

Monitoring
invoering vernieuwde
wiskunde A vwo

Eindmeting docenten en leerlingen 2017-18

SLO • nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling



Monitoring invoering vernieuwde wiskunde A vwo

Eindmeting docenten en leerlingen 2017-2018

Maart 2019

slo

nationaal
expertisecentrum
leerplan-
ontwikkeling

Verantwoording



2019 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: Bart Penning de Vries, Maud Heijnen en Elvira Folmer

Informatie

SLO

Afdeling: Advies en Onderzoek

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Telefoon (053) 4840 84

Internet: www.slo.nl

E-mail: info@slo.nl

AN: 7.7792.769

Inhoud

1.	Hoofdconclusies	5
1.1	Docenten	5
1.2	Leerlingen	7
2.	Samenvattend overzicht conclusies docenten	9
2.1	Onderwijspraktijk	9
2.2	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	15
4.3	Onderzoeksopzet	17
4.4	Eindmeting	18
4.5	Leeswijzer	19
5.	Responsbeschrijvingen	21
5.1	Vragenlijstonderzoeken	21
5.2	Schoolbezoeken	21
6.	Resultaten docenten	23
6.1	Onderwijspraktijk	23
6.2	Onderwijsbaarheid, haalbaarheid en toetsbaarheid	33
7.	Resultaten leerlingen	47
7.1	Onderwijspraktijk	47
7.2	Onderwijsbaarheid, haalbaarheid en toetsbaarheid	54
	Referenties	59

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 vwo is de eindmeting gedaan in het schooljaar 2017-2018 in leerjaar 5 en 6. Dit rapport beschrijft de resultaten van die eindmeting voor wiskunde A vwo. 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 en 6) 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 vwo (zie ook Tolboom, 2013).

1.1 Docenten

Nascholing

Bijna alle docenten vinden zichzelf voldoende toegerust voor het vernieuwde wiskunde A-programma. Een derde van de docenten heeft behoefte aan nascholing met betrekking tot het uitvoeren van wiskundige denkactiviteiten. Ongeveer een vijfde van de docenten heeft geen behoefte aan nascholing.

Statistiek

Het vaakst genoemd als sterk punt van het vernieuwde programma is de aandacht voor algebraïsche vaardigheden en het toevoegen van statistiek (het werken met datasets en het ontwikkelen van onderzoeksvaardigheden). Het vaakst genoemd als zwak punt is dat het kansrekenen/hypothese toetsen uit het CE is gehaald.

De meeste docenten laten de leerlingen in enkele lessen werken met grote datasets en grote datasets verwerken met ICT, een toename ten opzichte van de meting in leerjaar 4. Ongeveer de helft van de docenten besteedt enkele lessen aan het doorlopen van de empirische cyclus.

Ongeveer twee derde van de docenten vindt het werken met grote datasets belangrijk.

Wiskundig denken/wiskundige denkactiviteiten

Docenten vinden het belangrijkste kenmerk van de wiskundevernieuwing de verandering in de domeinen en daarnaast de wiskundige denkactiviteiten. Bijna alle docenten vinden dat het doel van wiskundig denken het bevorderen van inzicht in de samenhang tussen wiskundige concepten is. Voor de meeste docenten is het duidelijk hoe zij daaraan invulling kunnen geven. Het nieuwe programma geeft ze voldoende mogelijkheid om wiskundig denken te ontwikkelen.

De meeste docenten besteden enkele lessen aan wiskundig denken, meestal vormgegeven als niet-routine-opgaven die een beroep doen op het wiskundig denken. Bij wiskundige denkactiviteiten wordt meestal de meeste aandacht besteed aan probleemoplossen. Wellicht is in het kader van de beoogde vernieuwing bij wiskunde A meer aandacht voor wiskundig denken gewenst aangezien dat een van de belangrijkste kenmerken van de wiskundevernieuwing betreft.

De rol van ICT

De meeste docenten vinden het belangrijk om uit te leggen bij welk type vragen en wanneer in het oplossingsproces, ICT-gebruik zinvol is. Het nieuwe programma biedt ze voldoende mogelijkheden om ICT te gebruiken.

De helft van de docenten heeft voldoende computerfaciliteiten voor de leerlingen. Op scholen is voldoende lesmateriaal beschikbaar voor vernieuwde wiskunde A en het beschikbare lesmateriaal vinden de meeste docenten prima bruikbaar.

De meeste docenten laten leerlingen in enkele lessen analyses doen met de computer, maar modelleren met de computer meestal niet. Bij bijna alle docenten gebruiken de leerlingen in meer dan de helft van de lessen de grafische rekenmachine. Dit geeft een algemeen beeld van de inzet van ICT bij wiskunde A. Het is de vraag of dat vanuit de beoogde vernieuwing van het vak voldoende is.

De rol van contexten

De docenten vinden contexten een middel om leerlingen te laten zien waar wiskunde zinvol kan zijn. Contexten moeten herkenbaar zijn voor leerlingen en het is zinvol onderscheid te maken tussen soorten contexten. De docenten gebruiken contexten in enkele of ongeveer een kwart van de lessen. 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. Het is de vraag of dit nu voldoende uit de verf komt.

Onderwijsbaarheid, toetsbaarheid en haalbaarheid

Aandachtspunten op dit terrein zijn:

- Het nieuwe programma wiskunde A wordt door iets minder dan de helft van de docenten met meer plezier en enthousiasme gegeven dan het vorige programma.
- Ongeveer 80% van de docenten steekt vrije tijd in de invoering van het nieuwe programma.
- 70% van de docenten steekt veel tijd in lesvoorbereiding. Ongeveer de helft van de docenten vindt dat het nieuwe programma een taakverzwaring betekent en een verandering in de manier van lesgeven impliceert.
- Ruim 80% van de docenten vinden het nieuwe programma best te doen in de klas.
- Het is voor ongeveer 80% van de docenten duidelijk hoe de nieuwe onderdelen via het schoolexamen getoetst kunnen worden en voor de helft van docenten duidelijk hoe ze worden getoetst in het centraal examen.
- Ongeveer drie kwart van de docenten heeft voldoende toetsmateriaal beschikbaar.
- Ongeveer 60% van de docenten vindt zichzelf goed op de hoogte van de vernieuwingen.
- Ongeveer de helft van de docenten is het eens met de keuzes die gemaakt zijn voor het nieuwe examenprogramma. De meeste opmerkingen gaan over statistiek en kansrekenen dat uit het CE is gehaald en de moeilijkheid van algebraïsche vaardigheden.
- Twee derde van de docenten is het oneens met de verdeling van de domeinen over SE en CE. In de toelichting noemen de meeste docenten het missen van hypothese toetsen en kansrekenen in het CE.

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 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.

1.2 Leerlingen

Mogelijke aandachtspunten bij leerlingen zijn:

- Het grootste deel van de leerlingen (60-70%) leert in enkele of een kwart van de lessen over data verzamelen, verwerken, conclusies trekken uit een dataset en statistische berekeningen uitvoeren.
- Ongeveer 60% van de leerlingen leert in meer dan de helft van de lessen hoe zij wiskundig kunnen denken.
- Ongeveer 40% van de leerlingen doet in enkele lessen een praktische activiteit. Het grootste deel van de leerlingen (60-75%) doet nooit onderzoeksactiviteiten. Ruim 90% van de leerlingen geeft nooit een presentatie.
- Ongeveer 80% van de leerlingen leert nooit, of in enkele lessen, hoe zij de computer kunnen inzetten om problemen op te lossen, of om grote datasets te verwerken. 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.
- Ongeveer twee derde van de leerlingen werken bij wiskunde A niet of weinig aan actuele problemen. De leerlingen werken gemiddeld in enkele lessen aan problemen uit de praktijk.
- Ongeveer 60% van de leerlingen vindt de problemen uit de praktijk die gebruikt worden niet aansprekend. De gebruikte problemen uit de praktijk helpt 40% van de leerlingen het vak te begrijpen.
- Ruim de helft van de leerlingen vindt wiskunde A een moeilijk vak. Ongeveer 80% van de leerlingen vindt wiskunde A goed te doen in de tijd die ervoor staat.
- Ruim de helft van de leerlingen vindt wiskunde A niet van groot belang om later een baan te krijgen. Ongeveer 60% van de leerlingen vindt dat het vak hen voorbereidt op een vervolgstudie in de economische of sociale wetenschappen.
- Ruim de helft van de leerlingen vindt wiskunde A vervelend. Ongeveer drie kwart van de leerlingen vindt wel dat ze veel leren bij wiskunde A.

2. Samenvattend overzicht conclusies docenten

Dit hoofdstuk presenteert een totaaloverzicht van alle conclusies over vernieuwde wiskunde A vwo uit hoofdstuk 6 betreffende de eindmeting (leerjaar 5 en 6) voor docenten. De resultaten zijn ook vergeleken met de voorgaande meting (leerjaar 4) maar alleen noemenswaardige verschillen worden vermeld.

2.1 Onderwijspraktijk

Statistiek

De meeste docenten laten de leerlingen in enkele lessen werken met grote datasets en grote datasets verwerken met ICT. Dat is toegenomen ten opzichte van de meting in leerjaar 4. Ongeveer de helft van de docenten besteedt enkele lessen aan het doorlopen van de empirische cyclus.

Wiskundig denken

De meeste docenten besteden enkele lessen aan wiskundig denken. De meeste docenten hebben in enkele toetsen niet-routine-opgaven die een beroep doen op het wiskundig denken. Docenten toetsen over het algemeen niet het wiskundig denken in vakoverstijgende opdrachten.

Wiskundige denkactiviteiten (WDA)

Een derde van de docenten geeft bij wiskundige denkactiviteiten evenveel aandacht aan probleemoplossen, modelleren, en abstraheren. Docenten die dat niet doen besteden de meeste aandacht aan probleemoplossen.

De rol van ICT

Ongeveer de helft van de docenten gebruikt in enkele lessen de ICT die hoort bij de methode. De meeste docenten laten leerlingen in enkele lessen analyses doen met de computer, maar modelleren met de computer meestal niet. Bij bijna alle docenten gebruiken de leerlingen in meer dan de helft van de lessen de grafische rekenmachine.

De rol van contexten

De docenten gebruiken contexten in enkele of ongeveer een kwart van de lessen. Ongeveer de helft van de docenten gebruikt contexten om nieuwe vakinhoud te introduceren in één les, en de helft van de docenten gebruikt contexten in enkele lessen om behandelde vakinhoud te illustreren. Een omvangrijke context om vakinhoud aan op te hangen wordt niet vaak gebruikt.

Lesmateriaal

De meeste docenten gebruiken *Getal en Ruimte*, gevolgd door *Moderne Wiskunde* en *Mathplus*. Een derde van de docenten gebruikt (daarnaast) zelfontwikkeld lesmateriaal voor vernieuwde wiskunde A vwo.

Toetsing

De meeste docenten gebruiken methodegebonden toetsen en zelfontwikkelde toetsen. Bijna alle docenten beoordelen de leerlingen op basis van een schriftelijke toets.

Behoeft nascholingsmogelijkheden

Een derde van de docenten heeft behoefte aan nascholing met betrekking tot het uitvoeren van wiskundige denkactiviteiten. Ongeveer een vijfde van de docenten heeft geen behoefte aan nascholing.

2.2 Onderwijsbaarheid, haalbaarheid en toetsbaarheid

Impact

Het nieuwe programma wiskunde A wordt door iets minder dan de helft van de docenten met meer plezier en enthousiasme gegeven dan het vorige programma. De meeste docenten steken veel tijd in lesvoorbereiding; ongeveer de helft van de docenten vindt dat het nieuwe programma een taakverzwaring betekent en dat de vernieuwing van het programma een verandering in de manier van lesgeven impliceert.

Uitvoerbaarheid: Algemeen

De meeste docenten vinden het nieuwe programma goed te doen in de klas.

Uitvoerbaarheid: Materialen en computergebruik

De helft van de docenten heeft voldoende computerfaciliteiten voor de leerlingen. Dit is minder dan in de meting van leerjaar 4. Op school hebben de docenten voldoende lesmateriaal beschikbaar voor vernieuwde wiskunde A en het beschikbare lesmateriaal vinden de meeste docenten prima bruikbaar.

Uitvoerbaarheid: Toetsing

Het is voor de meeste docenten duidelijk hoe de nieuwe onderdelen via het schoolexamen getoetst kunnen worden en voor de helft van docenten duidelijk hoe ze worden getoetst in het centraal examen. De meeste docenten hebben voldoende toetsmateriaal beschikbaar.

Uitvoerbaarheid: Deskundigheid

Bijna alle docenten vinden zichzelf voldoende toegerust voor het vernieuwde wiskunde A-programma. Ruim de helft van de docenten heeft geen nascholing nodig.

Tijd voor de invoering

Ongeveer 80% van de docenten steekt vrije tijd in de invoering. 20% van de docenten zegt geen extra tijd nodig te hebben voor de invoering.

Helderheid van het nieuwe programma

De meeste docenten zijn goed op de hoogte van de vernieuwingen. Voor bijna alle docenten is duidelijk wat er nieuw is in het vernieuwde programma.

Belangrijkste kenmerken van de wiskundevernieuwing

Docenten vinden het belangrijkste kenmerk van de wiskundevernieuwing de verandering in de domeinen en daarnaast de wiskundige denkactiviteiten. Op de derde plaats komt de nadruk op algebraïsche vaardigheden.

Gemaakte keuzes in het nieuwe examenprogramma

Ongeveer de helft van de docenten is het eens met de keuzes die gemaakt zijn voor het nieuwe examenprogramma. De meeste opmerkingen gaan over statistiek en kansrekenen (dat uit het CE is gehaald) en de moeilijkheid van algebraïsche vaardigheden voor wiskunde A.

Verdeling domeinen over SE en CE

Twee derde van de docenten is het oneens met de verdeling van de domeinen over SE en CE. Docenten lijken het tijdens de huidige meting vaker oneens te zijn met de verdeling van de domeinen over SE en CE dan bij de meting in leerjaar 4. In de toelichting noemen de meeste docenten het missen van hypothese toetsen en kansrekenen in het CE.

Inhoudelijke vernieuwingen

Voor bijna alle docenten is duidelijk welke inhoudelijke veranderingen zijn doorgevoerd. Ongeveer de helft van de docenten vindt het kennismaken met de empirische cyclus belangrijk en twee derde van de docenten vindt het werken met grote datasets belangrijk. Bijna alle docenten vinden dat er genoeg mogelijkheden zijn om algebraïsche vaardigheden te ontwikkelen in het nieuwe programma.

Wiskundige denkactiviteiten (WDA)

Voor de meeste docenten is duidelijk wat met wiskundige denkactiviteiten wordt bedoeld en hoe zij daaraan invulling kunnen geven. Bijna alle docenten vinden dat het doel van wiskundig denken het bevorderen van inzicht in de samenhang tussen wiskundige concepten is. Het nieuwe programma geeft voldoende mogelijkheid om wiskundig denken te ontwikkelen, vinden de meeste docenten.

De rol van ICT

De meeste docenten vinden het belangrijk om uit te leggen bij welk type vragen en wanneer in het oplossingsproces ICT-gebruik zinvol is. Het nieuwe programma biedt voldoende mogelijkheden om ICT te gebruiken.

De rol van contexten

Bijna alle docenten vinden contexten een middel om leerlingen te laten zien waar wiskunde zinvol kan zijn. Contexten moeten herkenbaar zijn voor leerlingen en het is zinvol onderscheid te maken tussen soorten contexten.

Sterke en zwakke punten van het nieuwe examenprogramma wiskunde A vwo

Het vaakst genoemd als sterk punt is de aandacht voor algebraïsche vaardigheden en het toevoegen van statistiek (het werken met datasets en het ontwikkelen van onderzoeksvaardigheden). Het vaakst genoemd als zwak punt is dat het kansrekenen/hypothese toetsen uit het CE gehaald is en dat algebraïsche vaardigheden te moeilijk zijn.

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 vwo op een rij gezet per thema.

3.1 Onderwijspraktijk

Leerinhoud: Statistiek en werken met formules

De meeste leerlingen leren in ongeveer enkele lessen data verzamelen, verwerken, weergeven, conclusies trekken uit een dataset en statistische berekeningen uitvoeren op grote datasets. De meeste leerlingen leren in meer dan de helft van de lessen te werken met formules.

Wiskundige denkactiviteiten (WDA)

De meeste leerlingen leren in meer dan de helft van de lessen wiskundig denken en wiskundige vergelijkingen formuleren. De meeste leerlingen lossen problemen op en bewerken formules in meer dan de helft van de lessen en leren logisch redeneren in een kwart tot meer dan de helft van de lessen. Gemiddeld leert de leerling in ongeveer een kwart van de lessen een wiskundig probleem te beargumenteren of te bewijzen.

Vaardigheden

Ongeveer 40% van de leerlingen doet in enkele lessen een praktische activiteit. Het grootste deel van de leerlingen (60-75%) doet nooit onderzoeksactiviteiten. Ruim 90% van de leerlingen geeft nooit een presentatie.

De rol van ICT

Bij wiskunde A leren de meeste leerlingen nooit of in enkele lessen hoe zij de computer kunnen inzetten om problemen op te lossen, of om grote datasets te verwerken. Ongeveer de helft van de leerlingen gebruikt in enkele lessen een computer. Bijna alle leerlingen gebruiken de grafische rekenmachine in meer dan de helft van de lessen.

De rol van contexten

De meeste leerlingen werken bij wiskunde A niet of weinig aan actuele problemen. De leerlingen werken gemiddeld in enkele lessen aan problemen uit de praktijk.

Lesmateriaal

Bijna alle leerlingen werken in meer dan de helft van de lessen uit een boek.

Toetsing

De leerlingen maken bijna altijd een schriftelijke toets voor een cijfer. In de schriftelijke toetsen voor wiskunde A zitten soms tot vaak opgaven over problemen uit de praktijk.

Leeromgeving en bijzondere leeractiviteiten

Ruim de helft van de leerlingen werkt nooit aan projecten bij wiskunde A. Ongeveer 10% van de leerlingen gaat weleens op excursie of heeft weleens een gastspreker die iets komt vertellen.

Groeperingsvormen en rol leerlingen

Bij wiskunde A krijgen de meeste leerlingen in meer dan de helft van de lessen klassikale uitleg en werken in meer dan de helft van de lessen individueel. De meeste leerlingen kunnen nooit of in enkele lessen hun opdracht kiezen.

3.2 Onderwijsbaarheid, haalbaarheid en toetsbaarheid

Uitvoerbaarheid

Ruim de helft van de leerlingen vindt wiskunde A een moeilijk vak (56% eens). De meeste leerlingen (83%) vinden wiskunde A goed te doen in de tijd die ervoor staat.

Helderheid

De meeste leerlingen vinden wiskunde A goed te begrijpen omdat het gaat om wiskundig denken (60%). De problemen uit de praktijk die gebruikt worden, helpt 40% van de leerlingen het vak te begrijpen; 13% van de leerlingen antwoordt dat ze het niet weten of dat het niet van toepassing is.

Relevantie

Ruim de helft van de leerlingen vinden wiskunde A niet van groot belang om later een baan te krijgen. De meeste leerlingen vinden wel dat het vak hen voorbereidt op een vervolgstudie in de economische of sociale wetenschappen.

Aantrekkelijkheid

De meeste leerlingen vinden de problemen uit de praktijk die bij wiskunde A gebruikt worden niet aansprekend. Ruim de helft van de leerlingen vindt wiskunde A vervelend. De meeste leerlingen vinden wel dat ze veel leren bij wiskunde A.

Samenhang

Voor een derde van de leerlingen is het onbekend of ze bij wiskunde A dingen leren die ze bij andere bètavakken kunnen gebruiken. Ongeveer 42% van de leerlingen vindt dat ze dingen leren die ze bij andere bètavakken kunnen gebruiken.

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 afgefallen (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 mathematiseren, 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?

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 wiskunde vernieuwing 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 inhoud 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 Onderzoekopzet

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 startte aan het eind van het eerste invoeringsjaar (2015-2016), op het moment dat docenten enige ervaring hadden opgedaan met het nieuwe examenprogramma. Aan docenten van havo 4 en vwo 4 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 B. De eindmeting voor havo vond plaats in het voorjaar van 2017. Ook hierover zijn reeds rapporten gepubliceerd voor wiskunde A en B². De eindmeting voor vwo vond plaats in het voorjaar van 2018. Voor de eindmeting is aan docenten gevraagd een vragenlijst in te vullen. Ook leerlingen uit 5havo, 5vwo of 6vwo hebben voor de eindmeting een vragenlijst ingevuld.

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.

² Alle rapporten zijn te vinden op <https://slo.nl/curriculumevaluatie/>

4.4 Eindmeting

Dit rapport geeft de resultaten van de eindmeting onder docenten en leerlingen betreffende het vernieuwde wiskunde A vwo. Deze eindmeting vond plaats in het voorjaar van 2018 en bestond uit een vragenlijstonderzoek onder docenten en leerlingen uit 5vwo (tweede cohort) en 6vwo (eerste cohort). Daarnaast zijn interviews afgenomen met docenten en leerlingen van 4 scholen in 2018 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 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 en 6) bestond uit bijna alle vragen die ook bij de meting in leerjaar 4 aan de orde zijn gekomen. Deze vragenlijst bevatte drie delen: achtergrondkenmerken, de onderwijspraktijk (wat doen docenten), en onderwijsbaarheid, toetsbaarheid en haalbaarheid (wat vinden docenten). De leerlingvragenlijst bestond ook 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 docentvragenlijst³.

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

³ 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.

Tabel 4.5: Hoofd- en subthema's leerlingvragenlijst.

de onderwijspraktijk	onderwijsbaarheid, toetsbaarheid en haalbaarheid
• leerinhoud: statistiek en werken met formules • 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

De werving voor deelname aan de docent- en/of leerlingvragenlijst is gestart in februari 2018 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 WiskundeE-brief;
- een uitnodiging in de nieuwsbrief van de Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren (NVvW);
- een uitnodiging op de Facebookpagina Leraar Wiskunde;
- een uitnodiging in de methodeportals van uitgeverij Noordhoff;
- een uitnodiging op het Vakportaal Rekenen/Wiskunde van SLO;
- 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 58 docenten en 268 leerlingen die de vragenlijst hebben ingevuld voor wiskunde A vwo.

