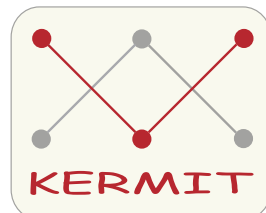
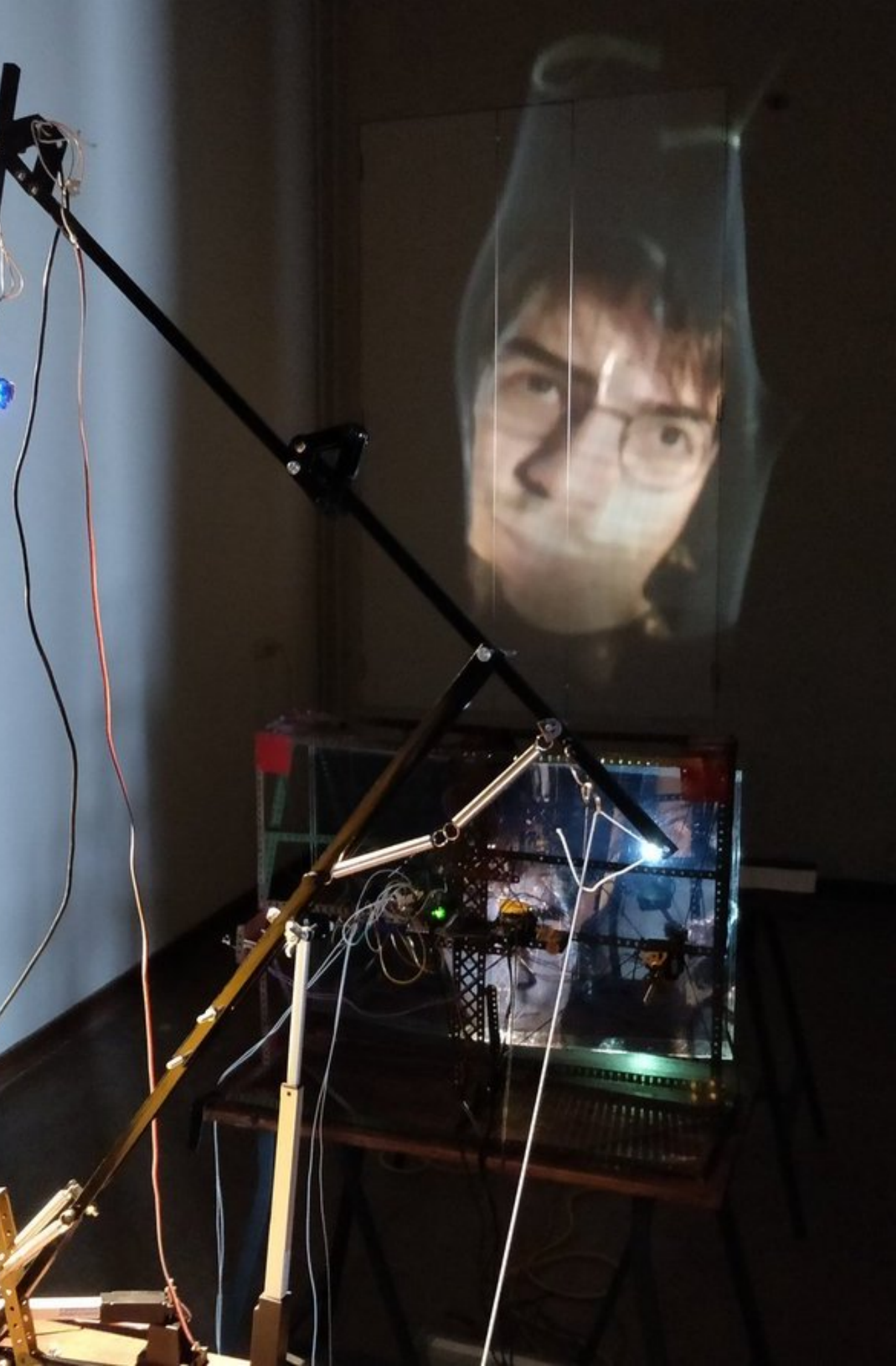




WISKUNDE VOOR WATERBEHEER



Michiel Stock
 michielstock



WIE BEN IK?

.....

- FWO post-doc aan faculteit bio-ingenieurswetenschappen, UGent: vakgroep wiskunde
- **Onderzoek:** modelleren van interacties tussen, moleculen, planten, dieren etc.
- **Lesopdracht**
 - cursus optimalisatie voor bioinformatici
 - enthousiaste begeleider van studentenprojecten

OPBOUW

.....



