



**Conceptexamenprogramma
wiskunde maatschappij
E&M - havo**



Conceptexamen- programma

Wiskunde maatschappij – E&M
Havo

September 2024



een doordacht curriculum
dat doen we *samen*

Verantwoording



2024 SLO, Amersfoort

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.

Auteur

SLO

Informatie

SLO

Postbus 502, 3800 AM Amersfoort

Telefoon (033) 4840 840

Internet: www.slo.nl

E-mail: info@slo.nl

AN 9.8055.002

Inhoudsopgave

1. Inleiding	4
Leeswijzer	4
Meer informatie	4
2. Karakteristiek wiskunde maatschappij	5
Kenmerken van het vak wiskunde	5
Wiskunde maatschappij als schoolvak	5
Wiskunde maatschappij in de schoolsoorten	6
Havo	6
Vwo	7
3. Raamwerk met domeinen en subdomeinen	8
4. Eindtermen	9
Domein A Wiskundige concepten	9
Subdomein A1 Concepten bij activiteiten	9
Subdomein A2 Getallen en variabelen	9
Subdomein A3 Data en kans	12
Subdomein A4 Verbanden	16
Subdomein A5 Veranderingen	18
Subdomein A6 Keuzeonderwerp	19
Domein B Wiskundige activiteiten	20
Subdomein B1 Activiteiten met concepten	20
Subdomein B2 Wiskundig probleemaanpakken	20
Subdomein B3 Onderzoeken met modellen	22
Subdomein B4 Redeneren en bewijzen	25
Subdomein B5 Digitaal wiskundig gereedschap	26
Domein C Wiskundige oriëntatie	27
Subdomein C1 Formuleren en communiceren	27
Subdomein C2 Wiskundige houding	28
Bijlage – Begrippenlijst wiskunde	31

1. Inleiding

Voor je ligt het conceptexamenprogramma wiskunde maatschappij – E&M voor het havo. De afgelopen twee jaar heeft de vakvernieuwingscommissie wiskunde dit conceptexamenprogramma ontwikkeld – tegelijkertijd en in samenhang met zeven andere conceptexamenprogramma's wiskunde maatschappij voor C&M en E&M en wiskunde natuur voor N&G en N&T voor havo en vwo. SLO voert in [opdracht](#) van het ministerie van OCW regie over de actualisatie van het gehele curriculum.

Op basis van dit conceptexamenprogramma ontwikkelt het College voor Toetsen en Examens (CvTE) een conceptsyllabus voor de inhouden die aan het centraal examen zijn toegewezen. SLO zal de conceptexamenprogramma's en -syllabi beproeven in de onderwijspraktijk. De feedback die wordt opgehaald bij leerlingen, leraren en andere betrokkenen wordt gewogen en waar nodig worden het conceptexamenprogramma en de conceptsyllabus aangescherpt. Daarna worden de documenten vastgesteld door het ministerie van OCW. Vanaf dat moment kunnen het definitieve examenprogramma en de syllabus geïmplementeerd worden.

Leeswijzer

Dit conceptexamenprogramma begint met een karakteristiek, waarin de visie op wiskunde maatschappij en de positie van het vak in de bovenbouw van het voortgezet onderwijs staat beschreven. Daarna volgt het raamwerk: een schematische weergave van de inhouden per domein of subdomein en een verdeling van inhouden over school- en centraal examen. Daarna volgen de eindtermen. Per eindterm is een doelzin, uitwerking ('Het gaat hierbij om') en een illustratie ('Te denken valt aan') opgenomen. Tot slot staat in de bijlage de begrippenlijst.

Meer informatie

Meer informatie over de inhoudelijke keuzes en de inrichting van het proces is te vinden in het toelichtingsdocument conceptexamenprogramma's wiskunde voor havo en vwo (Brons & Tolboom, 2024).

Alle informatie over de totstandkoming, de opzet, werkwijze en inhoud van de conceptexamenprogramma's is te vinden op:

<https://www.actualisatie-examenprogrammas.nl/wiskunde>

2. Karakteristiek wiskunde maatschappij¹

Kenmerken van het vak wiskunde

Wiskunde wordt gebruikt om de wereld te beschrijven, te structureren, te organiseren en te begrijpen. Maatschappelijke en wetenschappelijke vraagstukken geven aanleiding tot wiskundige activiteiten. Denk aan werken met wiskundige modellen, probleemaanpakken en nauwkeurig redeneren. Bij deze activiteiten worden wiskundige concepten gebruikt, aangescherpt en ontwikkeld. Wiskundige denkwijzen, zoals abstraheren, classificeren, formaliseren en generaliseren karakteriseren de wiskunde en dragen bij aan het analytisch vermogen.

Wiskundige kennis staat aan de basis van natuurwetenschappelijke en technologische ontwikkelingen en is daarmee onderdeel van cultuur en samenleving. Zo was de ontwikkeling van de moderne risicoanalyse onmogelijk zonder statistiek en kansrekening. Mede daarom maken veel disciplines gebruik van wiskunde. Denk aan economische, demografische en natuurwetenschappelijke modellen.

Wiskunde heeft een kenmerkende methodiek en vaktaal. Je ontwikkelt wiskunde in relatie tot de werkelijkheid en aan de hand van zuiver wiskundige vraagstukken. Bij het aanpakken van vraagstukken word je geleid door een wiskundig oriëntatie, een nieuwsgierige houding, een zekere speelsheid en gevoel voor de schoonheid van de wiskunde. Wiskunde ondersteunt het praktisch functioneren in onderwijs, beroepsbeoefening en in de samenleving.

Wiskunde maatschappij als schoolvak

Het schoolvak wiskunde maatschappij laat leerlingen kennismaken met wiskundige concepten, wiskundige activiteiten en denkwijzen. Een belangrijk onderdeel is het functioneel gebruik bij abstracte en realistische probleemsituaties. Ter ondersteuning hiervan is er voldoende aandacht voor basisvaardigheden, procedures die vlot en routinematig uitgevoerd worden, en waarop voortgebouwd wordt. Denk aan algebraïsch herleiden en statistische representaties, ook met gebruik van technologie.