De vragenlijsten zijn anoniem verwerkt en in aparte rapportages gepresenteerd per wiskundevak (wiskunde A, B voor vwo). De gegevens zijn opgeschoond en vervolgens geanalyseerd met behulp van R⁴. 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 en 6 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 vwo. 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.

⁴ R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

5. Responsbeschrijvingen

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 vwo hebben ingevuld?

- 58 docenten hebben de vragenlijst ingevuld, waarvan 48 docenten de vragenlijst volledig hebben beantwoord.
- 43% van de docenten is vrouw, 57% is man.
- 35% heeft meer dan 20 jaar onderwijservaring in de bovenbouw, 33% heeft 10-20 jaar ervaring, 19% heeft 5-10 jaar en 14% heeft 1-5 jaar.
- 3% van de docenten is deel van een Docent Ontwikkel Team (DOT) of van een steunpunt.
- 41% van de docenten overlegt 3-4 keer per jaar met hun wiskundecollega's (vaksectieoverleg), 28% doet dat maandelijks, 31% doet dat wekelijks.
- Geen van de docenten was als pilotdocent betrokken bij de ontwikkeling van het nieuwe examenprogramma voor wiskunde A vwo.
- Docenten besteden gemiddeld in elk leerjaar ongeveer 150 minuten per week aan wiskunde A vwo.
- Naast Wiskunde A vwo geven de docenten ook:
 - vwo: wiskunde B (60%), wiskunde C (41%) en wiskunde D (9%).
 - havo: wiskunde A (60%), wiskunde D (28%).
 - geen andere vakken (5%).

Leerlingen

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

- 268 leerlingen hebben de vragenlijst wiskunde A vwo geheel of gedeeltelijk ingevuld. Deze leerlingen zijn afkomstig van 10 scholen.
- 46% van de leerlingen is jongen, 54% is meisje.
- De leerlingen zaten in 5 vwo (43%) en 6vwo (57%).
- Profielen van de leerlingen: 51% EM, 29% NG, 13% CM, 6% EM& CM, 1% NT&NG.

5.2 Schoolbezoeken

In 2018 zijn 4 scholen bezocht waar interviews zijn afgenomen met docenten en leerlingen over het vernieuwde examenprogramma wiskunde A vwo. In totaal zijn 5 docenten geïnterviewd, waarvan 4 mannen en 1 vrouw. Deze docenten zijn niet betrokken geweest als pilotdocent bij de ontwikkeling van het nieuwe examenprogramma wiskunde A vwo. Bij 4 scholen zijn interviewvragen gesteld aan leerlingen. Op deze scholen zijn in totaal 12 leerlingen geïnterviewd. Dit zijn 7 jongens en 5 meisjes, waarvan 3 uit 5vwo en 9 uit 6vwo. 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 vwo. Het hoofdstuk bestaat uit twee paragrafen. In de eerste paragraaf wordt ingegaan op de onderwijspraktijk gedurende de invoering van het vernieuwde programma in leerjaar 5 en 6. In de tweede 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 Onderwijspraktijk

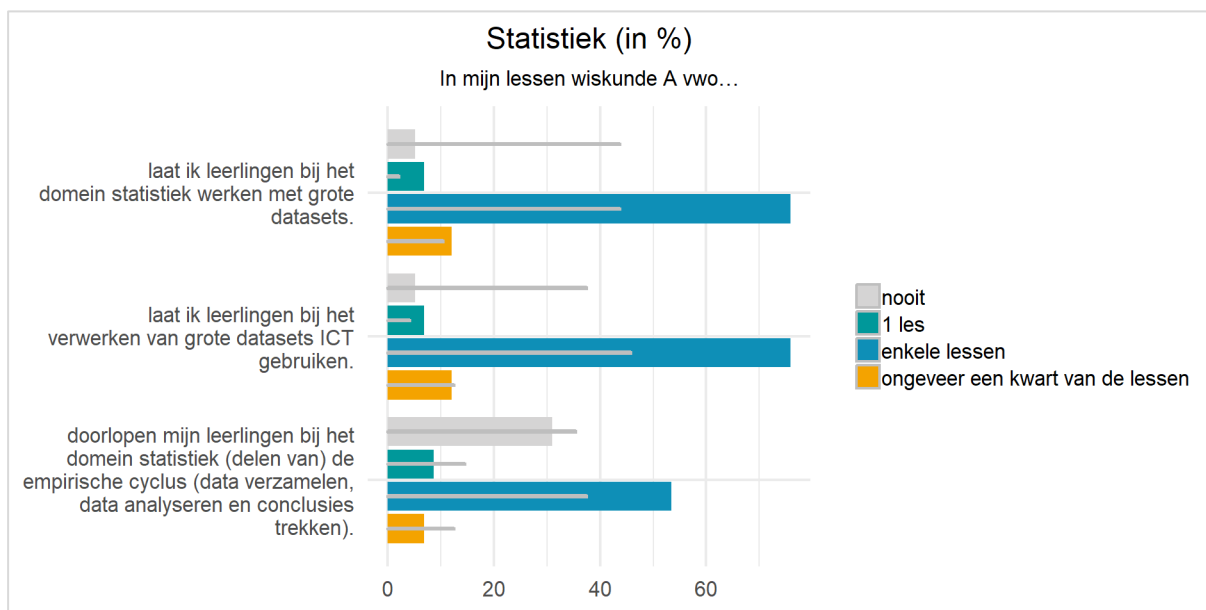
Statistiek

De meeste docenten laten de leerlingen in enkele lessen werken met grote datasets en grote datasets verwerken met ICT. Dat is toegenomen ten opzichte van de meting in leerjaar 4. Ongeveer de helft van de docenten besteedt enkele lessen aan het doorlopen van de empirische cyclus.

De meeste docenten (74%) laten de leerlingen in enkele lessen voor statistiek werken met grote datasets en grote datasets verwerken met ICT in enkele lessen. Ongeveer de helft van de docenten besteedt enkele lessen aan het doorlopen van de empirische cyclus bij het domein statistiek, maar 31% van de docenten doet dat nooit.

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

Ten opzichte van de meting in leerjaar 4 zijn er statistisch significante verschillen. In de huidige meting laten de docenten de leerlingen vaker werken met grote datasets en vaker ICT gebruiken bij het verwerken van datasets.



Grafiek 6.1: Statistiek. De dunne balken geven de resultaten van de meting in leerjaar 4.

Uit de interviews met docenten

- "Wij werken met datasets vanuit de methode –de leerlingen gaan de opdrachten in tweetallen met Excel uitwerken; daar zit ook statistiek in verwerkt. ... In het vak wetenschapsoriëntatie behandelen de leerlingen vragen over onderzoek opzetten"
- "Wij spenderen minimaal tijd hieraan om het af te dekken – met Excel, zodat je als docent en leerling niet te veel tijd eraan kwijt bent"
- "Bij ons is statistiek een keuzeonderwerp voor WiB en WiA, gericht op zelf een onderzoek doen. De leerlingen moeten dan zelf de dataset verzamelen. Zo leren ze wat de wiskundige vereisten zijn voor verwerking."

Wiskundig denken

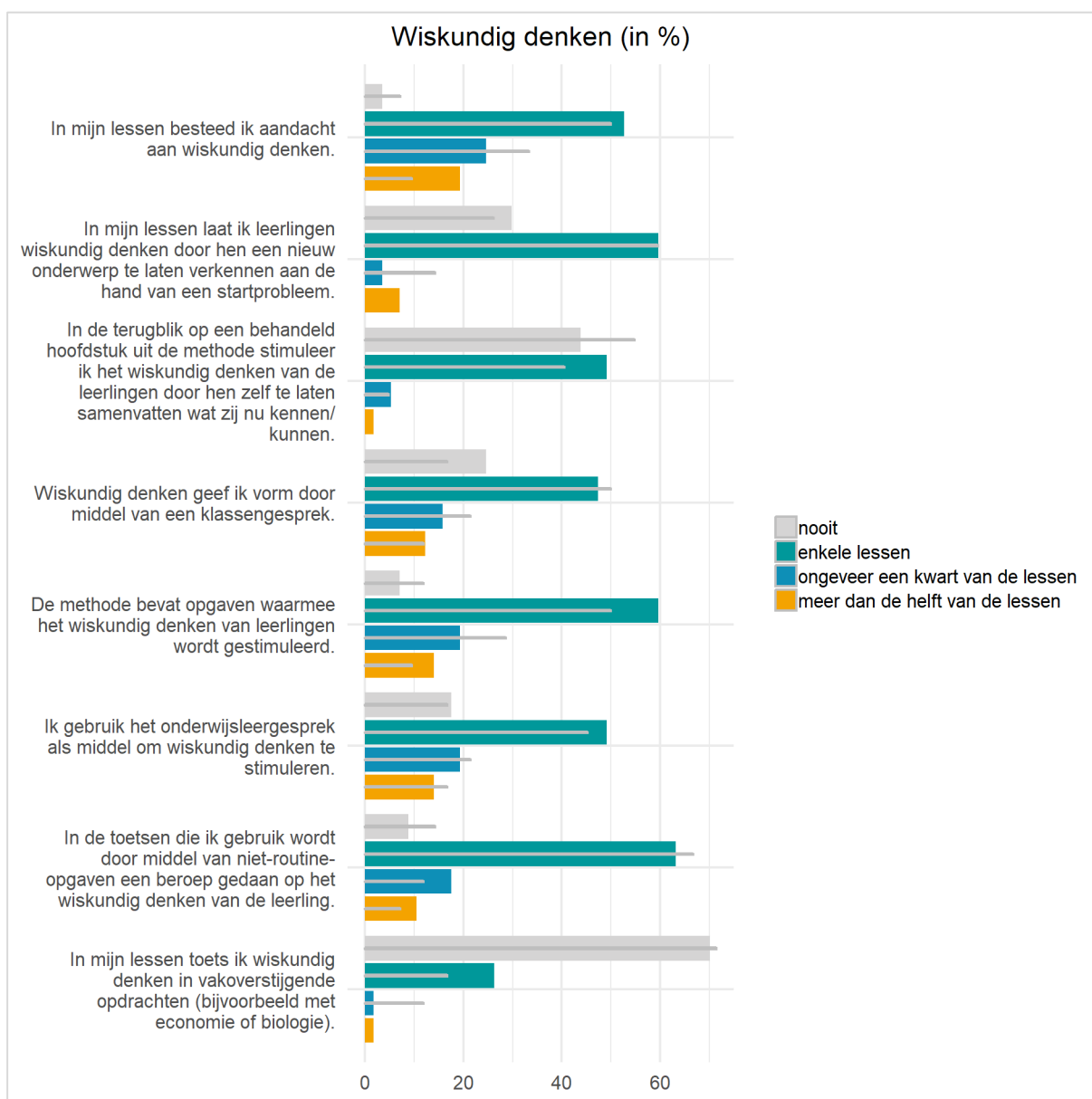
De meeste docenten besteden enkele lessen aan wiskundig denken. De meeste docenten hebben in enkele toetsen niet-routine-opgaven die een beroep doen op het wiskundig denken. Docenten toetsen over het algemeen niet het wiskundig denken in vakoverstijgende opdrachten.

In grafiek 6.2 is te zien dat docenten over het algemeen enkele lessen besteden aan wiskundig denken. De meeste docenten (60%) laten de leerlingen in enkele lessen wiskundig denken door een nieuw onderwerp te laten verkennen aan de hand van een startprobleem. Het stimuleren van wiskundig denken in de terugblik op een behandeld hoofdstuk doen leerkrachten nooit (44%) of in enkele lessen (49%). Het wiskundig denken wordt door iets minder dan de helft van de docenten in enkele lessen (48%) vormgegeven als een klassengesprek, een kwart van de docenten doet dat nooit. De gebruikte methode van de meeste docenten (60%) heeft in enkele lessen opgaven die wiskundig denken bij de leerlingen stimuleren. Het onderwijsleergesprek wordt door de helft van de docenten gebruikt om wiskundig denken te stimuleren.

In de toetsen hebben de meeste docenten (63%) in enkele lessen niet-routine-opgaven die een beroep doen op het wiskundig denken van de leerlingen. Docenten toetsen over het algemeen weinig het wiskundig denken in vakoverstijgende opdrachten (70% doet dat nooit).

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

Ten opzichte van de meting in leerjaar 4 zijn geen statistisch significante verschillen.



Grafiek 6.2: Wiskundig denken. De dunne balken geven de resultaten van de meting in leerjaar 4.

Uit de interviews met docenten

- "Bij wiskunde A wordt er nu nog te weinig aandacht aan besteed. Het jaar sluit af met grote WDA – dat is mooi voor de leerling maar het is nog te veel gericht op 'dan kun je dit voor het CE' en niet, 'dan kun je er wat mee'."
- "De leerlingen doen als WDA een praktijk opdracht in groepjes, voor een cijfer."
- "Met WDA werken is afhankelijk van het niveau. Je moet voorzichtig zijn met niveau, bij wiskunde D gaat het makkelijker dan bij A, daar is het meer vaardigheden trainen."
- "WDA doen wij nog niet zo vaak in de bovenbouw, om praktische redenen: tijd, het implementeren is lastig, het voorbereiden van opgaven... Het is wel goed dat er meer aandacht is voor WDA, maar ik zou meer voorbeelden van WDA-opgaven willen om ze voor te bereiden."

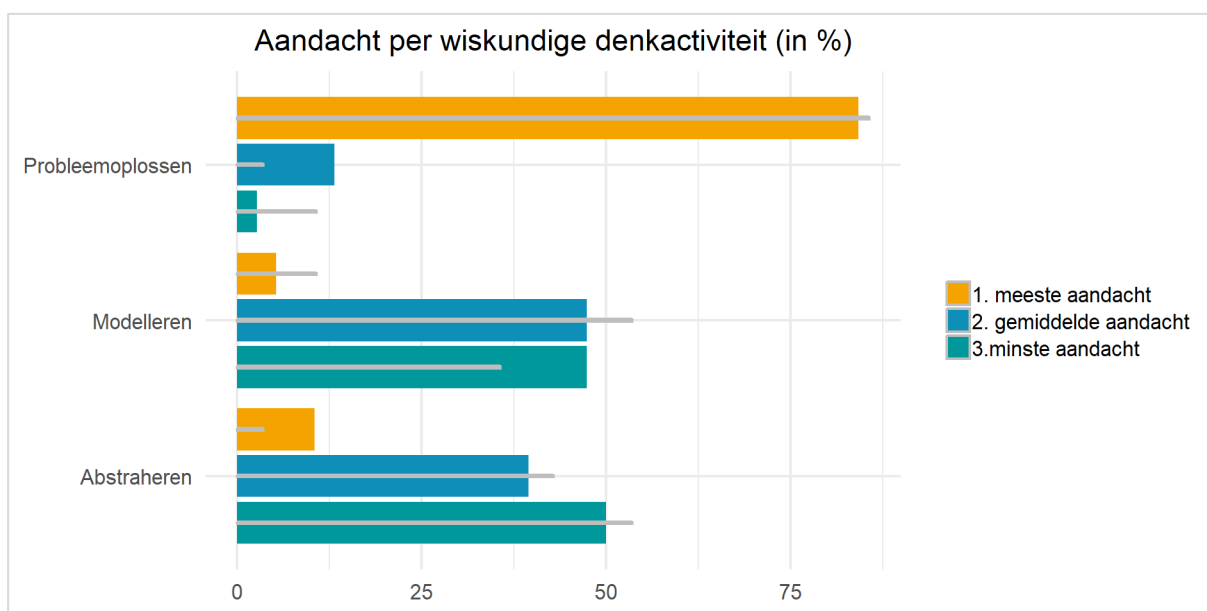
Wiskundige denkactiviteiten (WDA)

Een derde van de docenten geeft bij wiskundige denkactiviteiten evenveel aandacht aan probleemoplossen, modelleren, en abstraheren. Docenten die dat niet doen besteden de meeste aandacht aan probleemoplossen.

Een derde van de docenten (32%) geeft aan bij wiskundige denkactiviteiten evenveel aandacht te besteden aan probleemoplossen, modelleren, en abstraheren. 68% van de docenten die aangeven dat niet te doen, is gevraagd aan te geven hoe zij hun aandacht verdelen over die denkactiviteiten. Dit wordt in grafiek 6.3 weergegeven. In grafiek 6.3 is zichtbaar dat deze docenten de meeste aandacht besteden aan probleemoplossen (84%). Modelleren en abstraheren krijgen evenveel aandacht.

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

Er zijn geen verschillen met de meting in leerjaar 4.



Grafiek 6.3: Aandacht per wiskundige denkactiviteit.

De rol van ICT

Ongeveer de helft van de docenten gebruikt in enkele lessen de ICT die hoort bij de methode. De meeste docenten laten leerlingen in enkele lessen analyses doen met de computer, maar modelleren met de computer meestal niet. Bij bijna alle docenten gebruiken de leerlingen in meer dan de helft van de lessen de grafische rekenmachine.

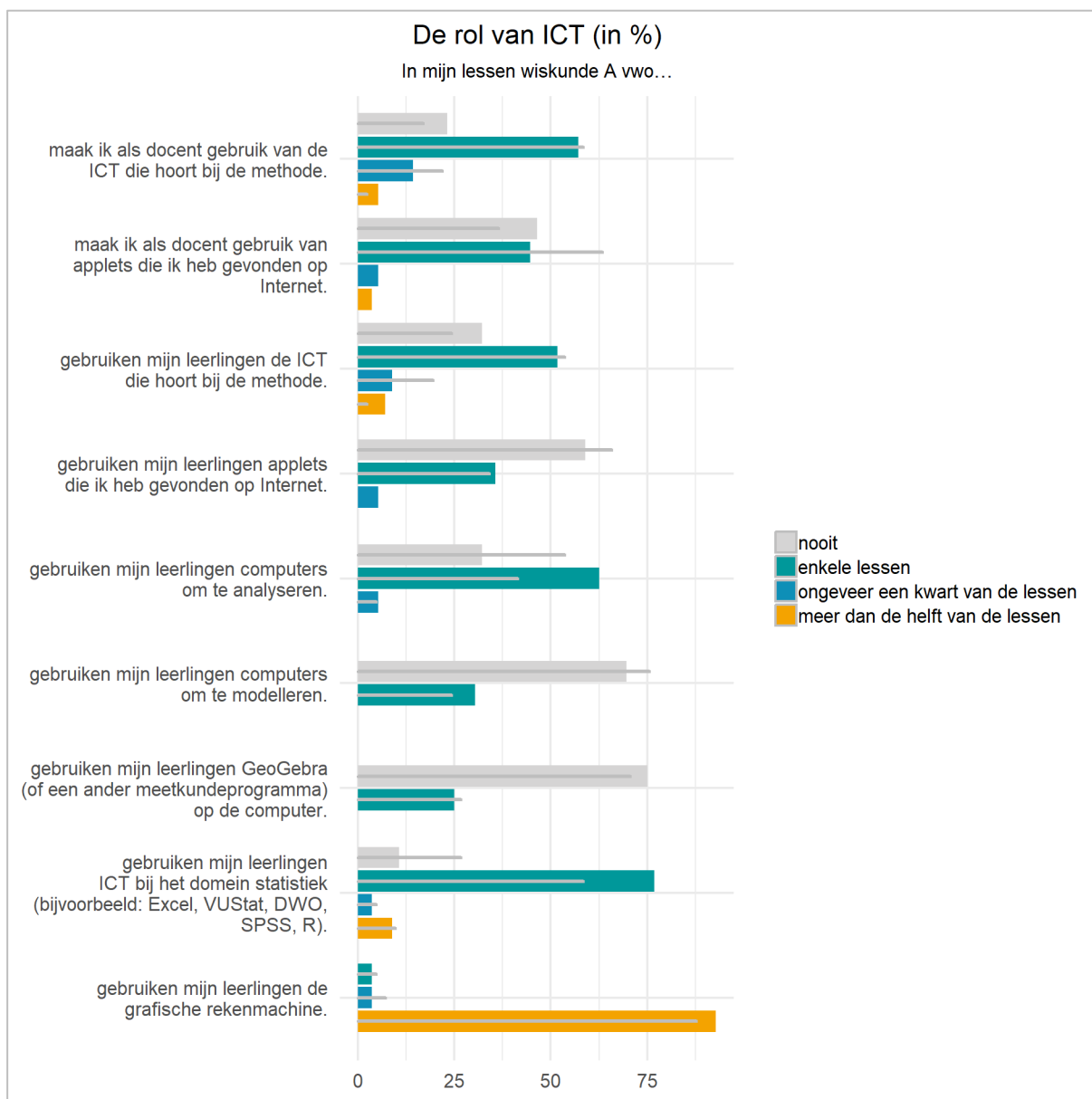
Meer dan de helft van de docenten (58%) gebruikt in enkele lessen de ICT die hoort bij de methode. 51% van de docenten laat hun leerlingen in enkele lessen werken met ICT die hoort bij de methode. Docenten maken nooit (48%) of in enkele lessen (47%) gebruik van applets die ze op internet vinden. 60% van de docenten laat hun leerlingen nooit werken met applets die ze op internet vinden. De meeste docenten (63%) laten hun leerlingen in enkele lessen analyses doen met de computer. Het modelleren met de computer laten de meeste docenten (67%) de leerlingen nooit doen.

Geogebra of andere meetkunde programma's wordt doorgaans niet gebruikt (75%), maar voor het domein statistiek laat 76% van de docenten de leerlingen enkele lessen werken met ICT.

De leerlingen gebruiken bij bijna alle docenten (91%) in meer dan de helft van de lessen de grafische rekenmachine.

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

Er is geen verschil met de meting in leerjaar 4.



Grafiek 6.4: De rol van ICT.

