

Monitoring
invoering vernieuwde
wiskunde A havo

Eindmeting docenten en leerlingen 2016-17

SLO • nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling



Monitoring invoering vernieuwde wiskunde A havo

Eindmeting docenten en leerlingen 2016-2017

Maart 2018

slo

nationaal
expertisecentrum
leerplan-
ontwikkeling

Verantwoording



2018 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: Annette Koopmans, Elvira Folmer, Maud Heijnen

Informatie

SLO

Afdeling: Onderzoek en Advies

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Telefoon (053) 4840 840

Internet: www.slo.nl

E-mail: info@slo.nl

AN: 7.7792.741

Inhoud

1.	Hoofdconclusies	5
1.1	Docenten	5
1.2	Leerlingen	7
2.	Samenvattend overzicht conclusies docenten	9
2.1	Vorbereiding invoering	9
2.2	Onderwijspraktijk	9
2.3	Onderwijsbaarheid, haalbaarheid en toetsbaarheid	10
3.	Samenvattend overzicht conclusies leerlingen	13
3.1	Onderwijspraktijk	13
3.2	Onderwijsbaarheid, haalbaarheid en toetsbaarheid	14
4.	Context, vraagstelling en opzet	15
4.1	Aanleiding en context	15
4.2	Vraagstelling en theoretisch kader	16
4.3	Onderzoeksofzet	18
4.4	Eindmeting	18
4.5	Leeswijzer	20
5.	Responsbeschrijving	21
5.1	Vragenlijstonderzoeken	21
5.2	Interviews tijdens schoolbezoeken	22
6.	Resultaten docenten	23
6.1	Vorbereiding invoering	23
6.2	Onderwijspraktijk	24
6.3	Onderwijsbaarheid, haalbaarheid en toetsbaarheid	34
7.	Resultaten leerlingen	51
7.1	Onderwijspraktijk	51
7.2	Onderwijsbaarheid, haalbaarheid en toetsbaarheid	58
	Referenties	63

1. Hoofdconclusies

In de periode 2009-2012 heeft de commissie Toekomst Wiskunde Onderwijs (cTWO) nieuwe conceptexamenprogramma's ontwikkeld voor wiskunde A, B en D voor havo, en wiskunde A, B, C en D voor vwo. Maatschappelijke ontwikkelingen en knelpunten in de wiskundevakken vormden de aanleiding voor deze vernieuwing. De conceptexamenprogramma's zijn vervolgens beproefd in examenpilots. De examenpilots zijn geëvalueerd in een onafhankelijke meerjarige curriculumevaluatie (Kuiper, Folmer, Ottevanger & Bruning, 2012). De nieuwe examenprogramma's werden in schooljaar 2015-2016 ingevoerd in leerjaar 4 van havo en vwo. Om inzicht te krijgen in de mate waarin de onderwijspraktijk verandert als gevolg van de invoering van de vernieuwde examenprogramma's, en of deze verandering conform de beoogde vernieuwing is, zijn twee metingen uitgevoerd voor de vakken wiskunde A en B, apart voor havo en vwo. In schooljaar 2015-2016 is de eerste meting onder docenten uit leerjaar 4 uitgevoerd. Voor havo is de eindmeting gedaan in het schooljaar 2016-2017 in leerjaar 5. Dit rapport beschrijft de resultaten van die eindmeting voor wiskunde A havo. In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste bevindingen uit de eindmeting in het licht van de beoogde vernieuwing, en waar relevant in vergelijking met de voorgaande meting, beschreven. Hoofdstuk 2 en 3 geven een totaaloverzicht van de conclusies van de eindmeting (leerjaar 5) voor docenten en leerlingen alsmede een vergelijking met de voorgaande meting (leerjaar 4) voor docenten. Het is wenselijk dat deze bevindingen worden besproken met de diverse partijen die een rol spelen bij de invoering van het vernieuwde examenprogramma voor wiskunde A havo (zie ook Tolboom, 2013).

1.1 Docenten

Nascholing

40% van de docenten heeft nog behoefte aan nascholing en wel met betrekking tot statistiek. De behoefte aan nascholing is in leerjaar 5 over de hele linie iets afgenomen ten opzichte van leerjaar 4. Nascholing op het vlak van statistiek blijft echter van belang.

Statistiek

79% van de docenten laat leerlingen bij het domein statistiek in enkele lessen met grote datasets werken (de aandacht hiervoor is in leerjaar 5 toegenomen ten opzichte van leerjaar 4). 70% laat leerlingen bij het domein statistiek eveneens in enkele lessen ICT gebruiken bij het verwerken van grote datasets. 30% van de docenten geeft aan dat leerlingen nooit (delen van) de empirische cyclus doorlopen, 16% geeft aan dat dit in één les gebeurt. Het doorlopen van die empirische cyclus gebeurt in beide metingen het minst, al is daar ook een toename in aandacht te zien. Uit open antwoorden en interviews komt vaak naar voren dat men vindt dat leerlingen 'een kunstje' uitvoeren. Het is de vraag welke mate van aandacht tenminste gewenst is in het licht van de vernieuwing.

Wiskundig denken/wiskundige denkactiviteiten

Een grote meerderheid van de docenten besteedt aandacht aan wiskundig denken. De grootste groep doet dat in enkele lessen. Het meest gebeurt dit in onderwijsleergesprekken, met behulp van de methode en in toetsen wordt volgens een ruime meerderheid van de docenten een beroep gedaan op het wiskundig denken van de leerlingen. Wiskundige denkactiviteiten worden weinig getoetst in vakoverstijgende opdrachten.

Van de drie voorgelegde wiskundige denkactiviteiten probleemoplossen, modelleren en abstraheren krijgt probleemoplossen in de les de meeste aandacht. De aandacht hiervoor is bovendien toegenomen in leerjaar 5 ten opzichte van leerjaar 4. De aandacht voor modelleren is afgenomen ten opzichte van leerjaar 4. Het is de vraag welke mate van aandacht voor wiskundig denken en daaraan gekoppelde denkactiviteiten in het kader van de beoogde vernieuwing wenselijk is.

De rol van ICT

De rol van ICT betreft bij alle docenten vooral het gebruik van de grafische rekenmachine. Het is de vraag of in het licht van de beoogde vernieuwing meer aandacht gewenst is voor het gebruik van ICT bij het domein statistiek, het gebruik van computers om te modelleren en te analyseren, het gebruik van diverse applets en het gebruik van ICT bij de methode. De resultaten van beide leerjaren zijn vergelijkbaar.

De rol van contexten

Bijna 60% van de docenten gebruikt contexten in een kwart van de lessen of meer. Zij doen dit vooral om behandelde vakinhouden te illustreren en om nieuwe vakinhouden te introduceren. Bijna 80% van de docenten toetst concepten binnen contexten. 45% doet dit in enkele lessen. Ongeveer 60% van de docenten gebruikt een omvangrijke context als rode draad om de vakinhoud aan op te hangen: 38% doet dit in enkele lessen en 17% in ongeveer een kwart van de lessen. De aandacht voor contexten is tussen leerjaar 4 en 5 vergelijkbaar; er doen zich alleen kleine toe- en afnames voor. Contexten zijn relevant voor het leren van wiskunde, maar vormen niet het hart van het vak. cTWO (2012) stelt voor contexten een rol te geven voor zover ze een goede bijdrage leveren aan horizontaal of verticaal mathematiseren, en deze contexten zoveel mogelijk te laten passen bij de belangstelling en het profiel van de leerling. Het is de vraag of dit nu voldoende uit de verf komt.

Onderwijsbaarheid, toetsbaarheid en haalbaarheid

Aandachtspunten op dit terrein zijn:

- Ongeveer 40% van de leraren vindt het nieuwe examenprogramma overladen (iets minder dan in leerjaar 4).
- Ruim de helft van de leraren geeft aan dat leerlingen niet over voldoende computerfaciliteiten beschikken (dat is wel minder dan in leerjaar 4). Dit zou deels de beperkte aandacht voor ICT (anders dan de grafische rekenmachine) in de lessen kunnen verklaren.
- Docenten gebruiken, in beide leerjaren, in grote meerderheid vrije tijd voor de invoering van het nieuwe programma.
- Ruim drie kwart van de docenten vindt de contexten in de methode vaak te gekunsteld. Ook vindt ongeveer 60% van de docenten dat de aandacht die nodig is voor het verwerven van kennis en inzicht afgeleid wordt door steeds wisselende contexten. De meningen zijn verdeeld of het verwerven van kennis en inzicht beter gaat zonder contexten (43% (enigszins) mee eens). Het is de vraag of er bij deze docenten voldoende draagvlak is voor de rol van contexten in vernieuwde wiskunde A.

1.2 Leerlingen

Mogelijke aandachtspunten bij leerlingen zijn:

- De meeste leerlingen leren in enkele of een kwart van de lessen werken met datasets. Data verzamelen doet de helft van de leerlingen in enkele lessen. Het is de vraag of deze aandacht voor statistiek in het licht van de beoogde vernieuwing voldoende is.
- Leerlingen verschillen in de mate waarin zij in aanraking komen met wiskundige denkactiviteiten. Wanneer komen zij hiermee voldoende in aanraking? Wat is in deze wenselijk?
- Presentaties, onderzoeksprojecten en praktische activiteiten maken doorgaans geen deel uit van de lessen wiskunde A. Het is de vraag of dit type activiteiten nodig zijn om handen en voeten te geven aan het nieuwe examenprogramma.
- Los van de grafische rekenmachine spelen computers en wiskundesoftware geen rol in de lessen. cTWO (2012) erkent en benadrukt het belang van ICT-gebruik. Het kan verrijkend en verdiepend zijn. Wel is het daarbij van belang dat leerlingen inzien bij welk type vragen en op welk moment in het oplossingsproces de inzet van ICT zinvol is ('learn when to use'). De verschillende examenprogramma's bieden diverse kansen voor het gebruik van ICT. Het is de vraag of die kansen nu voldoende worden benut.
- De meeste leerlingen werken nooit of in enkele lessen aan problemen uit de praktijk, die zij doorgaans niet actueel vinden. Of de problemen helpen wiskunde A te begrijpen geldt niet voor iedereen in dezelfde mate. Zoals al eerder opgemerkt is het de vraag of hiermee de beoogde functie van contexten in de lessen voldoende uit de verf komt.
- 60% van de leerlingen vindt wiskunde A een moeilijk vak. Over de aantrekkelijkheid van het vak lopen de meningen uiteen.

2. Samenvattend overzicht conclusies docenten

Dit hoofdstuk presenteert een totaaloverzicht van alle conclusies over vernieuwde wiskunde A havo uit hoofdstuk 6 betreffende de eindmeting (leerjaar 5) voor docenten alsmede een vergelijking met voorgaande meting (leerjaar 4).

2.1 Voorbereiding invoering

Behoeft nascholingsmogelijkheden

Docenten hebben het meest behoefte aan nascholing voor statistiek bij wiskunde A en het minst voor het gebruik van contexten. De behoefte aan nascholing is in het vijfde leerjaar over de hele linie iets afgenomen ten opzichte van de meting in het vierde leerjaar, de behoefte aan nascholing voor het gebruik van ICT in de lessen is vooral afgenomen.

2.2 Onderwijspraktijk

Statistiek

Een ruime meerderheid van de docenten laat leerlingen bij statistiek in enkele tot een kwart van de lessen met grote datasets werken met gebruik van ICT. In het vijfde leerjaar gebeurt dit in meer lessen dan in het vierde leerjaar. Het doorlopen van de empirische cyclus gebeurt in beide metingen het minst, al is ook daar een toename te zien in leerjaar 5.

Wiskundig denken

Een grote meerderheid van de docenten besteedt aandacht aan wiskundig denken, 7% besteedt er nooit aandacht aan. De resultaten zijn vergelijkbaar met het vierde leerjaar. Docenten gebruiken in het vijfde leerjaar wat vaker het onderwijsleergesprek als middel om wiskundig denken te stimuleren en lijken ook wat vaker toetsen met niet-routineopgaven te gebruiken.

Wiskundige denkactiviteiten

Een meerderheid besteedt *niet* evenveel aandacht aan de drie voorgelegde wiskundige denkactiviteiten probleemoplossen, modelleren en abstraheren. Deze docenten geven de meeste aandacht aan probleemoplossen. De aandacht voor probleemoplossen was al groot en is toegenomen in het vijfde leerjaar. De aandacht voor modelleren is afgenomen ten opzichte van het vierde leerjaar.

De rol van ICT

Leerlingen gebruiken in hun lessen wiskunde vooral de grafische rekenmachine. Daarnaast gebruiken zij verschillende ICT-toepassingen bij het domein statistiek. In beide metingen wordt de grafische rekenmachine verreweg het meest gebruikt door leerlingen. Daarnaast is op onderdelen een toename in het gebruik van ICT ten opzichte van het vierde leerjaar te zien (bijvoorbeeld bij statistiek).

De rol van contexten

Bijna alle docenten gebruiken contexten in hun lessen, om behandelde vakinhouden te illustreren en om nieuwe vakinhouden te introduceren. De resultaten van beide metingen zijn vergelijkbaar. Er zijn kleine verschillen te zien in de rol van contexten tussen het vierde en vijfde leerjaar.

Lesmateriaal

Drie kwart van de docenten gebruikt *Getal en Ruimte* als methode. De twee metingen geven een vergelijkbaar beeld van het methodegebruik. Het gebruik van zelf ontwikkeld lesmateriaal lijkt licht toegenomen in het vijfde leerjaar.

Toetsing

- Docenten gebruiken vooral oude examenopgaven in toetsen, methodegebonden toetsen en zelf-ontwikkelde toetsen bij wiskunde A havo. In het vijfde leerjaar lijken iets minder vaak methodegebonden toetsen gebruikt te worden en vaker zelf-ontwikkelde toetsen, oude examenopgaven in toetsen, praktische opdrachten en opgaven uit ander lesmateriaal in toetsen.
- Docenten geven aan dat hun leerlingen vaak of altijd, schriftelijke toetsen maken waarvoor ze een cijfer krijgen. Leerlingen voeren in het vijfde leerjaar wat vaker praktisch onderzoek uit en doen wat vaker groepswork waarvoor ze een cijfer krijgen. Het aandeel van schriftelijke toetsen blijft verreweg het grootst.
- In de schriftelijke toetsen zitten vaak of altijd, opgaven waarbij leerlingen berekeningen moeten maken, iets moeten uitleggen of waarbij ze analytisch moeten denken en problemen moeten oplossen. Vergeleken met het vierde leerjaar zitten in het vijfde leerjaar in schriftelijke toetsen vaker opgaven waarin leerlingen berekeningen moeten maken, logisch moeten redeneren, analytisch moeten denken en problemen moeten oplossen, en een mening moeten beargumenteren.

2.3 Onderwijsbaarheid, haalbaarheid en toetsbaarheid

Impact

Het nieuwe programma kost drie kwart van de docenten veel tijd aan lesvoorbereiding, impliceert een verandering in hun manier van lesgeven en betekent voor hen een flinke taakverzwaring. In het vijfde leerjaar geven wel relatief minder docenten aan dat het nieuwe programma een flinke taakverzwaring betekent. Er zijn iets meer docenten dan in het vierde leerjaar die het nieuwe programma *niet* met meer plezier en enthousiasme geven dan het oude programma.

Uitvoerbaarheid: Algemeen

Twee derde van de leraren vindt het nieuwe programma best te doen in de klas en voelt zich gesteund door de schoolleiding voor het vernieuwen van hun wiskundeonderwijs. Docenten zijn bij de meting in het vijfde leerjaar positiever over de algemene uitvoerbaarheid dan in het vierde leerjaar: meer docenten vinden het programma best te doen en voelen zich gesteund door de schoolleiding, minder docenten vinden het overladen en het aantal contacturen ontoereikend.

Uitvoerbaarheid: Materialen en computergebruik

Docenten zijn in het algemeen tevreden over het lesmateriaal, maar iets meer dan de helft van hen geeft wel aan dat leerlingen niet over voldoende computerfaciliteiten beschikken. Docenten zijn bij de meting in het vijfde leerjaar positiever over de beschikbaarheid van lesmateriaal op school en de computerfaciliteiten voor leerlingen, dan bij de meting in het vierde leerjaar.

Uitvoerbaarheid: Toetsing

Een meerderheid van de docenten geeft aan dat er voldoende toetsmateriaal op hun school beschikbaar is. Er leven bij een deel van de docenten nog wel vragen rondom de toetsing van het nieuwe programma. Het is voor meer docenten dan in het vierde leerjaar duidelijk hoe het nieuwe programma getoetst kan worden. Ook vinden meer docenten dat er voldoende toetsmateriaal beschikbaar is op hun school.

Uitvoerbaarheid: Deskundigheid

Bijna 90% van de docenten voelt zich voldoende toegerust om het nieuwe programma wiskunde A havo te geven. Dit is meer dan in het vierde leerjaar. Het lijkt erop dat de beschikbare nascholingsmogelijkheden minder aansluiten bij de behoefte van docenten in het vijfde leerjaar.

Tijd voor de invoering

Drie kwart van de docenten gebruikt vrije tijd voor de invoering van het nieuwe programma. In beide metingen besteden docenten vooral vrije tijd aan de invoering van het nieuwe programma. In het vijfde leerjaar geven meer docenten dan in het vierde leerjaar aan dat ze minder tijd aan andere leerjaren besteden vanwege de invoering van het nieuwe programma.

Helderheid van het nieuwe programma

Een grote meerderheid van de docenten zegt goed op de hoogte te zijn van de vernieuwingen voor wiskunde A havo. Zij vinden *niet* dat het daarbij om weinig veranderingen gaat. Docenten hebben bij de meting in het vijfde leerjaar meer zicht op de vernieuwingen en verschuivingen in het nieuwe programma dan in het vierde leerjaar. Ook geven meer docenten aan dat de vernieuwing vereist dat zij het nieuwe examenprogramma, de syllabus voor het centraal examen en de handreiking voor het schoolexamen volgen.

Belangrijkste kenmerken van de wiskundevernieuwing

Ruim de helft van de docenten ziet de verandering in de domeinen (statistiek) als de belangrijkste verandering. Examinering en contextgebruik worden door vrijwel geen enkele docent gezien als het belangrijkste kenmerk van de vernieuwing. Het beeld is vergelijkbaar met de meting in het vierde leerjaar.

Gemaakte keuzes examenprogramma

Bijna 40% van de docenten is het eens met de gemaakte keuzes in het vernieuwde examenprogramma voor wiskunde A havo. Bij de meting in het vierde leerjaar was ruim de helft van de docenten het eens met de gemaakte keuzes in het vernieuwde examenprogramma, in het vijfde leerjaar is dit afgenomen.

Verdeling domeinen over SE en CE

70% van de docenten is het eens met de verdeling van de domeinen over SE en CE. Dit is meer dan in het vierde leerjaar (ruim de helft).

Inhoudelijke vernieuwingen

Het is voor docenten duidelijk welke inhoudelijke vernieuwingen bij wiskunde A havo zijn doorgevoerd. In het vijfde leerjaar is dit voor meer docenten dan in het vierde leerjaar het geval. De meningen erover zijn iets veranderd: werken met grote datasets vindt men minder belangrijk en men is positiever over mogelijkheden voor ontwikkeling van algebraïsche vaardigheden.

Wiskundige denkactiviteiten (WDA)

Docenten weten wat met wiskundige denkactiviteiten wordt bedoeld en zijn het eens met het doel ervan. Zij vinden het een goede invulling van 21e eeuwse vaardigheden voor het vak wiskunde A. Bijna twee derde van de docenten vindt wiskundige denkactiviteiten te hoog gegrepen voor leerlingen die wiskunde A havo volgen. De resultaten van beide metingen zijn in grote lijnen vergelijkbaar. Vergeleken met het vierde leerjaar geven meer docenten aan dat voor hen duidelijk is wat met wiskundige denkactiviteiten bedoeld wordt. Een grotere groep dan in het vierde leerjaar vindt de activiteiten *niet* makkelijk in te passen in de lessen.

De rol van ICT

Een ruime meerderheid van de docenten vindt het belangrijk dat leerlingen inzien op welk moment in het oplossingsproces en bij welk type vragen het gebruik van ICT zinvol is. De resultaten in beide metingen zijn vergelijkbaar. In het vijfde leerjaar vinden meer docenten dat het vernieuwde programma voldoende mogelijkheden biedt voor het gebruik van ICT. Ook het belang van het inbouwen van ICT in de lessen wordt iets meer onderstreept in het vijfde leerjaar.

De rol van contexten

Vrijwel alle docenten vinden dat contexten herkenbaar moeten zijn voor leerlingen. Een ruime meerderheid geeft aan dat contexten geen doel op zich zijn, maar een middel om leerlingen te laten zien waar wiskunde zinvol kan zijn. In het vijfde leerjaar geven docenten nog sterker dan in het vierde leerjaar aan dat contexten herkenbaar moeten zijn voor leerlingen. Ook geven relatief meer docenten aan dat het zinvol is onderscheid te maken tussen typen contexten.

3. Samenvattend overzicht conclusies leerlingen

In dit hoofdstuk worden de conclusies uit hoofdstuk 7 over de resultaten van de eindmeting voor leerlingen met betrekking tot wiskunde A havo op een rij gezet per thema.

3.1 Onderwijspraktijk

Statistiek

De meeste leerlingen leren in enkele of een kwart van de lessen werken met datasets. Data verzamelen doet de helft van de leerlingen in enkele lessen.

Wiskundige denkactiviteiten (WDA)

Leerlingen verschillen in de mate waarin zij bij wiskunde A in aanraking komen met wiskundige denkactiviteiten.

Vaardigheden

Presentaties, onderzoeksprojecten en praktische activiteiten maken doorgaans geen deel uit van de lessen wiskunde A.

De rol van ICT

De grafische rekenmachine wordt door leerlingen regelmatig gebruikt. Computers en wiskundesoftware spelen geen grote rol in de lessen wiskunde A.

De rol van contexten

De meeste leerlingen werken nooit of in enkele lessen aan problemen uit de praktijk, die zij doorgaans niet actueel vinden.

Lesmateriaal

90% van de leerlingen werkt bij wiskunde A met een boek. De helft van de leerlingen werkt in enkele lessen met ander materiaal.

Toetsing

Schriftelijke toetsen voor een cijfer is de meest voorkomende vorm van beoordeling bij wiskunde A.

Leeromgeving en bijzondere leeractiviteiten

Excursies, gastsprekers en projecten zijn bij wiskunde A niet aan de orde van de dag.

Groeperingsvormen en rol leerlingen

Leerlingen werken bij wiskunde meestal individueel en krijgen klassikale uitleg. De mate waarin leerlingen zelf opdrachten kunnen kiezen is voor leerlingen verschillend.

3.2 Onderwijsbaarheid, haalbaarheid en toetsbaarheid

Uitvoerbaarheid

De meeste leerlingen vinden wiskunde A te doen in de tijd die ervoor staat. Zo'n 60% van de leerlingen vindt wiskunde A een moeilijk vak.

Helderheid

Zo'n 60% van de leerlingen is het (enigszins) eens met de stelling dat wiskunde A goed te begrijpen is omdat het gaat om wiskundig denken. Over of de bij wiskunde A gebruikte problemen uit de praktijk hen helpen het vak te begrijpen, lopen de meningen van de leerlingen uiteen.

Relevantie

Ruim de helft van de leerlingen vindt dat wiskunde A hen goed voorbereidt op een vervolgopleiding op het terrein van bèta en techniek. Leerlingen verschillen van mening over de vraag of het vak van groot belang is om later een baan te krijgen.

Aantrekkelijkheid

60% van de leerlingen vindt dat zij bij wiskunde A veel leren. Over de aantrekkelijkheid van het vak lopen de meningen uiteen.

Samenhang

Ongeveer de helft van de leerlingen ziet de toegevoegde waarde van wiskunde A bij andere bètavakken.

