



## E-klas Dynamisch modelleren (powersim)

Auteur

Team

Laatst gewijzigd

Licentie

Webadres

Bètapartners

Wikiwijs Maken Auteurs

7 mei 2015

CC Naamsvermelding-GelijkDelen 3.0 Nederland licentie

<https://maken.wikiwijs.nl/55527/>



Dit lesmateriaal is gemaakt met Wikiwijs van Kennisnet. Wikiwijs is hét onderwijsplatform waar je leermiddelen zoekt, maakt en deelt.

# Inhoudsopgave

Home .....	2
Studiewijzer .....	3
Inleiding .....	6
A. Wat is dynamisch modelleren? .....	8
Wat moet je weten? .....	9
Wat ga je doen? .....	11
Wat ga je leren? .....	14
Bronnen .....	14
B. Oriëntatie .....	16
Wat moet je weten? .....	16
Wat moet je doen? .....	18
Wat ga je leren? .....	24
Begrippenlijst .....	24
C. Het experiment .....	26
Wat je moet weten? .....	26
Wat heb je nodig? .....	26
Wat ga je doen? .....	28
Wat ga je leren? .....	29
D. Een eenvoudig dynamisch model maken .....	30
Wat moet je weten? .....	30
Wat ga je doen? .....	32
Wat ga je leren? .....	33
Bronnen .....	34
E. Terugkoppeling .....	35
Wat moet je weten? .....	36
Wat ga je doen? .....	39
Wat ga je leren? .....	40
F. Hoe rekt een dynamisch model? .....	41
Wat moet je weten? .....	41
Wat ga je doen? .....	42
Wat ga je leren? .....	44
Bronnen .....	44
G. Bevolkingsgroei .....	45
Wat moet je weten? .....	45
Wat ga je doen? .....	45
Wat ga je leren? .....	46
H. Positieve terugkoppeling .....	47
Wat moet je weten? .....	48
Wat ga je doen? .....	48
Wat ga je leren? .....	49
I. Zelf stroomschema's maken .....	50
Wat moet je weten? .....	50
Wat ga je doen? .....	51
Wat ga je leren? .....	52
Bronnen .....	53
J. Zelf ingewikkelde stroomschema's maken .....	54
Wat moet je weten? .....	54
Wat ga je doen? .....	55
Wat ga je leren? .....	56
Bronnen .....	56
D-toets .....	57
Eindopdracht .....	61
Over deze module .....	63
Over dit lesmateriaal .....	64

# Home



<http://gratisweerddata.buienradar.nl/buienradar.php?type=256x256>

## Welkom bij de module Dynamisch modelleren havo

In de module Dynamisch modelleren, bestemd voor lessen Natuur, Leven en Technologie (NLT), maak je kennis met dynamische modellen en leer je om zelf dynamische modellen te bouwen.

De module is opgebouwd rond drie thema's:

- waterstromen,
- bevolkingsgroei,
- aanpassing van een individu aan zijn omgeving (homeostase).

De module neemt 40 studieles uur (slu) in beslag. Je besteedt 20 slu aan het theoriegedeelte en 20 slu aan het keuzegedeelte.

Bij het lesmateriaal hoort het computerprogramma Powersim. Dit programma is vrij te downloaden via

[www.fisme.uu.nl/modelleren/docent/software.php](http://www.fisme.uu.nl/modelleren/docent/software.php)

Succes!

René Westra

Arjan de Graaf

Docentenhandleidingen en toetsen zijn voor docenten verkrijgbaar via de bètasteunpunten: zie colofon.

# Studiewijzer

## Studiewijzer

De module Dynamisch modelleren voor de lessen Natuur, Leven en Technologie (NLT) is opgebouwd uit een theoriegedeelte en een praktijkgedeelte.

Voor het theoriegedeelte en het praktijkgedeelte zijn ieder 20 studie lasturen (slu) ingepland.

In de 20 slu voor het theoriegedeelte moeten de 10 hoofdstukken doorlopen worden.

### Planning voor het theoriegedeelte

#### **Les 1 - Introductie en Les A en B**

##### **Inleiding**

- Inleiding Dynamisch modelleren: inleiding van het lesmateriaal aandachtig doorlezen

##### **A**

- *A. Wat is een dynamisch model:*
  - opdracht maken,
  - website van het NOS journaal bezoeken
  - Video Doculine: De wereld over 50 jaar bekijken
- *Wat moet je weten?:* tekst doorlezen en opdrachten maken
- *Wat ga je doen?:* opdrachten doen, websites bezoeken en video's bekijken

##### **B**

- *B. De oriëntatie:* tekst doorlezen
- *Wat moet je weten?:* tekst doorlezen en opdrachten maken
- *Wat ga je doen?:*
  - opdrachten invullen,
  - websites weer.nl en WL delft bezoeken en
  - video's over wateroverlast in Hardinxveld en de Tsunami bekijken.

### **Huiswerk voor volgende les:**

Wat je niet hebt af kunnen ronden van de stof van Les 1 is huiswerk voor de volgende les.

1 Lege Petfles en 3 verschillende doppen meenemen.

#### **Les 2 - Les C:**

##### **C**

- *C. Het experiment:* inleidende tekst doorlezen. Later in dit hoofdstuk het je voor het eerst het bestand "werkdokument theorie" nodig.
- *Wat moet je weten?:* tekst doorlezen.
- *Wat heb je nodig?:*
  - Voorbereiden van het experiment: tekst doorlezen en petfles voor het experiment prepareren.
- *Wat ga je doen?:*
  - Tekst doorlezen en opdracht 1 en 2 uitvoeren.
  - Open voor deze opdracht het "werkdokument theorie" en maak van les C opdracht 1 en 2.
  - Vul de antwoorden op de vragen in in het werkdokument en sla het na afloop op onder je eigen naam in je persoonlijke map "Werkdocumenten dynamisch modelleren"

### **Huiswerk voor volgende les:**

Wat je niet hebt af kunnen ronden van de stof van Les 2 is huiswerk voor de volgende les.

#### **Les 3 - Les D**

##### **D**

- *D. Een eenvoudig dynamisch model maken:*
- *Wat moet je weten?:* tekst doorlezen, opdrachten invullen en de computersimulatie van digischool starten en manipuleren. Bekijk of de grafieklijn overeenkomt met het experiment uit

les 2

- *Wat ga je doen?:*
  - Je gaat hier voor het eerst zelf een dynamisch model maken. Hiervoor heb je het programma Powersim nodig.
  - Installeer Powersim.
  - Maak les D uit het "werkdokument theorie".
  - Bekijk de PowerPoint presentatie die in het werkdokument te vinden is.
  - Doorloop de stappen en beantwoord de vragen in het document.
  - Sla na afloop het werkdokument op in je persoonlijke map.
- *Doelstellingen:* lees de doelstellingen door.

### Huiswerk voor volgende les:

Wat je niet hebt af kunnen ronden van de stof van Les 3 is huiswerk voor de volgende les.

#### **Les 4 - Les E**

**E**

- *E. Terugkoppeling:* in deze les maak je weer gebruik van je "werkdokument theorie"
- *Wat moet je weten?:* inleidende tekst goed doorlezen en de opdrachten doorlopen.
- *Wat ga je doen?:*
  - tekst doorlezen en vervolgens les E uit je werkdokument maken.
  - Doorloop de stappen in je werkdokument en beantwoord de vragen.
  - Sla het bestand na afloop op in je persoonlijke map.
- **Als alle opdrachten zijn uitgevoerd en de vragen zijn ingevuld, UPLOAD DAN HET "WERKDOCUMENT THEORIE" NAAR JE DOCENT**

### Huiswerk voor volgende les:

Wat je niet hebt af kunnen ronden van de stof van Les 4 is huiswerk voor de volgende les.

#### **Les 5 - Les F en G**

**F**

- *F. Hoe rekent een dynamisch model?:* lees de tekst en bekijk de video "World Population" over de groei van de bevolking wereldwijd .
- *Wat moet je weten?:* Lees de tekst en bekijk de video "are humans smarter than yeast?"
- *Wat ga je doen?:*
  - Beantwoord de opdrachten. Open daarna Les F uit je werkbestand.
  - Vul de tabel in en beantwoord de vragen uit het werkbestand.
  - Sla het bestand na afloop op!

**G**

- *G. Een bevolkingsmodel:* tekst doorlezen
- *Wat moet je weten?:* tekst over het bevolkingsmodel goed doorlezen.
- *Wat ga je doen?:*
  - doorloop les G uit je werkdokument.
  - Lees de tekst, beantwoord de vragen en stel het model op in Powersim.
  - Sla het bestand na afloop op in je persoonlijke map.

### Huiswerk voor volgende les:

Wat je niet hebt af kunnen ronden van de stof van Les 5 is huiswerk voor de volgende les.

#### **Les 6 - Les H en I**

**H**

- *H. Positieve terugkoppeling:*
- *Wat moet je weten?:* tekst over positieve en negatieve terugkoppeling doorlezen
- *Wat ga je doen?:*
  - les H uit je werkdokument maken.
  - Vragen in het werkdokument maken en document in persoonlijke map opslaan.

**I**

- *I. Zelf stroomschema's maken:* tekst doorlezen.

- *Wat moet je weten?:*
  - Tekst doorlezen.
  - Filmpje marathon bekijken.
  - Website over homeostase van [www.bioplek.org](http://www.bioplek.org) goed doornemen.
  - Filmfragmenten marathon openen en bekijken.
- *Wat ga je doen?:* tekst doorlezen. Les I uit je werkbestand doornemen en de vragen beantwoorden.

### Huiswerk voor volgende les:

Wat je niet hebt af kunnen ronden van de stof van Les 6 is huiswerk voor de volgende les.

### Les 7 - Les J

J

- *J. Zelf ingewikkelde modellen maken:*
- *Wat moet je weten?:*
  - Tekst doorlezen.
  - Video "Olympische marathon Tokyo" kijken.
  - Website Noorderlicht bezoeken en tekst over wandelaars onderzoek in Nijmegen doorlezen. Kijk ook naar het filmpje over het inspanningsonderzoek op de website van Noorderlicht.
  - Opdrachten maken.
- *Wat ga je doen?:*
  - Les J uit je werkdocument maken.
  - Modellen maken van de waterbalans in je lichaam.
  - Sla het bestand op in je persoonlijke map.
- Als je alle vragen hebt beantwoord en alle opdrachten hebt gemaakt, **UPLOAD HET BESTAND DAN NAAR JE DOCENT!**

### Huiswerk voor volgende les:

Wat je niet hebt kunnen afronden van de stof van Les 7 is huiswerk voor de volgende les.

