Docentenhandleiding: Crisisteam natuurrampen

Groep 6 · aardrijkskunde, natuur en techniek · natuurrampen · 300 min

Doelen

- Ik bepaal met seismogrammen en een kaart waar een aardbeving was
- Ik reken met snelheid, afstand en tijd, ook met de schaal van een kaart
- Ik lees grafieken met echte meetgegevens en zie het verschil tussen 'het gebeurt vaker' en 'we zien het vaker'
- Ik zet gebeurtenissen op een tijdlijn en bepaal hoeveel tijd er is om te vluchten
- Ik schat risico's in met kans en gevolg, en geef een advies dat ik met getallen onderbouw

Overzicht

Over dit project

De leerling werkt als nieuwe adviseur in een **crisisteam** dat helpt bij natuurrampen over de hele wereld. Elk deel is een **dossier**: een briefing van de meldkamer (wat is er aan de hand?), echte of realistische gegevens (een seismogram, een grafiek, een kaart met schaal) en een **besluit** dat de leerling moet nemen en onderbouwen.

- **Dossier 1, tornado (Oklahoma):** de EF-schaal, een tornadospoor meten op een luchtfoto, en met echte NOAA-gegevens de vraag of er meer tornado's komen. Besluit: advies aan de gouverneur over schuilkelders.
- **Dossier 2, aardbeving en tsunami (oefening in Punta Lumo):** met drie seismogrammen het epicentrum vinden, de reistijd van een tsunami op een tijdlijn zetten. Besluit: hoe breng je 300 hotelgasten in veiligheid?
- **Dossier 3, vulkaan (IJsland):** bevingen onder een vulkaan, en een aswolk die naar Nederland drijft. Besluit: wanneer gaat Schiphol dicht?
- **Dossier 4, advies aan de burgemeester:** risico's inschatten met kans en gevolg, een budget verdelen en een advies schrijven.

Punta Lumo is een verzonnen kuststad aan de Grote Oceaan; Oklahoma, IJsland en Schiphol zijn echt. Waarom dit past bij snelle leerlingen: het rekenwerk (snelheid, schaal, verhoudingen) is een middel. De kern is **redeneren met gegevens** en een besluit nemen waar geen antwoordmodel voor bestaat. Het sluit aan bij aardrijkskunde (aardkorst, vulkanen, kaartlezen, leven met natuurgevaren) en natuur en techniek (golven, weer, meten). Het gaat zijwaarts: geen nieuwe rekenstof, wel seismologie, risicodenken en kritisch kijken naar grafieken.

Materialen

- Liniaal (met millimeters)
- Kladpapier
- Een atlas of wereldkaart (handig bij de start, niet verplicht)

Voorbereiding

- Print het boekje in kleur als het kan. Zwart-wit werkt ook: de kaarten en grafieken blijven leesbaar.
- Print het boekje op ware grootte (100%, niet "passend op pagina"). Op de luchtfoto en de twee kaarten meet de leerling met een liniaal.

- Lees de uitwerkingen van dossier 2 (epicentrum en tijdlijn) zelf één keer door; daar lopen de meeste leerlingen vast.
- Een dossier kost 60 tot 80 minuten. Er hoeft niet alles in één keer.

Introductie

Laat een nieuwsfoto van een natuurramp zien. Vraag: "Wie beslist er op zo'n moment wat er moet gebeuren? En waarop?" Vertel dat de leerling in het crisisteam komt. Wijs op de vaste opbouw van elk dossier: **briefing, gegevens, besluit.** Zoek samen Oklahoma en IJsland op de kaart.

Differentiatie

- Snel klaar: de extra uitdaging aan het eind van elk dossier. Die gaan zijwaarts (een tweede station, een andere windsnelheid, een slapende vulkaan).
- Moeite met snelheid en tijd: laat een verhoudingstabel maken (60 minuten is 720 km, 10 minuten is ...). Alle tijdsommen kunnen zo.
- Moeite met de schaal: laat eerst de schaalbalk meten. "Hoeveel millimeter is 1 km?" en pas dan de afstand.
- Moeite met schrijven: de besluiten mogen ook mondeling, met u als schrijver van de steekwoorden. Het gaat om de onderbouwing, niet om de lengte.

Beoordeling

De reken- en keuzevragen worden automatisch nagekeken; per vraag ziet u waar het misging. De besluiten (dossier 1, 2 en 3) en het advies aan de burgemeester beoordeelt u met de criteria in deze handleiding. Kijk vooral of de leerling **getallen uit het dossier gebruikt** om het besluit te onderbouwen, en of hij ziet wat er onzeker is. Er is bij de besluiten geen goed of fout: een goed onderbouwd ander besluit is net zo goed.

Notities

Over de gegevens:

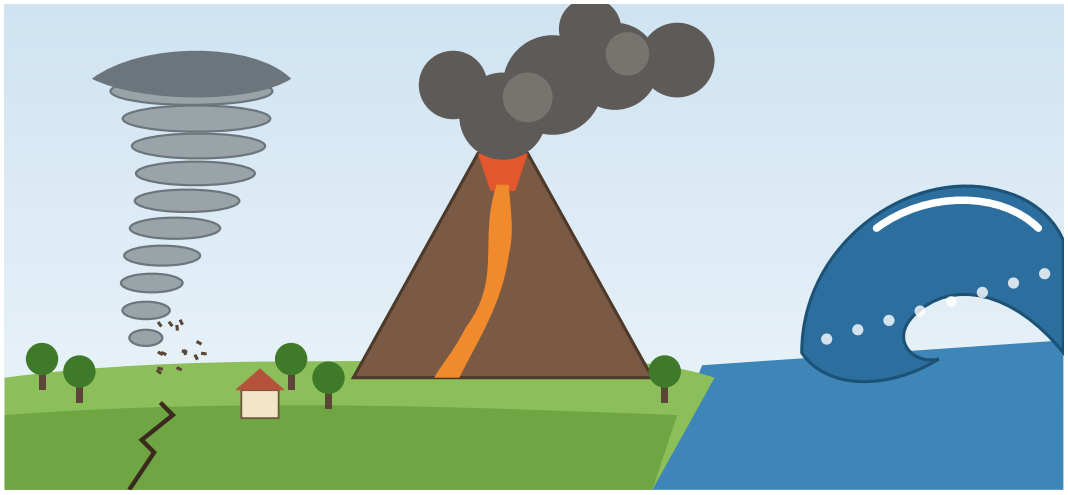
- Tornado's: gemiddelden per tien jaar uit de tornadotelling van het Amerikaanse weerinstituut NOAA (Storm Prediction Center, 1960-2019), afgerond. Lichte tornado's (EF0-EF1) werden vroeger veel minder vaak gezien; het aantal zware (EF2-EF5) is gedaald.
- Zware aardbevingen (kracht 7 of meer) per jaar: USGS, 2015-2024.
- Vulkanen: ongeveer 1.350 vulkanen kunnen uitbarsten (USGS); elk jaar barsten er 50 tot 70 uit (Smithsonian Global Volcanism Program).
- De aswolk van de Eyjafjallajökull (IJsland, april 2010) legde het vliegverkeer boven grote delen van Europa dagenlang stil; meer dan 100.000 vluchten gingen niet door.
- "8 km per seconde wachten" is een vuistregel (P-golf ongeveer 6 km/s, S-golf 3,5 km/s). Een tsunami gaat in 4 km diep water ongeveer 700 km per uur, bij de kust 30 tot 40 km per uur.
- Verzonnen, maar realistisch: de bevingen onder de vulkaan (dossier 3) en alles over Punta Lumo.

Welkom bij het crisisteam · 25 min

> De leerling leert het crisisteam en de vaste opbouw van een dossier kennen. Nog geen rekenwerk. De gok over "steeds meer rampen" komt terug in dossier 1 (tornado's) en dossier 2 (aardbevingen): bewaar hem.
>
> **Vragen voor het gesprek:**
>
> - Waarom neemt een crisisteam pas een besluit nadat het gegevens heeft verzameld?
> - Waarom kijkt het team na afloop terug, als de ramp al voorbij is?

Een tornado raast over een stad. Onder de zee beeft de aarde. Een vulkaan spuwt as. Wie beslist dan wat er moet gebeuren?