Wiskunde in de bovenbouw bouwt voort op de onderbouw. Analyses worden complexer, met een verdieping van wiskundige concepten en verbreding naar

¹ In de tekst gebruiken we 'wiskunde' voor wiskunde maatschappij en natuur en 'wiskunde maatschappij' voor de programma's voor C&M en E&M.

andere onderwerpen. Wiskundig denken en werken vraagt in de bovenbouw meer zelfstandigheid, inventiviteit, initiatief en reflectie van leerlingen.

Wiskunde maatschappij gebruikt contexten met actuele en sociaaleconomische thema's. Het vak houdt wiskunde zo concreet mogelijk en in verbinding met alledaagse taal, en steekt in op een beperkte mate van abstractie en formalisering. Leerlingen leren vragen te stellen, argumenten te formuleren en wiskundige uitwerkingen kritisch te analyseren. Ze leren wiskundige vaktaal te interpreteren, te redeneren met verbanden, zichzelf te vertrouwen in het oplossen van problemen met gebruik van wiskunde, hun aanpak te formuleren in alledaagse taal, te werken met modellen en kritisch te kijken naar de rol van deze modellen in de wereld.

Wiskunde maatschappij voor leerlingen met het profiel C&M is een onderdeel van wiskunde maatschappij voor leerlingen met het profiel E&M. Het richt zich op vervolgoopleidingen die minder wiskundevoorkennis vereisen, zoals talen, geschiedenis en rechten. In deze wiskunde gaat het om gecijferdheid, statistiek, en wiskundig denken en redeneren.

Wiskunde maatschappij voor leerlingen met het profiel E&M bereidt voor op economische en sociaalwetenschappelijke vervolgoopleidingen. Het richt zich onder meer op redeneren en werken met verbanden en data. Het geeft een basis in differentiaalrekening en een verdieping in de statistiek. Leerlingen verwerven een breed repertoire aan wiskundige technieken, ook met gebruik van ICT.

Wiskunde maatschappij legt verbindingen met andere schoolvakken, zoals economie, aardrijkskunde en de kunstvakken. Zo draagt wiskunde bij aan verdieping en verbreding van inzichten, in zowel de wiskunde als in deze andere vakken. Leerlingen gebruiken wiskunde bij ontwerpen, onderzoeken en informatieverwerking. Ze kunnen wiskunde inzetten bij vakoverstijgende opdrachten, projecten en werkstukken.

Wiskunde maatschappij in de schoolsoorten

Havo

Omdat het havo voorbereidt op het hbo is er nadrukkelijk aandacht voor beroepsgerichte contexten en het oplossen van praktische problemen. Het functioneel gebruik van wiskunde staat centraal, met inzicht in wiskundige concepten, activiteiten en denkwijzen, en de samenhang daartussen. Leerlingen leren onderzoek uit te voeren in praktische, complexe probleemsituaties. Ze gebruiken wiskundige redeneringen met helder geformuleerde aannames en

beperkingen, en rapporteren mondeling en schriftelijk over hun aanpak en bevindingen.

Vwo

Het vwo bereidt voor op wetenschappelijke opleidingen en is daarom gericht op wetenschappelijke contexten. Leerlingen krijgen meer concepten dan op de havo, die ze breder en dieper leren. Voor de aansluiting met het vervolgonderwijs is de onderbouwing van die concepten formeler en abstracter. Inzicht in de achtergrond en de samenhang van wiskundige onderwerpen is belangrijk. Leerlingen leren onderzoek doen, een probleemaanpak formuleren en een probleem oplossen in complexe, omvangrijke en minder afgebakende probleemsituaties.

3. Raamwerk met domeinen en subdomeinen

Hieronder vind je het raamwerk van wiskunde maatschappij - E&M geordend naar domeinen en subdomeinen. Daarbij is een verdeling gemaakt van inhouden over het schoolexamen (SE) en centraal examen (CE).

Onderstaande SE-CE-verdeling is de basis voor het ontwikkelen van de conceptsyllabus en gericht op invoering van het examenprogramma op korte termijn (2-5 jaar).

Domeinindeling	Titel (sub)domein	Toewijzing CE-SE	
		SE	CE
Domein A	Wiskundige concepten		
Subdomein A1	Concepten bij activiteiten	X	
Subdomein A2	Getallen en variabelen		X
Subdomein A3	Data en kans	X	X
Subdomein A4	Verbanden		X
Subdomein A5	Veranderingen		X
Subdomein A6	Keuzeruimte	X	
Domein B	Wiskundige activiteiten		
Subdomein B1	Activiteiten met concepten		X
Subdomein B2	Wiskundig probleemaanpakken	X	
Subdomein B3	Onderzoeken met modellen	X	
Subdomein B4	Redeneren en bewijzen	X	
Subdomein B5	Digitaal wiskundig gereedschap	X	
Domein C	Wiskundige oriëntatie		
Subdomein C1	Formuleren en communiceren	X	X
Subdomein C2	Wiskundige houding	X	

4. Eindtermen

Domein A Wiskundige concepten

Subdomein A1 Concepten bij activiteiten

Eindterm 1

De leerling gebruikt wiskundige concepten en procedures bij wiskundige activiteiten. (B)

Het gaat hierbij om:

- probleemaanpakken met wiskundige concepten;
- onderzoeken van wiskundige concepten met behulp van modellen;
- redeneren met wiskundige concepten.

Subdomein A2 Getallen en variabelen

Eindterm 2

De leerling werkt met getallen en variabelen. (B)

Het gaat hierbij om:

- verbanden leggen tussen verschillende notaties voor getallen;
- introduceren van een variabele in een probleemsituatie;
- onderscheiden van meetniveaus van discrete en continue statistische variabelen;
- onderscheiden van exacte waarden en benaderingen.

