Werkdocument

Dynamische modellen havo

Keuzeopdrachten



|  |
| --- |
| Dit exemplaar behoort aan: |
| Naam: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  Klas: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |

**Inhoudsopgave**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Blz. |
| Inleiding | 2 |
| 1. Polderbeheer | 3 |
| 2. Eilandecologie | 7 |
| 3. Schaatsen | 12 |
| 4. Wielrennen | 17 |
| 5. Chaos in de natuur | 22 |
| 6. Werking van het broeikaseffect op Daisyworld en Iceworld | 29 |
| 7. De was doen | 36 |
| 8. Een griepepidemie | 43 |

**Inleiding**

Na de inleidende lessen gaan jullie nu zelf verder aan het werk.

Vorm een groep van 3-4 leerlingen.  
Maak een keuze uit modellen die gebruikt kunnen worden bij een bepaald onderwerp: de regeling van de waterstand in een polder, de kolonisatie van een eiland door diersoorten, de bewegingen van een schaatser of wielrenner, de groei van dierlijke populaties, het broeikaseffect, het wasproces in een machine en de ontwikkeling van een griepepidemie.  
Onderzoek het model, los alle vragen die erbij horen op. Maak daarna een filmpje, waarmee de werking en de mogelijkheden van jullie model goed is te zien en te begrijpen voor andere leerlingen. Je kunt daarvoor Wink of Camtasia gebruiken. Wink kun je vrij downloaden van <http://www.debugmode.com/wink/download.php>. Camtasiatrial is een programma dat je kunt downloaden (via <http://www.techsmith.com/download/camtasiatrial.asp>), waarna je het 30 dagen gratis kunt gebruiken.

Je kunt alles wat op je scherm komt vastleggen en later bewerken, door geluiden, pijlen in de tekst, afbeeldingen en filmfragmenten toe te voegen. Ben je tevreden, dan kun je je film in de door jou gewenste extensie opslaan.

Maak de film mooier met bijpassend ‘real life materiaal’ en/ of met een kort interview met iemand die op het door jullie gekozen gebied werkt. Dus als het bij voorbeeld gaat over de beweging van een schaatser of een wielrenner, zoek je contact met iemand die daar goed in is (een collega- leerling, een bekende, een topsporter, een trainer of iemand die goed thuis is in bewegingswetenschap).

Het is verstandig bij de samenstelling van de groepen erop te letten dat je er iemand in hebt die goed is in modelleren en iemand die goed is in interviewen of in het bewerken van het filmmateriaal.   
Zet de uiteindelijke film op de elektronische leeromgeving.  
Schrijf daarna met een door de docent aangeboden format twee recensies van door jullie gekozen en aan jullie toegewezen filmpjes van andere groepen.  
De (groeps)beoordeling van zowel jullie film als de door jullie geschreven recensies vormen 50% van het cijfer.  
De andere 50% krijg je via de beoordeling van je (individuele) toets.

Je kunt kiezen uit acht modellen die betrekking hebben op een aantal onderwerpen.

**5** **Chaos in de natuur**

In les F en G heb je iets geleerd over de groei van de menselijke bevolking. Bij de groei van dierlijke populaties zijn negatieve terugkoppelingen (zie les E) erg belangrijk.

Je kunt het bij voorbeeld bij konijnen hebben over het aantal (de populatiegrootte), maar op het eerste gezicht lijkt het logisch dat in een twee keer zo groot gebied ook twee keer zoveel konijnen kunnen leven. Het lijkt daarom een goede aanname dat groeiremmende omstandigheden meer afhangen van de dichtheid *D* dan van de populatiegrootte *K* op zich. De dichtheid kun je berekenen met de formule:

D = K / O

waarin *O*  de oppervlakte is van het leefgebied en *K* de grootte van de populatie konijnen.

**1**  Noem factoren die ongunstiger worden naarmate de dichtheid toeneemt. Waarop hebben deze factoren de meeste invloed, op het sterftecijfer of het geboorte­cijfer?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Het geboorte- en het sterftecijfer kunnen beide variabel zijn onder invloed van de dichtheid. Dat maakt het lastig om precies in de vingers te krijgen wat er met de populatie gebeurt. We kunnen het ook iets vereenvoudigen, zonder dat dit voor het modelresultaat uitmaakt. De groei van de populatie hangt af uiteindelijk alleen af van het *verschil* tussen *geboorte* en *sterfte*. Het maakt dus voor het uiteindelijke resultaat niet uit of je de geboorte laat dalen en de sterfte laat stijgen (Figuur 11a) of dat je de geboorte constant houdt en de sterfte iets harder laat stijgen (Figuur 11b).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Figuur 11a: Geboorte- en sterftesnelheid beide afhankelijk van dichtheid*.* | Figuur 11b: Geboorte- en sterftesnelheid verlopen anders, maar het netto-effect blijft gelijk. |

Uitgaande van Figuur 11b zou je het reële sterftecijfer kunnen beschrijven met de volgende formule:

sreal = s × (1 + dichtheid)

In je model moet je dan *s*real toevoegen en de formule invoegen. De sterfte is nu niet meer afhankelijk van *s* maar van *s*real. Dus de pijl van *s* naar *sterfte* wordt vervangen door een pijl van *s*real naar *sterfte*!



