

# Handleiding constructie schoolexamen statistiek met grote datasets

Cito 2021



Colofon

Van Stiphout, I.M., Claus, I. & Van den Aarsen, M.

2021, Arnhem: Stichting Cito

## Inhoud

Inleiding .....	4
Checklist .....	5
Literatuur .....	14
Aanbevolen literatuur over statistiek .....	14
Bijlage A: Examenprogramma Havo wiskunde A .....	15
Bijlage B: Examenprogramma VWO wiskunde A .....	18
Bijlage C: Examenprogramma VWO wiskunde C .....	21
Bijlage D: Voorbeelden van afwegingen bij dataset .....	25

## Inleiding

In 2018 bestond Cito 50 jaar. Om dit te vieren heeft Cito twee schoolexamens statistiek met grote datasets voor havo wiskunde A cadeau gedaan aan het veld. Vanwege de positieve reacties is het jaar daarop besloten nog twee schoolexamens met grote datasets te ontwikkelen, ditmaal voor vwo wiskunde A. In 2020 is de ervaring die hiermee was opgedaan gedeeld door samen te werken met een school. Docenten zijn onder leiding van medewerkers van Cito aan de slag gegaan met de constructie van opgaven over statistiek met grote datasets. Hieruit is nog een schoolexamen voortgekomen.

In deze handleiding is de opgedane expertise in het ontwikkelen van schoolexamens met grote datasets samengevat in een handzame checklist. Deze is bedoeld voor docenten die zo'n schoolexamen willen gaan samenstellen en bevat praktische adviezen om mee aan de slag te gaan.

## Checklist

De huidige examenprogramma's van havo wiskunde A en vwo wiskunde A en wiskunde C bevatten het onderdeel ICT met grote datasets. Deze checklist biedt een handzaam overzicht van de keuzes die gemaakt moeten worden bij de constructie van een schoolexamen over dit onderwerp, waarbij de leerling van ICT gebruikmaakt.

Bij de constructie van een toets kan de toetscyclus behulpzaam zijn. Hierin worden zeven fasen onderscheiden:

1. ontwerpen
2. construeren
3. afnemen
4. nakijken
5. analyseren
6. rapporteren
7. evalueren.

In deze checklist gaan we in op de eerste twee fasen. Voor deze checklist is gebruikgemaakt van het handboek *Toetsen op school* (Sanders, 2011).

### 1. Ontwerpen

- Bij welke leerlingen wordt de toets afgenomen?

Is de toets bedoeld voor havo of vwo, voor wiskunde A of voor wiskunde C? De examenprogramma's zijn als bijlagen A, B en C opgenomen in dit document. Daarin is te vinden welke onderwerpen aan bod komen.

- Hoe wordt de toets afgenomen?

Hoe gaan de leerlingen de toets gaan maken? Dat kan individueel zijn of in groepen. Dat kan schriftelijk, met een presentatie, op de computer of nog anders.

- Hoeveel toetstijd is er beschikbaar?

Is de toets bedoeld voor een lesuur of gaat het bijvoorbeeld om een opdracht die leerlingen thuis kunnen maken en waarvoor leerlingen meerdere dagen de tijd hebben?

- Wat is de inhoud van de toets?

Welke hoofdstukken komen er aan bod? Welke (sub)domeinen uit de syllabus komen aan bod? Hoe is de verdeling over verschillende vaardigheden?

- In welke vorm wordt de toets afgenomen?

Wat voor soort vragen worden er gesteld. Dat kan variëren van 'kale' vragen, zoals bijvoorbeeld 'bereken het betrouwbaarheidsinterval...' of 'maak een staafdiagram...' tot onderzoekopgaven. Een voorbeeld van een onderzoekopgave is te vinden in de toets *Schoolverlaters* die door Cito is ontwikkeld en te vinden is in WisBase. Daarin wordt leerlingen gevraagd een notitie te schrijven waarin bepaalde vragen worden besproken op basis van de dataset.

- Hoe worden de vragen of opdrachten gescoord?

Is voor de leerlingen duidelijk hoeveel punten er kunnen worden gescoord? Is met het antwoordmodel/correctievoorschrift tot een objectieve beoordeling te komen? Is duidelijk uit het antwoordmodel welke antwoordelementen hoeveel punten gaan opleveren? Zijn er mogelijk nog andere aspecten waarop de leerlingen beoordeeld worden, zoals het uiterlijk van het ingeleverde werk, de helderheid van het taalgebruik en creativiteit?

## 2. Construeren

- Met welke dataset gaat gewerkt worden?

Een goede dataset is het halve werk. Maar wat is een goede dataset?

