingen, situaties en contexten	20
2.3	Relevantie	26
2.4	Toetsing	28
3.	Resultaten wiskunde C vwo: pilotleerlingen	33
3.1	Lespraktijk	33
3.2	Toepassingen, situaties en contexten	37
3.3	Relevantie	38
3.4	Toetsing/moeilijkheid	41
4.	Conclusies wiskunde C vwo	43
4.1	Pilotdocenten	43
4.2	Pilotleerlingen	44
	Literatuur	45

1. Context, vraagstelling en opzet van de evaluatie

1.1 Aanleiding en context

Tussen 2002 en 2005 zijn door de minister van OCW commissies geïnstalleerd voor de vernieuwing van de examenprogramma's voor scheikunde, biologie, natuurkunde en wiskunde. Daarnaast is een stuurgroep geïnstalleerd met als opdracht examenprogramma's te ontwikkelen voor NLT. In navolging van de voor scheikunde in gang gezette ontwikkeling (Verkenningcommissie Scheikunde, 2002) luidde de opdracht voorstellen te doen voor nieuwe, in de praktijk beproefde examenprogramma's voor havo en vwo, daarbij rekening houdend met de als gevolg van de herstructurering van de profielen gewijzigde omvang van de vakken. De commissies voor scheikunde, natuurkunde en biologie en de stuurgroep voor NLT hebben in december 2010 hun eindadvies opgeleverd. Het advies over de zeven vernieuwde wiskundeprogramma's (wiskunde A havo en vwo, wiskunde B havo en vwo, wiskunde C vwo en wiskunde D havo en vwo) is eind 2012 gepresenteerd.

Een inhoudelijke en didactische vernieuwing van deze vakken wordt opportuun geacht teneinde het onderwijs in deze vakken relevanter te maken voor leerlingen, meer samenhangend en minder overladen. Min of meer gezamenlijk vertrekpunt is de context-conceptbenadering. De commissies en stuurgroep (voor NLT) hebben elk een visiedocument ontwikkeld waarin de uitgangspunten voor het betreffende vak zijn beschreven (Commissie Vernieuwing Scheikunde, 2003; Commissie Vernieuwing Natuurkundeonderwijs, 2006; Commissie Vernieuwing Biologie Onderwijs, 2005, 2007; Commissie Toekomst WiskundeOnderwijs (cTWO), 2007; Stuurgroep NLT, 2007).

Dit rapport richt zich op de evaluatie van het wiskunde C-(examen)programma. Dit vak wordt alleen op vwo-niveau aangeboden. Aan de basis van dit programma (en van de andere zes wiskundeprogramma's) ligt het door de vakvernieuwingscommissie ontwikkelde visiedocument *Rijk aan betekenis. Visie op vernieuwd wiskundeonderwijs* (Commissie Toekomst WiskundeOnderwijs, 2007; Siersma & Drijvers, 2007). Met dit document als inspiratiebron is door cTWO een concept-examenprogramma ontwikkeld dat onder verantwoordelijkheid van het College voor Examens (CvE) is uitgewerkt in een syllabus (College voor Examens, 2010, 2012). Daarnaast is ter beproefing van het concept-examenprogramma lesmateriaal ontwikkeld aan de hand waarvan docenten en leerlingen van pilotscholen zich vanaf september 2009 hebben voorbereid op het eerste experimentele examen in 2012. Wiskunde C wordt afgesloten via een centraal examen (CE) en een schoolexamen (SE). Bij de start van wiskunde vernieuwing waren er zestien scholen bij de pilot betrokken, aan het eind waren dat er vijftien. De pilotscholen boden wiskunde A, B, C en/of D aan.

De algemene overwegingen en uitgangspunten die uiteindelijk een rol hebben gespeeld bij de totstandkoming van de concept-examenprogramma's laten zich als volgt samenvatten (Commissie Toekomst WiskundeOnderwijs, 2007, 2009; Drijvers, 2009):

- Betere beheersing van de algebraïsche basisvaardigheden, met het oog op een betere aansluiting met het hoger onderwijs.
- Zinnvolle integratie van ICT - 'use to learn' - in het wiskundeonderwijs.

- Veel aandacht voor wiskundige kernconcepten (getal, formules, functie, verandering, ruimte, toeval) de stimulering van wiskundige denkactiviteiten (modelleren en algebraïseren, ordenen en structureren, analytisch denken en probleemoplossen, formules manipuleren, abstraheren, en logisch redeneren en bewijzen).
- Expliciteren van voor de wiskundeprogramma's in de tweede fase (vanaf leerjaar 4) noodzakelijke voorkennis.
- Waken voor overladenheid: de bijgestelde concept-programma's moeten studeerbaar en onderwijsbaar zijn in de beschikbare studielast.

De via pilots ondersteunde vernieuwing van het wiskundeonderwijs wordt onderworpen aan een onafhankelijke, meerjarige curriculumevaluatie. Die wordt uitgevoerd door SLO in opdracht van het ministerie van OCW en in afstemming met cTWO. De evaluatie richt zich op beantwoording van de volgende algemene hoofdvraag:

In hoeverre heeft de vernieuwing geresulteerd in voor pilotdocenten en -leerlingen haalbare en uitvoerbare wiskundeprogramma's?

Het begrip 'vernieuwing' in de hoofdvraag heeft in dit rapport betrekking op de in pilots beproefde vernieuwing van het examenprogramma wiskunde C in de versie van 20 februari 2009, gebaseerd op de door het ministerie van OCW geaccordeerde uitgangspunten. Van de evaluatie van de andere zes beproefde wiskundeprogramma's wordt verslag gedaan in evenzovele andere rapporten (gratis te downloaden van www.slo.nl/curriculumevaluatie).

1.2 Vraagstelling en theoretisch kader

Curriculumtypologie

Examenprogramma's, syllabi, handreikingen en lesmaterialen zijn alle op te vatten als vormen van curricula. Een curriculum is een 'plan voor leren' en kent verschillende verschijningsvormen. Welbekend in dit verband is het onderscheid tussen het beoogde, uitgevoerde en gerealiseerde curriculum, ieder onderverdeeld in een tweetal verschijningsvormen (zie tabel 1.1). De 'geschreven' (en/digitale) verschijningsvorm kan op zijn beurt weer worden onderverdeeld in curriculumdocumenten met een verschillende functie en met een al of niet verplichtend karakter.

Op basis hiervan wordt 'de beoogde vakvernieuwing' voor wat betreft wiskunde C vwo gedefinieerd als *een voorstel voor een vernieuwd, op een context-conceptbenadering gebaseerd programma dat door cTWO is uitgewerkt in een visiedocument (imaginair/geschreven) en een examenprogramma (geschreven - macro) dat op basis van lesmateriaal (geschreven - micro) in pilots is beproefd*. Het betreffende examenprogramma is/wordt uitgewerkt in:

- een door CvE (in samenspraak met cTWO) ontwikkelde syllabus ter nadere specificatie van wat leerlingen moeten kennen en kunnen bij het centraal examen (geschreven - macro);
- een door SLO (samen met cTWO) ontwikkelde handreiking voor de inrichting van het schoolexamen (geschreven - macro).

De 'typologie van curriculaire verschijningsvormen' (Van den Akker, 2003; Kuiper, 1993) is als kapstok en analysekader gehanteerd bij de evaluatie. Daarbij gaat het om relaties, overeenkomsten en discrepanties tussen de verschillende verschijningsvormen eerst en vooral binnen de zeven programma's.

Tabel 1.1 Curriculaire verschijningsvormen

Beogd curriculum	Imaginair	Opvattingen, wensen en idealen (basisvisie)
	Geschreven	Documenten en materialen (examenprogramma's, syllabi, handreikingen, lesmateriaal)
Geïmplementeerd curriculum	Geïnterpreteerd	Oordelen en interpretaties door pilotdocenten
	Uitgevoerd	Feitelijke onderwijsleerproces
Gerealiseerd curriculum	Ervaren	Ervaringen van pilotleerlingen
	Geleerd	Leerresultaten bij pilotleerlingen

Deelvragen

De eerder genoemde centrale vraag is in het licht van deze curriculumtypologie per wiskundeprogramma uitgesplitst in de volgende operationele deelvragen:

- A. Imaginaire en geschreven curriculum: Welke beweegredenen, uitgangspunten en kenmerken heeft cTWO (op hoofdlijnen) geformuleerd inzake de vernieuwing van het wiskundeonderwijs? Ofwel: *Wat is het waarom, wat en hoe van de beoogde vakvernieuwing?*
- B. Geïnterpreteerde curriculum: Wat zijn interpretaties en percepties van pilotdocenten inzake de beoogde vernieuwing? Ofwel: *Wat vinden pilotdocenten van de beoogde vakvernieuwing en in hoeverre sluit dat aan op de door OCW geaccordeerde uitgangspunten?*
- C. Uitgevoerde curriculum: Wat zijn gebruikservaringen van pilotdocenten met de beoogde vernieuwing? Ofwel: *Wat doen pilotdocenten en in hoeverre weerspiegelt dat de beoogde vakvernieuwing?*
- D. Ervaren curriculum: Wat zijn leerervaringen en meningen van pilotleerlingen inzake het wiskundeonderwijs dat zij volgen? Ofwel: *Wat doen en vinden pilotleerlingen en in hoeverre komt dat overeen met de beoogde vakvernieuwing?*

Het geleerde curriculum is, in tegenstelling tot wat bij de evaluatie van de examenpilots voor de natuurwetenschappelijke vakken het geval was, geen onderwerp van onderzoek.

Onderzoeksvariabelen

In overleg met cTWO (en voortbouwend op beslissingen die daarover waren genomen bij de evaluatie van de examenpilots voor de natuurwetenschappelijke vakken) zijn onderzoeksvariabelen vastgesteld en zijn onderzoeksinstrumenten toegesneden op de evaluatie van de examenpilots wiskunde. De geselecteerde onderzoeksvariabelen hebben niet alleen betrekking op vier van de vijf genoemde overwegingen die een rol hebben gespeeld bij de ontwikkeling van de concept-examenprogramma's (beheersing van algebraïsche basisvaardigheden, zinvolle integratie van ICT, stimulering van wiskundige denkactiviteiten en waken voor overladenheid; het punt van de voorkennis is pas later door cTWO als speerpunt benoemd), maar ook op aspecten die in meer algemene zin van belang worden geacht vanuit het oogpunt van haalbaarheid en uitvoerbaarheid van de programma's (en die ook aan de orde waren bij de evaluatie van de examenpilots voor de natuurwetenschappelijke vakken). Die aspecten zijn de volgende:

- **Context-conceptbenadering** als inhoudelijke en didactische basis voor het (ver)nieuw(d)e programma (vragen B en C):
 - context-concept als *model voor en visie op deerschikking en vernieuwing van doelen en inhouden*;
 - context-concept als *didactisch model c.q. visie op leren en onderwijzen van het vak*.
- **Relevantie en belangstelling** (vragen B en D):
 - relevantie van het programma voor leerlingen en eigentijdsheid van de vakinhoud;
 - belangstelling voor wiskunde door toedoen van het programma;
 - aantrekkelijkheid van het programma voor een brede groep leerlingen, tevens recht doend aan verschillen tussen leerlingen;

- belangstelling voor een vervolgopleiding/beroep op het terrein van bèta & techniek door toedoen van het programma.
- **Diepgang en niveau** van het programma, afgemeten aan door leerlingen verworven kennis en inzicht (begripsontwikkeling) en vaardigheden; inclusief transfer/recontextualiseren als leeropbrengst (vragen B en D):
 - kwaliteitsgarantie;
 - aansluiting op het niveau van de leerlingen;
 - voorwaarde voor een vervolgopleiding op het terrein van bèta en techniek.
- **Onderwijsbaarheid, toetsbaarheid en haalbaarheid** van het programma (vragen B en D):
 - benodigde versus beschikbare tijd (overladenheid);
 - taakbelasting voor docenten;
 - studiebelasting voor leerlingen;
 - verhouding tussen investering, belasting en opbrengst voor docenten (cost);
 - moeilijkheidsgraad (complexity);
 - helderheid (clarity);
 - aansluiting op de huidige onderwijspraktijk (congruence);
 - toetsbaarheid;
 - vrije ruimte (vernieuwbaarheid/aanpasbaarheid) voor docenten binnen programma;
 - van docenten vereiste vakdidactische kennis en vaardigheden;
 - bij invoering gewenste/benodigde ondersteuning;
 - organisatorische randvoorwaarden op schoolniveau.

1.3 Opzet en instrumenten

Opzet en onderzoeksgroep

In opdracht van het ministerie van OCW richtte de evaluatie zich op de cTWO-pilotdocenten en hun leerlingen. De uitvoering van de diverse onderdelen van de evaluatie omvatte:

- op gezette tijden gesprekken met cTWO;
- een analyse van curriculumdocumenten (van de hand van cTWO);
- de meerjarige afname van een schriftelijke vragenlijst onder pilotdocenten;
- de meerjarige afname van een schriftelijke vragenlijst bij leerlingen van pilotscholen;
- drie tot vier schoolbezoeken aan pilotscholen per meting ter aanvulling en verdieping van vragenlijstgegevens over de uitvoeringspraktijk (tabel 1.4). De schoolbezoeken omvatten interviews met docenten en een aantal van hun leerlingen en een beperkt aan lesobservaties.

Het meerjarige karakter van de evaluatie is schematisch weergegeven in tabel 1.2. Met betrekking tot alle wiskundevakken wordt het eerste cohort pilotleerlingen met hun docenten gevolgd in, voor zover van toepassing, leerjaar 4 (havo en vwo), leerjaar 5 (havo en vwo) en leerjaar 6 (vwo). In dit rapport wordt verslag gedaan van de metingen betrekking hebbend op wiskunde C in de leerjaren vwo 4, 5 en 6 van de betreffende pilotscholen.

Tabel 1.2 Meerjarige onderzoeksopzet; metingen per schooljaar en schooltypeleerjaar

	havo 4 en vwo 4	havo 5 en vwo 5	vwo 6
2009 - 2010	Wiskunde A, B, C (alleen vwo 4), D		
2010 - 2011		Wiskunde A, B, C (alleen vwo 5), D	
2011 - 2012			Wiskunde A, B, C, D

Het aantal pilotscholen dat per wiskundeprogramma en per meting bij de evaluatie was betrokken, staat weergegeven in tabel 1.3. Voor wat betreft wiskunde C vwo hebben op docent- en leerlingniveau in vwo 4 zes pilotscholen meegewerkt aan de evaluatie, in vwo 5 zeven en in vwo 6 zes.

Tabel 1.3 Aantal deelnemende pilotscholen (aantal pilotscholen) per wiskundeprogramma en leerjaar

Wiskunde	Leerjaar 4 2009 - 2010		Leerjaar 5 2010 - 2011		Leerjaar 6 2011 - 2012	
	Docent- niveau	Leerling- niveau	Docent- niveau	Leerling- niveau	Docent- niveau	Leerling- niveau
A havo	4 (5)	4 (5)	3 (4)	2 (4)	nvt	
A vwo	5 (7)	5 (7)	7 (7)	7 (7)	6 (6)	6 (6)
B havo	3 (7)	3 (7)	6 (7)	4 (7)	nvt	
B vwo	4 (7)	4 (7)	6 (7)	7 (7)	6 (6)	6 (6)
C vwo	6 (8)	6 (8)	7 (9)	7 (9)	8 (8)	6 (8)
D havo	2 (3)	2 (3)	2 (3)	2 (3)	nvt	
D vwo	2 (4)	2 (4)	2 (5)	3 (5)	3 (3)	3 (3)

Tabel 1.4 geeft inzicht in de aantallen wiskundeprogramma's die per leerjaar object van evaluatie waren tijdens schoolbezoeken. Gegeven het feit dat de pilotscholen betrokken waren bij de beproeving van een of meer wiskundeprogramma's was het veelal mogelijk de interviews en observaties per schoolbezoek te richten op meer dan één wiskundeprogramma. De in leerjaar 4 geëvalueerde wiskundeprogramma's waren verdeeld over vier pilotscholen. Voor wat betreft leerjaar 5 zijn eveneens vier pilotscholen bezocht en voor leerjaar 6 zes pilotscholen.