4. Context, vraagstelling en opzet

4.1 Aanleiding en context

In de periode 2009-2012 heeft de commissie Toekomst Wiskunde Onderwijs (cTWO) nieuwe conceptexamenprogramma's ontwikkeld voor wiskunde A, B en D voor havo, en wiskunde A, B, C en D voor vwo. Maatschappelijke ontwikkelingen en knelpunten in de wiskundevakken vormden de aanleiding voor deze vernieuwing. De conceptexamenprogramma's zijn vervolgens beproefd in examenpilots. De examenpilots zijn geëvalueerd in een onafhankelijke meerjarige curriculumevaluatie onder verantwoordelijkheid van SLO (Kuiper, Folmer, Ottevanger & Bruning, 2012). De nieuwe examenprogramma's werden in schooljaar 2015-2016 ingevoerd in klas 4 van havo en vwo. Ter voorbereiding op de invoering van de nieuwe examenprogramma's is een invoeringsplan geschreven (Tolboom, 2013). Evaluatie is één van de taakgebieden die in het invoeringsplan zijn beschreven. De evaluatie heeft zowel een formatief als een summatief karakter. Tijdens het proces van invoering leveren evaluatieresultaten een bijdrage aan het bijstellen en verbeteren van invoeringsactiviteiten. Daarnaast geeft de evaluatie antwoord op de vraag in hoeverre scholen en docenten er in slagen vorm te geven aan de beoogde vernieuwing.

De invoering van de nieuwe wiskunde-examenprogramma's voor havo en vwo en de daarbij behorende syllabi zijn belangrijke dragers van de beoogde vernieuwing in het wiskundeonderwijs. Scholen zijn verplicht om deze examenprogramma's en syllabi in te voeren. Hierbij gaat het met name om de ingezette inhoudelijke veranderingen die bij elk wiskundevak plaats vinden. Er zijn nieuwe (sub-)domeinen bijgekomen en afgevallen (Projectgroep Wiskunde, 2014).

Scholen kunnen naast het verplicht invoeren van deze inhoudelijke vernieuwing bijdragen aan het realiseren van de achterliggende doelen van de vernieuwing door aandacht te besteden aan de volgende thema's:

- *wiskundige denkactiviteiten*. Aandacht voor wiskundige denkactiviteiten vormt de rode draad door alle wiskundevakken (cTWO, 2007, 2012; SLO, 2014). cTWO benoemt zes denkactiviteiten: modelleren en algebraïseren, ordenen en structureren, analytisch denken en probleemoplossen, formules manipuleren, abstraheren, logisch redeneren (en bewijzen).
- *gebruik van ICT*. cTWO (2012) erkent en benadrukt het belang van ICT-gebruik. Het kan verrijkend en verdiepend zijn. Het is van belang dat leerlingen inzien bij welk type vragen en op welk moment in het oplossingsproces de inzet van ICT zinvol is ('learn when to use'). De verschillende examenprogramma's bieden diverse kansen voor het gebruik van ICT.

- *gebruik van contexten*. Contexten zijn relevant voor het leren van wiskunde, maar vormen niet het hart van het vak. cTWO (2012) stelt voor contexten een rol te geven voor zover ze een goede bijdrage leveren aan horizontaal of verticaal mathematiseren¹, en deze contexten zoveel mogelijk te laten passen bij de belangstelling en het profiel van de leerling.
- *samenhang*. De samenhang met andere vakken is voor cTWO (2012) een aandachtspunt geweest. Het betreft onder andere versterking van de samenhang tussen wiskunde en de exacte vakken maar bijvoorbeeld ook aardrijkskunde en economie. Daarnaast dienen de verschillende wiskundevakken te passen bij het profiel (NT, NG, EM, CM) dat ze bedienen.

4.2 Vraagstelling en theoretisch kader

Curriculumtypologie

De theoretische achtergrond van de evaluatie van de invoering van de nieuwe wiskunde-examenprogramma's wordt gevormd door de typologie van curriculaire verschijningsvormen (Van den Akker, 2003; zie tabel 4.1). Dit onderscheid in verschijningsvormen onderstreept de gelaagdheid van het curriculum. Tussen de verschillende verschijningsvormen komen vaak aanzienlijke discrepanties voor. Dat is niet per se problematisch, maar dikwijls bestaat de wens de kloof tussen dromen, daden en resultaten te verkleinen.

Tabel 4.1: *Curriculaire verschijningsvormen (Van den Akker, 2003).*

beoogd curriculum	imaginair	opvattingen, wensen en idealen (basisvisie)
	geschreven	documenten en materialen (examenprogramma's, syllabi, handreikingen, lesmateriaal)
geïmplementeerd curriculum	geïnterpreteerd	oordelen en interpretaties van docenten, examenmakers en uitgevers
	uitgevoerd	feitelijke onderwijsleerproces
gerealiseerd curriculum	ervaren	ervaringen van leerlingen
	geleerd	leerresultaten bij leerlingen

Onderzoeksvragen

De evaluatie richt zich op de volgende hoofdvraag:

In hoeverre wordt de beoogde wiskundevernieuwing geïmplementeerd en gerealiseerd in de onderwijspraktijk?

¹ Horizontaal mathematiseren heeft betrekking op het vertalen van een niet-wiskundig probleem in wiskunde om daarmee dat probleem op te lossen. Bij verticaal mathematiseren gaat het om het mathematiseren van de wiskunde zelf, het verder opbouwen van de wiskunde via onder meer axiomatiseren en formatiseren (Treffers, in cTWO, 2012). Deze twee vormen van mathematiseren zijn beide belangrijk en vullen elkaar aan.

Deze hoofdvraag valt uiteen in de volgende drie deelvragen gekoppeld aan het geïmplementeerde en gerealiseerde curriculum:

1. Wat vinden docenten van de beoogde wiskundevernieuwing? [geïnterpreteerd]
2. Hoe vertalen docenten de beoogde wiskundevernieuwing concreet naar de onderwijspraktijk? [uitgevoerd]
3. Hoe ervaren leerlingen vernieuwde wiskunde? [ervaren]

De beoogde wiskundevernieuwing omvat het vernieuwde programma, zoals beschreven in verschillende documenten (zie tabel 4.2).

Tabel 4.2: Documenten die het vernieuwde wiskundeprogramma beschrijven.

niveau	status: verplicht	status: niet verplicht, ter inspiratie
macroniveau	• vastgestelde examenprogramma's • definitieve syllabi voor het centraal examen	• visiedocument cTWO • eindrapportage cTWO • het invoeringsplan met de daarin beschreven doelen van de wiskundevernieuwing • definitieve handreikingen voor het schoolexamen • opgaven uit de experimentele en overgangsexamens
microniveau		• pilotlesmaterialen

Alleen de vastgestelde vernieuwde examenprogramma's en ontwikkelde syllabi zijn verplicht (dat moet), alle overige documenten dienen ter inspiratie (dat mag). Samen vormen deze documenten het geschreven beoogde curriculum.

De invoering van nieuwe examenprogramma's en bijbehorende syllabi en de aandacht die scholen en docenten besteden aan de eerdergenoemde relevante thema's (zie paragraaf 4.1) voor de wiskundevernieuwing zijn van invloed op de verschillende elementen van een leerplan, die ook weer met elkaar samenhangen. De kern van een leerplan betreft doorgaans de doelen en inhouden van het leren. Veranderingen in die kern veronderstellen meestal ook wijzigingen in veel andere aspecten van het (plannen van) leren. Hoe de verschillende leerplankundige aspecten met elkaar samenhangen wordt verbeeld in het curriculaire spinnenweb (zie figuur 4.1).



Figuur 4.1: Curriculaire spinnenweb (Van den Akker, 2003).

4.3 Onderzoeksopzet

De onderzoeksgroep bestaat uit docenten en leerlingen havo en vwo. Scholen zijn sinds schooljaar 2015-2016 verplicht om de vernieuwde examenprogramma's voor wiskunde in te voeren in leerjaar 4. Vanaf 2017 (havo) en 2018 (vwo) sluiten de centrale examens voor alle scholen aan bij de nieuwe programma's. Tabel 4.3 geeft per deelvraag weer welke onderzoeksactiviteiten zijn uitgevoerd bij welke onderzoeksgroep.

Tabel 4.3: *Onderzoeksactiviteiten per deelvraag.*

deelvraag	onderzoeksactiviteiten
1. Wat vinden docenten van de beoogde vernieuwing?	• vragenlijstonderzoek onder docenten • docentinterviews tijdens enkele schoolbezoeken
2. Hoe vertalen docenten de beoogde vernieuwing concreet naar de onderwijspraktijk?	
3. Hoe ervaren leerlingen vernieuwde wiskunde?	• vragenlijstonderzoek onder leerlingen • leerlinginterviews tijdens enkele schoolbezoeken

De evaluatie richt zich op het eerste cohort; leerlingen die in 2015-2016 in 4havo en 4vwo zijn gestart met het nieuwe programma en in 2017 (havo) of 2018 (vwo) examen doen. De evaluatie startte aan het eind van het eerste invoeringsjaar, op het moment dat docenten enige ervaring hadden opgedaan met het nieuwe examenprogramma. Aan docenten van 4havo en 4vwo is toen gevraagd een vragenlijst in te vullen. Over de resultaten van deze eerste meting in leerjaar 4 zijn inmiddels rapporten verschenen voor wiskunde A en B². Een eindmeting voor havo vond plaats in het voorjaar van 2017. Docenten is toen gevraagd een tweede vergelijkbare vragenlijst in te vullen. Ook leerlingen hebben aan het eind van het examenjaar een vragenlijst ingevuld. Dit rapport beschrijft de resultaten van de eindmeting wiskunde A.³

Ter verdieping van de resultaten van de vragenlijstonderzoeken zijn enkele schoolbezoeken ingepland. Deze schoolbezoeken bestonden uit individuele interviews met docenten van de verschillende wiskundevakken, en groepsinterviews met leerlingen die verschillende wiskundevakken volgen.

4.4 Eindmeting

Dit rapport geeft de resultaten van de eindmeting onder docenten en leerlingen betreffende het vernieuwde wiskunde A havo. Deze eindmeting vond plaats in het voorjaar van 2017 en bestond uit een vragenlijstonderzoek onder docenten en leerlingen uit 5havo (eerste cohort). Daarnaast zijn interviews afgenomen met docenten en leerlingen van vier scholen in 2017 ter verdieping van het vragenlijstonderzoek.

Uitgangspunt bij de ontwikkeling van de instrumenten was zoveel mogelijk aan te sluiten bij de onderzoeksinstrumenten gebruikt bij de evaluatie van de bèta-examenpilots (Kuiper, Folmer, Ottevanger & Bruning, 2011), de evaluatie van de wiskundepilots (Kuiper et al., 2012), en de evaluatie van de invoering van de vernieuwde bèta-examenprogramma's (Michels, Folmer, Bruning, & Ottevanger, 2014). De geformuleerde vraagstelling en genoemde thema's (in het

² Deze rapporten zijn te downloaden via:

Wiskunde A havo <http://downloads.slo.nl/Repository/monitoring-invoering-vernieuwde-wiskunde-a-havo.pdf>

Wiskunde B havo <http://downloads.slo.nl/Repository/monitoring-invoering-vernieuwde-wiskunde-b-havo.pdf>

Wiskunde A vwo <http://downloads.slo.nl/Repository/monitoring-invoering-vernieuwde-wiskunde-a-vwo.pdf>

Wiskunde B vwo <http://downloads.slo.nl/Repository/monitoring-invoering-vernieuwde-wiskunde-b-vwo.pdf>

³ De eindmeting voor het vwo vindt plaats in het voorjaar van 2018.

huidige onderzoek) sluiten voor een belangrijk deel aan bij de in deze eerdere evaluaties gehanteerde onderzoeksvariabelen. Dat maakte het mogelijk een deel van de onderzoeksinstrumenten, na bijstelling, te gebruiken. Een eerste versie van de docentvragenlijst is voor feedback voorgelegd aan een aantal docenten en vakexperts. Op basis daarvan is de definitieve vragenlijst tot stand gekomen en omgezet naar een digitale versie met SurveyMonkey.

De uiteindelijke docentvragenlijst voor de eindmeting (leerjaar 5) bestond uit de vragen die ook bij de meting in leerjaar 4 aan de orde zijn gekomen. Deze vragenlijst bevatte vier delen: achtergrondkenmerken, voorbereiding van de invoering, de onderwijspraktijk (wat doen docenten), en onderwijsbaarheid, toetsbaarheid en haalbaarheid (wat vinden docenten). De leerlingvragenlijst bestond uit drie delen: achtergrondkenmerken, de onderwijspraktijk (wat doen leerlingen), en onderwijsbaarheid, toetsbaarheid en haalbaarheid (wat vinden leerlingen). Zie tabel 4.4 en tabel 4.5 voor een overzicht van hoofd- en subthema's in de docent- en leerlingvragenlijst.

Tabel 4.4: *Hoofd- en subthema's docentvragenlijst*⁴.

voorbereiding invoering	de onderwijspraktijk	onderwijsbaarheid, toetsbaarheid en haalbaarheid
• deelname aan nascholingsmogelijkheden • benutte informatiebronnen • behoefte aan nascholingsmogelijkheden	• meetkundige berekeningen • wiskundig denken/ denkactiviteiten • de rol van ICT • de rol van contexten • lesmateriaal • toetsing	• impact • uitvoerbaarheid • tijd voor de invoering • helderheid • gemaakte keuzes in het examenprogramma • verdeling SE en CE • inhoudelijke vernieuwingen • wiskundige denkactiviteiten • de rol van ICT • de rol van contexten • sterke en zwakke punten

Tabel 4.5: *Hoofd- en subthema's leerlingvragenlijst*.

de onderwijspraktijk	onderwijsbaarheid, toetsbaarheid en haalbaarheid
• meetkundige berekeningen • wiskundige denkactiviteiten • vaardigheden • de rol van ICT • de rol van contexten • lesmateriaal • toetsing • leeromgeving en bijzondere leeractiviteiten • groeperingsvormen en rol leerlingen	• uitvoerbaarheid • helderheid • relevantie • aantrekkelijkheid • samenhang

⁴ Om de omvang van de vragenlijst te beperken is besloten in de docentvragenlijst geen aandacht te besteden aan het thema samenhang. Dit thema is wel besproken met docenten en leerlingen tijdens de schoolbezoeken.

De werving voor deelname aan de docentvragenlijst is gestart in februari 2017 en bestond uit:

- een open uitnodiging op www.slo.nl, LinkedIn en Twitter door SLO;
- een uitnodiging in de tweede fase-nieuwsbrief van SLO;
- een uitnodiging in de WiskundE-brief;
- een uitnodiging in de nieuwsbrief van de Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren (NVWW);
- een uitnodiging op de Facebookpagina Leraar Wiskunde;
- een uitnodiging in de methodeportals van uitgeverij Noordhoff;
- een uitnodiging op het vakportaal Rekenen/Wiskunde;
- een uitnodiging in de nieuwsbrief VO van OCW;
- een uitnodiging via de coördinatoren van de vaksteunpunten;
- een uitnodiging op de site van betanova.nl.

Al deze activiteiten hebben geleid tot 93 docenten en 553 leerlingen die de vragenlijst hebben ingevuld voor wiskunde A havo.

De vragenlijsten zijn anoniem verwerkt en in aparte rapportages gepresenteerd per wiskundevak (wiskunde A, B voor havo⁵). De gegevens zijn opgeschoond en vervolgens geanalyseerd met behulp van SPSS. Hierbij is gebruik gemaakt van beschrijvende analyses. De resultaten zijn grotendeels gepresenteerd in grafieken en op hoofdlijnen beschreven. Van alle gesprekken die tijdens de schoolbezoeken zijn gevoerd zijn (interne) verslagen gemaakt. Deze verslagen zijn benut om de resultaten van de vragenlijsten te verdiepen. Dit gebeurt in de vorm van illustratieve citaten uit deze verslagen die in de rapportage van de resultaten van de vragenlijsten zijn ingepast. Daarnaast zijn de resultaten van de docenten uit leerjaar 5 vergeleken met resultaten uit leerjaar 4, waarbij vooral is ingegaan op verschillen tussen beide metingen.

4.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 5 wordt eerst een beschrijving gegeven van de achtergrondgegevens van docenten en leerlingen die hebben deelgenomen aan de eindmeting wiskunde A havo. Vervolgens worden in hoofdstuk 6 resultaten gepresenteerd van de eindmeting voor docenten. Waar mogelijk vindt een vergelijking plaats met de resultaten van de voorgaande meting in leerjaar 4. In hoofdstuk 7 worden de resultaten beschreven van de eindmeting voor leerlingen.

⁵ De respons op de docentvragenlijst voor wiskunde D havo was dusdanig beperkt dat besloten is hiervan geen uitgebreide rapportage te maken. Wel is een interne notitie geschreven over de bevindingen die tijdens een focusgroep met docenten in 2017 over het vernieuwde wiskunde D zijn verzameld. Ook bevat deze notitie de resultaten van de leerlingvragenlijst over wiskunde D havo (die ook in 2017 is uitgezet).

5. Responsbeschrijving

In dit hoofdstuk wordt de achtergrondinformatie beschreven van docenten en leerlingen die deel hebben genomen aan het onderzoek.

5.1 Vragenlijstonderzoeken

Docenten

Hoe ziet de groep docenten eruit die de vragenlijst voor wiskunde A havo hebben ingevuld?

- 93 docenten hebben de vragenlijst wiskunde A havo ingevuld, waarvan 73 docenten de vragenlijst volledig hebben beantwoord en 20 gedeeltelijk.
- 37% van de docenten is vrouw, 63% is man.
- 32% van de docenten heeft meer dan 20 jaar onderwijservaring in de bovenbouw, 28% 10 tot 20 jaar, 26% 5 tot 10 jaar en 14% 1 tot 5 jaar.
- 7 docenten (8%) maken deel uit van een Docent Ontwikkel Team (DOT) of professionele leergemeenschap aan een universiteit, hogeschool of steunpunt.
- De meeste docenten (40%) overleggen maandelijks met hun wiskundecollega's (vaksectieoverleg) of 3 tot 4 keer per jaar (38%), 22% overlegt wekelijks. 1% doet dat 1 of 2 keer per jaar.
- 2 docenten (2%) zijn als pilotdocent betrokken geweest bij de ontwikkeling van het nieuwe examenprogramma voor wiskunde A havo.
- Zowel voor 4havo als 5havo hebben de meeste docenten 150, 135, of 180 minuten per week beschikbaar voor wiskunde A. Dat zijn uitgaande van de meest voorkomende situatie van 50 minuten per lesuur, gemiddeld 3 lesuren per week.
- 71% van de docenten geeft naast wiskunde A havo ook wiskunde A in de bovenbouw vwo, 56% geeft ook wiskunde B in de bovenbouw vwo. Verder geeft 56% van de docenten naast wiskunde A havo ook wiskunde B in de bovenbouw havo. 38% van de docenten geeft wiskunde C vwo, 32% wiskunde D vwo en 17% wiskunde D havo. 9% van de docenten geeft geen ander wiskundevak in de bovenbouw havo of vwo naast wiskunde A havo.

Leerlingen

Hoe ziet de groep leerlingen eruit die de vragenlijst voor wiskunde A havo hebben ingevuld?

- 553 leerlingen hebben de vragenlijst wiskunde A havo geheel of gedeeltelijk ingevuld. Deze leerlingen zijn afkomstig van 22 scholen.
- Vrijwel evenveel jongens als meisjes hebben de vragenlijst ingevuld.
- De meeste leerlingen (58%) hebben een EM-profiel. 33% heeft een NG-profiel en sommige leerlingen (11%) volgen een CM-profiel. 4 leerlingen (1%) volgen een NT-profiel.
- De meeste leerlingen volgen naast wiskunde A de volgende bètavakken: biologie (36%) en/of scheikunde (31%). 11% van de leerlingen heeft natuurkunde in hun vakkenpakket en 10% informatica. Het vak NLT (Natuur, Leven en Technologie) wordt door zo'n 8% van de leerlingen gevolgd en ANW (Algemene Natuurwetenschappen) door 1%. Eén leerling heeft aangegeven wiskunde D te volgen, geen enkele leerling wiskunde B.

5.2 Interviews tijdens schoolbezoeken

In 2017 zijn drie scholen bezocht waar interviews zijn afgenomen met docenten en leerlingen over het vernieuwde examenprogramma wiskunde A havo. Daarnaast heeft er één telefonisch interview plaatsgevonden met een docent over het vernieuwde programma. In totaal zijn vijf docenten geïnterviewd, waarvan drie vrouwen (van wie één 4havo) en twee mannen. Bij twee scholen zijn interviewvragen gesteld aan leerlingen. Op deze scholen zijn in totaal vijf leerlingen geïnterviewd. Dit zijn vijf meisjes, waarvan één uit 4havo en vier uit 5havo. Van alle gesprekken die tijdens de schoolbezoeken zijn gevoerd zijn (interne) verslagen gemaakt. Deze verslagen zijn benut om de resultaten van de vragenlijsten te verdiepen. Dit gebeurt in de vorm van illustratieve citaten uit deze verslagen die in de rapportage van de resultaten van de vragenlijsten (hoofdstuk 6 en 7) zijn ingepast.

6. Resultaten docenten

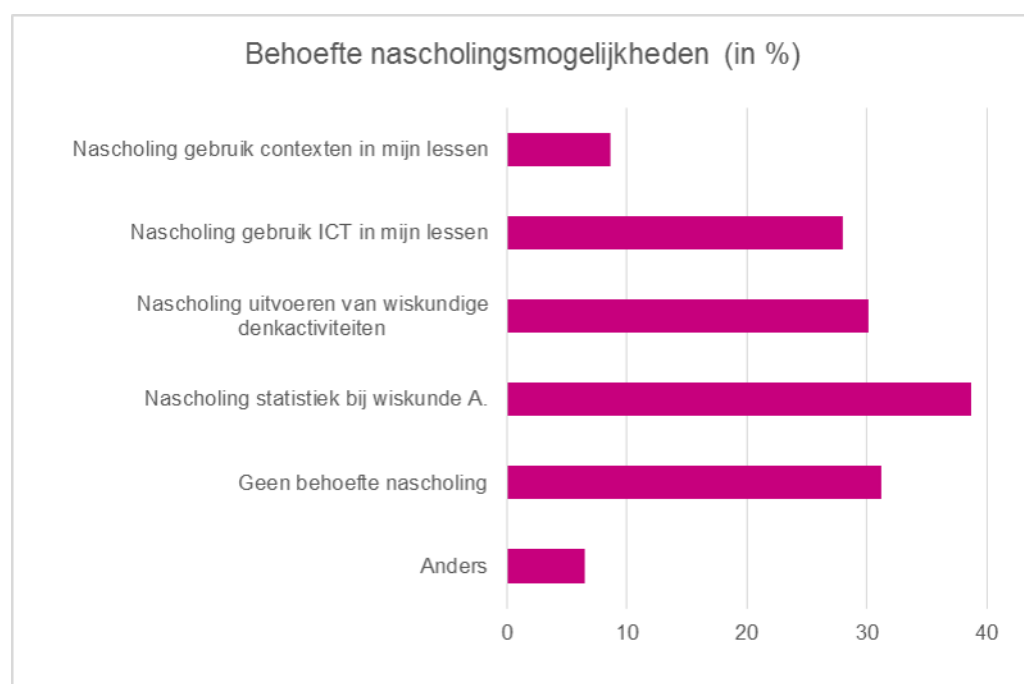
In dit hoofdstuk worden de resultaten van de eindmeting voor docenten beschreven voor wiskunde A havo. Het hoofdstuk bestaat uit drie paragrafen. In de eerste paragraaf wordt beschreven hoe docenten zich op de invoering van het vernieuwde examenprogramma hebben voorbereid. Paragraaf twee gaat in op de onderwijspraktijk gedurende de invoering van het vernieuwde programma in leerjaar 5. In de derde paragraaf worden aspecten van de onderwijsbaarheid, toetsbaarheid en haalbaarheid van het nieuwe programma besproken. Uitspraken die docenten hebben gedaan tijdens de interviews bij de schoolbezoeken zijn gebruikt om de resultaten van het vragenlijstonderzoek te verdiepen. Daarnaast wordt waar mogelijk een vergelijking gemaakt met de resultaten van de meting in leerjaar 4 (schooljaar 2015-2016).

6.1 Voorbereiding invoering

Behoefte nascholingsmogelijkheden

Docenten hebben het meest behoefte aan nascholing voor statistiek bij wiskunde A en het minst voor het gebruik van contexten.

- Bijna 40% van de docenten heeft behoefte aan nascholing voor statistiek bij wiskunde A.
- Minder dan 10% van de docenten heeft behoefte aan nascholing voor het gebruik van contexten.
- Zowel voor het uitvoeren van wiskundige denkactiviteiten als voor het gebruik van ICT heeft ongeveer 30% van de docenten behoefte aan nascholing.
- Eveneens ongeveer 30% van de docenten heeft geen behoefte aan nascholing.
- Onder 'anders' zijn vooral aanvullende opmerkingen gemaakt; er zijn geen nieuwe onderwerpen voor nascholing genoemd.



