



# **Evaluatie examenpilot wiskunde B 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:** Wout Ottevanger, Wilmad Kuiper, Elvira Folmer en Lucia Bruning

**Informatie**

SLO

Afdeling: O&A

Projectleider: Wilmad Kuiper

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Telefoon (053) 4840 262

Internet: [www.slo.nl](http://www.slo.nl)

E-mail: [O&A@slo.nl](mailto:O&A@slo.nl)

**AN:** 7.6675.535

# Inhoud

<b>1.</b>	<b>Context, vraagstelling en opzet van de evaluatie</b>	<b>5</b>
1.1	Aanleiding en context	5
1.2	Vraagstelling en theoretisch kader	6
1.3	Opzet en instrumenten	8
1.4	Leeswijzer	11
<b>2.</b>	<b>Resultaten wiskunde B vwo: pilotdocenten</b>	<b>13</b>
2.1	Uitvoerbaarheid	13
2.2	Denkactiviteiten, toepassingen, situaties en contexten	21
2.3	Relevantie	28
2.4	Toetsing	30
<b>3.</b>	<b>Resultaten wiskunde B vwo: pilotleerlingen</b>	<b>33</b>
3.1	Lespraktijk	33
3.2	Toepassingen, situaties en contexten	37
3.3	Relevantie	38
3.4	Toetsing/moeilijkheid	40
<b>4.</b>	<b>Conclusies wiskunde B vwo</b>	<b>43</b>
4.1	Pilotdocenten	43
4.2	Pilotleerlingen	44
	<b>Literatuur</b>	<b>45</b>



# 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 wiskunde-programma'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 B-(examen)programma voor vwo. 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 experimentele 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 B vwo 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.
- Zinvolle integratie van ICT - 'use to learn' - in het wiskundeonderwijs.
- Veel aandacht voor wiskundige kernconcepten (getal, formule, functie, verandering, ruimte, toeval) en voor 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 B voor vwo 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](http://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 B 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

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

### Deelvragen

De eerder genoemde centrale vraag is in het licht van deze curriculumtypologie per wiskunde-programma 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 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 B 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
<b>2009 - 2010</b>	Wiskunde A, B, C (alleen vwo 4), D		
<b>2010 - 2011</b>		Wiskunde A, B, C (alleen vwo 5), D	
<b>2011 - 2012</b>			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 B vwo hebben in vwo 4 (2009-2010) op docent- en leerlingniveau vier pilotscholen meegewerkt aan de evaluatie, in vwo 5 (2010-2011) zes respectievelijk 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
<b>A havo</b>	4 (5)	4 (5)	3 (4)	2 (4)	nvt	
<b>A vwo</b>	5 (7)	5 (7)	7 (7)	7 (7)	6 (6)	6 (6)
<b>B havo</b>	3 (7)	3 (7)	6 (7)	4 (7)	nvt	
<b>B vwo</b>	4 (7)	4 (7)	6 (7)	7 (7)	6 (6)	6 (6)
<b>C vwo</b>	6 (8)	6 (8)	7 (9)	7 (9)	8 (8)	6 (8)
<b>D havo</b>	2 (3)	2 (3)	2 (3)	2 (3)	nvt	
<b>D vwo</b>	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 één 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. Voor wiskunde B vwo zijn twee (2009-2010), drie (2010-2011) en vier (2011-2012) pilotscholen bezocht.

Tabel 1.4 Aantal tijdens schoolbezoeken per leerjaar geëvalueerde wiskundeprogramma's

	Leerjaar 4 2009-2010	Leerjaar 5 2010-2011	Leerjaar 6 2011-2012	Totaal
<b>A havo</b>	-	1	nvt	1
<b>A vwo</b>	2	3	4	9
<b>B havo</b>	2	1	nvt	3
<b>B vwo</b>	2	3	4	9
<b>C vwo</b>	3	3	2	8
<b>D havo</b>	1	1	nvt	2
<b>D vwo</b>	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 B vwo. Voor wat betreft de meting in het vierde leerjaar waren dat zes docenten en 133 leerlingen, voor de meting in het vijfde leerjaar

negen docenten en 154 leerlingen en voor de meting in het zesde leerjaar zeven docenten en 199 leerlingen.

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

	<b>vwo 4 2009-2010</b>	<b>vwo 5 2010-2011</b>	<b>vwo 6 2011-2012</b>
<b>Wiskunde B vwo</b>	6	9	7

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

	<b>vwo 4 2009-2010</b>	<b>vwo 5 2010-2011</b>	<b>vwo 6 2011-2012</b>
<b>Wiskunde B vwo</b>	133	154	199

### **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 elf random geselecteerde NLT-ontwikkel/invoerscholen 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 B 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.



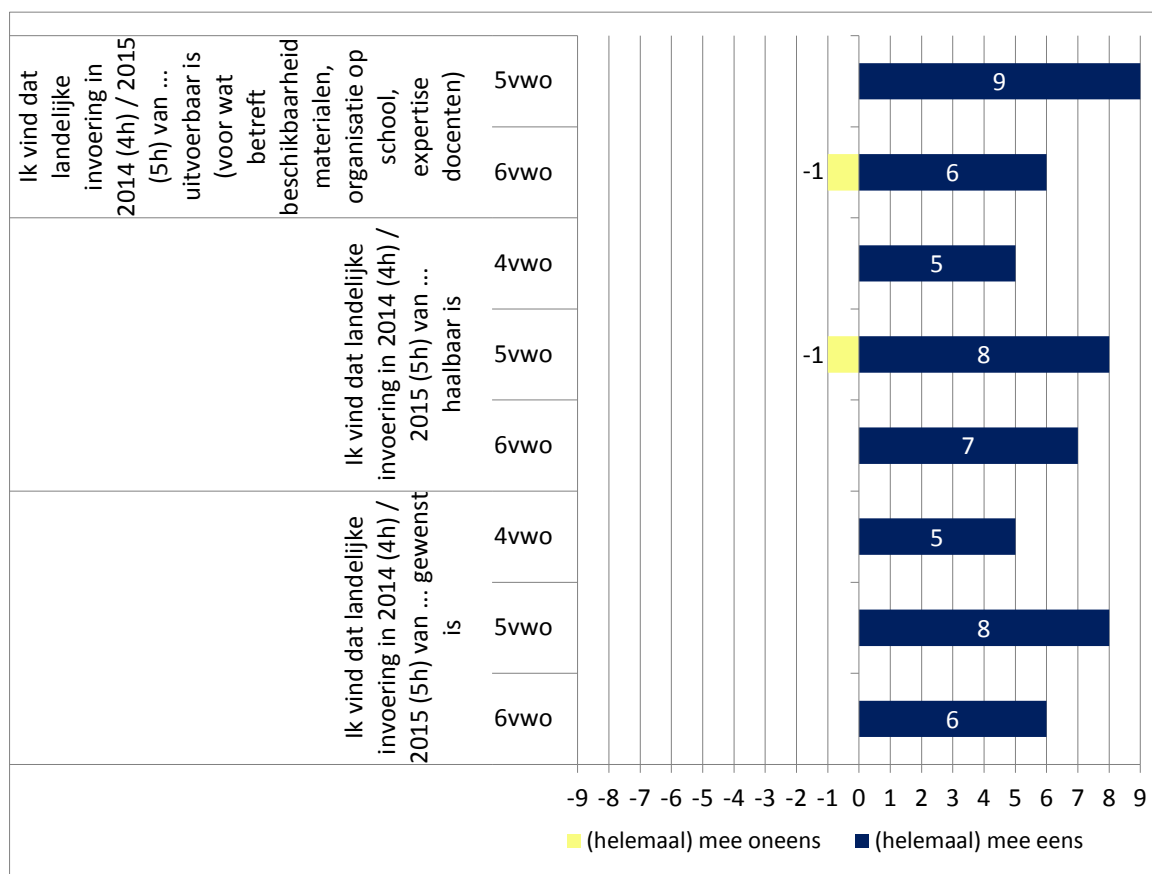
## 2. Resultaten wiskunde B vwo: pilotdocenten

### 2.1 Uitvoerbaarheid

#### Algemeen

**Pilotdocenten zijn in grote meerderheid positief over de wenselijkheid en haalbaarheid van landelijke invoering van wiskunde B voor vwo per 2015. Toch worden er ook kritische opmerkingen geventileerd.**

Uit de vragenlijstgegevens blijkt dat pilotdocenten in grote meerderheid positief oordelen over de wenselijkheid, uitvoerbaarheid en haalbaarheid van landelijke invoering van het vernieuwde wiskunde B programma per 2015 (grafiek 2.1).



Grafiek 2.1 Uitvoerbaarheid algemeen wiskunde B vwo

Als sterke punten van wiskunde B vwo worden (als antwoord op een open vraag in de vragenlijst) meerdere malen genoemd: analytische meetkunde, denkactiviteiten en hun samenhang en algebraïsche vaardigheden. Ook zien docenten meer samenhang tussen verschillende onderwerpen en weinig reproductie waardoor leerlingen gedwongen worden actief te zoeken naar oplossingen. Zwakte punten betreffen vooral de lesmaterialen. Die staan te los van de bestaande methode, zijn anders dan het boek, de kwaliteit van de pilot lesmateriaal laat te

wensen over, teveel denkactiviteiten en weinig afwisseling. Daarnaast wordt een opmerking gemaakt over het ontbreken van kansrekening in wiskunde B en is er *“te weinig tijd om denkactiviteiten echt aan te bieden. Vele opdrachten heb ik moeten overslaan in verband met de beschikbare tijd! Jammer, daardoor zijn vele mogelijkheden om vooral aandacht te besteden aan denkactiviteiten blijven liggen”*. Ook is er een tekort aan herhaling van vaardigheden. Op de vraag aan welke condities zou moeten worden voldaan voor een succesvolle invoering van vernieuwde wiskunde B vwo gaan de antwoorden vooral over de pilotmodules:

- Betere aansluiting van de zes boekjes van cTWO bij onder andere Getal & Ruimte. De insteek van de schrijvers van het materiaal is nu heel anders dan bij Getal & Ruimte en dat gaat zo niet.
- Goede boeken die aansluiten bij de onderbouw.
- Een heldere en duidelijke uiteenzetting van motivatie/visie/achtergronden van de vernieuwing. Voor docenten die nog niet gewerkt hebben met het nieuwe programma: kennis nemen van de hele inhoudelijke vernieuwing: *“Bij module 3/4 wist ik zelf ook niet meer waar ik mee bezig was. Mijn leerlingen reageerden anders op de inhoud van de modules dan op de reguliere stof. Als docent moet je daar op voorbereid zijn”*.
- Stencils meetkunde integreren binnen de werkwijze van de methode. Leerlingen ervaren aparte stencils als moeilijker. Dit komt mede door de andere aanpak hiervan.
- Verschillende en gedegen methodes.

Er mag dan weliswaar sprake zijn van een nagenoeg unaniem positief oordeel over wenselijkheid, uitvoerbaarheid en haalbaarheid van het wiskunde B-programma, maar tijdens schoolbezoeken worden door pilotdocenten ook kritische opmerkingen gemaakt. Zo melden twee docenten: *“Het programma is op zich prima, maar er moet nog wel wat aan gesleuteld worden.”* Op een andere pilotschool is men kritisch over de wijze waarop het programma vorm en inhoud heeft gekregen in de pilotmodules. Daarbij moet vooral de invulling van het onderdeel meetkunde het ontgelden. De kritiek laat zich als volgt samenvatten: de eerste module (pythagoras) was leuk, over de tweede (vectoren) waren leerlingen al minder enthousiast, aan de derde (parametervoorstellingen en rechte lijnen) zat kop noch staart, de vierde (cirkels en parabolen) bevatte heel veel rekenwerk, details en onduidelijkheden en te weinig uitleg en structuur, enzovoorts. De belangrijkste bezwaren zijn dat het lesmateriaal maar weinig over echte meetkunde (en vooral over algebra) gaat, slechts in beperkte mate invulling geeft aan en didactische ondersteuning biedt bij wiskundige denkactiviteiten (vanuit vernieuwingsoogpunt juist belangrijk) en, *last but not least*, niet eerst zorgvuldig is uitgetest. Voor de docenten van deze school was dit alles reden uit de pilot te stappen.

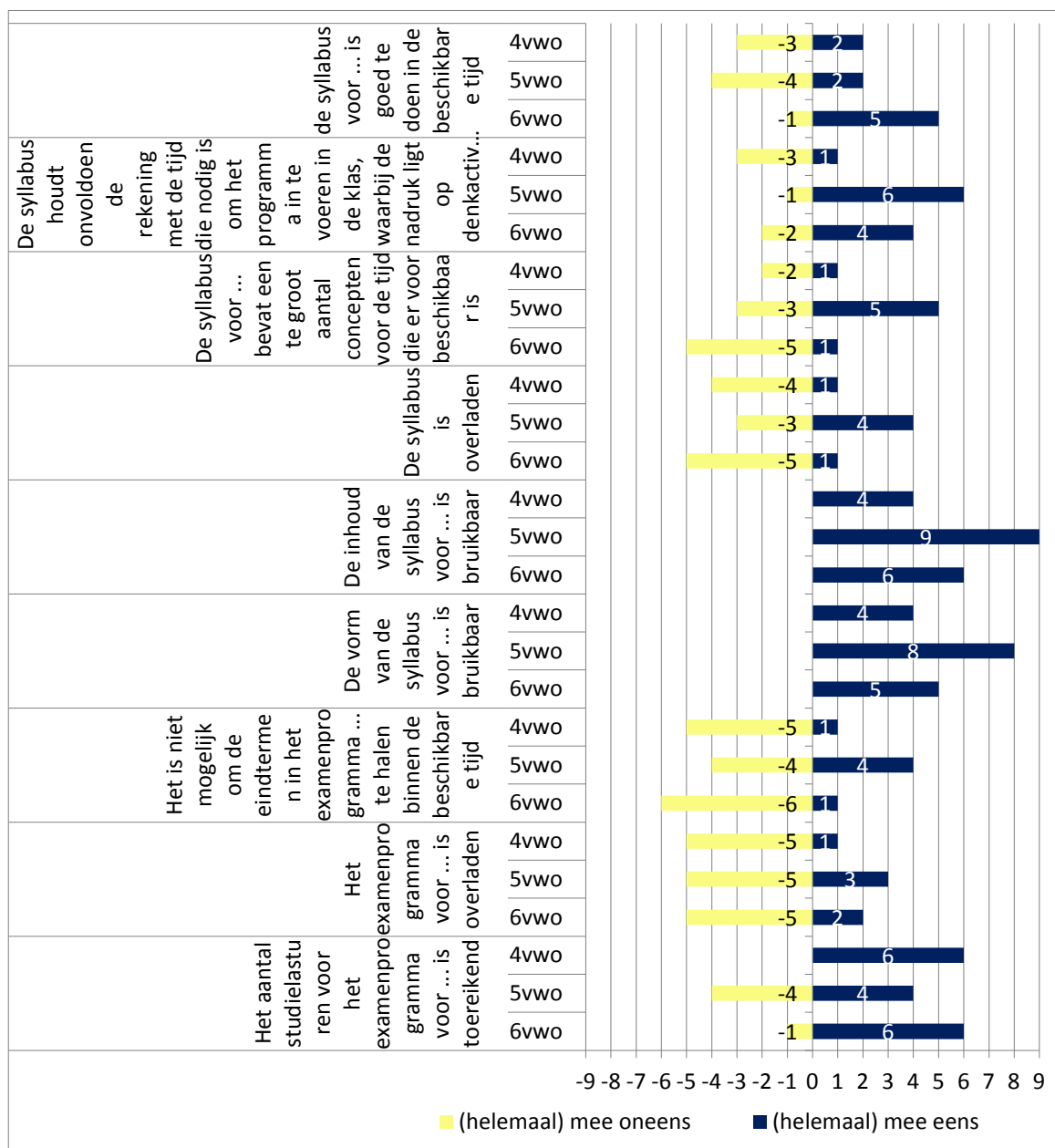
### **Programma**

***Pilotdocenten in vwo 4 en 6 vinden het examenprogramma en de syllabus voor wiskunde B haalbaar in de beschikbare tijd. In vwo 5 zijn de meningen minder eensluidend en lijkt er wel sprake van enige overladenheid.***