Tabel 1.4 Aantal tijdens schoolbezoeken per leerjaar geëvalueerde wiskundeprogramma's

Wiskunde	Leerjaar 4 2009-2010	Leerjaar 5 2010-2011	Leerjaar 6 2011-2012	Totaal
A havo	-	1	nvt	1
A vwo	2	3	4	9
B havo	2	1	nvt	3
B vwo	2	3	4	9
C vwo	3	3	2	8
D havo	1	1	nvt	2
D vwo	1	2	2	5

De tabellen 1.5 en 1.6 geven weer hoeveel pilotdocenten en pilotleerlingen hun medewerking hebben verleend aan de drie metingen over wiskunde C vwo. Aan de meting in vwo 4 hebben zes docenten en 31 leerlingen meegewerkt, aan de meting in vwo 5 zeven docenten en 39 leerlingen en aan de meting in vwo 6 acht docenten en eveneens 39 leerlingen.

Tabel 1.5 Aantal deelnemende pilotdocenten wiskunde C vwo per schooltypeleerjaar/meting

	vwo 4 2009-2010	vwo 5 2010-2011	vwo 6 2011-2012
Wiskunde C vwo	6	7	8

Tabel 1.6 Aantal deelnemende pilotleerlingen wiskunde C vwo per schooltypeleerjaar/meting

	vwo 4 2009-2010	vwo 5 2010-2011	vwo 6 2011-2012
Wiskunde C vwo	31	39	39

Instrumenten en instrumentontwikkeling

De vragenlijsten voor docenten en leerlingen zijn gebaseerd op de vragenlijsten zoals die zijn ontwikkeld en toegepast bij de evaluatie van de vernieuwde bètavakken, daarbij rekening houdend met de eigenheid van de diverse wiskundeprogramma's. Verschillende versies van de ontwikkelde wiskundevragenlijsten zijn besproken met cTWO. Bij de docent- en leerlingvragenlijsten is een vierpuntsschaal gehanteerd lopend van 'helemaal mee oneens' tot 'helemaal mee eens'. In geval van 'weet niet/niet van toepassing' kon een vraagteken ('?') worden omcirkeld. De docent- en leerlingvragenlijsten zijn op te vragen bij de auteurs.

De ontwikkeling van de vragenlijsten voor de vernieuwde bètavakken is in grote lijnen verlopen via de volgende stappen:

- Selectie en operationalisering van onderzoeksvariabelen, verkregen uit gesprekken met commissies en stuurgroep en uit een grondige literatuurstudie op het terrein van de vernieuwing van bèta- en techniekonderwijs alsook bestaande onderzoeksinstrumenten (zie Alting, 2003; Bennett, Gräsel, Parchmann & Waddington, 2005; Van Driel, Bulte & Verloop, 2008; Van Langen, 2005; Schreiner & Sjøberg, 2004; TIMSS, 1995; PISA/OECD, 2003).
- Constructie van proefversies van docent- en leerlingvragenlijsten, bespreking van deze versies met commissies en stuurgroep en een aantal bètavakexperts uit het hoger onderwijs, gevolgd door bijstelling van de proefversies.
- Proefafname van de tweede versie van de vragenlijsten in het vierde leerjaar van 11 random geselecteerde NLT-ontwikkel/invorscholen in april 2008, analyse van de gegevens van deze afname, gevolgd door constructie van de uiteindelijke versies van de vragenlijsten.

Gegevensverwerking en -analyse

De vragenlijstgegevens zijn ingevoerd, opgeschoond en vervolgens geanalyseerd met behulp van SPSS. Uiteindelijk is, ten behoeve van een overzichtelijke rapportage, het aantal antwoordcategorieën teruggebracht naar drie: '(helemaal) mee oneens' versus '(helemaal) mee eens' en 'weet niet/niet van toepassing'. De resultaten voor docenten en leerlingen zijn grafisch weergegeven per thema. Voor wat betreft docenten worden telkens aantallen weergegeven, voor leerlingen worden percentages gerapporteerd. Alle gegevens van de gevalstudies zijn handmatig verwerkt en vervolgens in de vorm van illustratieve citaten ingepast in de resultaten per vak.

1.4 Leeswijzer

Dit deelrapport geeft, zoals reeds gemeld, de resultaten weer voor wiskunde C vwo. In hoofdstuk 2 worden de docentresultaten beschreven aan de hand van de volgende thema's: uitvoerbaarheid, denkactiviteiten, situaties en contexten, relevantie en toetsing. De leerlingresultaten (hoofdstuk 3) worden gepresenteerd aan de hand van de thema's lespraktijk, toepassingen, situaties, en contexten, relevantie, en toetsing/moeilijkheidsgraad. In het afsluitende hoofdstuk 4 worden conclusies geformuleerd.

2. Resultaten wiskunde C vwo: pilotdocenten

2.1 Uitvoerbaarheid

Algemeen

Pilotdocenten zijn positief over de haalbaarheid en uitvoerbaarheid van landelijke invoering in 2015. Zij vinden dit ook wenselijk, uitgezonderd twee van de acht vwo 6-docenten.

Docenten zijn gedurende alle leerjaren positief over de haalbaarheid van landelijke invoering van het vernieuwde wiskunde C-programma per 2015 (grafiek 2.1). Bijna iedereen vindt dat landelijke invoering per 2014 uitvoerbaar, haalbaar en gewenst is. In vwo 6 zijn echter twee van de acht docenten het niet eens met de stelling dat landelijke invoering van wiskunde C in 2014 gewenst is. Eén docent merkt op: *"Vakinhoudelijk ziet het er allemaal wel goed uit, maar als je ziet dat het in den lande niet gekozen wordt, dan moet je eigenlijk op je schreden terugkeren. Het is een rampenscenario, het is niet gelukt. Je doet de scholen nogal wat aan met die enkele wiskunde C leerling."*

Docenten is gevraagd wat sterke en zwakke punten zijn van wiskunde C. Sterke punten, genoemd door de vwo 6-docenten, zijn:

- de relevantie voor leerlingen als gevolg van het gebruik van contexten en de keuze voor relevante onderwerpen;
- mooie onderwerpen zoals logica en perspectief;
- goede opbouw binnen de onderwerpen;
- het gegeven dat leerlingen zelf moeten nadenken en aan de slag moeten gaan;
- dat het vak is toegesneden op leerlingen met een C&M-profiel. Een docent merkt hierover op: *"Deze leerlingen hebben in de onderbouw en/of basisschool een negatief beeld van wiskunde opgebouwd/opgelegd gekregen en dan is het geweldig om te zien hoe leuk ze het nu vinden en dat ze zoveel zelfvertrouwen hebben gekregen dat ze het elkaar uitleggen."*

Als zwakke punten noemen de docenten:

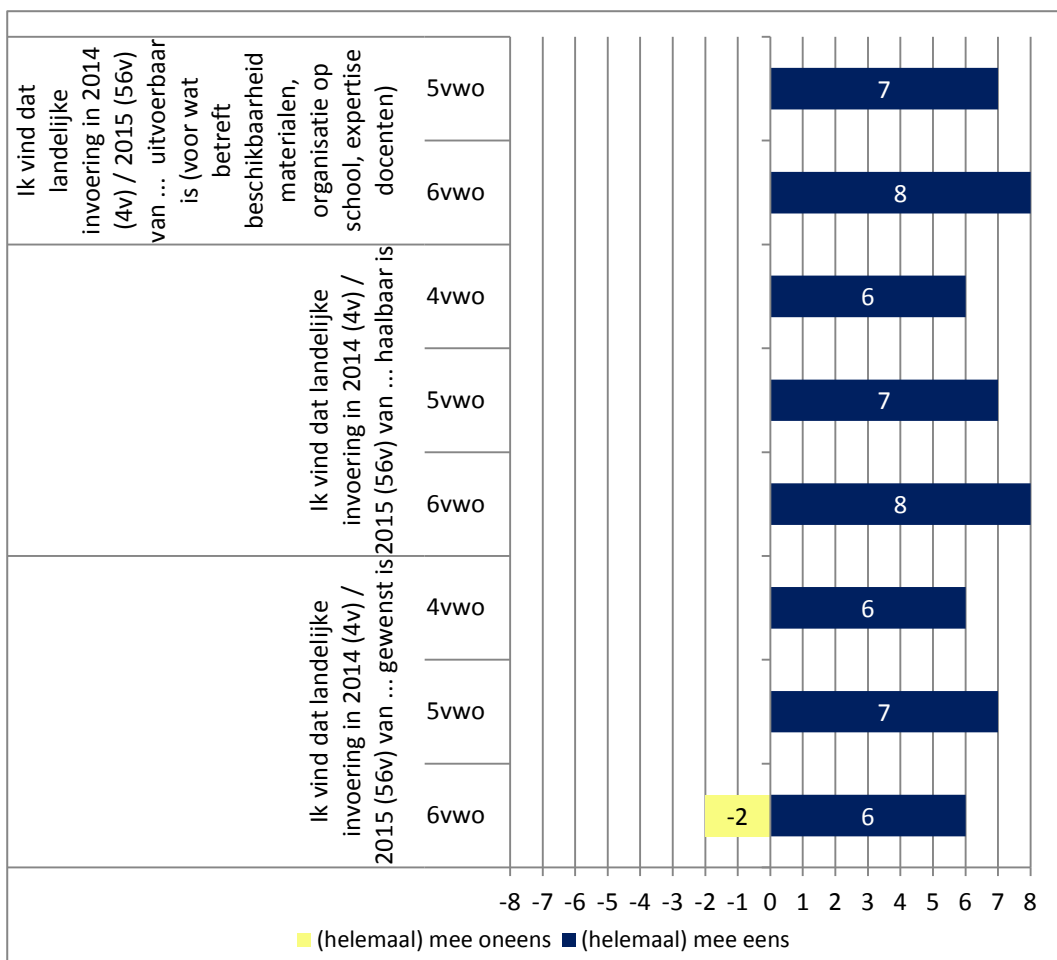
- de uiterlijke vormgeving van het materiaal; al die losse stencils worden als rommelig ervaren;
- de geringe motivatie onder leerlingen; wiskunde blijft voor deze groep een noodzakelijk kwaad;
- het feit dat de onderwerpen bij wiskunde C verder bij wiskunde vandaan liggen;
- de modulaire opbouw en de keuze voor losse onderwerpen, die zorgen voor een onsamenhangend geheel;
- de te kleine groepen leerlingen;
- het gebrek aan tijd voor herhaling.

Op de vraag aan welke condities moet worden voldaan wil er sprake zijn van succesvolle invoering van wiskunde C antwoordden de docenten in vwo 6:

- Voldoende leerlingen.
- Minder stof.
- Verplichting van het vak voor bepaalde vervolgstudies.

- Goede methoden met meer structuur en samenhang waarin de denkbeelden van cTWO goed worden vertaald, bijvoorbeeld denkactiviteiten. Een andere docent merkt echter op dat deze zwakkere leerlingen niet gebaat zijn bij denkactiviteiten, maar meer hebben aan het leren van concepten om die vervolgens toe te kunnen passen.

Ook tijdens de schoolbezoeken komt het geringe aantal leerlingen dat wiskunde C volgt ter sprake: "Ik geef wiskunde C aan drie leerjaren tegelijkertijd (vanwege de kleine aantallen). Dat is lastig omdat het leerlingen zijn die eigenlijk meer mentale ondersteuning nodig hebben. Ze hebben vaker een oppepper nodig. Ik probeer daar wel slimme dingen in te doen, bied soms onderwerpen aan leerjaren tegelijkertijd aan. Soms vertel ik wel wat klassikaal en dan heeft een deel daar dus wel last van." Op een andere school leiden de kleine leerlingenaantallen bij wiskunde C ertoe dat wiskunde A en C door de docent tegelijkertijd worden gegeven. De twee groepen leerlingen zitten dus bij elkaar. "Het is lastig om daar een aparte groep van te maken. Ik heb ze nu gewoon in het ondersteuningsuur terug laten komen." Ook een pilotdocent op een andere school geeft aan dat de groepsgrootte met drie leerlingen een probleem is. "Als er een leerling een keer niet is, dan is onmiddellijk de vaart eruit."



Grafiek 2.1 Uitvoerbaarheid algemeen wiskunde C

Programma

Pilotdocenten in vwo 5 en 6 zijn kritischer over de overladenheid van het examenprogramma en syllabus dan pilotdocenten in vwo 4. Oorzaak is het meeromvattende karakter van de vernieuwing (met meer concepten en aandacht voor wiskundige denkactiviteiten) in de laatste twee leerjaren.

Opvallend is dat docenten in leerjaar 5 en 6 kritischer zijn ten aanzien van overladenheid van zowel het examenprogramma als de syllabus dan in leerjaar 4 (grafiek 2.2). Dit heeft waarschijnlijk te maken met het dichterbij komen van het examen en met de bevinding dat de vernieuwing vanaf vwo 5 meeromvattend is dan in vwo 4. Zo merkte een vwo 5-docent op: "*Het vijfde leerjaar is in de pilot helemaal vernieuwd. Dat gold niet voor vwo 4. Toen werd voor een groot deel nog gebruikgemaakt van het oude boek voor A en C.*" In vwo 5 en 6 vindt ongeveer de helft van de docenten dat het examenprogramma overladen is. In vwo 4 wordt positiever geoordeeld. Het aantal docenten dat van mening is dat het niet mogelijk is de eindtermen in het examenprogramma te halen binnen de beschikbare tijd is duidelijk toegenomen met de jaren (van geen docent in vwo 4, naar één docent in vwo 5 en ten slotte vier docenten in vwo 6). Overladenheid speelt ook op het niveau van de syllabus, die overigens qua vorm en inhoud bruikbaar wordt gevonden. Hoewel in vwo 6 de meeste docenten de syllabus te doen vinden in de beschikbare tijd, vindt ongeveer de helft van de docenten (in vwo 5 en vwo 6) dat het aantal concepten in die syllabus te talrijk is en de syllabus overladen. Ook dit speelt in vwo 4 nog niet, zoals gezegd waarschijnlijk omdat de vernieuwing daar nog niet echt gestalte had gekregen. Ook de nadruk op wiskundige denkactiviteiten speelt een rol. Steeds meer docenten (in vwo 4 één, in vwo 5 drie en in vwo 6 vier docenten) vinden dat de syllabus onvoldoende rekening houdt met de tijd die nodig is om het programma in te voeren in de klas waarbij er ruimte is voor de opbouw van concepten. Twee van de acht docenten (in vwo 6) geven aan dat zij regelmatig dingen behandelen die niet in de syllabus voor wiskunde C staan, maar die zij wel belangrijk vinden. Een van deze twee docenten geeft aan hierdoor soms in tijdnood te komen. Voor de andere docent geldt dat niet.