### Les 8 - Diagnostische Toets

- De D-toets dynamische modellen maken. Deze toets is te vinden in het tabblad Toetsen in de Elektronische Leeromgeving (ELO).

### Planning voor het Praktijkgedeelte

- Vormen van groepjes
- Onderwerp kiezen uit het werkdocument keuzeopdracht
- Voorbeeldfilmpje bekijken
- Het onderdeel Wat ga je doen? uit het menu Opdracht goed doorlezen
- Uitvoering van het onderwerp:
  - Maken van een model
  - Vragen beantwoorden
  - Filmpje maken
  - Recenseren van 2 video's van klasgenoten
- **Uploaden naar je docent:**
  - Uitgewerkt bestand "werkdocument keuzeopdracht"
  - Zelfgemaakte videohandleiding
  - 2 recensies van zelfgekozen filmpjes van klasgenoten

### Afsluitende toets

Ter afsluiting wordt een eindtoets afgenomen. Deze toets is terug te vinden in het tabblad toetsen in de ELO.

# Inleiding

Dit is het lesmateriaal van de module Dynamisch modelleren met Powersim, bestemd voor het vak Natuur, Leven en Technologie (NLT). Met de menubalk hiernaast navigeer je door de module. Deze module bestaat uit een **theoriegedeelte** (ongeveer 20 uur slu) en een **keuzegedeelte** (ongeveer 20 uur slu). De theorielessen doorloop je individueel. De keuzeopdracht doe je in een groep van 3 tot 4 personen.

## Hoe is de e-klas georganiseerd?

De e-klas Dynamisch modelleren bestaat uit dit lesmateriaal (deze website), een werkdokument theorie en een werkdokument keuzeopdracht. Deze werkdOCUMENTen zijn Word-documenten die je gebruikt om je opdrachten te maken.



<https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/c/cb4b474d50b5ca8ec91e8e7fd0ad581b.doc>



<https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/f/f40fd04eb4c0b050d92ac301dd1580a2.docx>



<https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/d/d4d6612d830510dc9c27bc2ceab7ab21.doc>

In principe werk je alleen binnen deze elektronische leeromgeving (elo). Het theoriegedeelte bestaat uit 10 lessen (les A t/m J). Voor dit gedeelte is maximaal 20 slu uitgetrokken, maar je doorloopt de lessen in je eigen tempo. Het keuzegedeelte bestaat uit 8 keuzeopdrachten.

## Hoe is een les georganiseerd?

De lessen uit het theoriegedeelte bestaan steeds uit vier delen:

- **Verkennen:** inleidende vraag (max. 0,1 uur).
- **Theorie en voorbeelden (Wat moet je weten?):** theorieoverzicht en voorbeelden via links (soms met applet) (ongeveer 0,4 uur).
- **Verwerken (Wat ga je doen?):** geleerde theorie in praktijk brengen door opgaven te maken en een model te bouwen (ongeveer 1,4 uur).
- **Doelstellingen (Wat ga je leren?):** overzicht van doelstellingen (max. 0,1 uur).

## Hoe ga je te werk?

Open aan het begin van iedere les dit lesmateriaal (deze website) en ga verder waar je gebleven bent.

Voordat je aan de e-klas begint maak je een persoonlijke map aan in je computer. Geef die map de naam 'werkdocumenten dynamisch modelleren'. In deze map sla je je werkdokument theorie op met de verwerkingsopdrachten en de modellen. Vergeet niet je naam te noteren op de startpagina van het werkdokument. Let op: upload je werkdokument na afloop van les E en les J naar je docent(e).

Ben je klaar met les J, maak dan de diagnostische toets en controleer of je alles begrepen hebt. Ga daarna door naar het keuzegedeelte van de e-klas. Bij de keuzeopdracht ga je één eenvoudig model naar keuze uitbreiden en aanpassen. Je presenteert je model in de vorm van een videohandleiding voor internet. De keuzeopdrachten vind je in het bestand werkdokument keuzeopdracht. Ook dit bestand sla je op in je map 'werkdocumenten dynamisch modelleren'. Als je helemaal klaar bent met de keuzeopdracht moet je ook dit werkdokument uploaden naar je docent(e), samen met je zelfgemaakte videohandleiding.

Het is verstandig om bij de samenstelling van de groepen te letten op waar de groepsleden goed in zijn. Het is handig als in ieder groepje iemand is die goed is in modelleren, en iemand anders die goed is in interviewen of in het bewerken van het filmmateriaal. Als de film af is zet je hem in de elektronische leeromgeving. Tenslotte schrijf je (met een door de docent aangeboden format) twee recensies van filmpjes van andere groepen.

### De beoordeling

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.



<https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/1/10bc80be205e18544e7fc460dce41fe8.doc>

Succes!

René Westra

Arjan de Graaf

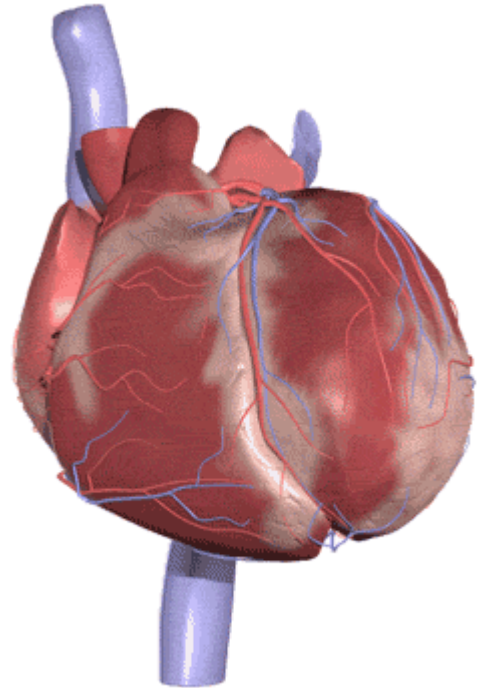
Ger Nijman



# A. Wat is dynamisch modelleren?

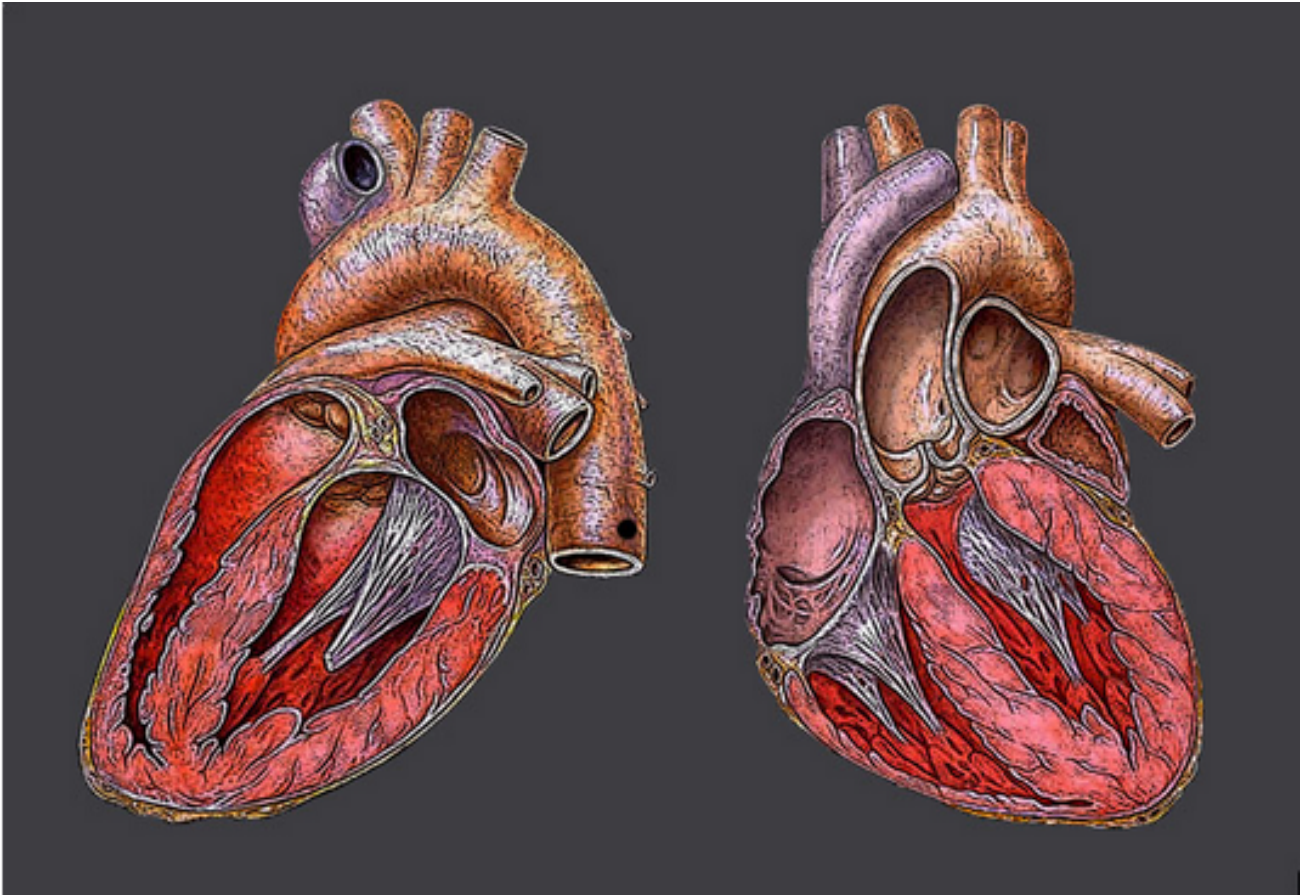
In de animatie hiernaast is een model van het hart te zien ([www.biologiepagina.nl](http://www.biologiepagina.nl)). Een model is een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid. Iemand die modelleert maakt een model van een situatie, een apparaat, een proces of een deel van de natuur. Deze persoon houdt zich bezig met de vraag: welke onderdelen of aspecten zijn van belang voor dit model? Wat niet van belang is, wordt weggelaten, evenals de details.

Bekijk onderstaande video. Hoe betrouwbaar zijn de voorspellingen?



Bron: <http://nl.youtube.com/watch?v=0G5dHKpNBtU>

## Wat moet je weten?



<http://nl.wikipedia.org/wiki/Afbeelding:Heart.jpg>

De afbeelding hierboven toont een stilstaand model van het menselijk hart. Het model wordt stilstaand genoemd omdat het geen veranderingsproces beschrijft. Een **dynamisch** model is geen stilstaand (schaal)model. Het woord dynamisch geeft aan dat het model **veranderingsprocessen** beschrijft. Men kan aan de hand van een dynamisch model een verwachting uitspreken. Vanzelfsprekend geldt hierbij, hoe nauwkeuriger het model, hoe nauwkeuriger de delen en aspecten binnen zo'n model zijn weergegeven en hoe nauwkeuriger de te verwachte uitkomst.