Docenten vinden de inhoud en vorm van de syllabus voor wiskunde B vwo bruikbaar (grafiek 2.2). In vwo 6 vindt een ruime meerderheid van de docenten dat de syllabus goed te doen is in de tijd die er voor staat. Docenten in vwo 6 (en vwo 4) vinden dat het aantal studielasturen voor wiskunde B toereikend is. Dit zijn flinke veranderingen ten opzichte van de situatie bij de meting in vwo 5 het jaar daarvoor, waar de mening over studielasturen verdeeld is. Eenzelfde patroon is te zien bij de vraag of het examenprogramma te doen is in de beschikbare tijd. Docenten in vwo 4 en vwo 6 vinden dat dat het geval is, terwijl de vwo 5-docenten daar verdeeld op reageren, ook vanwege het groot aantal concepten dat aan de orde moet komen en de nadruk op denkactiviteiten.

Docenten tijdens een schoolbezoek denken dat het allemaal wel uit kan qua tijd: *“Als je alles op een rijtje zet, is het mogelijk, mits je als docent goed aan time management doet. Daar heeft cTWO ook wel mee geholpen.”* Op een andere pilotschool merken docenten op: *“Het gaat net,*

we komen er mee uit, met de zes modules. Opgaven worden overgeslagen, onderzoekachtige opgaven bij wiskunde B nemen ook veel tijd. Spanning op instructietijd tegenover dingen zelf doen door leerlingen.” Maar ook: “Als je op de toer zit dat je wiskunde het beste leert door leerlingen zelfs de kleinste dingen zelf te laten uitzoeken, dan werkt dat niet bij iedereen. Bij ons zijn ze dat ook niet gewend. De leerlingen hebben geen houvast.” Een aantal docenten had ook graag gezien dat er een stuk statistiek in wiskunde B vwo was gebleven. Dat zit er niet meer in. Daarnaast wordt ook gerefereerd aan stereometrie dat ook geheel is verdwenen uit het programma. Ook maakt een docent zich zorgen over het imago van wiskunde B: “Dat je wiskunde B niet moet doen, want dat is te moeilijk.”



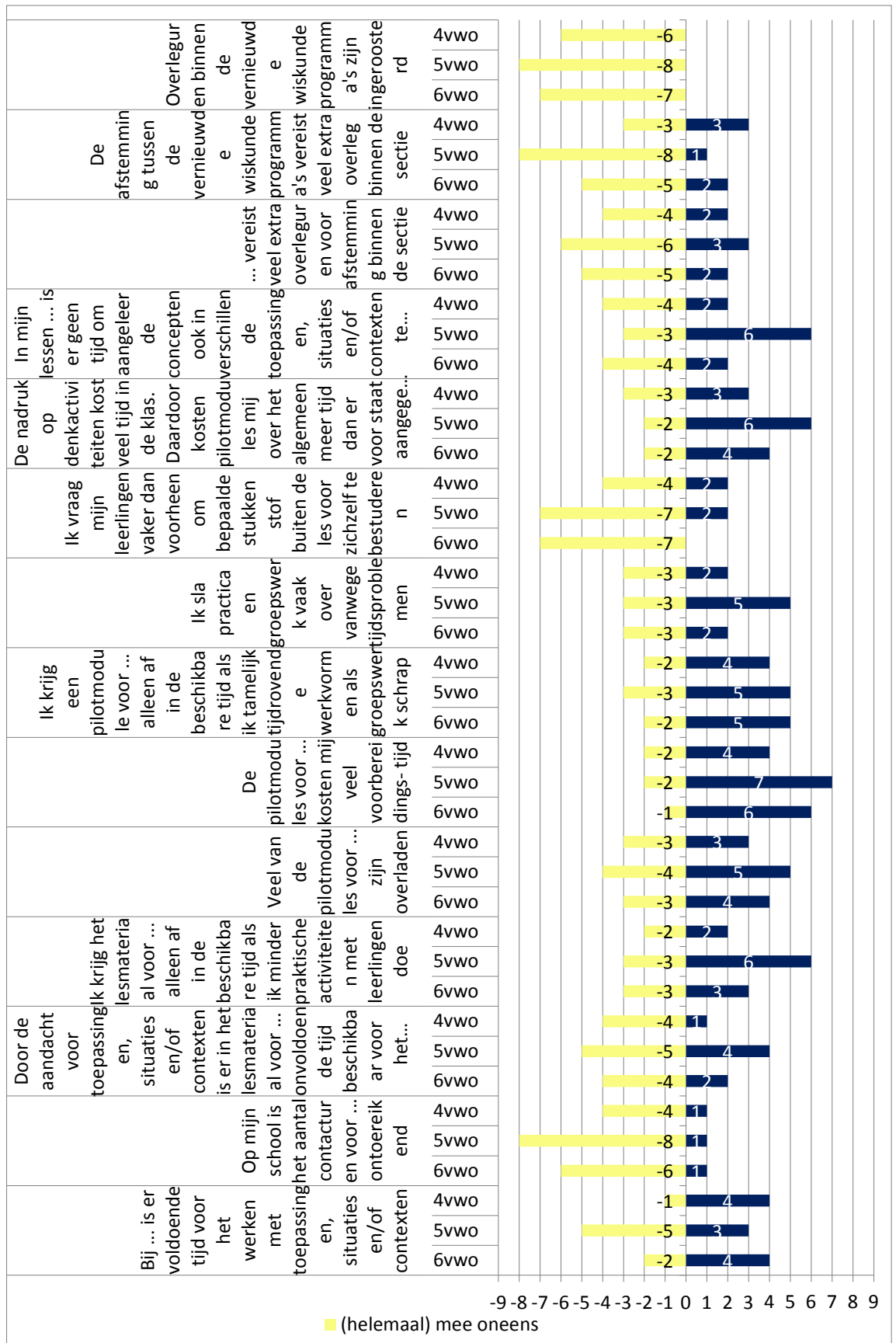
Grafiek 2.2 Uitvoerbaarheid (programma) wiskunde B vwo

## Lespraktijk

### ***De helft van de pilotdocenten ervaart de pilotmodules als overladen. Om modules af te krijgen worden tijdrovende modules geschrapt.***

Iets meer dan de helft van de docenten (vier van de zeven in vwo 6; vijf van de negen in vwo 5) vinden veel van de pilotmodules overladen (grafiek 2.3). Veel docenten (de helft in vwo 6; twee derde in vwo 5) geven aan dat zij het lesmateriaal alleen in de beschikbare tijd af krijgen als zij minder praktische activiteiten met leerlingen doen dan in de pilotmodules gesuggereerd worden. Een ruime meerderheid van docenten schrapt tamelijk tijdrovende werkvormen als groepswork en practica. Zij vragen leerlingen evenwel niet vaker dan voorheen bepaalde stukken stof buiten de les te bestuderen. Een meerderheid van de docenten in vwo 5 en 6 geeft aan dat denkactiviteiten in de klas veel tijd kosten en dat daardoor pilotmodules vaak meer tijd kosten dan er voor staat. Ook geven veel docenten in vwo 5 en 6 aan dat de pilotmodules veel voorbereidingstijd kosten. Een kleine meerderheid vindt dat er voldoende tijd is aandacht te besteden aan toepassingen, situaties en contexten in het lesmateriaal. Overleguren voor afstemming tussen de nieuwe wiskundeprogramma's zijn niet ingeroosterd. Overigens vinden docenten niet dat een dergelijke afstemming veel extra overleg vereist in de sectie. Eén docent geeft aan bij bepaalde modules regelmatig in tijdnood te komen. Dit komt volgens deze docent doordat er te veel extra uitleg voor leerlingen nodig is. Drie docenten behandelen regelmatig dingen die niet in de syllabus staan maar die ze wel belangrijk vinden. Zij komen hierdoor niet in tijdnood. Tijdens schoolbezoeken blijkt dat wiskunde B vwo in de praktijk net uit kan wat betreft tijd: *“Je moet afwegen of je alles moet doen (niet alles is altijd maar relevant) en of je steeds wel van scratch het pad naar een oplossing moet doorlopen.”* Op een andere school zijn sommige dingen er wel bij in geschoten: *“De gedachte achter meetkunde was duidelijke toepassingen en dergelijke, en denkactiviteiten, daar moest het over gaan. Zelfs de eenvoudigste dingen vinden leerlingen moeilijk. Leerlingen in vwo 6 hebben te weinig denkactiviteiten gehad en hebben zich echt door de basisstof moeten worstelen.”* Een docent op een van de pilotscholen ziet de vernieuwing als veel zelf doen door leerlingen en aandacht voor denkactiviteiten, maar dat vinden de leerlingen vervelend. Die zijn dat niet gewend en vinden dat niet prettig: *“Ik heb wel veel concessies gedaan. Ik neem mijn verantwoordelijkheid als docent en ga de leerlingen zekerheid bieden. Je zoekt een middenweg tussen ideaal en praktijk. Dat is wel een zoektocht geweest.”*





Grafiek 2.3 Uitvoerbaarheid lespraktijk wiskunde B vwo

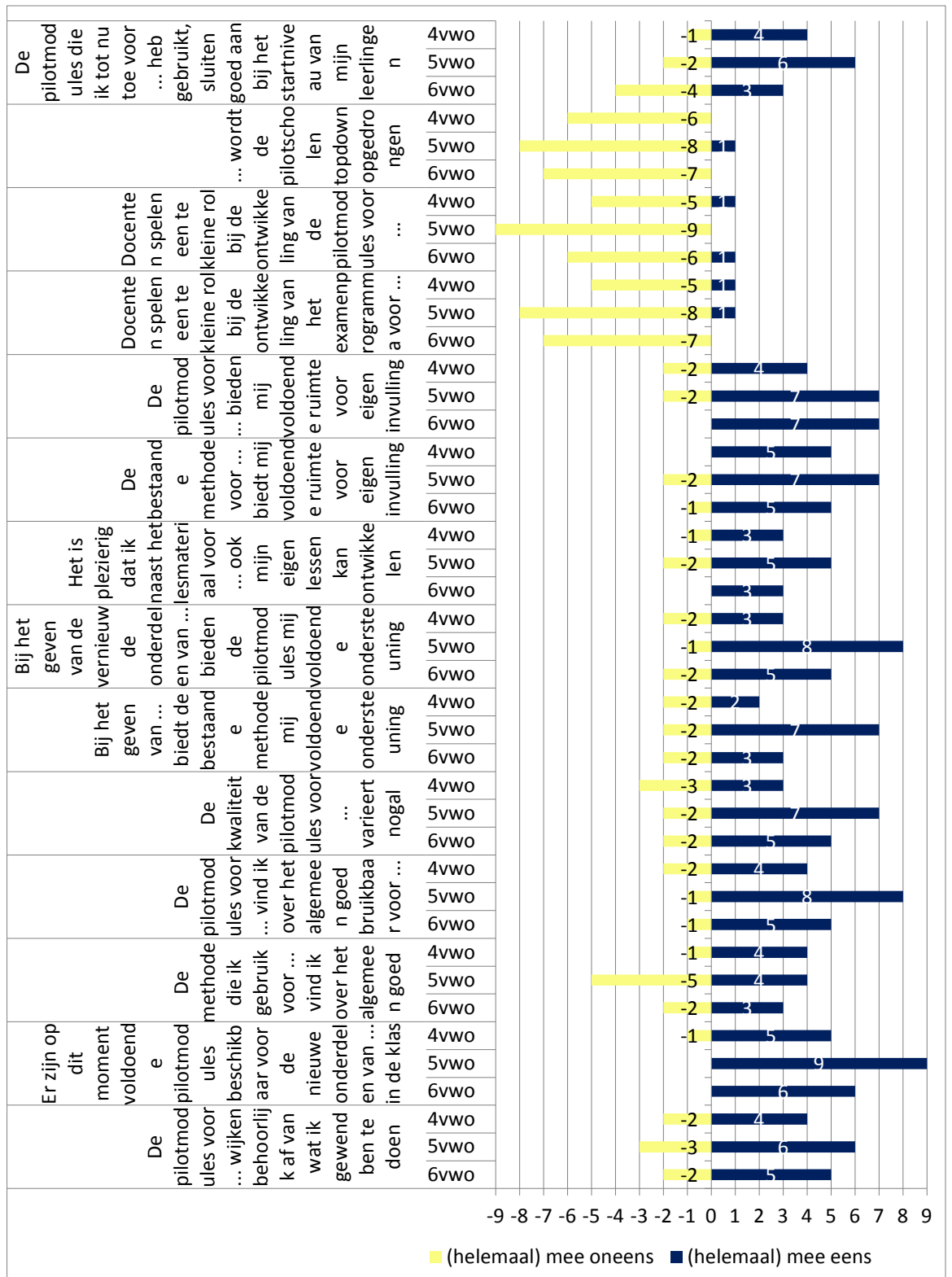
## Lesmateriaal

***Pilotdocenten maken gebruik van de pilotmodules en bestaande methodes. Ze zijn positief over de bruikbaarheid en beschikbaarheid van modules, al varieert de kwaliteit ervan wel. Ook worden kritische opmerkingen gemaakt over op de manier waarop het programma vorm en inhoud heeft gekregen in de pilotmodules.***

Docenten reageren nogal verdeeld op de vraag of de pilotmodules goed aansluiten bij het startniveau van leerlingen (grafiek 2.4). Waar docenten in vwo 4 en vwo 5 dat in ruime meerderheid wel vinden, vinden docenten in vwo 6 dat in meerderheid niet. Een ruime meerderheid vindt dat de pilotmodules voldoende ondersteuning bieden bij het geven van vernieuwde onderdelen van wiskunde B vwo. Dat geldt ook voor de ondersteuning die bestaande methodes bieden bij het geven van wiskunde B, vinden docenten in vwo 5. In vwo 6 zijn docenten nogal verdeeld op dit punt. Alle vwo 6-docenten maken naast modules voor wiskunde B ook gebruik van een bestaande methode: Moderne Wiskunde (4x), Getal & Ruimte (1x) en/of de Wageningse Methode (2x). De pilotmodules geven voldoende ruimte voor eigen inbreng, vindt een ruime meerderheid van de docenten. Dit laatste geldt ook voor de methodes die de docenten gebruiken. Een ruime meerderheid vindt dat de pilotmodules behoorlijk afwijken van wat ze gewend zijn te doen, dat er voldoende modules beschikbaar zijn, maar dat de kwaliteit ervan nogal varieert. Een meerderheid van de docenten vindt het plezierig om naast de beschikbare pilotmodules eigen lessen te kunnen ontwikkelen. Tenslotte vinden docenten niet dat zij onvoldoende worden betrokken bij de ontwikkeling van het examenprogramma en de pilotmodules. Ook vinden zij niet dat vernieuwde wiskunde B de pilotscholen *top-down* wordt opgedrongen.

