

**Naam:**

**Klas:**

**Datum:**



## INLEIDING

**Wiskunde speelt een belangrijk rol in heel veel vakgebieden. Een daarvan is epidemiologie. Epidemiologie houdt zich bezig met hoe vaak een ziekte voorkomt, en hoe een ziekte zich verspreidt. Met deze opdrachten maak je kennis met hoe wiskunde gebruikt kan worden om te voorspellen hoe een ziekte zich zal verspreiden, maar ook hoe je met wiskunde voorspelt hoe een ziekte tegengehouden kan worden met vaccins.**

## OPDRACHT 1: EPIDEMIEËN

1.1 Bedenk twee voorbeelden van ziektes waar af en toe epidemieën van zijn.

.....

1.2 Welke factoren zouden volgens jou van invloed kunnen zijn op hoe een ziekte zich verspreidt? Bedenk in groepjes van twee minstens twee factoren die van invloed zouden kunnen zijn op hoe een ziekte zich verspreidt.

.....

1.3. Hoe kun je een epidemie voorkomen of tegenhouden? Bedenk met je buurman of buurvrouw minstens twee manieren om verspreiding van een ziekte tegen te gaan.

.....

## OPDRACHT 2: VERSPREIDING

In deze simulatie zie je hoe een ziekte zich verspreidt. Houdt de resultaten in de onderstaande tabel bij.

Spelregels:

- De docent deelt jullie in in groepen van 10-12 leerlingen.
- 8 leerlingen zijn pionnen in het spel. De pionnen kunnen gezond zijn, zijn worden en weer beter worden.
- 1 leerling houdt bij hoeveel mensen er nu ziek of beter zijn.
- 1 leerling, de controleur, geeft de plaatsen door en markeert de zieken (de docent zal je meer informatie hierover geven).
- Een zieke pion kan 2 mede-pionnen ziek maken: de twee die aan beide kanten van hem staan. Hij kan alleen pionnen besmetten die nog niet ziek zijn geweest.

Speelwijze:

- Iedere pion krijgt een nummer. De pionnen gaan op volgorde staan.
- Pion 1 is ziek: die krijgt een teken van ziekte van de controleur (bijvoorbeeld een sticker)

- Bij iedere stap geeft een zieke leerling de “ziekte” door aan de leerlingen aan beide kanten naast zich. De nieuwe zieke leerlingen krijgen ook een sticker van de controleur.
- Een leerling blijft maar 1 ronde ziek. Daarna is hij hersteld, en kan niet meer besmet worden.
- Na iedere stap geeft de controleur aan in welke volgorde de leerlingen moeten gaan staan.

|        | Hoeveel mensen zijn ziek? | Hoeveel mensen zijn genezen? | Hoeveel mensen kunnen nog ziek worden? |
|--------|---------------------------|------------------------------|--|
| Week 1 |                           |                              |  |
| Week 2 |                           |                              |  |
| Week 3 |                           |                              |  |
| Week 4 |                           |                              |  |
| Week 5 |                           |                              |  |

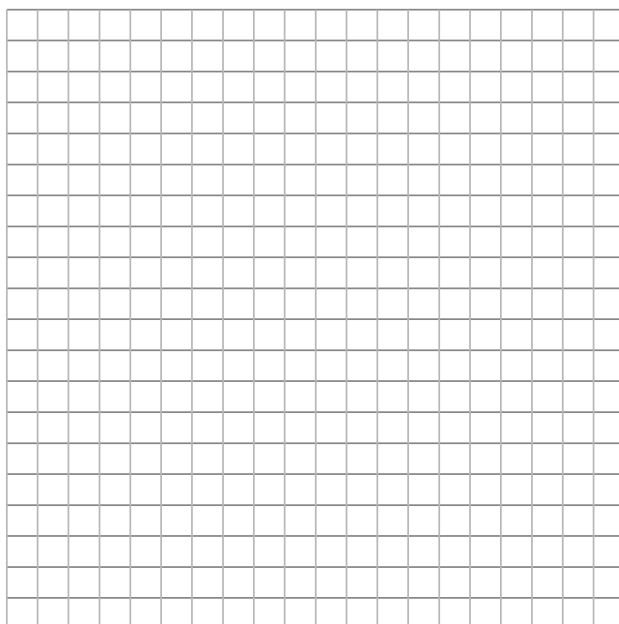
2.1. Wat kun je zeggen over hoe de ziekte zich verspreidt? Wat valt je op?