Te denken valt aan:

- gegevens vertalen van en naar procenten, indices, verhoudingen en schaal;
- informatie over meningen, gevoel, of ervaring vergelijkbaar maken met kwantitatieve variabelen, bijvoorbeeld bij maatschappijleer en biologie;
- onderscheid maken tussen variabelen bij economie, bijvoorbeeld betalingsbereidheid, consumenten- en producentenvertrouwen en nut;

- onderscheiden van de meetniveaus nominaal, ordinaal, interval en ratio;
- gebruiken van wetenschappelijke notatie.

Eindterm 3

De leerling is rekenvaardig. (B)

Het gaat hierbij om:

- benoemen en toepassen van rekenregels;
- werken met percentages, verhoudingen en breuken, en reële getallen;
- efficiënt gebruiken van rekenhulpmiddelen;
- schattend rekenen.

Te denken valt aan:

- interpreteren en valideren van uitkomsten in context en begrijpen wat getallen te vertellen hebben: is een miljoen euro veel winst, of weinig? En hoe zit dit voor een kleine ondernemer of voor een multinational;
- omgaan met kentallen en referentiematen, zoals totaal, per inwoner, per dag, per vlucht, en per huis;
- rekenen met ratio's uit een jaarrekening;
- strategisch rekenen in probleemsituaties met schattingen van orde van grootte, onder andere bij Fermi-problemen;
- eenvoudige berekeningen die passen bij het profiel uit het hoofd doen.

Eindterm 4

De leerling is algebraïsch vaardig. (B)

Het gaat hierbij om:

- inzicht tonen in de structuur van algebraïsche uitdrukkingen;
- herleiden van algebraïsche uitdrukkingen;
- algebraïsch oplossen van stelsels van lineaire vergelijkingen, ook in samengestelde vorm.

Te denken valt aan:

- herleiden van budgetvergelijkingen en doelfuncties bij het vak economie;
- opstellen van de inverse functie; vrijmaken van variabelen en uitvoeren van substituties;
- ongelijkheden relateren aan grafieken van functies;
- oplossen van vergelijkingen met behulp van substitutie;
- herkennen van verschillende typen vergelijkingen, bijvoorbeeld met lineaire, kwadratische, en exponentiële verbanden.

Eindterm 5

De leerling werkt met grootheden en eenheden. (B)

Het gaat hierbij om:

- analyseren van eenheden;
- analyseren van effect van meetonauwkeurigheden en afrondingen bij tussenresultaten op eindresultaten;
- getallen afronden passend bij de context;
- uitvoeren van eenhedenanalyse in een verband tussen grootheden.

Te denken valt aan:

- omrekenen van eenheden als kilometer per uur (km/u) naar meter per seconde (m/s) en omgekeerd;
- bij formules de eenheden van een constante bepalen, bijvoorbeeld vanuit de formule $T = 2,8h - 134,1$, met de temperatuur T in $^{\circ}\text{C}$ en de hoogte h in km de eenheid van 2,8 bepalen;
- gebruikmaken van technische kennis, zoals het rekenen met terawatt, joule, kcal, ms^{-1} en m/s.

Subdomein A3 Data en kans

Eindterm 6

De leerling exploreert profielgerelateerde data met digitaal wiskundig gereedschap. (B)

Het gaat hierbij om:

- data verwerken in tabellen, grafieken en diagrammen;
- data samenvatten met centrum- en spreidingsmaten;
- data vergelijken op basis van frequentieverdelingen en andere visualisaties;
- beargumenteren welke verwerking en karakterisering van data geschikt is.

Te denken valt aan:

- opschonen van eenvoudige eigen primaire onderzoeksgegevens of omvangrijkere secundaire datasets, gerelateerd aan profiel(keuze)vakken, zoals economie, maatschappijleer en aardrijkskunde. Denk aan de gegevens van de LAKS-monitor;
- redeneren over inkomensverdeling met begrippen, zoals modaal en mediaan inkomen en percentielen;
- vergelijken van groepen, bijvoorbeeld aan de hand van een frequentieverdeling van consumentengedrag en inkomens- of leeftijdsklassen als onderliggende variabele;
- redeneren met statistische representaties over verschillen tussen groepen, bijvoorbeeld over koopgedrag van jongeren en ouderen, op basis van frequentieverdelingen, centrum- en spreidingsmaten;
- redeneren over samenhang tussen variabelen op basis van spreidingsdiagrammen, bijvoorbeeld met een spreidingsdiagram onderzoeken of er samenhang is tussen online koopgedrag en het gebruik van sociale media.

Eindterm 7**De leerling beoordeelt berichtgeving in media en onderzoek waarbij statistiek gebruikt wordt. (B)**

Het gaat hierbij om:

- kritische vragen stellen over de kwaliteit van statistisch onderzoek;
- herkennen en weerleggen van misleidende statistische informatie;
- onderscheiden van correlatie en causaliteit;
- beoordelen van representativiteit, validiteit en betrouwbaarheid.

Te denken valt aan:

- bespreken van belangrijke infographics en bijbehorende kernboodschappen in boeken, waaronder schoolboeken en atlassen;
- bespreken van statistieken bij actuele onderwerpen: hoe zijn data verzameld en waarnemingen meetbaar gemaakt;
- onderzoeksrapporten beoordelen op de waarde van kwantitatieve informatie: juistheid van data en gegevens, en juist gebruik hiervan in conclusie, samenvatting en berichtgeving;
- bij opdrachten en werkstukken gebruikmaken van statistische informatie uit rapporten over onderzoek en beleid, bijvoorbeeld rapporten van het Sociaal en Cultureel Planbureau over de kwaliteit van de samenleving;
- een poster maken over het gebruik van statistische informatie in verschillende onderzoeksmethoden en onderzoeksfasen.