Geen van de wiskunde B-docenten ontwikkelt zelf lesmateriaal als auteur van cTWO. Twee van hen ontwikkelen wel zelf lesmateriaal voor de eigen lespraktijk. Eén docent maakt aanpassingen op bestaand werk, de ander ontwikkelt zelf materiaal voor meetkunde. Alle docenten maken gebruik van het door cTWO ontwikkelde lesmateriaal. De docenten gebruiken dit voor het onderdeel meetkunde.

Tijdens schoolbezoeken reflecteren docenten over een aantal aspecten van de door cTWO ontwikkelde modules, over de manier van ontwikkelen, over geboden houvast en structuur en over de noodzaak voor verwerkingsopgaven. *“Het waren hobby’s van iedereen. Dat is allemaal wel interessant, maar men vertaalt dat niet naar de klas waar het gegeven moet worden. Dat was dan het probleem van de docenten en de leerlingen. Er is gewoon een deel van de leerlingen dat meer houvast nodig heeft, zwakke presteerders die worden onvoldoende bediend door de modules.”* En een van de docenten die eerder (zie 2.1) kritiek ventileerden op de manier waarop het programma inhoud en vorm heeft gekregen in de modules: *“Het materiaal is niet eerst uitgetest; wij proberen het materiaal voor het eerst uit. Vervolgens worden de foutjes er niet uitgehaald, maar wordt er compleet iets anders gemaakt. De vraag is dan wat je precies wilt beproeven.”* *“Het aantal verwerkingsopgaven is (bovendien) erg klein. De leerlingen zijn gewend aan houvast via verwerkingsopgaven. Ikzelf vind ook dat die opgaven echt nodig zijn.”* In algemene zin vragen docenten zich nog af: *“Zou het niet veel verstandiger zijn om de vernieuwing zichtbaar te maken in pareltjes en de rest op een andere manier te doen, want dit leidt alleen maar tot frustratie.”*

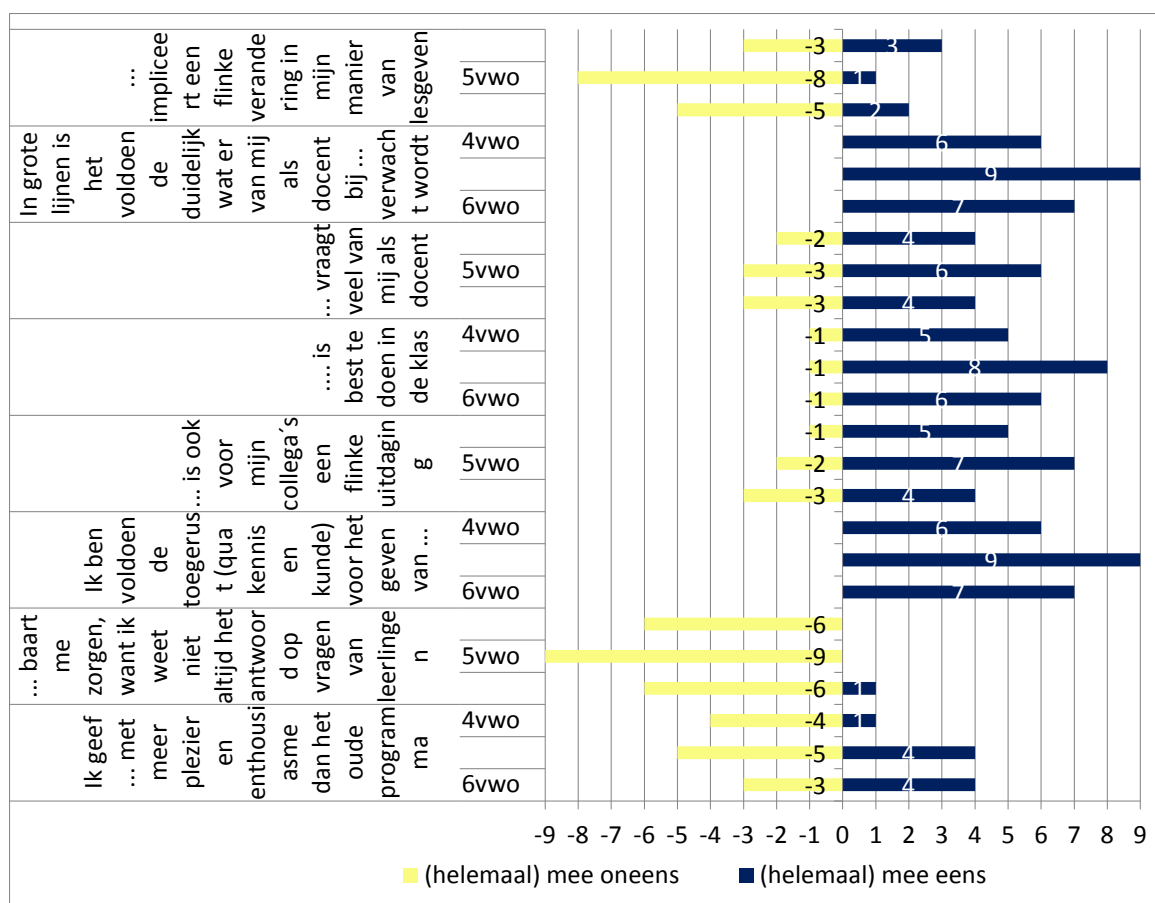


Grafiek 2.4 Uitvoerbaarheid lesmateriaal wiskunde B vwo

## Invoering

### **Pilotdocenten ervaren het wiskunde B-programma niet als een flinke verandering in de manier van lesgeven. Ze vinden dat duidelijk is wat er van hen wordt verwacht.**

Voor veel pilotdocenten is het vernieuwde wiskunde B-programma geen grote verandering in de manier waarop zij lesgeven (grafiek 2.5). Voor alle pilotdocenten is het in grote lijnen ook duidelijk wat er van hen wordt verwacht. Het is best te doen in de klas en docenten vinden ook dat ze voldoende zijn toegerust voor het geven ervan. Desondanks geeft een ruime meerderheid aan dat het best veel van ze vergt en dat het ook voor collega's een flinke uitdaging is. Ongeveer de helft van de docenten geeft vernieuwd wiskunde B met meer plezier en enthousiasme dan het oude programma. Docenten die Getal en Ruimte gebruiken (dat qua opbouw sterk afwijkt van de pilotmodules) geven aan dat wiskunde B wel een andere manier van lesgeven vergt: *“Er is een enorme kloof tussen de methode Getal & Ruimte (G&R) en de cTWO-boekjes. Het onderwijskundige concept achter de boekjes is heel anders dan bij de methode. G&R is heel gestructureerd, leerlingen vinden daarin hun weg. Tijdens de les brengen we nu zelf structuur aan, we leggen de modules uit zoals G&R dat doet en beginnen dan met de opgaven.”*

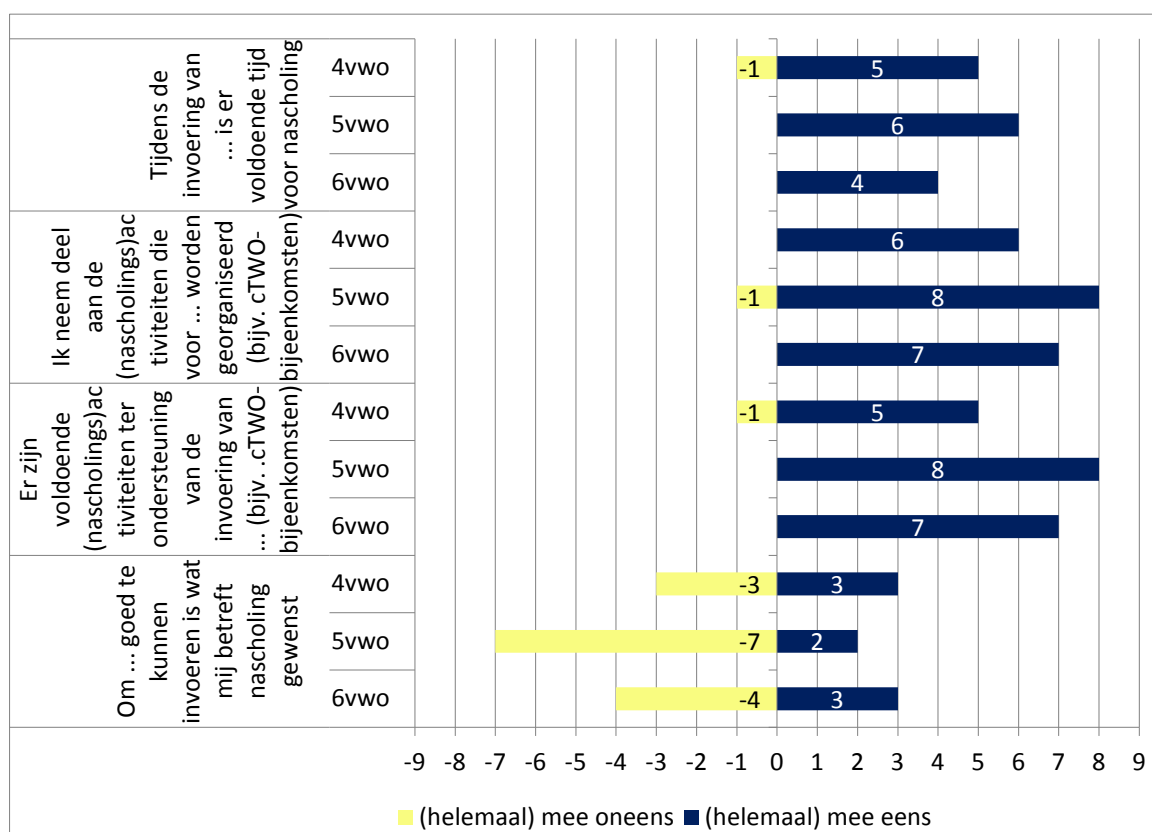


Grafiek 2.5 Uitvoerbaarheid invoering wiskunde B vwo

## Nascholing

### **Nascholing anders dan in cTWO-verband georganiseerd vinden pilotdocenten niet nodig.**

Slechts een minderheid van de pilotdocenten vindt dat nascholing nodig is om wiskunde B goed te kunnen invoeren (grafiek 2.6). Vrijwel alle docenten vinden dat er voldoende nascholingsactiviteiten zijn (bijvoorbeeld georganiseerd door cTWO). De meeste docenten nemen deel aan nascholingsactiviteiten en vinden dat er voldoende nascholingsactiviteiten zijn. Tijdens een schoolbezoek laat een docent zich uit over bijeenkomsten van de ontwikkelgroep: *‘Deze waren zeer stimulerend. We hebben in collegiale sfeer samengewerkt en zonder dat en zonder de uitwisseling van ervaringen was het niet gegaan. cTWO heeft dat perfect gedaan. Je komt opgeladen terug van die bijeenkomsten. Er is echt een band ontstaan in die groep. Grote winst is dat je kijkt buiten je eigen school.’*