### Opdracht 1

Op de website [www.biologiepagina.nl](http://www.biologiepagina.nl) is een model weergegeven van een skelet met spierstelsel (zie hiernaast). Dit model valt onder de categorie stilstaande modellen. Wat is een stilstaand model?

Plaats hier je muis



### Opdracht 2

Op de website <http://phet.colorado.edu/index.php> is een model weergegeven van een kogelbaan. Dit model valt onder de categorie dynamische modellen. Bestudeer het model en schiet de kogel af (klik op 'fire'). Waarom is dit model een dynamisch model?

Plaats hier je muis



[kogelbaan](#)



### Opdracht 3

Probeer een kogel in de roos te schieten. Onder welke hoek raak de kogel de roos?

Plaats hier je muis

## Wat ga je doen?

Bekijk onderstaande video en beantwoord de opdrachten.



[//www.youtube.com/embed/oLnXGrokbc0](https://www.youtube.com/embed/oLnXGrokbc0)



### Opdracht 1

Bij het maken van voorspellingen voor de toekomst wordt vaak gebruik gemaakt van dynamische modellen. Een voorbeeld van het maken van een verwachting met behulp van een model, is de neerslagradar. Deze is op internet te vinden op [www.buienradar.nl](http://www.buienradar.nl).

Met een tijdstap van 5 minuten worden beelden van het afgelopen uur getoond, en met een tijdstap van 15 minuten een prognose voor de komende anderhalf uur.

Leg uit dat het KNMI nooit het weer voorspelt maar wel verwachtingen uitgeeft

Plaats hier je muis

Bezoek [de website Weer.nl](http://de.website.Weer.nl)



### Opdracht 2

De buien in de prognose bewegen over het scherm.

Welk gegeven gebruikt de computer om de prognose op te stellen?

Plaats hier je muis



### Opdracht 3

In de weerkaarten (menu links) wordt de weersituatie beschreven door verschillende variabelen zoals de temperatuur en de windsnelheid op verschillende plaatsen te berekenen. Hiermee bereken je een beginsituatie van waaruit je verder kan rekenen.

Noem twee andere variabelen die de **beginsituatie** bepalen.

Plaats hier je muis



#### Opdracht 4

De weerssituatie kan veranderen door bijvoorbeeld aanvoer van warme of koude lucht.

Noem twee andere factoren die invloed kunnen hebben op de **verandering** van de weerssituatie.

Plaats hier je muis



#### Opdracht 5

Verschillende overheidsinstanties hebben belang bij 'watermodellen', om beleid te bepalen op korte en lange termijn. Geef drie redenen.

Plaats hier je muis



#### Opdracht 6

Op internet kun je veel video's en animaties vinden over tsunami's. Bekijk onderstaande video. Waardoor werd de tsunami in 2004 veroorzaakt (zoek eventueel op op internet) en waarom werkt men bij onderzoek aan tsunami's liefst met modellen.

Plaats hier je muis



[Bron: YouTube](#)

# Wat ga je leren?



## Doelstellingen

Op allerlei terreinen wordt gebruik gemaakt van dynamische modellen en computersimulaties. Een nadeel van computermodellen is, net als bij alle andere modellen, dat het nooit een exacte weergave van de situatie is. De plaatjes uit de computer lijken heel nauwkeurig, maar schijn bedriegt.....

Na bestudering van les A moet je de volgende vragen kunnen beantwoorden:

- Wat is een dynamisch model?
- Wat kun je met een dynamisch model?

## Bronnen

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Afbeelding:Heart.jpg>

<http://www.buienradar.nl/>

<http://www.wldelft.nl/gen/news/moreinfo/ois/>

<http://nl.youtube.com/watch?v=nLaZjOJpdJA>

<http://nl.youtube.com/watch?v=oLnXGrokbc0>



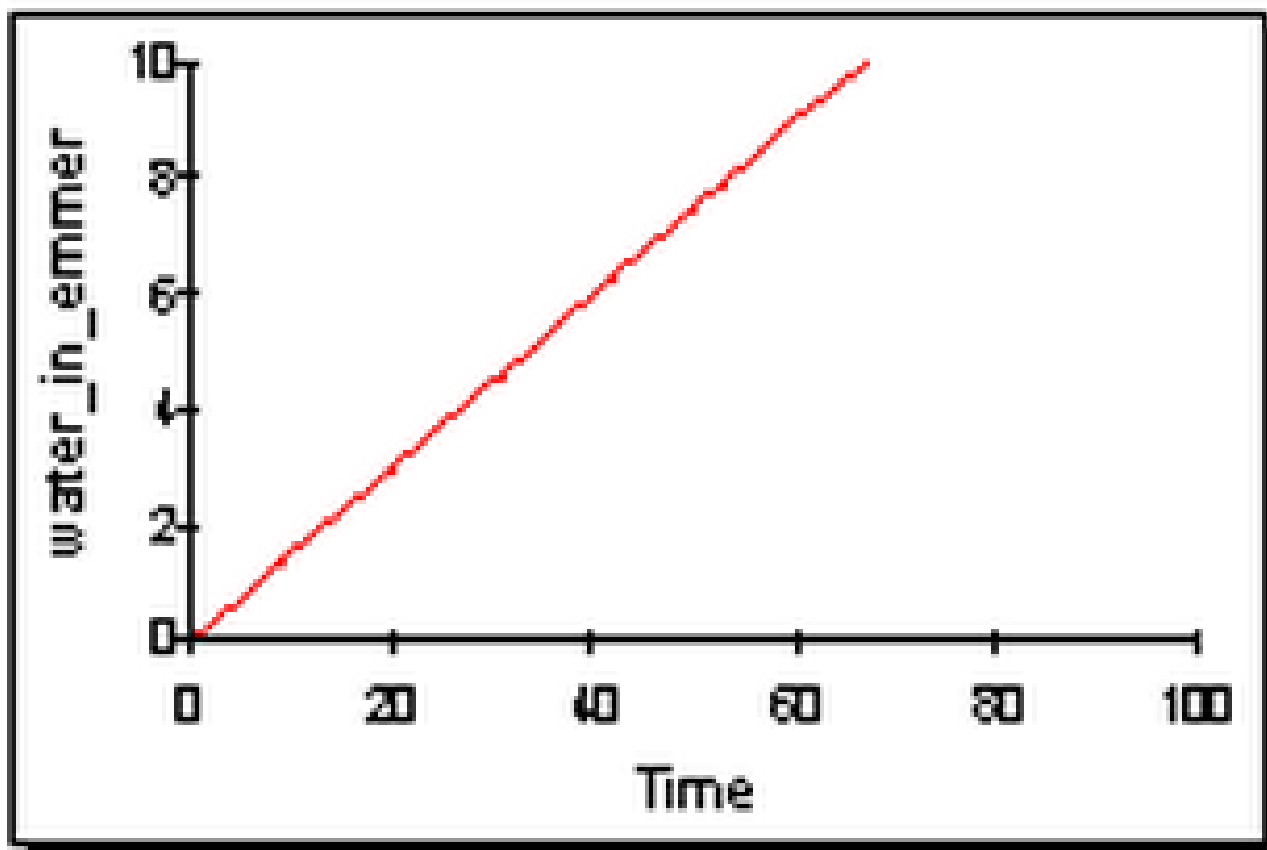
## B. Orëntatie

Een dynamisch model beschrijft hoe een bepaalde situatie verandert in de loop van de tijd. Een dynamisch model wordt vaak gebruikt om een verwachting uit te spreken hoe de variabelen die de situatie beschrijven in de loop van de tijd veranderen. Het bouwen van zo'n model begint meestal met een oriëntatie.

### Wat moet je weten?

Een dynamisch model beschrijft een veranderingsproces. Bij een veranderingsproces zoekt men in de natuurwetenschappen naar relaties in de zin van **oorzaak** en **gevolg**. Een grootte die een gevolg beschrijft heet **afhankelijk** en een grootte die een oorzaak beschrijft heet **onafhankelijk**.

Als voorbeeld kijken we naar een heel eenvoudig model: een emmer waar regen in valt, waardoor het waterpeil in de emmer langzaam stijgt. Het waterpeil in de emmer wordt steeds hoger doordat het met de tijd toeneemt. De **hoogte van het waterpeil** is in dit model dus de afhankelijke variabele (het gevolg). Dat is redelijk eenvoudig te begrijpen. De onafhankelijke variabele is in dit model **de tijd**. Natuurlijk is de regen zelf uiteindelijk de oorzaak van het stijgende waterpeil. Toch zeggen we hier dat de tijd de onafhankelijke variabele is: zonder het verstrijken van de tijd zou de emmer niet voller raken.



*Voorbeeld: regenwater in een emmer*

We tekenen voor dit model een diagram met de tijd op de x-as, en de hoogte op de y-as. We zeggen dan dat we de hoogte uitgezet hebben tegen de tijd. Wiskundig: de hoogte is een functie van de tijd.

Bij een computermodel hoort ook een **tijdstap**. Dat is vaak de periode waarover de computer de

verandering moet berekenen, uitgaande van de beginsituatie en het tempo van verandering. De computer berekent telkens opnieuw hoe de situatie zal zijn één tijdstap later. De tijdstap wordt door de bouwers van het model zo gekozen dat het past bij het onderwerp.



### Opdracht 1

Bij een dynamisch model van het weer is een tijdstap van een dag niet handig omdat er binnen één tijdstap erg veel kan veranderen in de situatie.

Een tijdstap van een seconde of een minuut zou het model erg nauwkeurig maken, maar daar kleeft een ander nadeel aan.

Welk nadeel kleeft er aan een te kleine tijdstap in je weermodel?

Plaats hier je muis



### Opdracht 2

En welk nadeel aan een te grote?

Plaats hier je muis



### Opdracht 3

Welke tijdstap is voor je weermodel een logische keuze?

Plaats hier je muis

# Wat moet je doen?

Beantwoord de onderstaande opdrachten.



## Opdracht 1

Omdat dynamische modellen worden gebruikt om aan veranderingen te kunnen rekenen (met de computer) is het van belang de volgende begrippen te kennen:

- grootheid
- eenheid
- variabele
- constante
- diagram
- grafiek
- tijdstap.