- *De dataset is groot genoeg en niet te groot*  
Als vuistregel hanteren we dat een grote dataset minstens 1000 records bevat. Tegelijk moet een dataset niet teveel records bevatten waardoor de software veel rekentijd nodig heeft of zelfs vastloopt. Een vuistregel voor het maximum aantal records is 10 000.
- *Er zijn verschillende typen variabelen*  
Een geschikte dataset bevat verschillende typen variabelen verspreid over meerdere meetniveaus. Hiermee bedoelen we bijvoorbeeld: kwalitatieve en kwantitatieve variabelen, discrete en continue. Deze afwisseling is belangrijk om vragen te kunnen stellen over verschillende deelonderwerpen. Voor het kwantificeren van verschillen tussen groepen kan het bijvoorbeeld uitmaken van welk meetniveau de data zijn. Zo kan phi wel worden berekend bij een variabele op nominaal meetniveau, maar om  $\max V_{cp}$  te kunnen gebruiken is minimaal ordinaal meetniveau nodig.
- *De context is begrijpelijk*  
Data worden verzameld in een bepaalde context. In het schoolexamen gaat het erom dat leerlingen heen en weer gaan tussen de context en wiskundige bewerkingen. Om dit soepel te laten verlopen is het van belang dat leerlingen deze context relatief eenvoudig kunnen begrijpen. Veel datasets gaan vergezeld van een document waarin wordt beschreven om wat voor type data het gaat. Daaruit valt op te maken of deze voor leerlingen te volgen is of dat er veel algemene of juist specifieke kennis voor nodig is.
- *De beschrijving van de dataset is volledig*  
Om goede vragen te kunnen maken, is het belangrijk dat de degene die de vragen bedenkt precies weet wat de getallen in de dataset betekenen. Hierbij spelen vragen als: over welke periode is de data verzameld, wat betekent elke variabele precies, hoe is omgegaan met 'missing values'? Het belangrijkste is om na te gaan welke van deze informatie voor leerlingen nodig is om te context en de vragen te begrijpen.
- *De context spreekt leerlingen aan*  
Wellicht een cliché, maar niet onbelangrijk: het is van belang dat de context zodanig is dat leerlingen hierdoor niet worden afgeschrikt maar bereid zijn zich hierin te verdiepen.

Er zijn veel datasets beschikbaar op het internet. Mogelijke bronnen voor datasets zijn onder andere de volgende websites.

- <https://www.kaggle.com/datasets>  
Op deze Amerikaanse website zijn allerlei Amerikaanse datasets te vinden. Er worden veel nieuwe datasets geplaatst op deze site. De keuze is enorm. De datasets over *staandehoudingen* en over *airbnb* in de schoolexamens die Cito heeft ontwikkeld, waren afkomstig van deze site.
- <https://data.overheid.nl/data>  
Overheden (landelijke, provinciale, gemeentelijke) verzamelen allerlei informatie en publiceren de datasets op deze site. Ook data van het Centraal Bureau voor de Statistiek zijn hier te vinden. Deze site heeft als voordeel dat er te zoeken is op thema (bijv. onderwijs, economie, natuur & milieu, verkeer, transport etc.) en op type bestand (bijv. .csv, .xls, .xlsx, etc.). Er zijn ook diverse mogelijkheden om data te exporteren en eigen selecties en grafische representaties te maken.
- <https://data.4tu.nl/info>  
De vier technische universiteiten in Nederland (Delft, Eindhoven, Twente, Wageningen) beheren een website waarop databestanden staan van onderzoeken die aan deze instituten zijn of worden uitgevoerd. Er kan een keuze worden gemaakt per vakgebied (bijv. wiskunde, natuurkunde, scheikunde, werktuigbouwkunde, informatica, etc.), per collectie (bijv. Zandmotor) en per instituut (behalve de universiteiten bijv. NIOZ, Deltares). Mogelijk nadeel is dat de context vaak specialistisch is.
- <https://easy.dans.knaw.nl/ui/browse>  
Data Archiving and Networked Services, platform voor data van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen.

In [bijlage D](#) staan voorbeelden van fragmenten van datasets en van afwegingen of deze geschikt zijn.



- Welke software gaan leerlingen gebruiken?

Statistiek met grote datasets kan met verschillende softwarepakketten worden gedaan die ieder hun eigen voor- en nadelen hebben. Hieronder worden voordelen van Excel en VUSTAT besproken. Voor leerlingen is het nodig dat ze er ervaring mee hebben en knoppen weten te vinden. In Tabel 1 staat een overzicht van de voor- en nadelen van het gebruik van Excel en VUSTAT.

Tabel 1: Overzicht van de voor- en nadelen van Excel en VUSTAT

Software	Voordelen	Nadelen
Excel	Het programma staat veelal standaard op computers.	Er is ervaring in het typen van formules nodig.
	Het programma kan veel meer dan alleen statistiek. Leerlingen kennen het programma wellicht al van andere activiteiten.	Juist omdat het programma veel kan, is het soms zoeken naar de opties die nodig zijn voor statistiek.
	Het programma wordt veel gebruikt buiten de schoolcontext.	
VUSTAT	Het programma is gebruikersvriendelijk omdat het op maat is gemaakt voor leerlingen.	Het programma wordt buiten school niet veel gebruikt.
	Het bevat weinig ruis van mogelijkheden die niet relevant zijn.	
	Het programma is gratis beschikbaar.	

- Zijn de vragen duidelijk gesteld?

Hieronder worden een aantal aandachtspunten beschreven die juist wel (do's) of juist niet (dont's) verstandig zijn om te doen.

DO's

- ✓ Informatie: de vraag geeft genoeg informatie om het juiste antwoord te kunnen geven, het is duidelijk wat van de leerling wordt verwacht, de informatie en de vraag zijn in de vraagstelling te onderscheiden. De vragen stapelen niet, dat wil zeggen dat het (deel)resultaat van een vraag niet opnieuw nodig is voor het beantwoorden van een volgende vraag.