**2** Open het model *konijn.sim* door met je muis op bovenstaand model te klikken. In dit model wordt uitgegaan van het reële sterftecijfer.

Voeg een grafiek in voor *aantal\_konijnen*. Laat het model een periode van 10 jaar doorrekenen voor verschillende waarden van het beginaantal konijnen (*K*), het *geboortecijfer g*, *sterftecijfer s* en het oppervlak *O*. Schets kwalitatief het verloop van de grafiek. Welke veranderingen van deze factoren hebben wel invloed op de grootte van de uiteindelijke populatie en welke niet?

**Intermezzo Afleiding Verhulst model**

In de voorgaande paragraaf gebruikten we:



De groeisnelheid *i* van de populatie was dus:



dat kun je herschrijven tot:



De differentiaalvergelijking voor de groei van het aantal konijnen wordt nu:



De differentiaalrekening levert de volgende oplossing (de grafiek kun je op je grafische rekenmachine bekijken):



Je ziet dat de populatie in het model uiteindelijk steeds op een vaste waarde uitkomt, die afhankelijk is van *geboortecijfer*, *sterftecijfer* en *O*. Deze vaste waarde noemen we de draagkracht (*C* van Carrying Capacity) van het gebied.

De Belgische wiskundige Verhulst heeft veel onderzoek gedaan aan dit groei­model, dat ook wel bekend staat onder de naam logistische groei. Hij nam de geboorte- en de sterftecijfers samen tot een netto-groeisnelheid i en hij schreef:

dK/dt = i × K

waarin: K = aantal konijnen,

i = (geboortecijfer-sterftecijfer) × (1-K/C)

Het is niet direct duidelijk dat deze formule overeenkomt met het model dat we hiervoor gebruikt hebben, maar dat blijkt wel zo te zijn als je voor *C* als waarde kiest:

C = O × (g/s -1)

De formulering van Verhulst heeft twee belangrijke voordelen: ten eerste kun je in deze formule direct zien dat de groeisnelheid nul wordt als *K* = *C*. Ten tweede, en dat was zeker in de tijd van Verhulst nog belangrijker, kun je deze vergelijking met de hand oplossen (zie intermezzo).

|  |
| --- |
| Antwoord: |



**3** De Schotse bioloog Robert May (1936, zie Figuur 11) rekende aan het model van Verhulst, dat niet alleen voor konijnen, maar voor elke natuurlijke dierlijke populatie kan worden gebruikt.

Hij ontdekte dat het verloop van de groei van populatie *K* erg afhankelijk is van de waarde van *i*, het verschil tussen *geboortecijfer* en *sterftecijfer*.

Open het model van Verhulst: *verhul.sim* door met je muis op bovenstaand model te klikken. Er is een grafiek van de ontwikkeling van het aantal dieren gedurende een periode van 100 jaar opgenomen, evenals een tabel om de precieze aantallen te bepalen.

Als je dit model doorrekent met een *i* van 0.1, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 en 3.0, zie je de ontdekking van May.

Bij welke waarden groeit de populatie naar een stabiel evenwicht, bij welke waarden gaat de populatie regelmatig heen en weer tussen twee evenwichtswaarden en bij welke waarde ontstaat er een onregelmatig (chaotisch patroon)? Waarom is dit laatste patroon waarschijnlijker bij de groei van een populatie bladluizen dan bij een populatie olifanten?

|  |
| --- |
| Antwoord: |







Figuur 11: Robert May. Figuur 12: Bladluis.



**4** Bij bladluizen (zie Figuur 12) komt zowel ongeslachtelijke als geslachtelijke voortplanting voor.

In het model *chaos1.sim* is de populatie daarom in twee groepen verdeeld: aseksuele (ongeslachtelijk voortplantende dieren) en seksuele (geslachtelijk voortplantende dieren) dieren. Open het model *chaos1.sim* door met je muis op bovenstaand model te klikken.

Wat stellen de factoren p en q in dit model voor?

Welk verschil is er in de *netto\_groeisnelheid* van de beide groepen? Verklaar dit verschil.

Laat het model doorrekenen bij groeicijfers van 0.1, 0.5, 1.0, 1. 5, 2.0, 2.5 en 3.0.