Grafiek 6.1: Behoefte nascholingsmogelijkheden (n=93, meerdere antwoorden mogelijk).

Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

De behoefte aan nascholing is in het vijfde leerjaar over de hele linie iets afgenomen ten opzichte van de meting in het vierde leerjaar, de behoefte aan nascholing voor het gebruik van ICT in de lessen is vooral afgenomen.

Het grootste verschil met leerjaar 4 is te zien bij de behoefte aan nascholing in het gebruik van ICT in de lessen (van 40% in leerjaar 4 naar 28% in leerjaar 5). De behoefte aan nascholing is voor statistiek nog steeds het grootst (van 44% in leerjaar 4 naar 39% in leerjaar 5).

Uit de interviews met docenten:

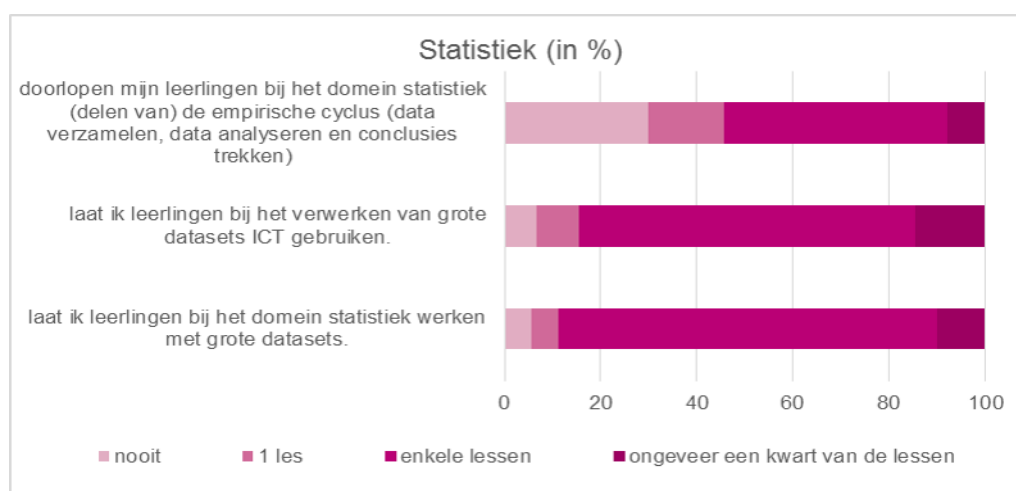
- o "Het is wel even wennen de statistiek. Wij hebben als wiskundedocenten ook niet echt statistiek gehad in onze opleiding. Alleen theoretische statistiek, dus je doet zelf geen onderzoek. Het statistiek gedeelte in wiskunde A is erg gericht op de onderzoekscyclus. Hierbij sta je zelf minder boven de stof. Soms heb je zelf ook geen idee. Het zou meer in onze opleiding en/of nascholing moeten komen. Nascholing was er, maar die is niet verplicht."
- o "Ik denk dat mensen met een sociale studie meer ervaring hebben met deze statistiek. Ik denk dat het statistiek gedeelte binnen wiskunde A ook door deze mensen zou kunnen worden gegeven, ik denk dat wiskundigen daar zelf minder ervaring mee hebben. Deze mensen zouden mooie voorbeelden kunnen geven, en kritisch zijn hoe leerlingen daarop reageren."

6.2 Onderwijspraktijk

Statistiek

Een ruime meerderheid van de docenten laat leerlingen bij statistiek in enkele tot een kwart van de lessen met grote datasets werken met gebruik van ICT.

- 79% van de docenten laat leerlingen bij het domein statistiek in enkele lessen met grote datasets werken, 10% doet dat ongeveer in een kwart van de lessen.
- 70% van de docenten laat leerlingen bij het domein statistiek in enkele lessen ICT gebruiken bij het verwerken van grote datasets, 14% doet dat in ongeveer een kwart van de lessen.
- 30% van de docenten geeft aan dat leerlingen nooit (delen van) de empirische cyclus doorlopen, 16% geeft aan dat dit in 1 les gebeurt.



Grafiek 6.2: Statistiek (n=90).

Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

In het vijfde leerjaar wordt in meer lessen gewerkt met ICT bij het verwerken van grote datasets dan in het vierde leerjaar. Het doorlopen van de empirische cyclus gebeurt in beide metingen het minst, al is ook daar een toename te zien in leerjaar 5.

In leerjaar 4 gaf 53% van de docenten aan dat leerlingen in enkele lessen met grote datasets werken en 31% gaf aan dit nooit te laten doen, in leerjaar 5 is dit respectievelijk 79% en 6%. Een zelfde toename is te zien bij het gebruik van ICT bij het verwerken van grote datasets: van 48% in enkele lessen in leerjaar 4 naar 70% in leerjaar 5 (en van 34% die dit nooit laat doen naar 7%). Daarnaast gaf 46% van de docenten aan leerlingen in het vierde leerjaar nooit de empirische cyclus te laten doorlopen bij het domein statistiek, tegenover 30% in het vijfde leerjaar.

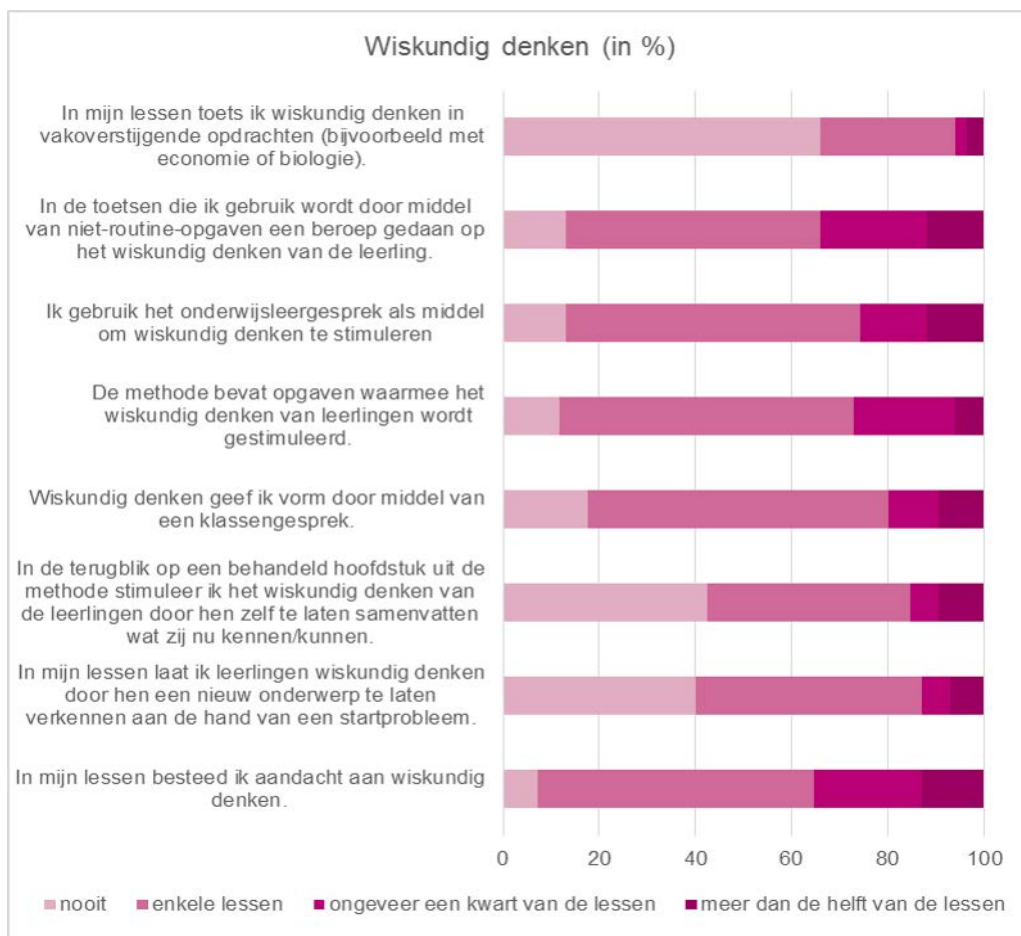
Uit de interviews met docenten:

- o "Met betrekking tot de empirische cyclus: het is een mooie theorie maar doe het eens met een groepje leerlingen. Het niveau van leerlingen is hiervoor te laag, leerlingen zouden dan in korte tijd veel moeten leren."
- o "In de bovenbouw van havo doen we twee praktische opdrachten: één in 4havo over werken met Excel en we hebben net een praktische opdracht afgerond m.b.t. statistiek, waarbij de leerlingen met een Excel-dataset met informatie van atleten van de Olympische Spelen aan de slag zijn gegaan. De opdracht was om vijf vergelijkingsmaten te laten zien (bijvoorbeeld: boxplot, phi-coëfficiënt, effectgrootte etc.). Met deze combinatie van statistiek en Excel maak je het tastbaarder voor de leerlingen. Ook weten ze zo beter wat op het hbo hun staat te wachten."
- o "De manier waarop het statistische gedeelte aangeboden wordt, vind ik matig: regeltjes die op een formuleblad staan. De leerlingen hebben geen idee waar ze mee bezig zijn. Doordat je alleen maar formules gebruikt, komt het niet echt uit de verf. Nu drop ik de formules, bijvoorbeeld over effectgrootte. Als ik denk ik wil eigenlijk wel meer achtergrondinformatie of betekenis geven bij/aan de formules, dan is dat een stap te ver voor de leerlingen."
- o "In 4havo is er een praktische opdracht: daar wordt een beetje aandacht besteed aan het werken met Excel. Er wordt een aantal datasets gegeven. Het eerste jaar hadden we zelf iets bedacht, dit jaar stapte terug gedaan en een opdracht gemaakt die dichterbij ligt bij wat in de methode aangeboden wordt. Dat ging beter. We moeten nog wat meer ervaring opdoen met instructie en aansturing/begeleiding. Leerlingen moesten ook zelf een onderzoeksvraag en deelvragen bedenken bij één van de datasets, een eigen onderzoekje opbouwen en conclusies trekken. We gaan dit eerst uitbouwen en dan kijken of er ruimte is voor meer."

Wiskundig denken

Een grote meerderheid van de docenten besteedt aandacht aan wiskundig denken, 7% besteedt er nooit aandacht aan.

- Het meest gebeurt dit in gesprekken en ook in de methode en in toetsen wordt volgens een ruime meerderheid van de docenten een beroep gedaan op het wiskundig denken van de leerlingen.
- Wiskundige denkactiviteiten worden weinig getoetst in vakoverstijgende opdrachten: 66% doet dit nooit, 28% in enkele lessen.
- 87% van de docenten gebruikt het onderwijsleergesprek als middel om wiskundig denken te stimuleren: 61% doet dat in enkele lessen, 14% in ongeveer een kwart van de lessen en 12% in meer dan de helft van de lessen.
- Eveneens 87% van de docenten gebruikt toetsen met niet-routineopgaven die een beroep doen op het wiskundig denken van de leerlingen: 53% doet dat in enkele lessen, 22% in ongeveer een kwart van de lessen en 12% in meer dan de helft van de lessen.
- De methode bevat opgaven waarmee het wiskundig denken van leerlingen wordt gestimuleerd, vindt 88% van de docenten.



Grafiek 6.3: Wiskundig denken (n=85).

Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

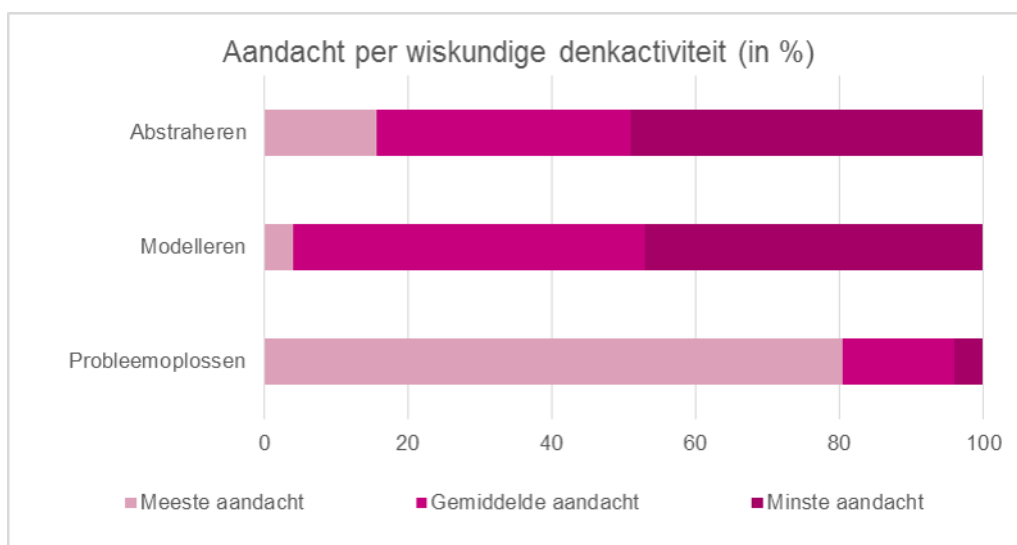
De resultaten zijn vergelijkbaar met het vierde leerjaar. Docenten gebruiken in het vijfde leerjaar wat vaker het onderwijsleergesprek als middel om wiskundig denken te stimuleren en lijken ook wat vaker toetsen met niet-routineopgaven te gebruiken.

In het vijfde leerjaar gebruikt 61% in enkele lessen het onderwijsleergesprek als middel om wiskundig denken te stimuleren (en 13% doet dit nooit), tegenover 44% (en 28% nooit) in het vierde leerjaar. Daarnaast gebruikt 22% van de docenten in ongeveer een kwart van de lessen toetsen met niet-routineopgaven die een beroep doen op het wiskundig denken van de leerling tegenover 13% in het vierde leerjaar. 35% van de docenten besteedt in het vijfde leerjaar in een kwart of meer van de lessen aandacht aan wiskundig denken, tegenover 28% in het vierde leerjaar.

Wiskundige denkactiviteiten (WDA)

Een meerderheid besteedt *niet* evenveel aandacht aan de drie voorgelegde wiskundige denkactiviteiten probleemoplossen, modelleren en abstraheren. Deze docenten geven de meeste aandacht aan probleemoplossen.

- 80% van deze docenten geeft de meeste aandacht aan probleemoplossen, 16% aan abstraheren en 4% aan modelleren.
- 35% van de docenten geeft aan evenveel aandacht te besteden aan de drie voorgelegde wiskundige denkactiviteiten.



Grafiek 6.4: Aandacht per wiskundige denkactiviteit (n=51).

Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

De aandacht voor probleemoplossen was al groot en is toegenomen in het vijfde leerjaar. De aandacht voor modelleren is afgenomen ten opzichte van het vierde leerjaar.

In het vierde leerjaar geeft 24% van de docenten de meeste aandacht aan modelleren, in het vijfde leerjaar neemt dit percentage af naar 4%. De groep docenten die er gemiddelde aandacht aan geeft is ongeveer even groot gebleven (van 52% in leerjaar 4 naar 49% in leerjaar 5). Ook voor probleemoplossen is de groep die er gemiddelde aandacht aan geeft ongeveer even groot gebleven, echter de groep die de meeste aandacht geeft aan probleemoplossen is toegenomen (van 62% in leerjaar 4 naar 80% in leerjaar 5).

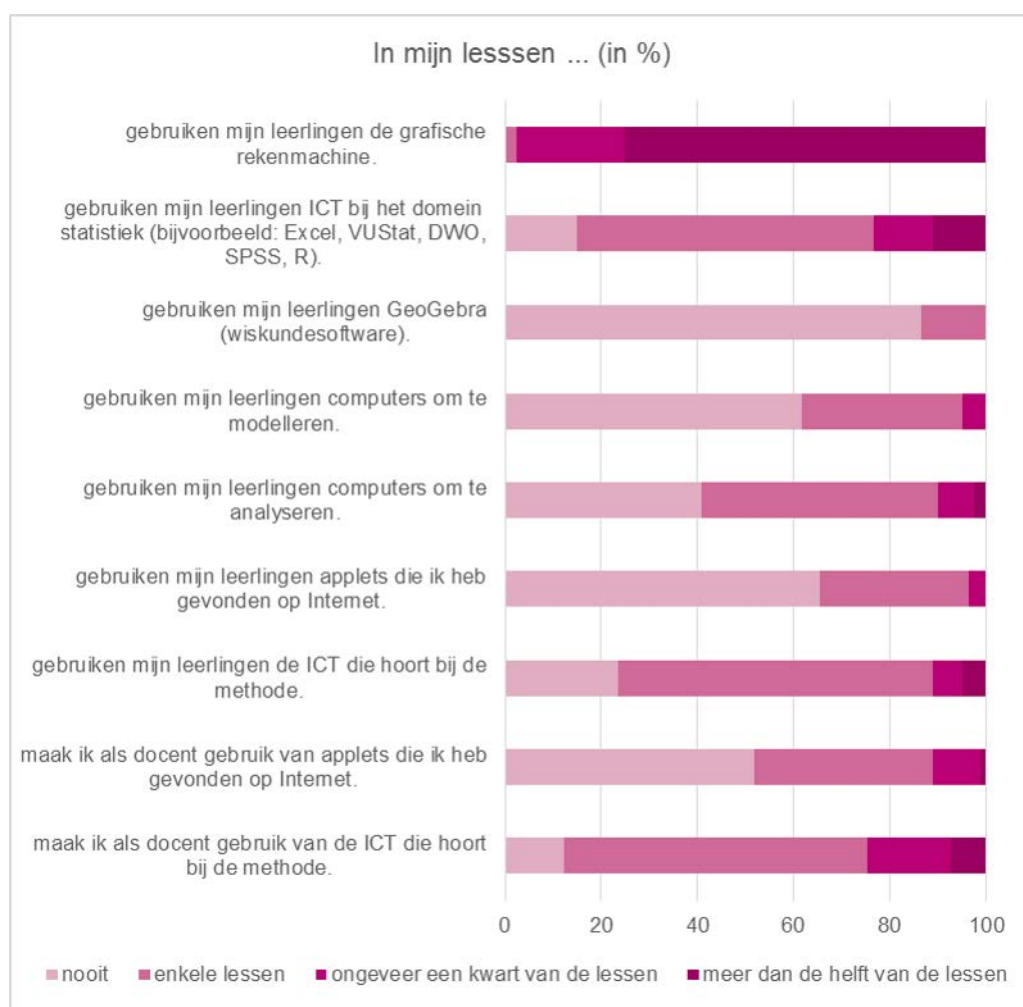
Uit de interviews met docenten:

- o "Wat weinig aandacht krijgt met betrekking tot wiskundige denkactiviteiten is dat je ze benoemt: je bent nu aan het modelleren of met algebra bezig. Ik denk ook dat als je dat zou doen dat je dan leerlingen te veel informatie geeft en ik vind dit zelf ook niet zo interessant om te benoemen. Het komt bij heel veel zaken al *[impliciet]* naar voren."
- o "Wiskundige denkactiviteiten zitten vaak verwerkt in een korte onderzoeksopdracht met weinig vragen voor veel punten."
- o "De methode doet meer op dat gebied dan dat ze moeten kunnen voor het CE, maar ik durf (nog) niet te strepen in het boek want weet niet waar ze naar toe willen."
- o "Wiskundige denkactiviteiten benoem ik eigenlijk niet expliciet. Ze zijn overal bij nodig. Je bent wel steeds bezig met het trainen in denkstappen, zitten er impliciet in. Er zijn geen typische wiskundige-denkactiviteiten-sommen, zeker bij wiskunde A niet."
- o "Ik besteed wel extra aandacht aan opdrachten die complexer zijn. In oefenexamens vind je soms wel opgaven met meerdere stappen, dan gaan we daarmee aan de slag. Belangrijk is het laten zien hoe je tot een oplossing komt."
- o "Voor mij is het wiskundig denken de basis van wiskunde. Ik zie het niet als een aparte theorie die ik nog moet behandelen. Ik denk dat wiskunde daar altijd al over gaat in mijn lessen. Ik denk wel dat de leerlingen daar beperkt aan toekomen, maar ik denk dat ze soms daarmee uitkomen met het toepassen van trucjes."

De rol van ICT

Leerlingen gebruiken in hun lessen wiskunde vooral de grafische rekenmachine. Daarnaast gebruiken zij verschillende ICT-toepassingen bij het domein statistiek.

- Een ruime meerderheid van de docenten en leerlingen gebruikt de ICT die hoort bij de methode in enkele of meer lessen (respectievelijk 12% en 23% gebruikt dit nooit).
- Applets van internet worden door docenten en leerlingen minder gebruikt dan de ICT bij de methode: 52% van de docenten en 65% van de leerlingen gebruiken ze nooit.
- 62% van de docenten geeft aan dat leerlingen nooit computers gebruikten om te modelleren.
- 86% van de leerlingen gebruikt nooit *GeoGebra*.



Grafiek 6.5: De rol van ICT (n=81).

Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

In beide metingen wordt de grafische rekenmachine verreweg het meest gebruikt door leerlingen. Daarnaast is op onderdelen een toename in het gebruik van ICT ten opzichte van het vierde leerjaar te zien (bijvoorbeeld bij statistiek).

Leerlingen gebruiken in het vijfde leerjaar meer ICT bij het domein statistiek vergeleken met het vierde leerjaar (van 35% nooit naar 15%, en van 48% in enkele lessen naar 62%) en iets vaker computers om te analyseren en te modelleren (respectievelijk van 52% nooit naar 41%, en van 75% naar 62%). Docenten en leerlingen gebruiken wat vaker de ICT die bij de methode hoort (van ongeveer 50% in enkele lessen naar ongeveer 65%).

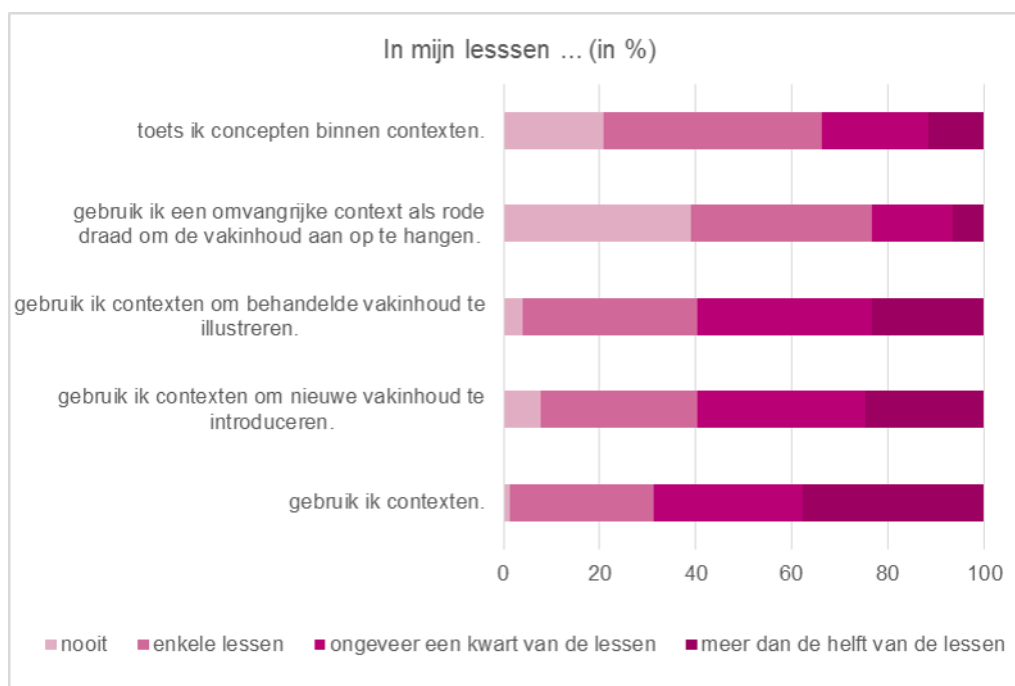
Uit de interviews met docenten:

- o "Van de grafische rekenmachine ben ik geen voorstander. Deze wordt alleen bij wiskunde gebruikt, zelfs niet bij andere exacte vakken. Het voelt als gekunsteld dat ze op havo er twee leerjaren mee werken, terwijl ze er later nooit meer iets mee gaan doen. We leren ze trucjes in anderhalf jaar voor het examen. Dat vind ik heel erg jammer. Beter zou zijn om in plaats van de grafische rekenmachine iets te gebruiken waar ze zelf ook mee werken, zoals Excel of (een app op) hun mobiele telefoon."
- o "Havo 4 wiskunde A doet één grote praktisch opdracht, waarbij de leerlingen datasets in Excel moeten ordenen, analyseren en verbanden leggen."
- o "Het gebruik van ICT is alleen methodegericht."
- o "De leerlingen van de bovenbouw hebben nog geen eigen computers. Dit komt pas over twee schooljaren. Er zijn computerlokalen beschikbaar."
- o "We zijn begonnen met het invoeren van verplichte laptops (BYOD), nu tot en met klas 2. Volgend jaar zullen we er ook op inspelen met wiskunde. Dat is nog best een opgave, algebra bijvoorbeeld is beter te doen als handwerk."
- o "Met de eerste lichting leerlingen hebben we met het computergedeelte uit de methode gewerkt, maar Excel vonden we een te log en complex programma om de leerlingen in die korte tijd te leren, omdat ze vanuit de onderbouw daar weinig ervaring mee hebben. Leerlingen kunnen niet zelf aan de slag met Excel. Daarom hebben we in 5havo de boekjes van SLO (cTWO) erbij gepakt en de leerlingen vooral het computergedeelte laten doorlopen, zodat we niet het hoofdstuk over Excel van de methode hoefden te gebruiken. Deze boekjes bevatten het vier stappenprogramma/-software en de datasets zijn afkomstig vanuit CBS."