- ✓ Relevantie: uit de vraag blijkt welke leerstof getoetst wordt, er zijn geen strikvragen en geen hints voor het goede antwoord, er is een aanvaardbare moeilijkheidsgraad.
- ✓ Objectiviteit: verschillende experts geven hetzelfde juiste antwoord, er wordt niet gevraagd naar de mening van de leerling.
- ✓ Taalgebruik: de formulering is duidelijk en afgestemd op de doelgroep, grammaticaal helder, geen dubbele ontkenningen, geen onnodig moeilijke woorden of afkortingen.
- ✓ Afbeeldingen: deze zijn functioneel, duidelijk en correct, de bijbehorende toelichting is duidelijk en kort.
- ✓ Presentatie: heldere lay-out, vragen zijn duidelijk te onderscheiden, de nummering is inzichtelijk, de verwijzingen naar afbeeldingen of tekst is juist.
- ✓ Correctiemodel: bij elke vraag is per antwoordelement aangegeven hoeveel punten maximaal worden toegekend.
- ✓ Geheel: de vragen volgen bij voorkeur op natuurlijke wijze uit de context van de dataset, de vragen vormen samen een afgerond geheel en bestaan niet enkel uit losse technische activiteiten.

#### DON'Ts

- ✗ Een vraag stellen in de vorm: "Probeer eens uit te leggen waarom..."  
Het gaat immers om de uitleg en niet om de poging.
- ✗ Een vraag stellen in de vorm: "Waarom werkt de standaardafwijking ..."  
Hierbij is de instructie niet duidelijk. Met hoeveel argumenten moet een leerling komen?
- ✗ Een vraag stellen in de vorm: "Kun je aangeven op welke manier..."  
Het gaat er niet om of de kandidaat dat kan, maar om dat hij dat doet.
- ✗ Een vraag stellen in de vorm: "Zal de toename leiden tot een stijging of een daling van het gemiddelde?"  
Bij een of-vraag is 'ja' een eenvoudig en correct antwoord. Het gaat om de redenering erachter.

□ Komen er verschillende vaardigheden aan de orde?

Om te komen tot een evenwichtige toets is het verstandig om opgaven te maken waarin verschillende typen vaardigheden aan bod komen. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van algemene indelingen of van indelingen specifiek voor wiskunde. Algemene indelingen zijn bijvoorbeeld die van Bloom, met onthouden, begrijpen, toepassen, evalueren, analyseren, creëren (Anderson en Krathwohl, 2001) of RTTI, een afkorting voor Reproductie, Toepassen in een bekende situatie, Toepassen in een nieuwe situatie en Inzicht (Drost & Verra, 2012).

Een indeling die specifiek over wiskunde gaat, staat beschreven in het Handboek Wiskundedidactiek (Drijvers, Van Streun, & Zwaneveld, 2012). Hierin wordt wiskundige bekwaamheid beschreven in vijf onderdelen:

- Weten dat: kennis van feiten en begrippen, reproduceren, technieken beheersen.
- Weten hoe: probleemaanpak, toepassen, onderzoeksvaardigheden.
- Weten waarom: principes, abstracties, rijke schema's, argumenteren, overzicht.
- Weten over weten: reflecteren, monitoren, kennis over je eigen weten en aanpak.
- Houding: wiskunde leren is leuk, interessant, groei in kennis geeft voldoening, 'ik kan het'.

Een ruwe indeling van vaardigheden in een toets statistiek met ICT kan gemaakt worden op grond van de volgende typen vaardigheden.

- Computervaardigheid  
Leerlingen maken het schoolexamen met Excel, VUSTAT of een ander programma. Dan kan het fijn zijn voor leerlingen als ze kunnen wennen aan het programma. Dat kan door vragen te stellen waarin het gaat om het gebruiken van de software. Voorbeelden hiervan zijn vragen waarin het gaat om
  - het maken van een cirkel- of staafdiagram
  - het maken van een frequentietabel
  - het maken van een kruistabel
  - het uitsplitsen van variabelen in bijvoorbeeld man / vrouw.
- Procedurele vaardigheid  
Hierin gaat het om het maken van berekeningen of het uitvoeren van standaardprocedures. Voorbeelden van dit type activiteiten zijn:
  - het berekenen van het 95%-betrouwbaarheidsinterval aan de hand van de formulekaart
  - phi berekenen bij een gegeven kruistabel.
  - het berekenen van een spreidingsmaat.

Hierbij past de nuancering dat de sommige activiteiten deel uit kunnen maken van meerdere vaardigheden. Het berekenen van een spreidingsmaat bijvoorbeeld kan ook een computervaardigheid zijn.

- Conceptuele vaardigheid

Hierbij gaat het om meer dan alleen het uitvoeren van een standaardprocedure. Hier past de nuancering dat de mate waarin een vraag procedureel of conceptueel is, afhangt van de voorkennis van een leerling. Vragen die leerlingen al eens hebben gezien of specifiek mee geoefend hebben in de les, worden al gauw minder conceptueel. Het onderscheid dat we hier maken moet daarom met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.

Voorbeelden van vragen die als conceptueel zijn gecodeerd, zijn:

- een vraag om uitleg waarom een bepaalde procedure niet werkt of onjuist is
- een beredeneerde keuze maken voor een geschikte grafische representatie
- een redenering wat het effect is van een bepaalde verandering op bijv. een centrummaat
- het verschil tussen twee groepen bepalen aan de hand van een zelfgekozen maat hiervoor
- de mate van samenhang kwantificeren tussen variabelen.

Concrete tips om vragen denkactiever te maken (zie ook Drijvers & Bor-de Vries, 2015):

- Vraag niet naar de uitkomst van een berekening maar naar een eerste stap.
- Geef een redenering of berekening en vraag leerlingen om de fout eruit te halen.
- Presenteer een opgave eens andersom: laat leerlingen niet van gegevens naar een conclusie gaan maar andersom. Presenteer ze een conclusie en vraag ze te onderzoeken of de gegevens nodig en voldoende zijn.
- Geef bijvoorbeeld een opgave waarbij informatie ontbreekt en laat leerlingen redeneren over welke informatie nodig is om tot een conclusie te kunnen komen.