Uit de interviews met docenten

- "In ongeveer twaalf lessen inclusief opdracht, werken wij met ICT. De leerlingen hebben eigen laptops mee, ze gebruiken Excel of eigen spreadsheets – soms is compatibiliteit met laptop een issue. Ze werken via WiFi ... over het algemeen gaat het goed"

De rol van contexten

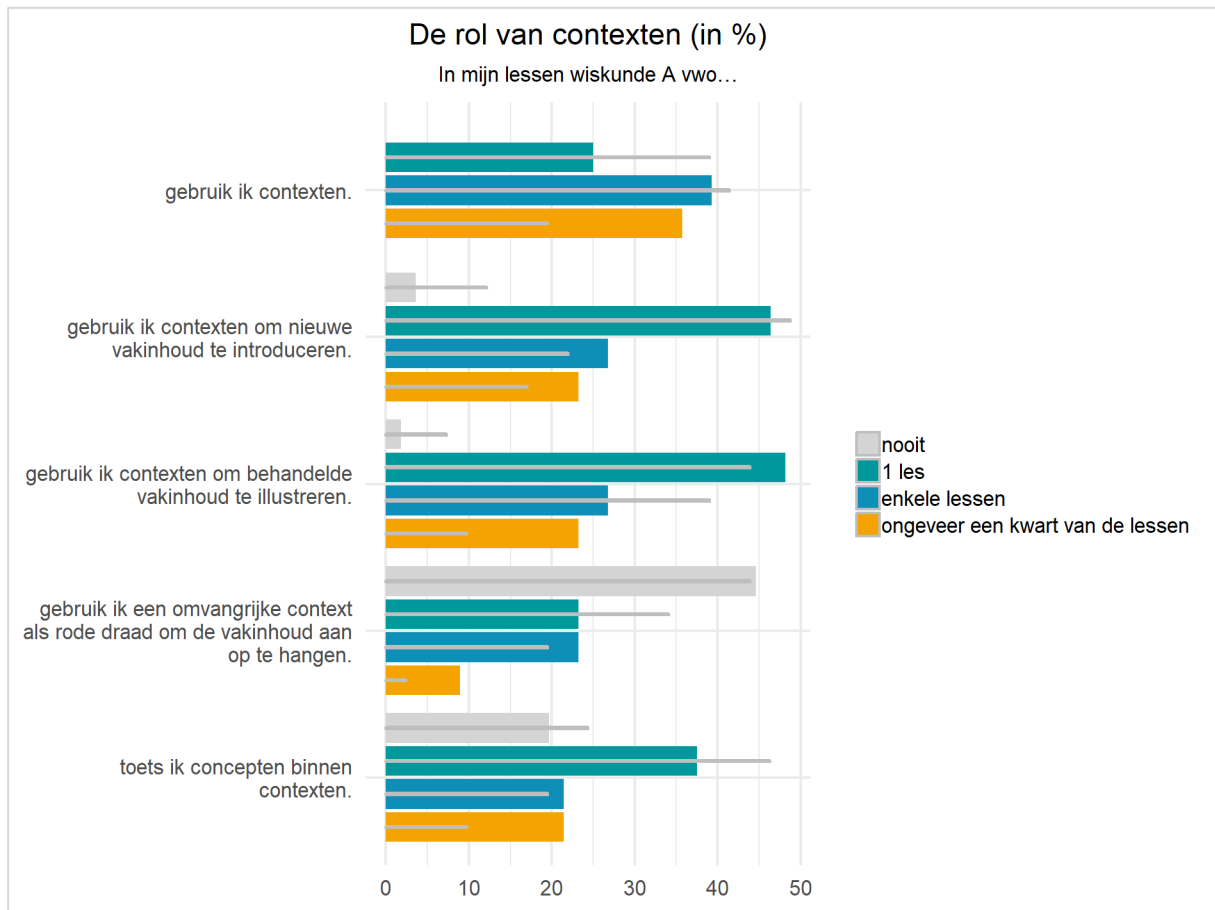
De docenten gebruiken contexten in enkele of ongeveer een kwart van de lessen. Ongeveer de helft van de docenten gebruikt contexten om nieuwe vakinhoud te introduceren in één les, en de helft van de docenten gebruikt contexten in enkele lessen om behandelde vakinhoud te illustreren. Een omvangrijke context om vakinhoud aan op te hangen wordt niet vaak gebruikt.

De docenten gebruiken contexten in de lessen wiskunde A in enkele lessen (40%) of in ongeveer een kwart van de lessen (36%). Geen van de docenten gebruikt nooit contexten. Contexten om nieuwe vakinhoud te introduceren wordt door ongeveer de helft van de docenten in een les gebruikt (47%); contexten worden door 48% van de docenten in enkele lessen gebruikt om behandelde vakinhoud te illustreren.

Iets minder dan de helft van de docenten (45%) gebruikt nooit een omvangrijke context om vakinhoud aan op te hangen, 24% doet dat in een les, nog eens 24% doet dat in enkele lessen. Concepten worden meestal (37%) door de docenten binnen de context getoetst in één les, daarnaast doet ongeveer 18% dat nooit, en 22% in enkele lessen en 22% in ongeveer een kwart van de lessen.

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

Er is geen statistisch verschil met de meting in leerjaar 4.



Grafiek 6.5: De rol van contexten.

Uit de interviews met docenten

- "In de lessen bied ik het nooit echt contextloos aan, maar altijd in verhalen. Het CE schiet soms beetje door met contexten."
- "Bij rijen en reeksen is het heel bruikbaar om een context te geven van bijvoorbeeld brandstofgebruik en zuinig rijden of rentepercentage in plaats van abstracte sommaties naar pi. Voor statistiek kan het gekoppeld aan de actualiteit bijvoorbeeld: hypothese toetsen – detectie van fraude met mestproductie bij boerenbedrijven."
- "Voor contexten zijn voor mij de uitgevers leidend; als zij het erin verwerken dan gebruik ik het."
- "Contexten en voorbeelden zijn helemaal niet zo nuttig – contexten zijn geforceerd en niet altijd actueel"
- "de wereld van de leerlingen is vrij klein en praktijkvoorbeelden werken daarom meestal niet, vanuit de leerling zijn contexten gezocht. Bij [jongvolwassenen onderwijs] VAVO is makkelijker aansluiting te maken met context omdat het wat oudere leerlingen zijn."

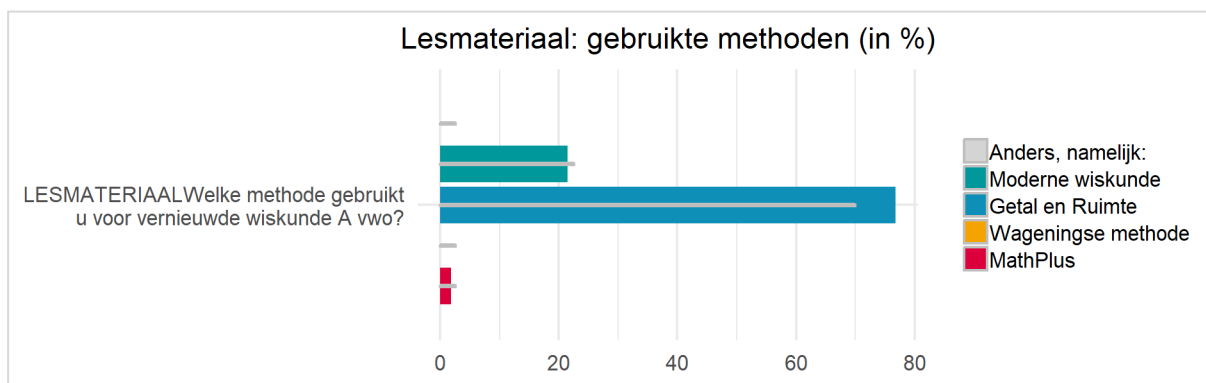
Lesmateriaal

De meeste docenten gebruiken *Getal en ruimte*, gevolgd door *Moderne wiskunde* en *Mathplus*. Een derde van de docenten gebruikt (daarnaast) zelfontwikkeld lesmateriaal voor vernieuwde wiskunde A vwo.

In grafiek 6.6 wordt weergegeven welke methode de docenten gebruiken. Er worden 3 methoden gebruikt, *Getal en ruimte* wordt het meest gebruikt (78%), *Moderne wiskunde* door 21% en 2% gebruikt *Mathplus*. In een andere vraag geven de docenten aan dat een derde van de docenten (daarnaast) zelfontwikkeld lesmateriaal voor vernieuwde wiskunde A vwo gebruikt.

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

Er zijn geen opvallende verschillen met de meting in leerjaar 4.



Grafiek 6.6: Lesmateriaal: gebruikte methoden.

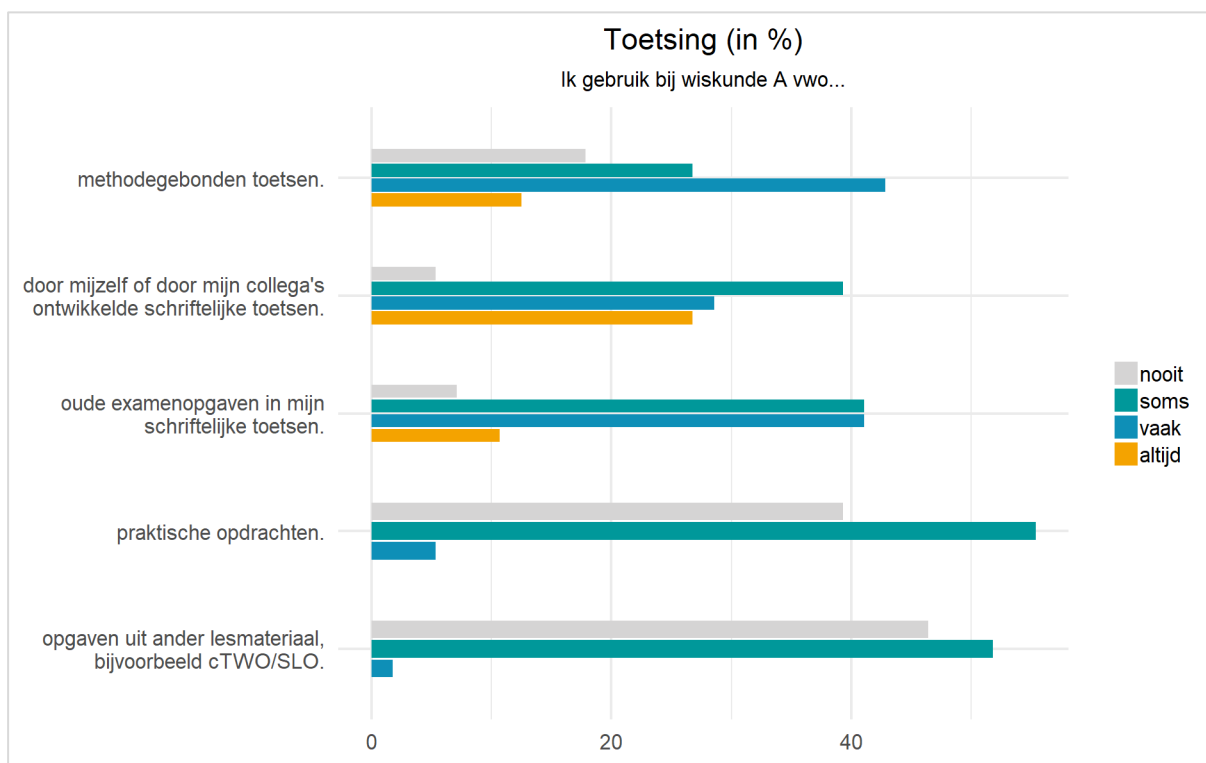
Uit de interviews met docenten

- "Ik maak veel materiaal zelf; ik maak een samenvatting of stappenplan. Het boek is prima, maar ik geef graag een aanvulling of andere uitleg – goede leerlingen zouden alleen met het boek een eind komen." "Het materiaal sluit aan bij de vernieuwing, maar het lijkt een beetje een haastklus –alsof gewoon het oude materiaal is gehergroepeerd. Ze zouden bijvoorbeeld meer WDA's kunnen aanbieden."
- "Ik maak gebruik van een website [wiskunjeleren], en ook weleens voorbeelden uit de krant – nieuws – de rol van school is immers verbreding"

Toetsing

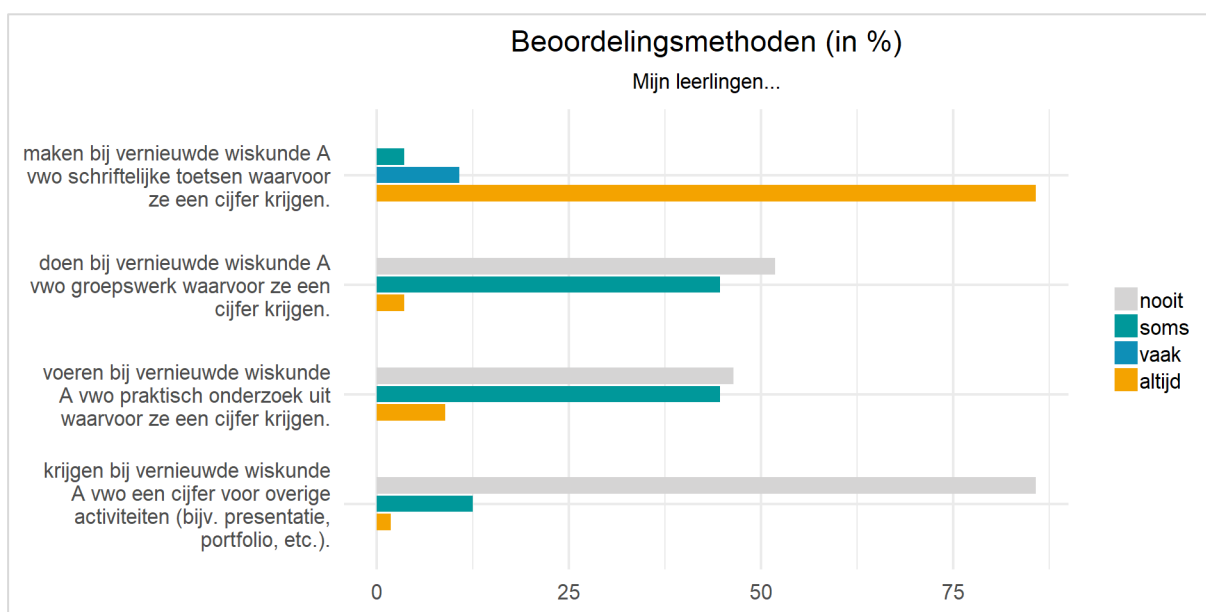
De meeste docenten gebruiken methodegebonden toetsen en zelfontwikkelde toetsen. Bijna alle docenten beoordelen de leerlingen op basis van een schriftelijke toets.

De meeste docenten gebruiken vaak (42%) of soms (27%) methodegebonden toetsen en soms (39%) of vaak (28%) zelfontwikkelde toetsen. De docenten gebruiken soms tot vaak (82%) oude examenopgaven in de schriftelijke toetsen. Doorgaans gebruiken zij soms (56%) of nooit (39%) praktische opdrachten. Opgaven uit ander lesmateriaal, zoals dat van cTWO of SLO, worden soms (53%) of nooit (46%) gebruikt.



Grafiek 6.7: Toetsing.

De beoordelingsmethoden die docenten gebruiken worden getoond in grafiek 6.8. Bijna alle docenten (86%) geven aan dat leerlingen altijd een schriftelijke toets maken voor een cijfer. Groepswerk wordt door de meeste docenten niet (52%) of soms (44%) beoordeeld; een praktisch onderzoek meestal ook niet (46% nooit en 45% soms). Een presentatie wordt door bijna geen van de docenten voorzien van een cijfer (86%).



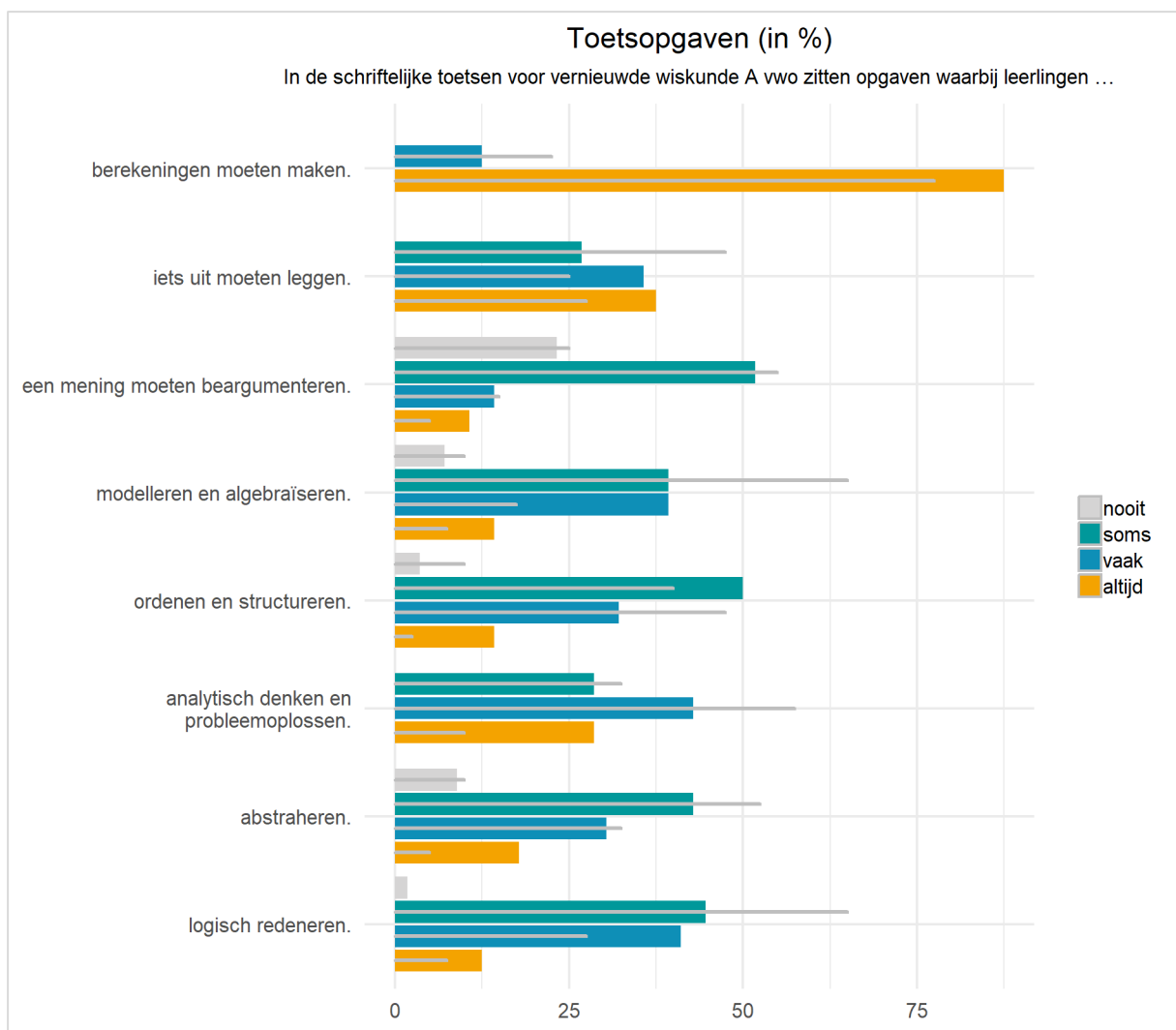
Grafiek 6.8: Beoordelingsmethoden.

In de toetsen van bijna alle docenten (84%) moeten de leerlingen altijd berekeningen maken; de leerlingen moeten vaak (34%) of altijd (35%) iets uitleggen. De meeste docenten laten de leerlingen soms (50%) een menig beargumenteren, een kwart (23%) van de docenten doet dit nooit.

In de toetsen moeten leerlingen soms tot vaak (74%) modelleren en algebraïseren, soms tot vaak (80%) ordenen en structureren, en soms tot vaak (84%) logisch redeneren. Toetsopgaven bevatten vaak analytisch denken en probleemoplossen (42%). Abstraheren komt bij de meeste docenten (42%) soms aan bod in toetsopgaven.

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

Er is een verschil met de meting in leerjaar 4. Modelleren en algebraïseren lijken tijdens de eindmeting hoger te zijn dan tijdens de meting in leerjaar 4.



Grafiek 6.9: Toetsopgaven.

Uit de interviews met docenten:

- "De toetsing is meer verschoven naar beargumenteren, vroeger was het vooral berekenen. Beredeneren is wel mooi, het vraagt om inzicht van bijvoorbeeld de grafiek en een hoger abstractieniveau."
- "Onderdeel zijn van het groepsproces in de praktijkopdracht is ook deel van het cijfer"
- "Het werken met Excel is een handlingsdeel (van het cijfer)"
- "Wij toetsen ook weleens formatief. Maak maar een SE opgave en kijk maar hoe dat gaat... dat doen wij eens per kwartaal."
- "Zelfgemaakte formatieve toetsen zijn veel nuttiger voor leerling, maar het maken van zo'n toets kost gewoon veel tijd."

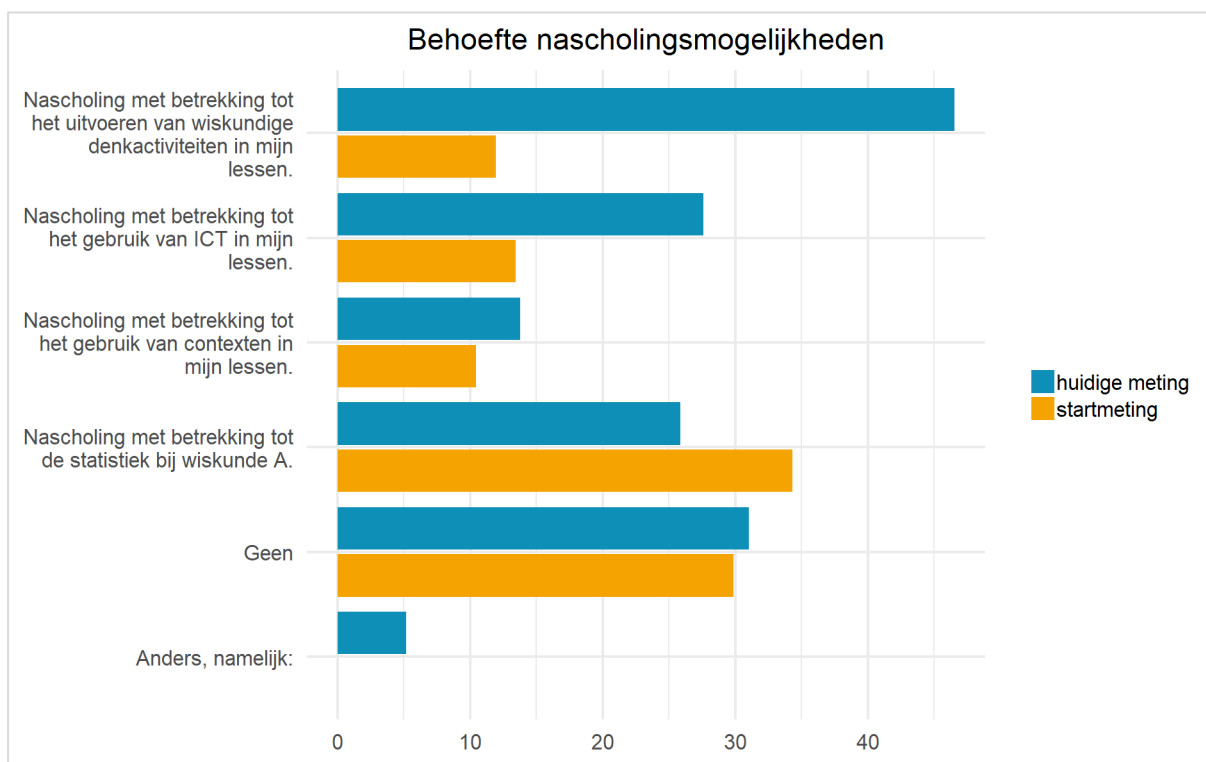
Behoeft nascholingsmogelijkheden

Een derde van de docenten heeft behoefte aan nascholing met betrekking tot het uitvoeren van wiskundige denkactiviteiten. Ongeveer een vijfde van de docenten heeft geen behoefte aan nascholing.