Wil je weten wat deze begrippen betekenen, klik dan hier voor de uitleg. Heb je alles begrepen, test je zelf aan de hand van opdracht 2.

[Klik hier](#)

## Opdracht 2.1

Wat is een grootheid?

- ☐ iets dat je kunt meten, bijvoorbeeld lengte of temperatuur of massa, of aantal mensen, enzovoort
- ☐ Vloeiende lijn, zo goed mogelijk door de meetpunten in een diagram
- ☐ maat waarin je iets uitdrukt

## Opdracht 2.2

Wat is een eenheid?

- ☐ iets dat je kunt meten, bijvoorbeeld lengte of temperatuur of massa, of aantal mensen, enzovoort
  - ☐ Maat waarin je iets uitdrukt
  - ☐ Grootheid die kan veranderen tijdens het doorrekenen van het model
- 

### Opdracht 2.3

Wat is een diagram?

- ☐ Grootheid die kan veranderen tijdens het doorrekenen van het model
  - ☐ Figuur waarin een grootheid A (op de y-as) is uitgezet tegen een andere grootheid B (op de x-as)
  - ☐ Tijd tussen 2 metingen of in een dynamisch model tussen 2 rekenrondes
- 

### Opdracht 2.4

Wat is een constante?

- ☐ Variabele die niet verandert tijdens het doorrekenen van het model
  - ☐ Grootheid die kan veranderen tijdens het doorrekenen van het model
  - ☐ iets dat je kunt meten, bijvoorbeeld lengte of temperatuur of massa, of aantal mensen, enzovoort
-

### Opdracht 2.5

Wat is een diagram?

- ☐ Vloeiende lijn, zo goed mogelijk door de meetpunten in een diagram
  - ☐ Figuur waarin een grootte A (op de y-as) is uitgezet tegen een andere grootte B (op de x-as)
  - ☐ Tijd tussen 2 metingen of in een dynamisch model tussen 2 rekenrondes
- 

### Opdracht 2.6

Wat is een grafiek?

- ☐ Tijd tussen 2 metingen of in een dynamisch model tussen 2 rekenrondes
  - ☐ Figuur waarin een grootte A (op de y-as) is uitgezet tegen een andere grootte B (op de x-as)
  - ☐ Vloeiende lijn, zo goed mogelijk door de meetpunten in een diagram
-

### Opdracht 2.7

Wat is een tijdstap?

- ☐ Vloeiende lijn, zo goed mogelijk door de meetpunten in een diagram
  - ☐ Figuur waarin een grootte A (op de y-as) is uitgezet tegen een andere grootte B (op de x-as)
  - ☐ Tijd tussen 2 metingen of in een dynamisch model tussen 2 rekenrondes
- 



### Opdracht 3

Als je een lege emmer (10 liter) onder een stromende kraan zet, loopt hij vol. Bij een gegeven instroom (in liter/seconde) kun je uitrekenen hoeveel water er op elk tijdstip  $t$  in de emmer zit.

Bij een normale kraan stroomt er 9,0 liter water per minuut uit de kraan.  
Hoeveel liter water stroomt er per seconde uit de kraan?

[Plaats hier je muis](#)

### Opdracht 4.1

Wat is in opdracht 3 de variabele grootte?

- ☐ De hoeveelheid water uit de kraan
  - ☐ De aanduiding Liter als maat door het volume
  - ☐ De tijd tussen 2 metingen
  - ☐ De hoeveelheid water in de emmer
-

### Opdracht 4.2

Wat is in opdracht 3 de eenheid?

- ☐ De hoeveelheid water uit de kraan
  - ☐ De aanduiding Liter als maat voor het volume
  - ☐ De tijd tussen 2 metingen
- 

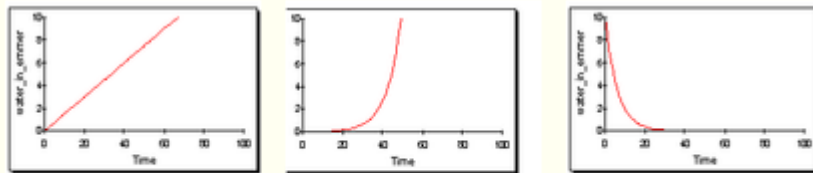
### Opdracht 4.3

Wat is in opdracht 3 de constante?

- ☐ De hoeveelheid water uit de kraan
  - ☐ De aanduiding Liter als maat voor het volume
  - ☐ De tijd tussen 2 metingen
  - ☐ De hoeveelheid water in de emmer
- 



### Opdracht 5



A

B

C

Neem aan dat de emmer niet lekt en dat de instroom 0,15 L/s is.

Welke grafiek geeft de hoeveelheid water in de emmer als functie van de tijd juist weer?

[Plaats hier je muis](#)



### Opdracht 6

Als het goed is heb je in de vorige opgave figuur A gekozen. Een figuur met een grafiek behorende bij een lineair proces. De vraag is of ook het leeglopen van water uit een emmer een lineair proces is. Stel je een volle emmer voor en een dichtgedraaide kraan. Nu maken we in de bodem van de emmer een gaatje.

Hoe verandert vervolgens de hoeveelheid water in de emmer in de loop van de tijd?

[Plaats hier je muis](#)



## Wat ga je leren?



Na bestudering van les B moet je de volgende vraag kunnen beantwoorden:

Wat is een dynamisch model?

Wat voor soort gegevens heb je nodig om een model te bouwen?

## Begrippenlijst

<b>Grootheid</b>	iets dat je kunt meten, bijvoorbeeld lengte of volume of temperatuur of massa, of aantal mensen, enzovoort.
<b>Variabele</b>	grootheid die kan veranderen.

<b>Constante</b>	variabele die niet verandert tijdens het doorrekenen van het model (een run).
<b>Eenheid</b>	<p>maat waarin je de grootheid uitdrukt, dus bijvoorbeeld:</p> <p>bij lengte: m, mm of km  bij temperatuur: graad Celsius of graad Kelvin  bij massa: kg of g of mg  bij aantal mensen: geen aparte eenheid</p>
<b>Diagram</b>	figuur waarin een grootheid A (op de y-as) is uitgezet tegen een andere grootheid B (op de x-as). Grootheid A is dan een functie van grootheid B.
<b>Grafiek</b>	vloeiende lijn, zo goed mogelijk door de meetpunten in een diagram.
<b>Tijdstap / t</b>	<p>tijd tussen 2 metingen of in een dynamisch model tussen 2 rekenrondes. Voorbeeld: bij een botsproef met een auto wordt om de 0,01 seconde de positie van de bestuurder gemeten. De tijdstap <math>t</math> is dan 0,01 s.</p> <p>Als hier een dynamisch model van gemaakt is dat telkens de positie van de bestuurder herberekent met tijdsintervallen van 0,01 s, dan is de tijdstap <math>t = 0,01</math> s.</p>
<a href="#">Terug</a>	

# C. Het experiment

Een model moet niet alleen de werkelijkheid zo goed mogelijk beschrijven, het moet ook geschikt zijn om voorspellingen te doen voor de toekomst. Dat betekent dat verschijnselen die in werkelijkheid optreden ook zichtbaar moeten zijn in het model. Daarnaast moet getest worden of het model betrouwbaar is .

In deze les houden we ons bezig met de vraag hoe (snel) water uit een emmer stroomt. Je gaat dat op natuurwetenschappelijke wijze onderzoeken, met behulp van een experiment.

Let op: bij deze les heb je voor het eerst het bestand 'werkdokument theorie' nodig. Sla, als je dat nog niet gedaan hebt, het werkdokument op in je persoonlijke map op de computer (zie inleiding).

## Wat je moet weten?

### Ontwikkelen en testen

Het ontwikkelen van modellen gaat vaak op dezelfde manier. Het eerste model is vrij eenvoudig, daarna worden er steeds verbeteringen aangebracht. Verschijnselen en factoren die in de werkelijkheid een rol spelen worden aan het model toegevoegd. Dat proces gaat door totdat het model goed genoeg is voor het doel waarvoor het gebruikt moet worden.

Je gaat nu een model maken van een lekkende emmer. In je experiment staat een plastic fles (een PET-fles) model voor hoe een lekkende emmer in werkelijkheid leegloopt in de tijd. Instroom en uitstroom is mogelijk door openingen in de dop en in de bodem. Van de verandering van het waterpeil in de emmer ga je diagrammen maken.

## Wat heb je nodig?

### Activiteit

Neem een grote petfles, zaag de bodem er af. Neem drie verschillende doppen en boor in elk een gaatje. Eén met een diameter van 5 mm, één met een diameter van 6 mm en één met een diameter van 7 mm. Houd de fles op de kop en een vinger op het gaatje (of schroef er een dichte dop op). Giet met een maatcilinder 100 mL water in de fles en zet een streepje op de zijkant van de fles. Doe dit 15 keer en noteer daarbij steeds de waarde van het watervolume in de fles. Bevestig de fles omgekeerd aan een stok (zie figuur).



## Wat ga je doen?

### Praktische opdracht 1 en 2

#### Praktische opdracht 1: Uitstroom

Je gaat in dit experiment de petfles vullen met 1 liter water, waarna je hem langzaam leeg laat lopen door het gaatje in de dop. Om draaikolken te voorkomen kun je de fles het beste een beetje scheef zetten.

Begin met de dop met het gat met een diameter van 5 mm. Vul de fles met 1 L water en laat hem leeglopen. Noteer vanaf het startmoment steeds de tijd (s) die het duurt om 100 mL water weg te laten lopen. Noteer de tijden in een tabel. Herhaal het experiment met de doppen met de gaten van 6 en 7 mm in doorsnede.

#### Praktische opdracht 2: Uitstroom met instroom

Houd de (lege) fles onder een kraan. Open de kraan een beetje (zoveel dat niet al het water meteen wegloopt). Lees telkens als er 100 mL water bij is gekomen de tijd af. Ga door totdat een evenwichtsniveau is bereikt.

Opmerking: wanneer de fles overstroomt voordat zich een evenwicht kan instellen, draai dan de kraan iets dicht en begin opnieuw. Als zich een evenwicht instelt bij een waterpeil lager dan 200 ml, draai dan de kraan wat verder open en start de meting opnieuw.

Let op. Open het bestand werkdocument theorie en werk Les C, opdrachten 1 en 2 uit. Zorg aan het eind van de les dat je je resultaten opslaat in je persoonlijke map 'werkdocumenten dynamisch modelleren'.

## Wat ga je leren?



### Doelstelling

Na bestudering van les C moet je de volgende vraag kunnen beantwoorden:

Hoe verandert het waterpeil in een PET-fles in de loop van de tijd? Deze gegevens heb je in les E nodig om je model aan te passen aan de realiteit.