Grafiek 2.6 Uitvoerbaarheid: ondersteuning in vorm van nascholing wiskunde B vwo

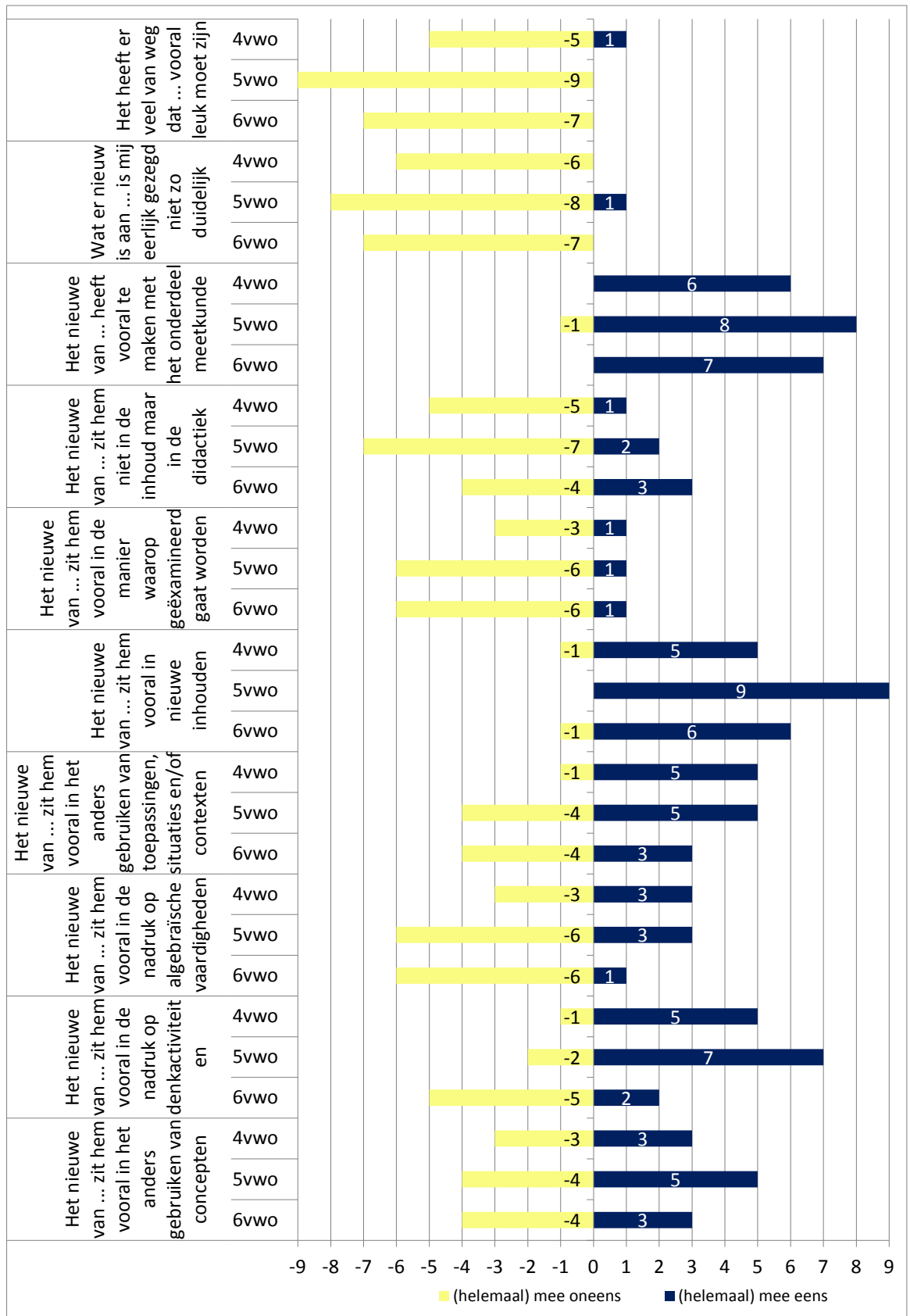
## 2.2 Denkactiviteiten, toepassingen, situaties en contexten

### Vernieuwing

#### **Het nieuwe van wiskunde B betreft de inhoud en de nadruk op denkactiviteiten en in mindere mate het anders gebruiken van concepten.**

Voor pilotdocenten is duidelijk wat er nieuw is aan vernieuwde wiskunde B (grafiek 2.7). Het nieuwe zit hem volgens hen vooral in nieuwe inhoud en heeft het te maken met het onderdeel meetkunde. Het nieuwe zit hem niet zozeer in het anders gebruiken van concepten en toepassingen en ook niet in de nadruk op algebraïsche vaardigheden, niet in de didactiek en ook niet in de manier waarop wiskunde B geëxamineerd gaat worden. Over de nadruk op denkactiviteiten als vernieuwing zijn de docenten verdeeld. Ze denken niet dat wiskunde B is ontworpen om vooral leuk te zijn. Tijdens schoolbezoeken gaat het vaak over denkactiviteiten, hoe die vorm te geven, of er voldoende tijd is om die te doen in de klas en hoe die getoetst moeten worden: *‘Wat is de inhoudelijke didactische vernieuwing, vraag je je als docent af. Maar*

*er is veel moeite gedaan om dat te conceptualiseren.” En: “cTWO heeft heel veel problemen verzameld en daar kun je aan werken. Dat zijn dan de denkactiviteiten, gepresenteerd als een stuk tekst of als een tekening. De oplossingsstrategie ligt niet vast. De denkactiviteiten hebben een houdbaarheid van één à twee toetsen. Daarna worden het voor leerlingen algoritmes.” En: “Als je voor jezelf een beeld hebt van hoeveel sommen je zet in de sfeer van denkactiviteiten en wanneer je dat afkapt, dan lukt het wel. Je moet dus echt aan time management doen wat dat betreft.”*



Grafiek 2.7 Vernieuwing wiskunde B wwo

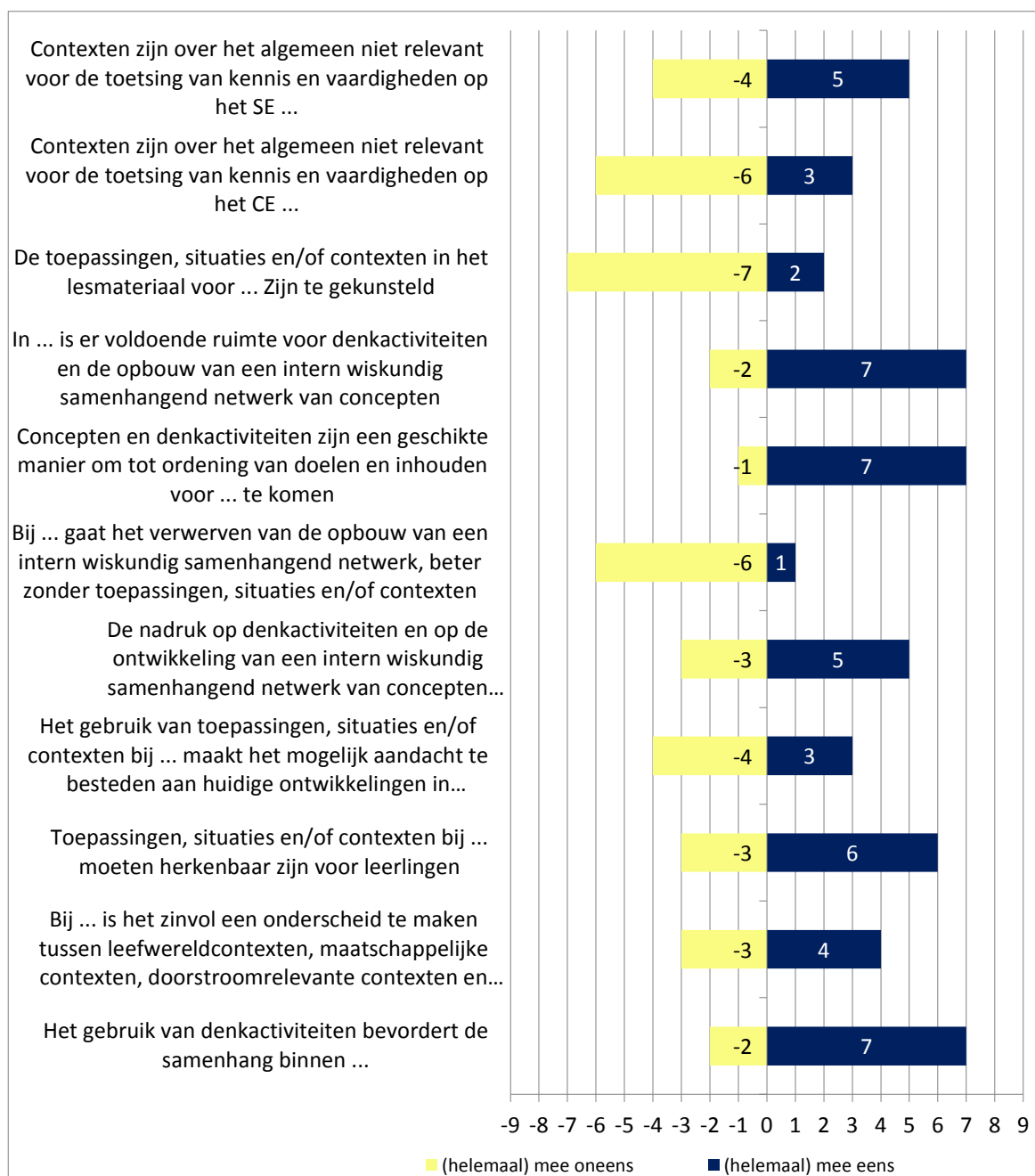
### **Algemene rol van denkactiviteiten, toepassingen, situaties en contexten**

***Het gebruik van concepten bevordert de interne samenhang binnen wiskunde B.***

***Over of denkactiviteiten geschikte manieren zijn om doelen en inhoud te ordenen wordt verschillend gedacht.***

Alle pilotdocenten zijn van mening dat er bij wiskunde B vwo voldoende ruimte is voor denkactiviteiten en voor de opbouw van een intern wiskundig samenhangend netwerk van concepten (grafiek 2.8). Ze vinden dat er voldoende ruimte is voor verbreding en verdieping. Het gebruik van denkactiviteiten bevordert de samenhang binnen vernieuwde wiskunde B, zo vindt een meerderheid. Ook bevordert het de aantrekkelijkheid van het vak voor leerlingen. Pilotdocenten reageren nogal verdeeld op de vraag of concepten en denkactiviteiten een geschikte manier zijn om tot ordening van doelen en inhoud te komen. Waar in vwo 5 bijna alle docenten dat vinden, vinden vier van de zes docenten in vwo 6 dat niet. Een minderheid vindt dat toepassingen en contexten het mogelijk maken aandacht te besteden aan huidige maatschappelijke ontwikkelingen. Die moeten dan wel herkenbaar zijn voor leerlingen, denken vrijwel alle docenten. Het type contexten dat het meest wordt gebruikt zijn wiskundig didactische contexten. Eén docent geeft aan doorstroomrelevante contexten het meest te gebruiken. Wat betreft het examen zijn docenten verdeeld over de rol van contexten en of die relevant zijn voor de toetsing van kennis en vaardigheden op het CE en SE.





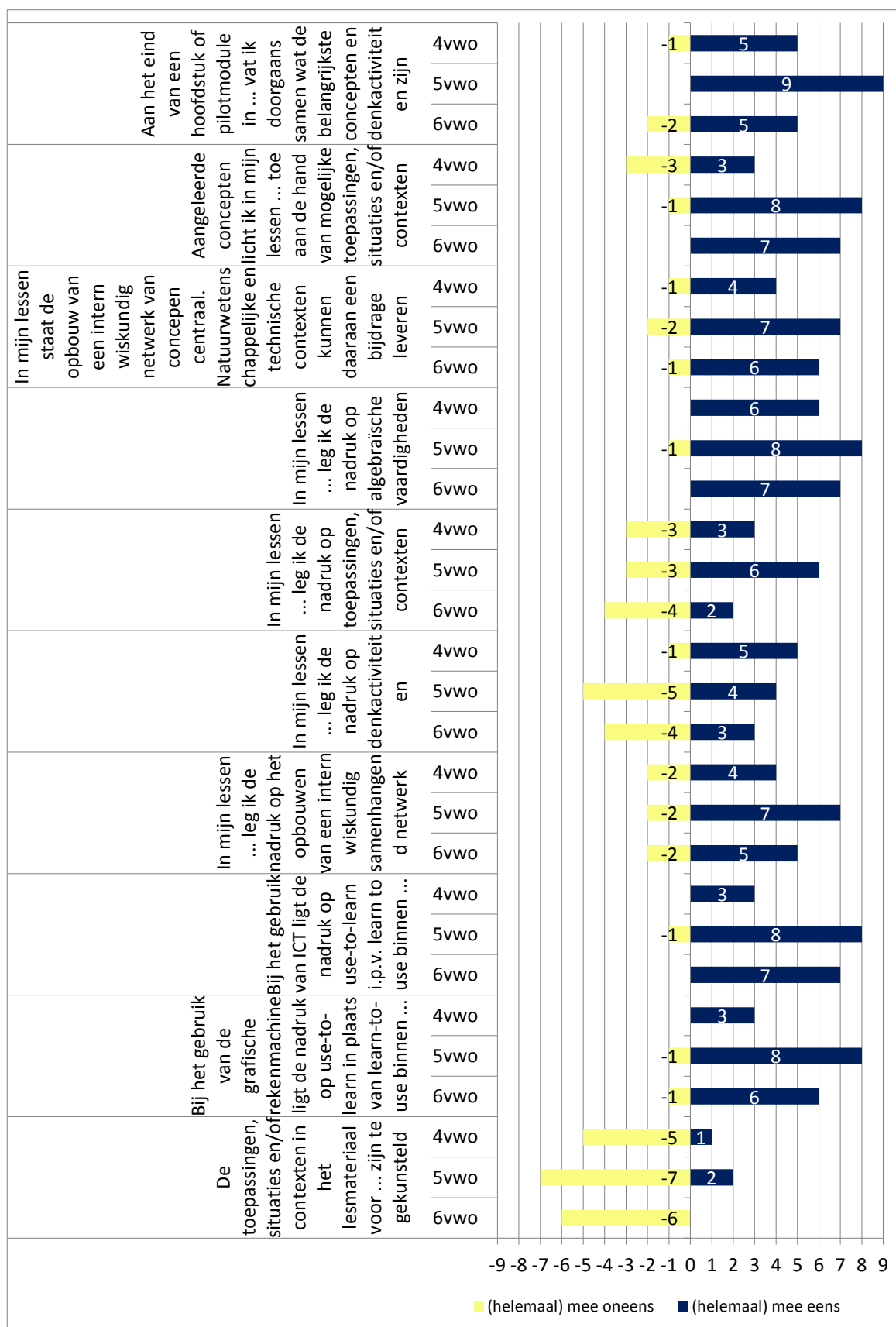
Grafiek 2.8 Algemene rol van denkactiviteiten, toepassingen, situaties en contexten wiskunde B vwo

### Rol van denkactiviteiten, toepassingen, situaties en contexten in de lespraktijk

***Pilotdocenten leggen in lessen de nadruk op algebraïsche vaardigheden en op het opbouwen van een intern wiskundig samenhangend netwerk van concepten. Concepten worden toegelicht aan de hand van toepassingen. Bij het gebruik van de grafische rekenmachine en ICT leggen bijna alle docenten de nadruk op 'use to learn'.***