OPBOUW

- Wiskundige modellen?
 - migratie van palingen
 - extremen in weer

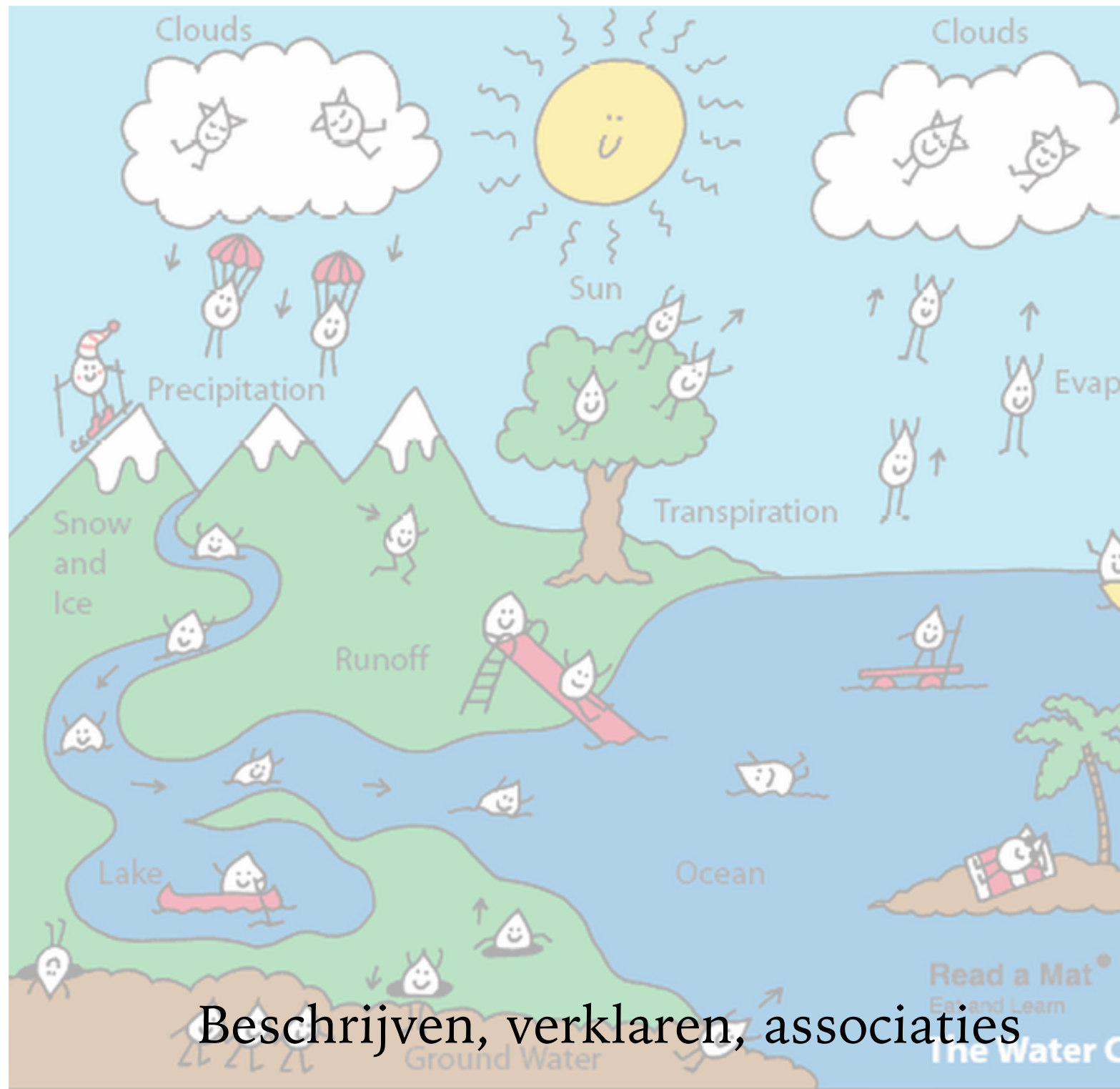




OPBOUW

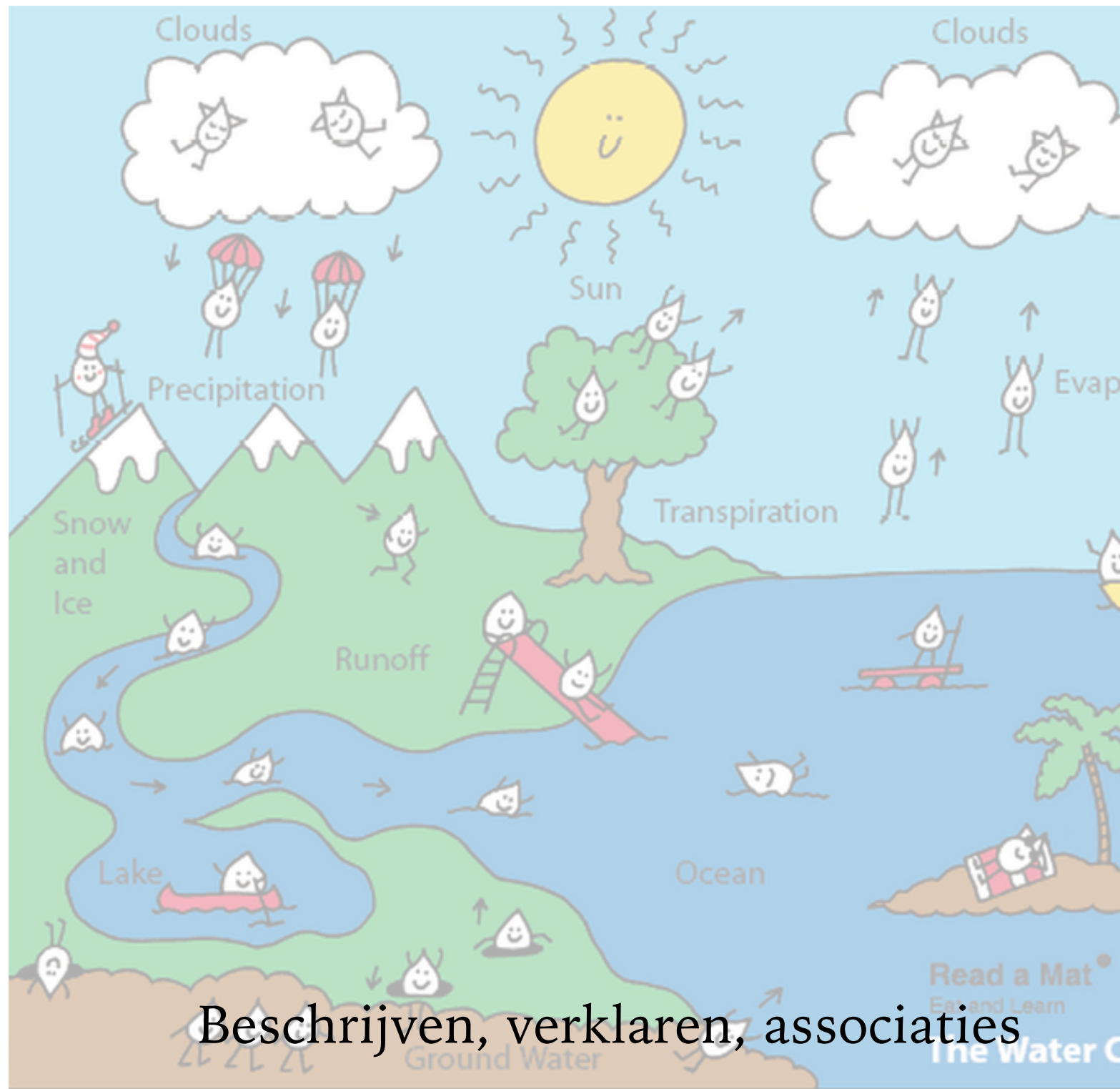
- Wiskundige modellen?
 - migratie van palingen
 - extremen in weer
- AI voor dummies
 - macro invertebraten en riviermorphologie

Waarom wiskundige modellen gebruiken?



Beschrijven, verklaren, associaties

Waarom wiskundige modellen gebruiken?

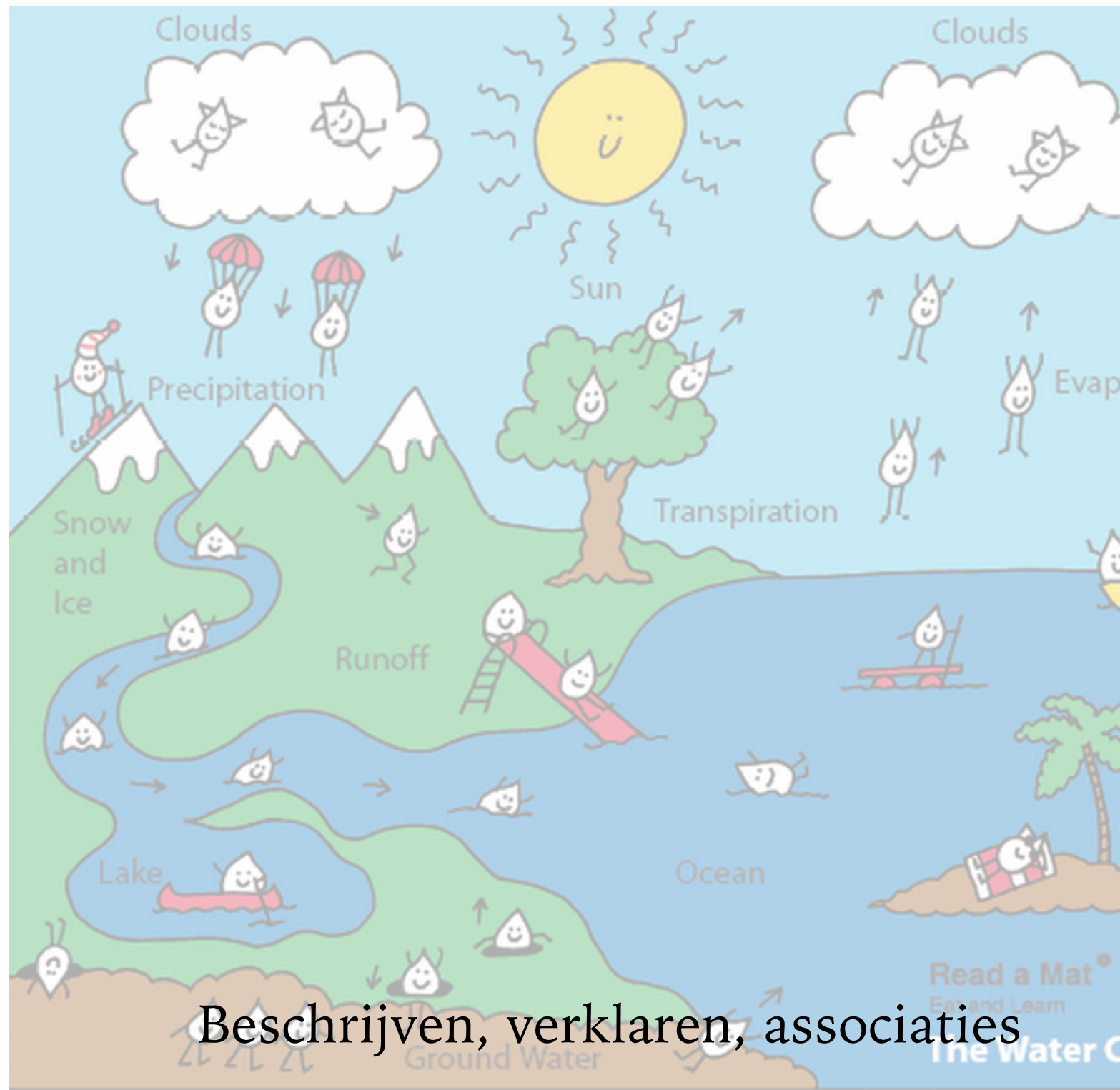


Beschrijven, verklaren, associaties



Acties

Waarom wiskundige modellen gebruiken?