# D. Een eenvoudig dynamisch model maken

In les D maak je kennis met een kant en klare computersimulatie over een badkuip. Daarna ga je zelf een dynamisch model maken van een bad.

Let op: bij deze les heb je bestanden uit de map 'Werkbestanden theorie' nodig.

Succes!

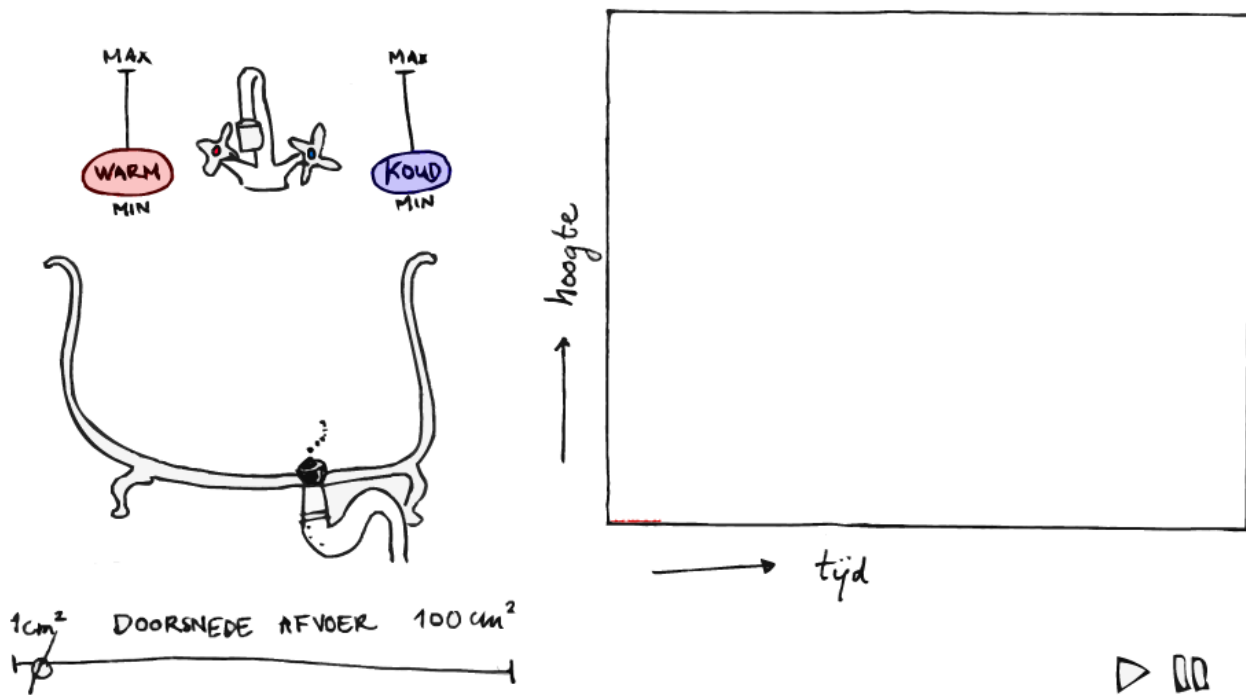
## Wat moet je weten?

Hieronder zie je een computersimulatie van een badkuip.

Zet de kranen eerst maximaal open en vul de badkuip. Ga na of deze vultijd (enigszins) realistisch is.

Zet de kranen nu uit en bekijk hoe snel de badkuip leegloopt afhankelijk van de grootte van de afvoer. Je kunt zelf de stop uit het bad halen.

Is de vorm van de grafieklijn in overeenstemming met het leegloopexperiment van de petfles?



<http://www.digischool.nl/nlt/nlt1h002/badkuip.swf>



### Opdracht 1

Maak het bad leeg, zet dan de kranen open en de afvoerdoorsnede (weer) op 6 cm<sup>2</sup>. Is de vorm van de grafieklijn in overeenstemming met je verwachtingen (experiment met de petfles)?

Plaats hier je muis



### Opdracht 2

Onderzoek hoe de waterstand van het evenwichtsniveau afhankelijk is van de instroom (hoe ver de kraan geopend is).

Plaats hier je muis





### Opdracht 3

Onderzoek hoe de waterstand van het evenwichtsniveau afhankelijk is van de uitstroom (de doorsnede van de opening).

Plaats hier je muis

## Wat ga je doen?

### Activiteit

Je gaat nu zelf een eenvoudig dynamisch model maken van water in een bad. Open je [werkdokument theorie](#) en werk les D, opdracht 1 uit. Zorg aan het eind van de les dat je je resultaten opslaat in je persoonlijke map 'werkdOCUMENTEN dynamisch modelleren'.

# Wat ga je leren?



## Doelstellingen

De kern van dynamisch modelleren is rekenen: rekenen wat er bij komt en wat er af gaat. Hoewel het wiskundig niet uitmaakt waar het model over gaat, is het handig om een situatie te kiezen die jij je goed kunt voorstellen. In deze les heb je het stromen van water gemodelleerd.

Je hebt nu globaal geschetst hoe het waterpeil in het bad verloopt. Om een betere schets te maken, zou je de volgende punten moeten weten:

- Als de kraan loopt (niet zo hard dat het bad niet overstroomt): wat wordt dan het evenwichtsniveau?
- Als de kraan gesloten is: hoe lang duurt het dan voordat het bad leeg is?
- Als je twee keer zoveel water in het bad hebt, duurt het dan ook twee keer zo lang voordat de emmer leeg is?

Het antwoord op deze vragen hangt af van de grootte van de afvoer, van de instroomsnelheid, maar ook van de snelheid van weglekken bij een gegeven hoeveelheid water in het bad. Daar gaan we het de

volgende les over hebben.

## Bronnen

<http://www.digischool.nl/nlt/nlt1h002/badkuip.swf>

## E. Terugkoppeling



In les D heb je een model gemaakt van water in een bad met constante (lineaire) uitstroom. In werkelijkheid is de uitstroom van water uit een bad niet constant, maar afhankelijk van de hoeveelheid water in het bad. De uitstroom is groter als er meer water in het bad zit. Zie je resultaten van het leegloopexperiment met de petfles.

De uitstroom is de oorzaak van de afname van het water in het bad. Maar de afname van de

hoeveelheid water in het bad zorgt er weer voor dat de uitstroom vermindert.

Dit verschijnsel heet **terugkoppeling**: het gevolg (hoeveelheid water in het bad) heeft effect op de oorzaak (de uitstroom).

In les E ga je proberen relaties aan te brengen in je dynamisch model. Doel is om het model zo veel mogelijk te laten kloppen met je experiment.

Let op: bij deze les heb je bestanden uit de map 'Werkbestanden theorie' nodig.

Succes!

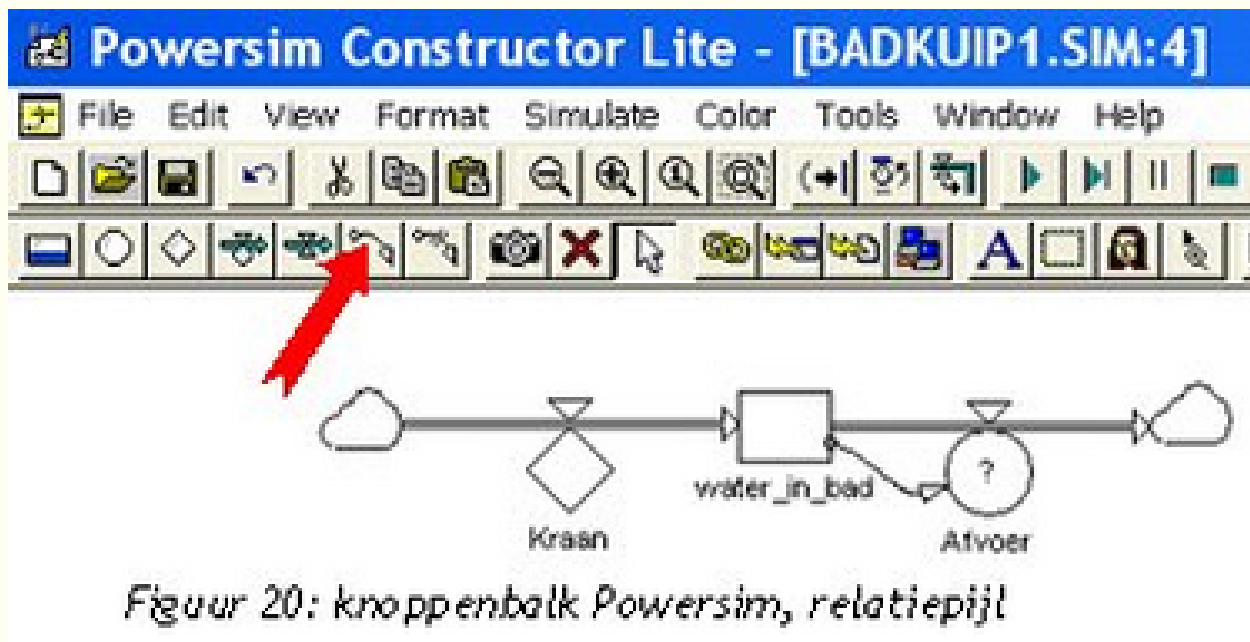
## Wat moet je weten?

### Ontwikkelen en testen

Bij het bouwen van een computermodel in Coach 6 teken je eerst het modelplaatje, dan vul je de formules in en tenslotte laat je het model doorrekenen. Je ziet dan vanzelf de gezochte uitkomsten verschijnen.

Om een model te testen wordt de uitkomst van het model vergeleken met gegevens uit de werkelijkheid. Daarbij wordt onderzocht of het mogelijk is het model zo in te stellen dat de resultaten redelijk overeen komen met de werkelijkheid.

Wat de juiste relatie is tussen de uitstroomsnelheid, de grootte van het gaatje, en de hoeveelheid water in het bad, weet je nog niet.



Je gaat in deze les met een relatiepijl een relatie maken tussen de voorraadgrootte Water\_in\_bad en de rekengrootte Afvoer. Je maakt op deze manier **een stroomschema** (zie figuur hierboven).

De rechthoek 'Water\_in\_bad' kun je opvatten als een voorraadvat waarin op ieder moment een aantal liter water zit. De stroompijl 'kraan' geeft aan hoeveel liter water er per tijdseenheid in het bad naar binnen 'stroomt'. De stroompijl 'afvoer' wijst het vat uit en geeft aan hoeveel liter water er per

tijdseenheid uitstroomt.