Eindterm 8**De leerling formuleert conclusies over een populatie op basis van steekproeven. (B)**

Het gaat hierbij om:

- evalueren van de invloed van de steekproefomvang en verdeling op statistische conclusies;
- bepalen van de populatieproportie en het populatiegemiddelde in de vorm van een betrouwbaarheidsinterval;
- bepalen van de populatieverdeling aan de hand van grafische representaties;
- gebruiken van simulaties van steekproeftrekkingen uit een populatie om, op basis van een steekproevenverdeling, zicht te krijgen op toevalsvariatie;
- interpreteren van resultaten in context.

Te denken valt aan:

- effecten nagaan van steekproefomvang en standaardafwijking op vorm en spreiding van steekproevenverdeling met statistische software of via demonstratie;
- betrouwbaarheidsintervallen opstellen op basis van simulatie en formules, en deze interpreteren in context;
- benoemen van de wortel-n-wet en de centrale limietstelling, om te laten zien dat bij een groot aantal trekkingen de gemiddelden een normale verdeling laten zien;
- een presentatie geven over hoe de begrippen 'statistisch significante verschillen' en 'substantiële verschillen' worden gebruikt in onderzoekverslagen en gesprekken.

Eindterm 9

De leerling onderzoekt de statistische samenhang tussen twee variabelen. (B)

Het gaat hierbij om:

- onderzoeken of een verschil tussen twee groepen met betrekking tot populatiegemiddelden en populatieproporties significant is;
- bepalen van de relevantie van het verschil tussen twee groepen aan de hand van de effectgrootte;
- bepalen van de correlatiecoëfficiënt en de regressielijn met digitaal wiskundig gereedschap;
- interpreteren van resultaten in context.

Te denken valt aan:

- aan de hand van simulaties bespreken van verschillen tussen groepen, bijvoorbeeld bij placebo-onderzoek;
- met de hand en met digitaal wiskundig gereedschap schetsen van trendlijnen in een puntenwolk;
- kritisch kijken naar oorzaak-gevolgrelaties en daarbij omdraaien van oorzaak-gevolgrelaties vermijden, bijvoorbeeld over een loon-prijs spiraal en over het effect van prijsbeleid bij marktfalen;
- redeneren over samenhang tussen variabelen op basis van correlatiecoëfficiënt en regressielijn en hierbij gebruikmaken van demografische en aardrijkskundige informatie vanuit landengegevens.

Eindterm 10

De leerling berekent kansen, verwachtingswaarden en standaardafwijkingen, met en zonder digitaal wiskundig gereedschap. (B)

Het gaat hierbij om:

- werken met stochasten;
- kansen bepalen met de normale verdeling;
- kansen bepalen met discrete verdelingen;
- werken met voorwaardelijke kansen;
- werken met verwachtingswaarden en standaardafwijkingen van stochasten.

Te denken valt aan:

- rekenen met risico's, kansen, en schadeomvang bij collectieve en individuele verzekeringen en uitleggen van het principe van averechtse selectie;
- berekenen van verwachtingswaarden bij kansspelen;
- berekenen van kansen met behulp van vaasmodel en kansboom bij verschillende verdelingen, zoals normale verdeling, uniforme en binomiale verdeling;
- duiden van verschil tussen de voorwaardelijke kansen, bijvoorbeeld de kans op positieve test gegeven ziekte versus de kans op ziekte gegeven positieve test.

Eindterm 11

De leerling analyseert telproblemen. (B)

Het gaat hierbij om:

- identificeren van een probleem als een telprobleem;
- onderscheiden en herkennen van rangschikkingen met en zonder herhaling;
- gestructureerd representeren van telproblemen;
- rekenen met combinaties, permutaties en herhalingsrangschikkingen.

Te denken valt aan:

- een video maken waarin de leerling uitlegt hoe bij kansrekening het vaasmodel werkt en waarom hierbij combinaties gebruikt worden;
- tekst en illustratie maken over het gebruik van combinaties als permutaties bij kansrekening;
- onderzoeken hoe bij andere vakken combinaties en permutaties worden gebruikt in praktische situaties;
- een poster maken over het verband tussen combinaties, binomiaalcoëfficiënten, de driehoek van Pascal, het bord van Galton, en de normale verdeling.

Subdomein A4 Verbanden

Eindterm 12

De leerling redeneert met verbanden tussen variabelen. (B)

Het gaat hierbij om:

- redeneren met verbanden met meerdere variabelen;
- verkennen van mogelijke waarden van variabelen bij een gegeven verband;
- vertalen van en naar representaties van functies: beschrijving, tabel, grafiek en formule.

Te denken valt aan:

- in alledaagse contexten exponentiële en lineaire verbanden herkennen;
- opstellen van formules van een standaardfunctie bij gegeven informatie;
- benaderen van een discrete probleemsituatie met een continue functie.

Eindterm 13**De leerling redeneert met standaardfuncties. (B)**

Het gaat hierbij om:

- herkennen en gebruiken van standaardfuncties van een lineair, evenredig, omgekeerd evenredig en exponentieel verband;
- benoemen van karakteristieke eigenschappen van standaardfuncties ten aanzien van domein, bereik, snijpunten met coördinaatassen, groeigedrag, en de globale vorm van de grafiek;
- rekenen met groeipercentages, verdubbelingstijd en halveringstijd bij modellen van exponentiële groei.

Te denken valt aan:

- een exponentieel of lineair model opstellen op basis van een tabel, of op basis van een context met een groeipercentage per periode;
- een standaardfunctie kiezen die bij een context past en deze keuze onderbouwen, bijvoorbeeld als het gaat om exponentiele functies in economische en natuurwetenschappelijke modellen;
- herkennen en gebruiken van standaardfuncties, zoals evenredigheidsverbanden bij contexten in andere vakken;
- herkennen van standaardfuncties bij contexten en gebruiken bij modellen in andere vakken.

Eindterm 14**De leerling werkt en redeneert met functies. (B)**

Het gaat hierbij om:

- herkennen en uitleggen hoe een functie opgebouwd is uit standaardfuncties via samenstelling en rekenoperaties;
- berekenen van snijpunten met andere functies en assen, groeigedrag, asymptoten en oneindig gedrag.