Bovendien kosten de pilotmodules veel voorbereidingstijd (drie docenten in vwo 4 en 5 en vijf docenten in vwo 6). De helft van de docenten in vwo 6 geeft aan dat zij bij bepaalde modules in tijdnood komen. Hiervoor geven de vwo 6-docenten verschillende redenen: aandacht voor contexten kost te veel tijd (twee docenten), er is te veel extra uitleg voor leerlingen nodig (twee docenten) en er zit te weinig uitleg in de methode (één docent).

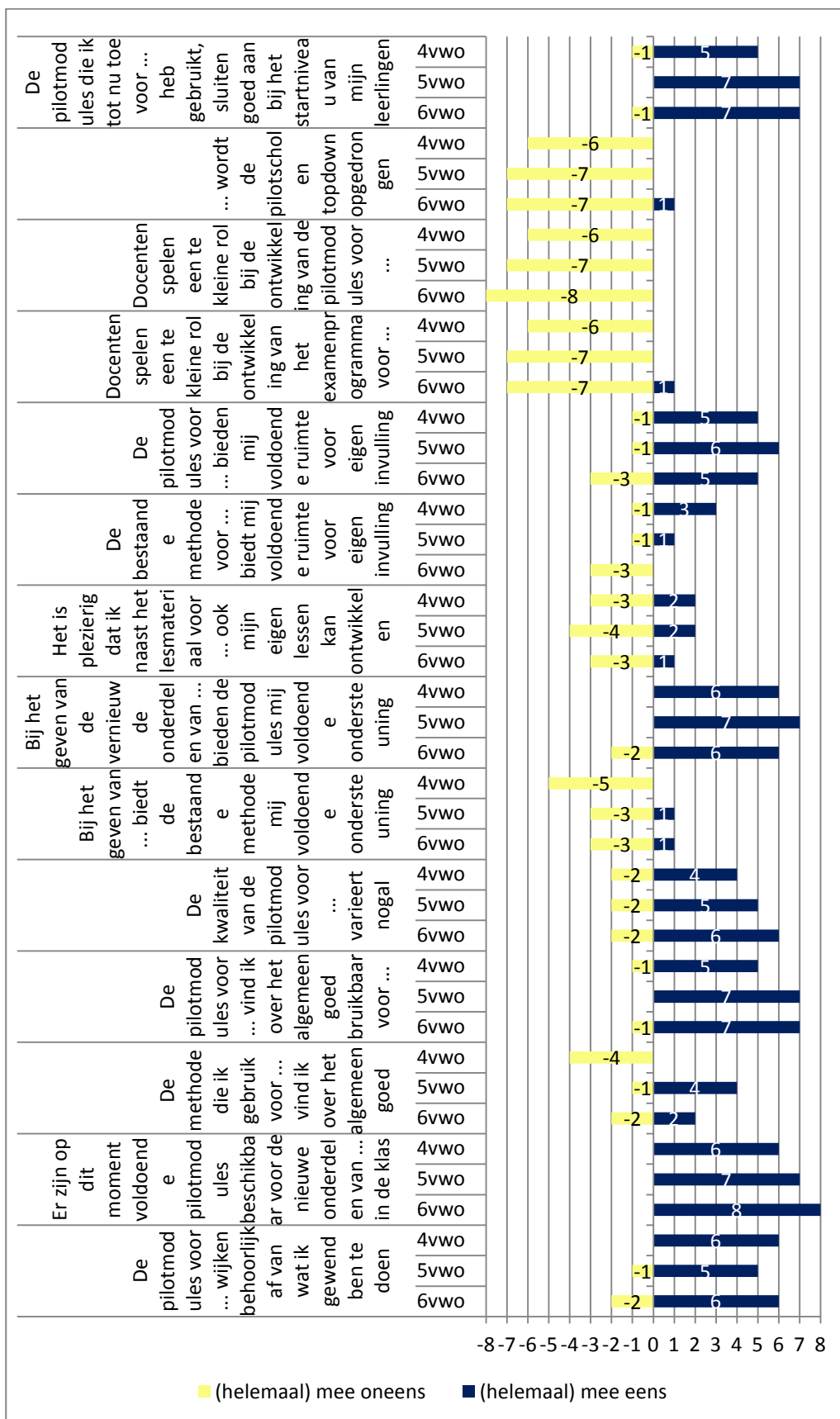
- Toepassingen, situaties en/of contexten: er is geen tijd om aangeleerde concepten op verschillende manieren toe te passen (één docent in vwo 4 en 5 en vier docenten in vwo 6:). Omgekeerd leidt de aandacht voor toepassingen en dergelijke ertoe dat er onvoldoende tijd is voor het aanleren van concepten (twee docenten in vwo 4 en 5 en vier docenten in vwo 6).

Wat betreft afstemming en overleg binnen de sectie doen zich geen problemen voor; er lijkt niet veel extra overleg binnen de sectie nodig te zijn. Wat betreft het aantal contacturen voor wiskunde C is de ene helft van de docenten tevreden en de andere helft van de docenten juist niet. Ten aanzien van de factor tijd merkt een docent tijdens een schoolbezoek het volgende op: *"Als er iemand ziek is, loop je door de kleine groepen snel vertraging op."* Een andere docent zegt: *Bij wiskunde C kan het allemaal uit. Daar maak ik me geen zorgen over."*

Bovendien zijn er voldoende modules beschikbaar. Wel is het zo dat de kwaliteit van de pilotmodules nogal varieert en de pilotmodules doorgaans behoorlijk afwijken van wat docenten gewend zijn te doen. Docenten zijn over de pilotmodules positiever dan over de bestaande methode. Ten aanzien van de modules merkt een docent op: *"Methodeschrijvers weten beter de taal van de leerlingen te pakken dan de schrijvers van de modules. Dat zijn dan toch enthousiaste amateurs."* En verder: *"Er zijn aantrekkelijke modules, maar er zijn er ook waar nog veel aan verbeterd moet worden. Er is ook veel niveauverschil tussen de modules. Dat komt ook door veel verschillende onderwerpen, met andere schrijversgroepen. Dat heeft deels ook met tijdsdruk te maken. Kortom, er zijn nog heel wat verbeteringen aan te brengen, maar daar is geen tijd en geld meer voor en die schrijversgroepen zijn inmiddels ook niet meer actief."*

Zeven van de acht docenten gebruiken geen bestaande methode voor wiskunde C, één docent maakt gebruik van Moderne Wiskunde. Ook tijdens een schoolbezoek geeft een docent aan voor wiskunde C geen boek te gebruiken. Ten aanzien van de modules wordt opgemerkt: *"De onderlinge samenhang is niet zo groot. Paar lijnen: kansrekening en statistiek, algebra en tellen, vorm en ruimte en een aantal dingen die terug komen in die verschillende lijnen, bijvoorbeeld de Gulden Snede. En dan heb je nog logica. Of dat erg is, weet ik niet. Of het nu typische wiskunde C onderwerpen zijn, weet ik ook niet. Logica vind ik wel. Vorm en ruimte vinden ze wel leuk. Samenhang tussen kans en algebra is nooit groot geweest."* Een andere docent zegt hierover: *"Waar ik me zorgen over maak, is de ontbrekende samenhang tussen de modules voor wiskunde C. Voor leerlingen zijn het allemaal losse stukjes."*

Twee pilotdocenten ontwikkelen zelf, als auteur van cTWO, lesmateriaal voor wiskunde C. Het betreft hier *geschiedenis van het getal* en *kansrekening en statistiek*. Alle docenten maken gebruik van door cTWO ontwikkeld lesmateriaal. Het betreft hier lesmateriaal voor alle onderdelen van wiskunde C. Pilotdocenten tonen zich over het algemeen tevreden over de rol die zij spelen bij de ontwikkeling van pilotmodules en het examenprogramma.

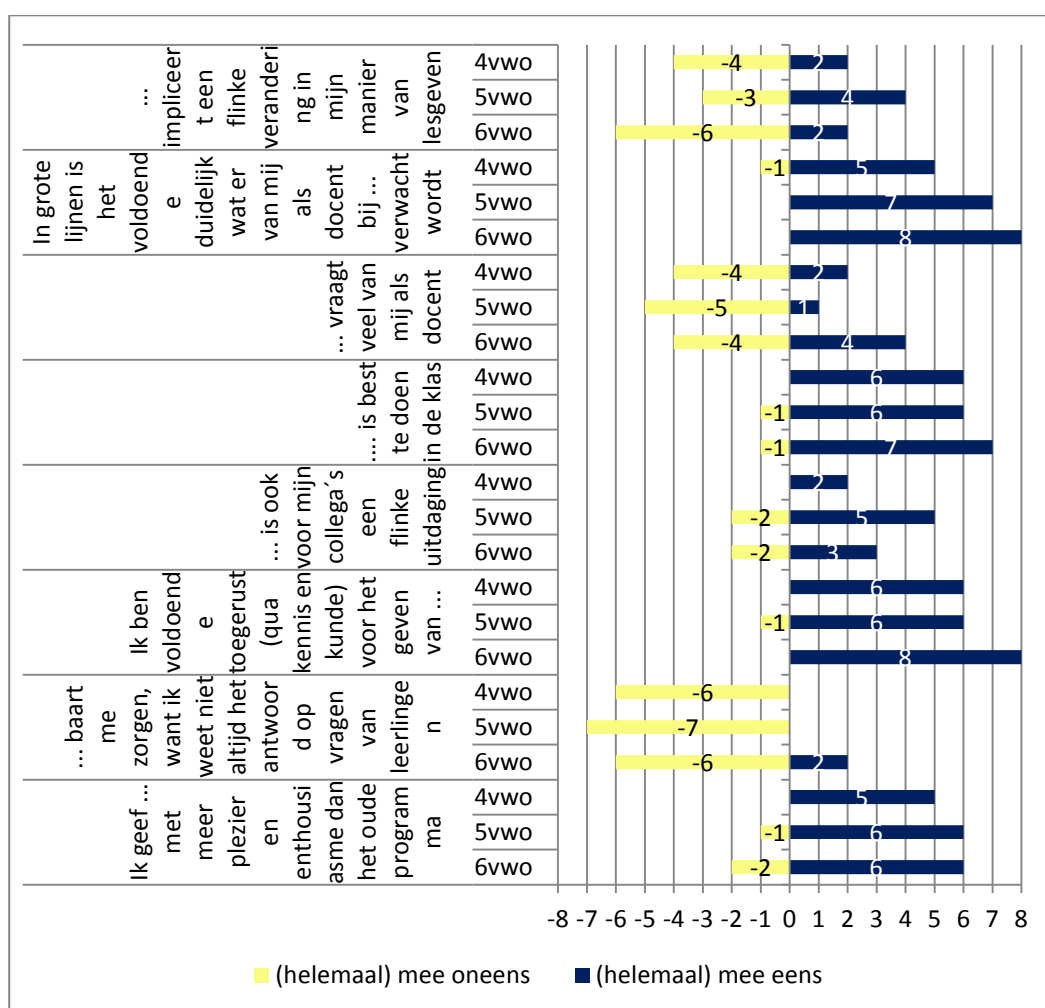


Grafiek 2.4 Uitvoerbaarheid lesmateriaal wiskunde C

Invoering

Pilotdocenten zijn enthousiast en voelen zich voldoende toegerust. Het programma is een uitdaging, maar is te doen.

Docenten geven het vernieuwde programma met meer plezier en enthousiasme dan het oude programma (grafiek 2.5: vijf docenten in vwo 4, zes docenten in vwo 5 en zes docenten in vwo 6:). Een pilotdocent zegt: "Ik ben heel enthousiast over de pilot, met name over wiskunde C." Ook zijn de meeste docenten (alle leerjaren) van mening dat het vak best is te doen in de klas, al vraagt het (volgens de helft van de pilotdocenten in vwo 6 (één docent in vwo 5 en twee docenten in vwo 4) veel van docenten en is het ook voor collega's een flinke uitdaging (meerderheid van de docenten in alle leerjaren). Het is voor docenten (alle leerjaren) wel voldoende duidelijk wat er van hen wordt verwacht. Ook voelt men zich voldoende toegerust. Met name in vwo 5 impliceerde de vernieuwing een flinke verandering van lesgeven. In vwo 6 lijkt men daar meer vertrouwd mee te zijn.



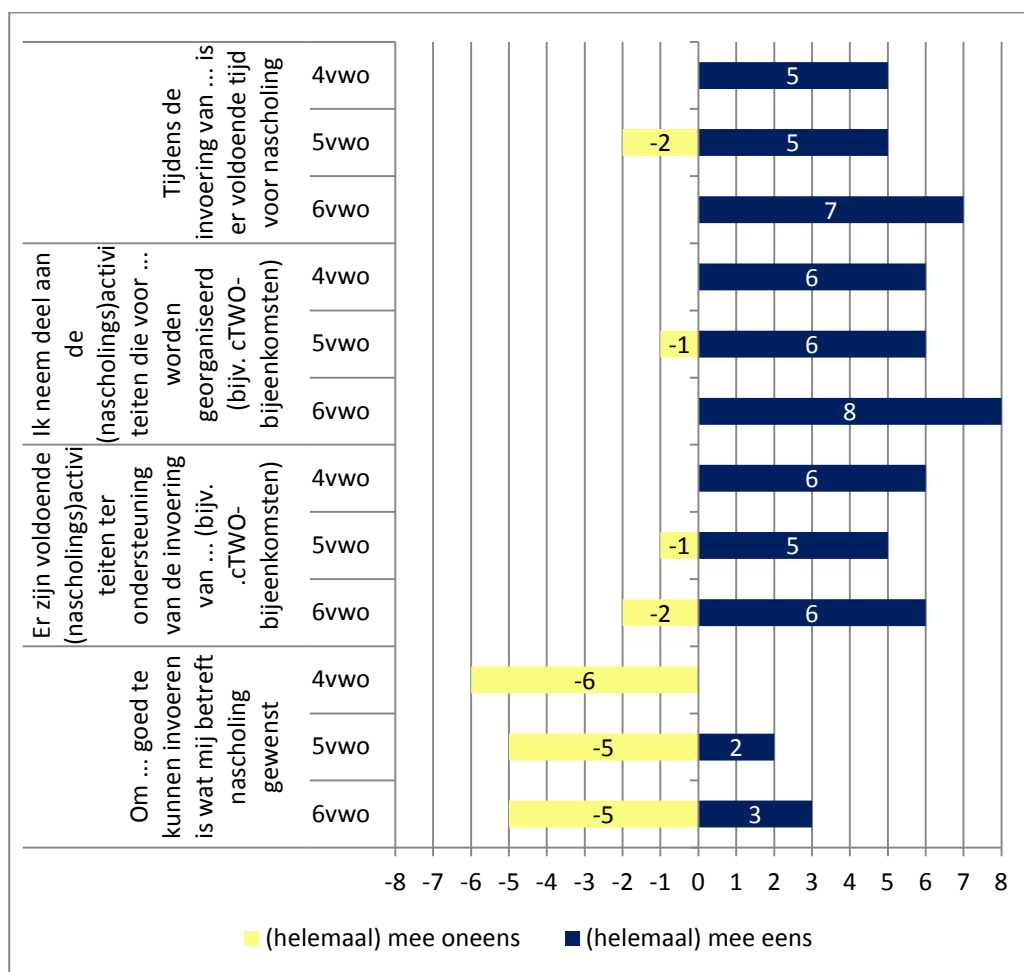
Grafiek 2.5 Uitvoerbaarheid invoering wiskunde C

Nascholing

Nascholing is volgens pilotdocenten niet nodig. Men neemt echter wel deel aan nascholingsactiviteiten.