Dat doet een **crisisteam**. Het team verzamelt gegevens, rekent en neemt snel een besluit. Want te laat waarschuwen is gevaarlijk. Maar te vaak waarschuwen ook: dan luistert niemand meer.



> **Briefing van de meldkamer**
>
> Welkom in het team. Je bent onze nieuwe adviseur.
>
> Je krijgt vier dossiers. Elk dossier heeft dezelfde opbouw:
>
> - **Briefing:** wat is er aan de hand?
> - **Gegevens:** metingen, kaarten en grafieken.
> - **Besluit:** wat moet er gebeuren? Jij adviseert.
>
> Een besluit zonder getallen is een gok. Onderbouw dus alles wat je adviseert. En pak je liniaal: je gaat meten op kaarten.

Dossier	Wat is er aan de hand?	Het besluit
1. Tornado	Een tornado trok over een stad in Oklahoma (Verenigde Staten).	Moeten er meer schuilkelders komen?
2. Aardbeving en tsunami	Een oefening in Punta Lumo, een kuststad aan de Grote Oceaan.	Hoe breng je iedereen op tijd in veiligheid?
3. Vulkaan	Een vulkaan op IJsland wordt wakker.	Wanneer gaat het vliegveld Schiphol dicht?
4. Advies	De burgemeester van Punta Lumo vraagt om hulp.	Waar geeft de stad haar geld aan uit?

Punta Lumo is verzonnen. Oklahoma, IJsland en Schiphol zijn echt.

1 Zo werkt een crisisteam. Zet de stappen in de goede volgorde.

A Het team schat in hoe groot het gevaar is.

B Het team neemt een besluit.

C Iedereen die gevaar loopt, krijgt een waarschuwing.

D Het team kijkt terug. Wat ging goed, wat kan beter?

E Er komt een melding binnen bij de meldkamer.

F Het team verzamelt gegevens, zoals metingen en kaarten.

Antwoord: E › F › A › B › C › D

Toelichting: Over de volgorde van de middelste stappen kun je praten (soms waarschuw je al terwijl je nog gegevens verzamelt), maar deze volgorde is die van de dossiers in het boekje.

Doorvragen:

- Wanneer zou je al waarschuwen voordat je alle gegevens hebt? (Bij een tsunami, want elke minuut telt.)
- Waarom is de laatste stap belangrijk voor de volgende ramp?

1	2	3	4	5	6
E →	F →	A →	B →	C →	D

2 Een journalist belt de meldkamer. "Er komen toch steeds meer natuurrampen?" Wat denk jij, voordat je de dossiers leest?

A Ja, er komen steeds meer natuurrampen.

B Nee, het lijkt alleen maar zo.

C Dat hangt af van de soort ramp.

Toelichting: Een voorspelling, dus er is geen goed of fout antwoord. De leerling vergelijkt de gok later met de gegevens over tornado's (dossier 1) en aardbevingen (dossier 2). Het eerlijkste antwoord blijkt C - van sommige rampen zien en meten we er meer, andere (zoals hittegolven en zware regen) komen door klimaatverandering wel echt vaker voor.

Extra uitdaging

Welke natuurramp kan Nederland treffen? Bedenk er drie. Welke lijkt jou het gevaarlijkst, en waarom?

Over de extra uitdaging

Goede antwoorden: een overstroming (zee of rivier; de Watersnoodramp van 1953), een zware storm of windhoos, een hittegolf, droogte, of aardbevingen in Groningen door de gaswinning. Ook as van een vulkaan op IJsland (dossier 3) kan Nederland treffen. Laat de leerling uitleggen wat 'gevaarlijk' betekent: vaak, of veel schade als het gebeurt? Dat is precies het onderscheid tussen kans en gevolg uit dossier 4.

Terugblik. Aan het eind van dit deel vult de leerling op het antwoordblad een korte terugblik in: hoe moeilijk en hoe leuk het was, hoeveel hulp nodig was, en wat de leerling er nog over kwijt wil. Er is geen goed of fout. Gebruik het om de leerling bij te sturen en als begin van een gesprek met de leerling.

Dossier 1: tornado · 70 min

Twee vragen in één dossier. Eerst het reddingswerk: hoe zwaar was de tornado, en hoe groot is het gebied dat doorzocht moet worden (schaal meten op een luchtfoto)? Daarna de vraag van de gouverneur: komen er meer tornado's? De grafiek laat zien dat alleen de **lichte** tornado's vaker gezien worden; de **zware** zijn juist minder geworden. Het besluit is een advies aan de gouverneur, met getallen.

Vragen voor het gesprek:

- Hoe heb je de breedte van het spoor gemeten?
- Wat is het verschil tussen de lichte en de zware tornado's in de grafiek?
- Waarom zie je nu meer lichte tornado's dan vroeger?

Briefing van de meldkamer

Oklahoma, Verenigde Staten. Vannacht trok er een tornado over een stad. Het reddingsteam staat klaar. Het wil twee dingen weten: hoe zwaar was de tornado, en hoe groot is het gebied dat we moeten doorzoeken?

De gegevens

Een **tornado** is een draaiende slurf van lucht. Hij reikt van een onweerswolk tot aan de grond. In de Verenigde Staten zijn er meer dan duizend per jaar. Hoe zwaar een tornado was, zie je aan de schade. Met de **EF-schaal** schat je daaruit de windsnelheid.

Schaal	Windsnelheid	Schade
EF0	105 - 137 km/u	Licht: takken en dakpannen waaien weg
EF1	138 - 178 km/u	Matig: daken beschadigd, ramen kapot
EF2	179 - 218 km/u	Aanzienlijk: daken eraf, grote bomen ontworteld
EF3	219 - 266 km/u	Ernstig: muren van huizen storten in
EF4	267 - 322 km/u	Zeer zwaar: huizen helemaal verwoest
EF5	meer dan 322 km/u	Rampzalig: alleen de fundering blijft over

De EF-schaal, in gebruik in de Verenigde Staten sinds 2007.

3 Het reddingsteam meldt: in de straten langs het spoor zijn muren van huizen ingestort. Welke klasse geeft het team deze tornado?

A EF1

B EF2

C EF3

D EF4

> **Antwoord:** C (EF3)
>
> **Toelichting:** Zo werkt de EF-schaal echt. Niemand meet de wind in een tornado; experts kijken na afloop naar de schade.

4 Een andere tornado had een windsnelheid van 210 km per uur. Welke klasse is dat?

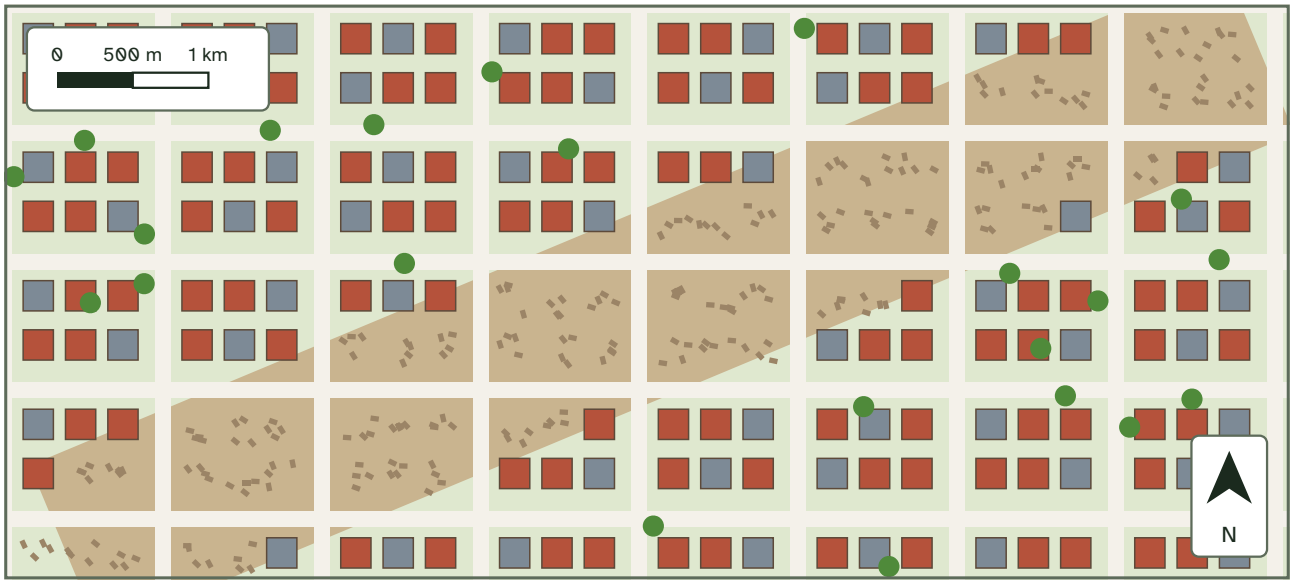
A EF1

B EF2

C EF3

D EF4

> **Antwoord:** B (EF2)
>
> **Toelichting:** 210 ligt tussen 179 en 218.