Te denken valt aan:

- grafieken matchen met (standaard)formules;
- redeneringen als: bij $T(t) = 100 \cdot 0,95^t + 10$, als t heel groot wordt, dat T naar 10 gaat en waarom het aantal snijpunten van $y = 100 \cdot 0,9^x$ en $y = 10 \cdot 1,2^x$ gelijk is aan 1;
- berekenen van en redeneren met marktevenwichten van prijs en hoeveelheid;
- gebruiken van logschalen, beperkt tot aflezen en punten weergeven.

Subdomein A5 Veranderingen

Eindterm 15

De leerling analyseert discrete en gemiddelde veranderingen. (B)

Het gaat hierbij om:

- berekenen van het differentiequotient van een functie;
- inzicht tonen in marginale analyse.

Te denken valt aan:

- bepalen van groeisnelheid op specifiek interval;
- bepalen van de gemiddelde helling op een interval en dit koppelen aan de helling in een punt;
- berekenen van een gemiddelde verandering uit over een bepaald interval. Bijvoorbeeld bij een groeicurve van de lengte van 0-18 jarigen en daarbij de juiste eenheid (*cm/jaar*) interpreteren;
- rekenen met prijselasticiteit bij een vraagcurve: procentuele verandering van de prijs gedeeld door de procentuele verandering van de vraag;
- vlot kunnen redeneren met richtingscoëfficiënt in bijvoorbeeld vraag- en aanbodfuncties bij economische vraagstukken.

Eindterm 16

De leerling analyseert marginale veranderingen bij verbanden. (B)

Het gaat hierbij om:

- oplossen van een optimaliseringsprobleem met digitaal wiskundig gereedschap met behulp van de afgeleide.

Te denken valt aan:

- gebruiken van afgeleide om optimale productieomvang te bepalen bij een totale kostenfunctie in de vorm van een kwadratisch verband.

Subdomein A6 Keuzeonderwerp

Eindterm 17

**De leerling toont inzicht in een wiskundig onderwerp naar keuze.
(B)**

Het gaat hierbij om:

- zich oriënteren op wiskunde;
- uitvoeren van wiskundige activiteiten;
- verbreden van wiskundige concepten;
- reflecteren op wiskundige houding.

Te denken valt aan:

- een debat organiseren over brede thema's, zoals wiskunde en kunst of taal, of de geschiedenis van de wiskunde en sociaal- en natuurwetenschappelijke wiskunde;
- zich verdiepen in wiskundig thema's, zoals rijen en reeksen, analyse en calculus, partieel integreren, voortgezette statistiek, of analytische meetkunde;
- zich verbreden in specifiek wiskundige thema's, zoals speltheorie, cryptografie, grafentheorie, getaltheorie, fractals, logica, of perspectieftekenen;
- onderzoek van de rol van wiskunde in praktijk en beleid ten aanzien van maatschappelijke thema's zoals technologie, globalisering, duurzaamheid en gezondheid.

Domein B Wiskundige activiteiten

Subdomein B1 Activiteiten met concepten

Eindterm 18

De leerling past relevante wiskundige activiteiten en denkwijzen toe als het gaat om concepten toegewezen aan het centraal examen. (B)

Het gaat hierbij om:

- aanpakken van niet-routine problemen;
- werken met wiskundige modellen;
- wiskundig redeneren en bewijzen;
- abstraheren, generaliseren en formuleren;
- gebruiken van digitaal wiskundig gereedschap.

Subdomein B2 Wiskundig probleemaanpakken

Eindterm 19

De leerling pakt niet-routineproblemen systematisch aan, waarbij wiskunde een rol speelt. (B)

Het gaat hierbij om:

- herkennen van en werken aan niet-routine problemen;
- gebruiken van de fasen van het proces van probleemaanpak;
- samenwerken en taken verdelen;
- effectief hulp vragen en gebruikmaken van bronnen;
- organiseren, monitoren en evalueren van het proces van probleemaanpak.

Te denken valt aan:

- geschikte heuristieken gebruiken die passen bij de fasen van probleemaanpak, zoals het onderzoeken van gegevens om het type groei te bepalen;
- opdelen in praktisch oplosbare deelproblemen;
- ervaren hoe het is om vast te lopen in een probleem en vasthoudend strategieën inzetten om tot oplossingen te komen;
- hulpbronnen inschakelen, zoals een andere wiskundige techniek kiezen, exploreren met digitaal wiskundig gereedschap, of hulp van een ander zoeken;
- toepassen van de werkwijze van Pólya.

Eindterm 20

De leerling herkent en gebruikt een abstract perspectief op wiskundige concepten en technieken om op heuristische wijzen niet-routine problemen aan te pakken. (B)

Het gaat hierbij om:

- herkennen en gebruiken van algoritmische aspecten in wiskundige technieken, waarbij de aandacht verschuift naar globale eigenschappen;
- combineren van verschillende concepten en technieken;
- herkennen en beschrijven van voorbeeldproblemen waarin beheerste wiskundige technieken toegepast kunnen worden.

Te denken valt aan:

- lineaire verbanden onderscheiden in evenredig en niet-evenredig, en zien welke van toepassing is op een probleemsituatie;
- de stelling van Pythagoras zien als een methode om de afstand tussen twee punten in een rooster te berekenen;
- bruikbaarheid en toepasbaarheid van algoritmes inschatten, bijvoorbeeld als de abc-formule geen oplossingen geeft als de discriminant negatief is.

Eindterm 21

De leerling doet onderzoek met behulp van wiskunde in een probleemsituatie. (B)

Het gaat hierbij om:

- vragen stellen met behulp van wiskunde bij een probleemsituatie;
- formuleren van een wiskundig probleem;
- formuleren van een vermoeden van wiskundige aard;
- systematisch werken volgens fasen van een onderzoekscyclus;
- onderbouwen van conclusies.