.....

2.2. Welke mechanismen van het spel lijken op de werkelijkheid en welke juist niet?

.....

2.3. Teken hieronder een grafiek waarin je het aantal mensen dat ziek is, het aantal genezen en het aantal mensen dat nog ziek kan worden weergeeft.



## OPDRACHT 3: NOG EEN VOORBEELD VAN VERSPREIDING

In een basisschool is er een uitbraak van de waterpokken. Het aantal geïnfecteerde kinderen wordt bijgehouden. In de eerste weken kan het aantal geïnfecteerde kinderen beschreven worden door de functie  $y = 0,1 t^2 + 1$ , waarbij  $t$  de week is.

3.1 Vul de onderstaande tabel in.

| Week | Aantal zieke kinderen |
|------|-----------------------|
| 1    |                       |
| 2    |                       |
| 3    |                       |
| 4    |                       |
| 5    |                       |
| 6    |                       |
| 7    |                       |
| 8    |                       |
| 9    |                       |
| 10   |                       |
| 11   |                       |

3.2 Teken op een apart vel grafiekpapier een grafiek van  $y$ .

3.3 Er zijn in totaal 73 kinderen op de basisschool. Hoeveel procent van de kinderen is in week 9 ziek? Geef je berekening.

.....

## OPDRACHT 4: MODEL VAN EEN EPIDEMIE

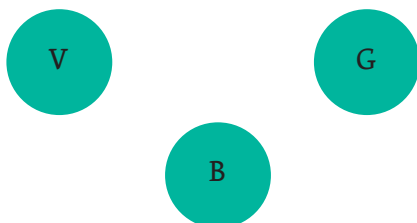
Om ingewikkelde processen beter te begrijpen maken wetenschappers vaak een model. Een model is een schematische weergave van de werkelijkheid. Als een model goed klopt, kan deze voorspellend worden gebruikt.

Een model van een epidemie is handig, omdat het wetenschappers de mogelijkheid geeft om in te schatten hoe snel een ziekte zich zal verspreiden, en ook zoals we later zullen zien, hoe makkelijk die tegen te houden is.

Het model waar wij mee gaan werken gebruikt dezelfde groepen als in de simulatie:

- Mensen die vatbaar zijn voor de ziekte. Deze mensen kunnen dus nog ziek kunnen worden. Deze groep wordt V genoemd.
- Mensen die ziek zijn, en anderen kunnen besmetten. Deze groep wordt B genoemd.
- Mensen die genezen zijn, en niet meer ziek kunnen worden. Deze groep wordt G genoemd.

4.1 Van welke groep naar welke groep kunnen mensen bewegen? Teken pijlen in de juiste richting tussen de drie groepen.



4.2 In een stad wonen 465.700 mensen. Het is herfst en er is een griep epidemie. De eerste week worden er 563 mensen ziek. Stel dat het aantal nieuwe besmettingen per week stabiel blijft, en dat mensen 1 week ziek blijven, en dan genezen zijn. Hoe verloopt het proces? Vul voor de eerste 4 weken de onderstaande tabel in.

|        | V (vatbaar) | B (zieken besmettelijk) | G (genezen) |
|--------|-------------|-------------------------|-------------|
| Week 0 |             |                         |             |
| Week 1 |             |                         |             |
| Week 2 |             |                         |             |
| Week 3 |             |                         |             |
| Week 4 |             |                         |             |

4.3 Waarom is dit verloop niet zo aannemelijk?

.....

.....

Hoeveel mensen van de groep vatbaar naar besmet gaan wordt bepaald door hoe veel mensen iedere geïnfecteerde persoon besmet. Het gemiddelde aantal besmettingen dat veroorzaakt wordt door iedere zieke noemen we  $R_0$ . Dit heet ook het **reproductiegetal**.

Er heerst een nieuwe griep. Er wordt bijgehouden hoeveel mensen verschillende personen besmet hebben. De resultaten zie je hieronder.

| Persoon 1 | Persoon 2 | Persoon 3 | Persoon 4 | Persoon 5 | Persoon 6 | Persoon 7 | Persoon 8 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 4         | 3         | 5         | 6         | 3         | 2         | 6         | 3         |

4.4 Wat is het gemiddelde reproductiegetal van deze griep?

.....