Beschrijven, verklaren, associaties

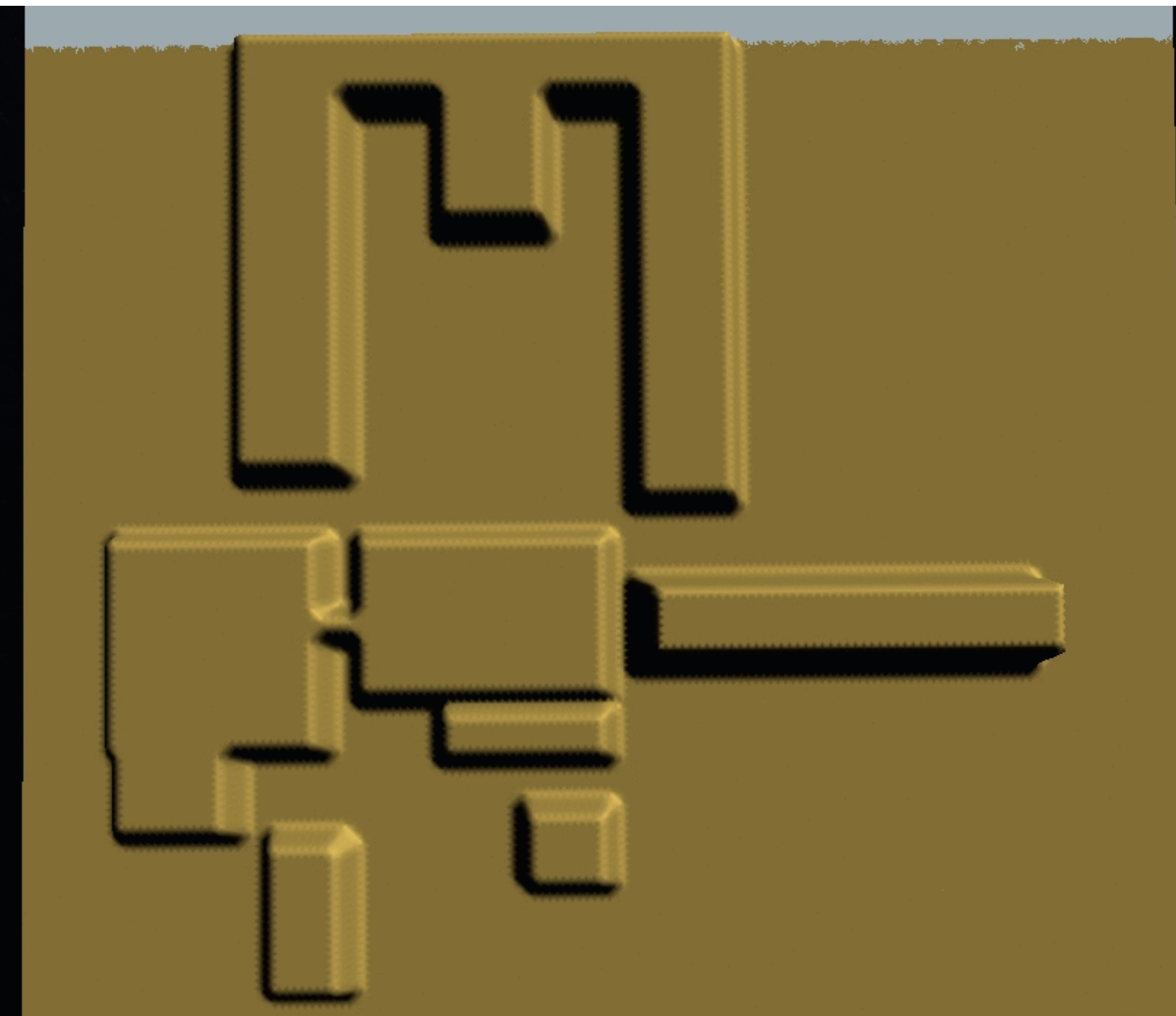


Acties



Scenario's

Waarom wiskundige modellen gebruiken?



grid: none

filename: fbw25.sww

wireframe: off

recorder: playback

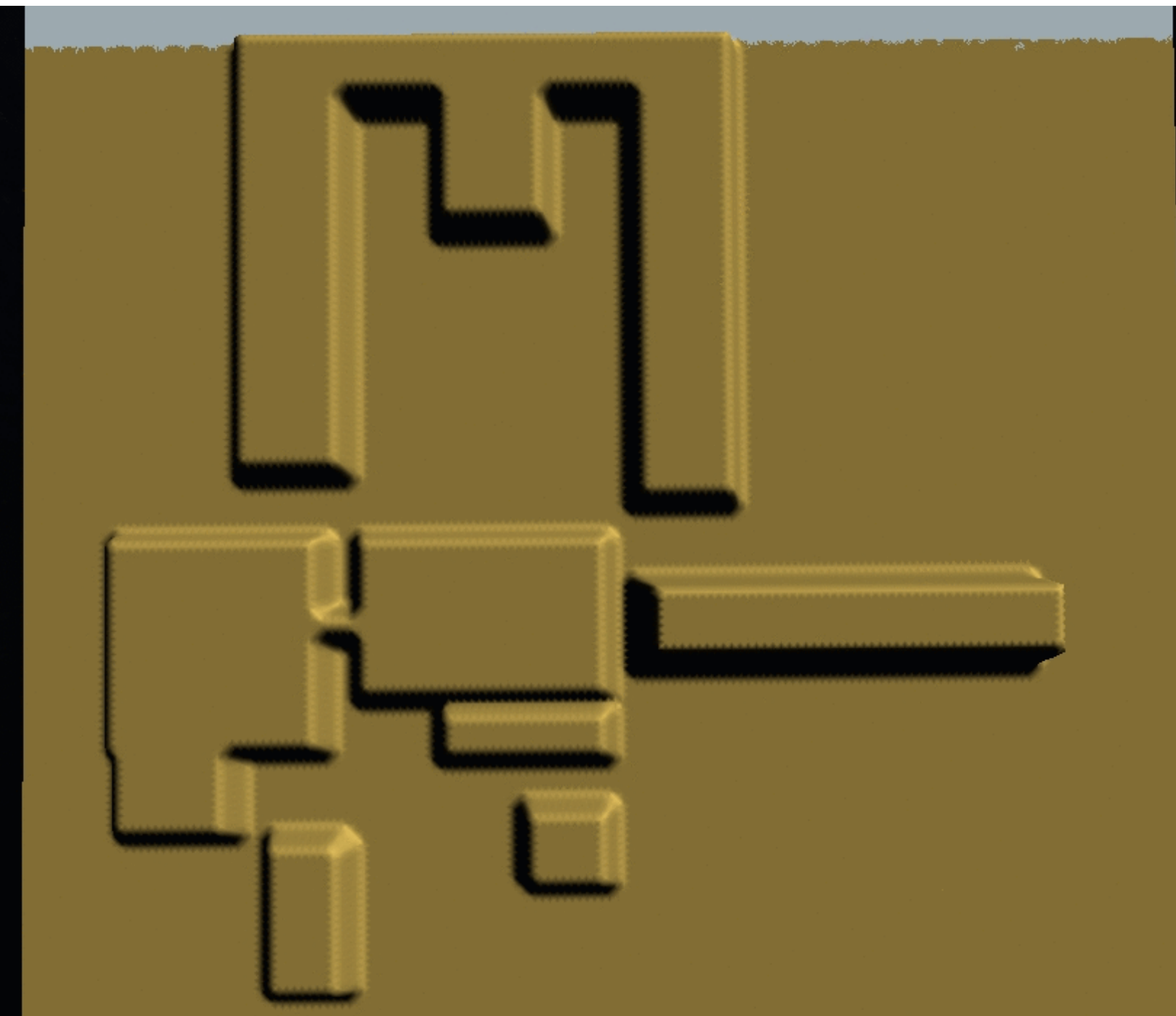
culling: on

t = 2.00

ANUGA Viewer

Simulatie van overstroming campus Coupure

Simulatie door dr. ir. Stijn Van Hoey



grid: none

filename: fbw25.sww

wireframe: off

recorder: playback

culling: on

t = 2.00

ANUGA Viewer

Simulatie van overstroming campus Coupure

Simulatie door dr. ir. Stijn Van Hoey

TWEE SOORTEN WISKUNDIGE MODELLEN



TWEE SOORTEN WISKUNDIGE MODELLEN

Mechanistisch

Systeem beschrijven aan de hand van de individuele componenten en hoe ze gekoppeld zijn.

Inductief, bottom-up

Bv: wetten van Newton

$$\sum \mathbf{F} = 0 \Leftrightarrow \frac{d\mathbf{v}}{dt} = 0$$

$$\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt} = \frac{d(m\mathbf{v})}{dt}$$

$$\mathbf{F}_{1,2} = -\mathbf{F}_{2,1}$$

Historisch in fysica, chemie etc.

TWEE SOORTEN WISKUNDIGE MODELLEN

Mechanistisch

Systeem beschrijven aan de hand van de individuele componenten en hoe ze gekoppeld zijn.

Inductief, bottom-up

Bv: wetten van Newton

$$\sum \mathbf{F} = 0 \Leftrightarrow \frac{d\mathbf{v}}{dt} = 0$$

$$\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt} = \frac{d(m\mathbf{v})}{dt}$$

$$\mathbf{F}_{1,2} = -\mathbf{F}_{2,1}$$

Historisch in fysica, chemie etc.

Data-gedreven

Zoeken naar een wiskundig model dat experimentele data beschrijft.

Deductief, empirisch

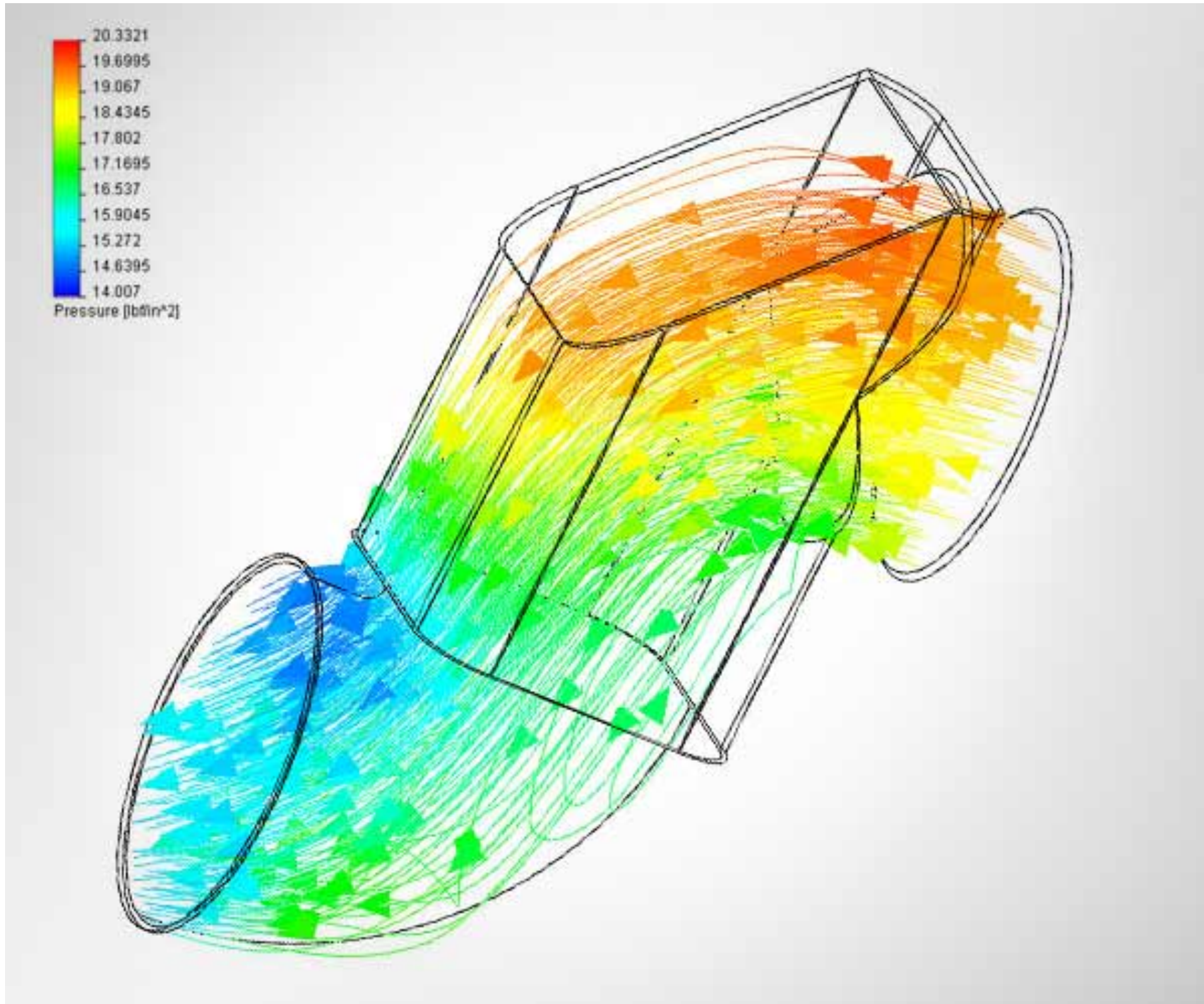
Bv. historie van het Fonds voor het Onderhoud van de Weduwen en Kinderen van de Predikanten van de Kerk van Schotland