Een luchtfoto van de stad, de dag na de tornado. De lichte strook is het spoor van de tornado.

5 Hoe breed is het spoor van de tornado? Meet met je liniaal en gebruik de schaalbalk.

Tip: Meet dwars op het spoor, niet in de lengte. Hoeveel millimeter is 1 km op de foto?

> **Antwoord:** 1.200 ± 200 meter

Toelichting: Het spoor is 24 mm breed. 20 mm is 1 km, dus 1 mm is 50 m. 24 × 50 = 1.200 m.

Veelgemaakte fouten:

- Meet schuin of in de lengte van het spoor; dan wordt het te breed.
- Rekent 24 mm om naar 2,4 km, alsof 10 mm 1 km is. Laat de schaalbalk opnieuw meten.

6 In de hele stad is het spoor 8 km lang. Hoeveel vierkante kilometer moet het reddingsteam doorzoeken?

Tip: Het spoor is ongeveer een rechthoek. Reken de breedte eerst om naar km.

Antwoord: 9,6 ± 1,6 km²

Toelichting: 1.200 m = 1,2 km. 1,2 × 8 = 9,6 km². Wie 1.000 of 1.400 m mat, komt op 8 of 11,2 km²: ook goed.

Veelgemaakte fouten:

- Rekent 1.200 × 8 = 9.600 en vergeet de meters om te zetten naar km.
- Telt op in plaats van te vermenigvuldigen (8 + 1,2), zoals bij de omtrek.

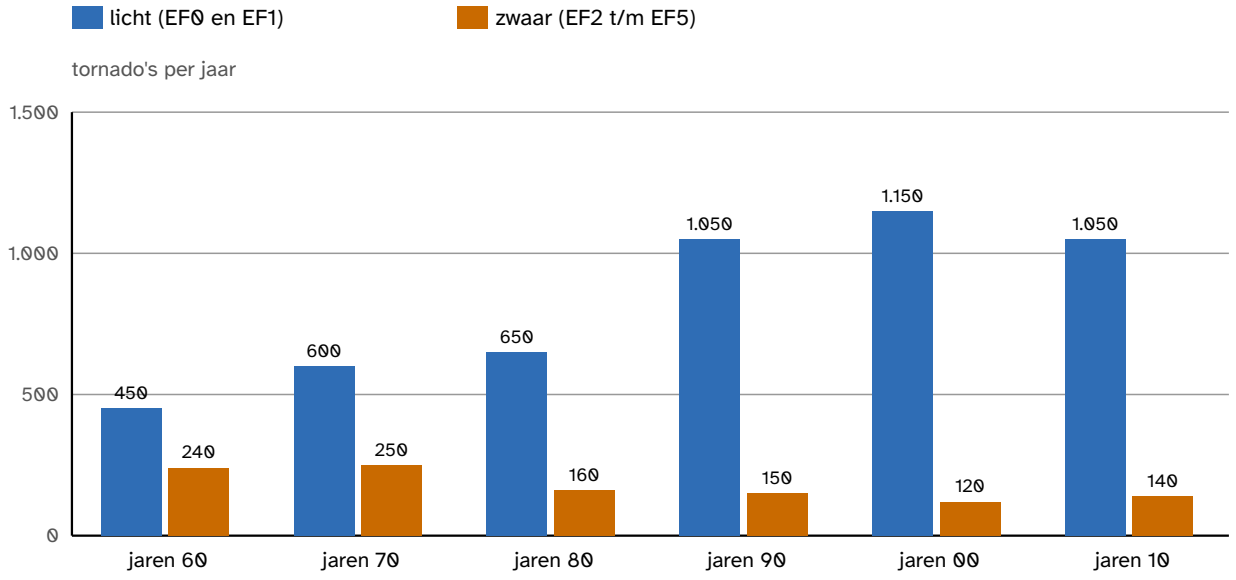
Doorvragen:

- Een voetbalveld is ongeveer 0,007 km². Hoeveel voetbalvelden is het zoekgebied? (Ruim 1.300.)

Nieuwe melding

De gouverneur van Oklahoma belt. In de krant staat: "Er zijn bijna twee keer zoveel tornado's als in de jaren 60." De gouverneur wil weten: moeten we dan ook twee keer zoveel schuilkelders bouwen?

Tornado's in de Verenigde Staten, gemiddeld per jaar



Gemiddelden per tien jaar, afgerond. NOAA, 1960-2019. Jaren 00 = 2000-2009.

7 Hoeveel **lichte** tornado's per jaar werden er in de jaren 00 meer gezien dan in de jaren 60?

Antwoord: 700 tornado's

Uitwerking: 1.150 – 450 = 700.

8 Welk deel van het aantal **zware** tornado's uit de jaren 60 was er in de jaren 00 nog?

Antwoord: 1/2 (gelijkwaardige breuken goed)

Uitwerking: 120 van de 240 is 120/240 = 1/2.

Veelgemaakte fouten:

- Schrijft 240/120 of 2/1. Vraag welk getal het geheel is.

Goed om te weten

Sinds de jaren 90 staan er overal in de Verenigde Staten **weerradars**. Die zien een draaiende wolk al van ver. En bijna iedereen heeft nu een telefoon met een camera. Een lichte tornado in een leeg veld zag vroeger vaak niemand. Een zware tornado die een dorp verwoest, zag iedereen. Ook vroeger.

Jouw besluit

9 Schrijf je advies aan de gouverneur. Moeten er twee keer zoveel schuilkelders komen? Gebruik de lichte en de zware tornado's apart, en de radar.

Toelichting: Een goed advies is bijvoorbeeld "Nee, niet twee keer zoveel. Er worden meer lichte tornado's gezien, maar de zware, gevaarlijke tornado's zijn niet meer geworden." Een leerling die toch meer schuilkelders wil (omdat er nu meer mensen wonen, of omdat elke zware tornado er één te veel is) heeft ook gelijk, als hij het onderbouwt.

Doorvragen:

- Waarom zou een zware tornado vroeger wel opgemerkt worden en een lichte niet?
- Klopt de zin in de krant? Wat ontbreekt eraan?

Beoordelingscriteria:

- Geeft een duidelijk advies (ja, nee, of iets ertussen)
- Ziet dat alleen het aantal lichte tornado's sterk is gestegen (van 450 naar 1.150)
- Ziet dat het aantal zware tornado's juist is gedaald (ongeveer de helft)
- Legt uit dat lichte tornado's vroeger vaak niet werden gezien (radar, camera's), en dat schuilkelders vooral nodig zijn voor zware tornado's

Extra uitdaging

Stel dat in de jaren 60 de helft van alle lichte tornado's niet werd gezien. Hoeveel lichte tornado's waren er dan echt per jaar? Is dat nog steeds minder dan in de jaren 00?

Over de extra uitdaging

Gezien werden er 450, dat is de helft. Echt waren het er dan 2 × 450 = 900. Dat is nog steeds minder dan 1.150, maar het verschil is veel kleiner (250 in plaats van 700). Mooie vervolgvraag: welk deel had niet gezien moeten worden om op 1.150 uit te komen? (Ongeveer 6 van de 10.)

Terugblik. Aan het eind van dit deel vult de leerling op het antwoordblad een korte terugblik in: hoe moeilijk en hoe leuk het was, hoeveel hulp nodig was, en wat de leerling er nog over kwijt wil. Er is geen goed of fout. Gebruik het om de leerling bij te sturen en als begin van een gesprek met de leerling.