Zoals uit de vorige paragraaf bleek, voelen docenten zich voldoende toegerust tot het geven van vernieuwde wiskunde C. Het is dan ook niet verrassend dat de meeste pilotdocenten van mening zijn dat wat hen betreft nascholing niet per se gewenst is (grafiek 2.6), al neemt het aantal docenten dat aangeeft dat dit wel wenselijk is toe met de leerjaren (geen docent in vwo 4 en twee docenten in vwo 5 en drie docenten in vwo 6).

Desalniettemin nemen docenten wel deel aan dergelijke activiteiten (inclusief de cTWO-bijeenkomsten). Ook zijn zij positief over de nascholingsmogelijkheden en de tijd die beschikbaar is voor nascholing.



Grafiek 2.6 Uitvoerbaarheid nascholing wiskunde C

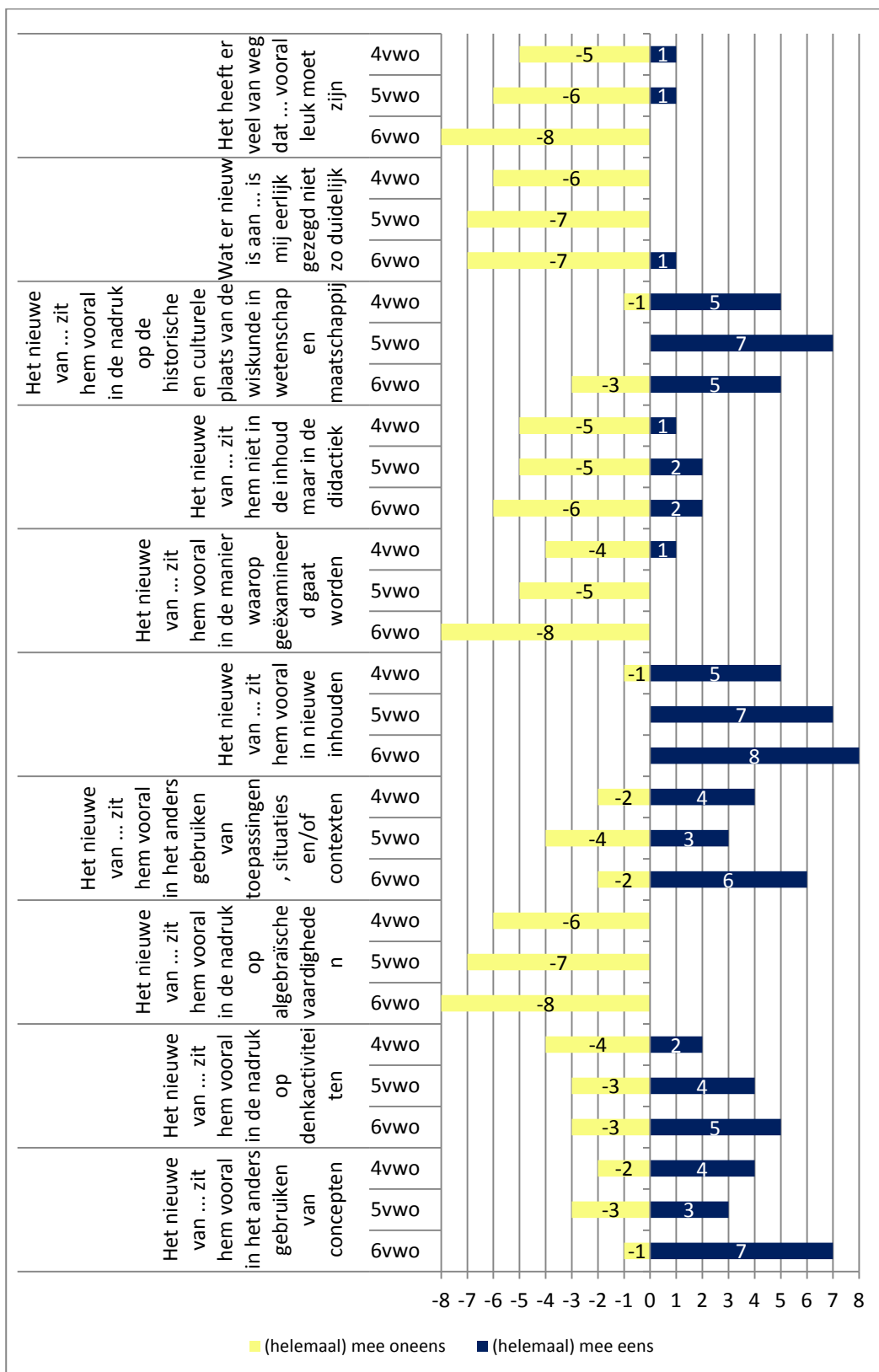
2.2 Denkactiviteiten, toepassingen, situaties en contexten

Vernieuwing

Het nieuwe van wiskunde C zit hem volgens pilotdocenten in de nadruk op de plek van wiskunde in wetenschap en maatschappij, nieuwe inhoud, denkactiviteiten en het (anders) gebruiken van toepassingen en concepten.

Aan de docenten is met betrekking tot de vraag wat er nieuw is aan vernieuwde wiskunde C een aantal stellingen voorgelegd (grafiek 2.7). Uit de reacties blijkt dat volgens hen het nieuwe zit in de nadruk op de historische en culturele plaats van de wiskunde in wetenschap en maatschappij (meerderheid van de docenten in alle leerjaren), in nieuwe inhoud (volgens steeds meer docenten: vijf in vwo 4, zeven in vwo 5 en acht docenten in vwo 6), in het anders gebruiken van toepassingen (vier docenten in vwo 4, drie in vwo 5 en zes in vwo 6), in de nadruk op denkactiviteiten (volgens steeds meer docenten; twee in vwo 4, vier in vwo 5 en vijf in vwo 6), en in het anders gebruiken van concepten (ongeveer de helft van de docenten in vwo 4 en 5 en zeven van de acht in vwo 6). Het nieuwe zit hem niet zozeer in de didactiek, de manier van examineren en de nadruk op algebraïsche vaardigheden. Een docent zegt echter: *"Denkactiviteiten krijgen in het lesmateriaal nog onvoldoende vorm. Dat komt ook wel door het late tijdstip waarop cTWO ermee aan de gang is gegaan. De projectgroep is begonnen in november 2010, toen de pilot al anderhalf jaar liep."*

Er is wel een werkblad denkactiviteiten, maar dat is nog niet geïntegreerd in activiteiten. Als je straks de hele meute mee wilt krijgen, moet er wel een set klaar liggen zodat men er mee aan de slag kan. Ook moet Cito er wel wat mee gaan doen in de examens.”



Grafiek 2.7 Vernieuwing wiskunde C vwo

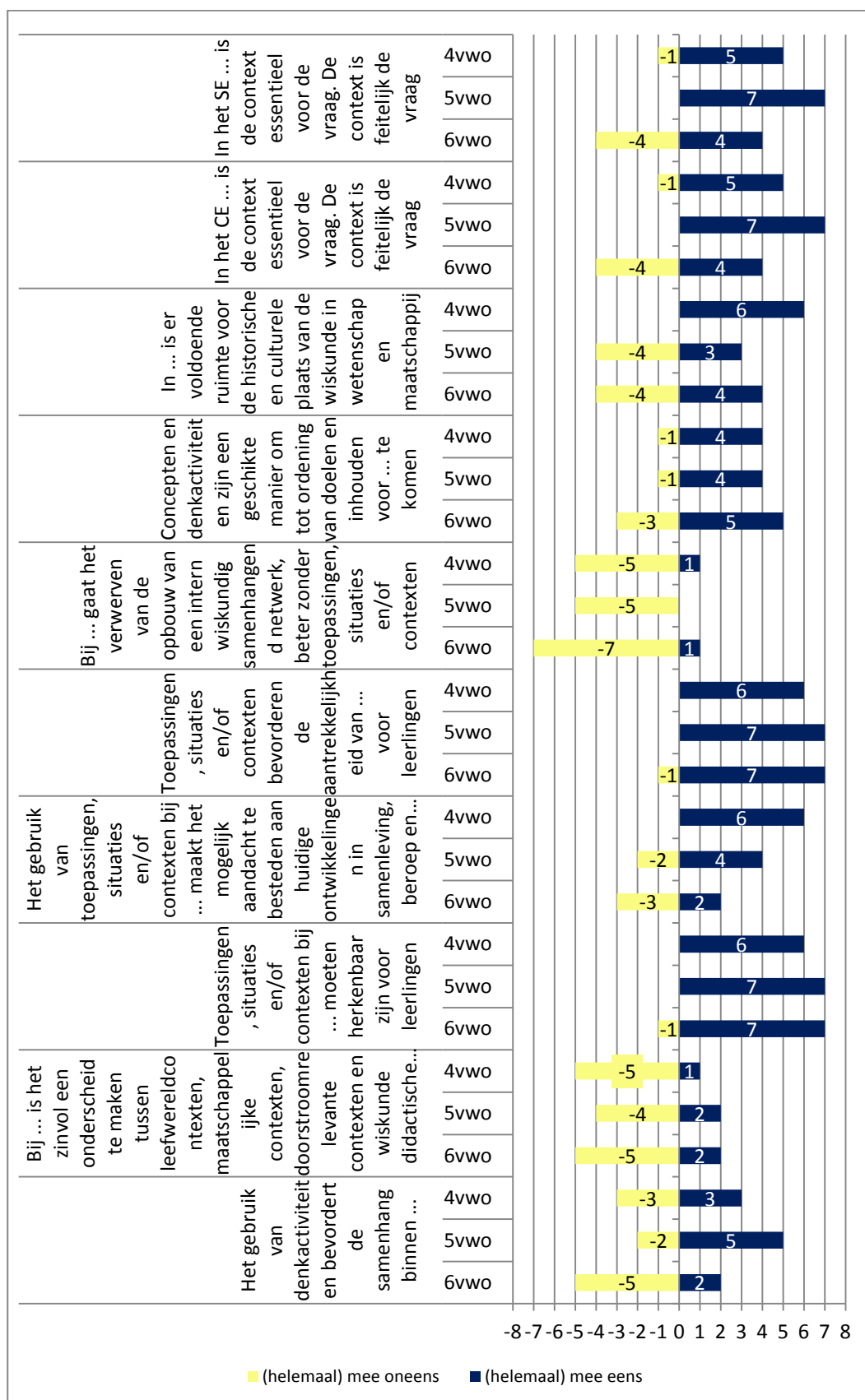
Algemene rol van denkactiviteiten, toepassingen, situaties en contexten

Toepassingen maken het vak aantrekkelijker, vinden pilotdocenten, maar leiden niet automatisch tot meer aandacht voor ontwikkelingen in samenleving, beroep en wetenschap. Denkactiviteiten zijn nuttig om doelen/inhouden te ordenen, maar versterken niet per definitie de samenhang binnen het vak.

In zowel vwo 4 als vwo 5 was de meerderheid van de docenten van mening dat zowel in het CE als in het SE de context essentieel is voor de vraag. In vwo 6 verschillen docenten hierover van mening (evenveel eens als oneens) (grafiek 2.8). Wat betreft het gebruik van toepassingen, situaties en/of contexten kan het volgende worden gemeld:

- Docenten (alle leerjaren) vinden in meerderheid niet dat het verwerven van de opbouw van een intern wiskundig samenhangend netwerk beter gaat zonder gebruik te maken van toepassingen.
- Zij vinden dat toepassingen de aantrekkelijkheid van wiskunde C voor leerlingen bevorderen (meerderheid van de docenten in alle leerjaren), een en ander moet wel voor leerlingen herkenbaar zijn ((bijna) alle docenten in alle leerjaren).
- In vwo 4 en vwo 5 is de meerderheid van de docenten van mening dat het gebruik van toepassingen en dergelijke het mogelijk maakt aandacht te besteden aan huidige ontwikkelingen in samenleving, beroep en wetenschap. In vwo 6 spreken relatief veel docenten zich hier negatief over uit. Wellicht wordt dit laatste veroorzaakt door examendruk.

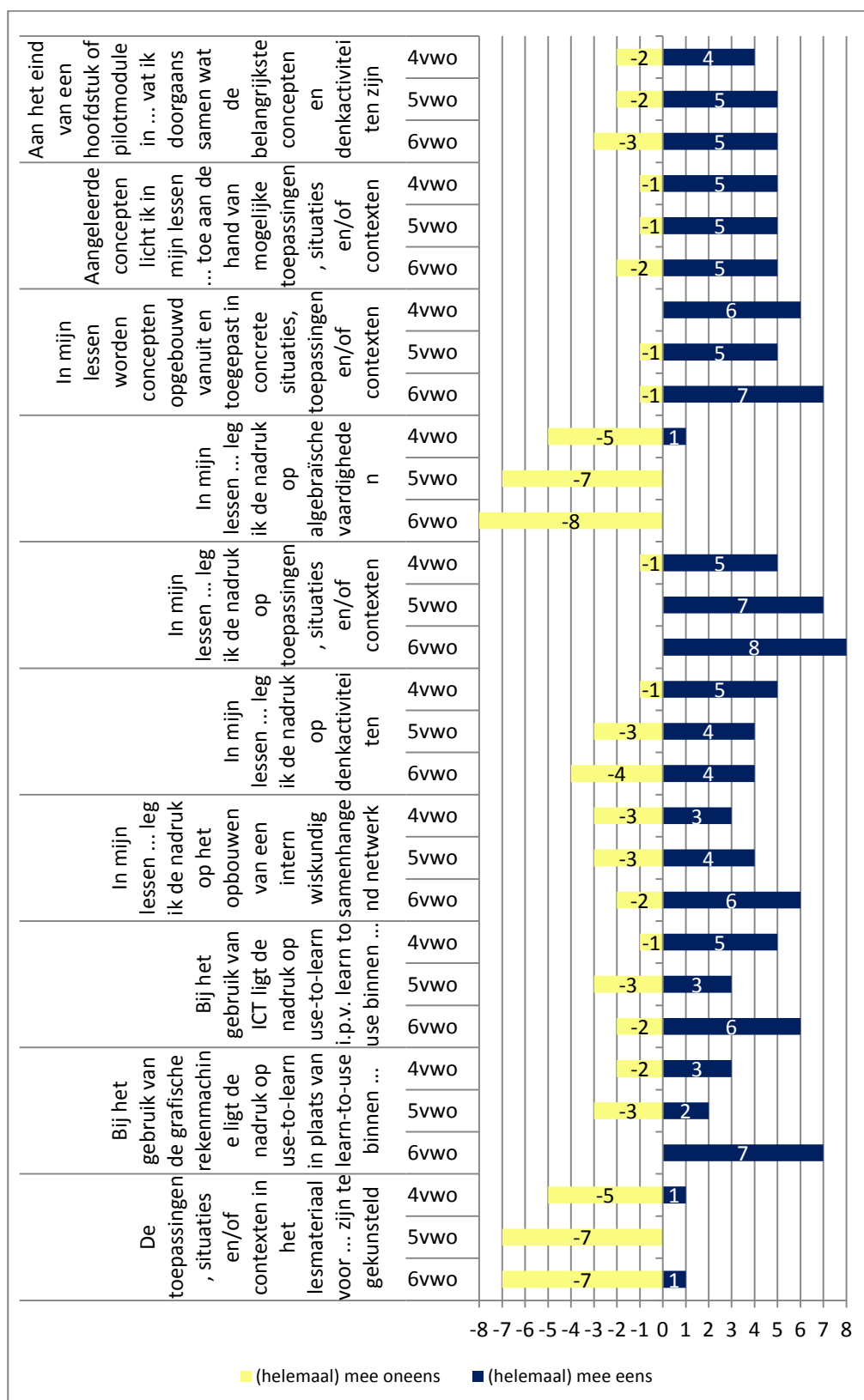
Ten aanzien van denkactiviteiten kan worden opgemerkt dat in vwo 4 de helft van de docenten van mening is dat wiskundige denkactiviteiten de samenhang binnen het vak bevorderen; in vwo 5 geldt dat voor de meerderheid van de docenten, in vwo 6 is de meerderheid hierover echter negatief. Wel worden denkactiviteiten doorgaans gezien als een geschikte manier om doelen en inhouden te ordenen. Of er in wiskunde C voldoende ruimte is voor de historische en culturele plaats van de wiskunde in wetenschap en maatschappij wordt (met name in vwo 5 en vwo 6) door ongeveer de helft van de docenten betwijfeld. De andere helft is hierover positief.