### 3. Tot slot

In deze handleiding zijn aandachtspunten besproken die van belang zijn bij het maken van schoolexamens statistiek met grote datasets. Over het maken van goede toetsen valt veel te zeggen. De lijst van punten die in dit document is besproken, is dan ook geenszins uitputtend. Wel hopen we van harte dat deze handleiding zinvol is bij de constructie.

Voor wie meer wil weten over statistiek, is een lijst met aanbevolen literatuur opgenomen. De schoolexamens statistiek met grote datasets die door Cito zijn ontwikkeld, zijn te vinden op de site <https://wisbase.nl/>. Toegang tot dit materiaal is gratis, aanmelding is wel nodig.

Tot slot wensen we u veel succes en plezier bij het construeren van schoolexamens statistiek met grote datasets!

Tabel 2: Overzicht van examenprogramma's statistiek met grote datasets. Bron: <https://www.examenblad.nl/>

Onderwerp	havo wiskunde A	vwo wiskunde A	vwo wiskunde C
Probleemstelling en onderzoeksontwerp	n.v.t.	E1: De kandidaat kan bij een probleemstelling die zich leent voor een statistische aanpak een plan maken om antwoord op de probleemstelling te verkrijgen, waarbij geschikte variabelen worden gekozen.	E1: De kandidaat kan bij een probleemstelling die zich leent voor een statistische aanpak een plan maken om antwoord op de probleemstelling te verkrijgen, waarbij geschikte variabelen worden gekozen.
Presentaties van data interpreteren en beoordelen	E1: De kandidaat kan data die op diverse manieren zijn gerepresenteerd en/of samengevat interpreteren en beoordelen op relevantie in relatie tot een onderzoeksvraag.	E2: De kandidaat kan verkregen data verwerken in een geschikte tabel of grafiek en deze op waarde interpreteren.	E2: De kandidaat kan verkregen data verwerken in een geschikte tabel of grafiek en deze op waarde interpreteren.
Data verwerken/ visualisatie van data	E2: De kandidaat kan data verwerken, organiseren, bewerken, weergeven in grafieken, tabellen en diagrammen, en karakteriseren met geschikte centrum- en spreidingsmaten.	E3: De kandidaat kan de verkregen data samenvatten in voor de probleemstelling geschikte maten en hieraan interpretaties verbinden.	E3: De kandidaat kan de verkregen data samenvatten in voor de probleemstelling geschikte maten en hieraan interpretaties verbinden.
Data en verdelingen	E3: De kandidaat kan data analyseren en kenmerken van een verdeling beschrijven	E5: De kandidaat kan aangeven in welke situatie een toevalsvariabele een bepaalde kansverdeling bezit en van die verdeling de karakteristieke verwachtingswaarde en standaardafwijking hanteren.	E5: De kandidaat kan aangeven in welke situatie een toevalsvariabele een bepaalde kansverdeling bezit en van die verdeling de karakteristieke verwachtingswaarde en standaardafwijking hanteren.
Statistische uitspraken doen	E4: De kandidaat kan –op basis van steekproefgegevens een uitspraak doen over een populatieproportie of populatiegemiddelde en de betrouwbaarheid kwantificeren, –het verschil tussen groepen kwantificeren, –het verband tussen twee variabelen beschrijven, en het resultaat interpreteren in termen van de context.	E6: De kandidaat kan in een probleemsituatie op basis van steekproefgegevens een uitspraak doen over een populatie, de betrouwbaarheid daarvan kwantificeren en het resultaat duiden in termen van de context.	n.v.t.
Statistiek met ICT	E5: De kandidaat beheerst statistisch ICT-gebruik in relatie met de subdomeinen E1, E2, E3 en E4 om grote datasets te interpreteren en te analyseren, ten minste in het kader van de empirische cyclus.	E7: De kandidaat beheerst statistisch ICT-gebruik in relatie met de subdomeinen E1, E2, E3, E4, E5 en E6 om grote datasets te interpreteren en te analyseren.	E6: De kandidaat beheerst statistisch ICT-gebruik in relatie met de subdomeinen E1, E2, E3, E4 en E5 om grote datasets te interpreteren en te analyseren.
Kansbegrip	n.v.t.	E4: De kandidaat kan het kansbegrip gebruiken om bij een toevalsproces de kans op een bepaalde uitkomst of gebeurtenis te bepalen aan de hand van een diagram, combinatoriek, kansregels en simulatie.	E4: De kandidaat kan het kansbegrip gebruiken om bij een toevalsproces de kans op een bepaalde uitkomst of gebeurtenis te bepalen aan de hand van een diagram, combinatoriek, kansregels en simulatie.

## Literatuur

Anderson, L., & Krathwohl, D. A. (2001). *Taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York, NY: Longman.

Bor-de Vries, M., & Drijvers, P. H. M. (2015). *Handreiking denkactiverende wiskundelessen*. Utrecht: Universiteit Utrecht.

Drijvers, P., Van Streun, A., & Zwaneveld, B. (Red.). (2012). *Handboek Wiskundedidactiek*. Amsterdam: Epsilon.

Drost, M., & Verra, P. (2012). *Handboek RTTI*. Bodegraven: Docentplus.

Sanders, P. (red.). *Toetsen op school*. Arnhem: Cito. Geraadpleegd op 18 oktober 2021 van [https://www.cito.nl/-/media/files/kennis-en-innovatie-onderzoek/toetsen-op-school/cito\\_toetsen\\_op\\_school.pdf?la=nl-nl](https://www.cito.nl/-/media/files/kennis-en-innovatie-onderzoek/toetsen-op-school/cito_toetsen_op_school.pdf?la=nl-nl).