Dossier 2: aardbeving en tsunami · 80 min

Een oefening in de verzonnen kuststad Punta Lumo. Eerst seismologie: uit het verschil tussen P-golf en S-golf volgt de afstand tot de beving, en met drie stations vind je het epicentrum (op de kaart meten met de schaal). Dan de tsunami: de golf doet over de laatste 10 km net zo lang als over de eerste 120 km. Op de tijdlijn ziet de leerling hoeveel tijd er overblijft om te vluchten. Het besluit gaat over 300 hotelgasten: naar de heuvel lopen of het hotel in? Aan het eind komt de vraag van de journalist terug, met echte tellingen van zware aardbevingen.

Vragen voor het gesprek:

- Hoe heb je uitgerekend hoe ver de aardbeving van een station was?
- Waarom heb je drie stations nodig en niet één?
- Waarom is een tsunami bij de kust zo gevaarlijk, ook al gaat hij daar langzamer?

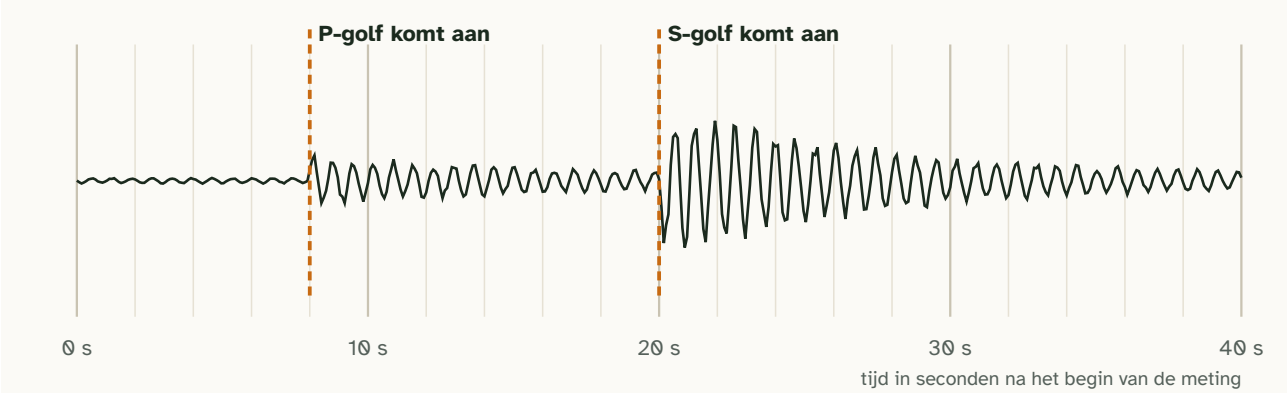
Briefing van de meldkamer

Punta Lumo, een kuststad aan de Grote Oceaan. Vandaag houdt de stad een grote oefening. Het scenario: een zware aardbeving onder de zee. Drie meetstations sturen hun metingen naar de meldkamer. Waar was de beving? Komt er een tsunami? En hoeveel tijd heeft de stad?

De gegevens

Bij een aardbeving schuiven stukken van de aardkorst langs elkaar. Daarbij ontstaan trillingen die door de grond reizen. De snelle **P-golf** komt als eerste aan, de zwaardere **S-golf** later. Een **seismograaf** tekent beide golven.

Hoe langer je wacht tussen de P-golf en de S-golf, hoe verder weg de beving was. Een handige regel: **elke seconde wachten is ongeveer 8 km afstand.**



Een seismogram. Zo ziet een meting eruit.

10 Hoeveel seconden zitten er tussen de P-golf en de S-golf op dit seismogram?

> **Antwoord:** 12 seconden
>
> **Uitwerking:** De P-golf komt aan na 8 seconden, de S-golf na 20 seconden: 20 − 8 = 12.
>
> **Veelgemaakte fouten:**
>
> - Schrijft 20 op, de tijd van de S-golf, en vergeet de P-golf.

11 Hoe ver van dit station was de aardbeving ongeveer?

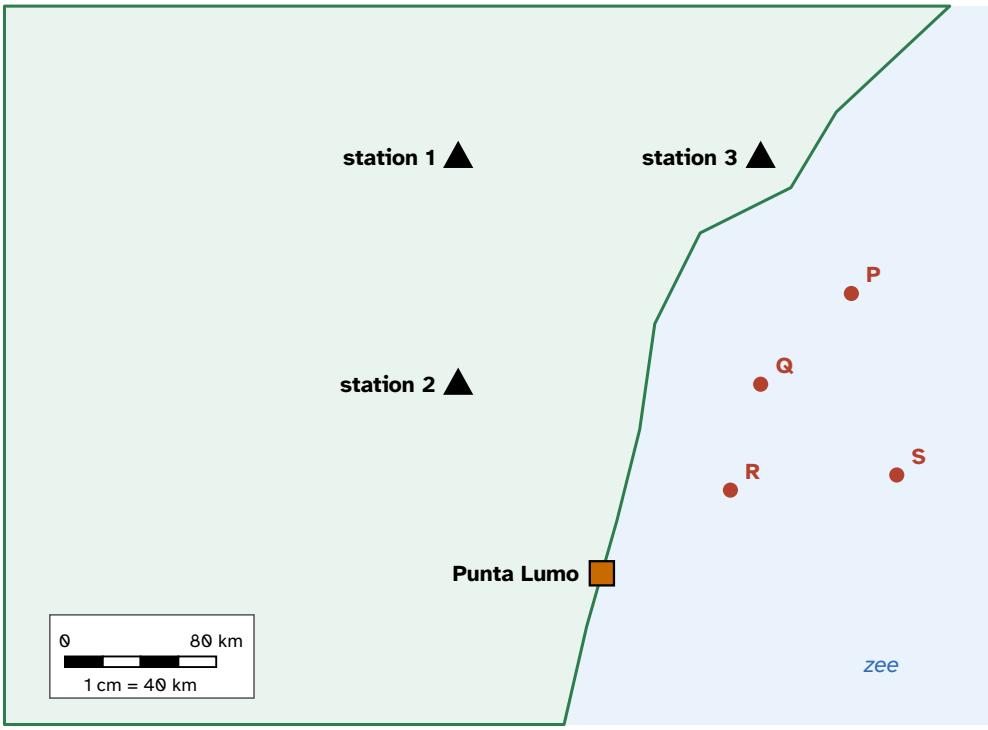
> **Antwoord:** 96 ± 4 km
>
> **Uitwerking:** 12 × 8 = 96 km.

Eén station weet hoe ver de beving was, maar niet in welke richting. Daarom kijkt de meldkamer naar drie stations. Er is maar één plek die bij alle drie de afstanden past: het **epicentrum**.

Station	Tijd tussen P-golf en S-golf	Afstand tot de beving
station 1	25 seconden	?
station 2	20 seconden	160 km
station 3	15 seconden	120 km

12 Hoe ver was de beving van station 1?

> **Antwoord:** 200 km
>
> **Uitwerking:** 25 × 8 = 200 km.



De kust bij Punta Lumo met de drie meetstations. P, Q, R en S zijn plekken waar de beving kan zijn geweest.

13 Waar was de aardbeving? Meet vanaf elk station met je liniaal.

Tip: Reken de afstanden eerst om naar centimeters op de kaart. 1 cm is 40 km, dus 200 km is 5 cm.