Voor de computer maakt het niets uit dat dit model over een bad gaat. Een vergelijkbaar modelplaatje zou je ook kunnen tekenen voor bevolkingsgroei, de hoeveelheid geld in je portemonnee, de hoeveelheid lading op een condensator, de hoeveelheid warmte in een huis, of zelfs de snelheid van een fiets.

Het rekenen door bij te houden wat er bij komt en wat er af gaat, is de kern van systeemdynamisch modelleren.

Beantwoord onderstaande opdrachten.



### Opdracht 1

In het voorbeeld van het bad is er sprake van zowel instroom als uitstroom.

Is de terugkoppeling zichtbaar bij de instroom of bij de uitstroom?

Plaats hier je muis



### Opdracht 2

Wat gebeurt er met de uitstroom als de hoeveelheid water toeneemt?

Plaats hier je muis



### Opdracht 3

De hoeveelheid water in de emmer heeft een positieve invloed op de uitstroom: hoe meer water in de emmer des te groter wordt de uitstroom. Heeft de uitstroom een positieve of een negatieve invloed op de hoeveelheid water in de emmer?

Plaats hier je muis



#### Opdracht 4

De terugkoppeling bij de lekkende emmer bestaat dus uit twee invloeden, één positieve en één negatieve invloed. Daarmee wordt de totale terugkoppeling negatief. Een negatieve terugkoppeling leidt vaak tot een (stabiel) evenwicht.

Bij de lekkende emmer is sprake van negatieve terugkoppeling.

Leg uit dat (bij een constante instroom) de negatieve terugkoppeling zorgt voor het ontstaan van een evenwicht.

Plaats hier je muis



#### Opdracht 5

Een ander voorbeeld van terugkoppeling is bijvoorbeeld fietsen op een vlakke weg. De toestand is daarbij de snelheid van de fietser die verandert door de twee krachten die er werken, de trapkracht en de tegenwerkende kracht (lucht- en rolweerstand samen).

Welke van deze twee krachten zorgt voor een negatieve terugkoppeling?

Plaats hier je muis



#### Opdracht 6

Leg uit hoe er (vanuit stilstand en bij een constante trapkracht) evenwicht ontstaat.

Plaats hier je muis



### Opdracht 7

Er bestaat ook positieve terugkoppeling, bijvoorbeeld een sneeuwbal die van een helling afrolt. De toestand is de snelheid van de bal. Door het rollen verandert de massa en een zwaardere bal gaat sneller rollen.

Leg uit dat hier sprake is van twee positieve invloed

Plaats hier je muis



### Opdracht 8

Wat gebeurt er bij positieve terugkoppeling? Hoe verwacht je dat deze variabelen zich na verloop van tijd ontwikkelen?

Plaats hier je muis

## Wat ga je doen?

### Wat is terugkoppeling?

Met terugkoppeling wordt bij modelleren bedoeld dat de in- of uitstroom niet constant is, maar verandert als de voorraadgrootte verandert. De voorraadgrootte en de stroomvariabele hebben dan beide invloed op elkaar. Als de voorraadgrootte verandert dan verandert daardoor ook de in- of uitstroom en daardoor verandert de voorraadgrootte ook weer.

Open je werkdokument theorie en werk les E, opdracht 1 uit, en maak het model compleet. Zorg aan het eind van de les dat je je resultaten opslaat in je persoonlijke map 'werkdokument dynamisch modelleren'. **Ben je klaar? Upload het bestand naar je docent!**



# Wat ga je leren?



## Evaluatie model

Het uiteindelijke model voor een bad is geleidelijk opgebouwd. Het eerste model was erg simpel en onvolledig, maar het tweede model gaf toch al een redelijk beeld van water in een badkuip. Is het model daarmee compleet? Is het een goede benadering van de werkelijkheid? Dat hangt vooral af van de eisen die aan het model gesteld worden.

Vind je dat het model geschikt is om het verloop van instroom en uitstroom in een bad te begrijpen en te verklaren?

Vind je dat het model geschikt is om het verloop van instroom en uitstroom in een bad na te bootsen?

Vind je dat het model geschikt is om een voorspelling te doen voor een ander bad?

In de volgende les gaan we onze kennis en vaardigheden toepassen bij het maken van een dynamisch model van bevolkingsgroei.

# F. Hoe rekt een dynamisch model?

In de vorige lessen heb je kennis gemaakt met dynamische modellen. Je hebt een eenvoudig computermodel gebouwd en gekeken hoe zo'n model rekt.

In dit gedeelte van de cursus ga je ingewikkelder modellen bouwen. We hebben gekozen voor 'bevolkingsgroei' modellen. Dit voorbeeld is gekozen omdat bevolkingsgroei goed gedocumenteerd is.

Bekijk onderstaande video.



Bron: <http://nl.youtube.com/watch?v=4BbkQiQyaYc>

In dit gedeelte van de cursus zijn de centrale vragen:

Hoe plaats je de juiste formules in het model?

Hoe kun je eindtijd en tijdstap aanpassen?

Hoe maak je de resultaten zichtbaar; in een grafiek of tabel?.

## Wat moet je weten?

Demografie is de wetenschap over de omvang, de structuur en de spreiding van de bevolking, en hoe de bevolking in tijd verandert door geboorten, sterfgevallen, migratie en veroudering. Men verricht studie naar de samenstelling van de bevolking, bijvoorbeeld wat betreft: leeftijd, geslacht, nationaliteit, etniciteit of beroep.

Op landelijke schaal is bevolkingsgroei (of -krimp) een belangrijk onderwerp. Met deze modellen kun je berekenen hoe bevolkingsaantallen in de toekomst zich gaan ontwikkelen.



Bron: <http://nl.youtube.com/watch?v=hM1x4RljmnE>

Bevolkingsmodellen zijn voorbeelden van "groeimodellen". Daarin worden wiskundige "groeifuncties" gebruikt. Twee eenvoudige wiskundige groeifuncties zijn: **lineaire groei** en **exponentiële groei**.

### Lineaire groei

Een voorbeeld van lineaire groei:

je legt op het eerste vak van een schaakbord 1 graankorrel, op het tweede vak 2 graankorrels, op het derde 3, enzovoort. Dus telkens 1 meer dan op het vorige vak.

Bij **lineaire groei** komt er telkens een **vaste hoeveelheid bij**. Het gaat dus om de wiskundige bewerking

optellen.

## Exponentiële groei

Een voorbeeld van exponentiële groei:

je legt op het eerste vak van een schaakbord 1 graankorrel, op het tweede vak 2 graankorrels, op het derde 4 graankorrels, op het vierde vak 8, enzovoort. Dus telkens dubbel zo veel als op het vorige vak.

Bij **exponentiële groei** komt er telkens een vast percentage bij. Het gaat dus om de wiskundige bewerking **vermenigvuldigen**. Als er bijvoorbeeld telkens 20 % bij komt, betekent het dat de groeiende grootheid bij elke stap met 1,20 wordt vermenigvuldigd

## Wat ga je doen?

### De opdrachten

Beantwoord onderstaande opdrachten. Open daarna je werkdocument theorie en werk les F, opdracht 1 uit. Zorg aan het eind van de les dat je je resultaten opslaat in je persoonlijke map 'werkdocumenten dynamisch modelleren'.



### Opdracht 1

Dat voor diverse overheidsinstanties voorspellingen uit modellen voor bevolkingsgroei en bevolkingssamenstelling van belang zijn, ligt voor de hand. Neem bijvoorbeeld de plaatselijke gemeente, die natuurlijk moet weten of men huizen en scholen moet bijbouwen of juist niet.

Noem nog drie maatregelen die een gemeentebestuur kan/moet nemen bij bevolkingsgroei (of -krimp).

Plaats hier je muis



### Opdracht 2

Bevolkingsmodellen zijn ook mooie voorbeelden van "groeimodellen". Daarin worden wiskundige "groeifuncties" gebruikt. Twee eenvoudige wiskundige groeifuncties zijn: **lineaire groei** en **exponentiële groei**.

Een voorbeeld van lineaire groei:

je legt op het eerste vak van een schaakbord 1 graankorrel, op het tweede vak 2 graankorrels, op het derde 3, enzovoort. Dus telkens 1 meer dan op het vorige vak.

Hoeveel graankorrels liggen er uiteindelijk op het hele schaakbord?

Plaats hier je muis



### Opdracht 3

Bij lineaire groei komt er telkens een vaste hoeveelheid bij. Het gaat dus om de wiskundige bewerking optellen.

Hoe ziet de grafiek van een lineair groeiproces in de tijd er uit? Schets deze grafiek.

Klik hier voor [Antwoord opdracht 3](#)



### Opdracht 4

Een voorbeeld van exponentiële groei:

je legt op het eerste vak van een schaakbord 1 graankorrel, op het tweede vak 2 graankorrels, op het derde 4 graankorrels, op het vierde vak 8, enzovoort. Dus telkens dubbel zo veel als op het vorige vak.

Hoeveel graankorrels liggen er uiteindelijk op het hele schaakbord?

Plaats hier je muis



### Opdracht 5

Bij exponentiële groei komt er telkens een vast percentage bij. Het gaat dus om de wiskundige bewerking vermenigvuldigen. Als er bijvoorbeeld telkens 20 % bij komt, betekent het dat de groeiende grootte bij elke stap met 1,20 wordt vermenigvuldigd.

Hoe ziet de grafiek van een exponentieel groeiproces in de tijd er uit?

Klik hier voor [Antwoord opdracht 5](#)

## Wat ga je leren?



Na bestudering van les F moet je:

- het belang van bevolkingsmodellen voor de maatschappij kunnen verkennen
- lineaire groei en exponentiële groei kunnen herkennen

## Bronnen

<http://nl.youtube.com/watch?v=4BbkQiQyaYc>

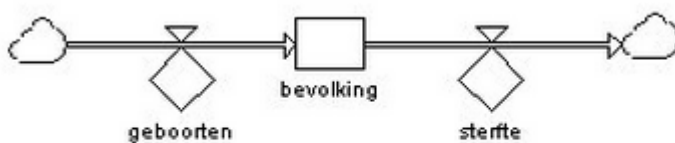
<http://nl.youtube.com/watch?v=hM1x4RIjmnE>

# G. Bevolkingsgroei

In les G ga je je bezig houden met de vraag: welke factoren moet je in een (eenvoudig) bevolkingsmodel opnemen.