Te denken valt aan:

- vragen stellen over een probleemsituatie vanuit meerdere perspectieven;
- volgen van een onderzoekscyclus met fasen, zoals oriënteren, verkennen, analyseren, plannen, uitvoeren, conclusies trekken, verifiëren, presenteren;

- voor een open dag een kansspel organiseren op basis van een zelfontworpen kansverdeling en hierbij de verwachtingswaarde berekenen;
- bespreken van redeneringen, zoals "Het verwachte aantal keren dat je uitkomst 3 gooit bij 60 worpen is 10, de kans dat je 10 keer 3 gooit is niet $\frac{1}{6}$? Hoe kan dat?";
- bewijzen van de juistheid van een resultaat;
- onderzoeken van mogelijke generalisaties van een gevonden oplossing, binnen en buiten de wiskunde.

Subdomein B3 Onderzoeken met modellen

Eindterm 22

De leerling modelleert aan de hand van een modelleercyclus. (B)

Het gaat hierbij om:

- maken van een conceptueel model bij een probleemsituatie;
- mathematiseren van een conceptueel model tot een wiskundig model;
- rekenen en redeneren met wiskundige modellen;
- interpreteren van de uitkomsten van wiskundig modellen;
- aanpassen van modellen.

Te denken valt aan:

- aandacht geven aan onderliggende wiskundige modellen bij opgaven;
- bespreken van grafische modellen van veranderingsgedrag met digitaal wiskundig gereedschap;
- verkennen van omvangrijke probleemsituaties vanuit ruwe schattingen, bijvoorbeeld in de vorm van het opstellen van zogenaamde Fermi-problemen;
- een onderbouwing geven van een analyse van het effect van economisch beleid op koopkracht of winst, bijvoorbeeld over regulering van technologie en prijzen van producten;
- een vergelijking maken tussen wetten bij economie en modellen bij wiskunde, bijvoorbeeld de wet van Wright, de wet van Say, en de wet van vraag en aanbod.

Eindterm 23**De leerling werkt met gegeven modellen. (B)**

Het gaat hierbij om:

- vergelijken van bestaande modellen;
- kritisch bekijken van bruikbaarheid van modelresultaten;
- evalueren van aansluiting bij probleemsituaties;
- evalueren van aannames.

Te denken valt aan:

- verschillende modellen ontwikkelen voor berekening van bijvoorbeeld een inflatie-index, de Living Planet Index, of de Human Development Index;
- aanpassen van parameters in een vraag- en aanbodfunctie;
- bespreken van een grafisch model van veranderingsgedrag bijvoorbeeld bij innovaties, marktaandeel en consumentengedrag;
- evalueren van effecten van veranderingen binnen of buiten de modelmatig verbanden, bijvoorbeeld een verschuiving van vraagfunctie;
- aannames en implicaties bespreken bij de laffercurve die het theoretische verband weergeeft tussen belastingtarieven en belastingontvangsten.

Eindterm 24**De leerling werkt met discrete modellen in profielgerichte context, met digitaal wiskundig gereedschap. (B)**

Het gaat hierbij om:

- herkennen dat een probleemsituatie met lineair programmeren op te lossen is;
- kiezen van relevante variabelen bij de gegeven tweedimensionale probleemsituatie;
- formuleren van het tweedimensionale model door het bepalen van de verbanden tussen relevante variabelen;
- bepalen van het optimum van een lineair optimaliseringsprobleem door middel van de randenwandelmethode;
- gebruiken van geschikte digitaal wiskundig gereedschap bij het oplossen van een twee- of hoger dimensionaal lineair optimaliseringsprobleem.

Te denken valt aan:

- gebruiken van de niveaulijnenmethode bij een twee dimensionaal model;
- gebruiken van eenvoudige modellen van leefomgeving en maatschappij;
- beschrijven hoe een praktische situatie van keuzes maken onder voorwaarden leidt tot een vraagstuk van lineair programmeren en hierbij de juiste formules opstellen;
- oplossen van een tweedimensionaal lineair optimaliseringsprobleem met pen en papier;
- uitvoeren van een gevoeligheidsanalyseonderzoek van bepaalde randvoorwaarden.

Eindterm 25

De leerling werkt volgens een statistische onderzoekscyclus. (B)

Het gaat hierbij om:

- opstellen van een onderzoeksvraag;
- gebruiken van eigen of gegeven profielspecifieke data;
- verantwoorden van de gebruikte onderzoeksmethode en steekproefopzet;
- analyseren van data;
- verwerken van resultaten in conclusies en verslaglegging.

Te denken valt aan:

- statistische onderzoeksmethoden toepassen bij taken en werkstukken bij maatschappijleer, aardrijkskunde, Nederlands en andere vakken;
- beoordelen van representativiteit, betrouwbaarheid en validiteit van onderzoeksresultaten;
- formuleren van een onderzoeksvraag en passende onderzoeksmethode bij ander vakken toegepast zoals bij aardrijkskunde locatiekarakteristieken en economische gegevens vergelijken;
- analyseren van data met gebruik van profieleigen statistisch gereedschap;
- herkennen en toepassen van modelleercycli en empirische onderzoekscycli bij andere vakken.

Subdomein B4 Redeneren en bewijzen

Eindterm 26

De leerling redeneert wiskundig in stappen. (B)

Het gaat hierbij om:

- beoordelen of redeneerstappen en aannames correct en compleet zijn;
- adequaat hanteren van logische verbindings- en voegwoorden;
- herkennen van inductief en deductief redeneren;
- beweringen weerleggen met een tegenvoorbeeld.

Te denken valt aan:

- inzicht tonen in onderliggende modellen bij standaardopgaven;
- een poster maken over specifieke wiskundige redeneringen die bij het aanpakken van probleemsituaties horen;
- op eenvoudige beweringen reageren zoals "Bij een muntworp van negen van de tien keer kop is de munt niet zuiver";
- redeneren, in afstemming met andere vakken, met voegwoorden zoals als, dan, dus, daarom, want, tenzij, zodat, en, en of;
- uitleggen dat een de grafiek van een kwadratische functie een maximum heeft omdat horizontale lijn maximaal twee snijpunten met deze grafiek heeft.