Het beginaantal van beide deelpopulaties is gelijk: 20 dieren.

Laat de computer de berekeningen nog eens overdoen bij een beginaantal van 40 aseksuelen en 0 seksuelen en 0 aseksuelen en 40 seksuelen.

Welk effect heeft de aanwezigheid van een relatief groot aantal of een relatief klein aantal seksuelen? En wat is daarvan de verklaring?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

1. **Werking van het broeikaseffect op Daisyworld en Iceworld**

****

Figuur 13: Een madelief (daisy).

Op een kale planeet, zoals Mars, varieert de temperatuur veel sterker dan bij ons op Aarde. Niet alleen zijn de verschillen tussen dag en nacht veel groter, maar de temperatuur op Mars reageert bijvoorbeeld ook veel sterker op veranderingen in de zonneactiviteit. Voor het leven op aarde is een redelijk stabiel klimaat noodzakelijk. Hier onderzoek je met behulp van een model, hoe een klimaat onder wisselende omstandigheden stabiel kan blijven met behulp van terugkoppelingen (zie ook de lessen E en H). Die terugkoppelingen kunnen fysische, chemische en/of biologische processen zijn. In dit project gaat het niet om een realistische beschrijving van deze processen, maar om vragen als: wat betekent een 'stabiel klimaat' precies, welke terugkoppelingen leiden tot een stabiel klimaat, is zo'n klimaat dan onder alle omstandigheden stabiel en maakt het veel uit hoe sterk zo'n terugkoppeling precies is?

Allereerst gebruik je een model over het virtuele Daisyworld. Daisyworld is een planeet waar niets groeit, behalve zwarte en witte madelieven (zie Figuur 13). Een deel van de aarde is dus bedekt met witte madelieven, een deel met zwarte en een deel is onbegroeid. Afhankelijk van de omstandigheden groeien er meer witte madelieven (die een verkoelend effect hebben, doordat ze de warmte reflecteren) of zwarte (die een opwarmend effect hebben doordat ze de warmte absorberen). Zo blijft de temperatuur aangenaam. Daarna gebruik je een model over het virtuele Iceworld. In Iceworld kan het planeetoppervlak kaal zijn of bedekt zijn met ijs. Het ijs reflecteert meer zonlicht dan de kale planeet, dus als er eenmaal ijs ligt, dan houdt dat zichzelf koel.

In beide modellen vind je vormen van stabiliteit en in beide modellen zijn er grenzen aan de stabiliteit. Bovendien zul je zien dat de modellen rare sprongen kunnen maken als de stabiliteit eenmaal wordt verstoord en dat je soms niet zomaar terug kunt naar de oorspronkelijke toestand.

**1** In de loop van zijn levensduur is de zon steeds feller gaan schijnen. Bij het ontstaan van de aarde zo'n 5 miljard jaar geleden straalde de zon 30% minder hard dan nu. Je onderzoekt de effecten van deze verandering op de denkbeeldige planeet Daisyworld.

Open het model *daisy.sim* door met je muis op onderstaand model te klikken.

In dit model zie je witte en zwarte madelieven en onbegroeid aardoppervlak, ieder met een eigen *albedo*. Dat is een getal tussen 0 en 1 dat aangeeft welk deel van de zonnewarmte wordt teruggekaatst.

Verklaar het verschil tussen de drie albedo’s.



|  |
| --- |
| Antwoord: |

De isolatiefactor *q* bepaalt in hoeverre de gebieden ten opzichte van elkaar hun warmte kunnen vasthouden. Een *q* van 0 betekent dat er in het geheel geen isolerend effect is, hoe hoger de *q*, hoe beter de isolatie werkt.

Laat het model doorrekenen.

Bekijk de grafiek van de instraling van de zon in het verloop van 10.000 jaar. Wat is je conclusie?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Bekijk de grafieken van de aantallen madelieven en de gemiddelde temperatuur over 10.000 jaar. Wat zijn je conclusies?

Onderzoek het effect van verandering van *q* naar 0 of naar 50.

Wat is het effect op de gemiddelde temperatuur?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Je kunt het model uitproberen onder verschillende omstandigheden, bijvoorbeeld:

* je kunt de beginverhoudingen van zwarte en witte madelieven en kale grond variëren;
* je kunt de zonnestraling periodiek laten schommelen (via de functie sinwave in de formule achter 600: +sinwave(100,250), dat betekent dat met een periode van 250 jaar de straling een amplitude heeft van 100) of laten afnemen in plaats van toenemen( inde formule zet je nu 1600 – 1000\* TIME/STOPTIME) ;
* je kunt de madelieven donkergrijs en lichtgrijs maken in plaats van zwart en wit, door hun albedo dichter bij elkaar te brengen;

Niet iedereen vindt dit model, dat door Watson en Lovelock werd ontwikkeld, even overtuigend. In een kritiek op Daisyworld merken Robertson en Robinson op dat in werkelijkheid de madelieven na verloop van tijd door evolutie aangepast zouden raken aan de heersende temperatuur.