A P

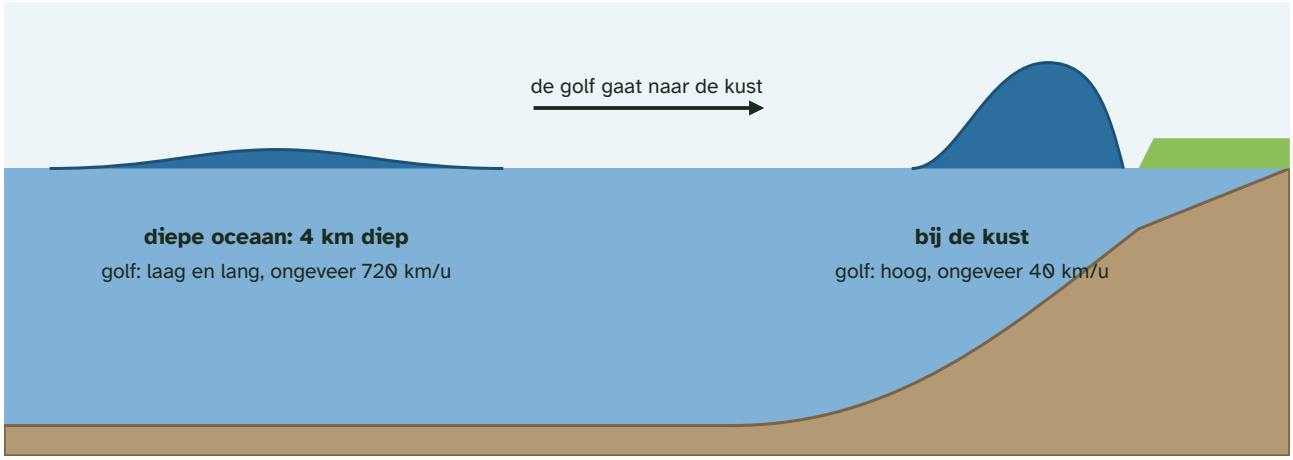
B Q

C R

D S

> **Antwoord:** B (Q)
>
> **Toelichting:** 200, 160 en 120 km zijn 5, 4 en 3 cm. Alleen Q ligt op 5, 4 en 3 cm van station 1, 2 en 3. P ligt 2 cm van station 3, R 4,4 cm; S ligt overal te ver.
>
> **Veelgemaakte fouten:**
>
> - Kiest de plek die het dichtst bij één station ligt. Eén afstand is niet genoeg.
> - Meet in centimeters, maar rekent 1 cm als 10 km. Wijs op de schaalbalk.
>
> **Doorvragen:**
>
> - Met een passer kun je om elk station een cirkel tekenen. Waar snijden de drie cirkels elkaar? Zo doen seismologen het echt.

De beving was onder de zeebodem. Dan kan er een **tsunami** ontstaan: een golf die door de hele oceaan reist. In diep water is hij laag en zo snel als een vliegtuig. Bij de kust remt hij af en wordt hij hoog.



14 Hoe ver ligt Punta Lumo van het epicentrum Q? Meet op de kaart.

> **Antwoord:** 130 ± 10 km
>
> **Toelichting:** Op de kaart is het ruim 3,2 cm. 3,25 × 40 = 130 km.

15 De golf gaat eerst 120 km door diep water, met 720 km per uur. Hoeveel minuten duurt dat?

Tip: Maak een verhoudingstabel. 60 minuten is 720 km.

> **Antwoord:** 10 minuten
>
> **Uitwerking:** 60 min is 720 km, dus 10 min is 720 : 6 = 120 km.
>
> **Veelgemaakte fouten:**
>
> - Deelt 720 door 120 en schrijft 6 op. Vraag wat die 6 betekent (6 keer 120 km in een uur).

16 De laatste 10 km is het water ondiep. Daar gaat de golf gemiddeld 60 km per uur. Hoeveel minuten duurt dat stuk?

> **Antwoord:** 10 minuten
>
> **Uitwerking:** 60 km per uur is 1 km per minuut. 10 km duurt dus 10 minuten.
>
> **Doorvragen:**
>
> - De golf doet over 10 km net zo lang als over 120 km. Wat gebeurt er met het water dat achter hem aan komt? (Het stapelt op - de golf wordt hoog.)

Jouw besluit

De meldkamer laat de sirenes 3 minuten na de beving afgaan. De heuvel achter de stad is veilig. Vanaf het strand is het 12 minuten lopen naar de heuvel.

17 Zet de gebeurtenissen op de tijdlijn. Schrijf elke letter boven de goede plek.

A De sirenes gaan af.

B De golf komt bij het ondiepe water.

C De golf bereikt het strand.

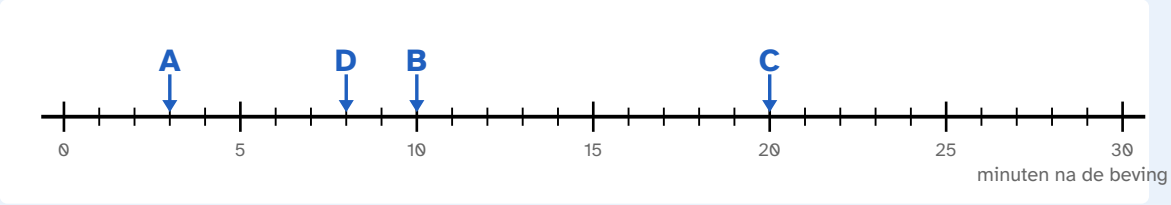
D Het laatste moment om van het strand naar de heuvel te lopen.

Antwoord: A: 3, B: 10, C: 20, D: 8

Toelichting: C: 10 + 10 = 20 minuten. D: 20 – 12 = 8 minuten; wie later vertrekt, is niet op tijd op de heuvel.

Veelgemaakte fouten:

- Zet D op 12 (de looptijd) in plaats van 20 – 12.
- Zet C op 10, en vergeet het ondiepe stuk.



18 Het strandhotel heeft 300 gasten en 8 verdiepingen van stevig beton. Naar de heuvel lopen of naar de bovenste verdiepingen? Geef je advies met de tijdlijn.

Toelichting: Dit heet **verticaal evacueren**. In Japan zijn er speciale vluchtgebouwen langs de kust, met trappen naar het dak. Een goed advies kan ook gemengd zijn ("wie snel kan lopen naar de heuvel, de rest naar boven"). Let op de onderbouwing, niet op de keuze.

Doorvragen:

- De S-golf is na ongeveer een halve minuut in Punta Lumo. Wat merken de mensen dan? Is de beving zelf ook een waarschuwing?

Beoordelingscriteria:

- Gebruikt de tijdlijn - tussen de sirene (3 min) en het laatste moment (8 min) zijn maar 5 minuten om 300 mensen naar buiten te krijgen
- Ziet een nadeel van lopen (te laat, drukte, mensen die slecht ter been zijn)
- Ziet een nadeel of voorwaarde van het hotel (het gebouw moet de beving hebben doorstaan; de golf mag niet hoger komen dan de verdiepingen)
- Geeft een duidelijk advies en onderbouwt het

Een tsunami stopt niet bij de eerste kust. Hij gaat door over de oceaan, soms duizenden kilometers ver.

19 Een eiland ligt 1.800 km van het epicentrum. De golf gaat de hele weg 720 km per uur. Hoeveel uur heeft het eiland om te waarschuwen?

Antwoord: 2,5 uur

Toelichting: Na 2 uur 1.440 km. Nog 360 km is een half uur. Samen 2,5 uur.

Veelgemaakte fouten:

- Schrijft 2,3 voor 2 uur en 30 minuten.

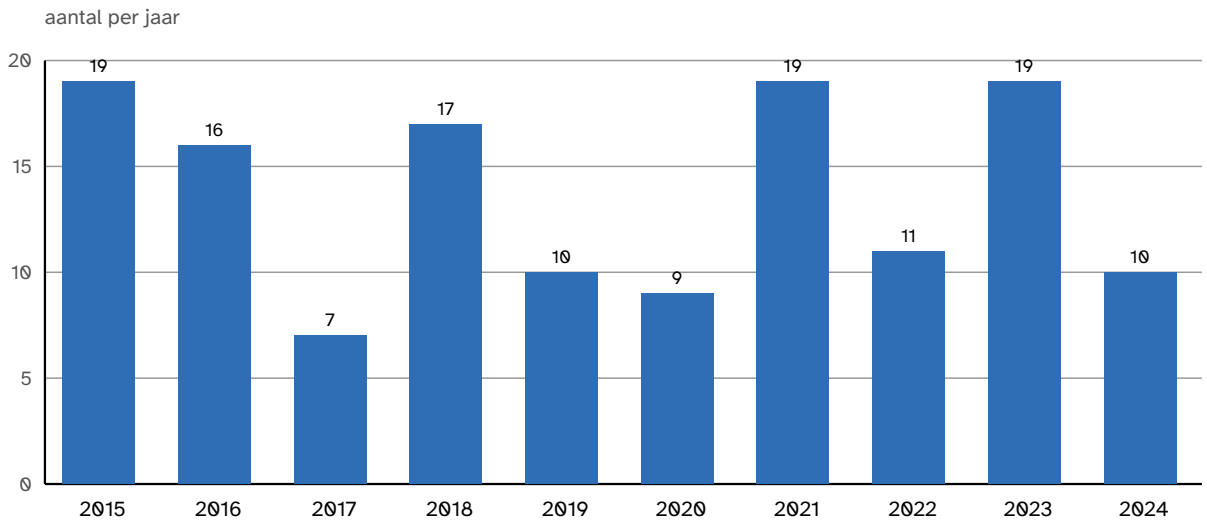
Doorvragen:

- Punta Lumo heeft 20 minuten, het eiland 2,5 uur. Voor wie is een waarschuwingssysteem het nuttigst?