Docenten leggen in de les de nadruk op algebraïsche vaardigheden en op het opbouwen van een intern wiskundig netwerk van concepten (grafiek 2.9). Toepassingen krijgen veel minder accent. Waar in vwo 5 de nadruk nog ligt op toepassingen, is dat vwo 6 sterk afgenomen (twee van de zes docenten geven dat aan). Een minderheid legt ook het accent op denkactiviteiten. Bijna alle docenten lichten in de les concepten toe aan de hand van toepassingen en/of bouwen vanuit hier concepten op. Vrijwel alle docenten vatten de belangrijkste concepten en

denkactiviteiten aan het eind van een hoofdstuk of module samen. Bij het gebruik van de grafische rekenmachine en ICT leggen bijna alle docenten de nadruk op *use to learn* in plaats van *learn to use*. Een docent tijdens een schoolbezoek: *“Nadruk op denkactiviteiten is een van de speerpunten binnen de vernieuwing, maar dat alles is beperkt uit de verf gekomen. We zijn er bij cTWO wel mee bezig geweest, maar dat valt allemaal best wel tegen. Wel makkelijker in te brengen in de nieuwe onderdelen, in de boekjes. Ik denk dat het slechts in beperkte mate haalbaar is en dan gekoppeld aan wiskunde B. Daar kun je onderdelen wat meer op denkactiviteiten richten.”* Tijd lijkt een voortdurende zorg, als het over denkactiviteiten gaat, en dan vooral de zorg dat die tijd ten koste gaat van *“aandacht voor vaardigheden en voor het opbouwen van een zekere mate van routine. Er is te weinig mogelijkheid voor oefening.”* Een andere docent merkt op: *“In de boekjes staan vooral (teveel) denkactiviteiten, maar daar is voor leerlingen vaak moeilijk door te komen. Voor docenten kost het vaak ook veel tijd om bij bepaalde activiteiten tot een goede oplossing en conclusie te komen.”*



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

## 2.3 Relevantie

***Pilotdocenten vinden wiskunde B vooral wetenschappelijk relevant voor leerlingen. Zij denken niet dat leerlingen door de vernieuwing de relevantie van wiskunde beter zien. En de meesten denken niet dat leerlingen door de nadruk op use to learn in plaats van op learn to use de relevantie van wiskunde B beter zien.***

Pilotdocenten vinden dat wiskunde B wetenschappelijk relevant is voor leerlingen, en in veel mindere mate maatschappelijk en persoonlijk relevant (grafiek 2.10). Zij vinden niet dat leerlingen enthousiast zijn over het vak, door de vernieuwing een beter beeld hebben van wat je later met het vak kunt, de relevantie van het vak beter zien, en dat het vak hen motiveert doordat er ruimte is voor verbreding en verdieping. Zij reageren verdeeld op de vraag of ze in hun lessen aansluiten bij de leefwereld van de leerlingen. Wel vinden ze dat wiskunde B voor leerlingen wetenschappelijk relevant is. De meningen verschillen over of wiskunde B maatschappelijk en persoonlijk relevant is voor hun leerlingen. Een kleine meerderheid gebruikt toepassingen die aansluiten op wetenschappelijke actualiteit, een minderheid sluit aan bij beroepsmogelijkheden en de leefwereld van de leerlingen. Pilotdocenten stimuleren leerlingen die goed zijn voor een bètastudie te kiezen. Het merendeel van de docenten denkt niet dat leerlingen door de nadruk op *use to learn* in plaats van *learn to use* de relevantie van wiskunde B beter zien. In gesprekken met docenten tijdens schoolbezoeken merkt een docent op: *“De verbreding van de blik door wiskunde B is geslaagder dan in het oude programma en dus relevanter voor buiten en vervolgopleiding.”* En: *“Leerlingen die nieuwe wiskunde B hebben gevolgd zijn veel zelfstandiger en kunnen meer dan de leerlingen die het oude programma hebben gevolgd. Ik denk dat deze leerlingen beter voorbereid zijn op de vervolgopleiding.”*

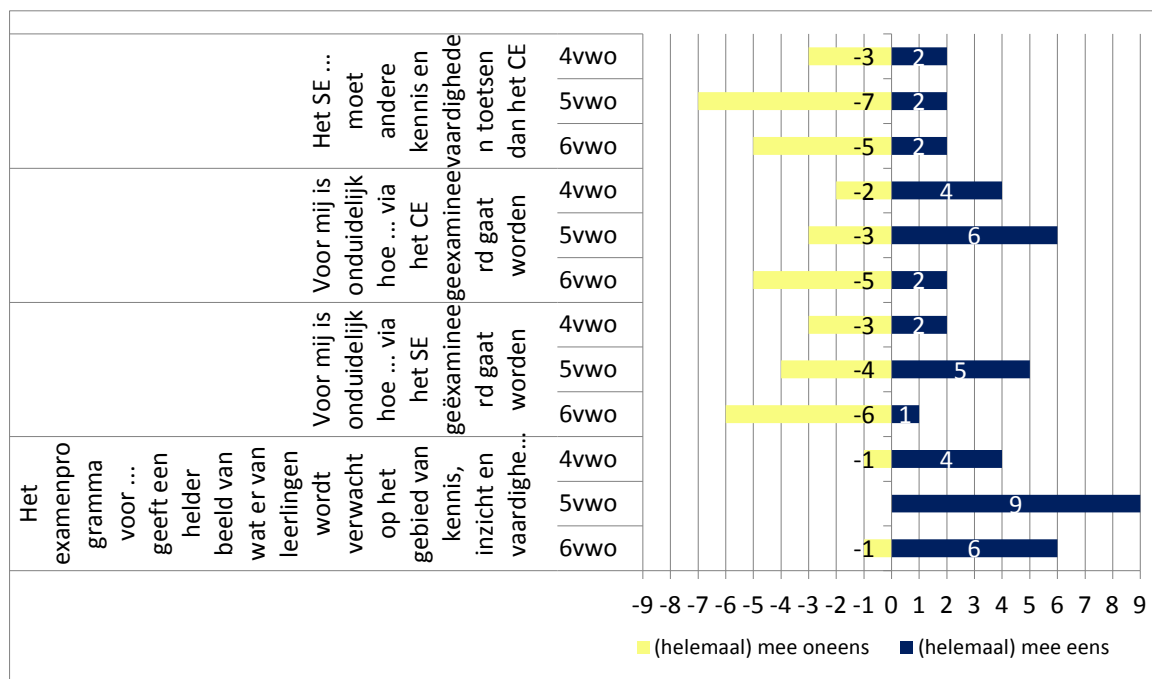


## 2.4 Toetsing

### Examen

**Pilotdocenten zeggen een helder beeld te hebben van wat er bij wiskunde B wordt verwacht van leerlingen. Gaandeweg de pilot is voor meer docenten duidelijk geworden hoe het programma geëxamineerd gaat worden.**

Vrijwel alle pilotdocenten vinden dat het examenprogramma wiskunde B vwo een helder beeld geeft van wat er van leerlingen verwacht wordt op het gebied van kennis, inzicht en vaardigheden (grafiek 2.11). Voor de meerderheid van de docenten is het evenwel onduidelijk hoe het programma geëxamineerd gaat worden via het SE en het CE, met de toevoeging dat dat voor een meerderheid van de docenten in vwo 6 inmiddels wel duidelijk is. Dat laatste is gegeven de nadering van het examen begrijpelijk en tevens hoopgevend. Volgens een minderheid van de docenten zou het SE andere kennis en vaardigheden moeten toetsen dan het CE. Tijdens schoolbezoeken gaat het ook over denkactiviteiten en of de toetsing daarvan in het CE of het SE moet gebeuren: "Toetsing van denkactiviteiten is lastig. Je moet bij leerlingen wel markeren dat dit en dat een denkactiviteit is en dat ze daar voldoende tijd voor moeten nemen. Hoe zou je dat moeten doen op het CE? Ikzelf denk dat dat in het SE moet."



Grafiek 2.11 Toetsing: examen wiskunde B vwo

### Lesmateriaal

**Pilotdocenten toetsen concepten binnen toepassingen en denkactiviteiten. Zij maken toetsen meestal zelf. Gaandeweg de pilot vinden minder docenten dat moeilijk.**

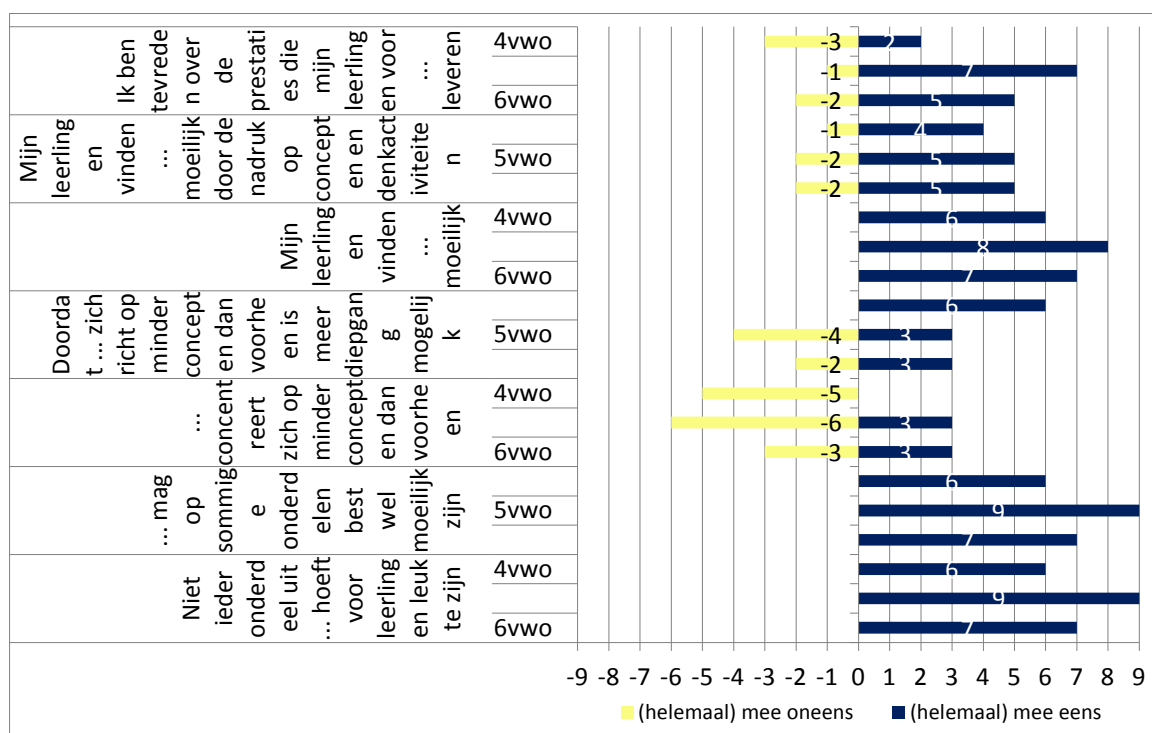
Pilotdocenten sluiten modules doorgaans af met een toets (grafiek 2.12). Zij gebruiken hiervoor toetsen die zij zelf hebben ontwikkeld. Een minderheid van de docenten gebruikt ook toetsen uit de methode. Pilotdocenten in vwo 6 denken dat het duidelijk is voor hun leerlingen wat ze moeten kennen voor de toetsen voor wiskunde B, terwijl in vwo 5 een meerderheid vindt dat dat niet zo is. In vwo 5 zeggen vijf van de negen docenten het lastig te vinden zelf toetsen voor wiskunde B te ontwikkelen; in vwo 6 zijn dat nog twee van de zeven docenten. In de gebruikte toetsen wordt geprobeerd naast concepten ook denkactiviteiten te toetsen. Vijf van de zes vwo 6-docenten geven aan concepten te toetsen binnen toepassingen, tegen drie van de acht in vwo 5. Tijdens schoolbezoeken blijkt ook dat docenten ook zelf toetsen maken en dat er ook een goede uitwisseling is van toetsen tussen alle pilotdocenten. Zo hebben alle pilotscholen ook



### Moeilijkheid en diepgang

**Pilotdocenten geven aan dat leerlingen wiskunde B moeilijk vinden, ook vanwege de nadruk op concepten en denkactiviteiten. Toch zijn docenten tevreden over de leerlingprestaties.**

Volgens pilotdocenten mag wiskunde B op onderdelen best moeilijk zijn (grafiek 2.13). En het hoeft voor leerlingen niet altijd leuk te zijn. In vwo 4 en 5 zijn docenten van mening dat wiskunde B zich niet op minder concepten concentreert. In vwo 6 zijn de meningen daarover verdeeld. Volgens de meeste docenten vinden leerlingen het vak ook moeilijk, ook door de nadruk op concepten en denkactiviteiten. De meeste pilotdocenten zijn echter wel tevreden over de prestaties van hun leerlingen, in vwo 4 wat minder docenten dan in vwo 5 en 6. *“De resultaten van leerlingen zijn vergelijkbaar met wat het eerder was”,* denkt een van de docenten. Vergelijkenderwijs denkt een andere docent dat *“de prestaties van leerlingen gemiddeld zijn. De vernieuwing heeft niet geleid tot andere prestaties.”*