 Wat vind je uiteindelijk goed aan het model, wat minder, in hoeverre lijkt het model op de echte aarde?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

**2** In Daisyworld heb je gezien hoe terugkoppeling ertoe kan leiden dat bij veranderende omstandigheden het klimaat toch constant blijft. Dit noemen we negatieve terugkoppeling. Er zijn ook situaties mogelijk waarbij juist positieve terugkoppeling optreedt, d.w.z. dat een kleine verandering in de omstandigheden juist versterkt wordt zodat er een grote (sprongsgewijze) klimaatverandering optreedt. Dit wordt gedemonstreerd in het Iceworld model.



Figuur 14: A. Een wintertafereel. B. Poster uit de film ‘The day after tomorrow.

Door de invloed van de andere planeten verandert de baan van de aarde om de zon. Deze (kleine) verandering met een periode van 100.000 jaar heeft invloed op de zonne-instraling. Je onderzoekt de effecten van deze variaties op Iceworld (zie Figuur 14). Op Iceworld komen twee soorten oppervlak voor: kale grond of grond bedekt met ijs. Het ijs reflecteert meer zonlicht dan de kale planeet, dus als er eenmaal ijs ligt dan houdt dat zichzelf koel. Iceworld gedraagt zich heel anders dan Daisyworld, maar misschien zie je ook overeenkomsten.



Open het model *ice.sim* door met je muis op bovenstaand model te klikken*.*

Leg uit waarom in het model een factor *temp\_Kelv* ( de temperatuur in Kelvin) is opgenomen en er niet meteen gerekend wordt in graden Celsius.

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Klik op de factor *albedo.* Welke waarde heeft het albedo bij ijs, welke waarde bij temperaturen boven de 277 K?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Klik op de factor *S*, de zonne-instraling. Wat gebeurt daarmee in de loop van de 25.000.000 jaar die het model doorrekent?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Laat het model doorrekenen. Wat gebeurt er met het albedo en wat met de temperatuur op aarde? Verklaar het resultaat.

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Onderzoek wat er gebeurt als in het model de zonnestraling: structureel minder fel wordt (verlaag het eerste getal in de formule van S), minder sterk schommelt (verlaag de amplitude van de sinusfunctie, dat is het eerste getal in de sinusformule) of een langere periode heeft in de schommeling (verhoog de periode van de sinusfunctie, dat is het tweede getal in de sinusformule).

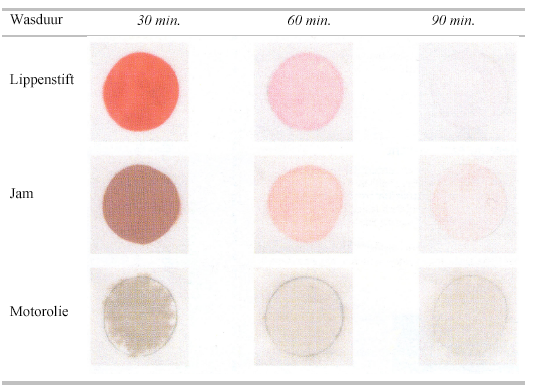
Vergeet niet, bij een verandering de vorige verandering ongedaan te maken!

Wat is jullie conclusie?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

1. **De was doen**

Tijdens het ontwikkelen van een nieuw wasprogramma worden door de onderzoekers op researchafdelingen van wasfabrikanten speciale wasexperimenten uitgevoerd. Met deze experimenten bepaalt men per type vuil hoe goed een wasprogramma werkt. Bij deze experimenten worden proeflapjes textiel gebruikt. Deze proeflapjes worden voorzien van een bekende hoeveelheid van één soort vuil. Vervolgens worden de proeflapjes gewassen onder verschillende omstandigheden en wordt naderhand bepaald hoeveel vuil er nog over is (zie Figuur 15). Er moeten talloze testen worden gedaan voordat men exact weet wat de optimale condities zijn voor verwijdering van die ene soort vuil. Vervolgens wordt deze procedure herhaald voor een ander soort vuil. Al deze experimenten zijn zeer tijdrovend. Bovendien: normaal vuil wasgoed bevat verschillende soorten vuil. Gunstige omstandigheden voor verwijdering van het ene soort vuil kunnen ongunstig blijken voor een ander soort vuil. Uiteindelijk moeten de resultaten van alle experimenten worden gecombineerd om iets te kunnen zeggen over het totale wasresultaat.