Eindterm 27

De leerling werkt met algoritmes. (B)

Het gaat hierbij om:

- aangeven of een beschrijving van een werkwijze al dan niet om een algoritme gaat;
- formuleren van een bekende wiskundige techniek als een algoritme;
- herkennen van mogelijkheden en beperkingen in de bruikbaarheid van algoritmen.

Te denken valt aan:

- algoritmische constructies in grafische software maken ten behoeve van grafische ondersteuning economische analyse;
- gebruiken van een als-dan-constructie in een rekenbladprogramma ten behoeve van dataexploratie;
- onderzoek doen naar algoritmes achter nieuwsupdates, zoekfuncties en reclame;
- proberen of algoritmes bruikbaar zijn om repeterende handelingen efficiënt uit te voeren.
- het Algoritmisch Historisch Museum bezoeken.

Subdomein B5 Digitaal wiskundig gereedschap

Eindterm 28

De leerling gebruikt geschikt digitaal gereedschap bij wiskunde. (B)

Het gaat hierbij om:

- gebruiken van grafische methoden;
- gebruiken van numerieke methoden;
- verwerken en analyseren van data;
- onderzoeken van modellen.

Te denken valt aan:

- werken met een rekenbladprogramma om centrummaten te bepalen bij een dataset;
- bepalen van de regressielijn vanuit een dataset;
- gebruiken van geschikt digitaal gereedschap, inclusief de mogelijkheden van generatieve artificiële intelligentie (AI), ten behoeve van probleemaanpak;
- gebruiken voor grafische weergaven en analyses te doen ten behoeve van werkstukken.

Domein C Wiskundige oriëntatie

Subdomein C1 Formuleren en communiceren

Eindterm 29

De leerling toont inzicht in de vaktaal van de wiskunde. (B)

Het gaat hierbij om:

- beheersen van wiskundige symbolen;
- begrip tonen van wiskundige begrippen;
- begrip tonen van visuele representaties;
- vertalen van dagelijkse taal naar vaktaal en andersom.

Te denken valt aan:

- beheersen van begrippen, zoals oplossen van een vergelijking, herleiden, aflezen, berekenen, en uitzetten tegen;
- gebruiken van statistische begrippen in spreektaal, zoals Jan Modaal, mediaan inkomen, en de gemiddelde Nederlander;
- de begrippen parabool en exponentiële groei relateren aan de grafieken van functies;
- verwerken van online informatie in tabellen of infographics die gebaseerd zijn op aardrijkundige en economische statistieken.

Eindterm 30

De leerling communiceert in de vaktaal van de wiskunde. (B)

Het gaat hierbij om:

- verwoorden van gedachten in vaktaal;
- deelnemen aan samenwerkingsvormen;
- hanteren van de juiste notaties, conventies en benamingen;
- maken van visuele representaties;
- verslag doen van onderzoeksmethoden en resultaten.

Te denken valt aan:

- correct gebruiken van wiskundige conventies, zoals intervalnotaties, het isgelijktteken en de notatie voor combinaties;
- bespreken van welke informatie de Lorentzcurve geeft en hoe deze representatie afwijkt van grafieken met twee variabelen;
- gebruiken van een formule-editor.

Subdomein C2 Wiskundige houding

Eindterm 31

De leerling past wiskundige denkwijzen toe. (B)

Het gaat hierbij om:

- patronen zoeken;
- structuren beschrijven;
- classificeren;
- abstraheren en generaliseren;
- streven naar compressie van concepten en procedures.

Te denken valt aan:

- gebruiken van wiskundige denkwijzen als generaliseren en formaliseren na oplossen van een probleem, waarbij vragen gesteld worden als "waar geldt dit nog meer?", "hoe kan deze aanpak effectief en efficiënt vastgelegd worden?";
- herkennen en expliciteren van wiskundige denkwijzen, zoals specificeren, abstraheren, concretiseren, classificeren, karakteriseren als heuristische bij het oplossen van problemen;
- analogieën zien tussen wiskundige denkwijzen en denken en leren in dagelijkse praktijk;
- redeneren over lange termijn patronen van economische ontwikkeling, verstedelijking, inkomensontwikkeling en bevolkingsspreiding;
- redeneren over veranderende structuren in wereldeconomie, handelsstromen, en migratie.

Eindterm 32

De leerling herkent en gebruikt wiskunde in dagelijkse, maatschappelijke en onderwijsgerichte situaties. (E)

Het gaat hierbij om:

- vragen stellen vanuit wiskunde over de wereld;
- toepassen van wiskundige activiteiten en denkwijzen;
- gebruiken van wiskunde in andere vakken;
- evalueren van gebruik van wiskunde in cultuur en maatschappij.

Te denken valt aan:

- gebruiken van wiskunde bij informatievaardigheden, en de vakspecifieke benaderingswijze van maatschappijleer bij de analyse van maatschappelijke en politieke vraagstukken;
- combineren van de resultaten van wiskundige modellen en analyses van maatschappelijke vraagstukken over economische, demografische en technologische ontwikkelingen;
- ordenen en analyseren van statistische informatie over sociaaleconomische en demografische veranderingen bij vakken zoals geschiedenis, economie en aardrijkskunde;
- verwijzen naar de inbreng vanuit wiskunde bij grotere opdrachten die gaan over maatschappelijke vraagstukken en de impact op leefomgeving en economie;
- combineren van een modelleercyclus of statistische onderzoekscyclus met onderzoeksmethodieken van de maatschappijwetenschappelijke vakken.