Grafiek 2.13 Toetsing: moeilijkheid en diepgang wiskunde B vwo



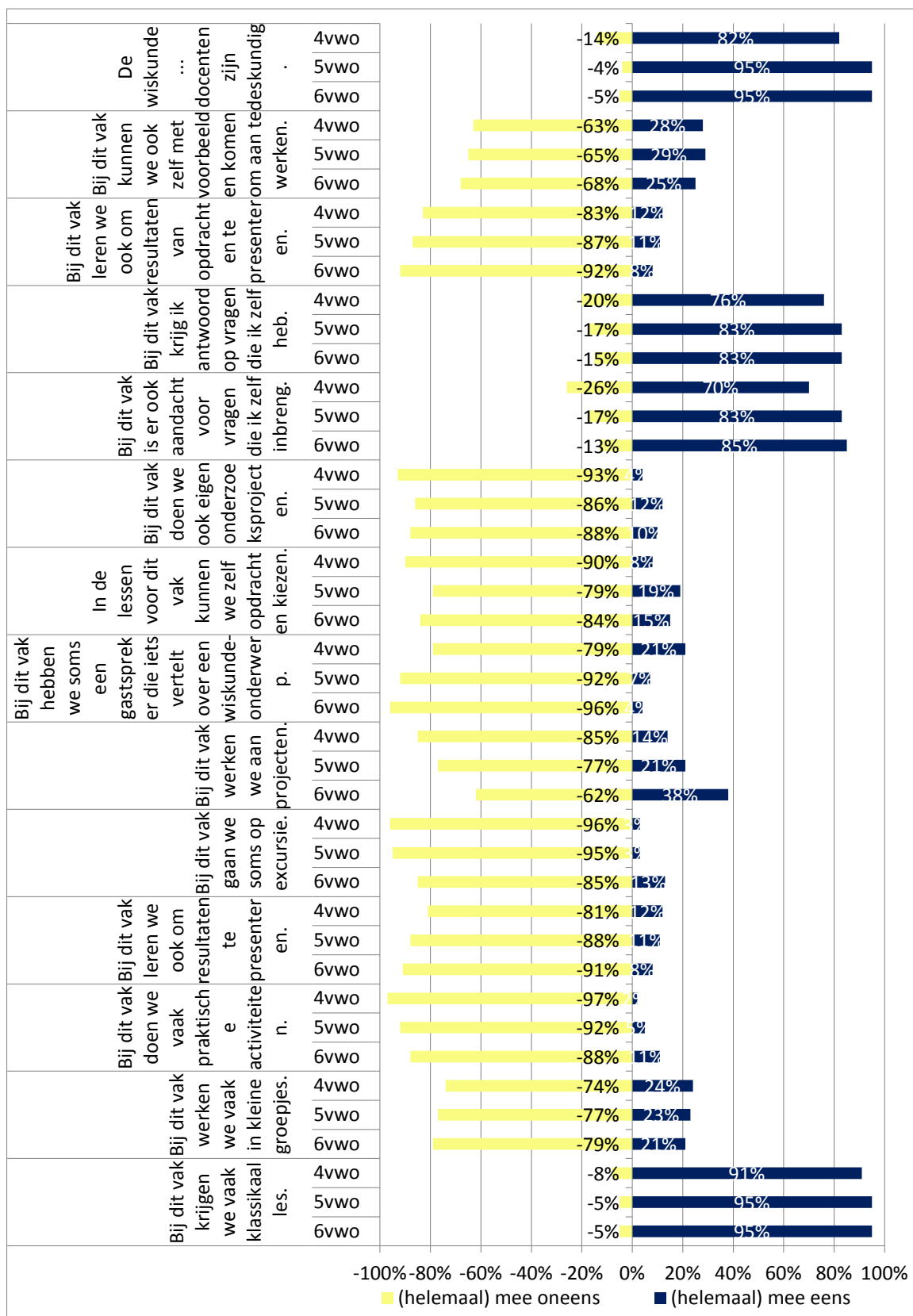
# 3. Resultaten wiskunde B vwo: pilotleerlingen

## 3.1 Lespraktijk

### Leeractiviteiten

***Pilotleerlingen krijgen bij wiskunde B hoofdzakelijk klassikaal les en soms in kleine groepjes. Er is aandacht voor hun vragen en zij krijgen daar ook antwoord op van, naar hun mening, deskundige docenten.***

Bijna alle pilotleerlingen geven aan klassikaal les te krijgen. Een kwart van de leerlingen zegt ook vaak les te krijgen in kleine groepjes (Grafiek 3.1). Praktische activiteiten, onderzoeksprojecten en resultaten presenteren worden door weinig leerlingen gedaan. In vwo 6 geeft ruim een derde van de leerlingen aan te werken aan projecten. In vwo 5 en vwo 4 zijn dat er minder. Leerlingen gaan over het algemeen niet op excursie en ook gastsprekers worden nauwelijks ingezet. Volgens ruim 80% van de leerlingen is er aandacht voor vragen die zij zelf inbrengen, vragen waarop zij aangeven ook antwoord te krijgen. De meeste leerlingen kunnen zelf, zeggen ze, geen opdrachten kiezen. Wel kunnen ze volgens zo'n 30% van de leerlingen zelf met voorbeelden komen om aan te werken. Vrijwel alle leerlingen zijn van mening dat hun wiskunde B-docent deskundig is. Net als in de twee eerdere metingen in vwo 4 en vwo 5 is de beschrijving van de lessen van wiskunde B in vwo 6 in de meeste scholen als volgt: *“Eerste gedeelte uitleg, tweede gedeelte sommen maken. Soms is er uitleg tussendoor. Opdrachten bespreken, klassikaal”* (zoals leerlingen aangeven op een van de bezochte scholen). En: *“Wel moderne smartboards, geen presentaties door externe sprekers, geen excursies.”* Leerlingen vinden dat wiskunde B niet erg anders is dan andere vakken: *“Vergelijkbaar met rekenvakken M&M en economie”,* en *“Vergeleken met andere vakken is wiskunde B niet heel erg verschillend: uitleg en sommen.”*

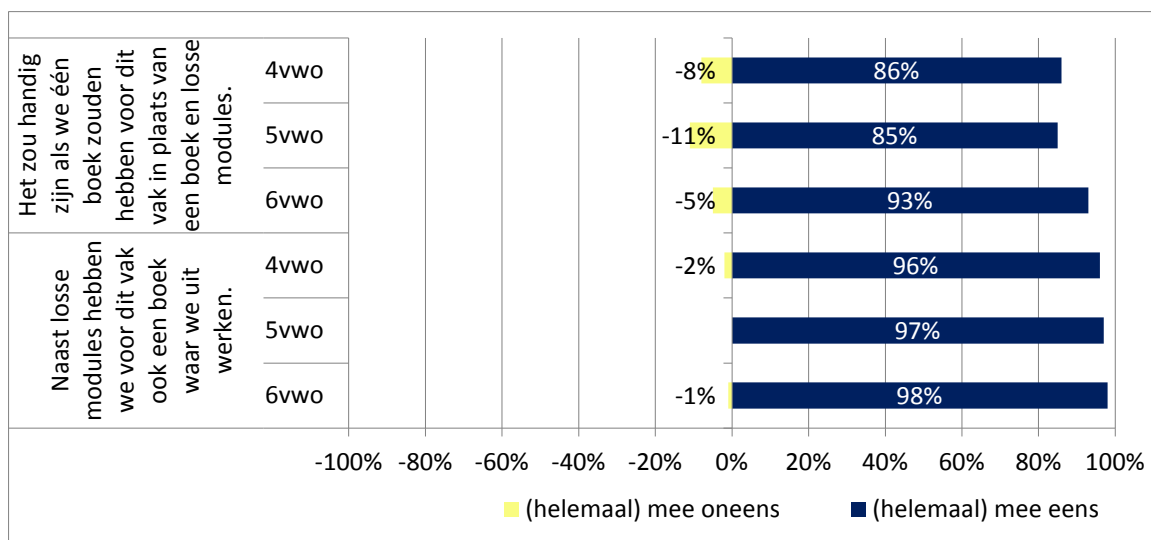


Grafiek 3.1 Lespraktijk (leeractiviteiten) wiskunde B vwo

## Lesmateriaal

**Pilotleerlingen gebruiken bij wiskunde B naast losse modules ook een boek. Zij zeggen enorm te moeten wennen aan de pilotmodules.**

Vrijwel alle leerlingen geven aan naast de losse modules ook een boek voor wiskunde B te hebben. 85% van de leerlingen (in vwo 5, 93% in vwo 6) is van mening dat het handiger zou zijn om één boek te hebben in plaats van een combinatie van een boek en losse modules (grafiek 3.2). Tijdens een schoolbezoek hebben leerlingen van alles te vertellen over het lesmateriaal, ofwel “boekjes”, zoals ze het lesmateriaal noemen: *“Het programma bestaat in feite twee derde deel uit de methode van Moderne Wiskunde en een derde uit de boekjes.”* En: *“Alles met de methode is goed, alles met de boekjes niet. Daar staan geen uitleg en voorbeeldsommen in. Iets wordt uitgelegd in de volgende som, maar als je daar dan niet uitkomt ....”* Leerlingen leggen uit dat in Moderne Wiskunde infoblokjes zitten. Zij denken ook dat het handig zou zijn geweest als die ook in de modules gezeten zouden hebben. De modules vereisen een mate van zelfstandigheid die niet alle leerlingen al hebben. Modules zijn vaak opgebouwd uit sommen in sequentie. Alles bouwt op elkaar voort. Het is ook vaak moeilijk om door te kunnen werken omdat je vaak de docent nodig hebt voor uitleg. Leerlingen klagen ook over fouten en een gebrek aan structuur in de modules: *“Lees die boekjes eens door. Daar zitten fouten in.”* En: *“In de uitwerkingen staan alleen antwoorden en geen uitwerkingen. Er staan ook nog steeds fouten in de boekjes.”* *“Bij alle andere vakken is er meer structuur dan in die boekjes van cTWO”,* leggen leerlingen op een school uit, *“elke som bij het boekje moet je weer op een andere manier doen. Je bouwt zo geen routine op. De methode bouwt steeds verder en dingen komen terug.”* En: *“Wel uitleg, maar niet concreet, geen voorbeeldopgaven die lijken op wat je daarna zelf moet maken, stukje met voorbeeldsommen en sommen die daar op lijken, zit niet in de boekjes.”* En: *“Ben niet blij met die boekjes. Had liever alle dingen uit het boek gehad. Denk dat de stof niet moeilijker is, maar die uitleg ontbreekt.”*

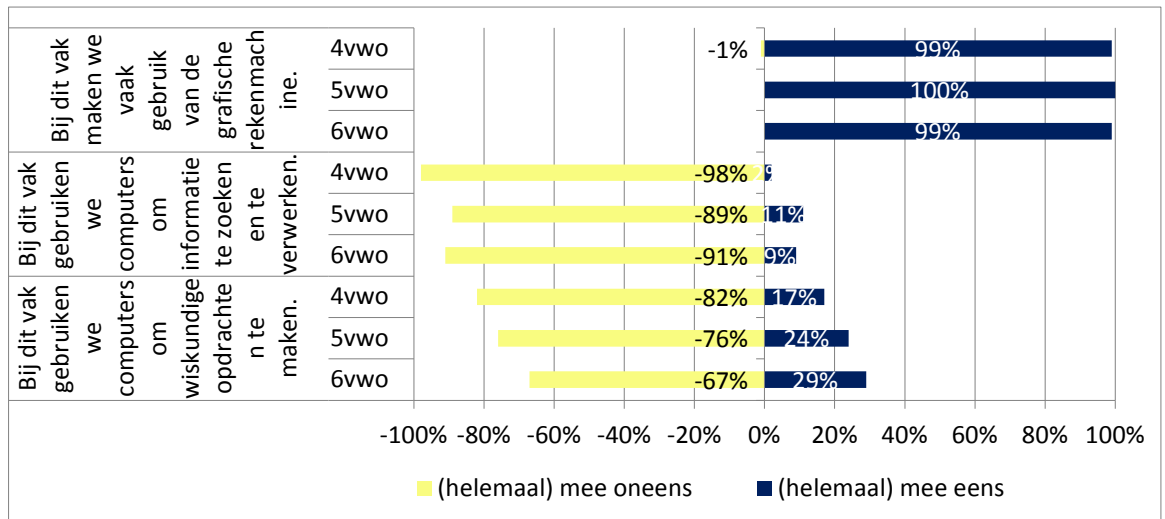


Grafiek 3.2 Lespraktijk (lesmateriaal) wiskunde B vwo

## Computergebruik

**Alle pilotleerlingen gebruiken de grafische rekenmachine. Weinig leerlingen maken gebruik van de computer voor wiskundige opdrachten of het opzoeken van informatie.**

Ongeveer een kwart van de pilotleerlingen maakt bij wiskunde B gebruik van de computer om wiskundige opdrachten te maken (grafiek 3.3). De computer wordt doorgaans niet gebruikt om informatie te zoeken en te verwerken. De grafische rekenmachine wordt volgens vrijwel alle leerlingen vaak gebruikt.

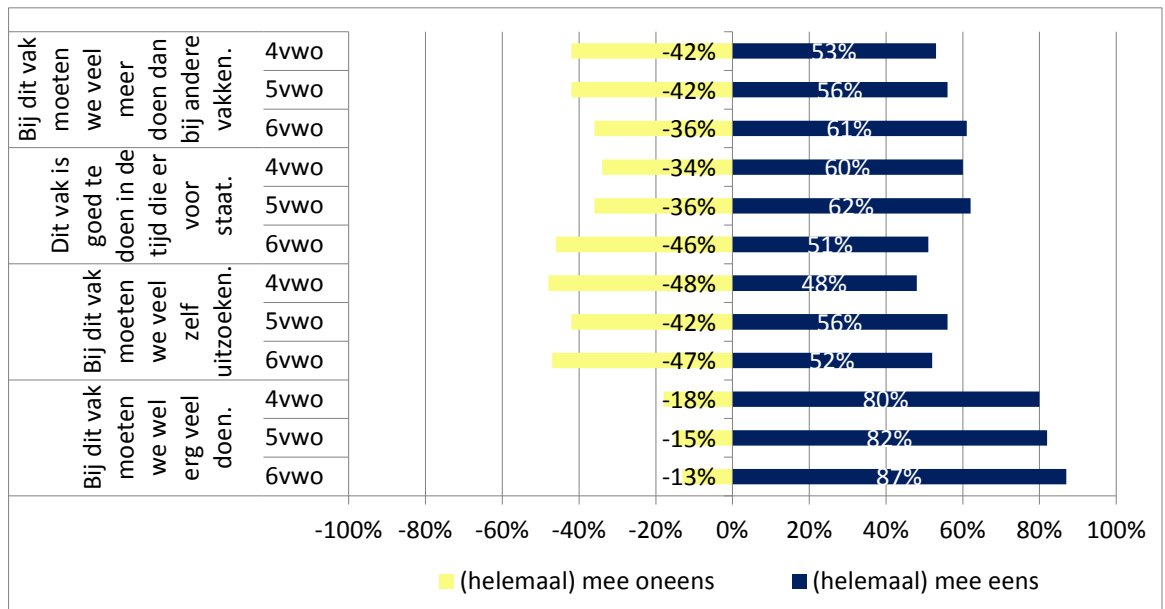


Grafiek 3.3 Lespraktijk (computergebruik) wiskunde B vwo

### Studiebelasting

**Een kleine meerderheid van de pilotleerlingen vindt wiskunde B goed te doen in de tijd die er voor staat. Veel leerlingen vinden dat ze voor dit vak wel erg veel moeten doen.**

Een kleine meerderheid (51% in vwo 6; 62% in vwo 5; 51% in vwo 4) van de pilotleerlingen vindt dat wiskunde B goed is te doen in de tijd die ervoor staat (grafiek 3.4). 80% (in vwo 4) tot 87% (in vwo 6) van de leerlingen vindt dat ze veel moeten doen bij wiskunde B, een meerderheid vindt dat ze meer moeten doen dan bij andere vakken. De helft van de leerlingen (in vwo 4) en een kleine meerderheid (in vwo 5 en vwo 6) vindt dat ze veel zelf moeten uitzoeken.