Sommige docenten hebben geen behoefte aan nascholing (21%). Een derde van de docenten (31%) heeft behoefte aan nascholing met betrekking tot het uitvoeren van wiskundige denkactiviteiten in de lessen. 18% van de docenten heeft behoefte aan nascholing voor het gebruik van ICT en 17% met betrekking tot statistiek.

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

De behoefte aan nascholing voor het uitvoeren van wiskundige denkactiviteiten en met betrekking tot ICT in de les lijken hoger in de huidige meting dan in leerjaar 4. Het verschil tussen de verdelingen is niet statistisch significant.



Grafiek 6.10: Behoeft nascholingsmogelijkheden (meerdere antwoorden mogelijk).

Noot. Bij 'anders' (3%) wordt genoemd: nascholingsdagen van de staatsexamens

Uit de interviews met docenten

- "Nascholing van statistiek was handig geweest, maar is nu niet meer noodzakelijk. Ik heb een werkgroep van (vakvereniging) docenten wiskunde van een collega bijgewoond."
- "Ik heb een cursus over de wiskundige denkactiviteiten gevolgd bij het Freudenthal instituut en dat was erg nuttig."

6.2 Onderwijsbaarheid, haalbaarheid en toetsbaarheid

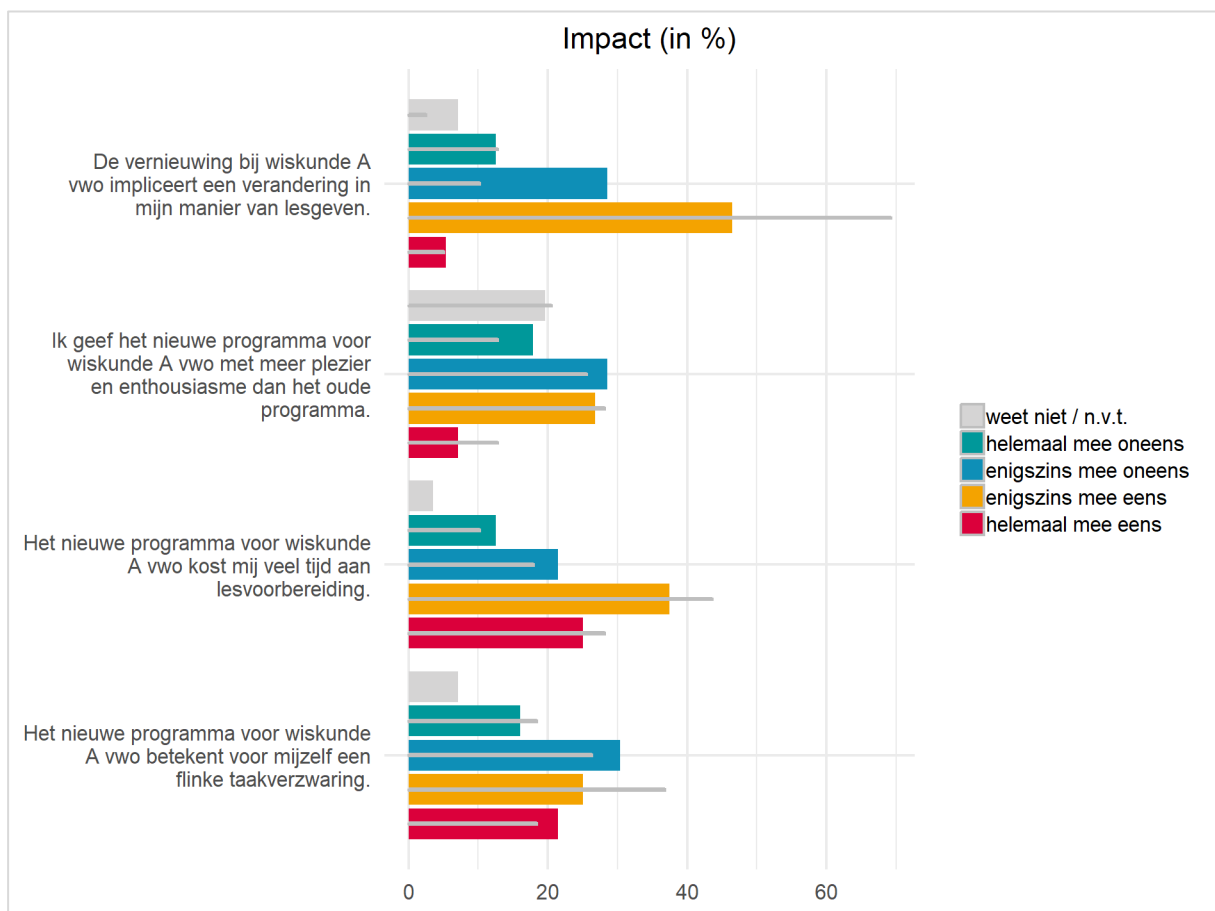
Impact

Het nieuwe programma wiskunde A wordt door iets minder dan de helft van de docenten met meer plezier en enthousiasme gegeven dan het vorige programma. De meeste docenten steken veel tijd in lesvoorbereiding; ongeveer de helft van de docenten vindt dat het nieuwe programma een taakverzwaring betekent en dat de vernieuwing van het programma een verandering in de manier van lesgeven impliceert.

Ongeveer de helft van de docenten vindt dat de vernieuwing van het programma een verandering in de manier van lesgeven impliceert. Minder dan de helft van de docenten (44%) geeft het nieuwe programma met meer plezier en enthousiasme dan het vorige programma. De meeste docenten (70%) steken veel tijd in lesvoorbereiding, maar de docenten zijn ongeveer even veel eens als oneens dat het programma een taakverzwaring betekent voor henzelf.

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

Er zijn geen duidelijke verschillen ten opzichte van de meting in leerjaar 4.



Grafiek 6.11: Impact.

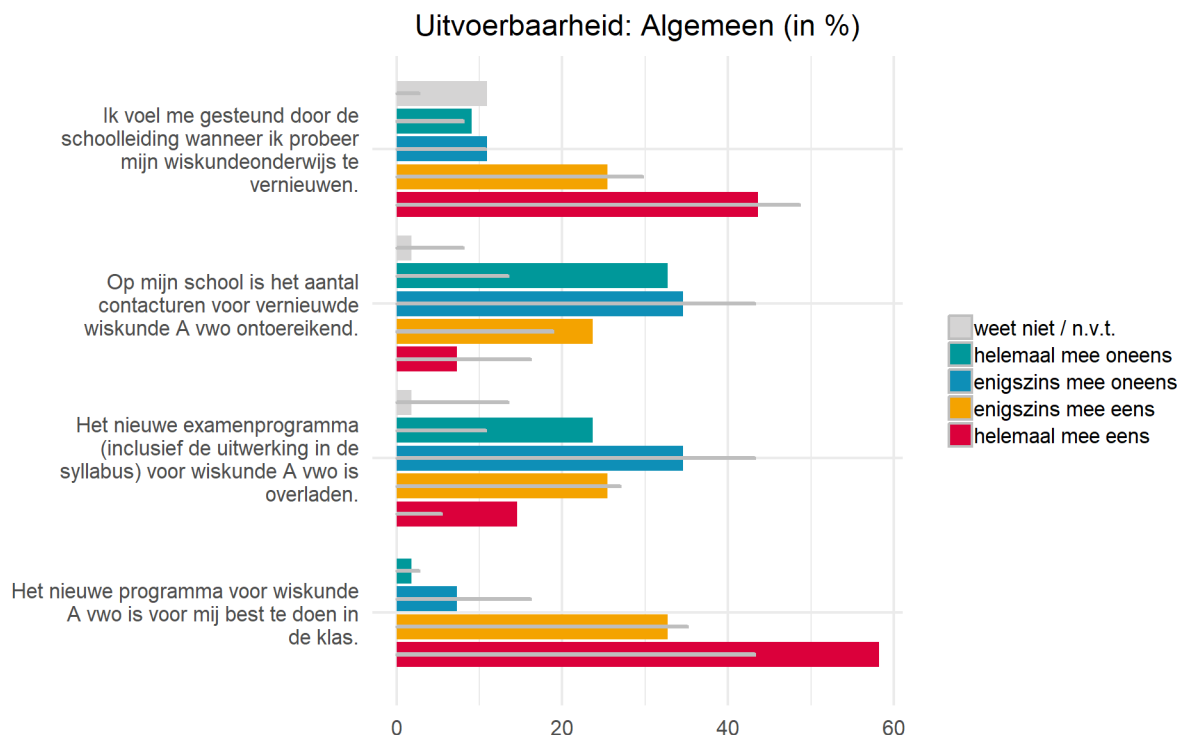
Uitvoerbaarheid: Algemeen

De meeste docenten vinden het nieuwe programma goed te doen in de klas.

De meeste docenten (66%) voelen zich gesteund door de schoolleiding in het vernieuwen van hun onderwijs. Over het algemeen vinden de docenten het aantal contacturen toereikend (64%) en vindt meer dan de helft (55%) het programma niet overladen. De meeste docenten vinden het nieuwe programma best te doen in de klas (86%).

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

Er zijn geen verschillen met de meting in leerjaar 4.



Grafiek 6.12: Uitvoerbaarheid, algemeen.

Uit de interviews met docenten

- "Over wiskunde A ben ik nog niet tevreden. Statistiek: het idee is goed, maar praktische uitvoering nog niet: de afhankelijkheid van ICT, de inhoud lesmateriaal, dat is nog niet goed. Meer manipuleren formules in WiA wel goed"
- "Wiskunde A is pittig, maar niet te moeilijk"
- "Het vernieuwde wiskunde A vind ik leuk – algebraïsche vaardigheden met name, dat kansrekening eruit is vind ik jammer. De ICT lessen vind ik niet zo leuk, daar zitten ze maar achter hun laptop"
- "De drie uur (waarvan een optioneel uur) die wij hebben, is net genoeg voor het programma; maar net te krap om ook te herhalen of om te besteden aan WDA's"

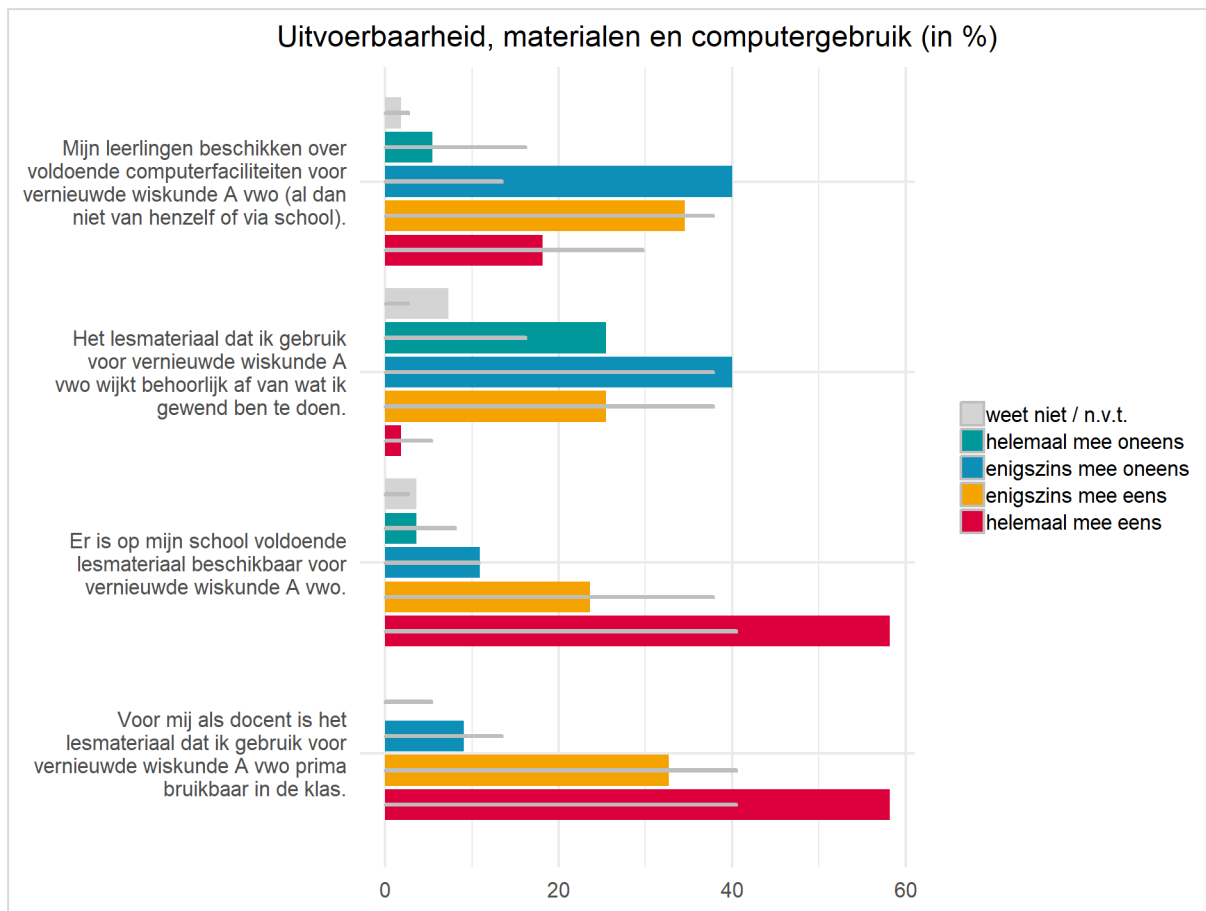
Uitvoerbaarheid: Materialen en computergebruik

De helft van de docenten heeft voldoende computerfaciliteiten voor de leerlingen. Dit is minder dan in de meting van leerjaar 4. Op school hebben de docenten voldoende lesmateriaal beschikbaar voor vernieuwde wiskunde A en het beschikbare lesmateriaal vinden de meeste docenten prima bruikbaar.

Ongeveer de helft van de docenten (52%) heeft voldoende computerfaciliteiten voor de leerlingen. Het gebruikte lesmateriaal vinden de meeste docenten (65%) niet erg afwijken van wat ze gewend zijn. Op school hebben de docenten voldoende lesmateriaal beschikbaar voor vernieuwde wiskunde A (82%). Het lesmateriaal vinden de meeste docenten (90%) prima bruikbaar in de klas.

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

Ten opzichte van de meting in leerjaar 4 is er een statistisch significant verschil in de antwoordverdeling met betrekking tot de beschikbaarheid van computerfaciliteiten. De docenten vinden minder vaak (52% versus 68% in leerjaar 4) dat er voldoende computerfaciliteiten beschikbaar zijn.



Grafiek 6.13: Uitvoerbaarheid, materialen en computergebruik.

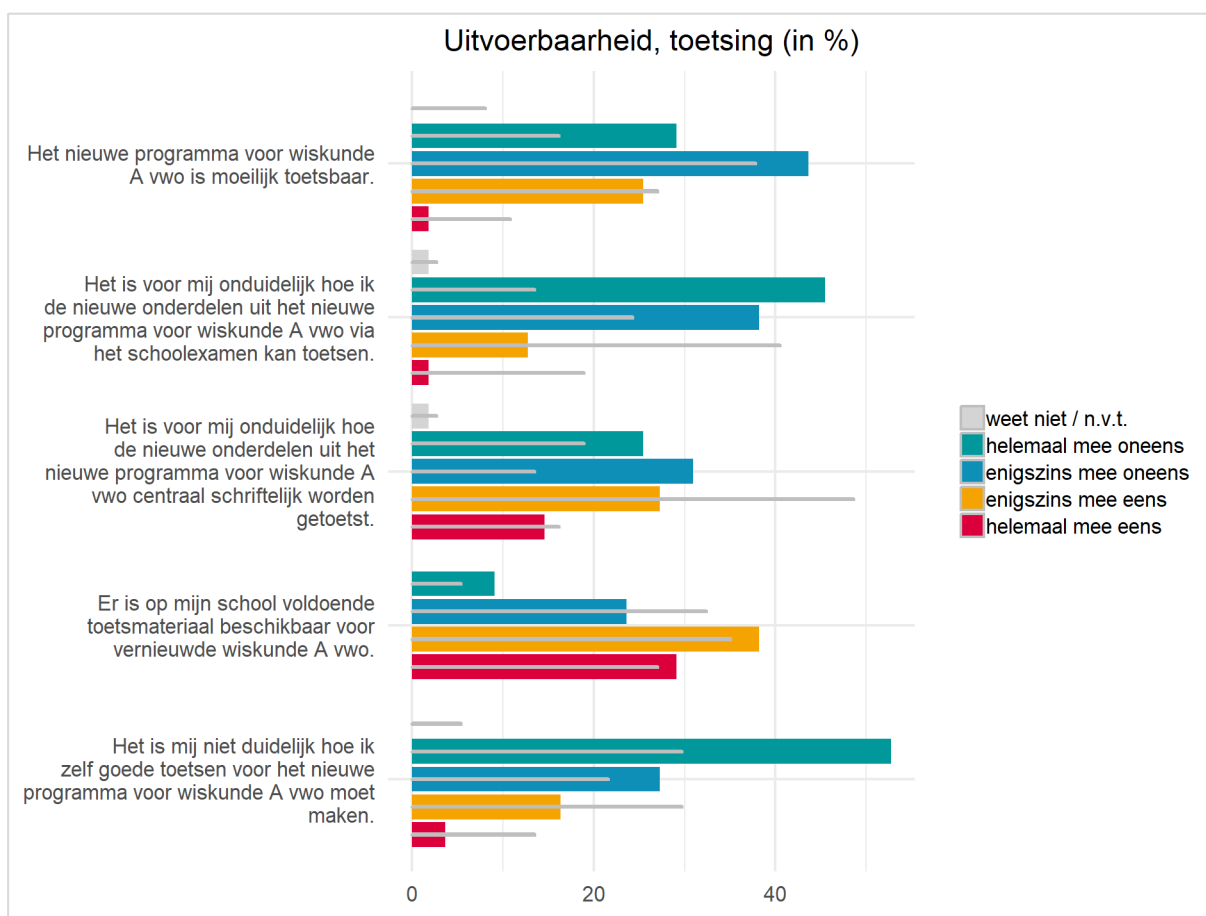
Uitvoerbaarheid: Toetsing

Het is voor de meeste docenten duidelijk hoe de nieuwe onderdelen via het schoolexamen getoetst kunnen worden en voor de helft van docenten duidelijk hoe ze worden getoetst in het centraal examen. De meeste docenten hebben voldoende toetsmateriaal beschikbaar.

De meeste docenten (73%) vinden het nieuwe programma makkelijk toetsbaar. Het is voor de meeste docenten (83%) duidelijk hoe de nieuwe onderdelen via het schoolexamen getoetst kunnen worden. Hoe de nieuwe onderdelen getoetst worden in het centraal examen is voor iets meer dan de helft van de docenten (56%) duidelijk. Op school hebben de docenten voldoende toetsmateriaal beschikbaar (77%) en het is duidelijk voor de meeste docenten (80%) hoe zij zelf goede toetsen moeten maken voor het nieuwe programma.

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

Er is een statistisch significant verschil met de meting in leerjaar 4. In de huidige meting lijken meer docenten het duidelijk te vinden hoe de nieuwe onderdeel in het centraal examen worden getoetst. Ook lijkt het in de huidige meting voor meer docenten duidelijk te zijn hoe zij zelf goede toetsen kunnen maken.



Grafiek 6.14: Uitvoerbaarheid, toetsing.