Eindterm 33

De leerling legt verbanden tussen ervaringen, persoonlijke interesses en kwaliteiten, vervolgopleidingen en toekomst. (E)

Het gaat hierbij om:

- verkennen van de plaats en functie van wiskunde in de samenleving;
- oriënteren op sectoren, beroepen en vervolgopleidingen waarin de kennis en vaardigheden van het schoolvak wiskunde relevant zijn;
- deelnemen aan activiteiten gerelateerd aan het schoolvak wiskunde;
- verwoorden van de eigen kwaliteiten en interesses passend bij het schoolvak wiskunde;
- reflecteren op opgedane ervaringen in het kader van oriëntatie op studie en werken.

Te denken valt aan:

- vragen stellen, in de vorm van een voorbereid, mondeling interview, aan mensen met diverse beroepen over hoe zij wiskunde gebruiken in de beroepspraktijk;
- meebeslissen over een enquête die op school gehouden wordt over bijvoorbeeld lespraktijken of schoolbeleid ten aanzien van ICT-gebruik, of het aanbod in de kantine;
- onderbouwen van een studiekeuze vanuit aandacht voor de eigen affiniteit met wiskunde en ervaringen opgedaan tijdens open dagen van onderwijsinstellingen, bedrijven of organisaties;
- verwoorden van affiniteit met en capaciteit voor wiskunde en dit verbinden met het zich oriënteren op een vervolgopleiding;
- deelnemen aan een wiskunde A-lympiade.

Bijlage – Begrippenlijst wiskunde

Hieronder lees je de vakspecifieke begrippen en hun omschrijving.

Begrip	Omschrijving
Algoritme	Een eenduidige beschrijving van de stappen die nodig zijn om een probleem op te lossen, en van de volgorde van die stappen.
Centrummaten	Gemiddelde, mediaan en modus.
Data	Gegevens. Resultaat van waarnemingen.
Dataset	Een verzameling van samenhangende data.
Diagram	Een visueel gestructureerde weergave van een dataset.
Eenheden	Een maat waarin de waarde van een grootte wordt uitgedrukt.
Functie	Een relatie tussen de verzameling van de mogelijke waarden van inputvariabelen en de verzameling waarden van outputvariabelen, waarbij aan ieder element uit de verzameling van inputvariabelen precies één element uit de verzameling outputvariabelen is gekoppeld.
Gecijferdheid	Het vermogen om adequaat te handelen en redeneren in (alledaagse) situaties waarin getallen, getalsmatige en meetkundige aspecten naar voren komen.
Grafiek	Een weergave in een assenstelsel van een dataset waarin twee of meer variabelen aan elkaar gekoppeld zijn.
Grootte	Een eigenschap van een verschijnsel of object, die kan worden uitgedrukt in een numerieke waarde en zo nodig een eenheid. Voorbeelden met eenheden zijn lengte, inhoud, tijd en geheugenomvang. Voorbeelden zonder eenheden zijn indices.
Heuristiek	Een probleemaanpak die geen garantie biedt op het vinden van een oplossing, maar de kans daarop wel vergroot.
Niet-routineprobleem	Een wiskundige opgave die de leerling op onbekend terrein brengt.

Patroon	Een regelmaat in een rij getallen of andere wiskundige objecten. Patronen kunnen worden weergegeven in taal, rijen getallen en figuren, tabellen, diagrammen, grafieken, en formules. Patronen kunnen herhalend van karakter zijn, maar dat hoeft niet.
Referentiemaat	Een referentiemaat is iets concreets dat men zich kan voorstellen bij een eenheid.
Rekenaanpak	De rekenvorm in combinatie met de rekenwijze die wordt gebruikt om een rekenopgave op te lossen.
Rij	Een opeenvolging van getallen of andere wiskundige objecten. In een rij kan zich een patroon voordoen, maar dat hoeft niet. In het primair onderwijs wordt hiervoor ook wel het woord <i>reeks</i> gebruikt.
Spreidingsmaten	Spreidingsbreedte, interkwartielafstand en standaardafwijking.
Standaardverband	Een lid uit een familie van verbanden, die zich van de verbanden uit andere families onderscheiden op een of meer specifieke kenmerken. In het voortgezet onderwijs zijn dat bijvoorbeeld: lineair verband, exponentieel verband, kwadratisch verband.
Standaardfunctie	Een functie met een afhankelijke en onafhankelijke variabele zonder parameters, zoals $y = x$, $y = 1/x$ en $y = \sqrt{x}$.
Variabele	Een uitdrukking, meestal aangegeven met een letter, die is gedefinieerd voor waarden binnen een bepaalde verzameling. Een variabele heeft vaak betrekking op numerieke grootheden en functies daarvan, maar kan ook worden gebruikt om elementen van verzamelingen weer te geven die geen getallen zijn.
Verband	Een relatie tussen variabelen of grootheden.
Verwachtingswaarde	De verwachtingswaarde van een toevalsvariabele is de waarde die deze toevalsvariabele gemiddeld genomen zal aannemen. Dit gemiddelde is het gewogen gemiddelde van alle mogelijke uitkomsten met als gewichtsfactor de kans dat een bepaalde waarde zich voordoet.

Wiskundetaal	Taal die bij rekenen en wiskunde een rol speelt: begrippen, naamgeving van concepten, symbolen, notaties, en de betekenissen en uitspraak daarvan.
Wiskundig model	Een wiskundig model is een abstracte weergave van een situatie, die bepaalde kenmerken benadrukt en andere kenmerken weglaat. Bijvoorbeeld een schematische tekening, een rekenaanpak of een wiskundige formule bij een situatie.
Wiskundig modelleren	Het gebruiken, aanpassen en construeren van een geschikt wiskundig model.
Wiskundige attitude	Persoonlijke houdingen ten aanzien van wiskunde in combinatie met de bereidheid en mogelijkheid om de wereld te beschouwen vanuit een wiskundig perspectief.
Wiskundige representatie	Een weergave van een wiskundig concept.



Als landelijk expertisecentrum 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.



Bezoekadres
Stationsplein 1
3818 LE Amersfoort

Postadres
Postbus 502
3800 AM Amersfoort

T +31 (0)33 484 08 40
E info@slo.nl
W www.slo.nl

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