Grafiek 3.4 Lespraktijk (studiebelasting) wiskunde B vwo

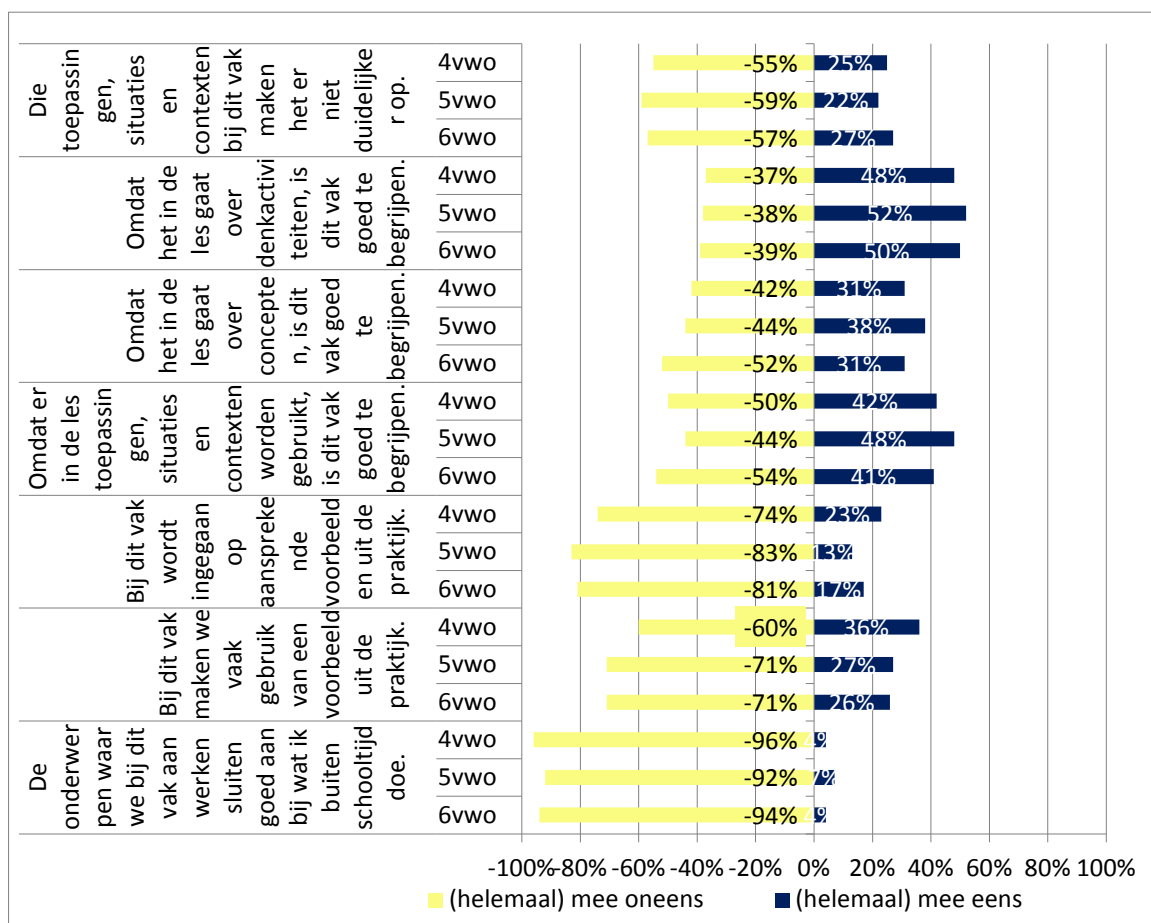
### 3.2 Toepassingen, situaties en contexten

#### *De pilotleerlingen denken verschillend over toepassingen en denkactiviteiten bij wiskunde B. Onderwerpen sluiten niet goed aan bij wat zij buiten schooltijd doen.*

Weinig pilotleerlingen (26% in vwo 6; 27% in vwo 5, 36% in vwo 4) zijn van mening dat er bij wiskunde B vwo vaak gebruik wordt gemaakt van voorbeelden uit de praktijk (grafiek 3.5). 17% van de vwo 6-leerlingen (13% in vwo 5, 23% in vwo 4) vindt dat er hierbij sprake is van aansprekende voorbeelden. Volgens ruim 90% van de leerlingen in alle drie de leerjaren sluiten de onderwerpen, waar bij wiskunde B aan wordt gewerkt, niet goed aan bij wat ze buiten schooltijd doen. Over de meerwaarde van het gebruik van toepassingen lopen de meningen uiteen. 41% (in vwo 6) vindt dat het vak hierdoor begrijpelijker wordt, 54% (in vwo 6) denkt van niet. Ongeveer een kwart van de leerlingen geeft aan dat door dergelijk gebruik het vak er niet duidelijker op wordt, dit in tegenstelling tot ruim de helft die denkt dat dat wel zo is. Ongeveer de helft van de leerlingen geeft aan dat door de aandacht voor denkactiviteiten het vak goed te begrijpen is (tegen 40% die dat niet vindt). Aandacht voor concepten maakt het vak goed te begrijpen, vindt ongeveer een derde van de leerlingen (tegen 42% - 52% die dat niet vindt). Tijdens een schoolbezoek denken leerlingen dat je voordeel hebt van wiskunde in andere vakken, maar niet echt buiten school: "Je doet buiten school niets met afgeleiden en dat soort dingen. We passen bij wiskunde B niet echt veel toe op de werkelijkheid, soms zijn er wel wat voorbeeldjes." En:

"Wat we bij wiskunde B doen, gebruiken we niet echt buiten de les, althans niet bewust."

Volgens de leerlingen was Moderne Wiskunde vaak duidelijker over relevantie: rondjes rennen, waaraan dan gerekend moest worden. "In modules zie je dat ook wel, maar minder."



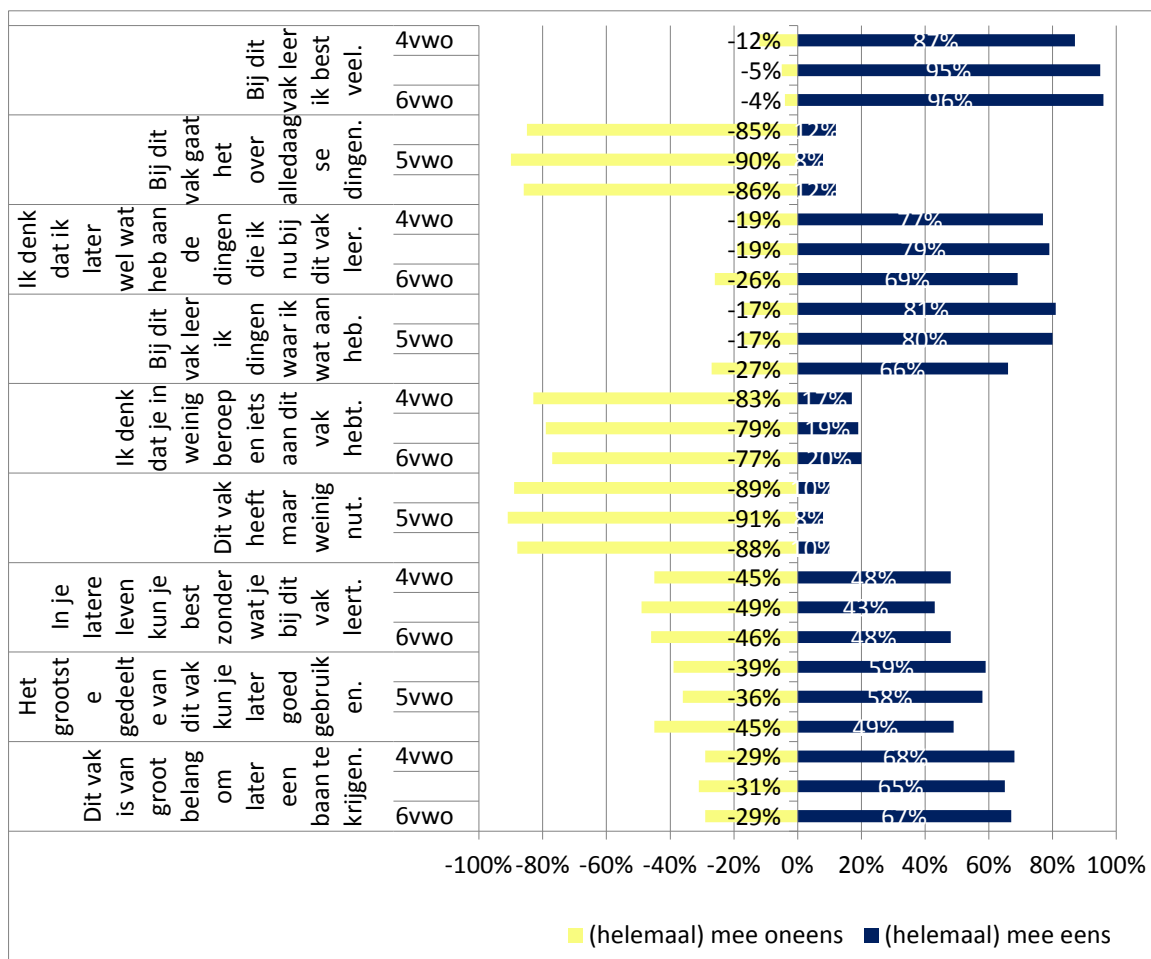
Grafiek 3.5 Toepassingen, situaties en contexten wiskunde B vwo

### 3.3 Relevantie

#### Nut

**De pilotleerlingen vinden dat ze veel leren bij wiskunde B. Zij zijn positief over het nut: je hebt er wat aan voor nu en voor later om een baan te krijgen.**

Bijna alle pilotleerlingen vinden dat ze veel leren bij wiskunde B. De meeste leerlingen (77% in vwo 4; 79% in vwo 5; 69% in vwo 6) denken later wel wat te hebben aan de dingen die ze nu leren. In vwo 4 en vwo 5 denkt een meerderheid van de leerlingen het vak later goed te kunnen gebruiken, in vwo 6 is dat ongeveer de helft. 80% zegt dingen te leren waar ze wat aan hebben. Een kleine minderheid (43% -48%) denkt dat je later best kunt zonder wat je bij wiskunde B leert. Ongeveer twee derde van de leerlingen denkt dat het van belang is voor het vinden van een baan. Ongeveer 20% van de leerlingen (in vwo 4, vwo 5 en vwo 6) denkt dat je in weinig beroepen iets aan het vak hebt, 80% is het hier echter niet mee eens. Maar weinig leerlingen zijn van mening dat het bij wiskunde B over alledaagse dingen gaat. (grafiek 3.6). In een interview met leerlingen wordt aangegeven dat je buiten school meer hebt aan wiskunde A met statistiek dan aan wiskunde B en dat je het in andere vakken vooral bij natuurkunde tegenkomt. "Maar voor je denkvermogen is het wel handig om wiskunde B te hebben."

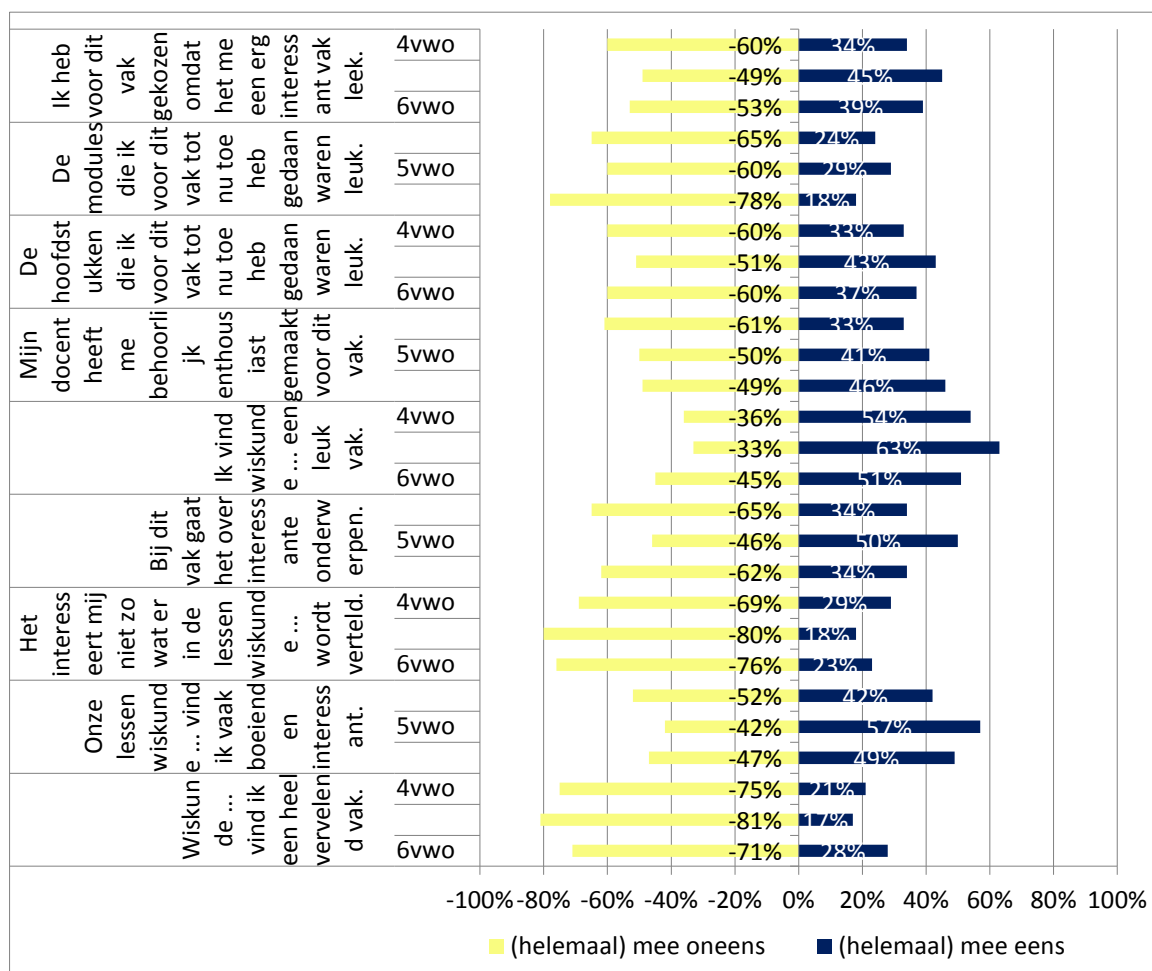


Grafiek 3.6 Relevantie (nut) wiskunde B vwo

### Aantrekkelijkheid vak

#### **De meeste pilotleerlingen vinden wiskunde B een leuk vak, met boeiende lessen en interessante onderwerpen.**

Een meerderheid van de leerlingen vindt wiskunde B een leuk vak (grafiek 3.7). Een minderheid (34% - 45%) van de leerlingen heeft voor wiskunde B gekozen omdat het een interessant leek. Ongeveer de helft vindt de lessen vaak boeiend en interessant, met interessante onderwerpen. Maar weinig leerlingen (18% - 29%) zeggen de modules leuk te vinden. Behandelde hoofdstukken uit het boek bevallen leerlingen beter, 33% - 43% geeft aan die leuk te vinden. Zo'n kwart interesseert het niet zo wat er in de lessen wordt verteld, tegen 69% - 80% die dat wel vindt. Een uitdagende minderheid van de leerlingen is door de docenten behoorlijk enthousiast gemaakt voor wiskunde B: 33% vindt dit in vwo 4, 41% in vwo 5 en 46% in vwo 6. Leerlingen geven aan dat de wiskunde B lessen wel leuk zijn, maar "de lessen over de boekjes niet". Het gaat hen vooral om de vervelende manier van uitleggen in die boekjes. Wiskunde zelf vinden ze wel leuk.