Statistiek en 'moderne' artificiële intelligentie.

Historisch in biologie, sociologie etc.

COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

.....



DE NAVIER-STOKES VERGELIJKINGEN

Vloeistoffen gedragen zich volgens volgende vergelijkingen:

$$\rho \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} = -\nabla p + \nabla \cdot \boldsymbol{\tau} + \rho \mathbf{g}$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = 0$$

Met:

- ρ : dichtheid
- $\mathbf{u}$: snelheidsvector
- p : druk
- $\boldsymbol{\tau}$: stress tensor
- $\mathbf{g}$: externe versnelling
- t : tijd

DE NAVIER-STOKES VERGELIJKINGEN

Vloeistoffen gedragen zich volgens volgende vergelijkingen:

$$\boxed{\rho \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t}} = \boxed{-\nabla p} + \boxed{\nabla \cdot \boldsymbol{\tau}} + \boxed{\rho \mathbf{g}}$$

*verandering in
snelheid* *druk* *wrijving
(viscositeit)* *zwaartekracht*

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = 0$$

Met:

- ρ : dichtheid
- $\mathbf{u}$: snelheidsvector
- p : druk
- $\boldsymbol{\tau}$: stress tensor
- $\mathbf{g}$: externe versnelling
- t : tijd

DE NAVIER-STOKES VERGELIJKINGEN

Vloeistoffen gedragen zich volgens volgende vergelijkingen:

$$\boxed{\rho \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t}} = \boxed{-\nabla p} + \boxed{\nabla \cdot \boldsymbol{\tau}} + \boxed{\rho \mathbf{g}}$$

*verandering in
snelheid* *druk* *wrijving
(viscositeit)* *zwaartekracht*

$$\boxed{\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = 0}$$

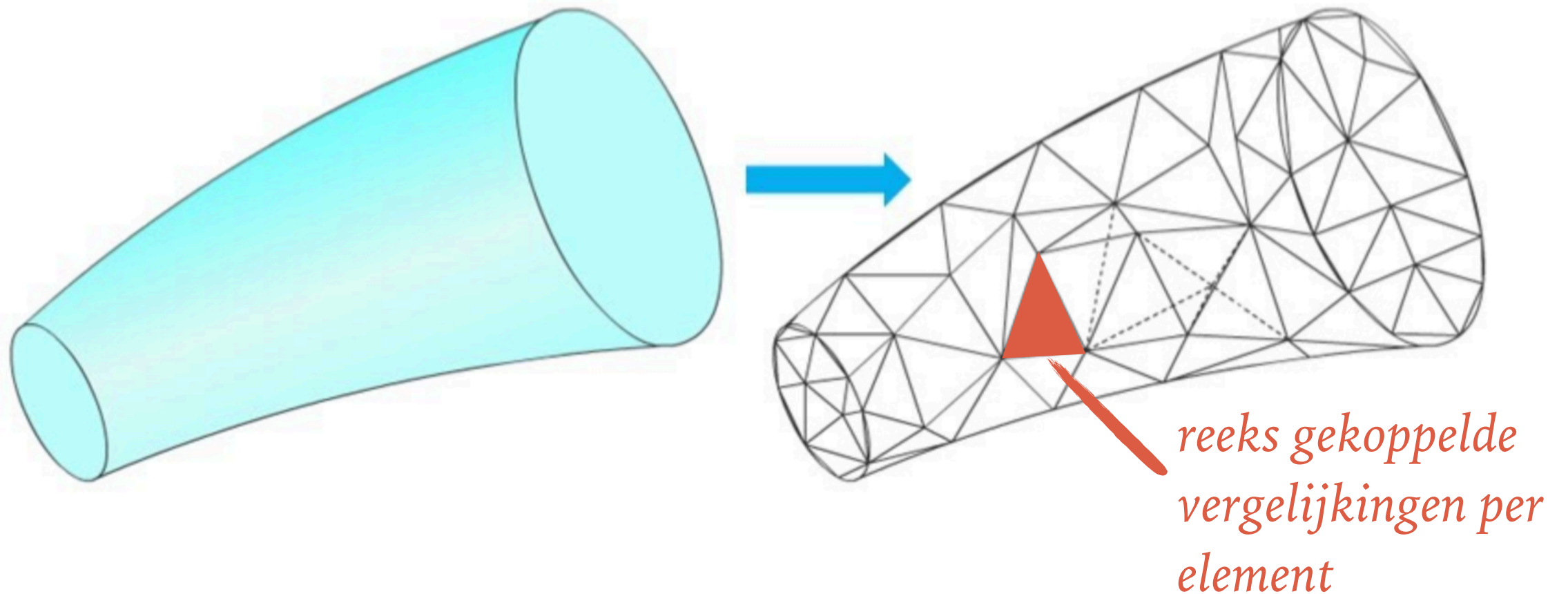
*continuïteit van
vloeistof*

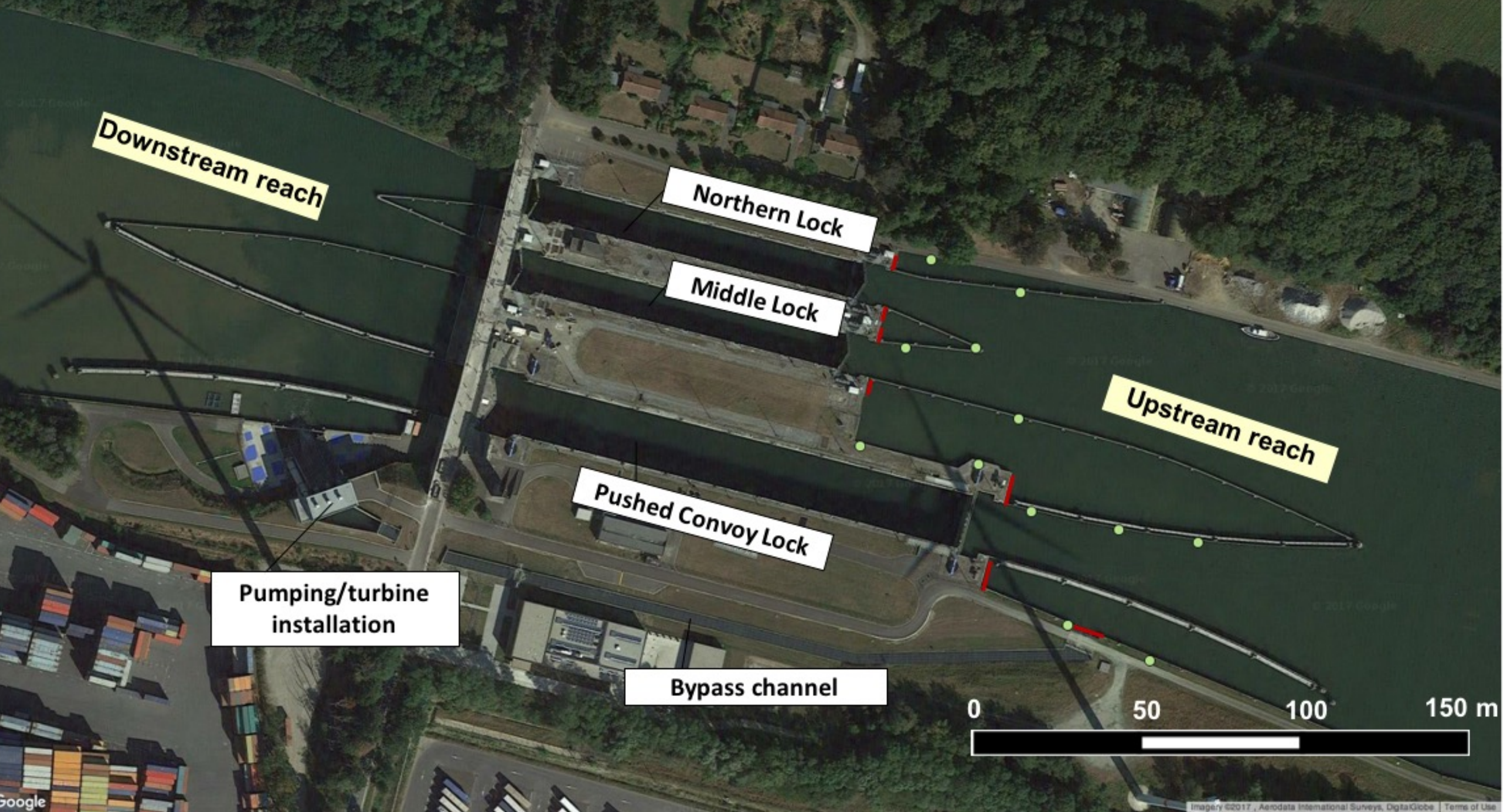
Met:

- ρ : dichtheid
- $\mathbf{u}$: snelheidsvector
- p : druk
- $\boldsymbol{\tau}$: stress tensor
- $\mathbf{g}$: externe versnelling
- t : tijd

BENADERENDE OPLOSSINGEN VAN NAVIER-STOKES VGL

Discrete benadering adhv. meshing, bv. de eindige volume methode





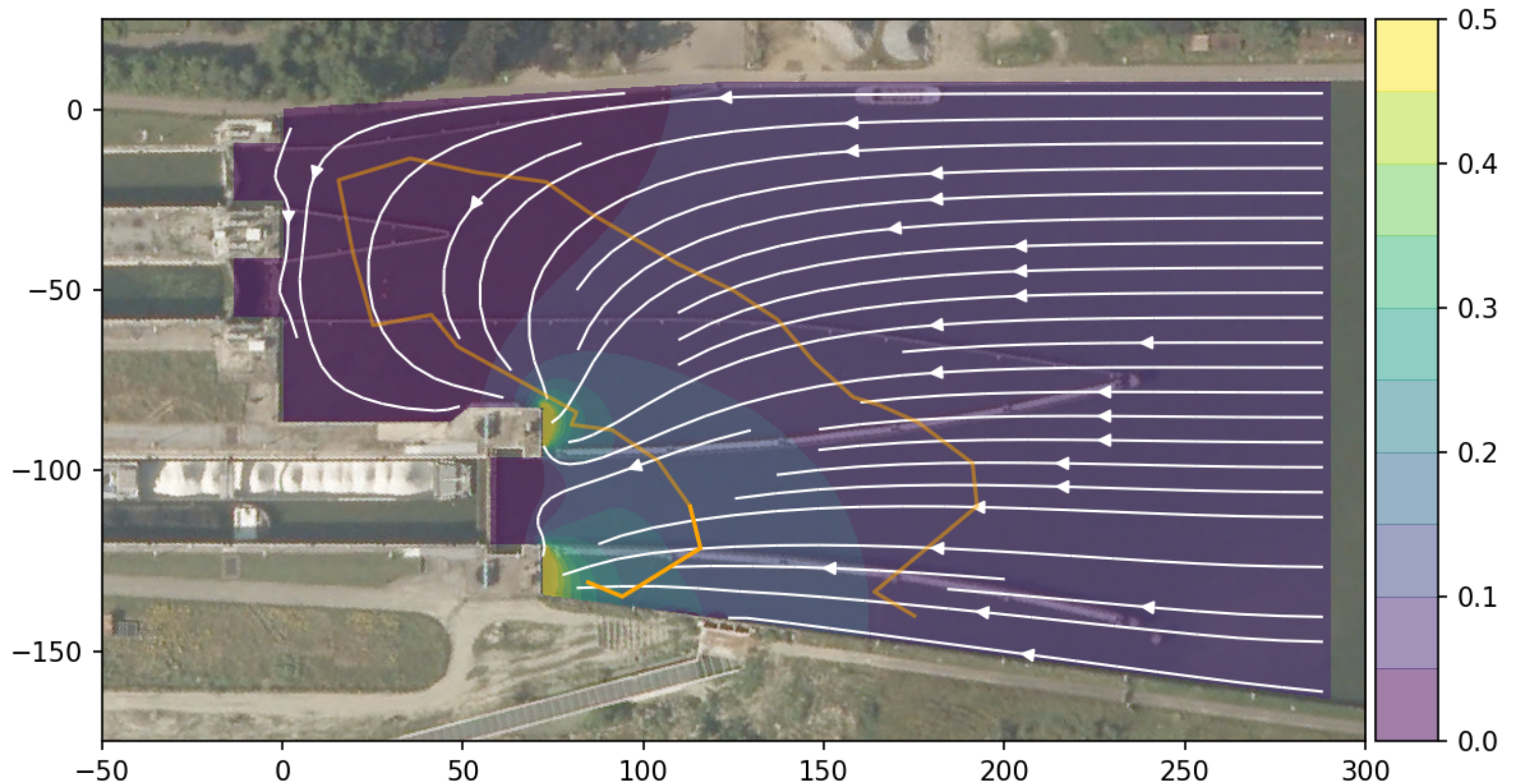
Anguilla anguilla
(Europese aal)



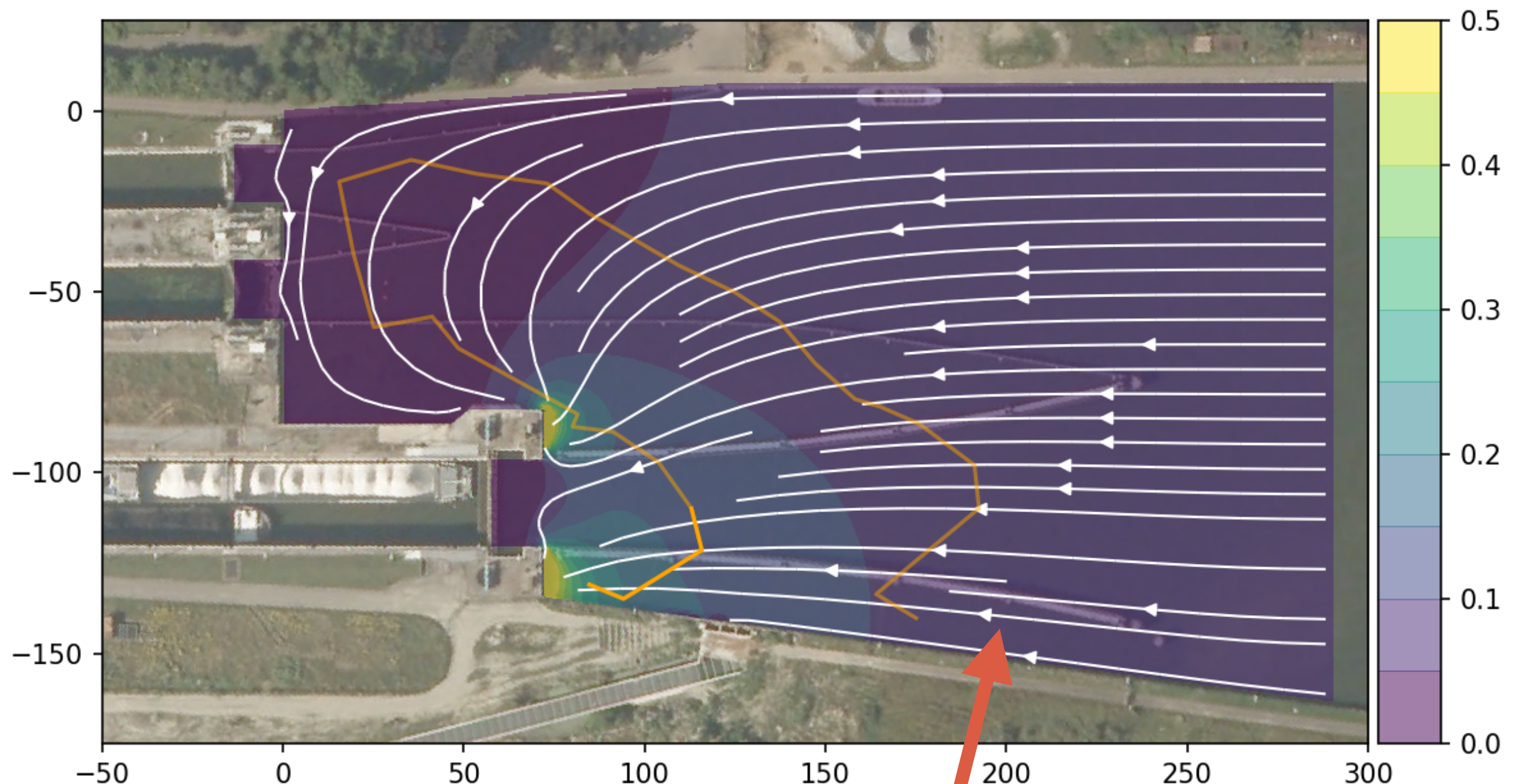


CFD SIMULATIE STROMING + GEMETEN TRAJEKT PALING

.....