## Aanbevolen literatuur over statistiek

Bruin-Muurling, G. Van Eerde, D., Van Galen, F., Gravemeijer, K., Van Stiphout, I. (Samenst. & Reds.). (2018). *Statistiekonderwijs voor morgen*. Geraadpleegd op 18 oktober 2021 van [https://www.rekenenwiskunde21.nl/wp-content/uploads/2020/01/Statistiekonderwijs-voor-Morgen\\_Werkgroep-Wiskunde-voor-Morgen.pdf](https://www.rekenenwiskunde21.nl/wp-content/uploads/2020/01/Statistiekonderwijs-voor-Morgen_Werkgroep-Wiskunde-voor-Morgen.pdf)

Ridgway, J. (2016). Implications of the data revolution for statistics education. *International Statistical Review*, 84(3), 528–549.

Van Stiphout, I.M. (2020). Wat bedoelen ze toch met ... statistical literacy? *Euclides*, 96(3), 4-7.

## Bijlage A: Examenprogramma Havo wiskunde A

### Examenprogramma wiskunde A havo

#### *Het eindexamen*

Het eindexamen bestaat uit het centraal examen en het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

Domein A	Vaardigheden
Domein B	Algebra en tellen
Domein C	Verbanden
Domein D	Verandering
Domein E	Statistiek

#### *Het centraal examen*

Het centraal examen heeft betrekking op domein C en de subdomeinen B1, B2, E1, E2, E3 en E4 in combinatie met de vaardigheden uit domein A.

Het CvE stelt het aantal en de tijdsduur van de zittingen van het centraal examen vast.

Het CvE maakt indien nodig een specificatie bekend van de examenstof van het centraal examen.

#### *Het schoolexamen*

Het schoolexamen heeft betrekking op domein A en:

- domein D en de subdomeinen B3 en E5;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer domeinen of subdomeinen waarop het centraal examen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

#### **De examenstof**

##### *Domein A: Vaardigheden*

#### **Subdomein A1: Algemene vaardigheden**

1. De kandidaat heeft kennis van de rol van wiskunde in de maatschappij, kan hierover gericht informatie verzamelen en de resultaten communiceren met anderen.

#### **Subdomein A2: Profielspecifieke vaardigheden**

2. De kandidaat kan profielspecifieke probleemsituaties in wiskundige termen analyseren, oplossen en het resultaat naar de betrokken context terugvertalen.

#### **Subdomein A3: Wiskundige vaardigheden**

3. De kandidaat beheerst de bij het examenprogramma passende wiskundige vaardigheden, waaronder modelleren en algebraïseren, ordenen en structureren, analytisch denken en probleemoplossen, formules manipuleren, abstraheren, en logisch redeneren – en kan daarbij ICT functioneel gebruiken.



*Domein B: Algebra en tellen*

**Subdomein B1: Rekenen**

4. De kandidaat kan berekeningen uitvoeren met getallen en daarbij gebruik maken van de rekenkundige basisbewerkingen en van het werken met haakjes.

**Subdomein B2: Algebra**

5. De kandidaat kan berekeningen uitvoeren met variabelen en daarbij gebruik maken van de algebraïsche basisbewerkingen en van het werken met haakjes.

**Subdomein B3: Telproblemen**

6. De kandidaat kan telproblemen structureren en schematiseren en dat gebruiken bij berekeningen en redeneringen.

*Domein C: Verbanden*

**Subdomein C1: Tabellen**

7. De kandidaat kan een tabel opstellen op basis van gegevens uit een tekst, een grafiek, een formule of andere tabellen en tabellen aflezen, interpreteren en in verband brengen met andere tabellen, grafieken, formules of tekst.

**Subdomein C2: Grafieken, vergelijkingen en ongelijkheden**

8. De kandidaat kan een grafiek tekenen op basis van gegevens uit een tekst, een tabel, een formule of andere grafieken en gegevens en relevante informatie uit grafieken aflezen, grafieken interpreteren en in verband brengen met andere grafieken, formules of tekst.

**Subdomein C3: Formules met één of meer variabelen**

9. De kandidaat kan door substitutie in een formule met één of meer variabelen waarden berekenen en een formule opstellen of wijzigen op basis van gegeven informatie.

**Subdomein C4: Lineaire verbanden**

10. De kandidaat kan bij een lineair verband een formule opstellen en een grafiek tekenen, met lineaire verbanden berekeningen uitvoeren zoals interpolatie en extrapolatie, lineaire vergelijkingen en ongelijkheden oplossen en uitkomsten toepassen in profielspecifieke probleemsituaties.

**Subdomein C5: Exponentiële verbanden**

11. De kandidaat kan exponentiële verbanden herkennen, met formules beschrijven, in grafieken weergeven en er berekeningen aan uitvoeren.

*Domein D: Verandering*

12. De kandidaat kan bij een grafiek uitspraken doen over stijgen, dalen, maximum en minimum en kan veranderingen beschrijven met behulp van differenties, hellingen en toenamedigrammen.

*Domein E: Statistiek*

**Subdomein E1: Presentaties van data interpreteren en beoordelen**

13. De kandidaat kan data die op diverse manieren zijn gerepresenteerd en/of samengevat interpreteren en beoordelen op relevantie in relatie tot een onderzoeksvraag.