Figuur 15: Wasexperimenten met proeflapjes met bekende hoeveelheid vuil.

Het scheelt ontzettend veel tijd als in plaats van al die experimenten een model

gebruikt kan worden dat het wasresultaat onder verschillende omstandigheden direct

doorrekent. In de praktijk wordt dus steeds vaker gebruik gemaakt van (reken)-

modellen bij de ontwikkeling van een nieuw wasprogramma. Er zijn situaties bekend

dat een fabrikant gedwongen is in korte tijd een nieuw wasprogramma te ontwikkelen

omdat bijv. de concurrent nieuwe wasprogramma’s op de markt heeft gebracht die goed verkocht worden. In dat geval heeft de fabrikant niet voldoende tijd om een

nieuw wasprogramma uitgebreid te testen en moet gebruik worden gemaakt van een

model bij de ontwikkeling van een nieuw wasprogramma.



**1** Het wassen van een proeflapje is in het model *was1.sim* weergegeven. Op het model door met je muis op bovenstaand model te klikken.

Het vuil in het proeflapje wordt verwijderd onder invloed van het toegevoegde

wasmiddel. In het model zijn drie voorraadgrootheden opgenomen: *vuil\_*

*in\_proeflapje*, *wasmiddel* en *vuil\_in\_water*. Verder zijn er twee factoren opgenomen.

De factor *beweging\_wasmachine* geeft de invloed van de beweging door de

wasmachine weer. De *watertemperatuur* tenslotte geeft aan bij welke temperatuur er

gewassen wordt.

Stel de temperatuur in op 30ºC en laat het model doorrekenen. Een Powersim model rekent standaard door tot *t* = 100. In dit geval is dat anders. Hoe lang duurt het wasprogramma? En welke eenheid moet je hier gebruiken?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Test het model ook bij de temperaturen 60ºC en 90ºC. Wat is nu je conclusie?

Hoe verwacht je dat de verwijdering van het vuil tegen de tijd zal verlopen als er

gewassen wordt op 20ºC? Test je voorspelling m.b.v. het model. Wat is je conclusie?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Stel de *begin*hoeveelheid vuil is 20 gram i.p.v. 10 gram. Verdere gegevens zijn

allemaal hetzelfde. Hoe verwacht je dat het vuilverwijderingsproces zal verlopen

in vergelijking met een beginhoeveelheid vuil van 10 gram. Geef voor

onderstaande beweringen aan of deze juist of niet juist zijn. Motiveer steeds je

antwoord.

A Er wordt per tijdseenheid meer vuil verwijderd. ....................................Juist/Onjuist

B Op t = 60 blijft er evenveel vuil over. ....................................................Juist/Onjuist

C Het duurt langer om hetzelfde resultaat te krijgen. ...............................Juist/Onjuist

Controleer je voorspellingen met behulp van je model.

Stel de beginhoeveelheid van *vuil\_in\_proeflapje* op 20 gram. Laat het model doorrekenen met de nieuwe waarde.

Zijn je voorspellingen juist? Verklaar eventuele verschillen.

|  |
| --- |
| Antwoord: |

**2** Stel dat je geen model had van het vuilverwijderingsproces. Op welke manier had

je dan je voorspellingen moeten controleren? Motiveer je antwoord.

|  |
| --- |
| Antwoord: |

**3** Wassen doe je om vuil uit textiel te verwijderen. Textiel wordt vuil door het te gebruiken. Zelfs textiel dat lang ongebruikt in de kast ligt, kan vuil worden, bij voorbeeld door stof.

Als iets gewassen wordt, dan betekent dat eigenlijk dat vuil en vlekken losgeweekt worden van het textiel en in het waswater achterblijven.

Er zijn grofweg vijf soorten vuil:

• Wateroplosbaar vuil

• Kleurstofhoudend vuil

• Eiwithoudend vuil

• Vetvlekken

• Wateronoplosbaar vuil dat bestaat uit kleine deeltjes

Jullie gaan het verwijderen van eiwitvlekken bestuderen met een model.

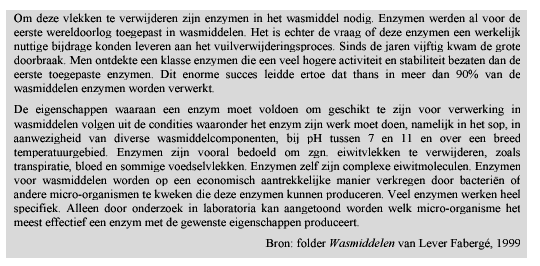
Eiwitvlekken zijn lastig te verwijderen, terwijl ze veel voorkomen. Vlekken door

bloed en transpiratievocht zijn voorbeelden van vuil waar eiwitten inzitten. Enzymen

zijn ingewikkelde organische moleculen die in alle levende wezens aanwezig zijn en

die kunnen worden gebruikt om eiwithoudende vlekken af te breken. In de folder van

een wasmiddelenfabrikant staat:



Enzymen zijn *biologische* katalysatoren. Een katalysator is een stof die wordt

toegevoegd om een reactie te versnellen en daarbij zelf niet wordt verbruikt. Een

bekend voorbeeld is de katalysator in de uitlaat van auto. Deze katalysator versnelt

o.a. het omzetten van NOx in N2 en O2. De actieve component in een autokatalysator

is platina.