De rol van contexten

Bijna alle docenten gebruiken contexten in hun lessen, om behandelde vakinhouden te illustreren en om nieuwe vakinhouden te introduceren.

- 60% van de docenten doet dit beide in ongeveer een kwart tot meer dan de helft van de lessen.
- Bijna 80% van de docenten toetst concepten binnen contexten: 45% doet dit in enkele lessen, 22% in ongeveer een kwart van de lessen en 12% in meer dan de helft van de lessen.
- Ongeveer 60% van de docenten gebruikt een omvangrijke context als rode draad om de vakinhoud aan op te hangen: 38% doet dit in enkele lessen, 17% in ongeveer een kwart van de lessen en 6% in meer dan de helft van de lessen.



Grafiek 6.6: De rol van contexten (n=77).

Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

De resultaten van beide metingen zijn vergelijkbaar. Er zijn kleine verschillen te zien in de rol van contexten tussen het vierde en vijfde leerjaar.

Het gebruik van contexten om nieuwe vakinhouden te introduceren en te illustreren komt iets vaker voor: rond de 35% van de docenten doet dit in ongeveer een kwart van de lessen in het vijfde leerjaar, tegenover een kwart van de docenten in het vierde leerjaar. Docenten lijken iets minder vaak een omvangrijke context te gebruiken als rode draad om de vakinhoud aan op te hangen (in leerjaar vier deed 30% van de docenten dit nooit, in leerjaar vijf geldt dit voor 39%).

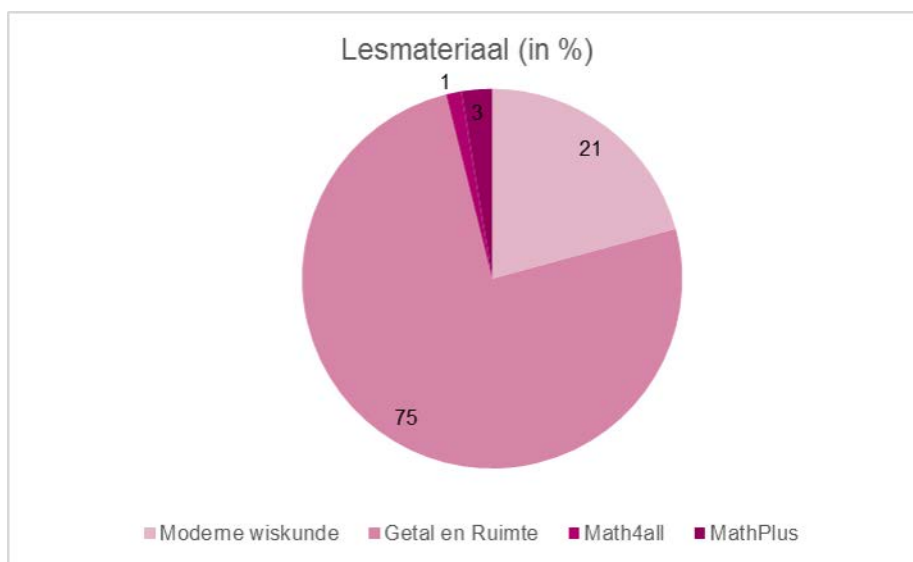
Uit de interviews met docenten:

- o "Ik vind het lastig om dit soort toetsitems *[met de concept-contextbenadering]* te ontwikkelen: de situatie zo op te schrijven dat de leerlingen dat herkennen en de juiste kant op gaan redeneren. Vaak worden dit soort opgaves heel gekunsteld of kunnen de leerlingen vijf kanten op redeneren. In het CE zie ik dit soort opgaves terug, dit gaat soms bijna richting het schrijven van een essay."
- o "In de methode staan meer realistische contexten. Wordt de toepassing van wiskunde hieruit duidelijk? Dat vraag ik me af..."
- o "Ik gebruik soms ook fictieve contexten, dit scheelt een hoop tijd en voor leerlingen maakt dit niet uit."
- o "Wiskunde A is meer contextgericht dan wiskunde B. Veel gaat over toepassing. De contexten spreken de leerlingen niet altijd aan, maar dat kan ook niet altijd."
- o "Algebra vind ik heel erg lastig om te verbinden met de praktijk. Het verzwaarde programma is meer van de werkelijkheid komen af te staan. Hier begonnen we mee, dus komend jaar begin ik wel met een ander hoofdstuk. Algebra leent zich er wel voor om contexten te verbinden als je kijkt naar het eindexamen, maar dat was ook veel minder moeilijk dan hoe de methode het aanbood."

Lesmateriaal

Drie kwart van de docenten gebruikt *Getal en Ruimte* als methode.

- Hiernaast gebruikt 21% van de docenten *Moderne wiskunde* als methode.
- Een enkeling gebruikt *MathPlus* of *Math4all*.
- 35% van de docenten gebruikt door henzelf ontwikkeld lesmateriaal voor vernieuwde wiskunde A havo.



Grafiek 6.7: Lesmateriaal: gebruikte methoden (n=77).

Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

De twee metingen geven een vergelijkbaar beeld van het methodegebruik. Het gebruik van zelf ontwikkeld lesmateriaal lijkt licht toegenomen in het vijfde leerjaar.

Getal en Ruimte wordt in leerjaar vier en vijf door ongeveer drie kwart van de docenten gebruikt en *Moderne wiskunde* door 21%. Zelf ontwikkeld lesmateriaal werd in het vierde leerjaar door 27% van de docenten gebruikt (35% in leerjaar vijf).

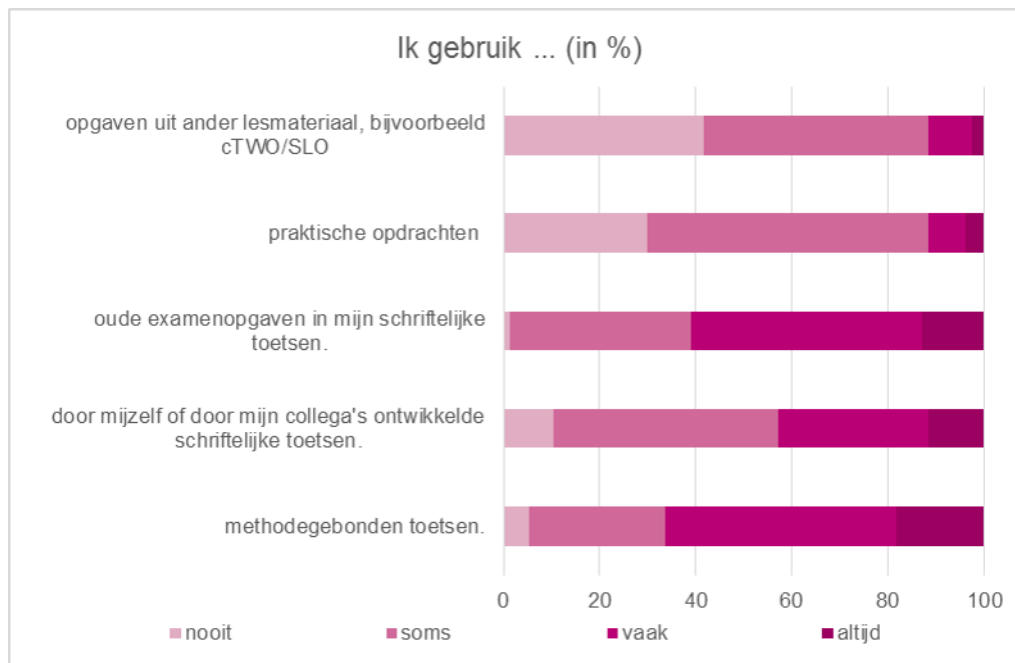
Uit de interviews met docenten:

- o "Ik ben tevreden met de methode. Ik zou meer gebruik willen maken van de mogelijkheid die de methode biedt om online te oefenen met algebraïsche vaardigheden etc. Dit vind ik in een klas niet heel erg interessant, maar meer voor de leerlingen om thuis te oefenen."
- o "Ik ontwikkel ook zelf materiaal om dingen toepasbaar te maken. Bijvoorbeeld, ik had een zelf ontwikkelde opgave behandeld over welke container ik moest bestellen voor het zand dat uit een gat voor een trampoline in mijn tuin kwam. Als de wiskunde dieper gaat, is dit leuker om te doen. Je merkt dat een klas dit leuk vindt, het is even anders dan de sommetjes uit het boek."
- o "We hebben materialen van het cTWO gebruikt om de kinderen te laten wennen aan de nieuwe examens, maar je kan ook veel oude examenopgaven nog gebruiken."
- o "Zelf ontwikkel ik geen lesmateriaal, wel hebben we eerder een dataset voor een praktische opdracht zelf ontwikkeld."

Toetsing

Docenten gebruiken vooral oude examenopgaven in toetsen, methodegebonden toetsen en zelf-ontwikkelde toetsen bij wiskunde A havo.

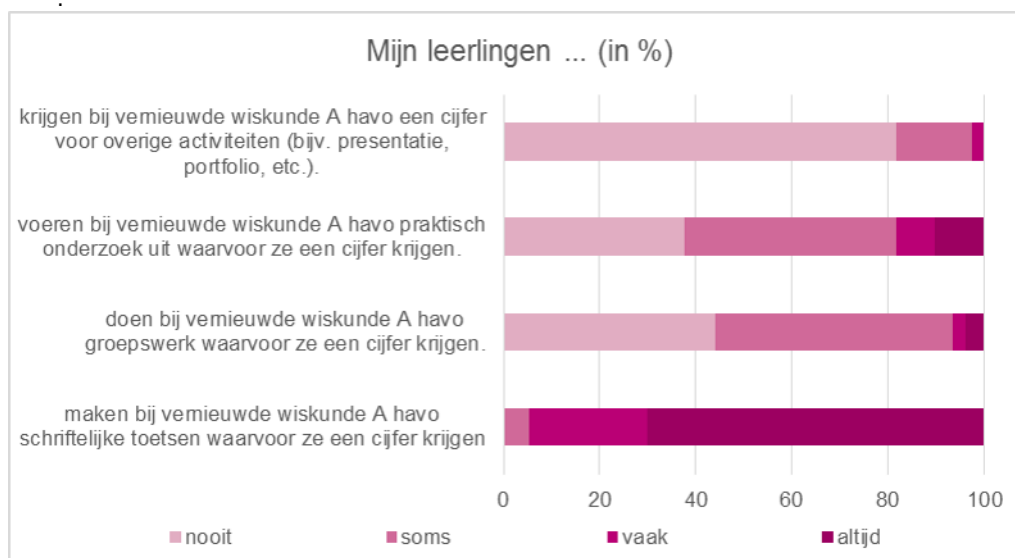
- Opgaven uit ander materiaal, bijvoorbeeld van cTWO/SLO worden door bijna de helft van de docenten soms gebruikt voor toetsing. Door 12% wordt dit vaker gebruikt.
- Bijna 60% gebruikt soms praktische opdrachten bij de toetsing.



Grafiek 6.8: Toetsing (n=77).

Docenten geven aan dat hun leerlingen vaak of altijd, schriftelijke toetsen maken waarvoor ze een cijfer krijgen.

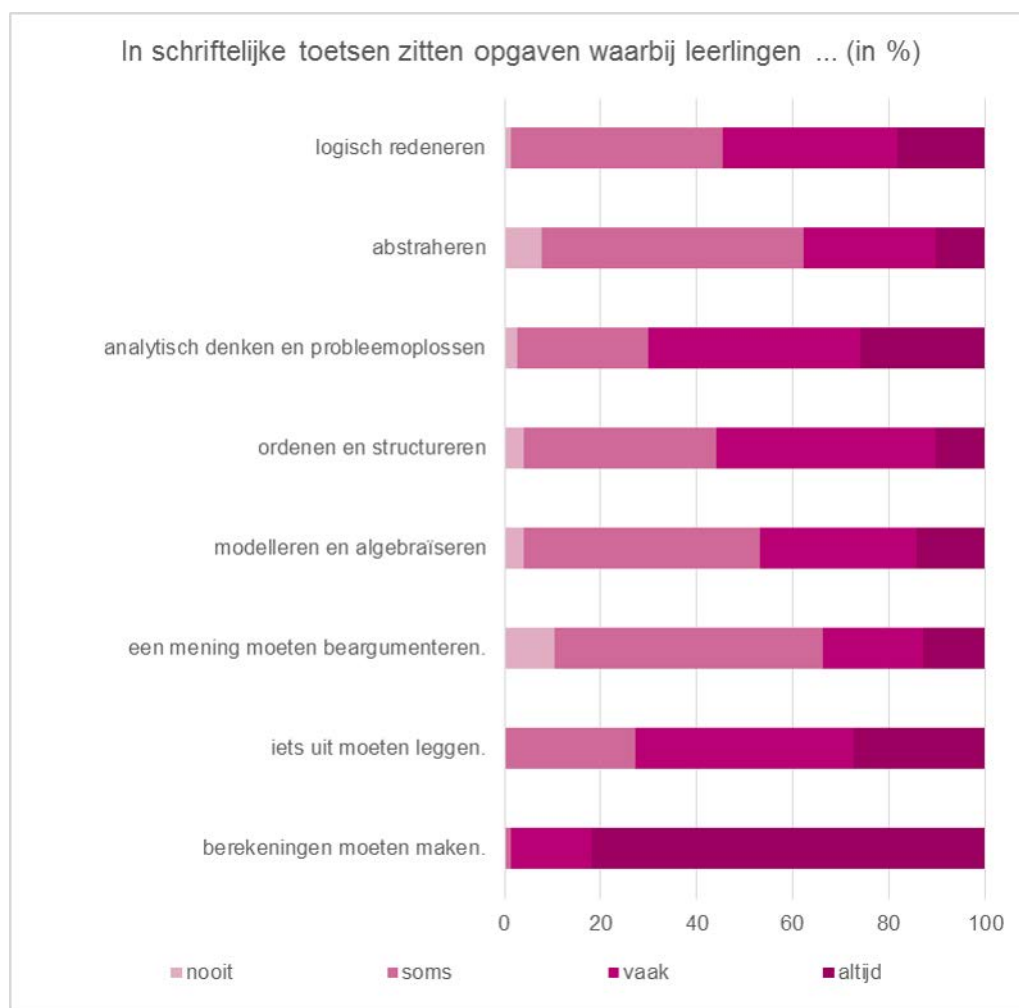
- Bij een ruime meerderheid (82%) van de docenten krijgen leerlingen nooit een cijfer voor overige activiteiten zoals presentatie en portfolio.
- Bij 38% van de docenten voeren leerlingen nooit praktisch onderzoek uit waarvoor ze een cijfer krijgen, voor groepswork geldt dit voor 44% van de docenten



Grafiek 6.9: Beoordelingsmethoden (n=77).

In de schriftelijke toetsen zitten vaak of altijd, opgaven waarbij leerlingen berekeningen moeten maken, iets moeten uitleggen of waarbij ze analytisch moeten denken en problemen moeten oplossen.

- Schriftelijke toetsen bevatten relatief het minst vaak opgaven waarbij leerlingen moeten abstraheren of een mening moeten beargumenteren.
- Opgaven waarbij leerlingen moeten ordenen en structureren, logisch redeneren en modelleren en algebraïseren komen volgens ongeveer de helft van de leraren vaak of altijd voor.



Grafiek 6.10: Toetsopgaven (n=77).

Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

In het vijfde leerjaar lijken iets minder vaak methodegebonden toetsen gebruikt te worden en vaker zelf-ontwikkelde toetsen, oude examenopgaven in toetsen, praktische opdrachten en opgaven uit ander lesmateriaal.

In het gebruik van methodegebonden toetsen zijn er wat verschuivingen ten opzichte van het vierde leerjaar: 10% minder docenten gebruikt altijd methodegebonden toetsen, maar ook 10% minder gebruikt ze nooit. Bij de andere hiervoor genoemde toetsen is het percentage docenten dat deze nooit gebruikt duidelijk kleiner geworden, en de groep die ze soms gebruikt is groter geworden. Oude examenopgaven worden door een groter aandeel docenten vaak of altijd gebruikt in het vijfde leerjaar.

Leerlingen voeren in het vijfde leerjaar wat vaker praktisch onderzoek uit en doen wat vaker groepswork waarvoor ze een cijfer krijgen. Het aandeel van schriftelijke toetsen blijft verreweg het grootst.

Docenten geven minder vaak aan dat leerlingen nooit praktisch onderzoek uitvoeren voor een cijfer (nooit: afgenomen van 52% naar 38%), net als groepswork (nooit: afgenomen van 57% naar 44%). Een cijfer voor overige activiteiten komt in beide metingen weinig voor.

Vergeleken met het vierde leerjaar zitten in het vijfde leerjaar in schriftelijke toetsen vaker opgaven waarin leerlingen berekeningen moeten maken, logisch moeten redeneren, analytisch moeten denken en problemen moeten oplossen, en een mening moeten beargumenteren.

Berekeningen maken kwam al veel voor in schriftelijke toetsen, maar het percentage docenten dat aan geeft dat dit altijd gebeurt is in het vijfde leerjaar nog 10% hoger dan in leerjaar 4. Voor logisch redeneren is het percentage docenten dat aan geeft dat dit altijd in de toets zit toegenomen van 8% naar 18%, voor analytisch denken en probleemoplossen is dit toegenomen van 17% naar 26%. Voor beargumenteren van een mening valt op dat docenten minder vaak aangeven dat dit nooit gebeurt (20% in leerjaar vier, 10% in leerjaar vijf).

Uit de interviews met docenten:

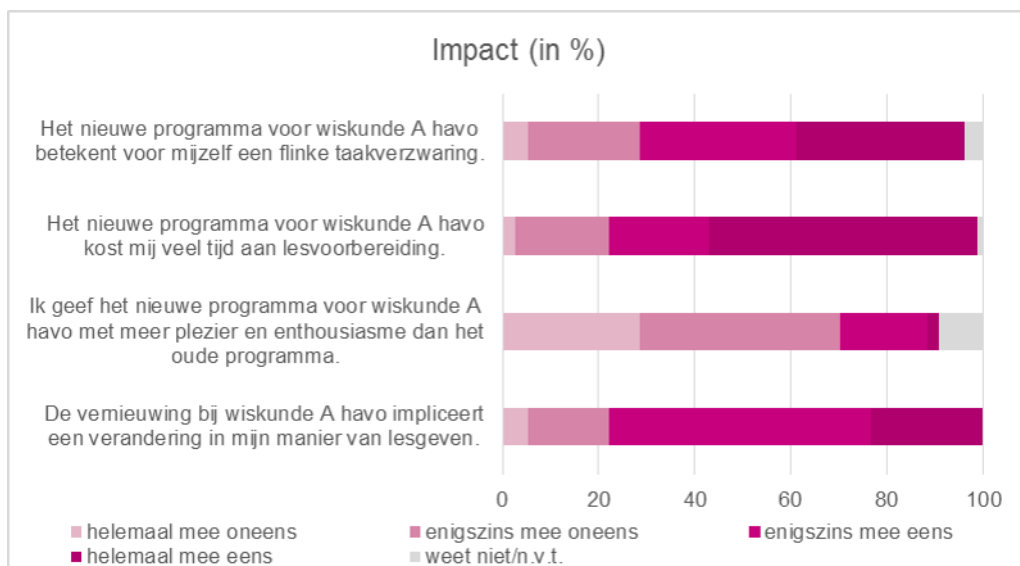
- o "Het nieuwe toetsmateriaal van de methode combineren we met toetsen van eerdere jaren. Je moet leren om weer nieuwe toetsen te maken en goed in te schatten hoeveel tijd de leerlingen ermee kwijt zijn. Meestal zijn je toetsen na twee tot drie jaar goed."
- o "Er is één docent die de wiskundetoets maakt per leerlaag bij ons op school, zo krijgen alle leerlingen uit dezelfde leerlaag dezelfde toets. Wij toetsen anderhalf hoofdstuk van de methode per periode. We stellen de toetsen zelf samen vanuit verschillende bronnen: toetsmateriaal van de methode, oude examenopgaves en zelf-ontwikkelde opgaves."
- o "Onze toetsen bestaan vooral uit examenopgaves die we soms versimpelen in combinatie met opgaves die we zelf maken. Voor statistiek gebruiken we computertoetsen. We maken niet veel gebruik van toetsopgaves uit de methode. We werken met drie of vier toetsen per jaar."

6.3 Onderwijsbaarheid, haalbaarheid en toetsbaarheid

Impact

Het nieuwe programma kost drie kwart van de docenten veel tijd aan lesvoorbereiding, impliceert een verandering in hun manier van lesgeven en betekent voor hen een flinke taakverzwaring.

- Ongeveer 20% van de docenten geeft het nieuwe programma met meer plezier en enthousiasme dan het oude programma, tegen 70% die dat niet doet.



Grafiek 6.11: Impact (n=77).

Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

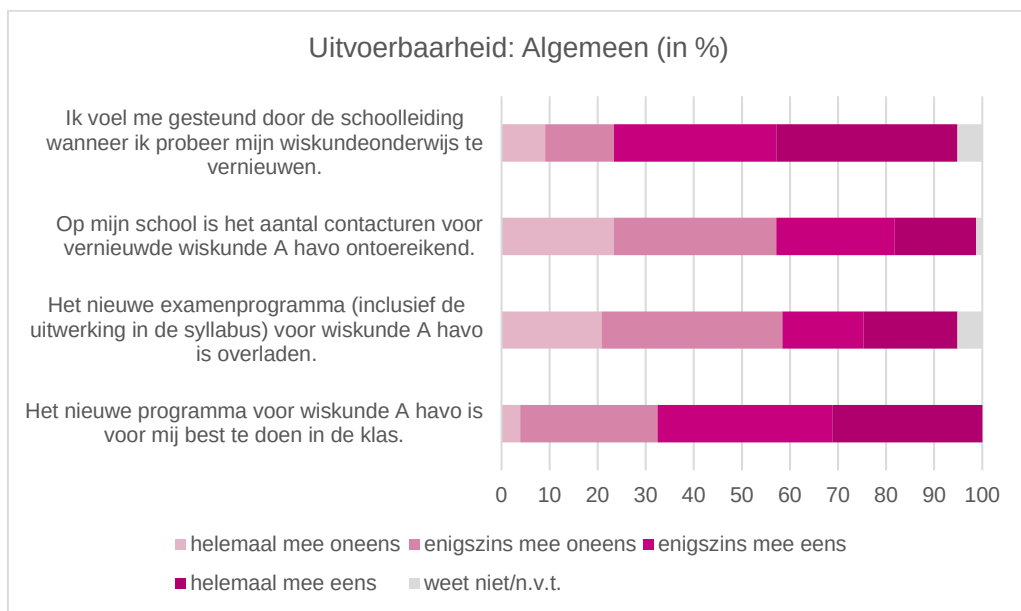
In het vijfde leerjaar geven relatief minder docenten aan dat het nieuwe programma een flinke taakverzwaring betekent. Er zijn iets meer docenten dan in het vierde leerjaar die het nieuwe programma *niet* met meer plezier en enthousiasme geven dan het oude programma.