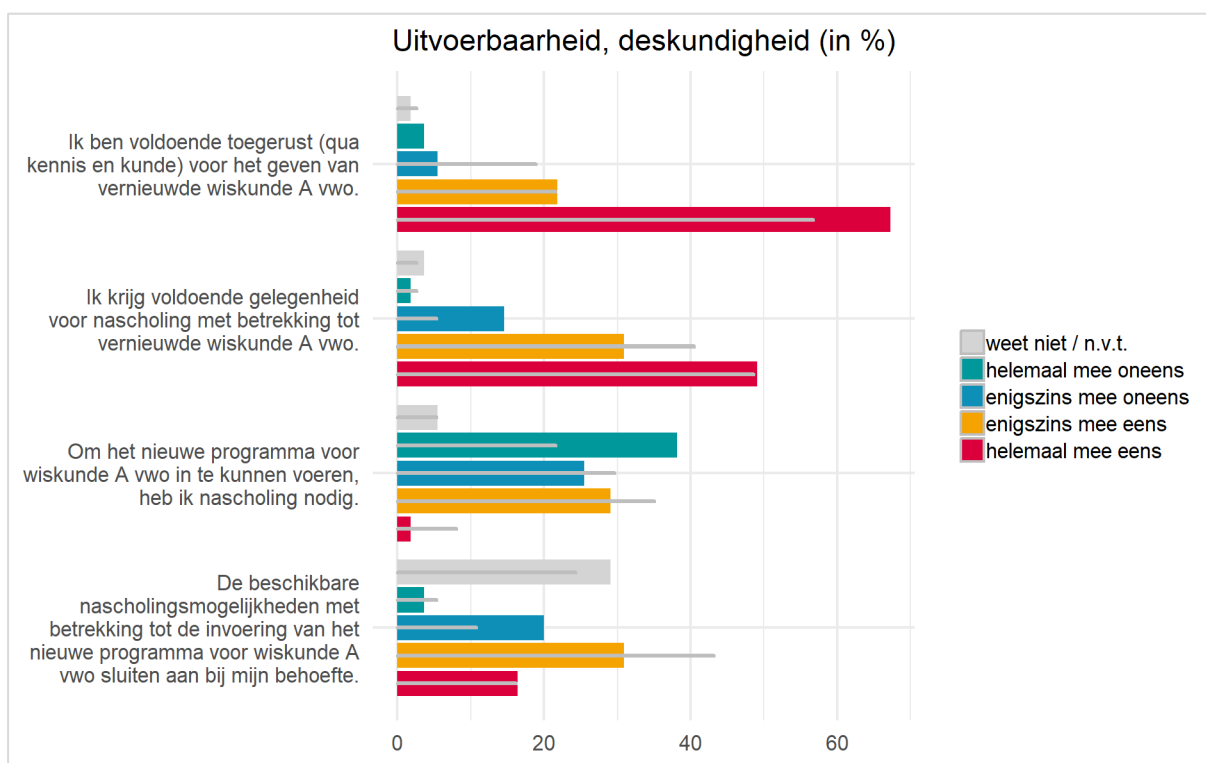
Uitvoerbaarheid: Deskundigheid

Bijna alle docenten vinden zichzelf voldoende toegerust voor het vernieuwde wiskunde A-programma. Ruim de helft van de docenten heeft geen nascholing nodig.

Bijna alle docenten (89%) vinden zichzelf voldoende toegerust voor het geven van vernieuwde wiskunde A. Ze vinden over het algemeen dat ze voldoende gelegenheid hebben voor nascholing (80%). Ruim de helft van de docenten (62%) heeft geen nascholing nodig om het nieuwe programma in te voeren. De nascholingsmogelijkheden sluiten wisselend aan bij de docenten. Een derde van de docenten antwoordt hier met weet niet/ n.v.t.

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

Er zijn geen statistisch significante verschillen met de meting in leerjaar 4.



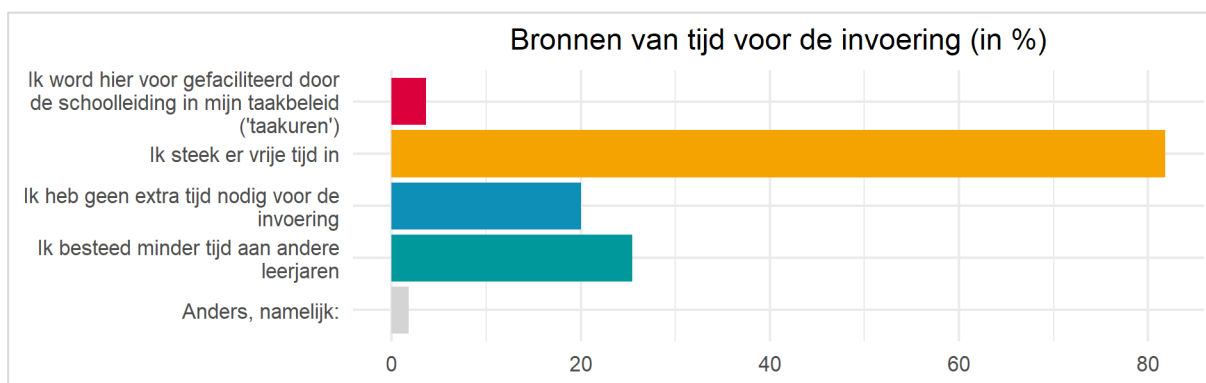
Grafiek 6.15: Uitvoerbaarheid, deskundigheid.

Tijd voor de invoering

De meeste docenten (82%) steken vrije tijd in de invoering. 20% van de docenten zegt geen extra tijd nodig te hebben voor de invoering.

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

De vorm van de vraag is aangepast ten opzichte van de meting in leerjaar 4, van enkele selecties naar meerdere antwoorden mogelijk. Een vergelijking is daarom niet mogelijk.



Grafiek 6.16: Bronnen van tijd voor de invoering.

Helderheid van het nieuwe programma

De meeste docenten zijn goed op de hoogte van de vernieuwingen. Voor bijna alle docenten is duidelijk wat er nieuw is in het vernieuwde programma.

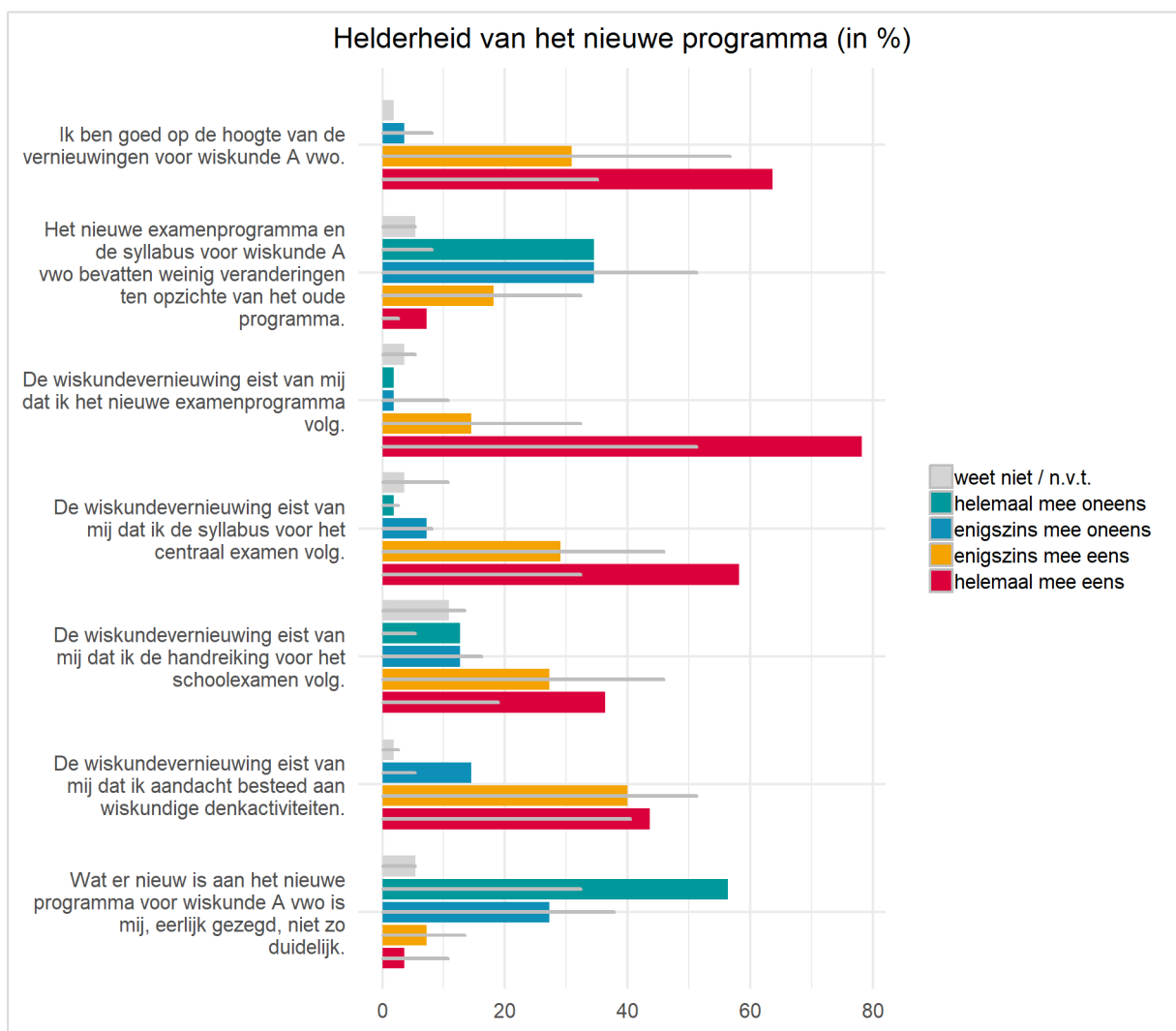
De meeste docenten (63%) zijn goed op de hoogte van de vernieuwingen en 66% van de docenten vindt dat er veel veranderingen zijn in het examenprogramma en de syllabus ten opzichte van het oude programma. De docenten vinden dat de wiskundevernieuwing van ze eist dat ze het nieuwe examenprogramma volgen (91% eens); dat zij de syllabus voor het centraal examen volgen (86% eens); dat zij de handreiking voor het

schoolexamen volgen (63% eens); en dat zij aandacht besteden aan wiskundige denkactiviteiten (83% eens). 85% van de docenten vindt het duidelijk wat er nieuw is in het vernieuwde programma.

Het examenprogramma en de syllabus zijn documenten met een verplicht en voorgeschreven karakter. Voor de handreiking geldt dat niet. Wiskundige denkactiviteiten betreft een aspect van de vernieuwing dat niet wettelijk voorgeschreven is.

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

Er is een significant verschil met de meting in leerjaar 4. Meer docenten vinden dat ze goed op de hoogte zijn van de vernieuwingen voor wiskunde A in de huidige meting dan in leerjaar 4. Ook zijn meer docenten het eens met de stelling dat zij het nieuwe examenprogramma moeten volgen.



Grafiek 6.17: Helderheid van het nieuwe programma.

Belangrijkste kenmerken van de wiskunde vernieuwing

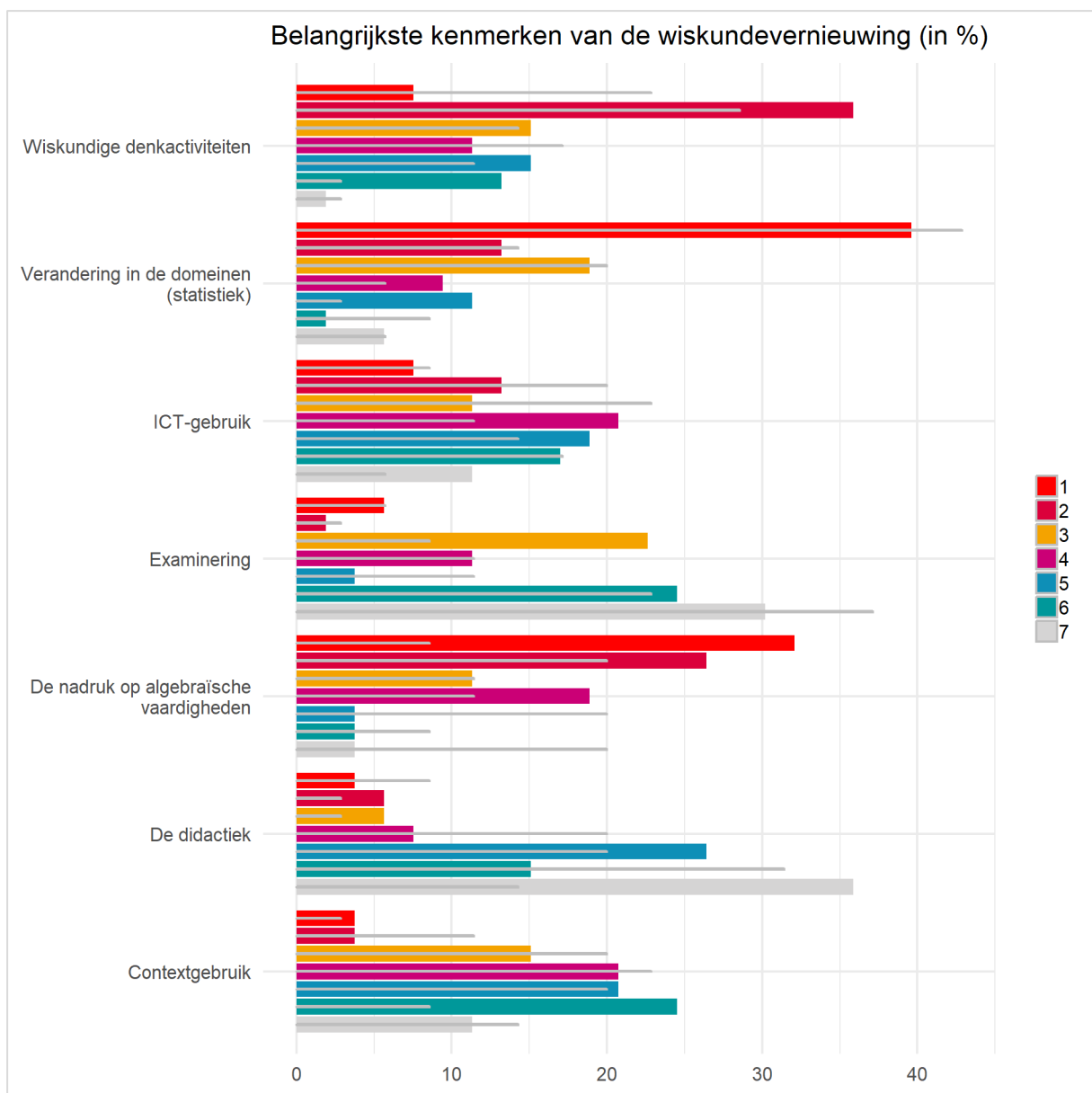
Docenten vinden het belangrijkste kenmerk van de wiskunde vernieuwing de verandering in de domeinen en daarnaast de wiskundige denkactiviteiten. Op de derde plaats komt de nadruk op algebraïsche vaardigheden.

Docenten is gevraagd de kenmerken van de wiskunde vernieuwing een waardering van belangrijkheid te geven van 1 (belangrijkst) tot 7 (minst belangrijk). Het vaakst als belangrijkste aangemerkt is de verandering in de

domeinen, vervolgens wordt wiskundige denkactiviteiten als belangrijkst gezien. Op de derde plaats komt de nadruk op algebraïsche vaardigheden dan het ICT-gebruik, de examinering, het contextgebruik en de didactiek.

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

Een verschil met de meting in leerjaar 4 is dat de nadruk op algebraïsche vaardigheden vaker op een hogere plaats gezet wordt tijdens de eindmeting.



Grafiek 6.18: Belangrijkste kenmerken van de wiskundevernieuwing.

Gemaakte keuzes in het nieuwe examenprogramma

Ongeveer de helft van de docenten is het eens met de keuzes die gemaakt zijn voor het nieuwe examenprogramma. De meeste opmerkingen gaan over statistiek en kansrekenen (dat uit het CE is gehaald) en de moeilijkheid van algebraïsche vaardigheden voor wiskunde A.

De docenten is gevraagd of zij het eens zijn met de gemaakte keuzes bij de vernieuwing wiskunde A vwo. Bij deze vraag is een tabel getoond met de verschillen tussen het oude en nieuwe examenprogramma vwo wiskunde A (zie tabel 6.1). De meeste docenten zijn het enigszins oneens (38%) of enigszins eens (36%).

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

Het verschil tussen de verdelingen is niet significant.

De vraag om toelichting op de gemaakte keuze heeft reacties van 36 docenten opgeleverd. Deze reacties worden gerubriceerd weergegeven, ingedeeld in thema's (alleen punten die twee of meer keer zijn genoemd worden getoond):

- Algemeen
 - Sommige onderwerpen zijn overbodig (zoals goniometrie, log en exp) en andere worden (daardoor) te oppervlakkig behandeld (n = 3)
- Statistiek en kansrekenen
 - Positief: Het werken met datasets (n=3)
 - Negatief: gemis kansrekening en hypothese toetsen (dat het uit CE gehaald is) (n = 22)
 - Negatief: vormgeving nieuwe statistiek (statistiek zou een op zich staand vak moeten zijn) (n= 5)
 - Negatief: afhankelijkheid van ICT (n= 2)
- Algebraïsche vaardigheden
 - Negatief: te veel (nadruk op) algebraïsche vaardigheden; te moeilijk (n = 11)

Tabel 6.1: Verschillen tussen het oude en het nieuwe examenprogramma voor wiskunde A vwo.

Oude examenprogramma vwo A 2007	Nieuwe examenprogramma vwo 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 Bg Functies en grafieken	Domein B Algebra en tellen
Bg1 Standaardfuncties	B1 Algebra
Bg2 Functies, grafieken, vergelijkingen en ongelijkheden	B2 Telproblemen
Domein Cg Discrete analyse	Domein C Verbanden
Cg1 Veranderingen	C1 Standaardfuncties
Cg2 Rijen en recurrente betrekkingen	C2 Functies, grafieken en ongelijkheden
Domein Eg Combinatoriek en kansrekening	Domein D Verandering
Eg Combinatoriek	D1 Rijen
Eg2 Kansen	D2 Helling
Eg3 Rekenen met kansen	D3 Afgeleide
Eg4 Speciale discrete verdelingen	Domein E statistiek en kansrekening (SE)
Domein Ba Differentiaalrekening met toepassingen	E1 Probleemstelling en onderzoeksontwerp
Ba1 afgeleide functies	E2 Visualisatie van data
Ba2 Rekenregels	E3 Kwantificering
Domein Fa Statistiek en kansrekening	E4 Kansbegrip
Fa1 Populatie en steekproef	E5 Kansverdelingen
Fa2 Ordenen, verwerken en samenvatten van statistische gegevens	E6 Verklarende statistiek
Fa3 Kansverdelingen	E7 Statistiek en ICT
Fa4 Het toetsen van hypothesen	Domein F Keuzeonderwerpen (SE)
Domein G Keuzeonderwerpen	

Verdeling domeinen over SE en CE

Twee derde van de docenten is het oneens met de verdeling van de domeinen over SE en CE. Docenten lijken het tijdens de huidige meting vaker oneens te zijn met de stelling dan bij de meting in leerjaar 4. In de toelichting noemen de meeste docenten het missen van hypothese toetsen en kansrekenen in het CE.

De docenten is gevraagd of zij het eens zijn met de verdeling van de domeinen over SE en CE. 67% van de docenten is het hiermee oneens.

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

In de meting in leerjaar 4 gaven docenten weleens aan dat ze nog geen mening hadden – dit hangt waarschijnlijk samen met het beginnen aan een nieuw programma. Docenten lijken het tijdens de huidige meting vaker oneens te zijn met de verdeling van de domeinen over SE en CE dan bij de meting in leerjaar 4.

De vraag om toelichting op de gemaakte keuzes heeft reacties van 37 docenten opgeleverd. Deze reacties worden gerubriceerd weergegeven, (alleen punten die twee of meer keer zijn genoemd worden getoond):

- Negatief: gemis hypothesetoetsing en kansrekening in CE (n = 19)
- Negatief: te weinig in CE (liever meer overeenkomstig SE en CE) (n = 6)
- Negatief: te veel algebraïsche vaardigheden (n = 3)
- Negatief: toetsbaarheid *big data* (n = 2)
- Positief: onderdelen uit CE verplaatst naar SE (n = 2)

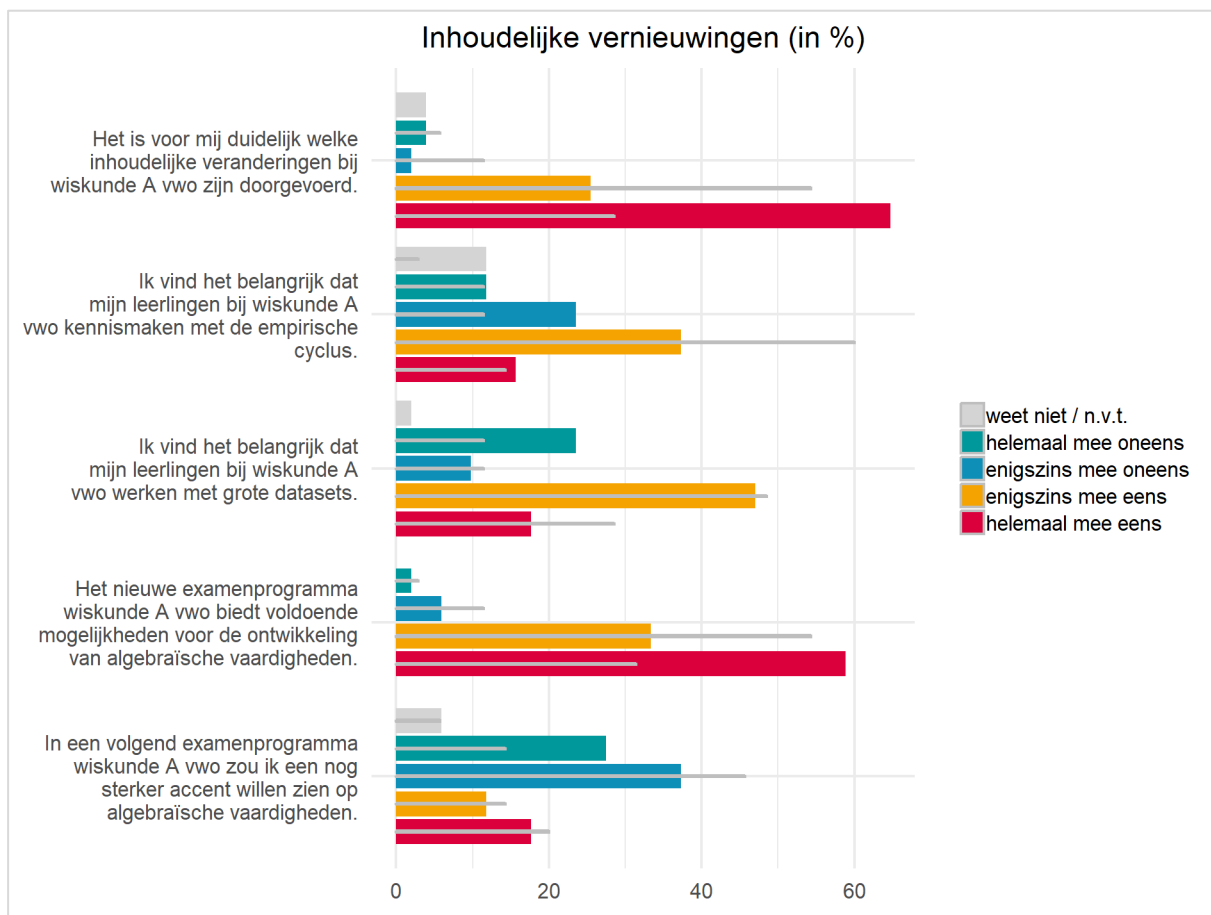
Inhoudelijke vernieuwingen

Voor bijna alle docenten is duidelijk welke inhoudelijke veranderingen zijn doorgevoerd. Ongeveer de helft van de docenten vindt het kennismaken met de empirische cyclus belangrijk en twee derde van de docenten vindt het werken met grote datasets belangrijk. Bijna alle docenten vinden dat er genoeg mogelijkheden zijn om algebraïsche vaardigheden te ontwikkelen in het nieuwe programma.