4.5 Waar zou het verschil in aantallen besmettingen aan kunnen liggen?

.....

Hoe snel een ziekte zich verspreidt, is dus afhankelijk van het reproductiegetal  $R_0$ .

4.6 Vul in de onderstaande tabel in hoeveel mensen ziek zijn. Hierbij gaan we uit van een grote populatie, waarbij geïnfecteerde mensen alleen mensen tegenkomen die vatbaar zijn (en dus geen mensen die genezen of immuun zijn). Ook gaan we ervan uit dat mensen een week ziek zijn.

|               | Week 0 | Week 1 | Week 2 | Week 3 | Week 4 | Week 5 | Week 6 | Week 7 | Week 8  |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $R_0 = 0,5$   | 10     |        |        |        |        |        |        |        |         |
| $R_0 = 1$     | 10     |        |        |        |        |        |        |        |         |
| $R_0 = 2$     | 10     |        |        |        |        |        |        |        |         |
| $R_0 = \dots$ | 8      | 28     | 98     | 343    | 1200   | 4202   | 14.706 | 51.471 | 180.150 |

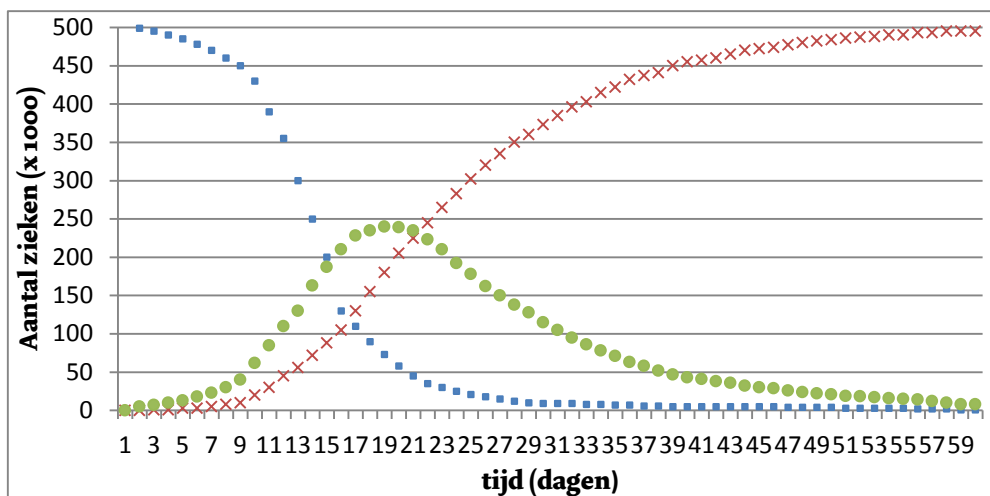
4.7 Vul in de laatste rij van de tabel de waarde van  $R_0$  in.

4.8 Hoe zou je de groei in aantal zieken van de laatste twee rijen van de tabel kunnen noemen?

.....

4.9 Denk je dat deze groei in aantal zieken zich voortzet?

.....



In de bovenstaande grafiek worden het aantal mensen in groep V, het aantal mensen in groep B en het aantal mensen in groep G weergegeven tegen de tijd.

4.10. Welke curve stelt welke groep voor? Verklaar je antwoord.

■ (blauw): .....

● (groen): .....

× (rood): .....

## OPDRACHT 5: INENTING

Mensen kunnen immuun worden gemaakt voor een bepaalde ziekte, meestal door middel van een injectie met bepaalde stoffen. Dit heet inenting. In Nederland worden kinderen door het Rijksvaccinatieprogramma ingeënt tegen twaalf infectieziekten, waaronder mazelen en polio.

5.1. Ongeveer 95% van de ouders in Nederland laat hun kind inenten. In 2011 werden er 180.060 kinderen in Nederland geboren. Hoeveel van die kinderen zijn er ongeveer ingeënt? Geef je berekening.

.....

.....