In beide metingen geeft een ruime meerderheid aan dat het nieuwe programma hen veel tijd aan lesvoorbereiding kost en dat het een verandering in hun manier van lesgeven impliceert. In het vierde leerjaar gaf 80% van de docenten aan dat het nieuwe programma een flinke taakverzwaring betekent, in het vijfde leerjaar is dit gedaald naar 67%. In het vierde leerjaar gaf 55% het nieuwe programma niet met meer plezier en enthousiasme, in het vijfde leerjaar geldt dit voor 71% van de docenten.

Uitvoerbaarheid: algemeen

Twee derde van de leraren vindt het nieuwe programma best te doen in de klas en voelt zich gesteund door de schoolleiding voor het vernieuwen van hun wiskundeonderwijs.

Ongeveer 40% van de docenten vindt wel het aantal contacturen ontoereikend en het nieuwe programma overladen.



Grafiek 6.12: Uitvoerbaarheid algemeen (n=77).

Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

Docenten zijn bij de meting in het vijfde leerjaar positiever over de algemene uitvoerbaarheid dan in het vierde leerjaar: meer docenten vinden het programma best te doen en voelen zich gesteund door de schoolleiding, minder docenten vinden het overladen en het aantal contacturen ontoereikend.

Het percentage docenten dat het helemaal eens is met de stelling dat het programma best te doen is in de klas is gestegen van 19% in het vierde naar 31% in het vijfde leerjaar. Tijdens de meting van leerjaar 5 voelen minder docenten zich *niet* gesteund door de schoolleiding wanneer zij hun wiskundeonderwijs proberen te vernieuwen (14% tegenover 24% in het vierde leerjaar). In het vijfde leerjaar vindt 21% van de docenten dat het programma niet overladen is (was 10% in het vierde leerjaar) en 17% vindt het enigszins overladen (was 27% in het vierde leerjaar). Ook vinden meer docenten dat het aantal contacturen niet ontoereikend is (toename van 11% naar 23%)

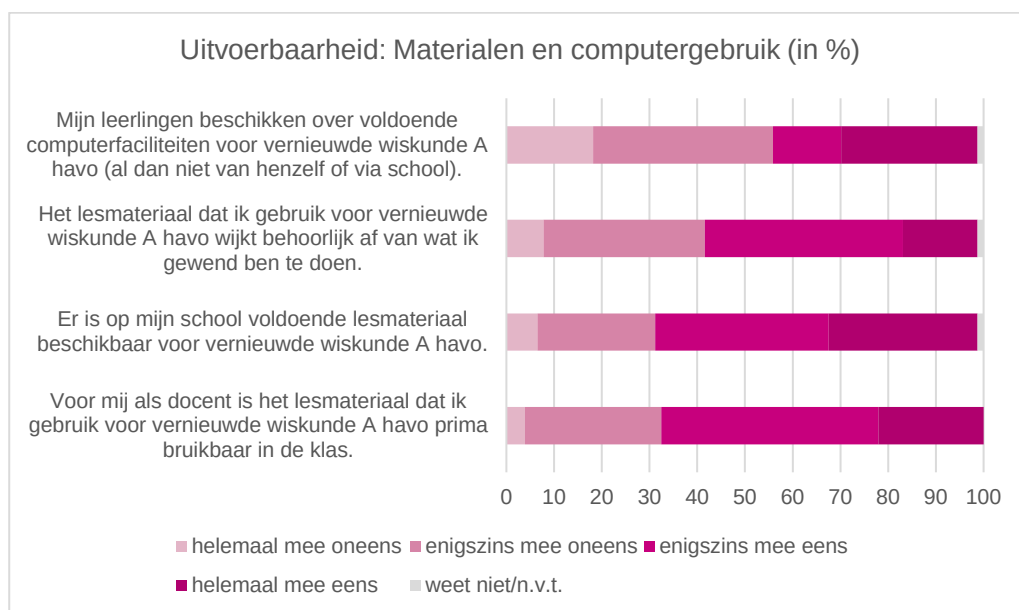
Uit de interviews met docenten:

- o "Er wordt meer van ze gevraagd en dat is goed, maar de overgang is nu vrij groot. Het zal nog wel wat bijtrekken; onderbouw moet er nog op aansluiten, dat kost tijd. Bij wiskunde A zit dat op het algebraïsche stuk. Het aanbod in de derde klas moet ook naar een iets hoger niveau daar wordt aan gewerkt."
- o "Het programma is goed haalbaar in tijd. Het is iets meer en iets moeilijker, maar is wel te doen. De lessentabel hoefde niet veranderd te worden."
- o "Over het geheel is het wel te behappen, zeker omdat lineaire en exponentiële functies erin zijn gebleven en de leerlingen daarmee ook in de onderbouw aan de slag gaan."

Uitvoerbaarheid: materialen en computergebruik

Docenten zijn in het algemeen tevreden over het lesmateriaal, maar iets meer dan de helft van hen geeft wel aan dat leerlingen niet over voldoende computerfaciliteiten beschikken.

- Een ruime meerderheid van de docenten vindt dat er voldoende lesmateriaal beschikbaar is op school en dat het prima bruikbaar is, ook al wijkt het behoorlijk af van wat zij gewend zijn.
- Ruim de helft van de leraren geeft aan dat leerlingen niet over voldoende computerfaciliteiten beschikken.



Grafiek 6.13: Uitvoerbaarheid materialen en computergebruik (n=77).

Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

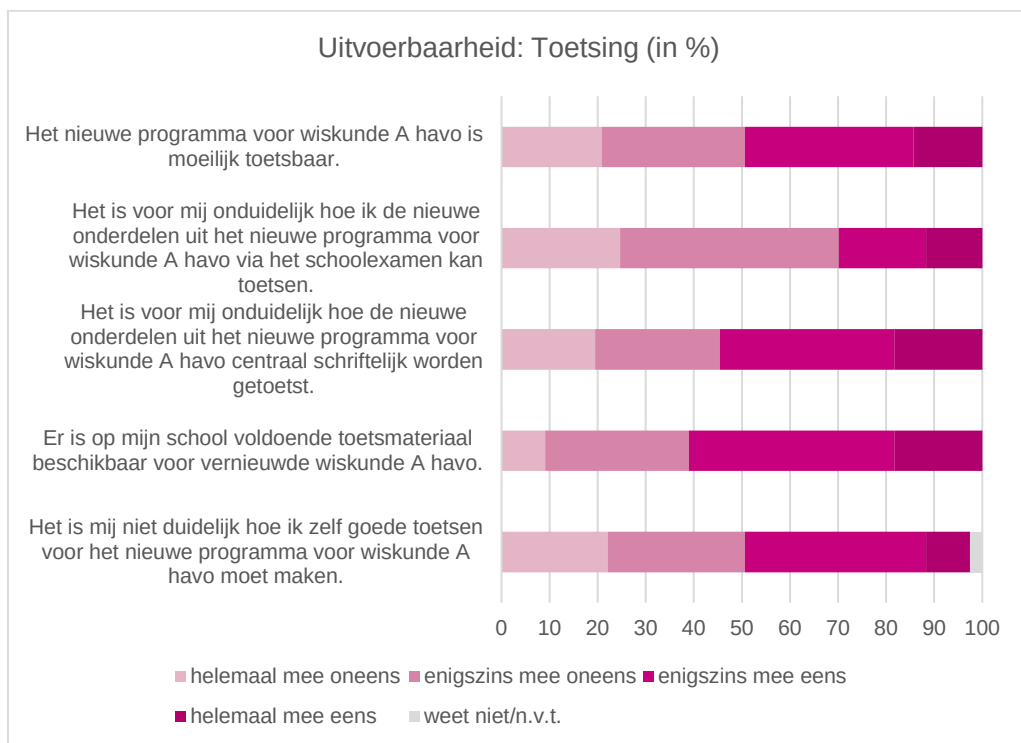
Docenten zijn bij de meting in het vijfde leerjaar positiever over de beschikbaarheid van lesmateriaal op school en de computerfaciliteiten voor leerlingen, dan bij de meting in het vierde leerjaar.

31% van de docenten in het vijfde leerjaar vindt dat er voldoende lesmateriaal beschikbaar is (was 19% in het vierde leerjaar) en 29% geeft aan dat leerlingen over voldoende computerfaciliteiten beschikken (was 17%).

Uitvoerbaarheid: toetsing

Een meerderheid van de docenten geeft aan dat er voldoende toetsmateriaal op hun school beschikbaar is. Er leven bij een deel van de docenten nog wel vragen rondom de toetsing van het nieuwe programma.

- De meningen zijn verdeeld over of duidelijk is hoe de nieuwe onderdelen centraal getoetst worden en hoe zij zelf goede toetsen moeten maken.
- Ook zijn de meningen verdeeld over de toetsbaarheid van het nieuwe programma.



Grafiek 6.14: Uitvoerbaarheid toetsing (n=77).

Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

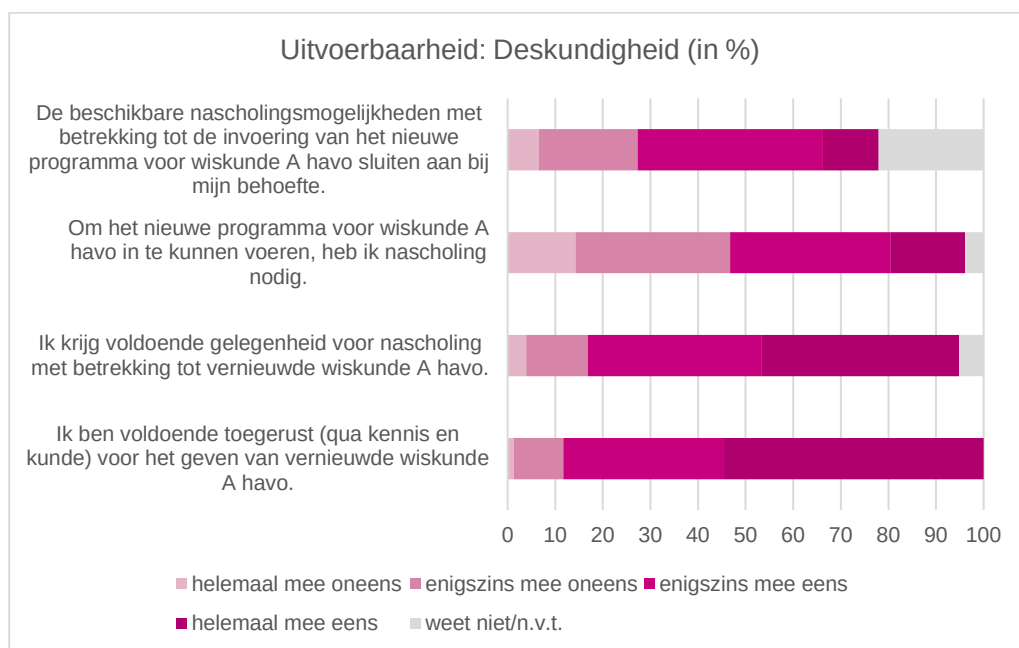
Het is voor meer docenten dan in het vierde leerjaar duidelijk hoe het nieuwe programma getoetst kan worden. Ook vinden meer docenten dat er voldoende toetsmateriaal beschikbaar is op hun school.

De meningen zijn in beide metingen verdeeld over of het nieuwe programma moeilijk toetsbaar is. Hoe docenten zelf goede toetsen kunnen maken lijkt iets duidelijker geworden (verschuiving in percentage helemaal eens naar enigszins eens dat het *niet* duidelijk is – vierde leerjaar 27% enigszins eens, vijfde leerjaar 38%). Over de centrale schriftelijke toetsing en de toetsing via het schoolexamen geeft in het vijfde leerjaar respectievelijk 18% en 12% aan dat het onduidelijk voor hen is (in het vierde leerjaar was dit 36% en 27%).

Uitvoerbaarheid: deskundigheid

Bijna 90% van de docenten voelt zich voldoende toegerust om het nieuwe programma wiskunde A havo te geven.

- De helft van de leraren geeft aan nascholing nodig te hebben voor de invoering van het nieuwe programma.
- Een ruime meerderheid geeft aan voldoende gelegenheid voor nascholing te krijgen en vindt dat deze aansluit bij hun behoefte.



Grafiek 6.15: Uitvoerbaarheid deskundigheid (n=77).

Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

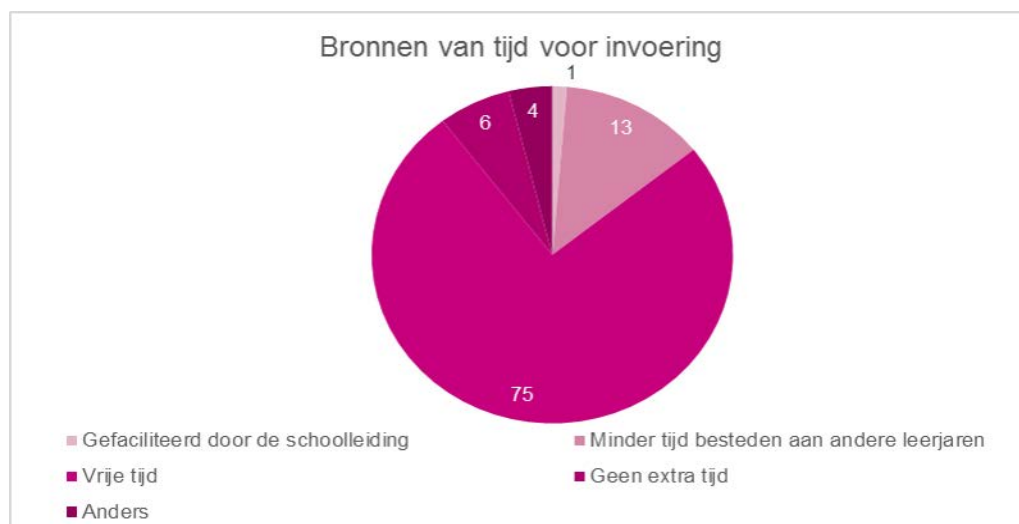
In het vijfde leerjaar voelen meer docenten zich voldoende toegerust voor het geven van het nieuwe examenprogramma. Het lijkt erop dat de beschikbare nascholingsmogelijkheden minder aansluiten bij de behoefte van docenten in het vijfde leerjaar.

55% van de docenten voelt zich voldoende toegerust in het vijfde leerjaar, tegenover 43% in het vierde leerjaar. 21% vindt dat nascholingsmogelijkheden niet helemaal aansluiten bij hun behoefte (tegenover 5% in het vierde leerjaar) terwijl 39% aangeeft dat ze wel enigszins aansluiten (tegenover 56% in het vierde leerjaar).

Tijd voor de invoering

Drie kwart van de docenten gebruikt vrije tijd voor de invoering van het nieuwe programma.

13% van de docenten geeft aan minder tijd te besteden aan andere leerjaren.



Grafiek 6.16: Bronnen van tijd voor de invoering (n=77).

Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

In beide metingen besteden docenten vooral vrije tijd aan de invoering van het nieuwe programma. In het vijfde leerjaar geven meer docenten dan in het vierde leerjaar aan dat ze minder tijd aan andere leerjaren besteden vanwege de invoering van het nieuwe programma.

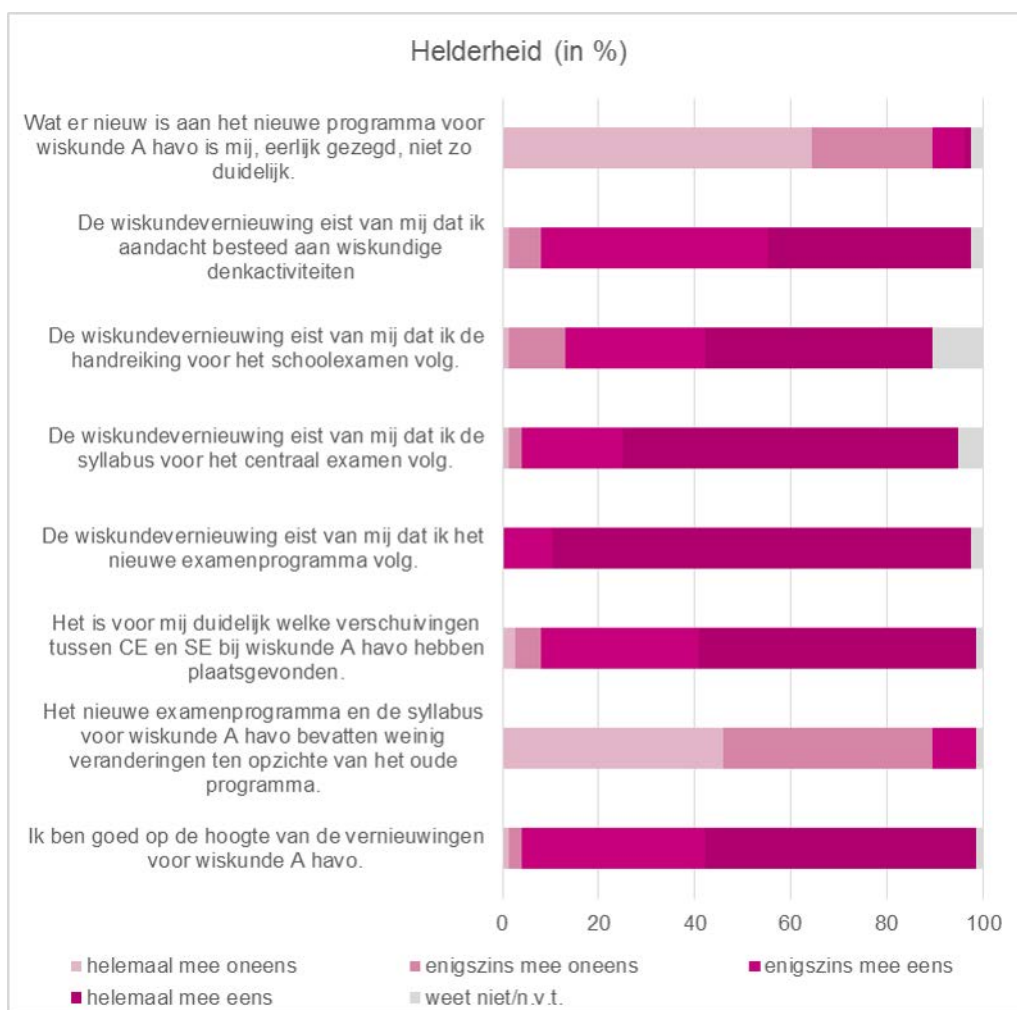
In het vierde leerjaar gaf 3% van de docenten aan minder tijd aan andere leerjaren te besteden tegenover 13% in het vijfde leerjaar.

Helderheid van het nieuwe programma

Een grote meerderheid van de docenten zegt goed op de hoogte te zijn van de vernieuwingen voor wiskunde A havo. Zij vinden *niet* dat het daarbij om weinig veranderingen gaat.

- Vrijwel alle docenten geven aan dat de wiskundevernieuwing van hen eist om het nieuwe examenprogramma te volgen, 3% weet het niet.
- 91% van de docenten geeft aan dat het volgen van de syllabus voor het centraal examen vereist is.
- 76% van de docenten geeft aan dat het volgen van de handreiking voor het schoolexamen vereist is, 13% denkt dat dit *niet* nodig is, 11% weet het niet.
- 89% van de docenten geeft aan dat de wiskundevernieuwing van hen eist dat zij aandacht besteden aan wiskundige denkactiviteiten, 8% denkt dat dit *niet* nodig is, 3% weet het niet.

Het examenprogramma en de syllabus zijn verplichte, voorschrijvende documenten. Voor de handreiking geldt dat niet. De aandacht voor wiskundige denkactiviteiten is een van de aspecten van de vernieuwing, maar dit is niet wettelijk voorgeschreven.



Grafiek 6.17: Helderheid van het nieuwe programma (n=76).

Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

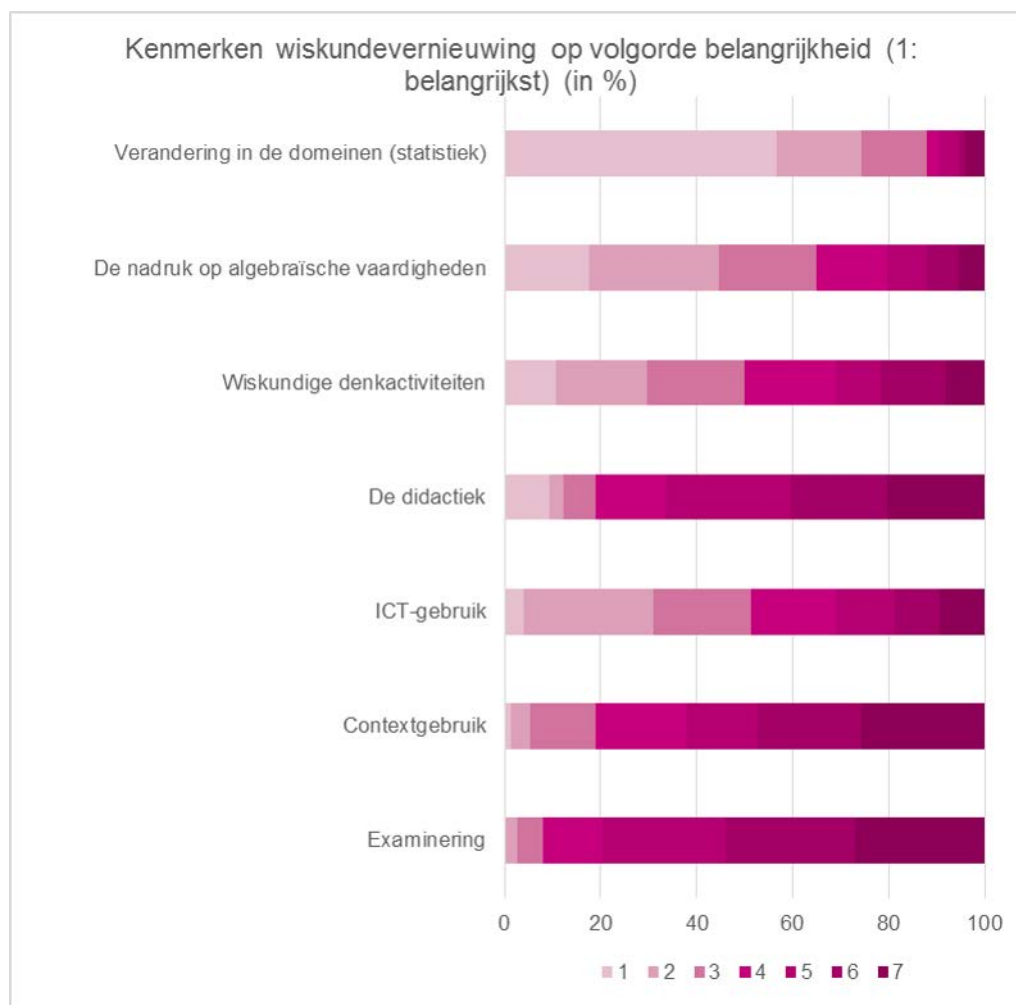
Docenten hebben bij de meting in het vijfde leerjaar meer zicht op de vernieuwingen en verschuivingen in het nieuwe programma dan in het vierde leerjaar. Ook geven meer docenten aan dat de vernieuwing vereist dat zij het nieuwe examenprogramma, de syllabus voor het centraal examen en de handreiking voor het schoolexamen volgen.

Meer docenten zijn het helemaal eens met de stelling dat zij goed op de hoogte zijn van de vernieuwingen (van 36% in het vierde leerjaar naar 57% in het vijfde leerjaar) en dat duidelijk is welke verschuivingen tussen CE en SE hebben plaatsgevonden (van 30% naar 58%). Het volgen van het nieuwe examenprogramma is volgens 87% vereist (was 49% in het vierde leerjaar), van de syllabus voor het centraal examen is dit 70% (was 41% in het vierde leerjaar) en van de handreiking voor het schoolexamen is dit 47% (was 20%).

Belangrijkste kenmerken van de wiskunde vernieuwing

Ruim de helft van de docenten ziet de verandering in de domeinen (statistiek) als de belangrijkste verandering. Examinering en contextgebruik worden door vrijwel geen enkele docent gezien als het belangrijkste kenmerk van de vernieuwing.