**Subdomein E2: Data verwerken**

14. De kandidaat kan data verwerken, organiseren, bewerken, weergeven in grafieken, tabellen en diagrammen, en karakteriseren met geschikte centrum- en spreidingsmaten.

**Subdomein E3: Data en verdelingen**

15. De kandidaat kan data analyseren en kenmerken van een verdeling beschrijven.

**Subdomein E4: Statistische uitspraken doen**

16. De kandidaat kan
- op basis van steekproefgegevens een uitspraak doen over een populatieproportie of populatiegemiddelde en de betrouwbaarheid kwantificeren,
  - het verschil tussen groepen kwantificeren,
  - het verband tussen twee variabelen beschrijven,

en het resultaat interpreteren in termen van de context.

**Subdomein E5: Statistiek met ICT**

17. De kandidaat beheerst statistisch ICT-gebruik in relatie met de subdomeinen E1, E2, E3 en E4 om grote datasets te interpreteren en te analyseren, ten minste in het kader van de empirische cyclus.

## Bijlage B: Examenprogramma VWO wiskunde A

### Examenprogramma wiskunde A vwo

#### *Het eindexamen*

Het eindexamen bestaat uit het centraal examen en het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

Domein A	Vaardigheden
Domein B	Algebra en tellen
Domein C	Verbanden
Domein D	Verandering
Domein E	Statistiek en kansrekening
Domein F	Keuzeonderwerpen

#### *Het centraal examen*

Het centraal examen heeft betrekking op domeinen B, C en D in combinatie met de vaardigheden uit domein A.

Het CvE stelt het aantal en de tijdsduur van de zittingen van het centraal examen vast.

Het CvE maakt indien nodig een specificatie bekend van de examenstof van het centraal examen.

#### *Het schoolexamen*

Het schoolexamen heeft betrekking op domein A en:

- de domeinen E en F;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer domeinen of subdomeinen waarop het centraal examen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

#### **De examenstof**

##### *Domein A: Vaardigheden*

##### **Subdomein A1: Algemene vaardigheden**

1. De kandidaat heeft kennis van de rol van wiskunde in de maatschappij, kan hierover gericht informatie verzamelen en de resultaten communiceren met anderen.

##### **Subdomein A2: Profielspecifieke vaardigheden**

2. De kandidaat kan profielspecifieke probleemsituaties in wiskundige termen analyseren, oplossen en het resultaat naar de betrokken context terugvertalen.

##### **Subdomein A3: Wiskundige vaardigheden**

3. De kandidaat beheerst de bij het examenprogramma passende wiskundige vaardigheden, waaronder modelleren en algebraïseren, ordenen en structureren, analytisch denken en

## Examenprogramma wiskunde A vwo vanaf CE 2018

probleemoplossen, formules manipuleren, abstraheren, en logisch redeneren – en kan daarbij ICT functioneel gebruiken.

### *Domein B: Algebra en tellen*

#### **Subdomein B1: Algebra**

4. De kandidaat kan berekeningen uitvoeren met getallen en variabelen, daarbij gebruik maken van rekenkundige en algebraïsche basisbewerkingen en van het werken met haakjes.

#### **Subdomein B2: Telproblemen**

5. De kandidaat kan telproblemen structureren en schematiseren en dat gebruiken bij berekeningen en redeneringen.

### *Domein C: Verbanden*

#### **Subdomein C1: Standaardfuncties**

6. De kandidaat kan van eerstegraadsfuncties, tweedegraadsfuncties, machtsfuncties, goniometrische functies, exponentiële functies en logaritmische functies de kenmerken in grafiek, tabel en formule herkennen en gebruiken.

#### **Subdomein C2: Functies, grafieken, vergelijkingen en ongelijkheden**

7. De kandidaat kan formules en functievoorschriften opstellen en bewerken, de bijbehorende grafieken tekenen, vergelijkingen en ongelijkheden oplossen met algebraïsche methoden zonder gebruik van ICT, en daar waar nodig met numerieke of grafische methoden met inzet van ICT, en de uitkomst interpreteren in termen van een context.

### *Domein D: Verandering*

#### **Subdomein D1: Rijen**

8. De kandidaat kan het gedrag van een rij herkennen en beschrijven en berekeningen aan een rij uitvoeren, ten minste in het geval van rekenkundige en meetkundige rijen.

#### **Subdomein D2: Helling**

9. De kandidaat kan het veranderingsgedrag van grafieken of functies relateren aan differentiequotiënten, toenamediagrammen en hellinggrafieken en daarbij een relatie leggen met de probleemsituatie.

#### **Subdomein D3: Afgeleide**

10. De kandidaat kan van eerstegraadsfuncties, tweedegraadsfuncties, machtsfuncties, exponentiële functies en logaritmische functies de afgeleide bepalen, de rekenregels voor het differentiëren gebruiken en aan de hand van de afgeleide het veranderingsgedrag van een functie beschrijven.

### *Domein E: Statistiek en kansrekening*

#### **Subdomein E1: Probleemstelling en onderzoeksontwerp**

11. De kandidaat kan bij een probleemstelling die zich leent voor een statistische aanpak een plan maken om antwoord op de probleemstelling te verkrijgen, waarbij geschikte variabelen worden gekozen.

**Subdomein E2: Visualisatie van data**

12. De kandidaat kan verkregen data verwerken in een geschikte tabel of grafiek en deze op waarde interpreteren.

**Subdomein E3: Kwantificering**

13. De kandidaat kan de verkregen data samenvatten in voor de probleemstelling geschikte maten en hieraan interpretaties verbinden.