## OPDRACHT 6: COLLECTIEVE IMMUNITEIT

Door veel mensen in te enten, wordt het percentage van de populatie dat vatbaar is voor een ziekte kleiner gemaakt. We gaan uitrekenen of het percentage vatbare mensen  $Q$  moet zijn om de verspreiding van een ziekte te stoppen.

- 6.1 We noemen het percentage mensen in een bevolking dat immuun is voor een bepaalde ziekte  $Q$ . Als  $V$  het percentage vatbare mensen in een populatie is, wat is de formule om het percentage  $Q$  te berekenen? (Hint: bedenk dat iedereen vatbaar of immuun is).

.....  
 .....

- 6.2 In opdracht 4.5 heb je gezien dat als iedereen vatbaar is, en  $R_0 = 1$ , het aantal zieken stabiel blijft. De ziekte heet dan endemisch. We kunnen nu het model meer op de werkelijkheid laten lijken, door te stellen dat niet iedereen vatbaar is, bijvoorbeeld omdat een deel van de bevolking gevaccineerd is. Een ziekte endemisch is dan endemisch als:  $R_0 * V = 100$ . Klopt deze formule met wat je weet van het reproductiegetal en verspreiding van ziektes? Verklaar je antwoord.

.....  
 .....

- 6.3. Schrijf de formule om zodat je  $Q$  uitdrukt afhankelijk van  $R_0$ .

.....  
 .....

- 6.4. Voor de mazelen is  $R_0 = 12$ . Bereken het percentage van de bevolking dat immuun moet zijn om de mazelen endemisch te maken.

.....  
 .....

- 6.5. Wat gebeurt er als  $Q$  groter is dan de uitgerekende waarde?

.....  
 .....



6.6. Kun je nu uitleggen waarom niet iedereen in een bevolking gevaccineerd hoeft te zijn om een epidemie te voorkomen?

.....

.....

6.7. Bedenk waarom niet iedereen in een bevolking gevaccineerd is tegen verschillende infectieziektes.

.....

.....

Als er genoeg mensen immuun zijn, bijvoorbeeld door vaccinatie, kan een ziekte zich niet verspreiden. Dit wordt groepsimmunitet genoemd.

6.8. Voor de mazelen moet 95% van een bevolking gevaccineerd zijn voor groepsimmunitet. In een stad met 324.502 kinderen is 92 % gevaccineerd. Hoeveel kinderen moeten nog gevaccineerd worden? Geef je berekening.

.....

.....

6.9. Zie je nog beperkingen aan het model dat in deze lessen is gebruikt? In welke aspecten klopt het model niet helemaal met de werkelijkheid?

.....

.....

## OPDRACHT 7: ADVIES AAN DE REGERING

Jullie werken in een groep van drie of vier leerlingen aan het volgende, open probleem. Aan het eind van de les moeten jullie een advies overhandigen.

### Opdracht

Er wordt deze herfst in Nederland een griep epidemie verwacht. Griep heeft een reproductiegetal  $R_0$  van 2,5. Er bestaat een vaccin voor de griep, maar die is met €17 per vaccin niet goedkoop. De regering heeft dit jaar een budget van 20 miljoen euro beschikbaar gesteld voor griepvaccins. Jullie moeten de regering geschreven advies geven (van ongeveer een A4) over of ze de bevolking een inenting gaan aanbieden, en zo ja, onder welke omstandigheden.

Denk voor je advies bijvoorbeeld aan:

- Zijn bepaalde groepen van de populatie meer vatbaar voor de griep dan anderen?
- Moet iedereen ingeënt worden? Of alleen bepaalde groepen?
- Hoe wegen de kosten voor inenting af tegen de kosten van zieken?
- Misschien heb je meer gegevens nodig om een optimale strategie te bedenken? Maak dan een schatting, en bedenk ook hoe je in werkelijkheid aan die gegevens kunt komen.
- Wat zijn de zwakke punten van jouw aanpak? Waar moet op gelet worden?

**Tips:**

- Denk na over de tijdsplanning. Je hebt aan het einde van de les tijd nodig om het advies op te schrijven.
- Werkverdeling: wie schrijft alles op, wie houdt de tijd in de gaten?
- Onderbouw je keuzes met wiskundige argumenten en berekeningen!
- Beschrijf ook kort hoe je te werk bent gegaan.