De vraag van de journalist

Na de oefening belt de journalist weer: "Er zijn toch steeds meer zware aardbevingen?" De meldkamer zoekt de tellingen op.

Zware aardbevingen (kracht 7 of meer) op de hele aarde



USGS (Amerikaanse geologische dienst), tellingen 2015-2024.

20 In welk deel van deze tien jaren waren er **meer dan 15** zware aardbevingen? Geef je antwoord als breuk.

> **Antwoord:** 1/2 (gelijkwaardige breuken goed)
>
> **Toelichting:** 2015, 2016, 2018, 2021 en 2023: 5 van de 10 jaren, dus 5/10 = 1/2.
>
> **Veelgemaakte fouten:**
>
> - Vergeet 2016 (16 is ook meer dan 15).

21 Wat antwoord jij de journalist? Komen er steeds meer zware aardbevingen?

A Ja, elk jaar meer dan het jaar ervoor.

B Nee, het gaat op en neer, meestal tussen de 10 en 20 per jaar.

C Nee, het worden er elk jaar minder.

> **Antwoord:** B (Nee, het gaat op en neer, meestal tussen de 10 en 20 per jaar.)
>
> **Toelichting:** Wetenschappers tellen al ruim honderd jaar ongeveer 15 zware aardbevingen per jaar. Vergelijk met de gok uit het begin.
>
> **Doorvragen:**
>
> - Bij de tornado's zagen we meer lichte. Waarom zien we niet meer zware aardbevingen? (Een beving van kracht 7 meten seismografen al meer dan honderd jaar overal op aarde.)

Extra uitdaging

Station 4 meet 45 seconden tussen de P-golf en de S-golf, station 5 meet 30 seconden. Welk station ligt dichter bij de beving, en hoeveel km dichter?

Over de extra uitdaging

Station 5 ligt dichter bij: 30 × 8 = 240 km, tegen 45 × 8 = 360 km bij station 4. Het verschil is 120 km. Slim: (45 – 30) × 8 = 120 km in één keer.

Terugblik. Aan het eind van dit deel vult de leerling op het antwoordblad een korte terugblik in: hoe moeilijk en hoe leuk het was, hoeveel hulp nodig was, en wat de leerling er nog over kwijt wil. Er is geen goed of fout. Gebruik het om de leerling bij te sturen en als begin van een gesprek met de leerling.

Dossier 3: vulkaan · 60 min

Twee besluiten rond een vulkaan op IJsland. Eerst de grafiek van bevingen onder de vulkaan: wanneer laat je het dal ontruimen? Daar is geen goed antwoord: te vroeg kost vertrouwen, te laat kost levens. Dan de aswolk: afstand meten op een kaart van Noord-Europa, reistijd uitrekenen en een tijdstip kiezen waarop Schiphol dicht moet. In april 2010 gebeurde dat echt.

Vragen voor het gesprek:

- Waarom moet een vliegveld dicht als de aswolk eraan komt?
- Op welke dag zou jij het dal ontruimen? Wat als de vulkaan dan toch niet uitbarst?
- Hoe heb je uitgerekend wanneer Schiphol dicht moet?

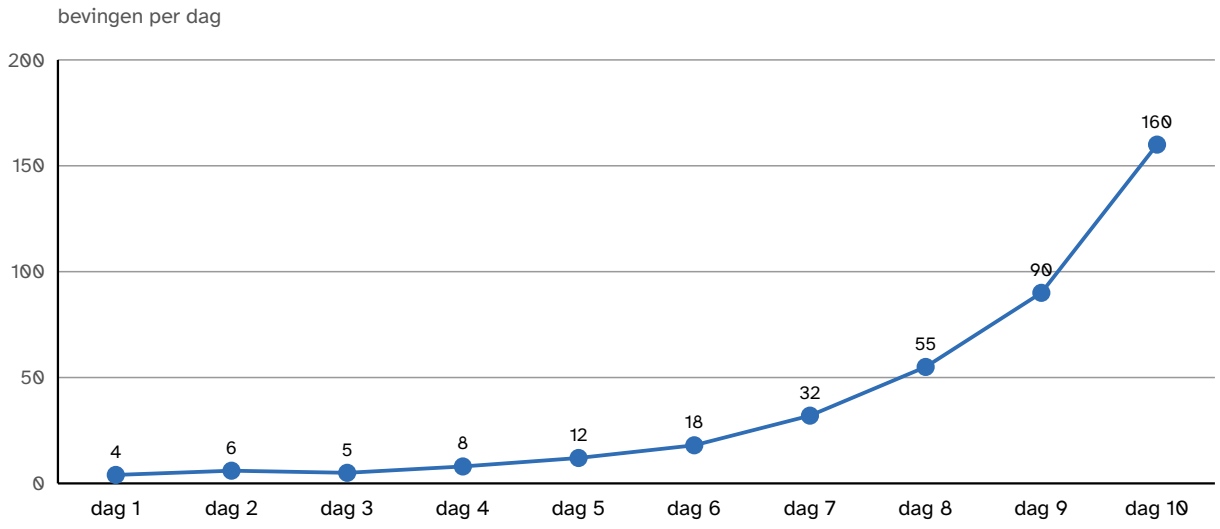
Briefing van de meldkamer

IJsland. Onder een gletsjer ligt een vulkaan. Al tien dagen meet het station steeds meer kleine aardbevingen onder de berg. In het dal eronder liggen boerderijen. En als de vulkaan as uitspuwt, drijft die misschien naar Europa.

De gegevens

Onder een vulkaan zit **magma**: gesmolten steen. Als het magma omhoog duwt, scheurt de rots. Dat geeft kleine aardbevingen. Hoe meer bevingen, hoe drukker het onder de berg wordt.

Kleine aardbevingen onder de vulkaan



Verzonnen meetgegevens. Zo kan het gaan bij een vulkaan die wakker wordt.

22 Hoeveel keer zoveel bevingen waren er op dag 10 als op dag 7?

> **Antwoord:** 5 keer zoveel
>
> **Uitwerking:** 160 : 32 = 5.

23 Wat laat de grafiek zien?

A Elke dag komen er ongeveer evenveel bevingen bij.

B Het aantal stijgt, en het stijgt steeds sneller.

C Het aantal gaat op en neer, zonder duidelijke richting.

> **Antwoord:** B (Het aantal stijgt, en het stijgt steeds sneller.)
>
> **Toelichting:** De toename per dag: 2, –1, 3, 4, 6, 14, 23, 35, 70. Vanaf dag 7 komt er elke dag meer dan de helft bij.

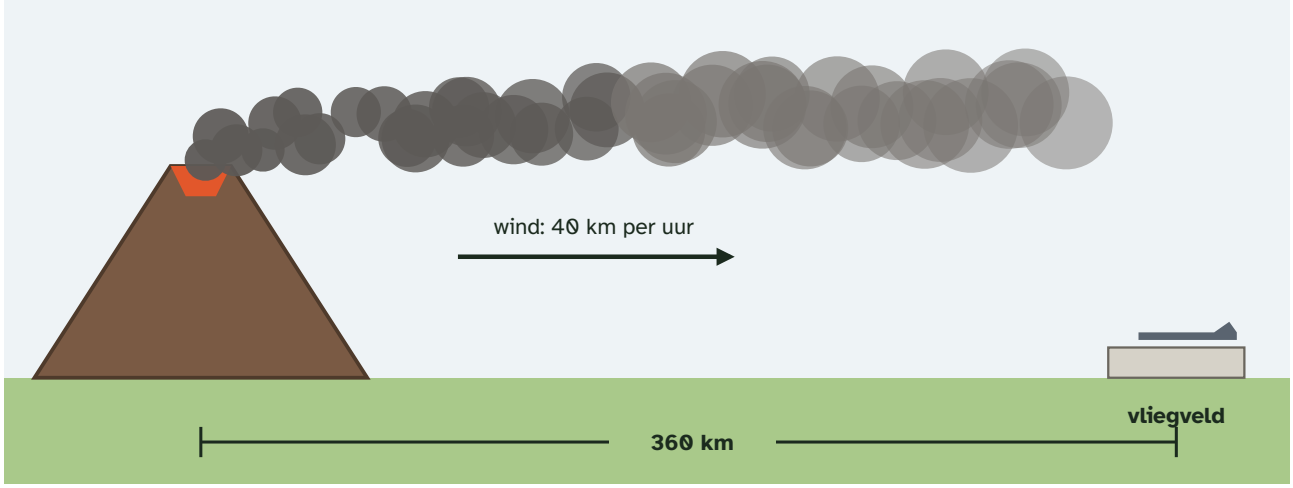
24 Op welke dag zou jij de boerderijen in het dal laten ontruimen? Waarom niet eerder, en waarom niet later?