**Subdomein E4: Kansbegrip**

14. De kandidaat kan het kansbegrip gebruiken om bij een toevalsproces de kans op een bepaalde uitkomst of gebeurtenis te bepalen aan de hand van een diagram, combinatoriek, kansregels en simulatie.

**Subdomein E5: Kansverdelingen**

15. De kandidaat kan aangeven in welke situatie een toevalsvariabele een bepaalde kansverdeling bezit en van die verdeling de karakteristieken verwachtingswaarde en standaardafwijking hanteren.

**Subdomein E6: Verklarende statistiek**

16. De kandidaat kan in een probleemsituatie op basis van steekproefgegevens een uitspraak doen over een populatie, de betrouwbaarheid daarvan kwantificeren en het resultaat duiden in termen van de context.

**Subdomein E7: Statistiek met ICT**

17. De kandidaat beheerst statistisch ICT-gebruik in relatie met de subdomeinen E1, E2, E3, E4, E5 en E6 om grote datasets te interpreteren en te analyseren.

*Domein F: Keuzeonderwerpen*

## Bijlage C: Examenprogramma VWO wiskunde C

### Examenprogramma wiskunde C vwo

#### *Het eindexamen*

Het eindexamen bestaat uit het centraal examen en het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

Domein A	Vaardigheden
Domein B	Algebra en tellen
Domein C	Verbanden
Domein D	Veranderingen
Domein E	Statistiek en kansrekening
Domein F	Logisch redeneren
Domein G	Vorm en ruimte
Domein H	Keuzeonderwerpen

#### *Het centraal examen*

Het centraal examen heeft betrekking op de domeinen B, C, D, F en G in combinatie met de vaardigheden uit domein A.

Het CvE stelt het aantal en de tijdsduur van de zittingen van het centraal examen vast.

Het CvE maakt indien nodig een specificatie bekend van de examenstof van het centraal examen.

#### *Het schoolexamen*

Het schoolexamen heeft betrekking op domein A en:

- de domeinen E en H;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer domeinen of subdomeinen waarop het centraal examen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

#### **De examenstof**

##### *Domein A: Vaardigheden*

##### **Subdomein A1: Algemene vaardigheden**

1. De kandidaat heeft kennis van de rol van wiskunde in de maatschappij, kan hierover gericht informatie verzamelen en de resultaten communiceren met anderen.

##### **Subdomein A2: Profielspecifieke vaardigheden**

2. De kandidaat herkent de betekenis van wiskunde in de maatschappij en in cultuurhistorische contexten en kan deze in concrete situaties beschrijven.

##### **Subdomein A3: Wiskundige vaardigheden**

## Examenprogramma wiskunde C vwo vanaf CE 2018

3. De kandidaat beheerst de bij het examenprogramma passende wiskundige vaardigheden, waaronder modelleren en algebraïseren, ordenen en structureren, analytisch denken en probleemoplossen, formules manipuleren, abstraheren, en logisch redeneren – en kan daarbij ICT functioneel gebruiken.

### *Domein B: Algebra en tellen*

#### **Subdomein B1: Rekenen en algebra**

4. De kandidaat kan berekeningen uitvoeren met getallen en variabelen en kan daarbij gebruik maken van rekenkundige en algebraïsche basisbewerkingen.

#### **Subdomein B2: Telproblemen**

5. De kandidaat kan telproblemen structureren en schematiseren en dat gebruiken bij berekeningen en redeneringen.

### *Domein C: Verbanden*

6. De kandidaat kan van eerstegraadsfuncties, tweedegraadsfuncties, machtsfuncties, exponentiële functies en logaritmische functies de verschillende representaties doelgericht gebruiken, kan bijbehorende vergelijkingen oplossen, waar nodig met behulp van ICT, en kan periodieke verschijnselen beschrijven.

### *Domein D: Veranderingen*

7. De kandidaat kan het veranderingsgedrag van eerstegraadsfuncties, tweedegraadsfuncties, machtsfuncties, exponentiële functies en logaritmische functies en de regelmaat in rijen doelgericht beschrijven en gebruiken.

### *Domein E: Statistiek en kansrekening*

#### **Subdomein E1: Probleemstelling en onderzoeksontwerp**

8. De kandidaat kan bij een probleemstelling die zich leent voor een statistische aanpak een plan maken om antwoord op de probleemstelling te verkrijgen, waarbij geschikte variabelen worden gekozen.

#### **Subdomein E2: Visualisatie van data**

9. De kandidaat kan verkregen data verwerken in een geschikte tabel of grafiek en deze op waarde interpreteren.

#### **Subdomein E3: Kwantificering**

10. De kandidaat kan de verkregen data samenvatten in voor de probleemstelling geschikte maten en hieraan interpretaties verbinden.

#### **Subdomein E4: Kansbegrip**

11. De kandidaat kan het kansbegrip gebruiken om bij een toevalsproces de kans op een bepaalde uitkomst of gebeurtenis te bepalen aan de hand van een diagram, combinatoriek, kansregels en simulatie.

#### **Subdomein E5: Kansverdelingen**

12. De kandidaat kan aangeven in welke situatie een toevalsvariabele een bepaalde kansverdeling bezit en van die verdeling de karakteristieken verwachtingswaarde en standaardafwijking hanteren.

**Subdomein E6: Statistiek met ICT**

13. De kandidaat beheerst statistisch ICT-gebruik in relatie met de subdomeinen E1, E2, E3, E4 en E5 om grote datasets te interpreteren en te analyseren.