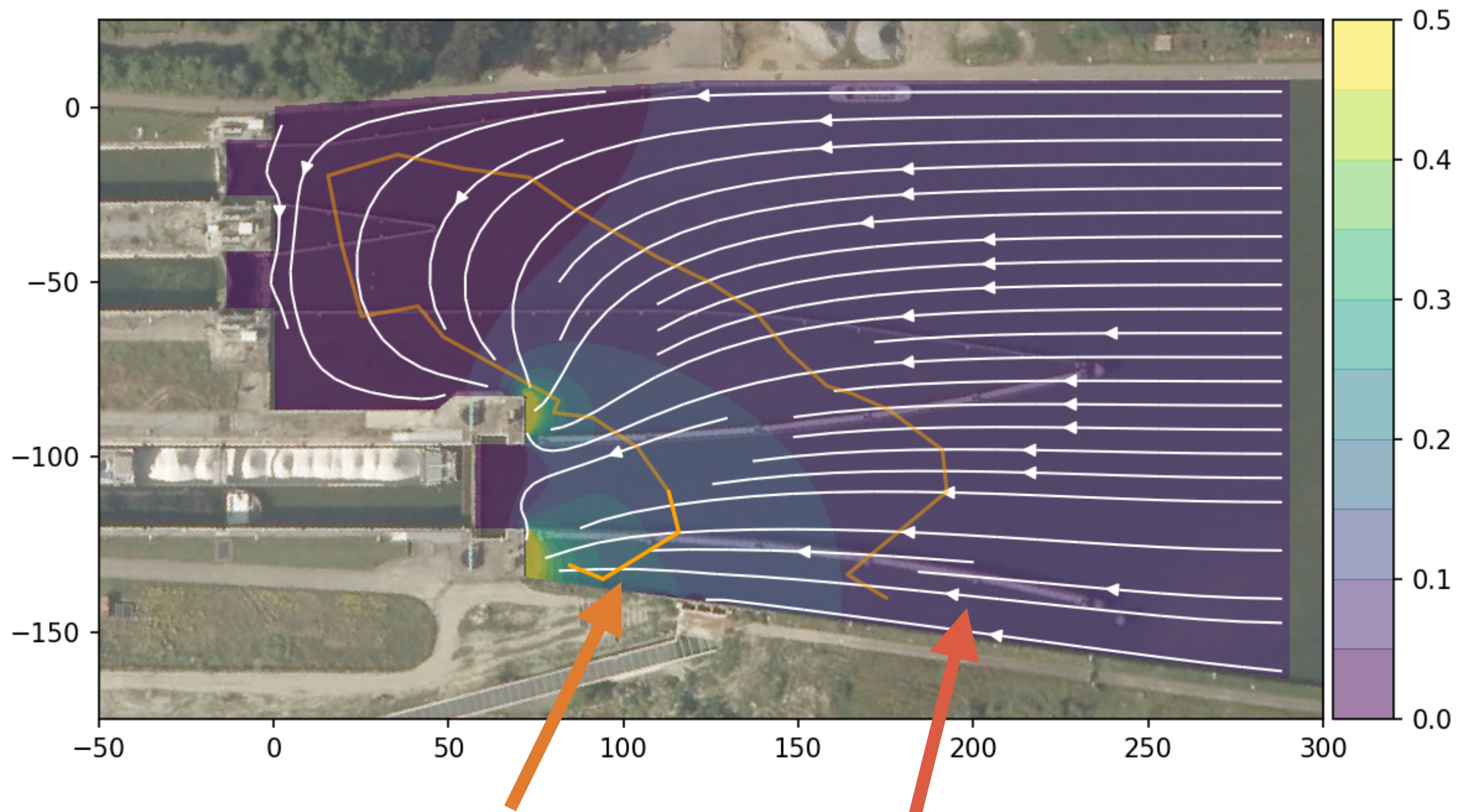


CFD SIMULATIE STROMING + GEMETEN TRAJEKT PALING



gemodelleerd
stromingsprofiel

CFD SIMULATIE STROMING + GEMETEN TRAJECT PALING



traject paling

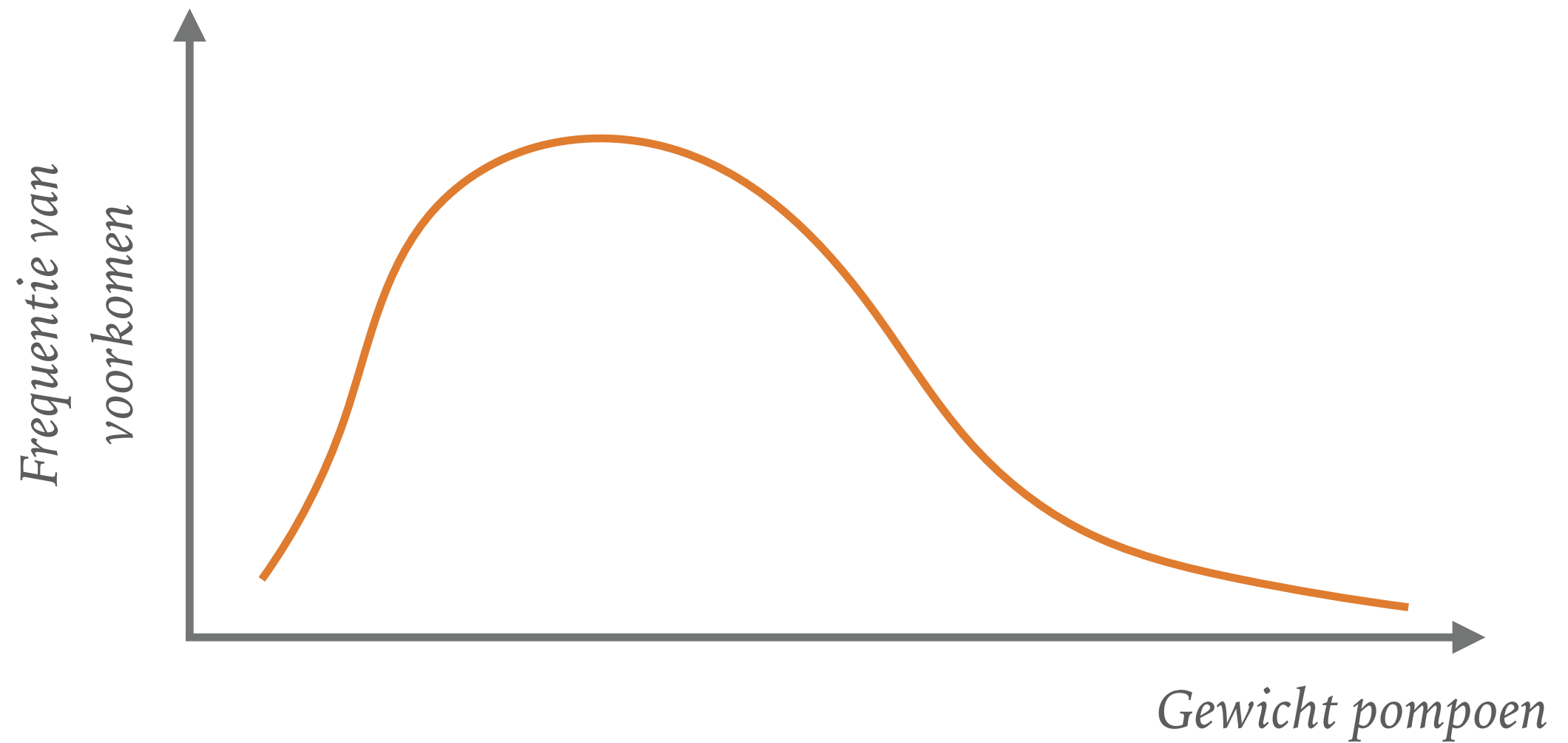
*gemodelleerd
stromingsprofiel*



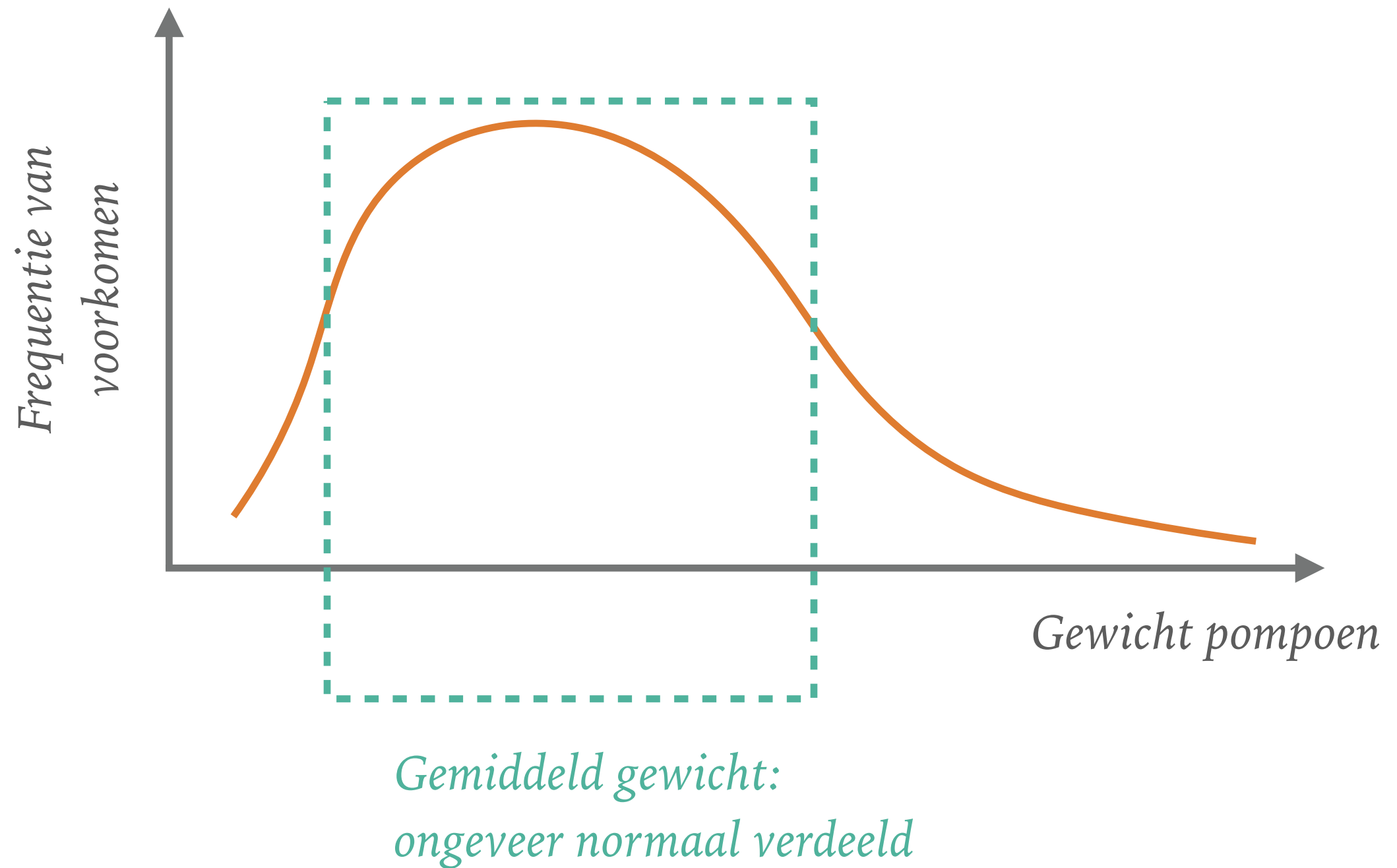
Overstroming Ellicott City, oktober 2018