- 18% van de docenten ziet de nadruk op algebraïsche vaardigheden als het belangrijkste kenmerk van de vernieuwing.
- 4% geeft aan ICT-gebruik als belangrijkste kenmerk van de vernieuwing te zien.



Grafiek 6.18: Belangrijkste kenmerken van de wiskunde vernieuwing (n=74).

Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

Het beeld is vergelijkbaar met de meting in het vierde leerjaar.

Verandering in de domeinen (statistiek) werd ook in het vierde leerjaar door de meeste docenten als het belangrijkste kenmerk van de vernieuwing gezien.

Gemaakte keuzes examenprogramma

De docenten is gevraagd of zij het eens zijn met de gemaakte keuzes bij de vernieuwing wiskunde A havo. Bij deze vraag is een tabel getoond met de verschillen tussen het oude en nieuwe examenprogramma havo wiskunde A (zie tabel 6.1).

Tabel 6.1: Oude en nieuwe examenprogramma havo wiskunde A

Oude examenprogramma havo A 2007	Nieuwe examenprogramma havo A 2015
Domein A Vaardigheden	Domein A Vaardigheden
A1 Informatievaardigheden	A1 Algemene vaardigheden
A2 Onderzoeksvaardigheden	A2 Profielspecifieke vaardigheden
A3 Technisch-instrumentele vaardigheden	A3 Wiskundige vaardigheden
A4 Oriëntatie op studie en beroep	
A5 Algebraïsche vaardigheden	
Domein B Veranderingen	Domein B Algebra en tellen
B1 Tabellen	B1 Rekenen
B2 Grafieken	B2 Algebra
B3 Veranderingen	B3 Telproblemen(SE)
Domein C Tellen en kansen	Domein C Verbanden
C1 Tellen	C1 Tabellen
C2 Kansen	C2 Grafieken, vergelijkingen en ongelijkheden
Domein D statistiek	C3 formules met één of meer variabelen
D1 Populatie en steekproef	C4 Lineaire verbanden
D2 Ordenen, verwerken en samenvatten van Statistische gegevens	C5 Exponentiële verbanden
D3 De normale verdeling	Domein D Verandering
Domein E Verbanden	D Helling(SE)
E1 Formules met twee of meer variabelen	Domein E Statistiek
E2 Lineaire verbanden	E1 Presentaties van data interpreteren en beoordelen
E3 Exponentiële verbanden	E2 Data verwerken
Domein F Toegepaste analyse	E3 Data en verdelingen
F1 exponentiële functies	E4 Statistische uitspraken doen
F2 Gebroken lineaire functies en machtsfuncties	E5 Statistiek met ICT(SE)
Domein G Binomiale verdeling	
G1 Telproblemen	
G2 Rekenen met kansen	
G3 De binomiale verdeling	

Bijna 40% van de docenten is het eens met de gemaakte keuzes in het vernieuwde examenprogramma voor wiskunde A havo.

- 58% is het (enigszins) oneens met de gemaakte keuzes, 4% weet het niet of heeft geen mening.

De vraag om toelichting op de gemaakte keuzes heeft reacties van 60 docenten opgeleverd. De antwoorden op deze vraag (waarom docenten het wel of niet eens zijn met de gemaakte keuzes) kunnen gegroepeerd worden onder de volgende thema's, waarbij verreweg de meeste antwoorden onder het eerste thema 'statistiek en kansrekening' vallen:

Statistiek en kansrekening - Veel docenten die een toelichting ingevuld hebben zijn kritisch over de manier waarop statistiek aangeboden wordt in het nieuwe programma. Het merendeel van die kritiek bestaat eruit dat het een kunstje is dat leerlingen uitvoeren, zonder het te begrijpen. De meningen zijn verdeeld over het belang van statistiek voor havoleerlingen, maar de manier waarop het domein statistiek wordt aangeboden stuit met name op bezwaren: "Het onderdeel statistiek klinkt als idee erg goed, maar in de praktijk merk ik dat er veel tijd gaat zitten in het aanleren van vaardigheden en dat het zeer moeilijk is om in de beperkte tijd die er is leerlingen

ook echt inzicht in de statistiek aan te leren..." "Ik vind dat statistiek er of zwaarder in had gemoeten of er niet in had gemoeten..." "Statistiek is nu niet veel meer dan een invuloefening. Kan echter een havo-leerling op deze leeftijd wel 'echte' statistiek bedrijven?..." Gekoppeld aan, maar ook los van de kritische geluiden over statistiek wordt het missen van kansrekening en aandacht voor de normale verdeling door velen genoemd. "Ik vind het onbegrijpelijk dat de kansrekening en normale verdeling geschrapt zijn. Dit inzicht is nodig voor alles wat met statistiek te maken heeft. De Exploratieve Data Analyse (statistiek met grote datasets) is veel te hoog gegrepen voor havisten..." "...Het gebruik van de normale verdeling in het nieuwe programma vind ik ontoereikend. Het begrip ontbreekt voor de leerlingen. Rekenen met betrouwbaarheidsintervallen is prima, maar dan wel in combinatie met kansrekening." "Het werken met kansen en normale verdeling had een toegevoegde waarde kunnen zijn in combinatie met de statistiek..." Daarnaast geeft ook iemand aan: "Ik ben het eens omdat op het gebied van realistische wiskunde het programma is verbeterd. Statistiek is inzichtelijker en realistischer en de kansrekening is eruit. Dat vind ik een verbetering." Het verdwijnen van kansrekening wordt enkele keren genoemd als een gemis omdat juist daarmee denkactiviteiten gestimuleerd worden.

Algebraïsche vaardigheden - Enkele opmerkingen gaan over de nadruk op algebraïsche vaardigheden. Docenten vinden het belangrijk, maar het vraagt veel van de leerlingen en ze gaan soms wat ver. "De algebraïsche vaardigheden staan in het boek heel erg op zichzelf en worden niet of nauwelijks gebruikt in contexten. Leerlingen vragen zich (terecht) af waarom ze moeite zouden doen om het manipuleren met formules en breuken onder de knie te krijgen." "Voor al de algebraïsche vaardigheden vind ik erg pittig voor de wiskunde A leerlingen."

Vervolgopleiding en niveau - Een enkeling benoemt de aansluiting op vervolgonderwijs. Daarbij wordt meestal op statistiek ingegaan, dat in principe de aansluiting zou kunnen verbeteren. De meningen zijn verdeeld of dat op deze manier lukt en of het zo meerwaarde heeft. Dit geldt ook voor het niveau: het niveau van algebra vindt men een te hoog niveau en over het belang ervan voor vervolgonderwijs lopen de meningen uiteen. Daarnaast vinden docenten het niveau van statistiek (te) laag (vooral de manier waarop), terwijl het begrijpen ervan weer te hoog gegrepen is.

ICT - Er wordt niet veel opgemerkt over ICT; daar waar het wordt genoemd gaat het vooral over (gebrek aan) ICT-faciliteiten op school.

Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

Bij de meting in het vierde leerjaar was ruim de helft van de docenten het eens met de gemaakte keuzes in het vernieuwde examenprogramma, in het vijfde leerjaar is dit afgenomen.

In de toelichtingen is een duidelijk verschil te zien tussen het vierde en vijfde leerjaar voor het domein statistiek: de meeste toelichtingen in het vijfde leerjaar gaan daarover en zijn kritisch van toon. In het vierde leerjaar was men positiever daarover.

Uit de interviews met docenten:

- o "Ik snap de keuze om het examenprogramma te vernieuwen. Het statistische gedeelte, gegevens analyseren en toepassen, heb je nodig op het hbo."
- o "We zijn erin doorgeschooten dat er altijd een probleem achter moet zitten als we gaan rekenen. Naar mijn idee moet je ook wel de 'domme' basis beheersen om te kunnen toepassen. Ik vind het wel belangrijk om aan de leerlingen te laten zien waar wiskunde in terugkomt door voorbeelden uit de omgeving te benoemen, mits ik daar tijd voor heb en de klas een beetje mee wil. Zo heb ik vorig jaar bij een stukje over beschrijvende statistiek, ook even gekeken naar kansen aan de hand van een dobbelspel. Dit vinden de leerlingen wel leuk, maar het blijft wiskunde..."

- o "Ik vind dat dingen 'droog oefenen' te weinig aandacht krijgt m.b.t. algebra, bijvoorbeeld de haakjes wegwerken. Ik denk dat we daar bij algebra wat meer aandacht aan zouden kunnen besteden, vooral bij leerlingen die mavo hebben gedaan vóór havo. Er zit op dit gebied een kloof tussen mavo en havo. Dat weten we wel en we zijn ermee bezig om deze kloof te verkleinen."
- o "Ik vind het vak qua tijd prima te doen. Doordat je veel meer analyse en algebra hebt, daag je de leerlingen wat meer uit. Nu wordt het wel meer van: het is echt wiskunde, het is niet meer de sneue wiskunde A. Wiskunde A krijgt meer status, dat vind ik heel goed."
- o "Met de nadruk op algebra ben ik tevreden. Het stuk getalbegrip en -kennis is beter geworden in algebra in vergelijking met het oude examenprogramma. Ik vind het jammer dat het op het examen weinig terugkwam dit jaar."
- o "Het gat tussen vmbo- en havoleerlingen wordt wel groter door het stukje toepassen in dit nieuwe examenprogramma."
- o "Redeneren met formules zou iets lichter mogen, de scherpe kantjes eraf. Leerlingen haken af, het is een donkere tunnel voor ze."
- o "Ik vind het programma wel een beetje versnipperd. Ik vind het jammer dat het niet een meer samenhangend geheel is."

Verdeling domeinen over SE en CE

70% van de docenten is het eens met de verdeling van de domeinen over SE en CE.

- 20% is het hiermee oneens en 10% weet het niet.

De vraag om toelichting op de gemaakte keuze met betrekking tot bovenstaande stelling heeft reacties van 32 docenten opgeleverd. In de toelichtingen op de open vraag zijn ongeveer evenveel positieve als kritische reacties te lezen en ze spreken elkaar soms precies tegen. Uit de opmerkingen blijkt dat de meeste docenten blij zijn dat statistiek met ICT niet in het CE getoetst wordt. Sommigen zagen liever helemaal geen statistiek in het CE. Enkele keren wordt aangegeven dat telproblemen ook wel in het CE gemogen hadden, anderen vinden het terecht dat dit er niet in zit. Ook geeft een enkeling aan dat eigenlijk alles, behalve ICT, zowel in SE als CE getoetst zou mogen worden.

Ter illustratie enkele opmerkingen die gemaakt zijn:

- "Statistiek zou volledig naar het SE moeten."
- "Goed om ICT in het SE te toetsen. De andere SE-onderdelen hadden wat mij betreft in CE gemogen."
- "Dat telproblemen niet meer getoetst worden in het CE vind ik een gemis. Verder is het prima."
- "Het onderdeel telproblemen hoort absoluut niet in het CE thuis en zit hier ook niet in."
- "Ik vind het prima dat niet alles in het CE komt."
- "Moeilijk om de juiste vorm te vinden voor SE statistiek. Moet het een praktische opdracht worden en welk niveau is nu precies vereist."

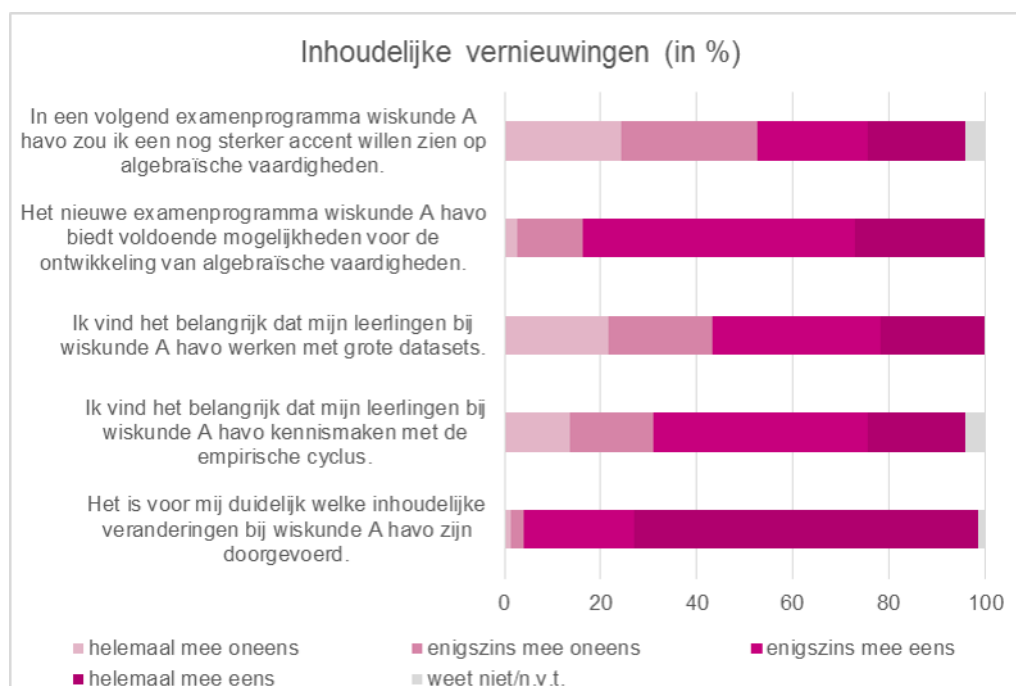
Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

In het vijfde leerjaar zijn meer docenten (70%) positief over de verdeling van de domeinen over SE en CE dan in het vierde leerjaar (ruim de helft).

Inhoudelijke vernieuwingen

Het is voor docenten duidelijk welke inhoudelijke vernieuwingen bij wiskunde A havo zijn doorgevoerd.

- Ruim 80% geeft aan dat het nieuwe examenprogramma voldoende mogelijkheden biedt voor de ontwikkeling van algebraïsche vaardigheden. 43% van de docenten zou in een volgend examenprogramma een nog sterker accent daarop willen zien.
- Twee derde van de docenten vindt het belangrijk dat leerlingen kennismaken met de empirische cyclus.
- Over het belang van het werken met grote datasets zijn de meningen verdeeld (44% (enigszins) oneens).



Grafiek 6.19: Inhoudelijke vernieuwingen (n=74).

Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

In het vijfde leerjaar is voor meer docenten dan in het vierde leerjaar duidelijk welke inhoudelijke veranderingen zijn doorgevoerd. De meningen erover zijn iets veranderd: werken met grote datasets vindt men minder belangrijk en men is positiever over mogelijkheden voor ontwikkeling van algebraïsche vaardigheden.

Er zijn meer docenten dan in het vierde leerjaar die het niet eens zijn met het belang van het werken met grote datasets voor hun leerlingen (van 8% in het vierde leerjaar naar 22% in het vijfde leerjaar). In het vijfde leerjaar vinden meer docenten dan in het vierde leerjaar dat het nieuwe examenprogramma voldoende mogelijkheden biedt voor de ontwikkeling van algebraïsche vaardigheden (van 17% in het vierde leerjaar naar 27% in het vijfde leerjaar). Ook is een grotere groep het helemaal eens met de stelling dat in een volgend examenprogramma een nog sterker accent op algebraïsche vaardigheden mag liggen (van 10% in het vierde leerjaar naar 20% in het vijfde leerjaar).

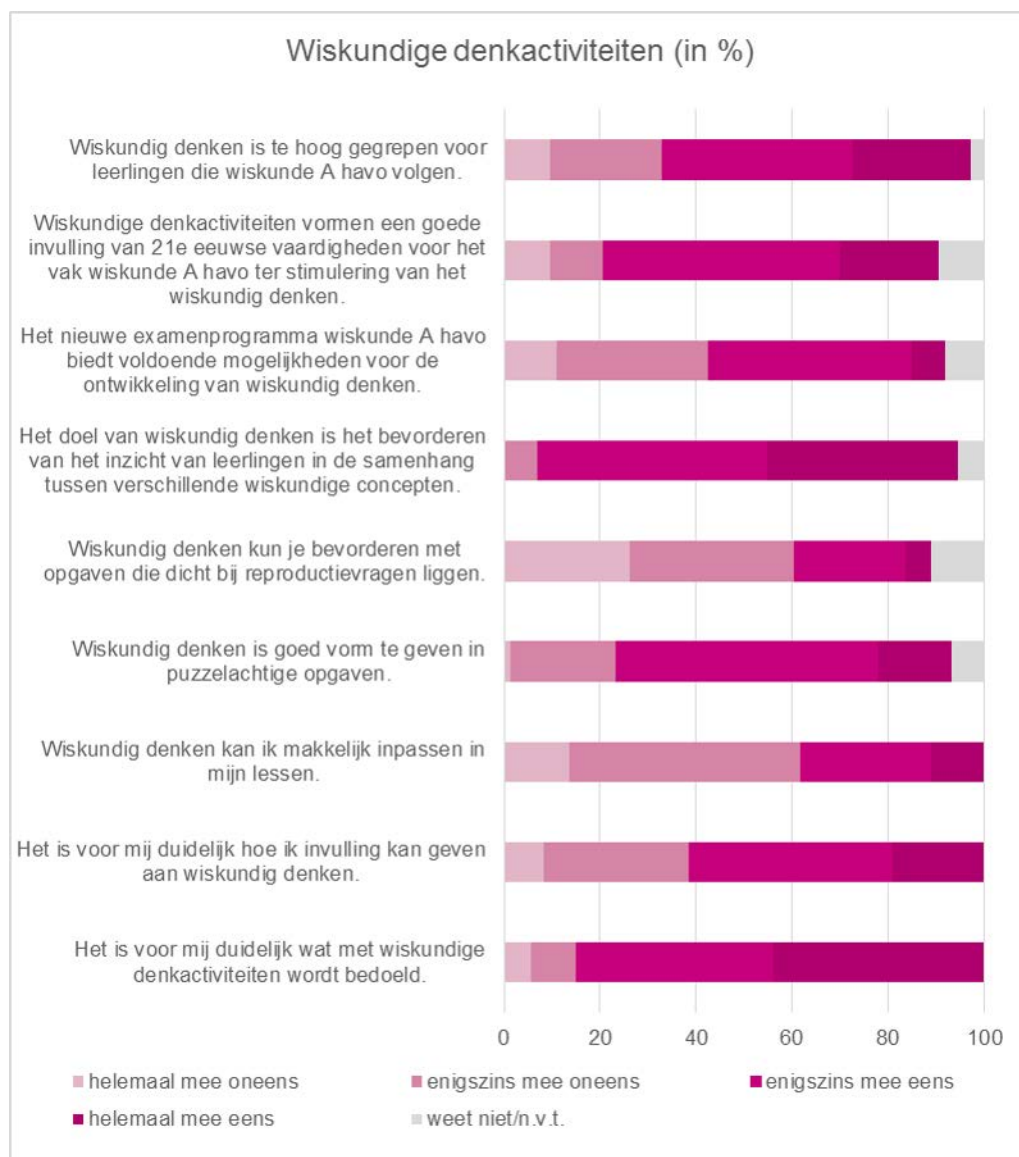
Uit de interviews met docenten:

- o "Hoever moet je gaan? Dit weet ik bij alles, behalve bij statistiek. Dit hebben ze te snel ingevoerd. De methode kon daar niet op inspelen en de syllabus geeft hier onvoldoende houvast voor (wat wel en wat niet)."

Wiskundige denkactiviteiten (WDA)

Docenten weten wat met wiskundige denkactiviteiten wordt bedoeld en zijn het eens met het doel ervan. Zij vinden het een goede invulling van 21e eeuwse vaardigheden voor het vak wiskunde A. Bijna twee derde van de docenten vindt wiskundige denkactiviteiten te hoog gegrepen voor leerlingen die wiskunde A havo volgen.

- De meningen zijn verdeeld of het nieuwe examenprogramma wiskunde A havo voldoende mogelijkheden biedt voor de ontwikkeling van wiskundig denken (49% (enigszins) mee eens).
- De meningen verschillen ook of duidelijk is hoe invulling te geven aan wiskundig denken (61% (enigszins) mee eens) en of het makkelijk in te passen is in de lessen (38% (enigszins) mee eens).
- Een ruime meerderheid van de docenten vindt dat wiskundig denken goed vorm te geven is in puzzelachtige opgaven en dat je het niet kunt bevorderen met opgaven die dicht bij reproductievragen liggen.



Grafiek 6.20: Wiskundige denkactiviteiten (n=73).

Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

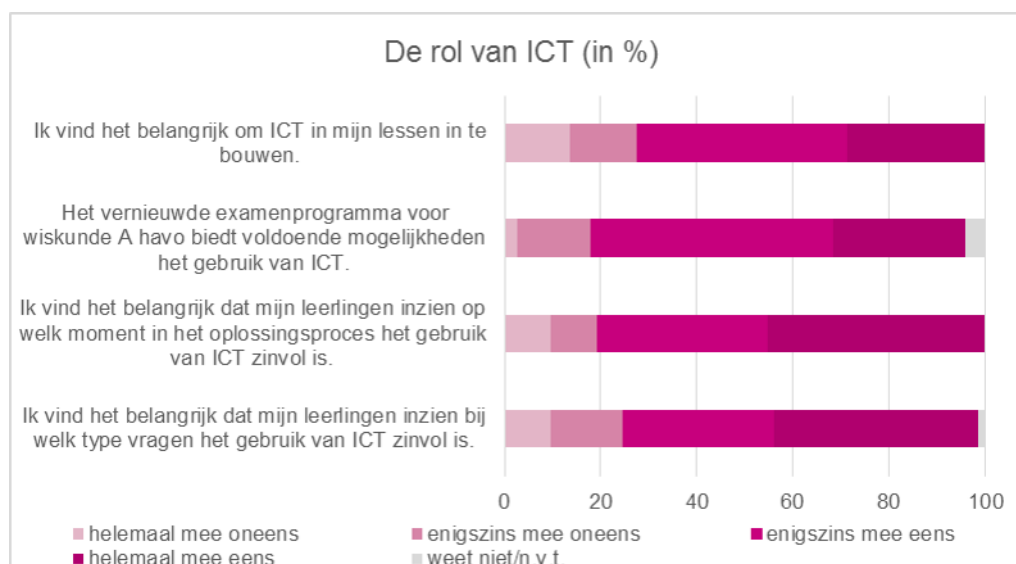
De resultaten van beide metingen zijn in grote lijnen vergelijkbaar. Vergeleken met het vierde leerjaar geven meer docenten aan dat voor hen duidelijk is wat met wiskundige denkactiviteiten bedoeld wordt. Een grotere groep dan in het vierde leerjaar vindt de activiteiten *niet* makkelijk in te passen in de lessen.

Nog meer docenten geven in het vijfde leerjaar aan dat duidelijk is wat met wiskundige denkactiviteiten wordt bedoeld (44% tegenover 31% in het vierde leerjaar). 48% van de docenten is het (enigszins) oneens met de stelling dat het makkelijk is in te passen in hun lessen (tegenover 28% in het vierde leerjaar).

De rol van ICT

Een ruime meerderheid van de docenten vindt het belangrijk dat leerlingen inzien op welk moment in het oplossingsproces en bij welk type vragen het gebruik van ICT zinvol is.

- Ruim drie kwart van de docenten vindt dat het nieuwe examenprogramma voldoende mogelijkheden biedt voor het gebruik van ICT.
- Bijna drie kwart van de docenten vindt het belangrijk om ICT in hun lessen in te bouwen.



Grafiek 6.21: De rol van ICT (n=73).

Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

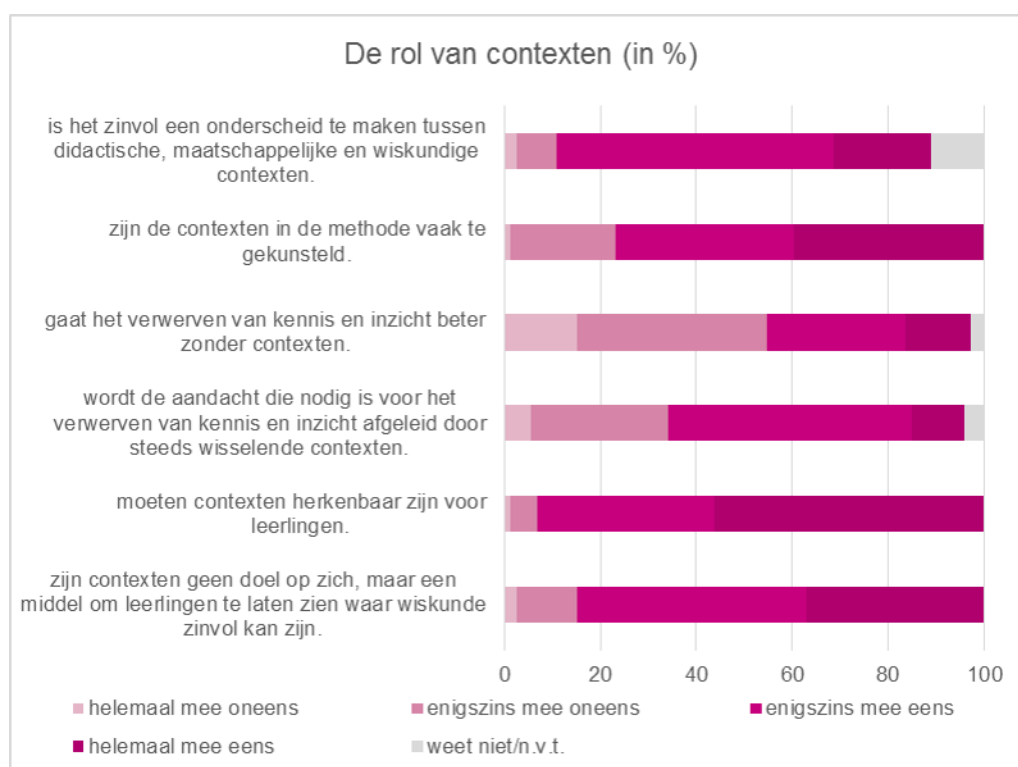
In het vijfde leerjaar vinden meer docenten dat het vernieuwde programma voldoende mogelijkheden biedt voor het gebruik van ICT. Ook het belang van het inbouwen van ICT in de lessen wordt iets meer onderstreept in het vijfde leerjaar.

In het vijfde leerjaar is 51% van de docenten het enigszins eens met de stelling dat het vernieuwde examenprogramma voldoende mogelijkheden biedt voor het gebruik van ICT (tegenover 38% in het vierde leerjaar). Daarnaast is een toename zichtbaar in wie het helemaal eens zijn met het belang van het inbouwen van ICT in de lessen (van 19% naar 29% van de docenten).

De rol van contexten

Vrijwel alle docenten vinden dat contexten herkenbaar moeten zijn voor leerlingen. Een ruime meerderheid geeft aan dat contexten geen doel op zich zijn, maar een middel om leerlingen te laten zien waar wiskunde zinvol kan zijn.

- Een ruime meerderheid van de docenten vindt het zinvol een onderscheid te maken tussen didactische, maatschappelijke en wiskundige contexten.
- Ruim drie kwart van de docenten vindt de contexten in de methode vaak te gekunsteld.
- Ook vindt ongeveer 60% van de docenten dat de aandacht die nodig is voor het verwerven van kennis en inzicht afgeleid wordt door steeds wisselende contexten.
- De meningen zijn verdeeld over of het verwerven van kennis en inzicht beter gaat zonder contexten (43% (enigszins) mee eens).



Grafiek 6.22: De rol van contexten (n=73).

Meting vijfde leerjaar versus vierde leerjaar

In het vijfde leerjaar geven docenten nog sterker dan in het vierde leerjaar aan dat contexten herkenbaar moeten zijn voor leerlingen. Ook geven relatief meer docenten aan dat het zinvol is onderscheid te maken tussen typen contexten.

De herkenbaarheid van contexten voor leerlingen wordt door 56% van de docenten sterk onderschreven in het vijfde leerjaar (tegenover 37% in het vierde leerjaar). 58% van de docenten is het enigszins eens met de stelling dat het zinvol is een onderscheid te maken tussen didactische, maatschappelijke en wiskundige contexten (tegenover 47% in het vierde leerjaar).

Sterke en zwakke punten van het nieuwe wiskunde A havo programma

Aan de docenten is gevraagd om twee sterke en twee zwakke punten van het nieuwe wiskunde A programma te noemen. Hieronder een samenvatting van de antwoorden.

Sterke punten (n=129):

- meer aandacht voor statistiek, grote datasets en ICT (ongeveer een kwart van de antwoorden);
- meer nadruk op algebraïsche vaardigheden (ongeveer een kwart van de antwoorden).

Andere punten, die allemaal vijf tot tien keer genoemd worden:

- aandacht voor onderzoek uitvoeren en conclusies trekken;
- gebruik van contexten;
- aandacht voor wiskundige denkactiviteiten;
- betere aansluiting op vervolgonderwijs en arbeidsmarkt;
- niveau, uitdagender, zet wiskunde A beter op de kaart;
- geen sterke punten, of sterk punt is dat het weinig veranderd is;
- verschillende opmerkingen over combinatoriek en kansrekening.

Enkele andere opmerkingen:

- motiverender/realistischer, minder grafische rekenmachine, specifieke onderdelen zoals functies, tijd en snelheid, lineaire en exponentiële groei.

Zwakke punten (n=136):

- Er zijn veel opmerkingen over het onderdeel statistiek (ongeveer 50 keer genoemd). De opmerkingen sluiten aan bij wat gezegd is over de gemaakte keuzes in het nieuwe programma (zie onder tabel 6.1).

Daarna worden de volgende punten elk ongeveer twintig keer genoemd:

- bezwaren tegen het ontbreken van kansrekening, onder andere als basis voor statistiek;
- de nadruk op algebra, het niveau ervan, maar er is ook iemand die aangeeft dat het nog wel meer zou mogen.

Overige opmerkingen (elk minder dan tien keer genoemd):

- overladenheid: veel onderdelen dus te weinig tijd voor diepgang of te weinig tijd in het algemeen om bepaalde onderdelen goed te behandelen;
- aandacht voor wiskundige denkactiviteiten; soms losstaand, soms moeilijk of te weinig ruimte voor;
- ICT teveel nadruk, kwetsbaar/snelle veranderingen, soms onduidelijk, beperkt tot praktische opdracht, vraagt specifieke tools, faciliteiten;
- niveau algemeen (hoog), maar ook: waar ligt de lat?
- opmerkingen over contexten: teveel en (soms) gekunsteld of geen aandacht voor toepasbaarheid in contexten;
- gebruik grafische rekenmachine (nog te veel of juist te weinig), tellen (onnodig/losstaand), verdeling CE/SE veranderingen, minder aandacht voor analyse.

7. Resultaten leerlingen

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de eindmeting voor leerlingen beschreven voor wiskunde A havo. Het hoofdstuk bestaat uit twee paragrafen. De eerste paragraaf beschrijft de onderwijspraktijk gedurende de invoering van het vernieuwde programma in leerjaar 5. Paragraaf twee gaat in op aspecten van de onderwijsbaarheid, toetsbaarheid en haalbaarheid van het nieuwe programma. In dit hoofdstuk zijn de resultaten uit de leerlinginterviews tijdens de schoolbezoeken gebruikt om de resultaten van het vragenlijstonderzoek te verdiepen.

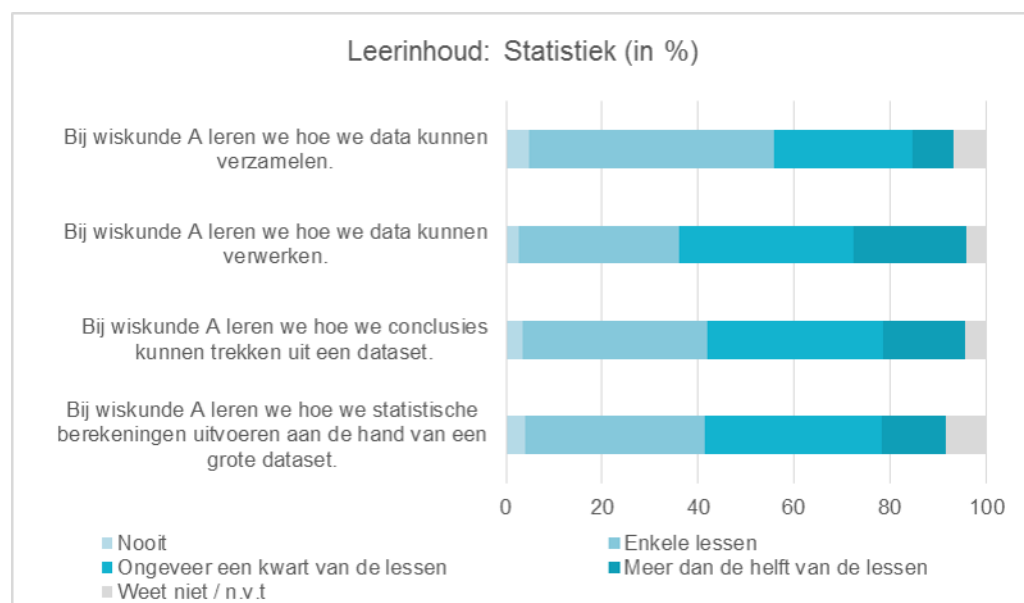
7.1 Onderwijspraktijk

Statistiek

De meeste leerlingen leren in enkele of een kwart van de lessen werken met datasets.

Data verzamelen doet de helft van de leerlingen in enkele lessen.

- Ruim een derde van de leerlingen leert in ongeveer een kwart van de lessen hoe zij statistische berekeningen kunnen uitvoeren aan de hand van een grote dataset. Eveneens ruim een derde leert dat in enkele lessen.
- Ruim een derde van de leerlingen leert in ongeveer een kwart van de lessen hoe zij conclusies kunnen trekken uit een dataset. Eveneens ruim een derde leert dat in enkele lessen.
- Ruim een derde van de leerlingen leert in ongeveer een kwart van de lessen hoe zij data kunnen verwerken. Een derde leert dat in enkele lessen.
- De helft van de leerlingen leert in enkele lessen hoe zij data kunnen verzamelen. 29% leert dat in ongeveer een kwart van de lessen.

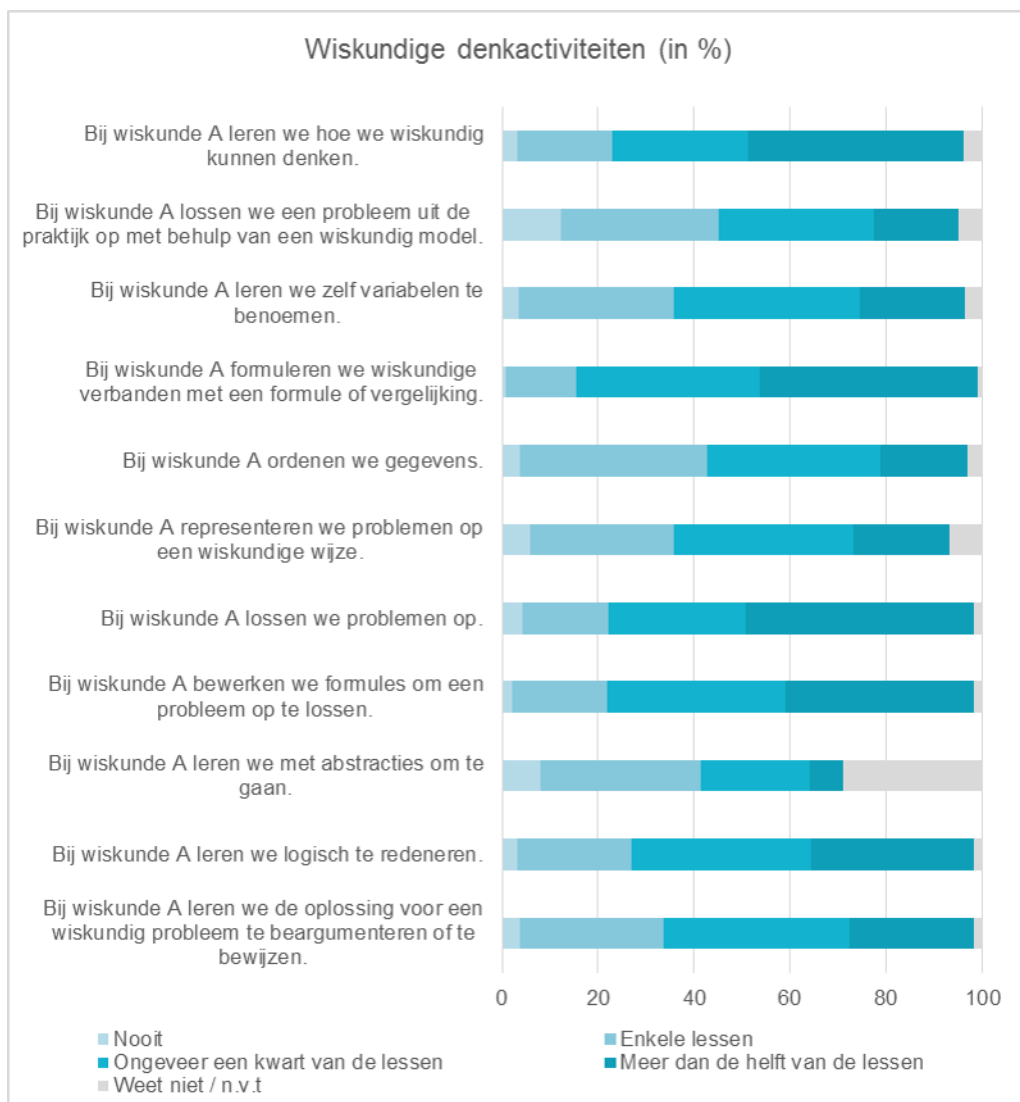


Grafiek 7.1: Leerinhoud: statistiek.

Wiskundige denkactiviteiten (WDA)

Leerlingen verschillen in de mate waarin zij bij wiskunde A in aanraking komen met wiskundige denkactiviteiten.

- Bijna de helft van de leerlingen geeft aan in meer dan de helft van de lessen problemen op te lossen. 29% doet dat in ongeveer een kwart van de lessen.
- 45% leert in meer dan de helft van de lessen hoe zij wiskundig kunnen denken. 28% leert dat in ongeveer een kwart van de lessen.
- Eveneens 45% van de leerlingen formuleert in meer dan de helft van de lessen wiskundige verbanden met een formule of een vergelijking. Bijna 40% doet dit in ongeveer een kwart van de lessen.
- 34% van de leerlingen leert in meer dan de helft van de lessen logisch te redeneren. 37% leert dat in ongeveer een kwart van de lessen.
- Het bewerken van formules om een probleem op te lossen gebeurt volgens 39% in meer dan de helft van de lessen en volgens 37% in ongeveer een kwart van de lessen.
- 39% van de leerlingen leert in ongeveer een kwart van de lessen de oplossing voor een wiskundig probleem te beargumenteren of te bewijzen. 30% leert dat in enkele lessen en 26% in meer dan de helft van de lessen.
- 37% van de leerlingen representeert problemen in ongeveer een kwart van de lessen op een wiskundige wijze. 30% doet dat in enkele lessen en 20% in meer dan de helft van de lessen.
- 39% van de leerlingen leert in ongeveer een kwart van de lessen zelf variabelen te benoemen. 32% leert dat in enkele lessen.
- Bijna 40% van de leerlingen leert in enkele lessen gegevens te ordenen. 36% leert dat in ongeveer een kwart van de lessen.
- 33% van de leerlingen leert in enkele lessen een probleem uit de praktijk op te lossen met behulp van een wiskundig model. 32% leert dat in ongeveer een kwart van de lessen.
- Een derde van de leerlingen leert in enkele lessen omgaan met abstracties, 23% leert dat in ongeveer een kwart van de lessen en 29% antwoordt hier met weet niet / n.v.t.



Grafiek 7.2: Wiskundige denkactiviteiten.

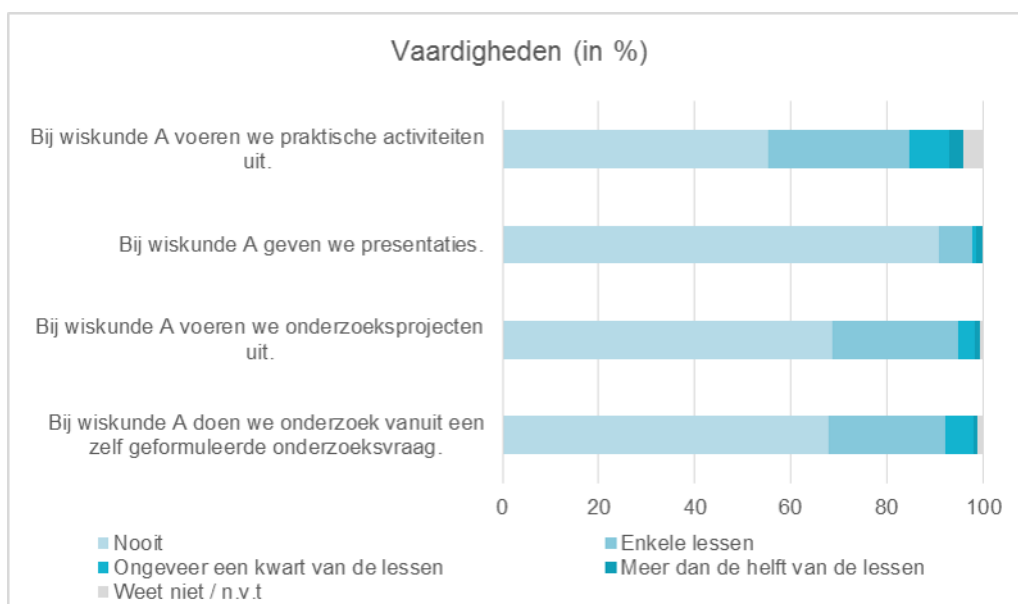
Uit de interviews met leerlingen:

- o "Komen me wel bekend voor. Er wordt wel aandacht besteed in de lessen, maar niet heel expliciet."
- o "In de toetsen komen de wiskundige denkactiviteiten ook wel voor."

Vaardigheden

Presentaties, onderzoeksprojecten en praktische activiteiten maken doorgaans geen deel uit van de lessen wiskunde A.

- Zo'n 90% van de leerlingen geeft nooit presentaties bij wiskunde A.
- Zo'n 70% van de leerlingen voert nooit onderzoeksprojecten uit bij wiskunde A. 26% doet dat in enkele lessen.
- 55% van de leerlingen voert nooit praktische activiteiten uit bij wiskunde A. 29% doet dat in enkele lessen.
- Bijna 70% doet nooit onderzoek vanuit een zelf geformuleerde onderzoeksvraag.

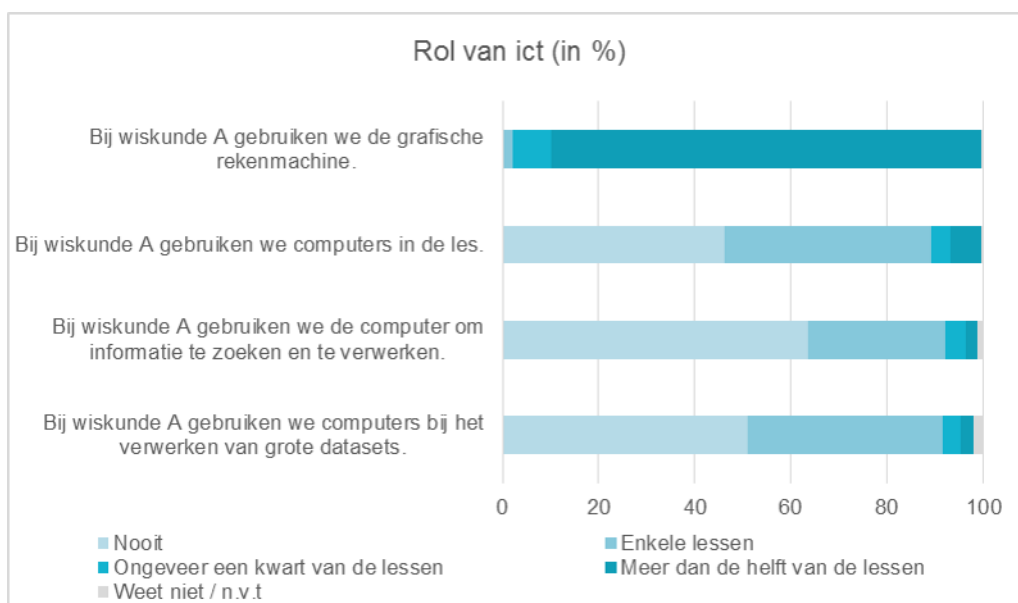


Grafiek 7.3: Vaardigheden.

De rol van ICT

De grafische rekenmachine wordt door leerlingen regelmatig gebruikt. Computers en wiskundesoftware spelen geen grote rol in de lessen wiskunde A.

- Bijna 90% van de leerlingen gebruikt de grafische rekenmachina bij wiskunde A in meer dan de helft van de lessen.
- 64% van de leerlingen gebruikt bij wiskunde A nooit een computer om informatie te zoeken en te verwerken. 28% doet dat in enkele lessen.
- 46% van de leerlingen gebruikt bij wiskunde A nooit computers in de les. 43% doet dat in enkele lessen.
- De helft van de leerlingen gebruikt bij wiskunde A nooit *GeoGebra* (wiskundesoftware). 41% gebruikt dat in enkele lessen.



Grafiek 7.4: De rol van ICT.

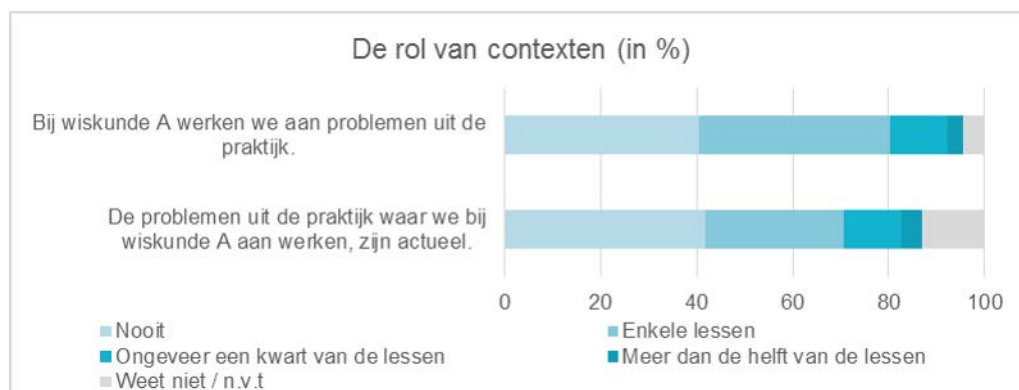
Uit de interviews met leerlingen:

- o "Geen ICT, datasets in Excel soms; één keer een toets in 4havo."
- o "Grafische rekenmachines wel, heel af en toe Excel. Niet echt bijzonder, alleen beetje mee leren werken."
- o "In 4havo hebben we een praktische opdracht in een groep gemaakt. De opdracht was om vanuit een dataset grafieken te maken en dingen te berekenen met Excel. Ik vond het wel leuk om dit te doen, maar ik vond het ook een mislukte opdracht. Het was een probeersel. De leraren begrepen het ook niet helemaal soms. En wij voelden ons in het diepe gegooid. We hadden te weinig achtergrondinformatie en allemaal verschillende verhalen. Naast de praktische opdracht komt het werken met datasets niet voor."
- o "We hebben apps of kunnen online kijken voor de antwoorden. Vind dat niet handig en het kost veel tijd. Liever op telefoon of gewoon antwoordboekje, dan kan ik tussendoor even kijken of ik goed bezig ben."
- o "Er zijn niet altijd genoeg computers."

De rol van contexten

De meeste leerlingen werken nooit of in enkele lessen aan problemen uit de praktijk, die zij doorgaans niet actueel vinden.

- 40% van de leerlingen werkt nooit aan problemen uit de praktijk. Eveneens 40% doet dat in enkele lessen.
- 42% van de leerlingen is van mening dat de problemen uit de praktijk waar zij aan werken, nooit actueel zijn.



Grafiek 7.5: De rol van contexten.