Grafiek 2.8 Algemene rol van denkactiviteiten, toepassingen, situaties en contexten wiskunde C

Rol van denkactiviteiten, toepassingen, situaties en contexten in de lespraktijk
Toepassingen spelen een duidelijke rol in de lespraktijk. In mindere mate lijken zij belangrijk bij het opbouwen van een intern wiskundig samenhangend netwerk. Bij het gebruik van ICT en de grafische rekenmachine ligt de nadruk op use to learn en niet op learn to use.

Toepassingen, situaties en contexten spelen een duidelijke rol in de lespraktijk. Tijdens een schoolbezoek wordt opgemerkt: "*Bij wiskunde C doe ik niet anders dan werken met toepassingen van het geleerde. Met name bij wiskunde C wordt er in het kader van de pilot echt meer dan voorheen aandacht besteed aan toepassingen.*" De meeste docenten (alle leerjaren) bouwen concepten van hieruit op en/of lichten concepten aan de hand ervan toe (grafiek 2.9). Ook geven de meeste docenten (alle leerjaren) aan dat zij in de lessen de nadruk leggen op toepassingen, situaties en contexten. Op de vraag welk type contexten docenten wiskunde C het vaakst in de lessen gebruiken wordt wisselend geantwoord (het betreft hier de vwo 6-resultaten): voor drie docenten betreft het leefwereldcontexten, voor twee docenten maatschappelijke contexten, voor twee docenten wiskundig didactische contexten en voor één docent doorstroomrelevante contexten. De nadruk ligt volgens minder docenten op denkactiviteiten, hoeveel dit in vwo 4 nog een meerderheid van de docenten betrof, gaat het in vwo 5 en 6 om ongeveer de helft van de docenten, en volgens nog minder docenten op algebraïsche vaardigheden (meerderheid van de docenten in alle leerjaren is het oneens met de stelling dat de nadruk hierop zou liggen). Volgens steeds meer docenten ligt de nadruk op het opbouwen van een intern wiskundig samenhangend netwerk (drie in vwo 4, vier in vwo 5 en zes in vwo 6). Aan het eind van een hoofdstuk of module wordt doorgaans (door de meeste docenten in alle leerjaren) samengevat wat de belangrijkste wiskundige concepten en denkactiviteiten zijn. Bij het gebruik van ICT en de grafische rekenmachine ligt de nadruk op *use to learn* en niet op *learn to use*.



Grafiek 2.9 Rol van denkactiviteiten, toepassingen, situaties en contexten in de lespraktijk wiskunde C

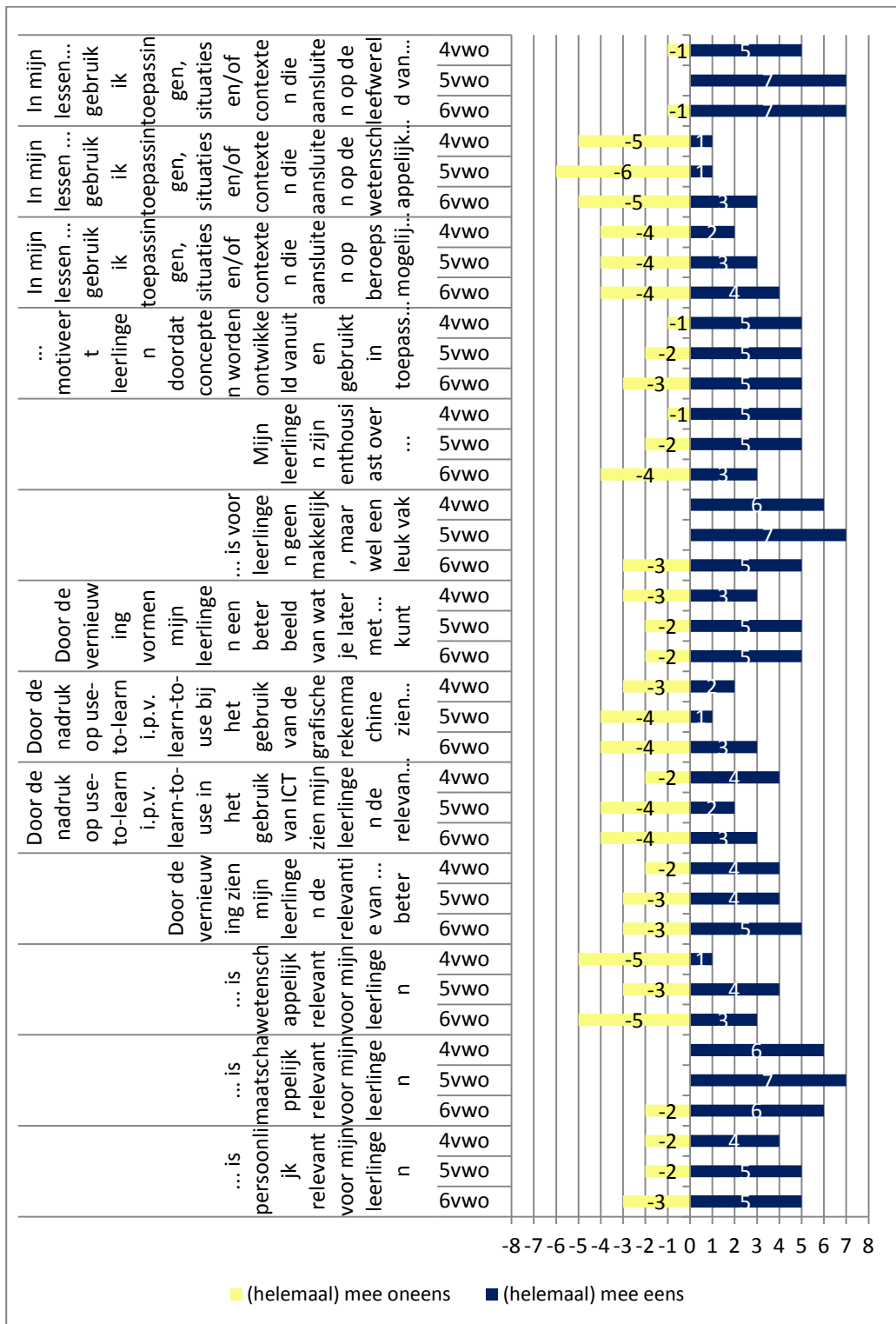
2.3 Relevantie

Door het gebruik van toepassingen zien pilotleerlingen de relevantie van wiskunde beter. Bovendien werkt het motiverend.

De meeste docenten (alle leerjaren) zijn van mening dat leerlingen door de vernieuwing de relevantie van wiskunde beter zien en zich een beter beeld kunnen vormen van wat je er later mee kunt (grafiek 2.10). Ook motiveert wiskunde C leerlingen doordat concepten worden ontwikkeld vanuit toepassingen, situaties en/of contexten (volgens vijf docenten in alle leerjaren).

De meeste docenten (alle leerjaren) gebruiken in de lessen toepassingen uit de leefwereld van de leerlingen. Toepassingen die aansluiten op beroepsmogelijkheden of de wetenschappelijke actualiteit worden door minder docenten gebruikt. Docenten zijn in meerderheid van mening dat wiskunde C maatschappelijk en persoonlijk relevant is voor de leerlingen, in mindere mate wetenschappelijk relevant. Tijdens de schoolbezoeken komt ook de doorstroomrelevantie van wiskunde C ter sprake. Er wordt opgemerkt dat wiskunde C geen doorstroomrelevantie heeft: *"Wiskunde C kan relevant zijn voor leerlingen, maar vervolgopleidingen weten dat niet. Rechten zou bijvoorbeeld heel goed wiskunde C kunnen vragen als vooropleidingseis.*

Vulgoopleidingen hebben echter de idee dat wiskunde C het minste is van alles." Een andere docent zegt over relevantie: *"Leerlingen reageren anders op de stof, ze doen dingen die ze echt leuk vinden. Het sluit beter aan bij hun interesses."*



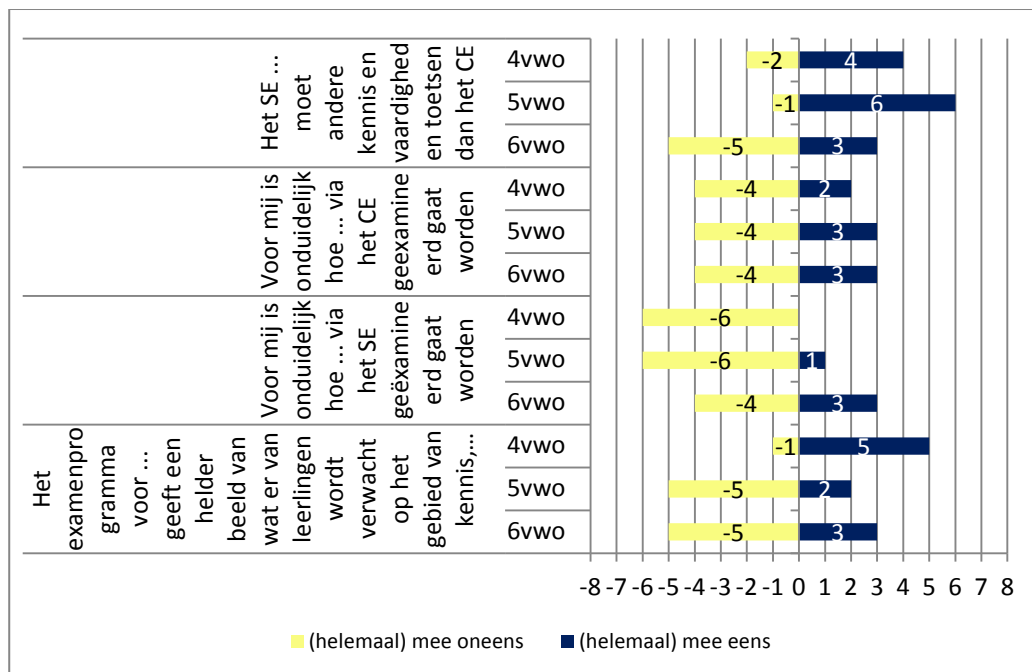
Grafiek 2.10 Relevantie wiskunde C

2.4 Toetsing

Examen

Voor bijna de helft van de vwo 6-pilotdocenten is het onduidelijk wat er van leerlingen wordt verwacht en hoe het CE en SE eruit gaan zien. In eerdere leerjaren was er minder onduidelijkheid.

In vwo 4 en vwo 5 zijn de meeste docenten van mening dat het SE andere kennis en vaardigheden moet toetsen dan het CE. In vwo 6 ziet het beeld er anders uit. Drie van acht docenten zijn het hier niet mee eens (grafiek 2.11). Waar docenten in vwo 4 aangaven dat het examenprogramma een helder beeld geeft van wat van leerlingen wordt verwacht, is in vwo 5 en vwo 6 de meerderheid van de docenten een andere mening toegedaan. Voor iets minder dan de helft van de docenten is onduidelijk hoe wiskunde C via het CE geëxamineerd gaat worden. De onduidelijkheid ten aanzien van het SE is in vwo 4 en vwo 5 kleiner. In vwo 6 zijn er meer docenten voor wie examinering via het SE onduidelijk is (drie van de zeven). Dit heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat zij directer met het eindexamen te maken hebben. Tijdens een schoolbezoek merkt een docent op: "Voor het examen wiskunde C hou ik mijn hart vast. Het zijn zulke onzekere meisjes. De syllabus en voorbeeldexamens zijn wel duidelijk, het is meer de onzekerheid van de leerlingen, dat ze het vertrouwen niet hebben en bijvoorbeeld dichtklappen." Een andere docent zegt: "Bij wiskunde C is de vernieuwing veel groter dan bij wiskunde A. Hoe gaat dat straks met het CE? Er is nu wel een voorbeeldexamen, maar dat geeft eigenlijk aan dat er iets niet goed gaat. Een onderwerp dat maar summier is behandeld (aangezichten), is in het examen ineens heel moeilijk opgenomen." "Als docent moet je wiskunde C heel goed in de gaten houden om enigszins gevoel te krijgen voor wat dat examen straks gaat doen. Dat wordt spannend. Ik heb geen flauw idee van wat en van welk niveau. Ik heb drie goede leerlingen. De anderen staan wat minder. Is afwachten."