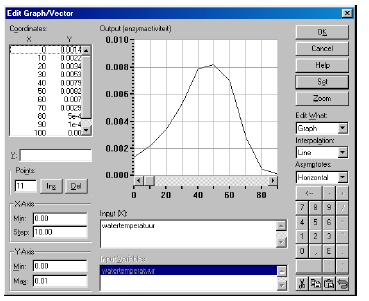
De enzymactiviteit is afhankelijk van de temperatuur en kent een top tussen 30 0C en

60 0C. In Figuur 16 is de enzymactiviteit weergegeven als functie van de

temperatuur.



Open het model *was2.sim* door met je muis op bovenstaand model te klikken.



Figuur 16: Temperatuurafhankelijke enzymactiviteit.

De temperatuurafhankelijkheid van de activiteit van enzymen kan in Powersim

worden beschreven m.b.v. de functie GRAPH (zie Figuur 16).

Klik op enzymactiviteit. Je ziet dan de optie Define Variable. Klik nu op de optie Graph om de vorm van de grafiek te controleren.

Voor het invullen van de waarden in dit model zijn de gegevens hieronder gebruikt.

Controleer de waarden die gebruikt worden in het model.

## Procescondities

*Waterverbruik per wasbeurt: 20–30 L (inclusief spoelgangen: 50–80 L)*

*Watertemperatuur: 20 ºC–95 ºC*

*Beweging door wasmachine: ca. 40–60 omwentelingen /min*

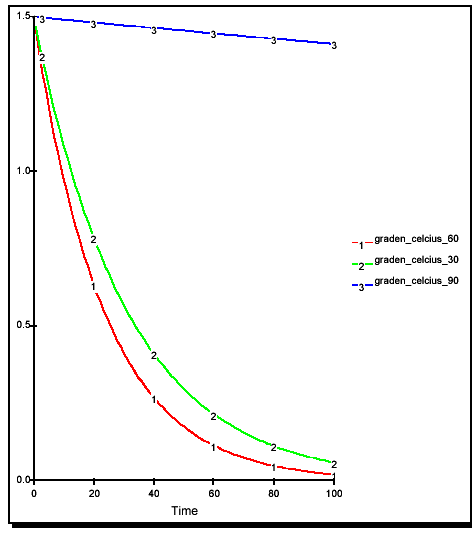
*100 gram wasmiddel per wasbeurt, waarin:*

*• 30 gram zeep*

*• 3 gram enzym*

*Vermogen verwarmingselement: 2,8 kW*

Laat het model *was2.sim* doorrekenen. Controleer de uitkomsten van je model aan de hand van de resultaten in Figuur 17.

****

Figuur 17: De resultaten van een aantal wasexperimenten met een proeflapje met eiwitvlekken bij respectievelijk 30°C, 60°C en 90°C, een waterhoeveelheid van 25 L en beginhoeveelheid vuil van 1,50 gram.

Bepaal nu met behulp van jullie model bij welke temperatuur en waterhoeveelheid

het wasresultaat voor eiwit voldoende is. Noteer je conclusies door antwoord te

geven op de onderstaande vragen.

Wat vinden jullie een voldoende wasresultaat?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Welke procescondities kiezen jullie om dit resultaat te bereiken?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Dit resultaat wordt bereikt na: …………..min (je kunt de wastijd aanpassen door via de optie *Simulate* naar *Simulation Setup* te gaan en dan de stoptijd te veranderen.

Bij een watertemperatuur van: ................. ºC

En een waterhoeveelheid van:................... L

Welke overwegingen hebben een rol gespeeld bij de keuze van de procescondities?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