Voor de meeste docenten is duidelijk welke inhoudelijke verandering zijn doorgevoerd (90%). Iets meer dan de helft van de docenten (53%) vindt het belangrijk dat leerlingen kennismaken met de empirische cyclus bij wiskunde A; ongeveer twee derde van de docenten (64%) vindt het belangrijk dat leerlingen werken met grote datasets. Er zijn genoeg mogelijkheden om algebraïsche vaardigheden te ontwikkelen in het examenprogramma, vindt 92% van de docenten, maar de meeste docenten (66%) hoeven niet nog meer nadruk op die vaardigheden in een volgend examenprogramma.

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

Tijdens de eindmeting is het voor meer docenten duidelijk welke inhoudelijke veranderingen zijn doorgevoerd.



Grafiek 6.19: Inhoudelijke vernieuwingen.

Uit de interviews met docenten

- "Op zich ben ik het eens met de vernieuwingen, maar wat mij betreft te ver doorgeschoten: log, ln etc heb je niet nodig. Wiskunde A moet vooral praktisch zijn – wat kun je er nou echt mee, bijvoorbeeld hypothesetoetsen; daarom is het werken met datasets goed."
- "Wiskunde A heeft nu veel meer nadruk op algebraïsche vaardigheden maar daarvoor is niet voldoende tijd, dus je leert meer trucjes dan echt begrip."
- "Ik mis een onderbouwing voor de keuzes die gemaakt zijn voor het nieuwe programma, zoals de voorkeur van getallenrijen en reeksen boven kansrekenen, welke is gedegradeerd naar SE. Het computergedeelte mag er van mij uit, net als de grafische rekenmachine. Het matrixrekenen zou voor moet komen in Wiskunde A"
- "Het beeld van wiskunde A is veel tellen en statistiek, maar je doet meer met formules manipuleren – het is heel belangrijk dat dat beeld verandert – voorlichten!"

Wiskundige denkactiviteiten (WDA)

Voor de meeste docenten is duidelijk wat met wiskundige denkactiviteiten wordt bedoeld en hoe zij daaraan invulling kunnen geven. Bijna alle docenten vinden dat het doel van wiskundig denken het bevorderen van inzicht in de samenhang tussen wiskundige concepten is. Het nieuwe programma geeft voldoende mogelijkheid om wiskundig denken te ontwikkelen, vinden de meeste docenten.

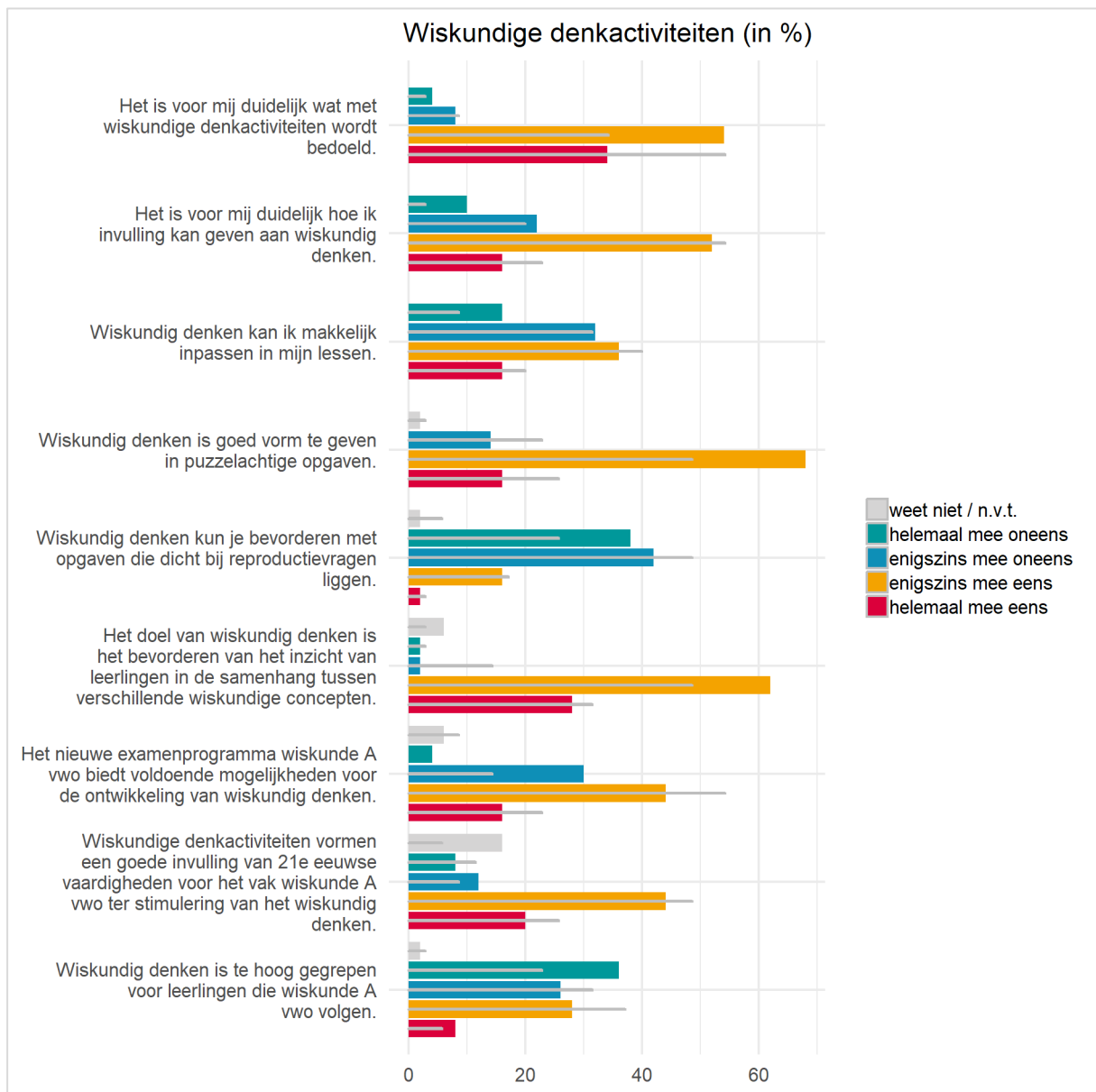
Voor de meeste docenten (86%) is duidelijk wat met wiskundige denkactiviteiten bedoeld wordt en hoe zij (68%) daaraan invulling kunnen geven. Het inpassen in de lessen is voor iets meer dan de helft van de docenten makkelijk. Wiskundig denken kan goed vormgegeven worden in puzzelachtige opgaven, vindt 84% van de docenten, maar wiskundig denken kan niet met opgaven die dicht bij reproductievragen liggen worden bevorderd, vindt 80%.

Bijna alle docenten (90%) vinden dat het doel van wiskundig denken is het bevorderen van inzicht in de samenhang tussen wiskundige concepten. In het nieuwe programma is voldoende mogelijkheid om wiskundig denken te ontwikkelen, vindt 59% van de docenten. Wiskundig denken vinden veel docenten (64%) een goede invulling van een 21e- eeuwse vaardigheid.

Wiskundig denken vinden de meeste docenten niet te hoog gegrepen voor wiskunde A leerlingen.

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

Er zijn geen statistisch significante verschillen met de meting in leerjaar 4.



Grafiek 6.20: Wiskundige denkactiviteiten.

Uit de interviews met docenten

- "Als er veel meer concrete toepassingen bedacht worden, dan komt er meer WDA in. WDA is een heel mooi stuk in het nieuwe programma, maar het komt te weinig terug in de les, want er is te weinig materiaal voor. De syllabus zou meer voorbeeldopgaven moeten hebben - en het mooiste zou zijn als er een database met WDA onderwerpen zou zijn."
- "Het behandelen van WDA is niet een essentieel onderdeel – draagt het bij aan CE? Daardoor krijgt het minder aandacht"

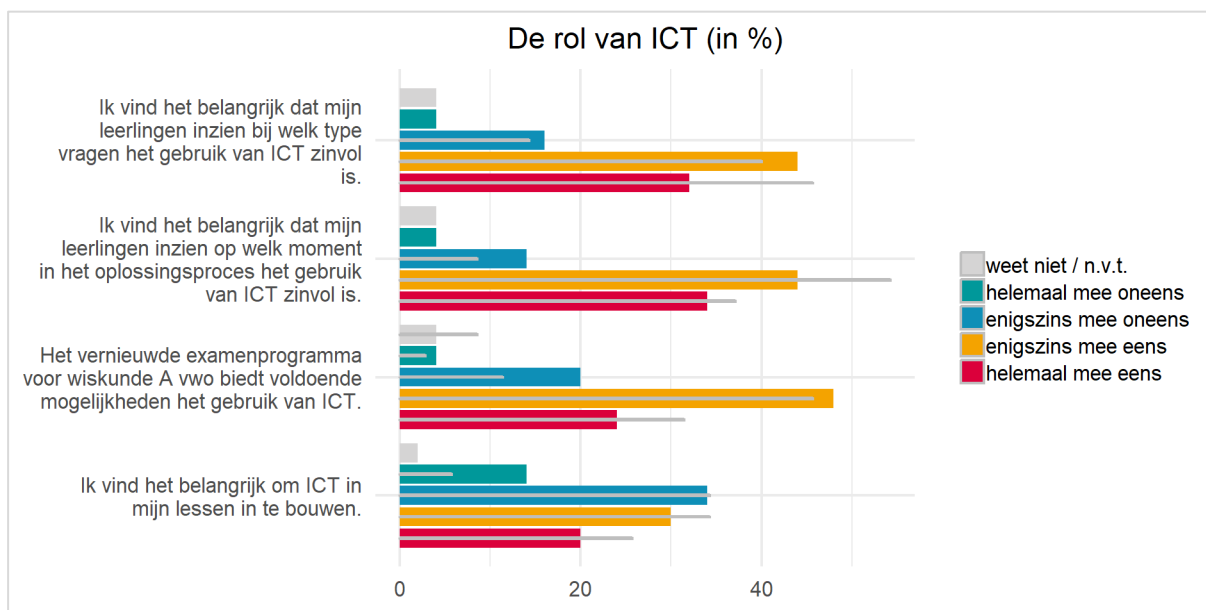
De rol van ICT

De meeste docenten vinden het belangrijk om uit te leggen bij welk type vragen en wanneer in het oplossingsproces ICT-gebruik zinvol is. Het nieuwe programma biedt voldoende mogelijkheden om ICT te gebruiken.

De meeste docenten (76%) vinden het belangrijk dat de leerlingen inzien bij welk type vragen ICT zinvol is en (78%) op welk moment in het oplossingsproces ICT zinvol is. Het nieuwe programma biedt voldoende mogelijkheden om ICT te gebruiken, vindt 72% van de docenten. De helft van de docenten vindt het belangrijk om ICT in de lessen in te bouwen.

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

Er zijn geen statistische verschillen met de meting in leerjaar 4.



Grafiek 6.21: De rol van ICT.

Uit de interviews met docenten

- "Het is jammer dat bijvoorbeeld SPSS nooit gebruikt wordt, terwijl dat in studies juist wel wordt gebruikt – nu gebruiken wij Excel als benadering want de software van onze lesmethode werkte niet. De grafische rekenmachine, die doen ze ook niet bij het vervolg."
- "Door het gebruik van datasets en ICT moet je ineens informatica vragen beantwoorden. Voor mij is het een versnippering van het aanbod. Liever minder maar dieper - en dan dus liever ICT eruit. Datasets zijn moeilijk te organiseren."

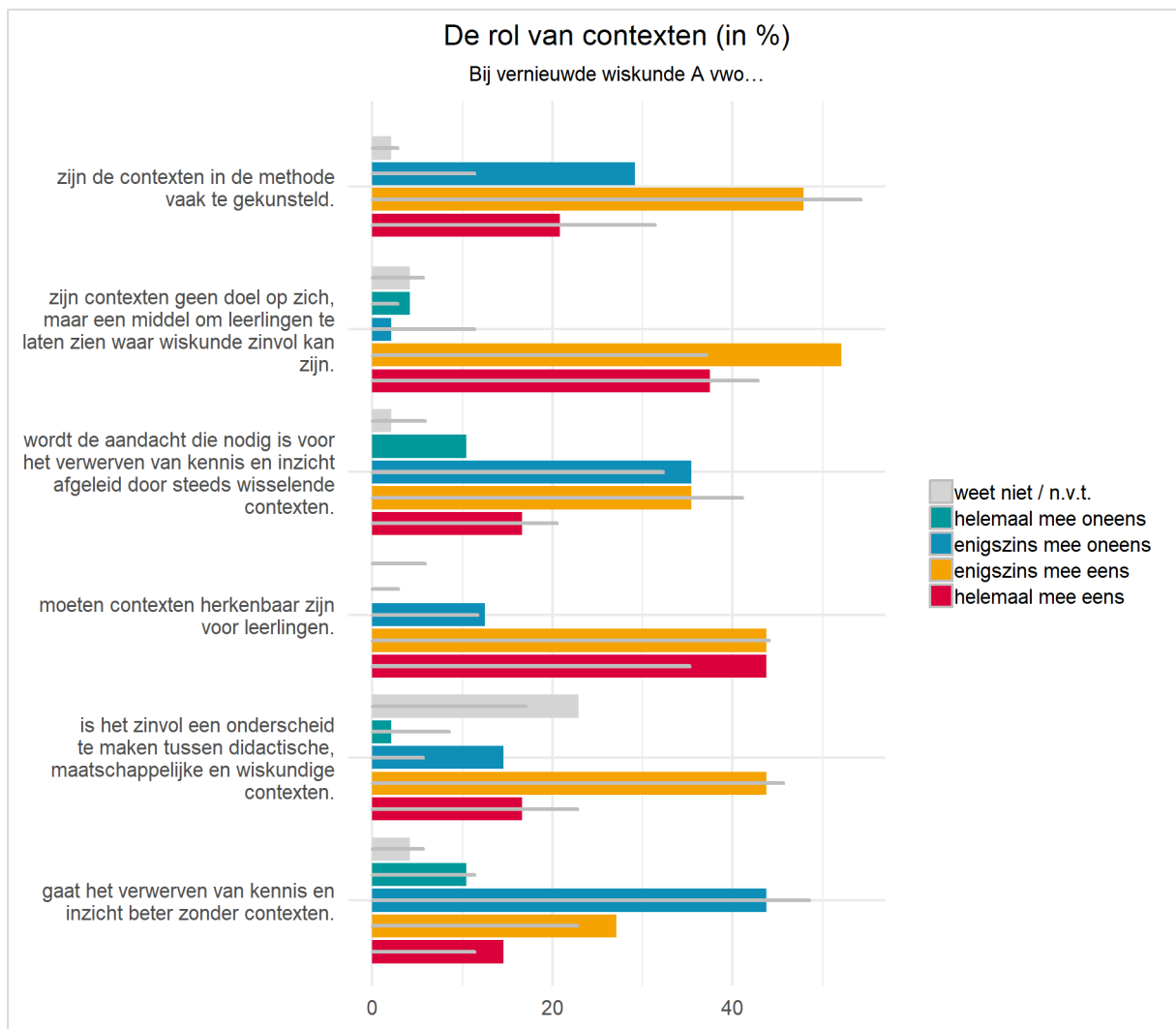
De rol van contexten

Bijna alle docenten vinden contexten een middel om leerlingen te laten zien waar wiskunde zinvol kan zijn. Contexten moeten herkenbaar zijn voor leerlingen en het is zinvol onderscheid te maken tussen soorten contexten.

De meeste docenten (69%) vinden de contexten in de methode vaak te gekunsteld. Bijna alle docenten (90%) vinden contexten een middel om leerlingen te laten zien waar wiskunde zinvol kan zijn. Wisselende contexten zijn afleidend voor het verwerven van kennis, vindt de helft van de docenten. Contexten moeten herkenbaar zijn voor leerlingen (86% eens) en het is zinvol onderscheid te maken tussen soorten contexten (60% eens). Minder dan de helft van de docenten (42%) vindt dat het verwerven van kennis beter gaat zonder contexten.

Meting leerjaar 5/6 versus meting leerjaar 4

Er zijn geen significante verschillen met de meting in leerjaar 4.



Grafiek 6.22: De rol van contexten.

Samenhang

In de docentvragenlijst komt het thema samenhang niet aan bod. Wel is dit thema besproken met docenten en leerlingen tijdens de schoolbezoeken.

Uit de interviews met docenten

- "Als er tijd voor was, zou ik graag samenwerken met andere vakken voor meer samenhang, maar tijd is er niet. Het zou namelijk wel meer kunnen"
- "Dat is te veel organisatie, het is praktisch onhaalbaar. Ik heb nog nooit meegemaakt dat een docent wil afstemmen."
- "Bij het onderdeel statistiek is de betekenis van de data, de duiding, vaak inhoudelijk van iets anders, niet wiskundig. Dus dit zou mooi interdisciplinair kunnen zijn met aardrijkskunde, economie, biologie. Het zou een apart vak kunnen zijn, 'omgaan met data' of iets dergelijks, dan kan wiskunde daar weer wat uren van geven. Er komt veel het wiskunde lokaal binnen, maar dat is niet per se erg, maar misschien dus een ander vak "
- "Koppelingen met andere vakken maken wij weinig. Aan de hand van economische contexten de afgeleide behandelen – voor economie zijn de algebraïsche vaardigheden natuurlijk ook nuttig."

Sterke en zwakke punten van het nieuwe examenprogramma wiskunde A vwo

Het vaakst genoemd als sterk punt is de aandacht voor algebraïsche vaardigheden, en het toevoegen van statistiek (het werken met datasets en het ontwikkelen van onderzoeksvaardigheden). Het vaakst genoemd als zwak punt is dat het kansrekenen/hypothese toetsen uit het CE gehaald is en dat algebraïsche vaardigheden te moeilijk zijn.

In het vragenlijstonderzoek is docenten gevraagd twee sterke en twee zwakke punten van het vernieuwde examenprogramma wiskunde A vwo te noemen.

Een samenvatting van de **sterke punten** van het programma die zijn genoemd door de docenten:

- meer aandacht voor de algebraïsche vaardigheden (n=24);
- de toevoeging van statistiek en het werken met ICT, datasets en het werken aan onderzoeksvaardigheden (n=21);
- de wiskundige denkactiviteiten zijn (n=12);
- de introductie of nadruk op onderwerpen (zoals goniometrie, rijen en recursie, e, ln, sin) die in vervolgonderwijs aan bod zouden kunnen komen (n=8);
- de helderheid en coherentie van het programma en de afbakening van se en ce stof (n=7);
- de nadruk op contexten (n=3).

Een samenvatting van de **zwakke punten** van het programma die zijn genoemd door de docenten:

- Het kansrekenen/hypothese toetsen is uit het CE gehaald, als gevolg daarvan komt het in vwo 6 niet meer aan bod (n=26).
- De algebraïsche vaardigheden zijn te moeilijk voor wiskunde A leerlingen, of sluit onvoldoende bij ze aan – met name de hoeveelheid en de diepte op de onderwerpen exponentiële en logaritmische functies (n=13).
- Het nieuwe statistiek programma. Men vindt het programma te mager, de afhankelijkheid van ICT (en beschikbaarheid datasets) een probleem (n=9).
- De grotere rol van ICT (n=7).
- De verdeling van de SE en CE domeinen (n=4).
- De hoeveelheid tijd die beschikbaar is voor algebraïsche vaardigheden (n=3).
- De taligheid (en te veel aan contexten) (n=3).
- De toetsbaarheid (n=3).