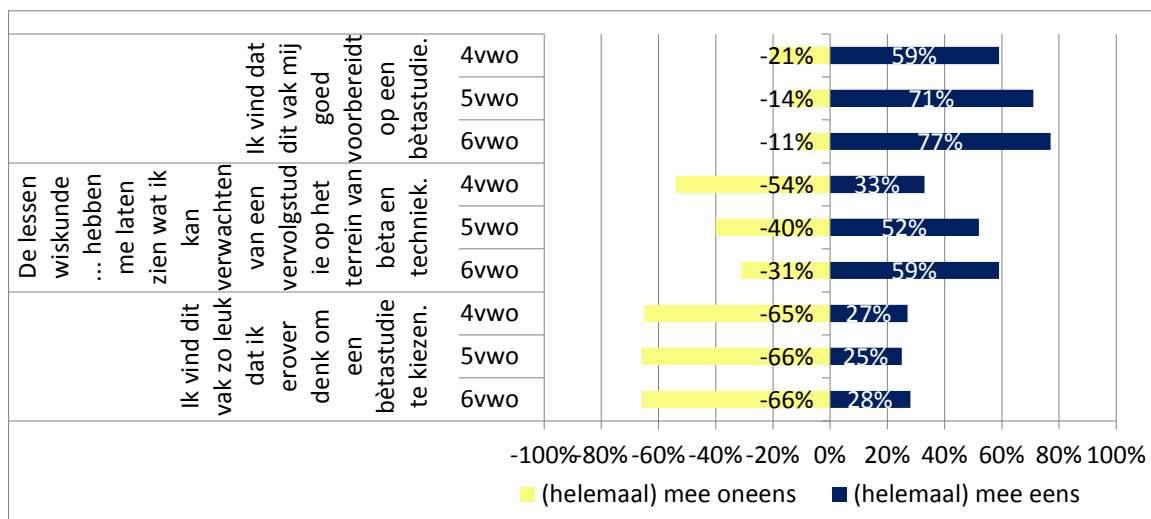
Grafiek 3.7 Relevantie (aantrekkelijkheid vak) wiskunde B vwo

### Keuze voor bèta

#### **Steeds meer pilotleerlingen vinden dat wiskunde B hen goed voorbereidt op een bètastudie. Een kwart van hen denkt erover daadwerkelijk een bètastudie te kiezen.**

Gaandeweg de pilot vinden meer leerlingen (59% in vwo 4; 71% in vwo 5; 77% in vwo 6) dat wiskunde B hen goed voorbereidt op een bètastudie (grafiek 3.8). Een krappe meerderheid vindt dat de lessen hen hebben laten zien wat ze kunnen verwachten van een bètavervolgstudie. Vooral in vwo 6 vinden leerlingen dat (59%, tegen 52% in vwo 5 en 33% in vwo 4).

Ongeveer een kwart van de leerlingen vindt wiskunde B zo leuk dat ze er over denkt een bètastudie te gaan volgen. In een interview tijdens een schoolbezoek geven leerlingen aan vervolgoopleidingen te gaan doen waar wiskunde B vaak wel goed bij van pas komt, zoals ruimtelijke ordening, land en waterbeheer, wiskunde, aardwetenschappen, fiscale economie, werktuigbouwkunde, bouwkunde; naast opleidingen waar wiskunde A handig is zoals geneeskunde, psychologie, pedagogiek, commercieel management.



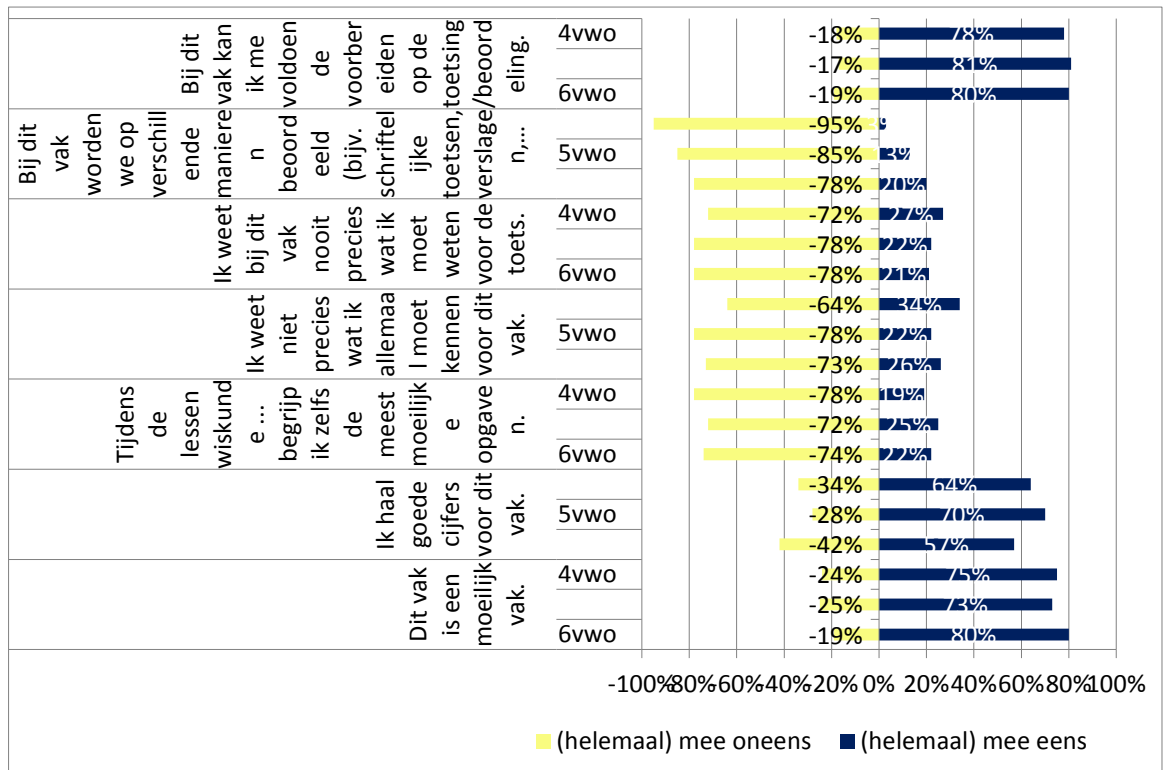
Grafiek 3.8: Relevantie (keuze voor bèta) wiskunde B vwo

### 3.4 Toetsing/moeilijkheid

**Wiskunde B is een moeilijk vak, vinden veel pilotleerlingen. Toch kunnen zij zich goed voorbereiden op toetsen en halen ze goede cijfers. Zij weten ook wat ze moeten kennen voor een toets.**

Voor drie kwart van de leerlingen is wiskunde B een moeilijk vak (grafiek 3.9). Een ruime meerderheid van de leerlingen geeft aan goede cijfers voor wiskunde B te halen (64% in vwo 4wo; 70% in vwo 5wo; 57% in vwo 6). 19% - 25% van de leerlingen zegt zelfs de moeilijkste opgaven te begrijpen. Ongeveer 80% van de leerlingen is van mening dat ze zich voldoende kunnen voorbereiden op de toetsing/beoordeling bij wiskunde B, in tegenstelling tot 17% - 19% van de leerlingen die een tegengestelde mening is toegedaan. Ongeveer drie kwart van de leerlingen zegt doorgaans te weten wat ze moeten kennen voor een toets. Leerlingen worden over het algemeen niet op verschillende manieren beoordeeld. Leerlingen weten in grote lijnen wel wat er op hun toets gevraagd gaat worden: "Als je alle vragen in het boek doorneemt, dan lijken de toetsvragen daar altijd wel op." Op één school merken leerlingen op dat ze een goed idee hebben van hoe het examen er uit gaat zien. Ze hebben er wel vertrouwen in dat het goed gaat komen in het examen: "Als je goed oefent en leert dan komt het wel goed en zoveel mogelijk punten proberen te halen met de normale sommen." Op een andere school zijn leerlingen veel minder zeker over het komende examen. Omdat ze de eerste lichting zijn, hebben ze geen idee wat ze kunnen verwachten, zonder examens om te oefenen, geen voorbeeldopgaven of examenbundels zoals bij andere vakken.





Grafiek 3.9 Toetsing/moeilijkheid wiskunde B vwo



# 4. Conclusies wiskunde B vwo

## 4.1 Pilotdocenten

### Uitvoerbaarheid

- Pilotdocenten zijn in grote meerderheid positief over de wenselijkheid en haalbaarheid van landelijke invoering van wiskunde B voor vwo per 2014. Toch worden ook kritische opmerkingen geventileerd.
- Pilotdocenten in vwo 4 en vwo 6 vinden het examenprogramma en de syllabus voor wiskunde B haalbaar in de beschikbare tijd. In vwo 5 zijn de meningen minder eensluidend en lijkt er wel sprake van enige overladenheid.
- De helft van de pilotdocenten ervaart de pilotmodules als overladen. Om modules af te krijgen worden tijdrovende modules geschrapt.
- Pilotdocenten maken gebruik van de pilotmodules en bestaande methodes. Ze zijn positief over de bruikbaarheid en beschikbaarheid van modules, al varieert de kwaliteit ervan wel. Ook worden kritische opmerkingen gemaakt over op de manier waarop het programma vorm en inhoud heeft gekregen in de pilotmodules.
- Pilotdocenten ervaren het wiskunde B-programma niet als een flinke verandering in de manier van lesgeven. Ze vinden dat duidelijk is wat er van hen wordt verwacht.
- Nascholing anders dan in cTWO-verband georganiseerd vinden pilotdocenten niet nodig.

### Denkactiviteiten, toepassingen, situaties en contexten

- Het nieuwe van wiskunde B betreft de inhoud en de nadruk op denkactiviteiten, en in mindere mate het anders gebruiken van concepten.
- Het gebruik van concepten bevordert de interne samenhang binnen wiskunde B. Over of denkactiviteiten geschikte manieren zijn om doelen en inhoud te ordenen wordt verschillend gedacht.
- Pilotdocenten leggen in lessen de nadruk op algebraïsche vaardigheden en op het opbouwen van een intern wiskundig samenhangend netwerk van concepten. Concepten worden toegelicht aan de hand van toepassingen. Bij het gebruik van de grafische rekenmachine en ICT leggen bijna alle docenten de nadruk op *use to learn*.

### Relevantie

- Pilotdocenten vinden wiskunde B vooral wetenschappelijk relevant voor leerlingen. Zij denken niet dat leerlingen door de vernieuwing de relevantie van wiskunde beter zien. En de meesten denken niet dat leerlingen door de nadruk op *use to learn* in plaats van op *learn to use* de relevantie van wiskunde B beter zien.

### Toetsing

- Pilotdocenten zeggen een helder beeld te hebben van wat er bij wiskunde B wordt verwacht van leerlingen. Gaandeweg de pilot is voor meer docenten duidelijk geworden hoe het programma geëxamineerd gaat worden.
- Pilotdocenten toetsen concepten binnen toepassingen en denkactiviteiten. Zij maken toetsen meestal zelf. Gaandeweg de pilot vinden minder docenten dat moeilijk.

- Pilotdocenten geven aan dat leerlingen wiskunde B moeilijk vinden, ook vanwege de nadruk op concepten en denkactiviteiten. Toch zijn docenten tevreden over de leerlingprestaties.

## 4.2 Pilotleerlingen

### Lespraktijk

- Pilotleerlingen krijgen bij wiskunde B hoofdzakelijk klassikaal les en soms in kleine groepjes. Er is aandacht voor hun vragen en zij krijgen daar ook antwoord op van, naar hun mening, deskundige docenten.
- Pilotleerlingen gebruiken bij wiskunde B naast losse modules ook een boek. Zij zeggen enorm te moeten wennen aan de pilotmodules.
- Alle pilotleerlingen gebruiken de grafische rekenmachine. Weinig leerlingen maken gebruik van de computer voor wiskundige opdrachten of het opzoeken van informatie.
- Een kleine meerderheid van de pilotleerlingen vindt wiskunde B goed te doen in de tijd die er voor staat. Veel leerlingen vinden dat ze voor dit vak wel erg veel moeten doen.

### Toepassingen, situaties en contexten

- De pilotleerlingen denken verschillend over toepassingen en denkactiviteiten bij wiskunde B. Onderwerpen sluiten niet goed aan bij wat zij buiten schooltijd doen.

### Relevantie

- De pilotleerlingen vinden dat ze veel leren bij wiskunde B. Zij zijn positief over het nut: je hebt er wat aan voor nu en voor later om een baan te krijgen.
- De meeste pilotleerlingen vinden wiskunde B een leuk vak, met boeiende lessen en interessante onderwerpen.
- Steeds meer pilotleerlingen vinden dat wiskunde B hen goed voorbereidt op een bètastudie. Een kwart van hen denkt erover daadwerkelijk een bètastudie te kiezen.

### Toetsing/moeilijkheid

- Wiskunde B is een moeilijk vak, vinden veel pilotleerlingen. Toch kunnen zij zich goed voorbereiden op toetsen en halen ze goede cijfers. Zij weten ook wat ze moeten kennen voor een toets.

# 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 B vwo 2011 bij het concept-examenprogramma van cTWO (oktober 2010)*. Utrecht: CvE.

College voor Examens (2012). *Wiskunde B vwo. Syllabus bij het concept-examenprogramma 2013 - Werkversie 2 (september 2010)*. 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 vak natuurkunde in havo en vwo*. Amsterdam: NNV.

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

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

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.

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>.

Verkenningscommissie 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.