* 1. **Een griepepidemie**

|  |  |
| --- | --- |
| Wat is griep?  Griep is een acute infectie van de bovenste luchtwegen (neus, keel, longen) en wordt veroorzaakt door het influenza- virus. Griep is waarschijnlijk de meest onderschatte ziekte die er is. Ieder jaar krijgt 5 tot 10% van de Nederlandse bevolking griep; dit zijn dus 1 tot 1,5 miljoen mensen. Dit noemen we een epidemie.  Het griepvirus ondergaat regelmatig mutaties, veranderingen. De antistoffen die het lichaam het ene jaar aanmaakt tegen het griepvirus, herkennen niet automatisch het virus van het jaar daarop. Hierdoor kan het griepvirus ons afweersysteem steeds opnieuw verrassen en kun je elk jaar opnieuw griep krijgen.  **Tijd tussen besmetting en begin griepklachten**  Na het binnenkrijgen van het griepvirus duurt het gewoonlijk 2 – 3 dagen voordat je ziek wordt. Dit wordt de incubatietijd genoemd. Ondertussen kun je wel, zonder dat je het weet, weer andere mensen besmetten. Volwassenen zijn besmettelijk vanafvanaf twee dagen voordat de symptomen zich openbaren tot vijf dagen daarna. | **Hoe lang duurt de griep?**  Bij griep zijn gezonde mensen al gauw een week ziek. De koorts (38-40 °C) is binnen één dag na het begin van de klachten het hoogst en duurt 1 tot 5 dagen. Als je griep hebt, wil je het liefst gewoon in bed blijven.   Griep is zeer besmettelijk Via de lucht, maar ook via direct contact (zoenen, hand geven) of indirect contact (via een deurkruk of telefoon bijvoorbeeld) kun je het griepvirus oplopen. Het inademen van maar drie griepvirussen is al genoeg om zelf besmet te raken. Bijvoorbeeld: Als een vliegtuig met één grieppatiënt 3 uur aan de grond staat met een kapot ventilatiesysteem, dan krijgt 72% van de passagiers in de daaropvolgende dagen griep.    Informatie van de site www.griep.nl |

Bij griep kan het basisprincipe als volgt beschreven worden: je bent gezond, je wordt ziek, je wordt beter en dan ben je (een tijdje in ieder geval) immuun voor de ziekte.



**1** Open het model griep1.sim door met je muis op bovenstaand model te klikken.

In dit model wordt begonnen met 990 gezonde mensen en 10 mensen met griep.

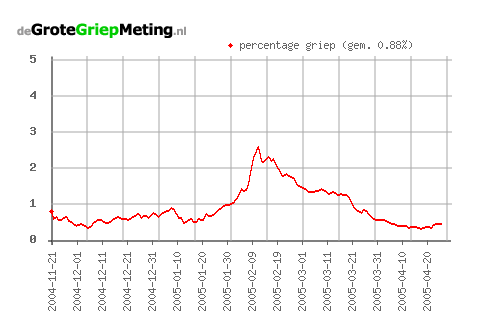
Elke dag worden er 10 ziek en van de zieken geneest elke dag 20%.

Wat is de gemiddelde ziekteduur (in dagen) van dit type griepvirus wanneer we uitgaan van de constante genezingskans van 20% per dag? Vinden jullie dit een realistische aanname? Gebruik indien nodig de informatie van de website [www.griep.nl](http://www.griep.nl).

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Dit eerste model van een griepepidemie is natuurlijk veel te eenvoudig om voorspellingen mee te doen. Vooral de aanname dat er elke dag 10 personen ziek worden is niet erg realistisch. Hoe zie je dat in de tabel of in de grafiek aan het einde van de periode van 100 dagen?

Figuur 18A vertoont het verloop van het aantal zieke personen volgens het model. De resultaten die het model levert wijken nogal af van een daadwerkelijke griepepidemie (Figuur 18B).



Griepepidemie in Nederland, seizoen 2004-2005.

Figuur 18: Griepepidemie volgens een simpel model(A, links), vergeleken met een werkelijke griepgolf (B, rechts).

Volgens het model stijgt het aantal zieke personen de eerste dagen snel, maar die stijging verloopt gaandeweg steeds minder snel*.* Uiteindelijk wordt het aantal zieke personen constant.

Leg uit waardoor het aantal zieke personen in het model steeds minder snel stijgt.

Ga met een berekening na dat uiteindelijk constant 50 personen ziek zijn.

Zal het aantal zieke personen na verloop van tijd ook weer gaan dalen? Wanneer?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

De vorm van de grafiek van het model lijkt helemaal niet op de grafiek van een echte

griepgolf. Het model is kennelijk veel te simpel om het verloop van een griepgolf te

beschrijven.

Waardoor stijgt bij een werkelijke griepgolf het aantal zieke personen tijdens het

begin van de griepgolf steeds sneller?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

In het model is de aanname gemaakt dat er elke dag opnieuw 10 personen ziek worden.

Geef tenminste één reden waarom dat geen realistische aanname is.

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Het aantal personen dat op een dag ziek wordt hangt af van zowel het aantal personen dat ziek is als van het aantal personen dat nog niet ziek geweest is.

Leg dit uit.