7. Resultaten leerlingen

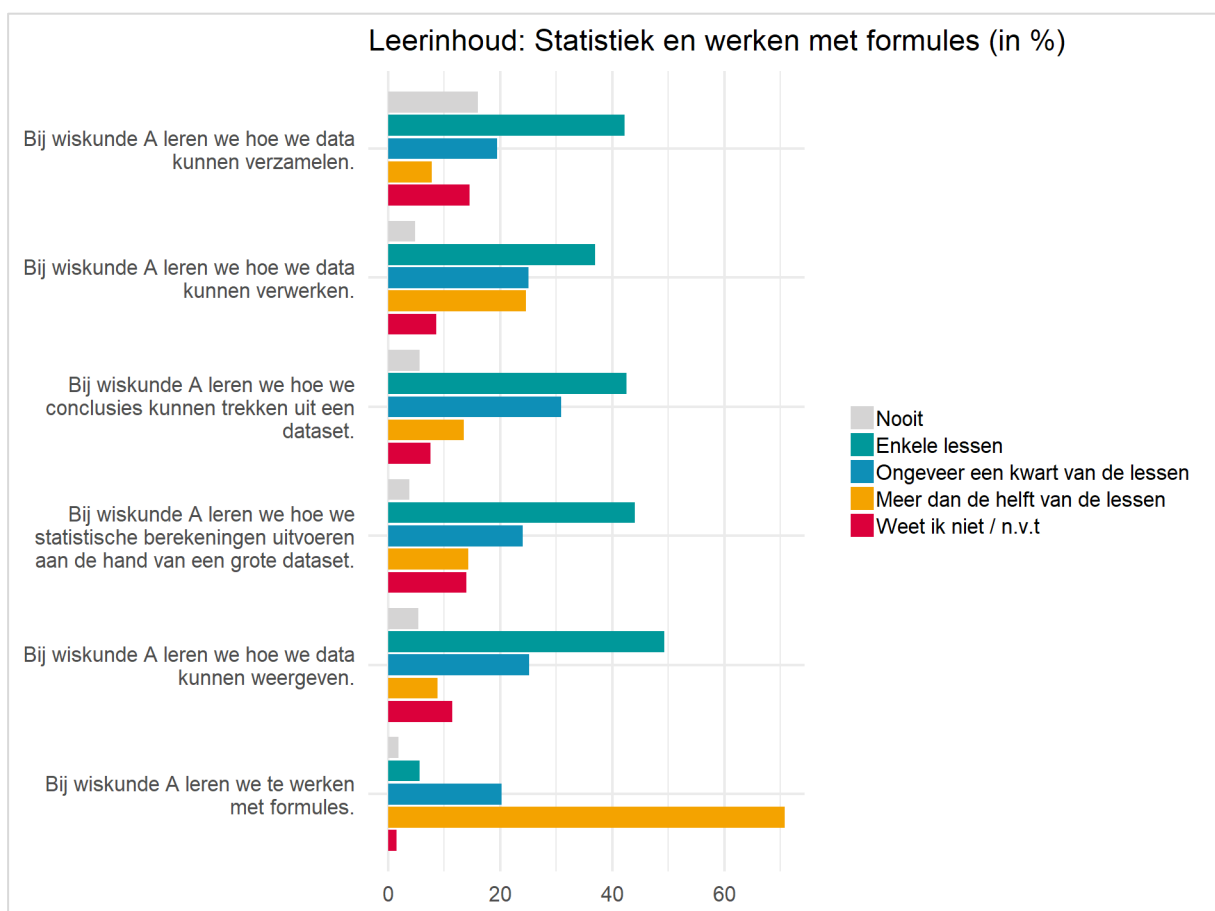
In dit hoofdstuk worden de resultaten van de eindmeting voor leerlingen beschreven voor wiskunde A vwo. Het hoofdstuk bestaat uit twee paragrafen. De eerste paragraaf beschrijft de onderwijspraktijk gedurende de invoering van het vernieuwde programma in leerjaar 5 en 6. Paragraaf twee gaat in op aspecten 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

Leerinhoud: Statistiek en werken met formules

De meeste leerlingen leren in ongeveer enkele lessen data verzamelen, verwerken, weergeven, conclusies trekken uit een dataset en statistische berekeningen uitvoeren op grote datasets. De meeste leerlingen leren in meer dan de helft van de lessen te werken met formules.

De meeste leerlingen (62%) leren in enkele tot een kwart van de lessen hoe ze data kunnen verzamelen – ongeveer 17% van de leerlingen doet dit nooit. De leerlingen leren over data verwerken tijdens enkele tot meer dan de helft van de lessen (83%). Conclusies trekken uit een dataset leren ze bij wiskunde A, meestal in enkele tot een kwart van de lessen (72%). Het berekenen van statistiek op grote datasets doen de meeste leerlingen (66%) in enkele tot een kwart van de lessen; het leren weergeven van data ook in enkele tot een kwart van de lessen (72%). De meeste leerlingen (70%) leren in meer dan de helft van de lessen te werken met formules.



Grafiek 7.1: Leerinhoud, statistiek en werken met formules.

Uit de interviews met leerlingen

- "Statistiek is wel leuk, het is nuttig. Leuker dan andere delen van wA"
- "Wij kregen af een toe stuk over statistiek in vwo 5. We hebben ook een keer een dataset gekregen die we moesten verwerken. Die konden we invullen bij een online site – het was eigenlijk een invulopdracht"
- "Wij hebben drie stukken statistiek behandeld. Een deel in een toets en een deel in PO. Daarin moesten we zelf dataset creëren – we keken naar de invloed van energy drank op concentratievermogen van leerlingen. Dat was erg leuk en een goede manier om het te verwerken – iedereen weet dat statistiek geen examenonderwerp is, dus zo'n opdracht is erg nuttig"

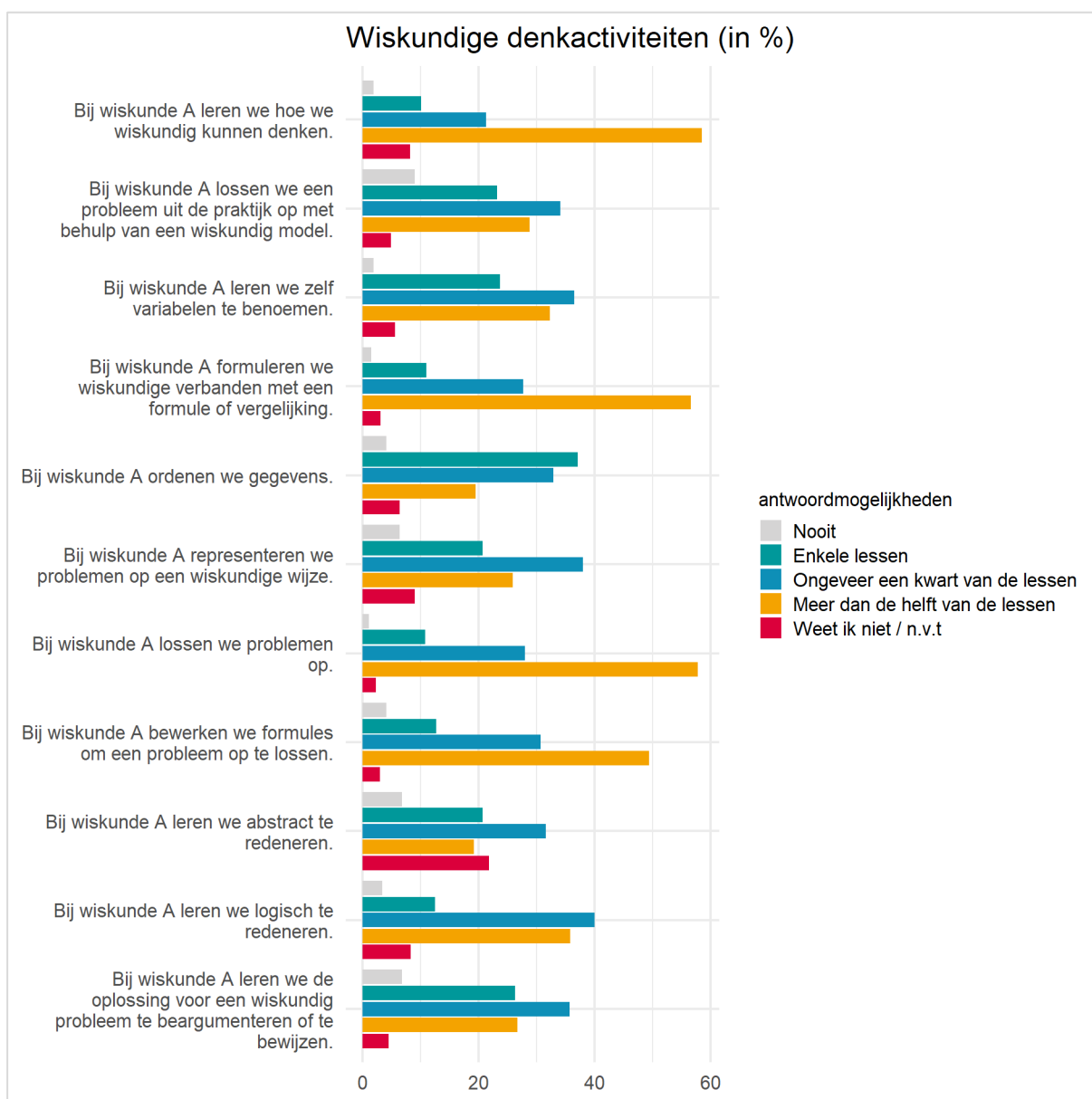
Wiskundige denkactiviteiten (WDA)

De meeste leerlingen leren in meer dan de helft van de lessen leren wiskundig denken en wiskundige vergelijkingen formuleren. De meeste leerlingen lossen problemen op en bewerken formules in meer dan de helft van de lessen en leren logisch redeneren in een kwart tot meer dan de helft van de lessen. Gemiddeld leert de leerling in ongeveer een kwart van de lessen een wiskundig probleem te beargumenteren of te bewijzen.

De meeste leerlingen (59%) geven aan dat zij in meer dan de helft van de lessen leren wiskundig denken. Het oplossen van problemen met een wiskundig model gebeurt in enkele tot meer dan de helft van de lessen (91%). De meeste leerlingen (68%) leren in een kwart tot meer dan de helft van de lessen zelf variabelen benoemen. Het formuleren van wiskundige vergelijkingen leren de meeste leerlingen (57%) in meer dan de helft van de lessen. Het ordenen van gegevens leren de meeste leerlingen (70%) in enkele tot een kwart van de lessen.

Problemen representeren op wiskundige wijze leren de leerlingen in enkele tot meer dan de helft van de lessen (85%). De meeste leerlingen lossen problemen op (58%) en bewerken formules om een probleem op te lossen (50%) in meer dan de helft van de lessen.

Drie kwart van de leerlingen (73%) leert in enkele tot meer dan de helft van de lessen abstract te redeneren – 22% geeft aan dat zij het niet weten of het niet van toepassing is (dit kan erop duiden dat de leerlingen niet precies weten wat daarmee bedoeld wordt). De meeste leerlingen (76%) leren in een kwart tot meer dan de helft van de lessen logisch redeneren. Gemiddeld leert de leerling in ongeveer een kwart van de lessen een wiskundig probleem te beargumenteren of te bewijzen.

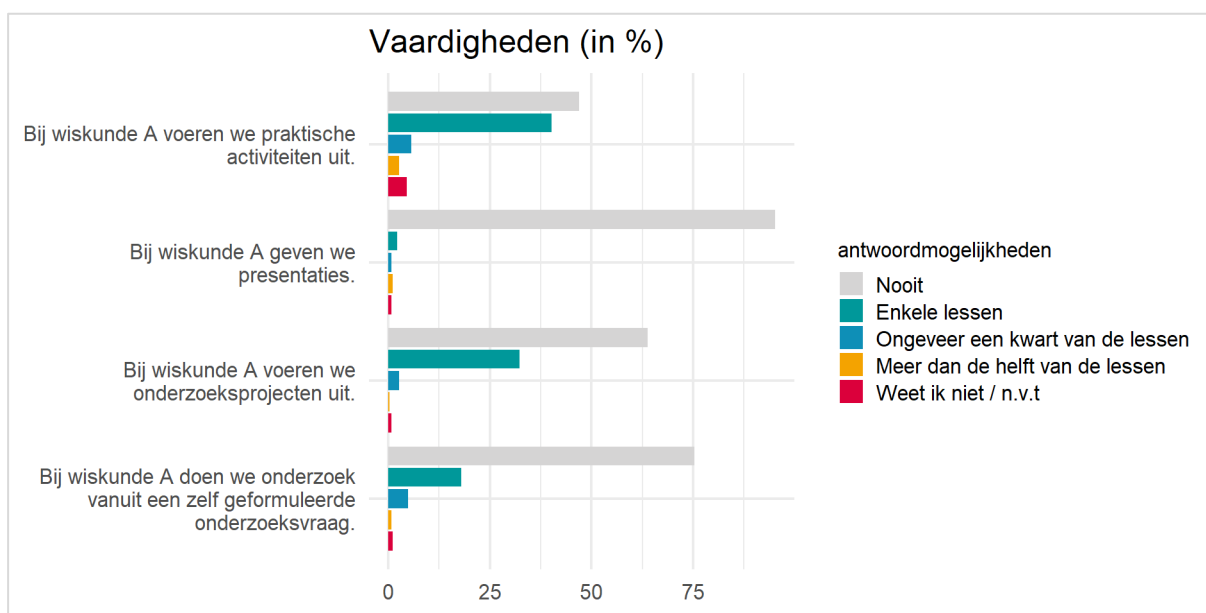


Grafiek 7.2: Wiskundige denkactiviteiten.

Vaardigheden

Bij wiskunde A geven de leerlingen vrijwel nooit presentaties en doen zij nooit onderzoek. Ongeveer 40% van de leerlingen doet in enkele lessen een praktische opdracht.

De leerlingen voeren nooit (48%) of in enkele lessen (39%) praktische activiteiten uit. 93% van de leerlingen geeft nooit een presentatie. De meeste leerlingen voeren geen onderzoeksprojecten uit (63% nooit) of doen onderzoek vanuit een zelf geformuleerde onderzoeksvraag (75% nooit).

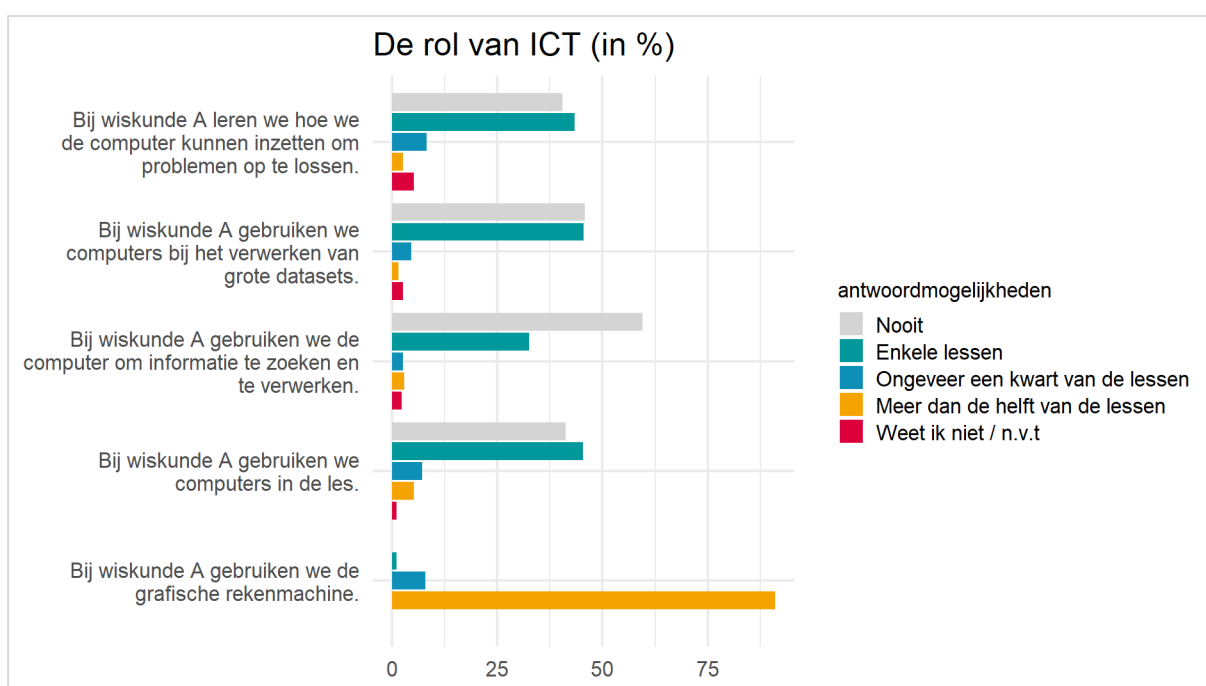


Grafiek 7.3: Vaardigheden.

De rol van ICT

Bij wiskunde A leren de meeste leerlingen nooit of in enkele lessen hoe zij de computer kunnen inzetten om problemen op te lossen, of om grote datasets te verwerken. Ongeveer de helft van de leerlingen gebruikt in enkele lessen een computer. Bijna alle leerlingen gebruiken de grafische rekenmachine in meer dan de helft van de lessen.

De leerlingen leren bij wiskunde A nooit (39%) of in enkele lessen (42%) hoe zij de computer kunnen inzetten om problemen op te lossen, of hoe zij de computer moeten gebruiken bij het verwerken van grote datasets (46% nooit en 46% in enkele lessen). De meeste leerlingen (60%) gebruiken de computer nooit om informatie te zoeken en te verwerken. 42% van de leerlingen gebruikt in de les nooit een computer, 46% gebruikt in enkele lessen een computer. Bijna alle leerlingen (90%) gebruiken in meer dan de helft van de lessen de grafische rekenmachine.

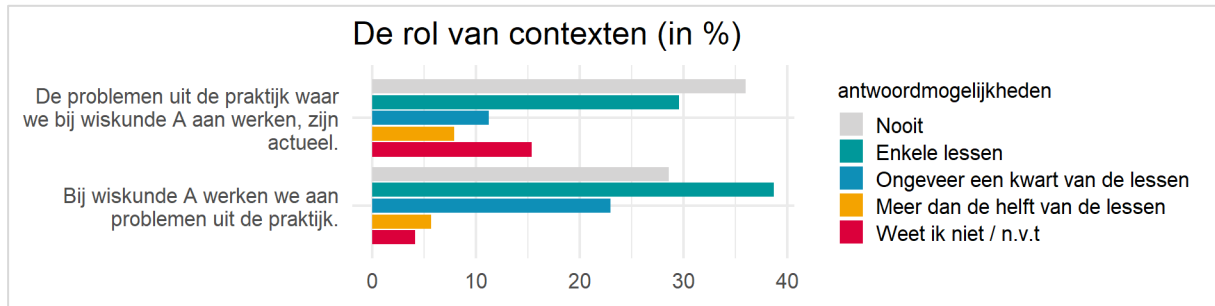


Grafiek 7.4: De rol van ICT.

De rol van contexten

De meeste leerlingen werken bij wiskunde A niet of weinig aan actuele problemen. De leerlingen werken gemiddeld in enkele lessen aan problemen uit de praktijk.

De leerlingen werken bij wiskunde A aan actuele problemen in geen van de lessen (36%) of in enkele lessen (30%); 15% van de leerlingen antwoordt ik weet het niet of niet van toepassing. De leerlingen werken nooit (28%), in enkele lessen (39%) of in een kwart van de lessen (23%) aan problemen uit de praktijk.



Grafiek 7.5: De rol van contexten.

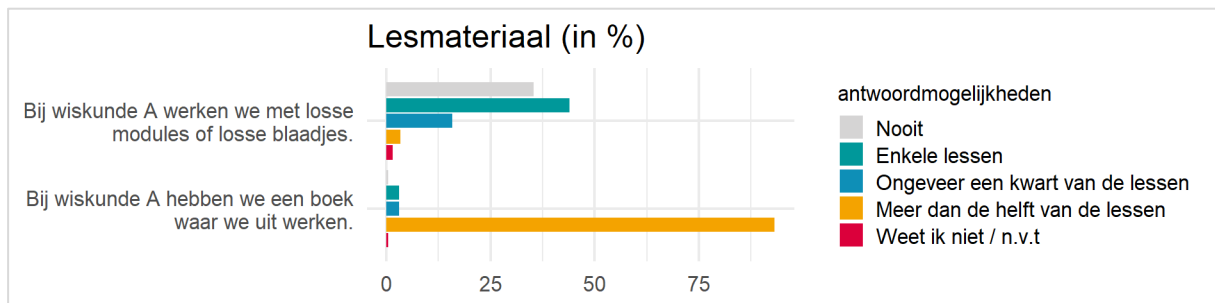
Uit de interviews met leerlingen

- "Context heb je niet helemaal nodig. Ze zijn niet afleidend. Maar we krijgen ze ook niet heel veel. Het blijft relatief abstract"
- "De docent vertelt veel in verhalen soms helpt het dat wel. Die voorbeelden gaan over scheikunde, natuurkunde – de formules herschrijven."
- "Soms worden contexten uit economie gegeven."
- "Ik zou bij wiskunde A wel minder theorie willen en meer zien hoe het toegepast wordt. Een duidelijkere link met vervolg. Bijvoorbeeld met bedrijven, laten zien hoe het toegepast wordt in het dagelijks leven."
- "Een context is niet altijd nuttig. Een dobbelsteen ga ik nooit 1000x gooien."
"De context helpt niet echt, ze zijn vaak te lang – te veel tekst."

Lesmateriaal

Bijna alle leerlingen werken in meer dan de helft van de lessen uit een boek.

De meeste leerlingen werken nooit (36%) of in enkele lessen (44%) met losse modules of blaadjes. Bijna alle leerlingen (91%) werken in meer dan de helft van de lessen uit een boek.

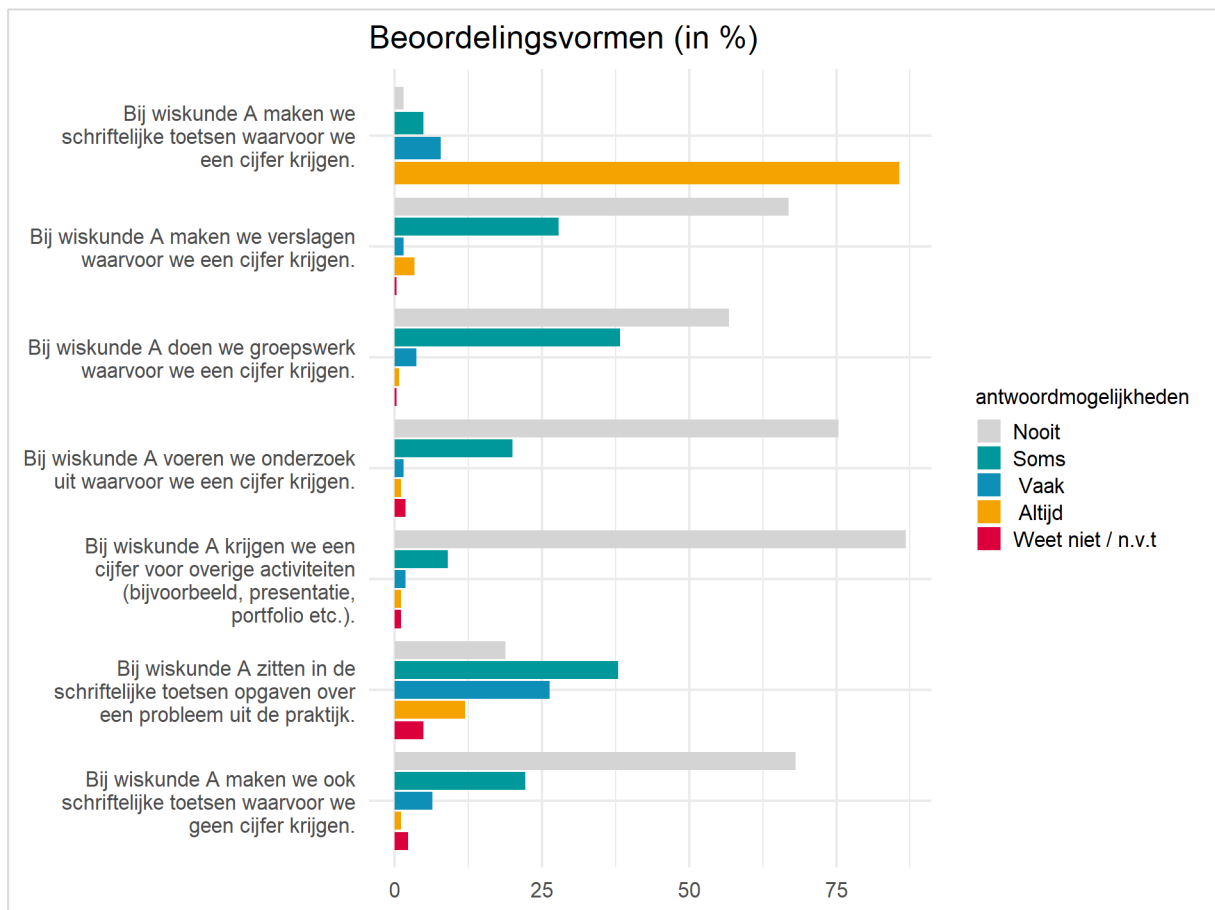


Grafiek 7.6: Lesmateriaal.