> **Toelichting:** Geen goed of fout. Echte vulkaanwachters kijken naar meer dan bevingen alleen, bijvoorbeeld of de grond omhoog komt en welke gassen er vrijkomen. Ook dan weet niemand zeker óf en wanneer een vulkaan uitbarst.
>
> **Doorvragen:**
>
> - Wat is erger, een ontruiming voor niets of een uitbarsting zonder ontruiming? Waarom kiezen crisisteams toch niet altijd voor zo vroeg mogelijk?
>
> **Beoordelingscriteria:**
>
> - Kiest een dag en gebruikt de grafiek (bijvoorbeeld "vanaf dag 7 gaat het steeds sneller")
> - Noemt een nadeel van te vroeg ontruimen (boeren moeten hun dieren achterlaten, een vals alarm,

mensen geloven de volgende waarschuwing niet meer)

- Noemt een nadeel van te laat ontruimen (geen tijd meer om weg te komen)

Dag 11: de vulkaan barst uit. Hij spuit **as** uit: kleine stukjes steen en glas. De wind blaast de aswolk mee. Vliegtuigen mogen er niet doorheen, want de as smelt in de motor.

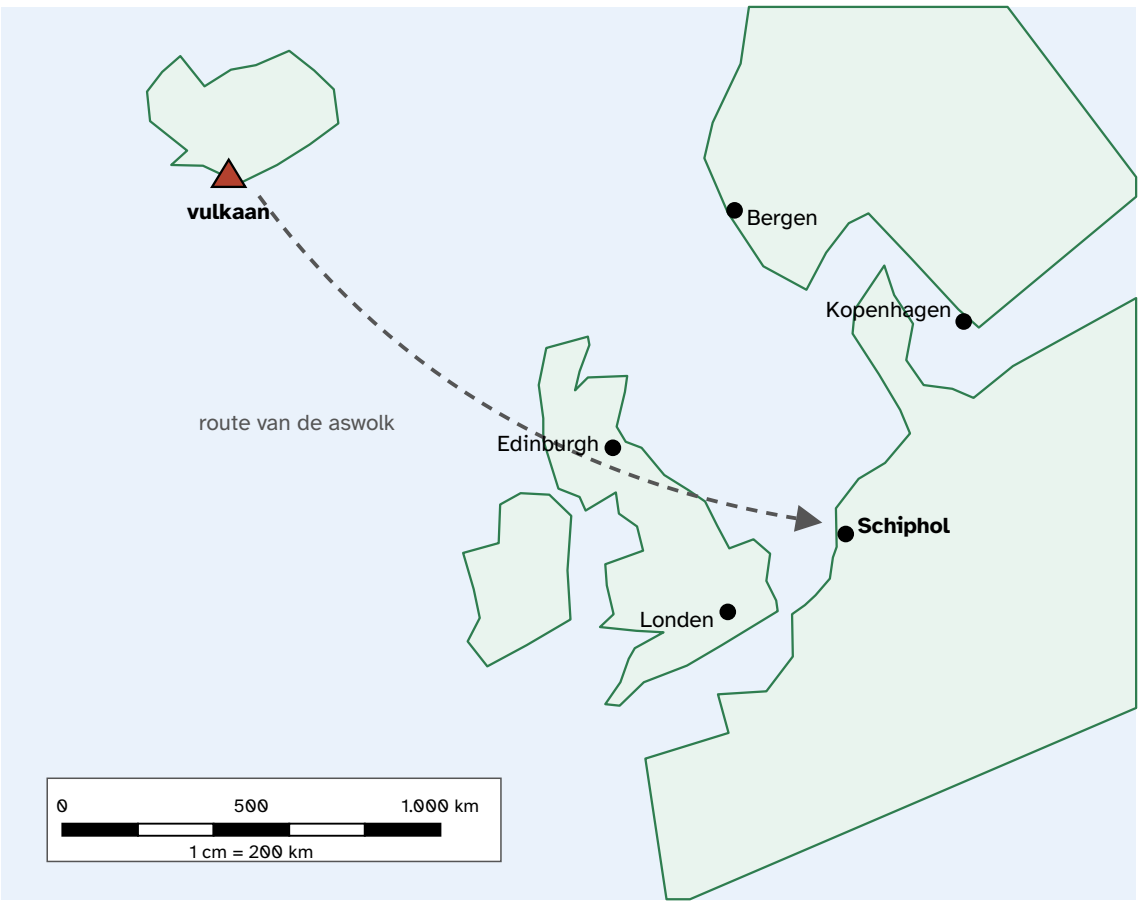


25 Hoeveel uur duurt het voordat de aswolk dit vliegveld op IJsland bereikt?

Antwoord: 9 uur

Uitwerking: 360 : 40 = 9 uur.

De wind draait. De aswolk drijft nu naar het zuidoosten, naar Nederland.



Noord-Europa, vereenvoudigd. 1 cm op de kaart is 200 km. De stippellijn is de route van de aswolk.

26 Hoe ver is het van de vulkaan naar Schiphol, in een rechte lijn? Meet op de kaart.

Tip: Meet van het midden van de rode driehoek naar de stip van Schiphol. 1 cm is 200 km.

> **Antwoord:** 1.900 ± 150 km
>
> **Toelichting:** Ongeveer 9,5 cm op de kaart. 9,5 × 200 = 1.900 km. In het echt is het ongeveer 1.890 km van de Eyjafjallajökull naar Schiphol.
>
> **Veelgemaakte fouten:**
>
> - Meet langs de gebogen stippellijn. Die is langer; de vraag is de rechte lijn.

Jouw besluit

27 Reken met 2.000 km. De wind blaast de aswolk mee met 50 km per uur. Hoeveel uur duurt het tot de wolk bij Schiphol is?

> **Antwoord:** 40 uur
>
> **Uitwerking:** 2.000 : 50 = 40 uur.

28 De aswolk vertrekt **woensdag om 8.00 uur**. Schiphol moet 4 uur voordat de wolk er is dicht. Wanneer gaat Schiphol dicht?

A woensdag om 20.00 uur

B donderdag om 8.00 uur

C donderdag om 20.00 uur

D vrijdag om 0.00 uur

> **Antwoord:** C (donderdag om 20.00 uur)
>
> **Toelichting:** 40 uur = 24 + 16 uur. Woensdag 8.00 uur + 24 uur = donderdag 8.00 uur, + 16 uur = vrijdag 0.00 uur: dan is de wolk er. 4 uur eerder is donderdag 20.00 uur.
>
> **Veelgemaakte fouten:**
>
> - Kiest D, het moment waarop de wolk aankomt, en vergeet de 4 uur ervoor.
> - Telt 40 uur op als 4 dagen.

> **Dit gebeurde echt**
>
> In april 2010 barstte de vulkaan **Eyjafjallajökull** op IJsland uit. De aswolk dreef naar Europa. Dagenlang mocht er boven grote delen van Europa bijna niet gevlogen worden, ook niet op Schiphol. Meer dan 100.000 vluchten gingen niet door.

29 Er zijn op aarde ongeveer **1.350** vulkanen die kunnen uitbarsten. In een gewoon jaar barst ongeveer **1 op de 20** daarvan uit. Hoeveel vulkanen zijn dat per jaar?

Tip: Reken eerst uit hoeveel 1 op de 10 is.