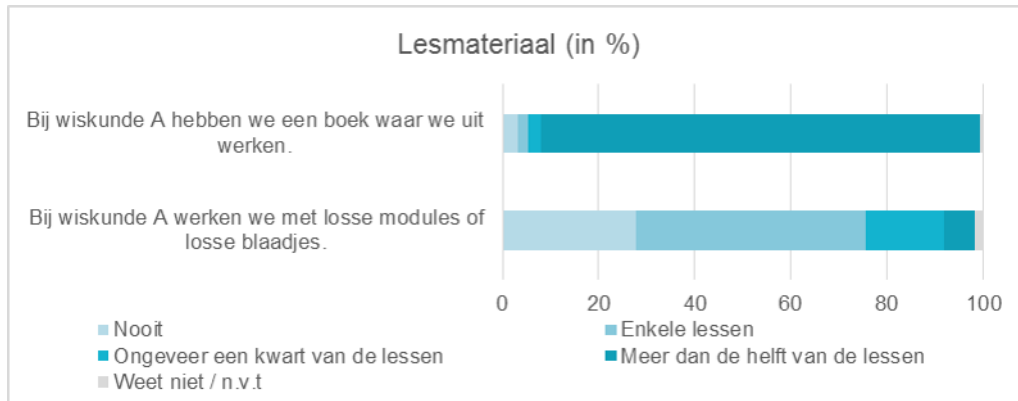
Uit de interviews met leerlingen:

- o "Bevolkingsgegevens en grafieken. Dat wel. Maar verder niet echt toepassingen of actuele situaties. Sommige wel interessant *[de verhalen]* andere minder."
- o "Er wordt wel een link gelegd met problemen en contexten."
- o "Er is een goede verdeling tussen gewoon sommetjes en verhalen waarin je het moest toepassen."
- o "Er is meer maatschappelijke dan wetenschappelijke aansluiting. Voorbeelden van maatschappelijke contexten: prijzen huizenmarkt, vluchtelingen, hoeveel water past er in een zwembad. Voorbeelden van wetenschappelijke contexten: komeet."
- o "Er zijn veel verhaaltjes, dat is wel interessant. Het lijkt nuttiger en ik vind het leuker dan met losse formules. Het helpt ook om de stof beter te begrijpen. Ik weet dan beter wat ik aan het invullen ben."

Lesmateriaal

90% van de leerlingen werkt bij wiskunde A met een boek. De helft van de leerlingen werkt in enkele lessen met ander materiaal.

- Ruim 90% van de leerlingen werkt bij wiskunde A doorgaans uit een boek.
- Bijna de helft werkt tijdens enkele lessen met losse modules of losse blaadjes.

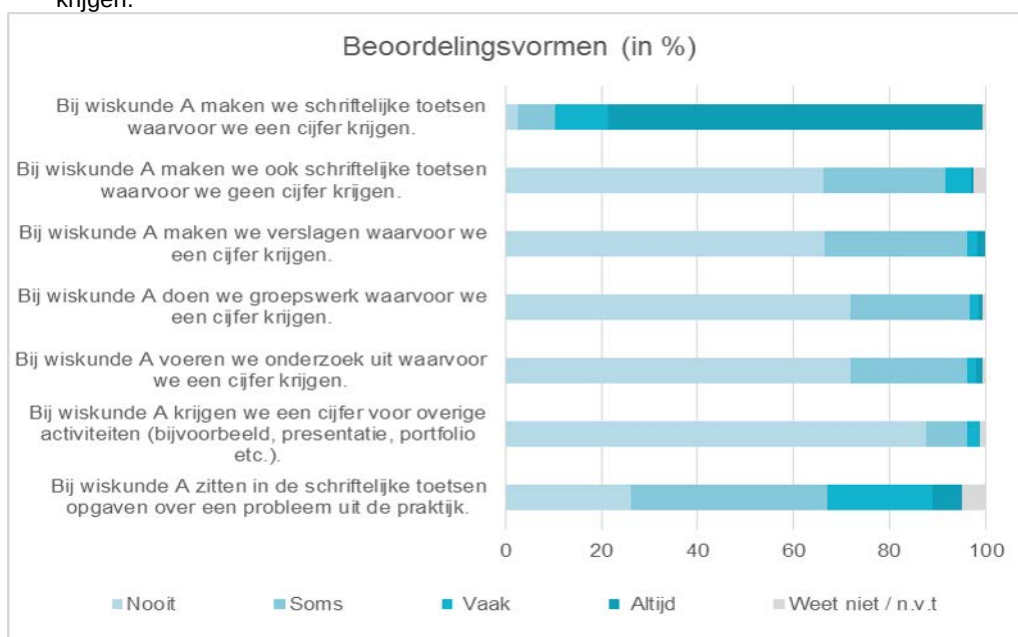


Grafiek 7.6: Lesmateriaal.

Toetsing

Schriftelijke toetsen voor een cijfer is de meest voorkomende vorm van beoordeling bij wiskunde A.

- Bijna 80% van de leerlingen maakt in het kader van beoordeling van wiskunde A altijd schriftelijke toetsen waarvoor zij een cijfer krijgen.
- Bijna 90% van de leerlingen krijgen nooit een cijfer voor overige activiteiten zoals presentaties, portfolio, etc.
- Zo'n 70% van de leerlingen voert nooit onderzoek uit waarvoor zij een cijfer krijgen.
- Ongeveer 70% krijgt nooit een cijfer voor groepswerk en verslagen.
- Twee derde van de leerlingen maakt nooit schriftelijke toetsen waarvoor zij *geen* cijfer krijgen.

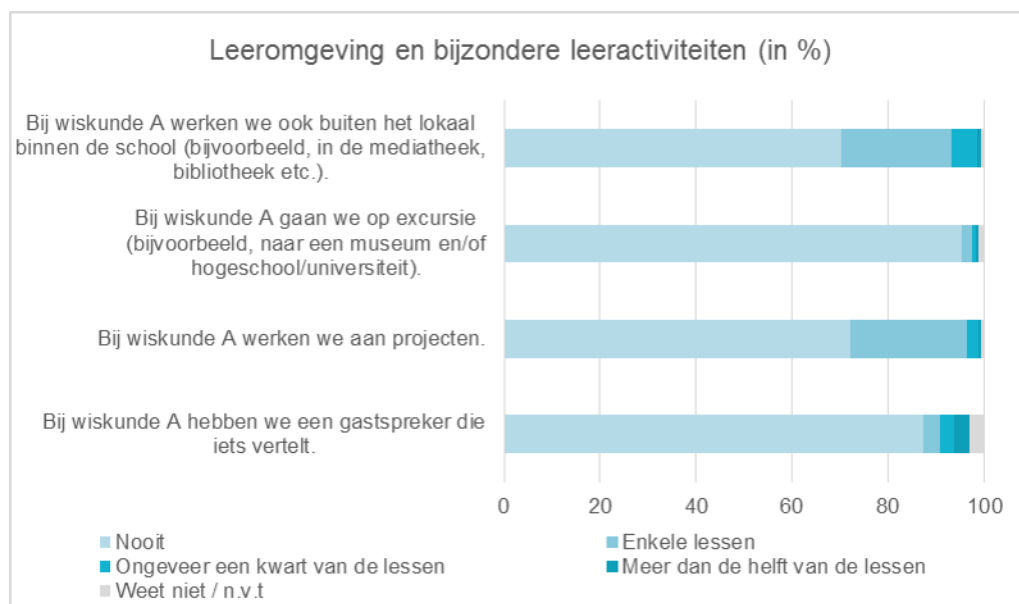


Grafiek 7.7: Beoordelingsvormen.

Leeromgeving en bijzondere leeractiviteiten

Excursies, gastsprekers en projecten zijn bij wiskunde A niet aan de orde van de dag.

- Leerlingen gaan doorgaans niet op excursie bij wiskunde A.
- Bijna 90% van de leerlingen krijgt bij wiskunde A geen gastspreker op bezoek.
- 70% werkt bij wiskunde A niet buiten het lokaal binnen de school (bijvoorbeeld in mediatheek of bibliotheek). 23% doet dat in enkele lessen.
- Bijna drie kwart van de leerlingen werkt bij wiskunde A nooit aan projecten. 24% doet dat in enkele lessen.

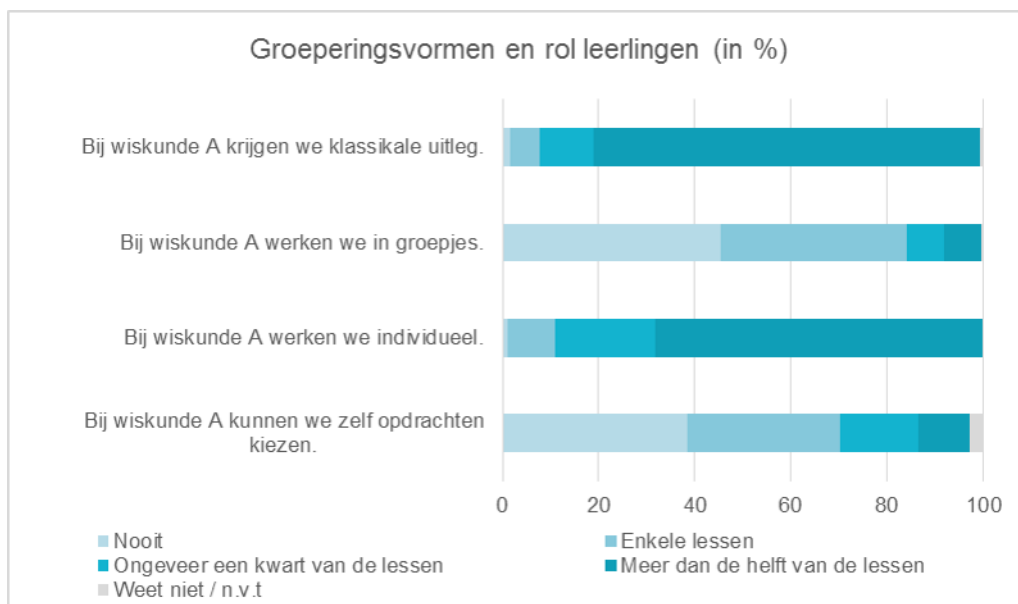


Grafiek 7.8: Leeromgeving en bijzondere leeractiviteiten.

Groeperingsvormen en rol leerlingen

Leerlingen werken bij wiskunde meestal individueel en krijgen klassikale uitleg. De mate waarin leerlingen zelf opdrachten kunnen kiezen is voor leerlingen verschillend.

- Zo'n 80% van de leerlingen krijgt bij wiskunde A in meer dan de helft van de lessen klassikale uitleg.
- Bijna 70% werkt bij wiskunde A in meer dan de helft van de lessen individueel.
- 45% van de leerlingen werkt bij wiskunde A nooit in groepjes, 39% doet dat in enkele lessen.
- 38% van de leerlingen kan bij wiskunde A nooit zelf opdrachten kiezen, een derde kan dat in enkele lessen, 16% in ongeveer een kwart van de lessen en 14% in meer dan de helft van de lessen.



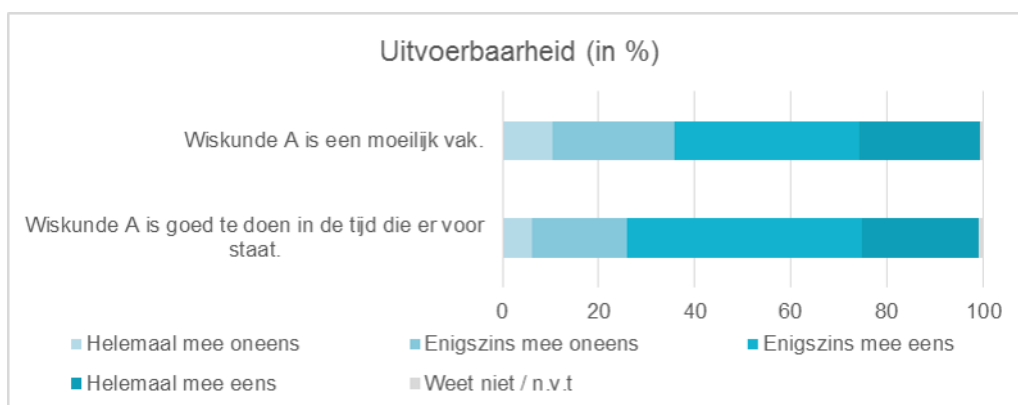
Grafiek 7.9: Groeperingsvormen en rol leerlingen.

7.2 Onderwijsbaarheid, haalbaarheid en toetsbaarheid

Uitvoerbaarheid

De meeste leerlingen vinden wiskunde A te doen in de tijd die ervoor staat. Zo'n 60% van de leerlingen vindt wiskunde A een moeilijk vak.

- Ongeveer de helft van de leerlingen is het enigszins eens met de stelling dat wiskunde A goed is te doen in de tijd die ervoor staat. 20% is het hier enigszins mee oneens en 24% helemaal eens.
- 38% van de leerlingen is het enigszins eens met de stelling dat wiskunde A een moeilijk vak is. 25% is het hier helemaal mee eens, en eveneens 25% is het hier enigszins mee oneens.

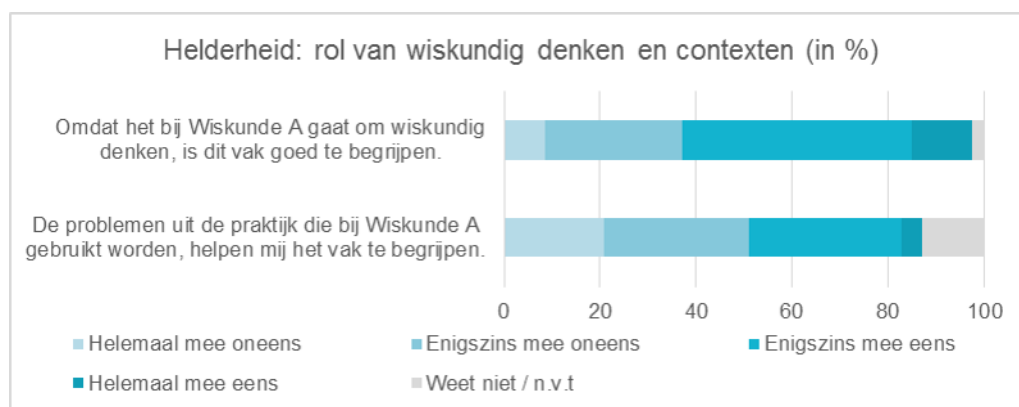


Grafiek 7.10: Uitvoerbaarheid.

Helderheid

Zo'n 60% van de leerlingen is het (enigszins) eens met de stelling dat wiskunde A goed te begrijpen is omdat het gaat om wiskundig denken. Over of de bij wiskunde A gebruikte problemen uit de praktijk hen helpen het vak te begrijpen, lopen de meningen van de leerlingen uiteen.

- Bijna de helft van de leerlingen is het enigszins eens met de stelling dat het vak goed is te begrijpen omdat het om wiskundig denken gaat. 13% is het daar helemaal mee eens.
- 30% is het enigszins oneens met de stelling dat de problemen uit de praktijk die bij Wiskunde A gebruikt worden, hen helpen het vak te begrijpen. 32% is het hiermee enigszins oneens en 13% antwoordt weet niet/ n.v.t.

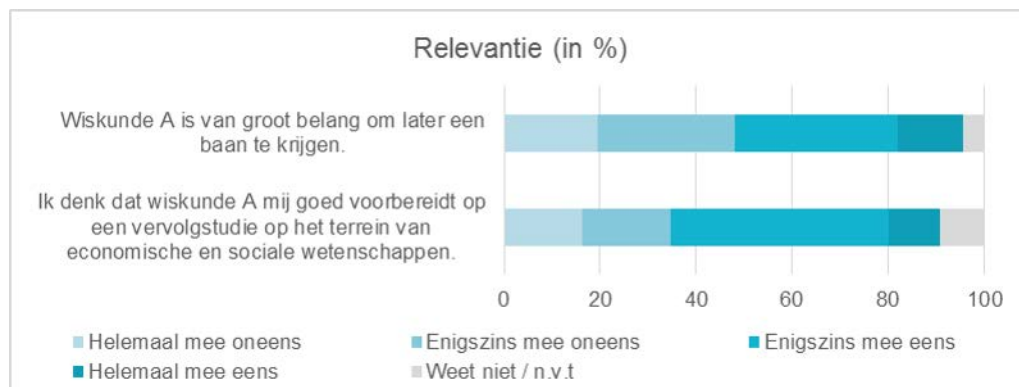


Grafiek 7.11: Helderheid: rol van wiskundig denken en contexten.

Relevantie

Ruim de helft van de leerlingen vindt dat wiskunde A hen goed voorbereidt op een vervolgopleiding op het terrein van bèta en techniek. Leerlingen verschillen van mening over de vraag of het vak van groot belang is om later een baan te krijgen.

- 45% van de leerlingen is het enigszins eens met de stelling dat wiskunde A hen goed voorbereidt op een vervolgstudie op het terrein van bèta en techniek. 11% is het daar helemaal mee eens, en een derde is het hier (enigszins of helemaal) mee oneens.
- Een derde van de leerlingen is het enigszins eens met de stelling dat wiskunde A van groot belang is om later een baan te krijgen. 14% is het daar helemaal mee eens, en 37% is het daar (enigszins of helemaal) mee oneens.



Grafiek 7.12: Relevantie.

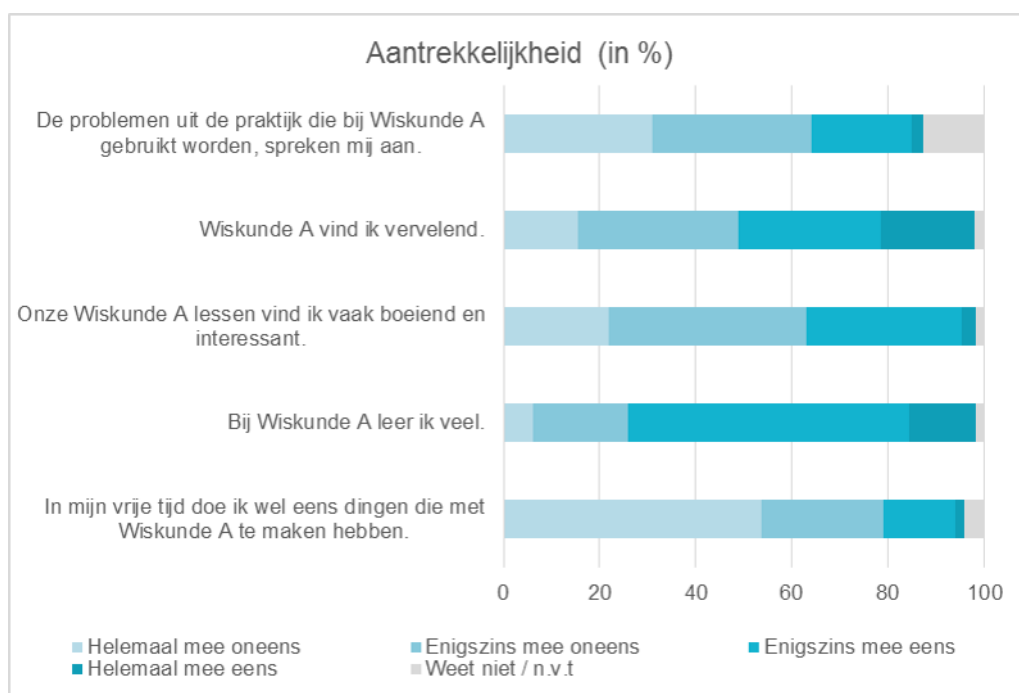
Uit de interviews met leerlingen:

- o "Hoofdrekenen vooral belangrijk (voor verpleging). Algemeen wiskundig denken ook goed. Nut ervan moet je toch vooral zelf uitvinden."
- o "Misschien toch meer zien waarvoor je het nodig hebt. Dan boeit het je wat meer." *[Als reactie op wensen met betrekking tot wiskunde A.]*
- o "Wiskunde vind ik vooral belangrijk voor je beroep later."

Aantrekkelijkheid

60% van de leerlingen vindt dat zij bij wiskunde A veel leren. Over de aantrekkelijkheid van het vak lopen de meningen uiteen.

- Bijna 60% van de leerlingen is van mening dat zij bij wiskunde A veel leren. 20% is het daar enigszins mee oneens.
- Ruim 60% is het (enigszins of helemaal) oneens met de stelling dat de lessen vaak boeiend en interessant zijn.
- De ene helft van de leerlingen vindt wiskunde A vervelend, de andere helft is het daarmee oneens.
- 80% van de leerlingen is het oneens met de stelling dat zij in de vrije tijd ook weleens dingen doen die met wiskunde A te maken hebben.
- Bijna twee derde vindt niet dat de problemen uit de praktijk die bij wiskunde A gebruikt worden aansprekend zijn.

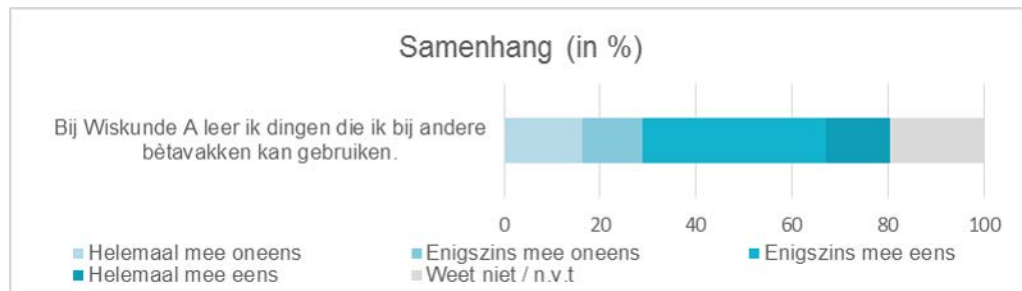


Grafiek 7.13: Aantrekkelijkheid.

Samenhang

Ongeveer de helft van de leerlingen ziet de toegevoegde waarde van wiskunde A bij andere bètavakken.

- 38% is het enigszins en 13% helemaal eens met de stelling dat zij bij wiskunde A dingen leren die zij bij andere bètavakken kunnen gebruiken.



Grafiek 7.14: Samenhang.

Uit de interviews met leerlingen:

- o "Economie en biologie wel eens bij wiskunde A. Dingen van wiskunde heb je wel eens nodig bij economie of eigenlijk meer andersom. Wordt door docenten niet benoemd."
- o "Er is meer samenhang met rekendingen dan echt wiskunde. Rekendingen komen in andere vakken terug, zoals bij economie en M&O."

Referenties

Akker, J. van den (2003). Curriculum perspectives: An introduction. In J. van den Akker, W. Kuiper & U. Hameyer (eds.), *Curriculum landscapes and trends* (pp. 1-10). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

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

Commissie Toekomst Wiskunde Onderwijs (cTWO) (2012). *Denken & Doen. Wiskunde op havo en vwo per 2015. Eindrapport van de vernieuwingscommissie wiskunde cTWO*. Utrecht: cTWO.

Kuiper, W., Folmer, E., Ottevanger, W., & Bruning, L. (2011). *Curriculumevaluatie bètaonderwijs tweede fase. Samenvattend eindrapport*. Enschede: SLO.

Kuiper, W., Folmer, E., Ottevanger, W., & Bruning, L. (2012). *Evaluatie Examenpilots wiskunde havo/vwo 2009-2012. Samenvattend eindrapport*. Enschede: SLO.

Michels, B., Folmer, E., Bruning, L., & Ottevanger, W. (2014). *Monitoring en evaluatie invoering bèta vernieuwing. Nulmeting docenten en leerlingen 2012-2013*. Enschede: SLO.

Projectgroep Wiskunde (2014). *De vernieuwde wiskundeprogramma's havo-vwo in beeld*. Enschede: SLO.

SLO (2014). *Vernieuwing examenprogramma's wiskunde havo/vwo. Brochure voor schoolleiders, sectieleiders en docenten wiskunde*. Enschede: SLO.

Tolboom, J. (2013). *Invoeringsplan nieuwe wiskunde-examenprogramma's*. Enschede: SLO.

Als landelijk kenniscentrum leerplanontwikkeling richt SLO zich op de ontwikkeling van het curriculum in het primair, speciaal en voortgezet onderwijs in Nederland. We werken met het onderwijsveld aan de doelen, kaders en instrumenten waarmee scholen hun opdracht vanuit een eigen visie kunnen vervullen.

We brengen praktijk, beleid, maatschappelijke ontwikkelingen en onderzoek samen en stellen onze expertise beschikbaar aan onderwijs en overheid, bijvoorbeeld in de vorm van leerplannen, tools, voorbeeldlesmaterialen, conferenties en rapporten.



Hoofdlocatie
Piet Heinstraat 12
7511 JE Enschede

Nevenlocatie
Aidadreef 4
3561 GE Utrecht

Postadres
Postbus 2041
7500 CA Enschede

T 053 484 08 40
E info@slo.nl
www.slo.nl

 [company/slo](https://www.linkedin.com/company/slo)
 [SLO_nl](https://twitter.com/SLO_nl)