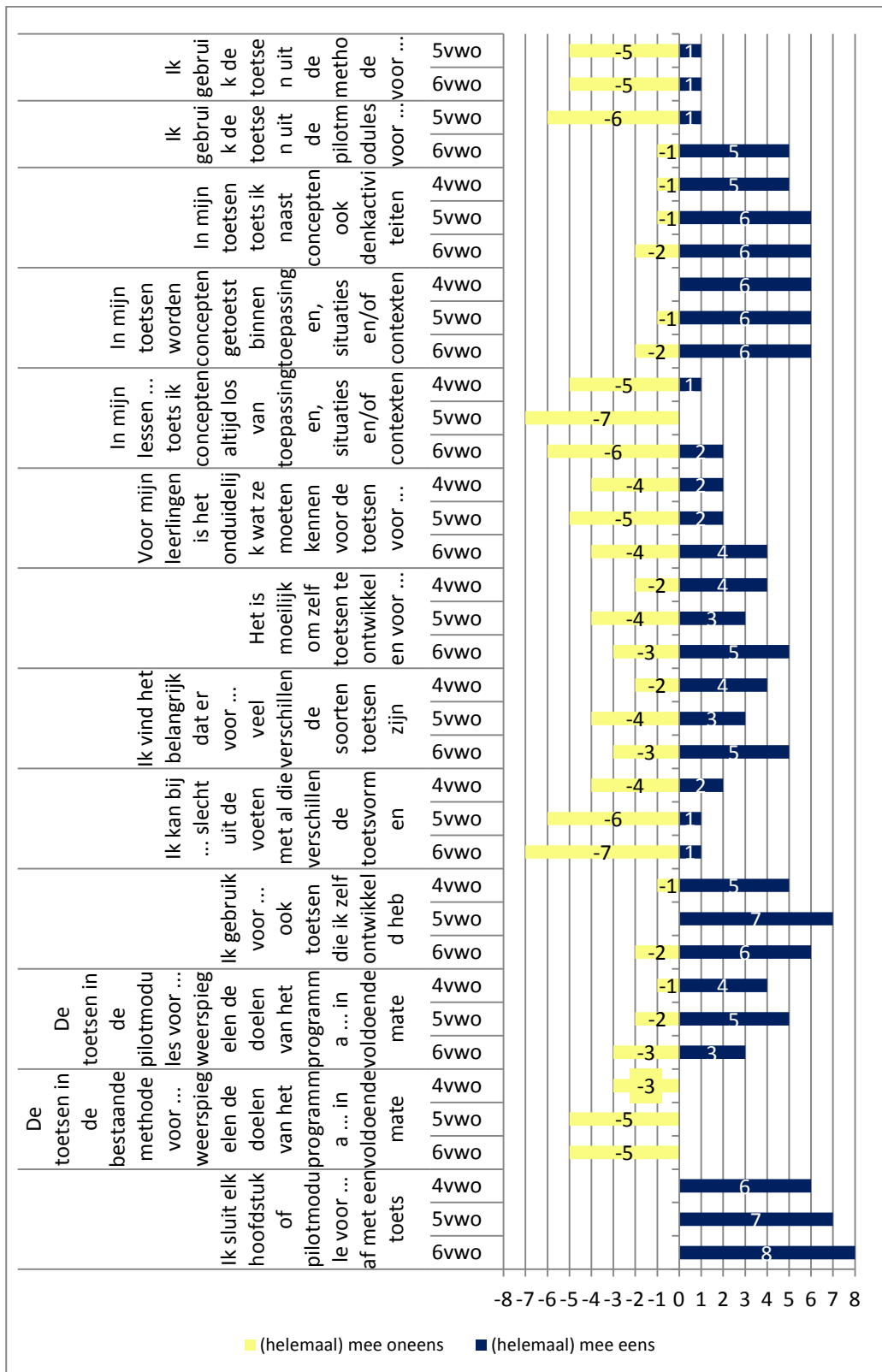


Grafiek 2.11 Toetsing: examen wiskunde C

Lesmateriaal

Pilotdocenten toetsen wiskundige denkactiviteiten en concepten gekoppeld aan toepassingen. Zij gebruiken hiervoor toetsen uit de pilotmodules en zelfgemaakte toetsen.

Docenten sluiten elk hoofdstuk of elke module af met een toets. Hiervoor gebruiken zij de toetsen uit de pilotmodules en zelfgemaakte toetsen (grafiek 2.12). Ongeveer de helft van de docenten vindt het moeilijk om zelf toetsen te ontwikkelen. In de toetsen worden door de meeste docenten denkactiviteiten getoetst en concepten binnen toepassingen. In vwo 6 vindt de helft van de docenten dat de toetsen in de pilotmodules de doelen van het wiskunde C-programma in voldoende mate weerspiegelen, in voorgaande jaren was dit meer dan de helft. Ongeveer de helft van de docenten vindt het belangrijk dat er verschillende soorten toetsen zijn.



Grafiek 2.12 Toetsing in lesmateriaal wiskunde C

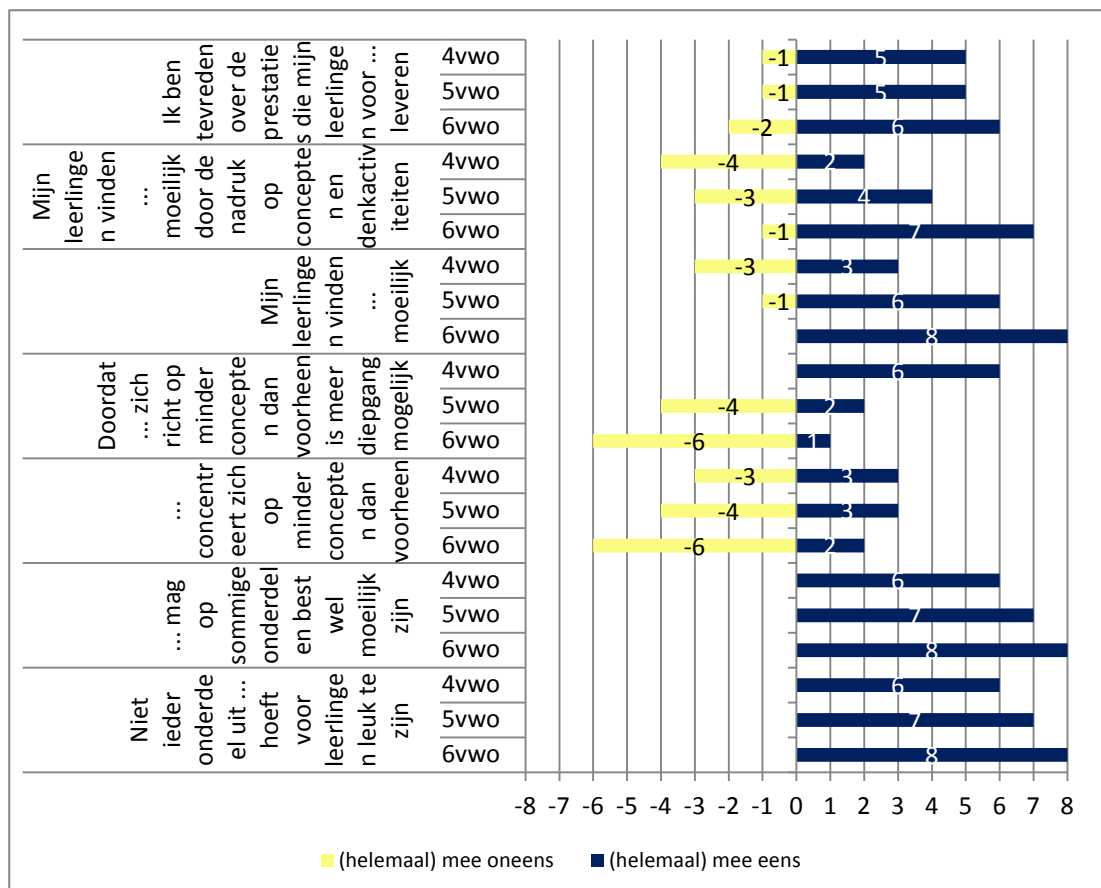
Moeilijkheid en diepgang

Alle vwo 6-pilotdocenten geven aan dat leerlingen het vak moeilijk vinden en gaandeweg het programma komen meer docenten tot die bevinding. Dat komt mede door de nadruk die gelegd wordt op concepten en denkactiviteiten. Toch heerst er tevredenheid over de leerprestaties.

Alle docenten in alle leerjaren zijn van mening dat wiskunde C op sommige onderdelen best moeilijk mag zijn en het ook niet altijd leuk hoeft te zijn. Opvallend zijn de volgende ontwikkelingen door de leerjaren heen (grafiek 2.13):

- Steeds meer docenten geven aan dat hun leerlingen wiskunde C moeilijk vinden. Toch zijn de meeste docenten tevreden over de prestaties van de leerlingen. Tijdens een schoolbezoek merkt een docent op "Leerlingen vinden wiskunde C een pittig vak. Ze kunnen niet terugvallen op trucjes en dat vinden ze dus moeilijk."
- Steeds meer docenten zijn van mening dat leerlingen wiskunde C moeilijk vinden door de nadruk die gelegd wordt op concepten en denkactiviteiten.
- Steeds minder docenten zijn van mening dat er meer diepgang mogelijk is doordat wiskunde C zich richt op minder concepten, dit hangt samen met de bevinding dat docenten in meerderheid niet vinden dat wiskunde C zich op minder concepten richt.

Voor wat betreft het niveau van vernieuwde wiskunde C geeft een docent tijdens een schoolbezoek aan: "Moeilijk te vergelijken omdat het allemaal andere onderwerpen zijn. Ik denk dat het niveau gelijk is gebleven, ze leren alleen andere dingen."



Grafiek 2.13 Toetsing: moeilijkheid en diepgang wiskunde C

3. Resultaten wiskunde C vwo: pilotleerlingen

3.1 Lespraktijk

Leeractiviteiten

Pilotleerlingen krijgen vaak klassikaal of in groepjes les.

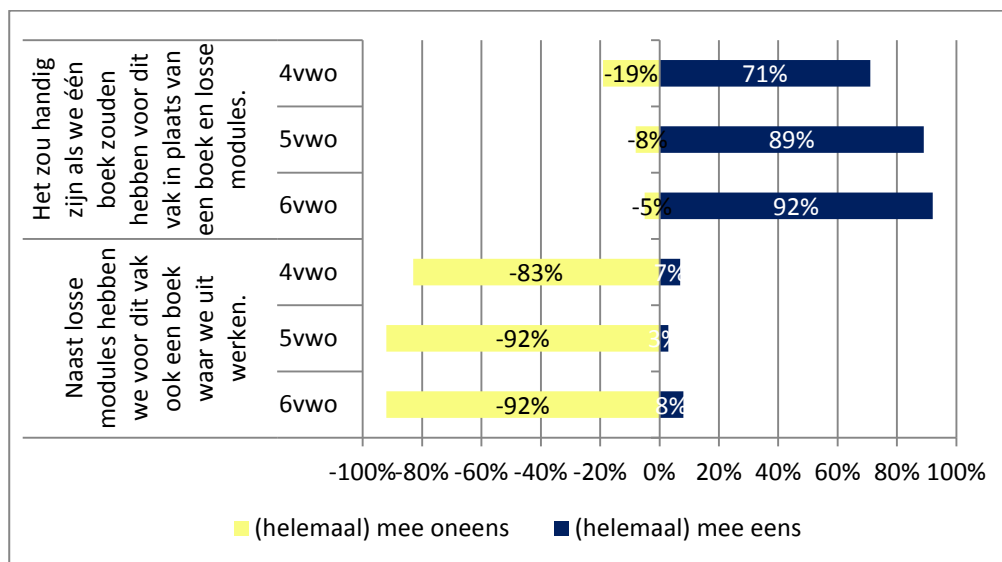
De meeste leerlingen (alle leerjaren) krijgen vaak klassikaal les of werken vaak in kleine groepjes. Praktische activiteiten, presenteren van resultaten, werken aan projecten, excursies en gastsprekers komen in alle leerjaren minder vaak voor (grafiek 3.1). Hetzelfde geldt voor het kunnen kiezen van opdrachten en het doen van eigen onderzoeksprojecten. Wel is er volgens de meerderheid van de leerlingen in alle leerjaren aandacht voor vragen die zij zelf inbrengen. De leerlingen (alle leerjaren) zijn van mening dat hun docent deskundig is. Tijdens het schoolbezoek geven leerlingen aan: *"Tijdens de les maken we de opdrachten van de stencils. Je werkt dan wel vaak samen omdat het anders soms niet te begrijpen is, soms ook wel individueel, ligt ook aan je tempo. Op vrijdag krijgen we soms klassikale uitleg, dat kan nu, maar was lastig omdat we eerst nog bij wiskunde A waren ingedeeld. Een kleine klas is trouwens wel prettig, maar niet als je samen met wiskunde A les krijgt. Het is fijner om apart les te krijgen. We hebben uitleg nodig. We willen wat vaker echt les! Hij is trouwens wel een goede leraar hoor."* Tijdens een ander schoolbezoek geven de leerlingen aan dat ze in de klas veel zelfstandig werken. Ze krijgen les tegelijk met de leerlingen van wiskunde A: *"Soms apart met wiskunde C in een apart kamertje. We krijgen weinig uitleg, maar dat heeft ook met de organisatie te maken. We hebben aparte lessen gevraagd, maar dat kan niet, daar is geen geld voor. We hebben iemand nodig die altijd klaar staat voor ons, dat hebben we nodig die uitleg."*

Lesmateriaal

Pilotleerlingen gebruiken bij wiskunde C geen boek naast de modules. Zij zouden een boek (met voldoende uitleg) handiger vinden.

De meeste pilotleerlingen (alle leerjaren) maken bij wiskunde C naast de losse modules geen gebruik van een boek. De meesten zouden een boek wel handiger vinden dan losse modules (71% in vwo 4, 89% in vwo 5 en 92% in vwo 6) (grafiek 3.2). Tijdens een schoolbezoek geven leerlingen dat ook aan "We hebben geen boek, we maken opdrachten van stencils. In die stencils staat geen uitleg en daarom werkt het niet zo handig. Je moet dan veel vragen. Als die stencils duidelijk waren geweest, is de werkwijze prima, maar er is geen uitleg en daardoor hebben we nu behoefte aan meer uitleg van de docent. Dat is eigenlijk niet efficiënt en dus kun je thuis ook niet doorwerken, terwijl het wel de bedoeling is dat je dat doet. We hebben er nu wel meer lessen bijgekregen." En verder: "Die stencils vereisen vaak voorkennis die er niet is en die voorkennis kun je ook niet uit de stencils halen. Heel veel dingen hebben we ook niet gehad. Het is niet zo dat we dat dan vergeten zijn." En: "Die boekjes zitten soms wel en soms niet logisch in elkaar. Het verschilt per boekje. Vaak heb ik het idee dat je dan weer dit en dan weer dat moet doen en dat dingen uit de lucht komen vallen zonder inleiding. Er zit geen lijn in. Het zijn allemaal losse onderwerpen." Tijdens een ander schoolbezoek merken leerlingen over het lesmateriaal op:

- "Geen uitleg in de boekjes. In het boek wel maar dat hebben we niet voor wiskunde C. Je moet veel zelf opzoeken en vragen aan je leraar."
- "In het antwoordmodel staan wel antwoorden, maar geen uitwerkingen. In de stencils staat geen theorie, wel verhaaltjes."
- "We missen ook herhaling. Ze verwachten dat je dat paraat hebt. Dat doen ze wel in het boek, maar in onze stencils niet. Steeds weer nieuwe onderwerpen zonder herhaling, het gaat maar door. Een half jaar verder krijg je dan weer iets dat je heel lang geleden gehad hebt, maar wij hebben geen herhaling gehad en dat hebben we wel nodig. We missen inzicht. We hebben uitleg nodig."



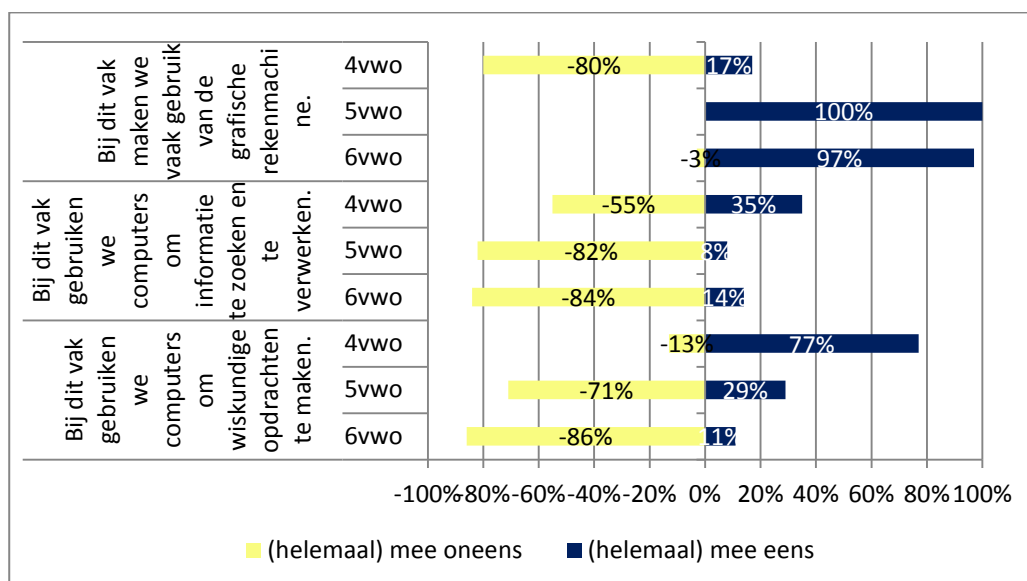
Grafiek 3.2 Lespraktijk lesmateriaal wiskunde C

Computergebruik

De grafische rekenmachine wordt vaak gebruikt, in tegenstelling tot de computer die gaandeweg het programma volgens steeds minder leerlingen bij wiskundige opdrachten wordt ingezet.