> **Antwoord:** 68 ± 3 vulkanen
>
> **Uitwerking:** 1 op de 10 is 135, 1 op de 20 is de helft: ongeveer 67 of 68.
>
> **Toelichting:** Het Smithsonian-instituut telt elk jaar 50 tot 70 vulkanen die uitbarsten; dat is al tientallen jaren zo. De meeste uitbarstingen zijn klein en ver weg; maar weinig halen het nieuws.
>
> **Doorvragen:**
>
> - Elk jaar ongeveer 68 uitbarstingen, maar niet elk jaar gaan de vliegvelden dicht. Wat maakte de uitbarsting van 2010 zo bijzonder? (De plek, de wind, en veel fijne as.)

> **Extra uitdaging**
>
> Stel dat de wind niet 50 maar 80 km per uur waait. Hoeveel uur eerder is de aswolk dan bij Schiphol? En wanneer moet Schiphol dan dicht?

> **Over de extra uitdaging**
>
> 2.000 : 80 = 25 uur, dus 15 uur eerder dan 40 uur. Woensdag 8.00 uur + 25 uur = donderdag 9.00 uur; Schiphol moet dan donderdag om 5.00 uur dicht. Mooi gesprek: in de echte lucht waait het op elke hoogte anders, daarom maken weerkundigen elke paar uur een nieuwe voorspelling.

Terugblik. Aan het eind van dit deel vult de leerling op het antwoordblad een korte terugblik in: hoe moeilijk en hoe leuk het was, hoeveel hulp nodig was, en wat de leerling er nog over kwijt wil. Er is geen goed of fout. Gebruik het om de leerling bij te sturen en als begin van een gesprek met de leerling.

Dossier 4: advies aan de burgemeester · 65 min

Alles komt samen. De leerling schat voor Punta Lumo de **kans** en het **gevolg** van vier rampen in, rekent het risico uit (kans × gevolg), kiest maatregelen binnen een budget van 10 miljoen euro en schrijft een advies aan de burgemeester. Er is geen goed antwoord: beoordeel de onderbouwing. Een model-risicotabel staat bij de taak.

Vragen voor het gesprek:

- Welke ramp heeft voor Punta Lumo het grootste risico? Is dat ook de ramp waar je het bangst voor bent?
- Waarom zijn aardbeving en tsunami in Punta Lumo geen losse risico's?
- Welke maatregel helpt tegen meer dan één ramp?

Brief van de burgemeester van Punta Lumo

Beste adviseur,

De oefening heeft ons wakker geschud. We hebben **10 miljoen euro** om de stad veiliger te maken. Maar waaraan? Iedereen in de gemeenteraad is bang voor iets anders. Zoek uit welke ramp het grootste gevaar is, en vertel me wat we moeten doen.

De burgemeester

De gegevens

Ramp	Wat weten we over Punta Lumo?
Tornado	In 100 jaar is er één lichte tornado gezien. Hij brak wat takken af.
Aardbeving	80 km uit de kust ligt een breuk in de zeebodem. Zware bevingen waren er in 1931 en in 1987. In 1987 stortten twee oude scholen in.
Tsunami	Komt na een zware beving onder zee. In 1987 kwam er een golf van 4 meter. In de lage wijk aan het strand wonen 3.000 mensen. Ze hebben 20 minuten (dossier 2).
Vulkaan	De vulkaan 30 km landinwaarts barstte voor het laatst uit in 1890. Er staan nog geen meetstations. De wind waait meestal van het land naar zee.

Punta Lumo heeft 12.000 inwoners.

Een crisisteam kijkt naar twee dingen. Hoe groot is de **kans** dat de ramp gebeurt? En hoe erg is het **gevolg** als hij gebeurt? Geef allebei een cijfer van 1 (heel klein) tot 5 (heel groot). Dan is het **risico** kans × gevolg.

Voorbeeld: een ramp met kans 2 en gevolg 4 heeft risico 2 × 4 = 8.

30 Maak de risicotabel voor Punta Lumo. Geef elke ramp een cijfer voor kans en gevolg, en reken het risico uit.

Toelichting: Een model (kans × gevolg): tornado 1 × 2 = 2, aardbeving 3 × 4 = 12, tsunami 3 × 5 = 15, vulkaan 2 × 3 = 6. Andere cijfers zijn goed als de leerling ze kan uitleggen.

Veelgemaakte fouten:

- Telt kans en gevolg op in plaats van te vermenigvuldigen.
- Geeft de vulkaan een hoge kans "omdat hij al lang niet is uitgebarsten". Een vulkaan houdt geen schema bij.

Beoordelingscriteria:

- Elk risico is goed uitgerekend (kans × gevolg)
- De cijfers passen bij de feiten (de tornado laag; tsunami en aardbeving hoog)

31 Twee rampen in de tabel hebben in Punta Lumo dezelfde oorzaak. Welke twee?

A tornado en vulkaan

B aardbeving en tsunami

C vulkaan en tsunami

D tornado en aardbeving

Antwoord: B (aardbeving en tsunami)

Toelichting: De tsunami ontstaat door een zware beving bij de breuk in de zeebodem. Een maatregel tegen de ene ramp (bijvoorbeeld een oefendag) helpt dus vaak ook tegen de andere.

Doorvragen:

- Kan een vulkaan ook een tsunami veroorzaken? (Ja, bij een uitbarsting in of aan zee, zoals de Krakatau in 1883.)

Letter	Maatregel	Kosten	Helpt tegen
A	Sirenes langs het strand en borden naar de heuvel	1 miljoen	tsunami
B	Een vluchtgebouw van 6 verdiepingen bij het strand	5 miljoen	tsunami
C	Meetstations op de vulkaan	2 miljoen	vulkaan
D	Scholen en het ziekenhuis aardbevingsbestendig maken	6 miljoen	aardbeving
E	Een schuilkelder bij elke school	3 miljoen	tornado
F	Een oefendag voor alle inwoners, elk jaar (voor 10 jaar)	1 miljoen	alle rampen

Samen kosten ze 18 miljoen euro. Er is 10 miljoen.

Jouw besluit

32 Kies maatregelen voor samen hoogstens 10 miljoen euro. Schrijf per maatregel de letter, de kosten en welk risico kleiner wordt.

Toelichting: Voorbeelden die passen: A + D + F + C (10 miljoen: tsunami, aardbeving, oefenen en meten), of A + B + C + F (9 miljoen: veel voor de tsunami). E kiezen is zwak: het risico van een tornado is in Punta Lumo het kleinst.

Veelgemaakte fouten:

- Kiest alles wat met het grootste risico te maken heeft en komt boven de 10 miljoen. Laat optellen.

Beoordelingscriteria:

- Samen niet meer dan 10 miljoen euro
- De keuze past bij de eigen risicotabel (het meeste geld naar het grootste risico)

33 Schrijf je advies aan de burgemeester. Welke maatregelen, en waarom? Gebruik getallen uit de risicotabel en uit de dossiers.

Doorvragen:

- De gemeenteraad wil toch tornadokelders, want "een tornado is zo eng". Wat zeg je dan?

Beoordelingscriteria:

- Begint met een duidelijk advies (welke maatregelen)
- Onderbouwt de keuze met de risicotabel (kans en gevolg)
- Gebruikt minstens één getal uit een dossier (bijvoorbeeld de 20 minuten uit dossier 2)
- Legt uit waarom een maatregel niet gekozen is
- Geschreven voor iemand die de dossiers niet kent - kort, helder, zonder vaktaal die niet uitgelegd is

Extra uitdaging

Een raadslid zegt: "De vulkaan is al sinds 1890 niet meer uitgebarsten. Hij is uitgedoofd, dus meetstations zijn weggegooid geld." Klopt dat? Schrijf wat je terugzegt.

Over de extra uitdaging

Nee. Een vulkaan die lang stil is, kan nog steeds uitbarsten; sommige vulkanen slapen honderden jaren. Juist omdat niemand weet wat hij doet, zijn meetstations nuttig: dan zie je het aankomen, zoals in dossier 3. Een sterk antwoord gebruikt ook de grafiek uit dossier 3: zonder meetstation had niemand de bevingen zien toenemen.

Terugblik. Aan het eind van dit deel vult de leerling op het antwoordblad een korte terugblik in: hoe moeilijk en hoe leuk het was, hoeveel hulp nodig was, en wat de leerling er nog over kwijt wil. Er is geen goed of fout. Gebruik het om de leerling bij te sturen en als begin van een gesprek met de leerling.