*Domein F: Logisch redeneren*

14. De kandidaat kan logische redeneringen analyseren op correct gebruik.

*Domein G: Vorm en ruimte*

15. De kandidaat kan van een ruimtelijk object aanzichten en perspectieftekeningen maken, er berekeningen aan uitvoeren en op basis daarvan conclusies trekken over dit object.

*Domein H: Keuzeonderwerpen*



## Bijlage D: Voorbeelden van afwegingen bij dataset

Voorbeeld 1: fragment van een dataset over huisartsenbezoek in de VS. De beschrijving bij deze dataset ontbreekt.

ofp	ofnp	opp	opnp	emr	hosp	numchron	adldiff	age	black	sex	maried	school	faminc	employed	privins	medicaid	region	hlth
5	0	0	0	0	1	2	0	6,9	yes	male	yes	6	2,881	yes	yes	no	other	other
1	0	2	0	2	0	2	0	7,4	no	female	yes	10	2,7478	no	yes	no	other	other
13	0	0	0	3	3	4	1	6,6	yes	female	no	10	0,6532	no	no	yes	other	poor
16	0	5	0	1	1	2	1	7,6	no	male	yes	3	0,6588	no	yes	no	other	poor
3	0	0	0	0	0	2	1	7,9	no	female	yes	6	0,6588	no	yes	no	other	other
17	0	0	0	0	0	5	1	6,6	no	female	no	7	0,3301	no	no	yes	other	poor
9	0	0	0	0	0	0	0	7,5	no	female	no	8	0,828	no	yes	no	midwest	other
3	0	0	0	0	0	0	0	8,7	no	female	no	8	3,0456	no	yes	no	midwest	other
1	0	0	0	0	0	0	0	7,3	no	female	no	8	3,0456	no	yes	no	midwest	other
0	0	0	0	0	0	0	0	7,8	no	female	no	8	3,0456	no	yes	no	midwest	other
0	0	0	0	0	0	1	0	6,6	no	male	yes	8	2,9498	yes	yes	no	midwest	other
44	5	2	0	0	1	5	1	6,9	no	female	yes	15	2,9498	no	yes	no	midwest	other
2	0	0	0	0	0	1	1	8,4	no	female	no	8	0,8988	no	no	no	midwest	other
1	0	0	0	0	0	1	1	8,1	no	female	no	8	0,8988	no	no	yes	midwest	poor
19	0	1	2	0	1	1	0	7,8	no	female	no	12	6,0654	no	yes	no	midwest	other

### Afwegingen

- Het is niet duidelijk waar de data vandaan komen, over welke periode deze is verzameld.
- Zonder beschrijving is het moeilijk te zeggen wat de cijfers in de kolommen betekenen. Van de meeste kolommen is de betekenis onduidelijk. Wat staat er bijvoorbeeld in die eerste kolommen? Wat stellen die getallen voor? Op welke schaal is gemeten? De kolom *faminc* staat waarschijnlijk voor family income. De vraag is wat dit voor bedragen zijn. Is dat het inkomen per maand, per huishouden, bruto/netto? Als dat niet duidelijk is, wordt het lastig om daar een vraag over te maken.
- Er zitten nominale variabelen in als *sex* en *region*. Bij de eerste acht kolommen is het meetniveau niet duidelijk. Er lijken weinig continue variabelen te zijn. Hier mist dus een mix van verschillende typen variabelen.
- Conclusie: zonder toelichting is deze dataset niet geschikt. Ook met toelichting is deze niet geschikt vanwege het gemis aan verschillende typen variabelen.

Voorbeeld 2: fragment van een dataset over behaalde Olympische medailles

Name	Sex	Age	Height	Weight	Team	NOC	Games	Year	Season	City	Sport	Event	Medal
Aristidis Akratopoulos	M	NA	NA	NA	Greece	GRE	1896 Summer	1896	Summer	Athina	Tennis	Tennis Men's Singles	NA
Lucien Masset	M	22	NA	NA	France	FRA	1936 Summer	1936	Summer	Berlin	Gymnastics	Gymnastics Men's Rings	NA
Stig Oskar Sollander	M	29	NA	NA	Sweden	SW E	1956 Winter	1956	Winter	Cortina d'Ampezzo	Alpine Skiing	Alpine Skiing Men's Slalom	Bronze
Peder Lunde, Jr.	M	26	176	80	Norway	NOR	1968 Summer	1968	Summer	Mexico City	Sailing	Sailing Mixed Two Person Keelboat	Silver
Charles "Charlie" Spedding	M	32	173	63	Great Britain	GBR	1984 Summer	1984	Summer	Los Angeles	Athletics	Athletics Men's Marathon	Bronze
Michael Carruth	M	25	173	59	Ireland	IRL	1992 Summer	1992	Summer	Barcelona	Boxing	Boxing Men's Welterweight	Gold
Rune Christopher Hydahl	M	26	180	72	Norway	NOR	1996 Summer	1996	Summer	Atlanta	Cycling	Cycling Men's Mountainbike, Cross-Country	NA

Afwegingen:

- Positief aan deze dataset is het aantal records (meer dan 270 000). Het is praktisch om hier een selectie uit te maken, bijvoorbeeld de medailles in een bepaald jaar, of er een steekproef uit te laten trekken. Dat zorgt dat het bestand nog goed te manipuleren is.
- Ook positief: de context is herkenbaar voor leerlingen.
- Er zijn weinig kwantitatieve gegevens: alleen leeftijd, lengte en gewicht. Dat is mager. Dit zijn continue variabelen, zoals lengte (*height*) en gewicht (*weight*), maar in de gegevens staan alleen gehele getallen. Dit biedt weinig mogelijkheden om vragen over te stellen.