Leerlingen maken vaak gebruik van de grafische rekenmachine (vwo 4 vormt hierop een uitzondering).

De computer wordt door de meeste leerlingen niet gebruikt om informatie op te zoeken en te verwerken. Het percentage leerlingen dat aangeeft de computer te gebruiken voor wiskundige opdrachten daalt van 77% in vwo 4, via 29% in vwo 5 naar 11% in vwo 6 (grafiek 3.3).

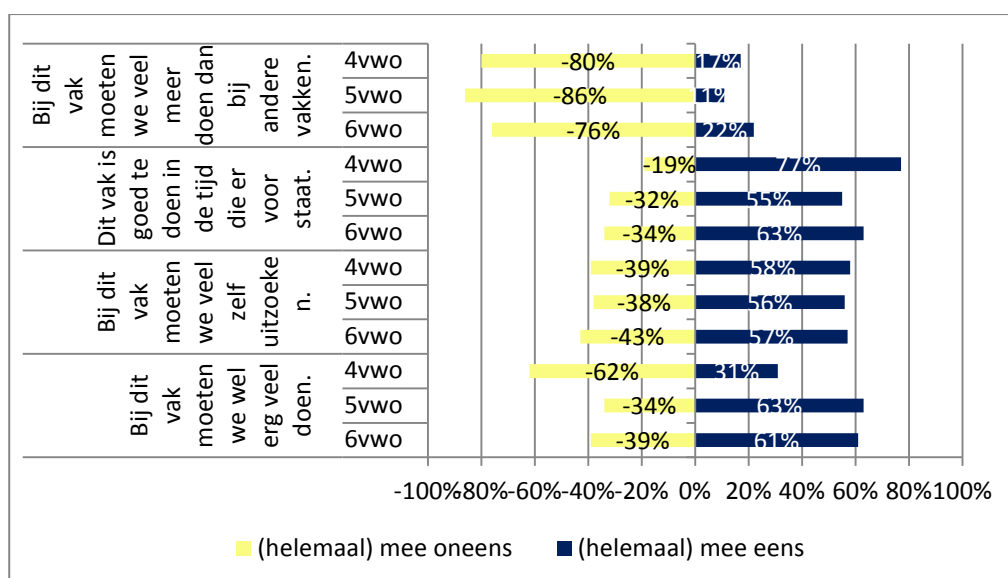


Grafiek 3.3 Lespraktijk computergebruik wiskunde C

Studiebelasting

De meeste pilotleerlingen vinden dat ze veel moeten doen bij wiskunde C, maar niet meer dan bij andere vakken. In vwo 6 vindt zo'n twee derde dat het vak is te doen in de beschikbare tijd.

Leerlingen vinden dat ze erg veel moeten doen bij wiskunde C (met uitzondering van vwo 4), al geven de meeste leerlingen (alle leerjaren) wel aan dat ze niet meer hoeven te doen dan bij andere vakken (Grafiek 3.4). "Als je een voldoende wilt halen dan moet je veel doen." Zo'n twee derde van de vwo 6-leerlingen vindt dat het vak goed is te doen in de tijd die er voor staat (55% in vwo 5 en 77% in vwo 4). Een kleine 60% (in alle leerjaren) vindt dat ze veel zelf moeten uitzoeken.

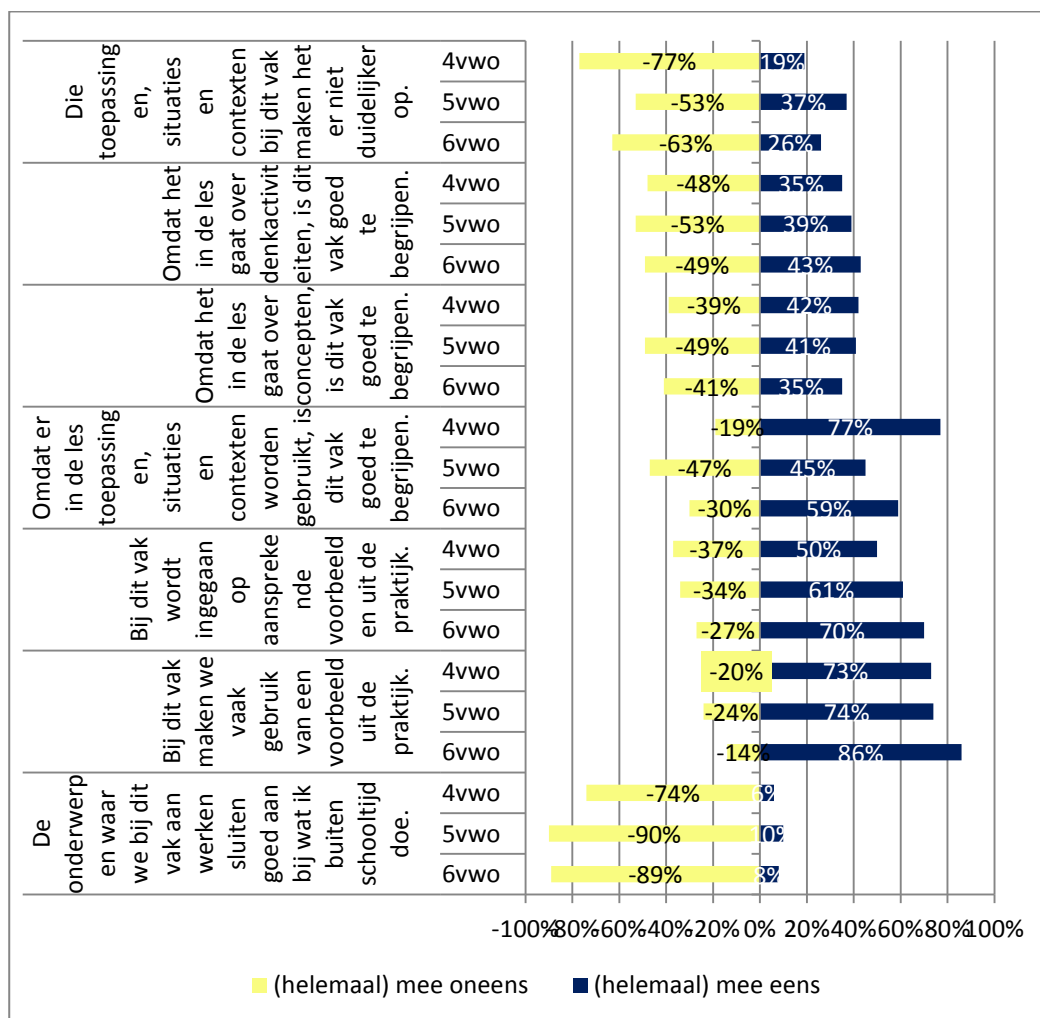


Grafiek 3.4 Lespraktijk studiebelasting wiskunde C

3.2 Toepassingen, situaties en contexten

Toepassingen worden gebruikt. De meeste pilotleerlingen vinden gebruikte voorbeelden aansprekend. Een kleine meerderheid vindt dat contexten het vak begrijpelijker maken.

Het percentage leerlingen dat aangeeft dat er bij dit vak gebruik wordt gemaakt van voorbeelden uit de praktijk is gegroeid van 73% in vwo 4, via 74% in vwo 5 naar 86% in vwo 6 (grafiek 3.5). Leerlingen vinden in meerderheid (alle leerjaren) dat er wordt ingegaan op aansprekende voorbeelden uit de praktijk, al vinden leerlingen niet dat de onderwerpen die aan de orde komen aansluiten bij wat zij buiten schooltijd doen: "Over het algemeen niet echt vaak dat je er mee bezig bent buiten school." "Je legt soms wel relaties met wiskunde als je dingen tegenkomt. Dat is vaak pas later." Zo'n 60% van de vwo 6-leerlingen is wel van mening dat het vak goed is te begrijpen vanwege het gebruik van contexten (77% in vwo 4 en 45% in vwo 5). Leerlingen zijn niet eenduidig over de rol van wiskundige concepten en denkactiviteiten. Het ene deel vindt dat de aandacht hiervoor ervoor zorgt dat het vak beter te begrijpen, het andere deel deelt die mening niet.



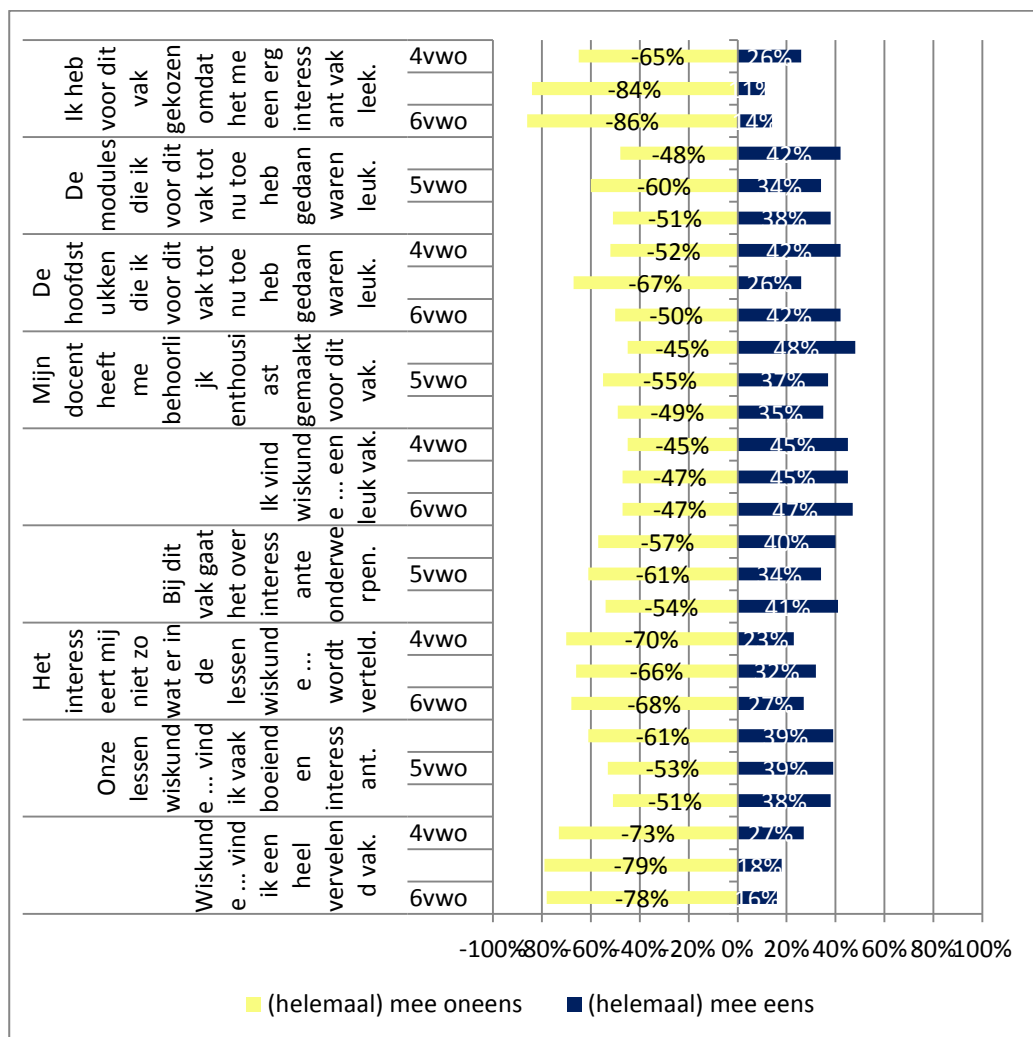
Grafiek 3.5 Toepassingen, situaties en contexten wiskunde C

3.3 Relevantie

Nut

Pilotleerlingen denken later wel wat te hebben aan wiskunde C, maar noodzakelijk is het allemaal niet.

Leerlingen (alle leerjaren) zijn van mening dat ze bij dit vak best veel leren. Ook denkt de meerderheid (71% in vwo 4; 53% in vwo 5 en 68% in vwo 6) later wel wat te hebben aan de dingen die zij nu bij wiskunde C leren (grafiek 3.6). Leerlingen denken niet dat het vak weinig nut heeft, maar zijn niet overtuigd van het belang van het vak voor het vinden van een baan (met uitzondering van vwo 4: 50% (34% in vwo 5 en 38% in vwo 6). Ook denken de meeste leerlingen (62% in vwo 4, 58% in vwo 5 en 76% in vwo 6) dat je later best kunt zonder wat je bij wiskunde C leert. Tijdens een schoolbezoek zeggen leerlingen: *"Aan logica heb je wel wat. Dat kom je nog wel eens tegen. Als je bijvoorbeeld hoort dat iemand een verkeerde argumentatie geeft. Je denkt soms wel eens: die redeneringen slaan nergens op."* En verder: *"Grafieken in het nieuws, daar denk je nu wel eens over na of dat allemaal wel goed is weergegeven"*. Of je er later wat aan hebt? *"Misschien kan ik mijn kinderen later met wiskunde helpen?"* *"Voor vervolgopleidingen is het niet verplicht."* Op een andere school geven de leerling als tip voor OCW mee dat ze moeten zorgen voor erkenning van het vak. *"We willen graag een certificaat waar op staat dat we vernieuwde wiskunde C hebben gevolgd omdat dat echt anders is dan de bestaande wiskunde C. Wij hebben echt een andere methode gevolgd. Ook zien we graag dat wiskunde C door vervolgopleidingen wordt erkend."* Over het nut van het vak wordt tijdens nog een schoolbezoek opgemerkt: *"Hoe je procenten uit moet rekenen is wel handig om te weten. Maar dat zit nu niet in de lessen, dat hebben we in de eerste gehad. Je weet als je korting krijgt in de winkel hoe je dat uit moet rekenen."* *"Biologie heb je misschien nog wat aan en Nederlands. Soms heb je wel wat aan wiskunde, met behangen, met maten, met koken, maar dat is meer basiskennis van de basisschool. Formules of spijkergetallen heb je echt niet nodig."*

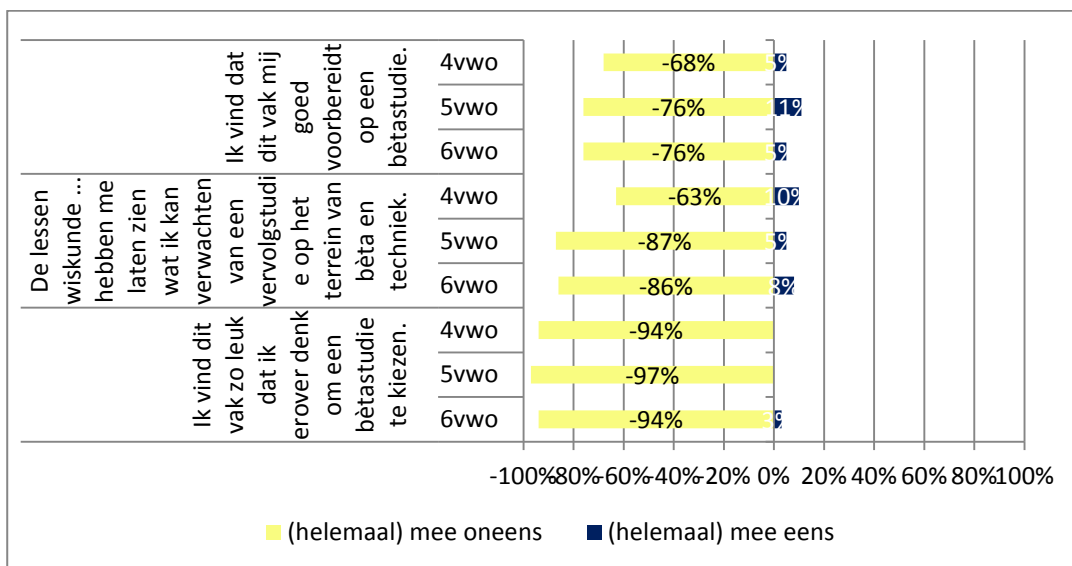


Grafiek 3.7 Relevantie aantrekkelijkheid vak wiskunde C

Keuze voor bèta

Pilotleerlingen met wiskunde C in hun pakket zijn, zoals verwacht, niet van plan een bètastudie te kiezen.