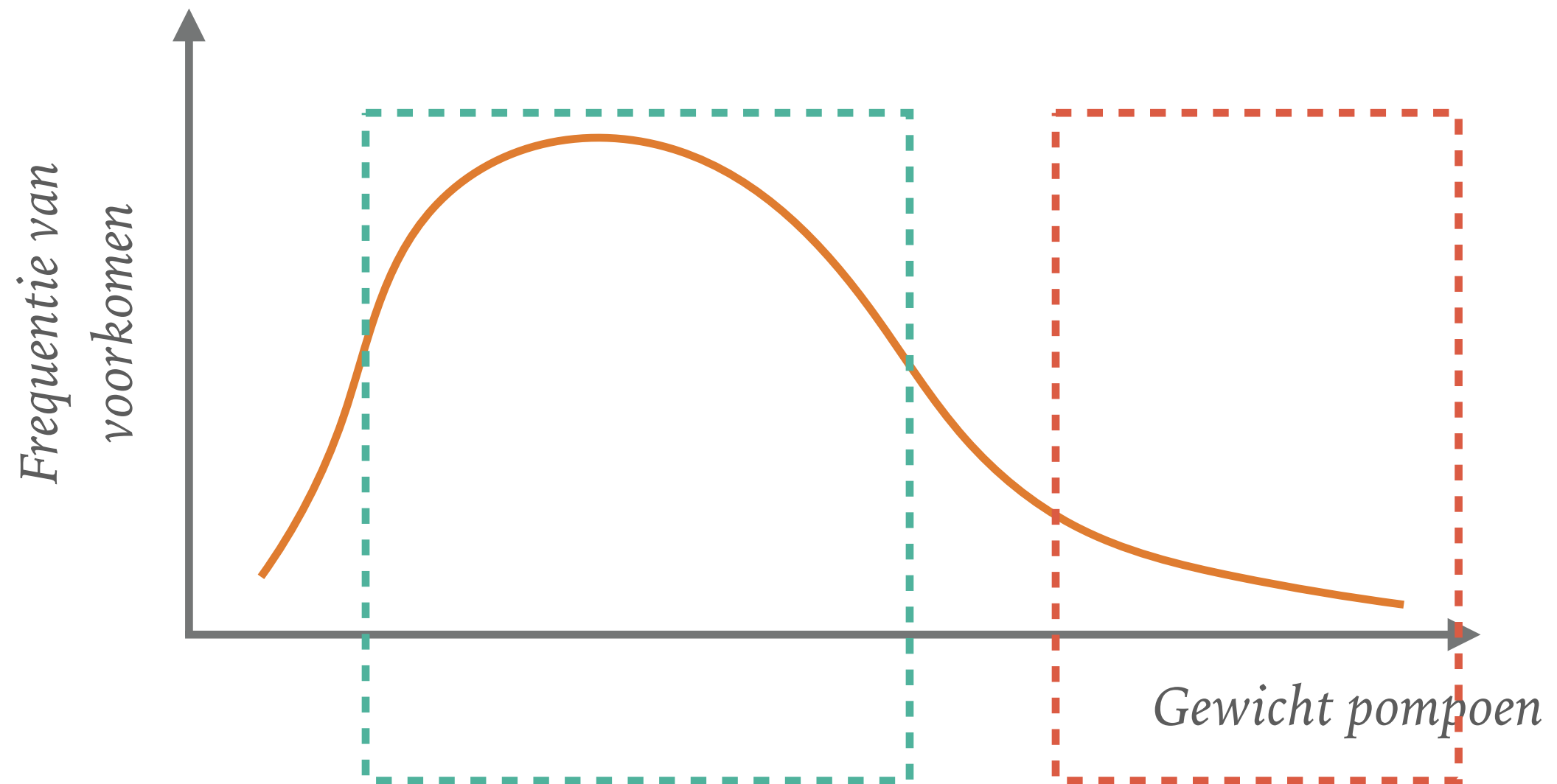
MODELLEREN VAN GEMIDDELDEN



MODELLEREN VAN GEMIDDELDEN



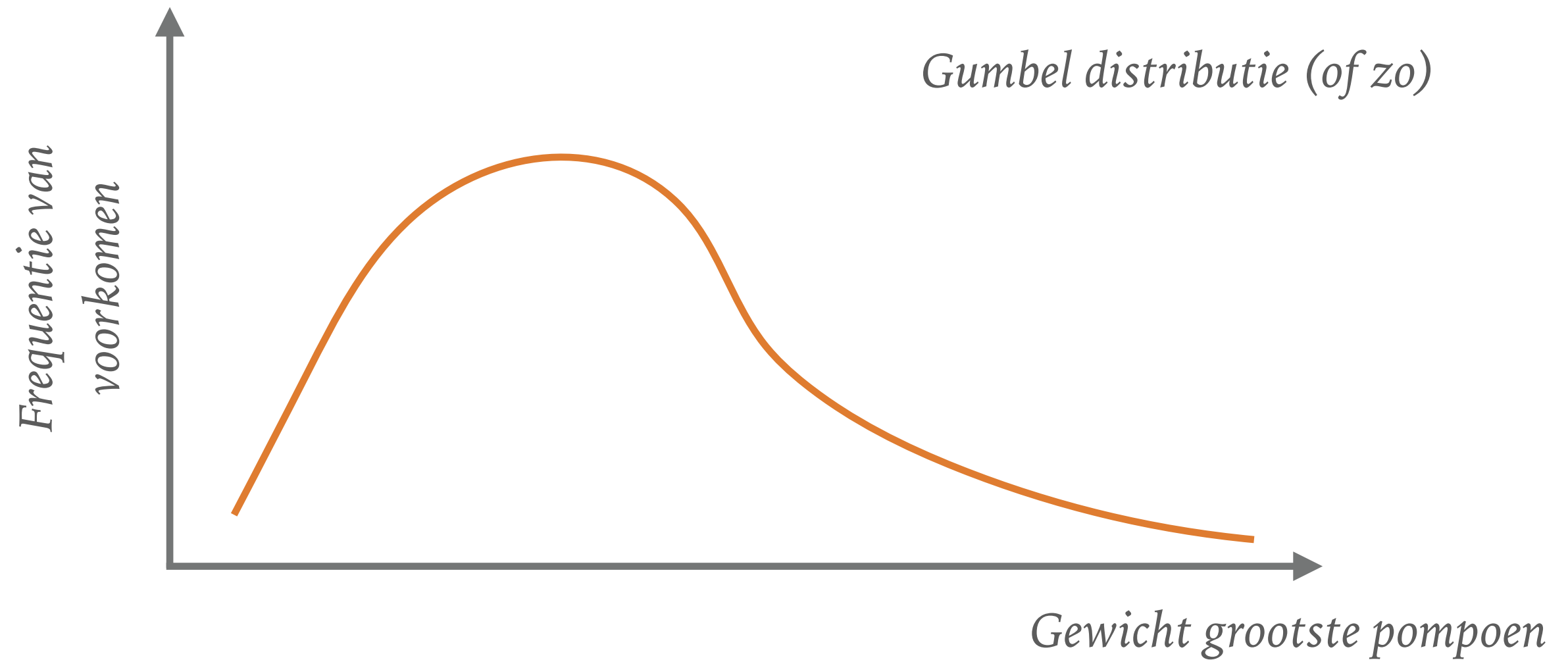
MODELLEREN VAN GEMIDDELDEN



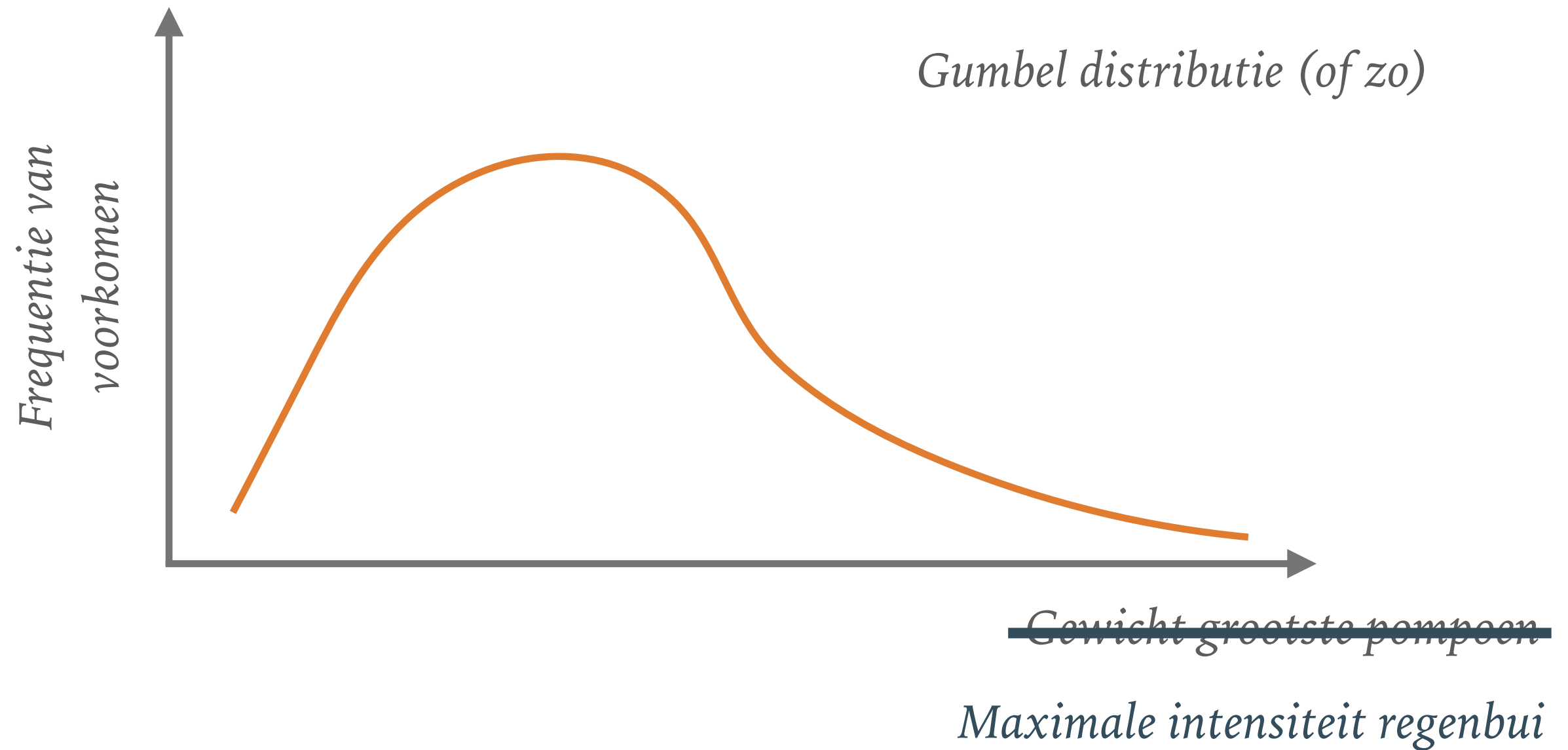