Toetsing

De leerlingen maken bijna altijd een schriftelijke toets voor een cijfer. In de schriftelijke toetsen voor wiskunde A zitten soms tot vaak opgaven over problemen uit de praktijk.

De meeste leerlingen (86%) maken altijd een schriftelijke toets voor een cijfer. De meeste leerlingen maken nooit een verslag (63%), voeren een onderzoek uit (75%), of voeren een overige activiteit uit (87%) voor een cijfer. In de schriftelijke toetsen voor wiskunde A zitten soms tot vaak (63%) opgaven over problemen uit de praktijk. De leerlingen maken doorgaans geen schriftelijke toetsen die niet voor een cijfer zijn (72%).



Grafiek 7.7: Beoordelingsvormen.

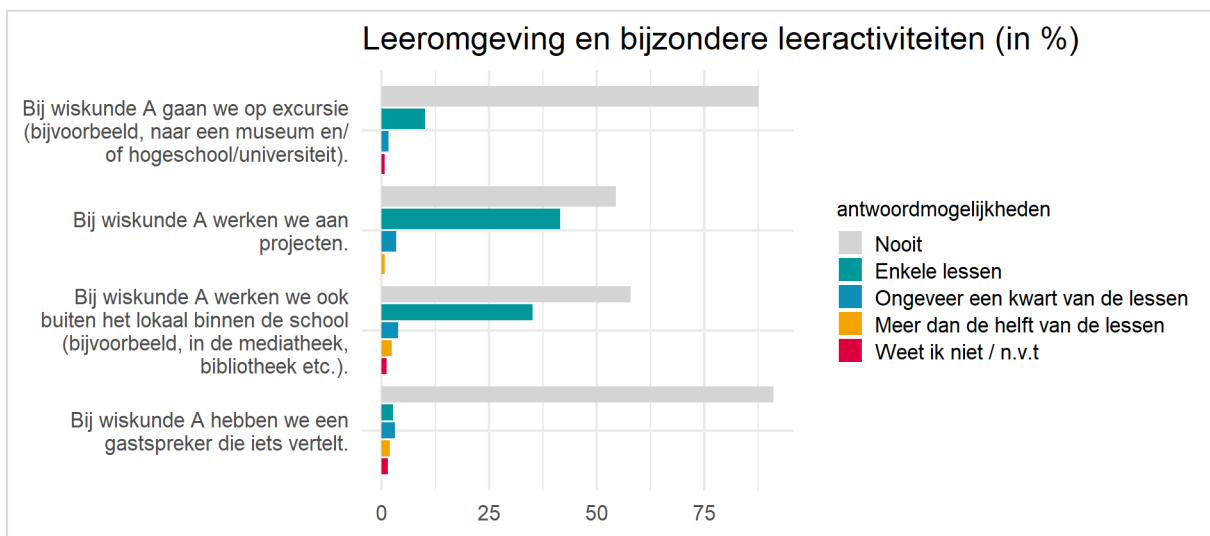
Uit de interviews met leerlingen

- "Wat ik moet voorbereiden is meestal duidelijk, op basis daarvan maak ik een eigen plan. Ik ben tevreden met de toetsing"
- "Het is altijd superduidelijk wat wij moeten leren voor de toets. Al vanaf begin van het jaar. Fijn maar deprimerend"
- "Wij worden schriftelijk getoetst. Opgedeeld in reproductie- en verdiepingsvragen."

Leeromgeving en bijzondere leeractiviteiten

Ruim de helft van de leerlingen werkt nooit aan projecten bij wiskunde A. Ongeveer 10% van de leerlingen gaat weleens op excursie of heeft weleens een gastspreker die iets komt vertellen.

De meeste leerlingen gaan niet op excursie (88%) en 90% van de leerlingen geeft aan dat zij nooit gastprekers in de les hebben. De meeste leerlingen werken niet aan projecten bij wiskunde A (53%), maar 39% doet dat in enkele lessen. Leerlingen werken meestal niet ergens anders in de school dan in het lokaal aan wiskunde A (58% doet dat nooit).

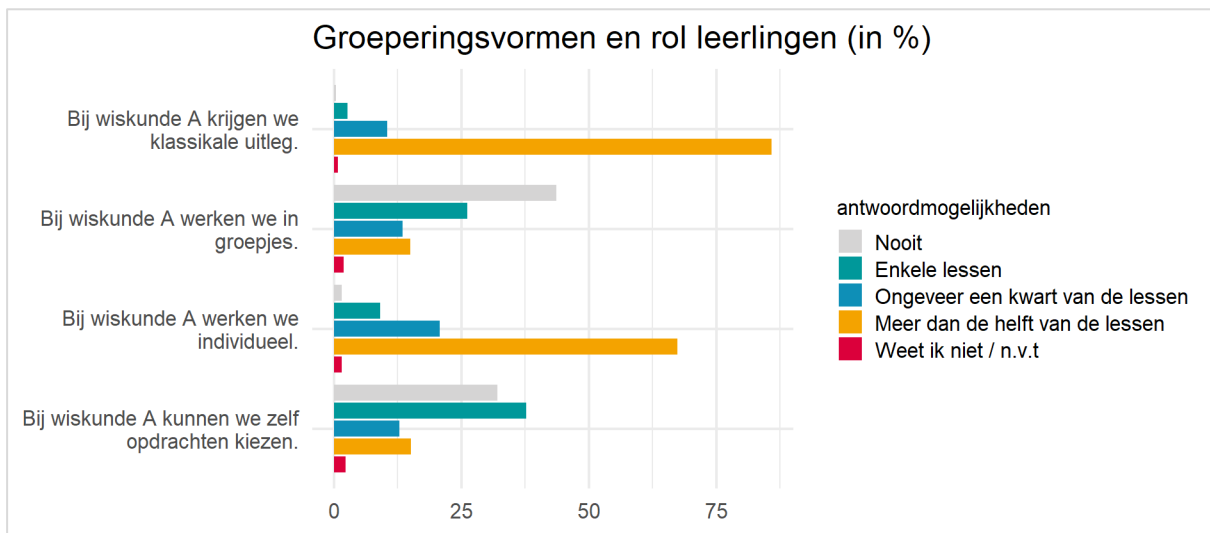


Grafiek 7.8: Leeromgeving en bijzondere leeractiviteiten.

Groeperingsvormen en rol leerlingen

Bij wiskunde A krijgen de meeste leerlingen in meer dan de helft van de lessen klassikale uitleg en werken ze in meer dan de helft van de lessen individueel. De meeste leerlingen kunnen nooit of in enkele lessen hun opdracht kiezen.

Bij wiskunde A krijgen de meeste leerlingen (86%) in meer dan de helft van de lessen klassikale uitleg. Ze werken nooit (44%) of in enkele lessen (25%) in groepjes, de meeste leerlingen (66%) werken in meer dan de helft van de lessen individueel. De meeste leerlingen kunnen nooit (32%) of in enkele lessen (38%) hun opdracht kiezen.



Grafiek 7.9: Groeperingsvormen en rol leerlingen.

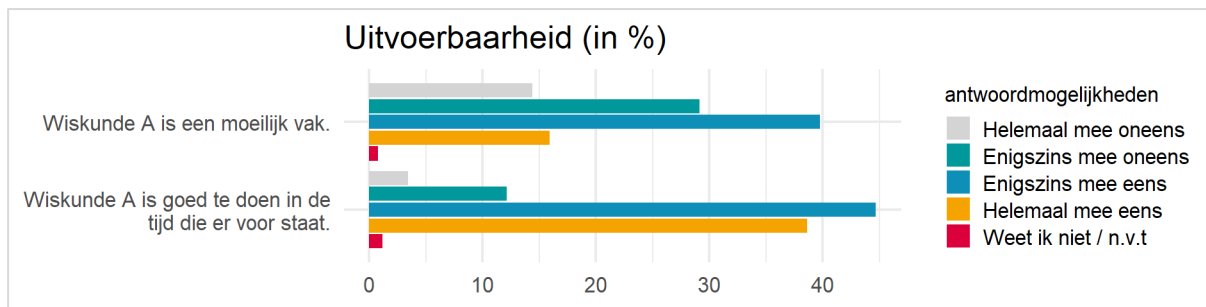
Uit de interviews met leerlingen

- "Wij hadden een praktijkopdracht met statistiek. Het was een andere manier van opdrachten maken en dat vond ik wel leuk, met Excel een hypothese toetsen – die manier van verwerken beviel me wel ten opzichte van in de klas - in een groepje met klasgenoten met maximaal een punt verschil in je eindcijfer"

7.2 Onderwijsbaarheid, haalbaarheid en toetsbaarheid

Uitvoerbaarheid

Ruim de helft van de leerlingen vindt wiskunde A een moeilijk vak (56% eens). De meeste leerlingen (83%) vinden wiskunde A goed te doen in de tijd die ervoor staat.



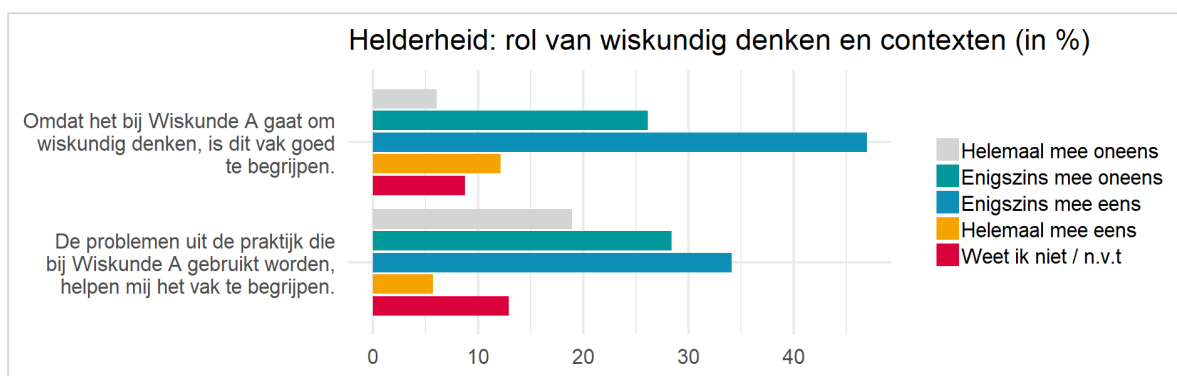
Grafiek 7.10: Uitvoerbaarheid.

Uit de interviews met leerlingen

- "Wiskunde A vind ik moeilijk. Er was niemand die C deed, anders had ik die misschien gedaan."
- "Het gaat me goed af; als je het snapt is het vanzelfsprekend. De fouten die je maakt komen dan door slordigheid."
- "wij hebben genoeg aan drie lesuren [v5]."
- "Er is meer huiswerk dan voor andere vakken [v5]."
- "Drie lesuur is genoeg [v6], we hebben niet te veel [huiswerk]– kan grotendeels in de les."
- "Wij hebben hoorcollege – voor 2 klassen tegelijk voor de hele week. De rest van de week kunnen we daarmee oefenen; en we hebben een planning gekregen. Er is een goeie structuur wanneer je wat maakt. Voor het huiswerk is genoeg tijd – in de les veel mogelijkheid."

Helderheid

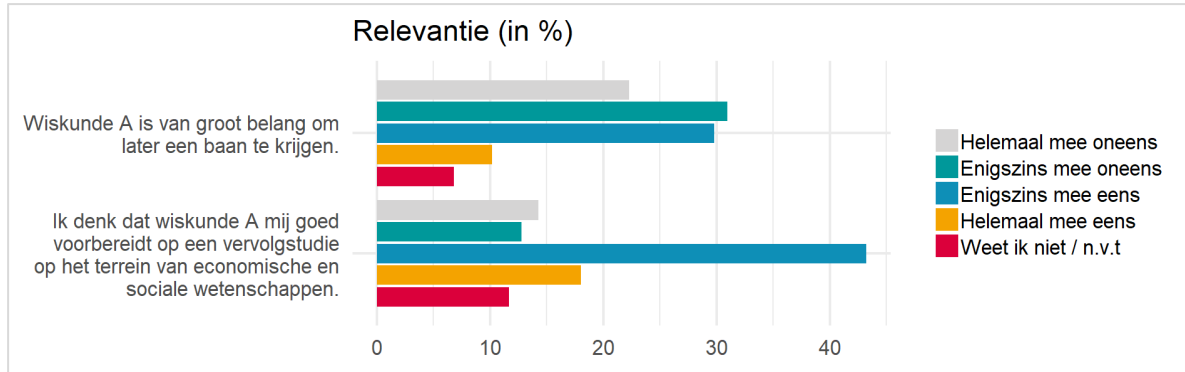
De meeste leerlingen vinden wiskunde A goed te begrijpen omdat het gaat om wiskundig denken (60%). De problemen uit de praktijk die gebruikt worden, helpt 40% van de leerlingen het vak te begrijpen; 13% van de leerlingen antwoordt dat ze het niet weten of dat het niet van toepassing is.



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

Relevantie

Ruim de helft van de leerlingen vinden wiskunde A niet van groot belang om later een baan te krijgen. De meeste leerlingen vinden wel dat het vak hen voorbereidt op een vervolgstudie in de economische of sociale wetenschappen.



Grafiek 7.12: Relevantie.

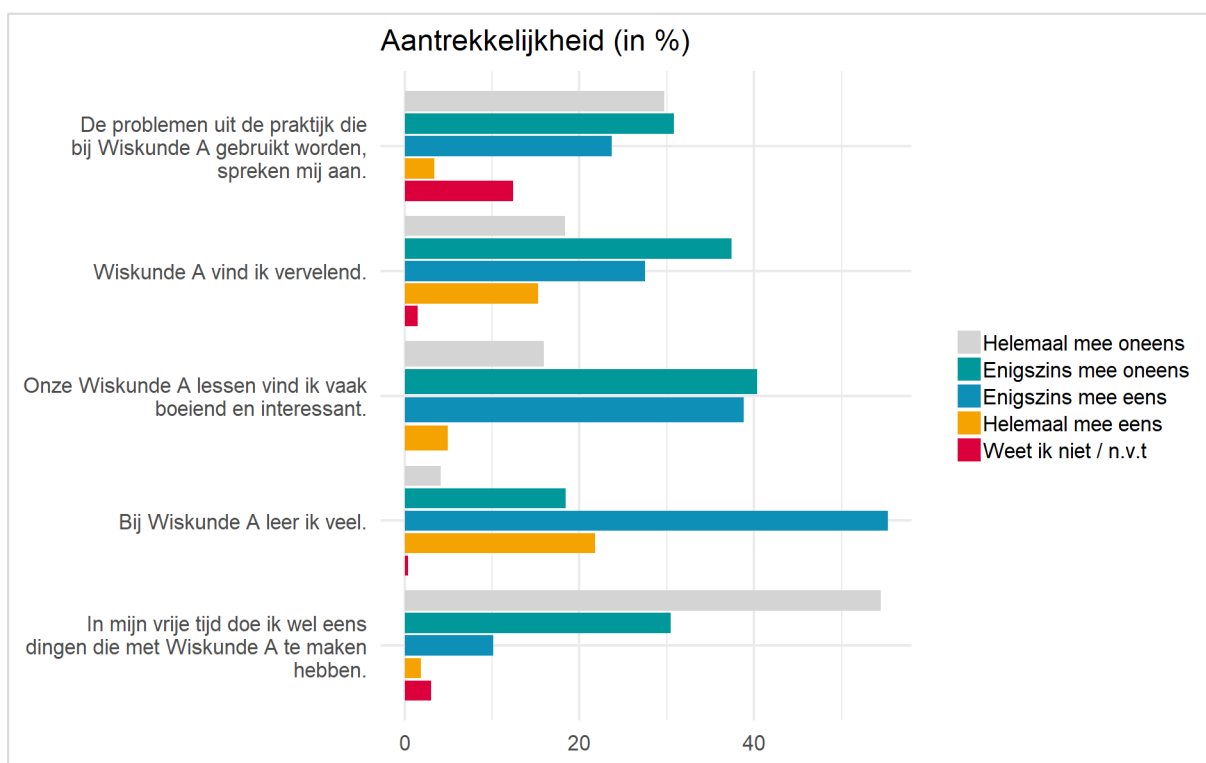
Uit de interviews met leerlingen

- "De denkwijze die je leert is relevant; de berekeningen misschien niet."
- "Ik weet niet of ik er iets aan heb in mijn vervolgstudie, ik heb ook geen beeld van wat ik wil gaan doen."
- "In mijn vervolgstudie komt statistiek vast wel terug – de rest niet heel erg."
- "Nee, geen gevoel voor of het nuttig is. Alleen de praktijkopdracht in Excel, die wel."
- "Hangt vanaf welke studie je gaat doen... Voor biologie zou iets meer statistiek fijn zijn en meer focus op wetenschappelijk onderzoek."
- "Als het terugkomt bij economie vind ik het handig. Sinusfuncties heb ik niet echt nodig in het dagelijks leven. Kansberekening, logisch redeneren, dat wel."

Aantrekkelijkheid

De meeste leerlingen vinden de problemen uit de praktijk die bij wiskunde A gebruikt worden niet aansprekend. Ruim de helft van de leerlingen vindt wiskunde A vervelend. De meeste leerlingen vinden wel dat ze veel leren bij wiskunde A.

De meeste leerlingen (61%) vinden de problemen uit de praktijk die bij wiskunde A gebruikt worden niet aansprekend. Ruim de helft van de leerlingen vindt wiskunde A vervelend; ruim de helft van de leerlingen (56%) is het oneens met de stelling dat wiskunde A vaak boeiend en interessant is (56%). De meeste leerlingen (77%) vinden wel dat ze veel leren bij wiskunde A. In hun vrije tijd doen de meeste leerlingen (84%) niets met wiskunde A.



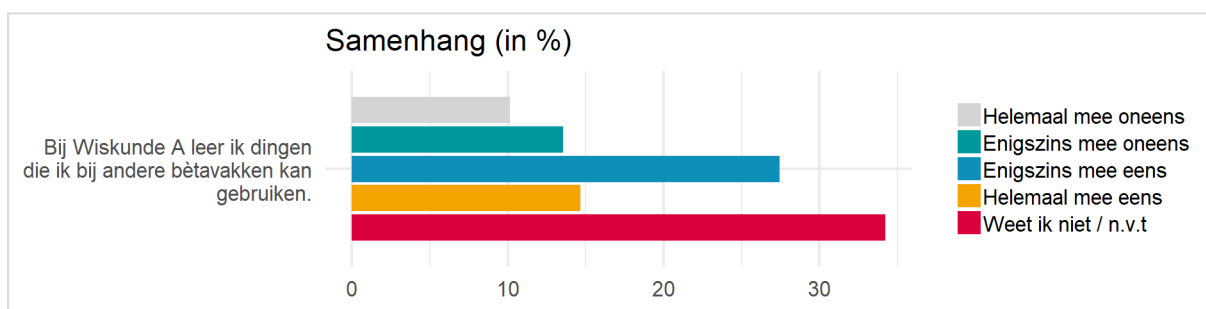
Grafiek 7.13: Aantrekkelijkheid.

Uit de interviews met leerlingen

- "Ik zou wel meer kansberekenen willen en dat dingen eruit gehaald worden wat niet nuttig is."
- "Het vak zou wat minder saai kunnen, met meer variatie en meer betrekken op de realiteit door een relevante goede context... na de zesde quotiënt regel weet je het wel."
- "Ik heb wiskunde A gekozen omdat het haalbaar was; wiskunde B was te moeilijk (of net te moeilijk) als door school aangegeven."
- "Ik vind kansrekenen echt niet leuk, dat hebben we zo'n beetje de hele 4de klas gedaan – er wordt wel gezegd dat wiskunde A vooral kansrekenen is. Het omrekenen van formules vind ik wel leuk."
- "Het is te abstract, te veel differentiëren. Dit komt bij de voorlichting over wiskunde A ook niet echt naar voren... we krijgen wiskunde B opdrachten van h4."
- "Het is niet per se interessant maar het is hard werken."
- "Jammer dat kansberekening uit het examen is gehaald."

Samenhang

Voor een derde van de leerlingen is het onbekend of ze bij wiskunde A dingen leren die ze bij andere bètavakken kunnen gebruiken. Ongeveer 42% van de leerlingen vindt dat ze dingen leren die ze bij andere bètavakken kunnen gebruiken.



Grafiek 7.14: Samenhang.

Uit de interviews met leerlingen

- "Er is geen samenhang met andere vakken"
- "Bij natuurkunde doe je veel met wiskunde B, dus dat missen wij wel. Formules ombouwen kunnen we goed gebruiken, maar het komt te laat bij wiskunde A aan de orde."
- "Het leukst aan wiskunde A vind ik de overeenkomst met economie – de samenhang ermee"
- "Het differentiëren komt ook terug bij economie. En bij wiskunde A krijgen wij economie voorbeelden. Ik was eerst bij economie en iemand die wiskunde B had, die had niet die voordelen."

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 bètavernieuwing. 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)