Leerlingen die (alleen) hebben gekozen voor wiskunde C hebben niet de mogelijkheid om een bèta vervolgopleiding te gaan doen. Het verbaast dan ook niet dat bijna alle leerlingen (in alle leerjaren) dit niet van plan zijn (Grafiek 3.8). Zo kiezen leerlingen die we spraken tijdens een schoolbezoek bijvoorbeeld voor: *Amsterdam Fashion Institute*, Europese studies, en taal en communicatie. Ook de percentages leerlingen dat verwacht dat wiskunde C hen goed voorbereid op een bètastudie, en hen laten zien wat ze van een dergelijke studie kunnen verwachten zijn, zoals verwacht (en beoogd), laag.



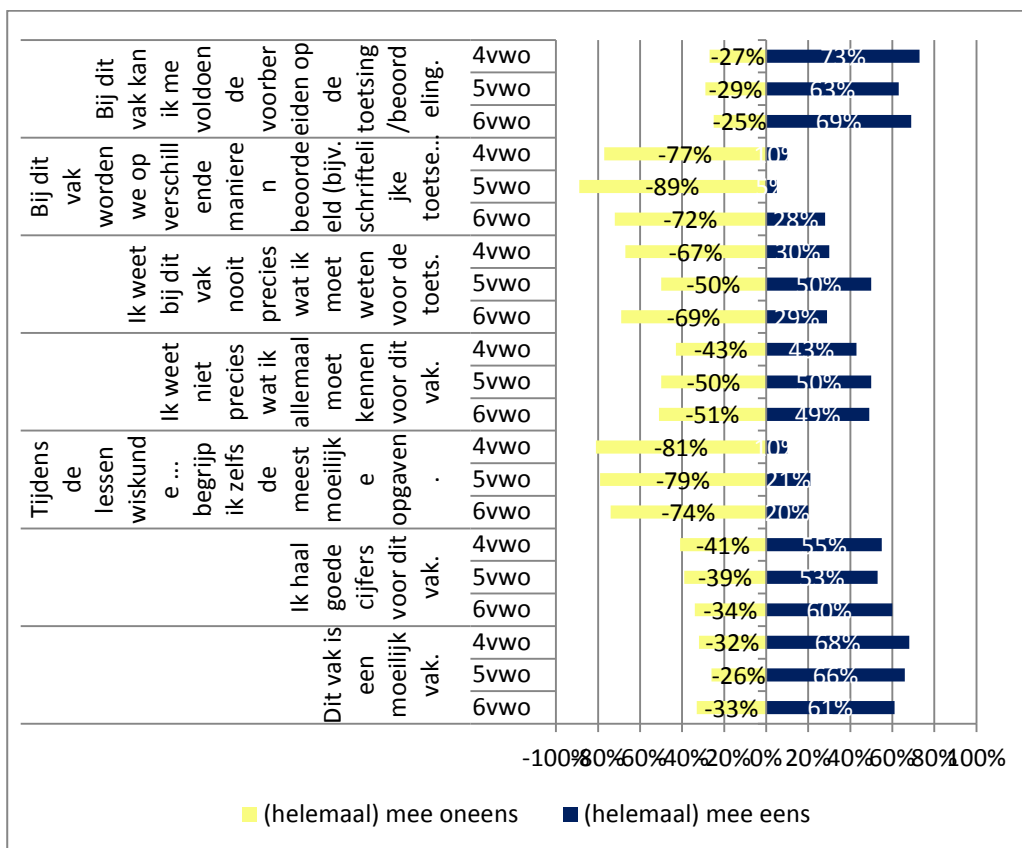
Grafiek 3.8 Relevantie keuze voor bèta wiskunde C

3.4 Toetsing/moeilijkheid

Wiskunde C is voor veel pilotleerlingen een moeilijk vak, al haalt de meerderheid wel goede cijfers. Op de toetsing kan men zich goed voorbereiden, al is voor de helft onduidelijk wat ze moeten kennen.

Zo'n 60% van de leerlingen (alle leerjaren) vindt wiskunde C een moeilijk vak, al haalt een vergelijkbare groep wel goede cijfers (grafiek 3.9). De moeilijkste opgaven worden door de meeste leerlingen niet begrepen. Ten aanzien van de toetsing bestaat er onder de helft van de leerlingen onduidelijkheden ten aanzien van wat men moet kennen/weten. Ruim 60% kan zich hier echter wel voldoende op voorbereiden. De meeste leerlingen worden niet op verschillende manieren beoordeeld.

Leerlingen merken op: *"Ik had eerst wiskunde A dan is C wel een stuk makkelijker. Logica was goed te doen. Met betrekking tot de toetsen: "Als ie zegt waar de toets over gaat dan is het wel duidelijk, meestal doet ie dat, soms niet, is niet uit die boekjes te halen."* Met betrekking tot het komende examen: *"Ik hoop dat we nog een lijst krijgen met wat je moet kunnen voor het examen. We krijgen nog wel voorbereiding op het examen, dat is nog niet begonnen."* Een andere groep leerlingen merkt hierover op: *"We hebben geen idee wat we kunnen verwachten bij het examen. Ik kan me niet voorstellen dat we op het CE Babylonisch rekenen krijgen."*



Grafiek 3.9 Toetsing/moeilijkheid wiskunde C

4. Conclusies wiskunde C vwo

4.1 Pilotdocenten

Uitvoerbaarheid

- Pilotdocenten zijn positief over de haalbaarheid en uitvoerbaarheid van landelijke invoering in 2015. Zij vinden dit ook wenselijk, uitgezonderd twee van de acht vwo 6-docenten.
- Pilotdocenten in vwo 5 en vwo 6 zijn kritischer over de overladenheid van het examenprogramma en de syllabus dan pilotdocenten in vwo 4. Oorzaak is het meeromvattende karakter van de vernieuwing (met meer concepten en aandacht voor wiskundige denkactiviteiten) in de laatste twee leerjaren.
- Overladenheid op het niveau van de lespraktijk (pilotmodules en aandacht voor toepassingen en dergelijke) is volgens pilotdocenten een toenemend probleem.
- Pilotdocenten zijn positief over de kwaliteit van de pilotmodules, al varieert de kwaliteit wel en lijkt de samenhang tussen de modules te wensen over te laten.
- Pilotdocenten zijn enthousiast en voelen zich voldoende toegerust. Het programma is een uitdaging, maar te doen.
- Nascholing is volgens pilotdocenten niet nodig. Men neemt echter wel deel aan nascholingsactiviteiten.

Denkactiviteiten, toepassingen, situaties en contexten

- Het nieuwe van wiskunde C zit hem volgens pilotdocenten in de nadruk op de plek van wiskunde in wetenschap en maatschappij, nieuwe inhoud, denkactiviteiten en het (anders) gebruiken van toepassingen en concepten.
- Toepassingen maken het vak aantrekkelijker, vinden pilotdocenten, maar leiden niet automatisch tot meer aandacht voor ontwikkelingen in samenleving, beroep en wetenschap. Denkactiviteiten zijn nuttig om doelen/inhouden te ordenen, maar versterken niet per definitie de samenhang binnen het vak.
- Toepassingen spelen een duidelijke rol in de lespraktijk. In mindere mate lijken die volgens pilotdocenten belangrijk bij het opbouwen van een intern wiskundig samenhangend netwerk. Bij het gebruik van ICT en de grafische rekenmachine ligt de nadruk op *use to learn* en niet op *learn to use*.

Relevantie

- Door het gebruik van toepassingen zien pilotleerlingen de relevantie van wiskunde beter. Bovendien werkt het motiverend.

Toetsing

- Voor bijna de helft van de vwo 6-pilotdocenten is het onduidelijk wat er van leerlingen wordt verwacht en hoe het CE en SE eruit gaan zien. In eerdere leerjaren was er minder onduidelijkheid.
- Pilotdocenten toetsen wiskundige denkactiviteiten en concepten gekoppeld aan toepassingen. Zij gebruiken hiervoor toetsen uit de pilotmodules en zelfgemaakte toetsen.

- Alle vwo 6-pilotdocenten geven aan dat leerlingen het vak moeilijk vinden en gaandeweg het programma komen meer docenten tot die bevinding. Dat komt mede door de nadruk op wiskundige concepten en denkactiviteiten. Toch heerst er tevredenheid over de leerprestaties.

4.2 Pilotleerlingen

Lespraktijk

- Pilotleerlingen krijgen vaak klassikaal les of in groepjes.
- Pilotleerlingen gebruiken bij wiskunde C geen boek naast de modules. Zij zouden één boek (met voldoende uitleg) handiger vinden.
- De grafische rekenmachine wordt vaak gebruikt, in tegenstelling tot de computer die gaandeweg het programma volgens steeds minder pilot leerlingen bij wiskundige opdrachten wordt ingezet.
- De meeste pilotleerlingen vinden dat ze veel moeten doen bij wiskunde C, maar niet meer dan bij andere vakken. In vwo 6 vindt zo'n twee derde dat het vak is te doen in de beschikbare tijd.

Toepassingen, situaties en contexten

- Toepassingen worden gebruikt. De meeste pilotleerlingen vinden gebruikte voorbeelden aansprekend. Een kleine meerderheid vindt dat contexten het vak begrijpelijker maken.

Relevantie

- Pilotleerlingen denken later wel wat te hebben aan wiskunde C, maar noodzakelijk is het allemaal niet.
- Pilotleerlingen zijn in meerderheid niet enthousiast over de aantrekkelijkheid van het vak.
- Pilotleerlingen met wiskunde C in hun pakket zijn, zoals verwacht, niet van plan een bètastudie te kiezen.

Toetsing/moeilijkheid

- Wiskunde C is voor veel pilotleerlingen een moeilijk vak, al haalt de meerderheid wel goede cijfers. Op de toetsing kan men zich goed voorbereiden, al is voor de helft onduidelijk wat ze moeten kennen.

Literatuur

Akker, J. van den (2003). Curriculum: An introduction. In J. van den Akker, W. Kuiper, & U. Hameyer (eds.), *Curriculum landscapes and trends* (pp. 1-13). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Alting, A. (2003). *Nut, vertrouwen, toegankelijkheid. Wat docenten kunnen doen opdat meer meisjes natuurkunde gaan kiezen* (proefschrift). Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.

Bennett, J., Gräsel, C., Parchmann, I., & Waddington, D. (2005). Context-based and conventional approaches to teaching chemistry: comparing teachers' views. *International Journal of Science Education*, 27(13), 1521-1547.

College voor Examens (2010). *Werkversie syllabus wiskunde C vwo 2011 bij het concept-examenprogramma van cTWO (oktober 2011)*. Utrecht: CvE.

Commissie Toekomst WiskundeOnderwijs (2007). *Rijk aan betekenis. Visie op vernieuwd wiskundeonderwijs*. Utrecht: cTWO.

Commissie Toekomst WiskundeOnderwijs (2009). *Experimentele examenprogramma's 2014. Definitieve versie 20 februari 2009*. Utrecht: cTWO.

Commissie Vernieuwing Biologieonderwijs (2005). *Basisdocument 'Vernieuwd biologieonderwijs van 4 tot 18 jaar'*. Utrecht: CVBO.

Commissie Vernieuwing Biologieonderwijs (2007). *Leerlijn biologie van 4 tot 18 jaar. Uitwerking van de concept-contextbenadering tot doelstellingen voor het biologieonderwijs*. Utrecht: CVBO.

Commissie Vernieuwing Natuurkundeonderwijs (2006). *Natuurkunde leeft. Visie op het vaknatuurkunde in havo en vwo*. Amsterdam: NNV.

Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo (2003). *Chemie tussen context en concept. Ontwerpen voor vernieuwing*. Enschede: SLO.

Driel, J.H. van, Bulte, A.M., & Verloop, N. (2008). Using the curriculum emphasis concept to investigate teachers' curricular beliefs in the context of educational reform. *Journal of Curriculum Studies*, 40(1), 107-122.

Drijvers, P. (2009). Op weg naar 2014. Stand van zaken rond de nieuwe examenprogramma's havo/vwo. *Euclides*, 84(7), 261-264.

Kuiper, W. (1993). *Curriculumvernieuwing en lespraktijk. Een beschrijvend onderzoek op het terrein van de natuurwetenschappelijke vakken in het perspectief van de basisvorming*. Proefschrift. Enschede: Universiteit Twente.

Langen, A.M.L. van (2005). *Unequal participation in mathematics and science education*. Antwerpen/Apeldoorn: Garant.

OECD. (2003). *PISA 2003 Student Questionnaire*. Retrieved October 26, from <http://www.oecd.org/dataoecd/34/7/37617728.pdf>.

Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2004). *Sowing the seeds of ROSE. Background, Rationale, Questionnaire Development and Data Collection for ROSE (The Relevance of Science Education). A comparative study of students' views of science and science education*. Oslo: University of Oslo.

Siersma, D., & Drijvers, P. (2007). Rijk aan betekenis, het visiedocument van cTWO in vogelvlucht. *Euclides*, 82(5), 169-172.

Stuurgroep Natuur, Leven en Technologie (2007). *Contouren van een nieuw bètavak. Visie op een interdisciplinair vak: Natuur, Leven en Technologie*. Utrecht: Stuurgroep NLT.

TIMSS (1995). *International versions of the background questionnaires population 3*. Retrieved October 26, from <http://timss.bc.edu/timss1995i/Database.html>.

Verkenningcommissie Scheikunde (2002). *Bouwen aan Scheikunde. Blauwdruk voor een aanzet tot vernieuwing van het vak scheikunde in de Tweede Fase van HAVO en VWO*. Enschede: SLO.