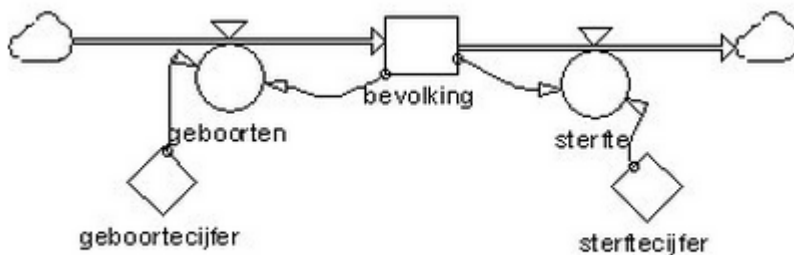
Let op: bij deze les heb je bestanden uit de map 'Werkbestanden theorie' nodig.

## Wat moet je weten?



*Figuur 24: eenvoudig model bevolkingsgroei in een kleine stad*

In de figuur hierboven staat een eenvoudig model van de bevolkingsgroei in een kleine stad. De stad heeft 5000 inwoners. Elk jaar worden er 150 baby's geboren en sterven er 75 mensen. In het model wordt aangenomen dat de geboorte en sterfte in het stadje constante waarden zijn. Dit model leidt tot een lineaire groei en is daardoor niet erg realistisch.



*Figuur 25: model bevolkingsgroei met geboorte- en sterftecijfers*

In werkelijkheid hangen het aantal geboortes en sterfgevallen af van de grootte van de bevolking. En dan is het niet meer zo eenvoudig om er een formule voor te vinden. Meer realistisch is in ieder geval een model waarin het aantal geboorten een percentage is van het aantal inwoners. We noemen deze grootheid het **geboortecijfer**. Het geboortecijfer bereken je door het aantal geboorten per jaar te delen door het bevolkingsaantal in dat jaar. Hetzelfde geldt voor het aantal sterftegevallen. We noemen deze grootheid het **sterftecijfer**. Het sterftecijfer bereken je door het aantal sterftegevallen per jaar te delen door het bevolkingsaantal in dat jaar.

## Wat ga je doen?

### De opdrachten

Je gaat nu leren welke factoren je moet opnemen in een eenvoudig bevolkingsmodel. Open je [werkdocument theorie](#) en werk les G, opdracht 1 uit. Zorg aan het eind van de les dat je je resultaten opslaat in je persoonlijke map 'werkdokument dynamisch modelleren'.

## Wat ga je leren?



Na bestudering van les G moet je:

zelf een (eenvoudig) bevolkingsmodel kunnen (na)bouwen in Coach 6  
de invloed van het geboorte- en sterftcijfer op de bevolkingsgroei in een model in Coach 6 kunnen verwerken

## H. Positieve terugkoppeling



In les H ga je onderzoeken welke terugkoppelingsmechanismen een rol spelen bij bevolkingsgroei.

Let op: bij deze les heb je bestanden uit de map 'Werkbestanden theorie' nodig.



## Wat moet je weten?

In het model over waterstromen was sprake van een **negatieve terugkoppeling**. Als er veel water in de emmer zit, heb je een grote uitstroom, dus neemt de hoeveelheid water in de emmer snel af. Bij een kleiner geworden hoeveelheid water in de emmer wordt de uitstroom kleiner, waardoor de afname van de hoeveelheid water in de emmer weer minder snel gaat.

In een model van bevolkingsgroei is sprake van **positieve terugkoppeling**. Als in het bevolkingsmodel (met geboortecijfers en sterftecijfers) de bevolking toeneemt, neemt ook het aantal geboorten toe, waardoor de bevolking weer sneller toeneemt. De verandering versterkt zichzelf.

## Wat ga je doen?

### De opdrachten

Open je [werkdokument theorie](#) en werk les H, opdracht 1 uit. Zorg aan het eind van de les dat je je resultaten opslaat in je persoonlijke map 'werkdocumenten dynamisch modelleren'.

## Wat ga je leren?



### Doelstelling:

Na bestudering van les H moet je:

(voorbeelden van) positieve en negatieve terugkoppeling kunnen herkennen en uitleggen

# I. Zelf stroomschema's maken

Tot nu toe hebben we in de cursus modellen behandeld over het zogenaamde externe milieu: *de omgeving buiten de mens*. We hebben gezien dat het externe milieu erg kan veranderen. Mensen hebben ook een intern milieu. Daar vallen bijvoorbeeld het bloed en de weefselvloeistof onder. Dit interne milieu moet constant blijven om alle chemische processen in het lichaam optimaal te laten verlopen. Een bekend voorbeeld is natuurlijk de lichaamstemperatuur, die bij alle zoogdieren min of meer constant is.

De min of meer stabiele toestand van het interne milieu noemen we **homeostase**. Als de homeostase in het lichaam van de mens niet gehandhaafd wordt gaat hij dood. Maar de omstandigheden in het externe milieu veranderen voortdurend. Er moeten dus regelsystemen zijn om het interne milieu min of meer constant te houden. In les I ga je een model maken van zo'n homeostatisch regelsysteem.

Let op: bij deze les heb je weer je 'werkdokument theorie' nodig.

## Wat moet je weten?

De hoeveelheid water in je lichaam speelt een belangrijke rol bij het constant houden van het interne milieu. Het lichaam doet dus zijn uiterste best om de hoeveelheid water in het interne milieu constant te houden. Meestal denk je daar zelf niet bewust over na: je drinkt als je dorst hebt. Maar onder bepaalde omstandigheden, zoals wanneer je meedoet aan een marathon, moet je lichaam veel harder werken om de hoeveelheid water in het interne milieu constant te houden. Kijk naar de onderstaande video.



Bron: <http://www.youtube.com/watch?v=reKpnMKc7ac>

Hoe het menselijk lichaam het interne milieu reguleert kun je zien in onderstaande website ([www.bioplek.org](http://www.bioplek.org)). Bestudeer dit gedeelte grondig. Je hebt de kennis nodig bij het maken van je model.



[www.bioplek.org/animaties/homeostase/homeostasestart.html](http://www.bioplek.org/animaties/homeostase/homeostasestart.html)

Heb je alles begrepen? Open ondestaande bestanden en bekijk de videofragmenten over de marathon.



[Marathon 1](#)



[Marathon 2](#)



[Marathon 3](#)

## Wat ga je doen?

### Activiteit

Je gaat nu zelf een dynamisch model bouwen, dat beschrijft hoe de hoeveelheid water in het lichaam op een aanvaardbaar, min of meer constant niveau gehouden kan worden. Zo'n model noem je een regulatiemodel.

Hoe stel je zo'n model op? Je maakt eerst een stroomdiagram. De hoeveelheid water in het menselijk lichaam is de afhankelijke grootheid, in Powersim de voorraadgrootheid. Zoals je in les E en H hebt gezien, moet je daarna de factoren bedenken (of opzoeken) die van invloed zijn op de afhankelijke grootheid. Met andere woorden, door welke factoren neemt de hoeveelheid water in het lichaam toe? Of juist af?

Open je [werkdokument theorie](#) en werk les I, opdracht 1 uit. Zorg aan het eind van de les dat je je resultaten opslaat in je persoonlijke map 'werkdocumenten dynamisch modelleren'.

# Wat ga je leren?



## Doelstellingen

Na bestudering van les I moet je:

het belang van dynamische modellen voor marathonlopers en organisatoren van marathons kunnen verkennen

de belangrijkste inwendige en uitwendige factoren voor de waterhuishouding in een menselijk lichaam kunnen bepalen

kiezen welke factoren de belangrijkste rol spelen voor de waterhoeveelheid in je lichaam

## Bronnen

<http://www.bioplek.org/animaties/homeostase/homeostasestart.html>

# J. Zelf ingewikkelde stroomschema's maken

In les J ga je een dynamisch model bouwen van de waterhoeveelheid in je lichaam.

Let op: bij deze les heb je bestanden uit de map 'Werkbestanden theorie' nodig.

## Wat moet je weten?

Er zijn in Nederland heel wat joggers, renners en hardlopers. Een aantal van hen waagt zich ook aan de marathon. Bij een marathon moet je een afstand van 42 kilometer en 195 meter afleggen. Terwijl de loper zich inspant om zo snel mogelijk vooruit te komen, doet het lichaam zijn uiterste best om het inwendige milieu constant te houden. De hoeveelheid water in het lichaam speelt een belangrijke rol bij het constant houden van het inwendige milieu.

Een marathon lopen vraagt veel van een mens en lang niet alle deelnemers halen zonder problemen de eindstreep. Het is dan ook niet verrassend dat allerlei deskundigen artikelen schrijven met meningen en adviezen over de beste aanpak van zo'n marathon. De organisatoren van de marathon willen natuurlijk voorkomen dat er slachtoffers vallen door uitputting of uitdroging. Het zou handig zijn als ze in een vroeg stadium een verwachting kunnen laten berekenen van het verloop van de hoeveelheid water in het lichaam van de deelnemers.

Bekijk onderstaande video en lees het artikel onder onderstaande link. Beantwoord de vragen.



Bron: <http://www.youtube.com/watch?v=BAOGnxzCqUo>



Bezoek website Noorderlicht  
<http://noorderlicht.vpro.nl/artikelen/35806780/>



### Opdracht 1

Noteer drie uitwendige factoren die invloed hebben op de regulatie van water in de marathonloper. Zet bij iedere factor hoe die factor invloed heeft op de prestatie.

Plaats hier je muis



### Opdracht 2

In de tekst hieronder wordt beschreven hoe het lichaam probeert gedurende de marathon een aantal inwendige factoren constant te houden. In les I heb je dit verschijnsel leren kennen als homeostase .

Welke inwendige factoren moet het lichaam volgens de artikelen constant proberen te houden?

Plaats hier je muis

## Wat ga je doen?

### Activiteit

In les I heb je een stroomdiagram gemaakt van de waterregulatie (waterhuishouding) in het menselijk lichaam in rust. In deze les ga je de waarden voor **constanten** en de **formules** voor de **rekengrootheden** in het model invullen. Dan pas kan het dynamisch model echt gaan rekenen. En om iets van de resultaten te kunnen zien, moet je een **diagram** klaarzetten.

Sommige waarden en formules kun je opzoeken. Voor andere moet je zelf een redelijke schatting maken. Omdat in de biologie voor veel relaties geen exacte formule beschikbaar is, moet je vaak 'schatten' hoe een relatie ongeveer verloopt.

Ben je klaar, dan kun je aan een dynamisch model voor een marathonloper beginnen.

Open je [werkdocument theorie](#) en werk les J, opdracht 1 uit. Zorg aan het eind van de les dat je je resultaten opslaat in je persoonlijke map 'werkdocumenten dynamisch modelleren'. Ben je klaar? Upload je werkdocument naar je docent!