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Besmetting kan alleen optreden als zieke en gezonde mensen elkaar ontmoeten. Niet elk contact leidt vanzelf tot besmetting, er is een zekere besmettingskans. Neem aan dat elk persoon elke dag 10 mensen van dichtbij ontmoet, en dat de kans dat een ziek persoon een gezond persoon besmet daarbij 5% is. Op de eerste dag zal dan gemiddeld de helft van de zieke personen een ander persoon ziek gemaakt hebben.

Leg uit dat op de eerste dag ongeveer de helft van de zieke personen een gezond persoon besmet.

Waarom neemt dit na verloop van tijd af?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Na verloop van tijd daalt het aantal besmettingen doordat een groot deel van de bevolking immuun geworden is. Op een bepaald moment zijn er 400 gezonde personen, 100 zieken en 500 personen die immuun zijn.

Van de 10 personen die een ziek persoon per dag ontmoet is slechts een deel gezond. Bij elke ontmoeting is de kans op besmetting 5%.

Hoeveel gezonde personen komt een ziek persoon per dag tegen?

Bereken hoeveel besmettingen er gemiddeld door één ziek persoon per dag veroorzaakt worden.

Hoeveel besmettingen zullen er die dag plaatsvinden?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

**2** Om het model te verbeteren, moet rekening gehouden worden met de volgende verbanden:

• Het aantal personen dat per dag geneest, hangt af van de ziekteduur;

• Het aantal personen dat per dag besmet raakt hangt af van de besmettelijkheid van het virus, het aantal personen dat ziek is én het aantal personen dat (nog) gezond is.

Open het model *griep2.sim* door met je muis op onderstaand model te klikken.



In het model *griep2.sim* zijn twee nieuwe blokjes te zien die elk een bepaalde constante voorstellen:

• de *genezingskans* is gelijk aan 1 gedeeld door het gemiddelde aantal dagen dat iemand gemiddeld ziek is (in dit geval is dat 5 dagen);

• de *besmettingsfactor* is de kans dat een gezonde persoon bij een contact met een zieke persoon besmet raakt.

In het eerste model werden elke dag 10 mensen besmet. Het is niet erg realistisch dat het aantal besmettingen constant is. Als er meer zieke mensen zijn zullen er ook meer mensen besmet worden.

Besmetting kan alleen optreden als zieke en gezonde mensen elkaar ontmoeten. Niet elk contact leidt vanzelf tot besmetting, er is een zekere besmettingskans, het aantal besmettingen dus ook af van het aantal zieke personen.

Na enige tijd is een deel van de bevolking immuun en kan dus niet meer besmet worden. Het aantal besmettingen daalt als het percentage van de bevolking in de categorie gezond afneemt. Een betere formule voor het aantal besmettingen is dan: 

In deze formule is c de besmettingsfactor (het aantal besmettingen dat een ziek persoon per dag veroorzaakt bij een gezonde bevolking)

Bekijk de formule voor het aantal besmettingen.

Stel dat bij 990 gezonde personen en 10 zieke personen er per dag (eerst slechts) 5 besmettingen zijn, welke waarde heeft c dan? In het model is deze waarde ingevuld als *besmettingsfactor* (per persoon).

In het begin van de epidemie neemt het aantal besmettingen per dag snel toe. Hoe is dat met deze formule te verklaren?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Hoeveel besmettingen zijn er per dag bij 400 gezonde personen, 100 zieken en 500 personen die immuun zijn?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Na verloop van tijd daalt dus het aantal besmettingen per dag weer

Hoe kun je met de bovenstaande formule uitleggen dat op een bepaald moment het aantal besmettingen weer daalt?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Voor de *genezingskans* is in het model gekozen de waarde 0.2 = 1 / (gemiddelde ziekteduur van 5 dagen).

Waarom is in de formules voor besmetting en genezing een *ROUND*-functie gebruikt?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Laat het model nu doorrekenen.

Beantwoord de volgende vragen:

Heeft de epidemie na een week het maximum al bereikt?

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Ga na vanaf welke dag de toestand stabiel is.

De hoofdvragen bij het voorspellen van het verloop van een griepgolf zijn:

• Hoe hoog is de piek van de epidemie (het grootste aantal mensen dat op een gegeven moment ziek is)?

• Hoeveel procent van de bevolking krijgt uiteindelijk griep?

Beantwoord de twee hoofdvragen bij de gekozen waarden van dit model.

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Probeer tenslotte uit wat er verandert aan het patroon als:

• De besmettingsfactor verdubbelt, dat betekent dus dat er een zeer besmettelijk vorm van griep toeslaat;

• De totale bevolking veel kleiner is;

• De ziekteduur niet 5 maar 10 dagen is.

|  |
| --- |
| Antwoord: |

Vergeet niet, bij een verandering de vorige verandering ongedaan te maken!