## Wat ga je leren?



Na bestudering van les J moet je:

een dynamisch model kunnen bouwen van de waterhoeveelheid in je lichaam

## Bronnen

<http://www.biologiepagina.nl/>

<http://noorderlicht.vpro.nl/artikelen/35806780/>

<http://www.youtube.com/watch?v=BAOGnxzCqUo>

# D-toets

## Diagnostische toets

### Doelstellingen

In deze cursus heb je het volgende geleerd:

- (eenvoudige) dynamische modellen maken
- variabelen in een model aanpassen en onderzoeken welk effect dit heeft
- delen van een model veranderen om zodoende een realiteit beter te beschrijven
- de uitkomsten van complexere modellen interpreteren en onderzoeken in hoeverre het model een werkelijkheid goed beschrijft
- ervaren en inzien dat je met dynamische modellen allerlei veranderingsprocessen kunt onderzoeken en verwachtingen kunt berekenen.

***Heb je alles begrepen? Ga naar het onderdeel toetsen in de elo en open daar de toets 'D-toets dynamische modellen'.***



D-toets dynamische modellen

<https://maken.wikiwijs.nl/p/questionnaire/standalone/1032090>

### Algemene Informatie

**Titel** D-toets dynamische modellen  
**Aantal Vragen** 7

MAIN\_SECTION

### Vraag 1

Leg uit wat het verschil is tussen een dynamisch model en een statisch model.

### Vraag 2

We doen op de computer met Powersim eigenlijk dingen die mensen ook op een rekenmachine zouden kunnen uitrekenen.

Leg uit wat het grote voordeel is van het gebruik van een computer ten opzichte van de rekenmachine.

### Vraag 3



In 1911-1912 maakte Robert Falcon Scott een tocht van 1500 km naar de Zuidpool, om daar te ontdekken dat Roald Amundsen hem voor was geweest. Op de terugweg kwam hij met zijn vier mede-expeditieleden om in de barre kou.

In het model thermo5.sim, dat je zo gaat openen, gaat het om het handhaven van een constante lichaamstemperatuur bij de mens, ook in extreme omstandigheden als die van Scott. De tijdseenheden in het model zijn minuten. Hieronder zie je een overzicht van het model met de beginwaarden van de verschillende factoren.

Beginwaarden van zelf aan te passen factoren:

Activiteit: 5 kJoule/ minuut

Buitentemperatuur: 20 graden Celsius

Wind: stand 2 = zacht briesje

Kleding: stand 2 = t-shirt

Relatieve luchtvochtigheid: 50%

Lichaamstemperatuur: 37.5 graden Celsius

Als je waarden hebt veranderd en je wilt terug naar de beginwaarden, kun je ofwel die beginwaarden

met het bovenstaande lijstje weer invullen, ofwel je sluit af en start thermo5.sim weer op.

Over het model gaan de vragen 3 t/m 7.

Laat het model runnen (doorrekenen). Bepaal wat de afgeronde lichaamstemperatuur na 100 minuten is bij een buitentemperatuur van 20 °Celsius.

Zet de buitentemperatuur nu op -30 °Celsius. Laat het model weer runnen. Bepaal opnieuw de afgeronde lichaamstemperatuur na 100 minuten.

Welke lichaamstemperaturen (in gehele getallen) geeft het model in die twee gevallen?

- Eerst  °Celsius, daarna  °Celsius.
- 

#### Vraag 4

Zoek uit door steeds een factor in het model [thermo5.sim](#) te veranderen hoe je het beste de lichaamstemperatuur op ongeveer 37 °Celsius kunt houden, terwijl de buitentemperatuur -30 °Celsius is. Onderzoek de volgende mogelijkheden:

1. verhoging van de luchtvochtigheid naar 70%;
2. verdubbeling van de waarde van de kleding naar stand 4;
3. een halvering van de waarde van wind;
4. een verdubbeling van de activiteit.

Welke van deze vier mogelijkheden zorgt het beste voor het handhaven van de lichaamstemperatuur?

- ☐ mogelijkheid 1
- ☐ mogelijkheid 2
- ☐ mogelijkheid 3
- ☐ mogelijkheid 4
- 

#### Vraag 5

Geef aan waaruit in dit model [thermo5.sim](#) blijkt dat de ruststofwisseling als afhankelijke variabele is ingevoerd en de activiteit als onafhankelijke variabele.

---

### Vraag 6

Zet het model [thermo5.sim](#) weer in de oorspronkelijke situatie.

Scott en zijn mannen ploeterden, gekleed in een pooljack, bij -30 °Celsius door de sneeuw.

Zet de activiteit op 10 en pas de kleding aan.

Bepaal de afgeronde lichaamstemperatuur die in deze situatie na 100 minuten wordt bereikt.

- Die is  °Celsius.
- 

### Vraag 7

In het model [thermo5.sim](#) is de formule voor warmtetoevoer eenvoudig: warmtetoevoer is gelijk aan warmte.

Als er in de Definition van warmtetoevoer echter had gestaan:

IF(warmte<warmteafvoer,warmte,0.5\*warmte), is de formule veel ingewikkelder.

Schrijf op wat die formule in gewone taal betekent.

# Eindopdracht

## Keuzeopdracht

Bij het bestuderen van de theorie zul je misschien gemerkt hebben dat het soms moeilijk is om een modelleerprogramma vanuit een tekst te begrijpen. Het werkt vaak een stuk sneller als je gewoon kunt zien hoe iets werkt. Het is tegenwoordig mogelijk om filmpjes op te nemen van alles wat je op de computer doet. Deze filmpjes kun je vervolgens eenvoudig in stukjes delen, met knoppen voor stoppen en doorgaan. Je kunt op belangrijke handelingen de aandacht vestigen met tekstballonnen en uiteindelijk sla je het geheel op. Kortom: je maakt een **videohandleiding**.

In de keuzeopdracht ga je zelf een (bestaand) dynamisch model uitbreiden en aanpassen. Ook maak je bij dat model een videohandleiding.

Let op: bij deze les heb je je 'werkdokument keuzeopdracht' nodig.

Een voorbeeld van een instructievideo kun je hieronder bekijken.



## Wat ga je doen?

Vorm een groep van 3-4 leerlingen.

Open het bestand 'werkdokument keuzeopdracht' en maak een keuze uit een van de 8 modellen. De 8 modellen gaan over:

- 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
- de ontwikkeling van een griep epidemie.

Onderzoek het model. Beantwoord alle vragen uit het werkdokument die bij het gekozen model horen.

Maak daarna een filmpje (een videohandleiding), waarin je laat zien hoe jullie model werkt. Andere leerlingen moeten de werking en de mogelijkheden van jullie model door het filmpje kunnen begrijpen. Voor het maken van de videohandleiding kun je verschillende programma's gebruiken: bijvoorbeeld Magix Video, Wink of Camtasia. Wink kun je gratis downloaden (<http://www.debugmode.com/wink/download.php>). Camtasia is een programma dat je kunt downloaden (via <http://www.techsmith.com/download/camtasialtrial.asp>), waarna je het 30 dagen gratis kunt gebruiken. Met beide programma's kun je 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'. Maak bijvoorbeeld een paar mooie beelden van schaatsters, een polderlandschap of een wasmachine. Ook kun je een kort interview houden met iemand die binnen het door jullie gekozen gebied werkt. Dus als je model bijvoorbeeld gaat over de beweging van een schaatser of een wielrenner, zoek je contact met iemand die daar goed in is (een medeleerling, een kennis, een topsporter, een trainer of iemand die thuis is in de bewegingswetenschappen).

Het is verstandig om bij de samenstelling van de groep te letten op waar iedereen goed in is. Het is handig als binnen je groepje iemand is die goed is in modelleren, maar ook iemand die goed is in interviewen of in het bewerken van het filmmateriaal. Upload de uiteindelijke film op deze elektronische leeromgeving.

Schrijf daarna twee recensies van door jullie gekozen (of aan jullie toegewezen) filmpjes van andere groepen. Je krijgt hier van je docent een format voor.

**Ben je klaar met de keuzeopdracht? Upload de volgende bestanden naar je docent:**

- je uitgewerkte bestand 'werkdocument keuzeopdracht',
- je zelfgemaakte videohandleiding,
- twee recensies van door jullie gekozen filmpjes.

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.

Succes!

# Over deze module



# Over dit lesmateriaal

## Colofon

<b>Auteurs</b>	Bètapartners
<b>Team</b>	Wikiwijs Maken Auteurs
<b>Laatst gewijzigd</b>	7 mei 2015 om 11:27
<b>Licentie</b>	De Nederlandse Creative Commons 3.0 licentie waarbij de gebruiker het werk mag kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken mag maken onder de voorwaarden: Naamsvermelding en Gelijk Delen, zie <a href="http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/nl/">http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/nl/</a> . <a href="#">Meer informatie over de CC Naamsvermelding-GelijkDelen 3.0 Nederland licentie licentie.</a>

## Aanvullende informatie over dit lesmateriaal

Van dit lesmateriaal is de volgende aanvullende informatie beschikbaar:

<b>Leerniveaus</b>	HAVO 4, HAVO 5
<b>Leerinhoud en doelen</b>	Natuur, leven en technologie, Wisselwerking tussen natuurwetenschap en technologie
<b>Eindgebruiker</b>	leerling/student
<b>Studiebelasting</b>	40 uur en 0 minuten
<b>Trefwoorden</b>	e-klassen rearrangeerbaar

## Bronnen

<http://gratisweerdeata.buienradar.nl/buienradar.php?type=256x256>  
<http://www.youtube.com/embed/0G5dHKpNBtU>  
[http://phet.colorado.edu/sims/projectile-motion/projectile-motion\\_en.html](http://phet.colorado.edu/sims/projectile-motion/projectile-motion_en.html)  
<http://www.youtube.com/embed/oLnXGrokbC0>  
<http://www.youtube.com/embed/gn4QqPjPF9g>  
<http://www.youtube.com/embed/4BbkQiQyaYc>  
<http://www.youtube.com/embed/hM1x4RljmnE>  
<http://www.youtube.com/embed/reKpnMKc7ac>  
<http://www.bioplek.org/animaties/homeostase/homeostasestart.html>  
<http://www.youtube.com/embed/BAOGnxzCqUo>  
<http://noorderlicht.vpro.nl/artikelen/35806780/>

## Gebruikte Wikiwijs Arrangementen

*Dynamisch modelleren (powersim) (2014)*  
**Link:** <https://maken.wikiwijs.nl/46333/>  
**Auteur:** , Bètapartners