*Gemiddeld gewicht:
ongeveer normaal verdeeld*

*Extreme waarden:
extreme waarden verdeling!*

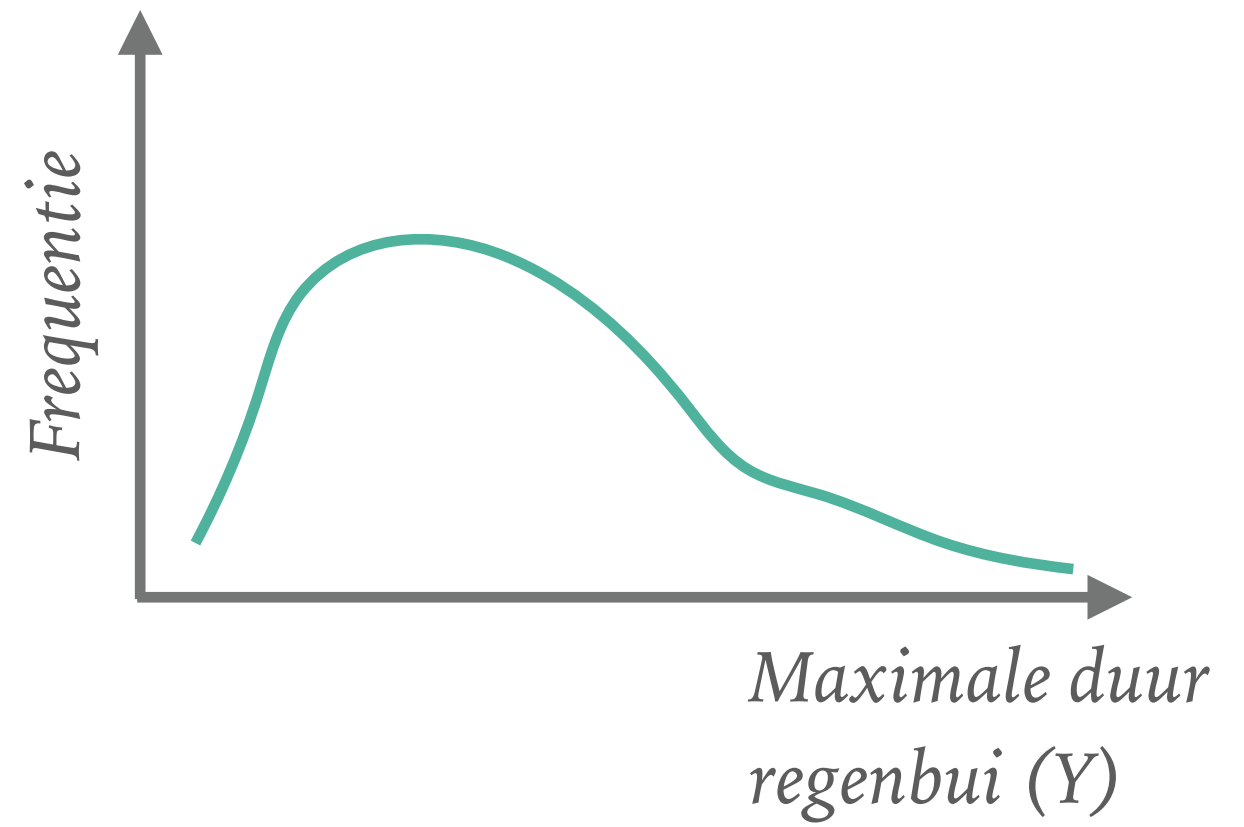
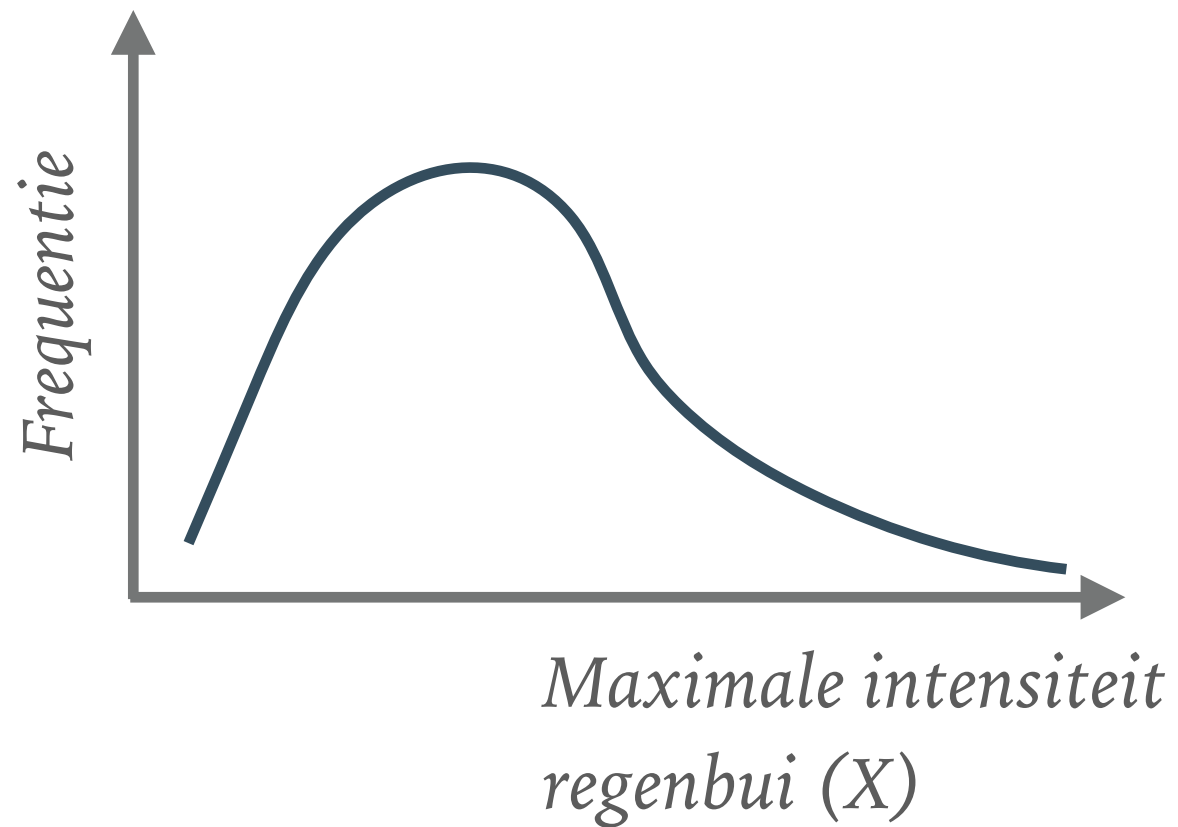
MODELLEREN VAN EXTREMEN



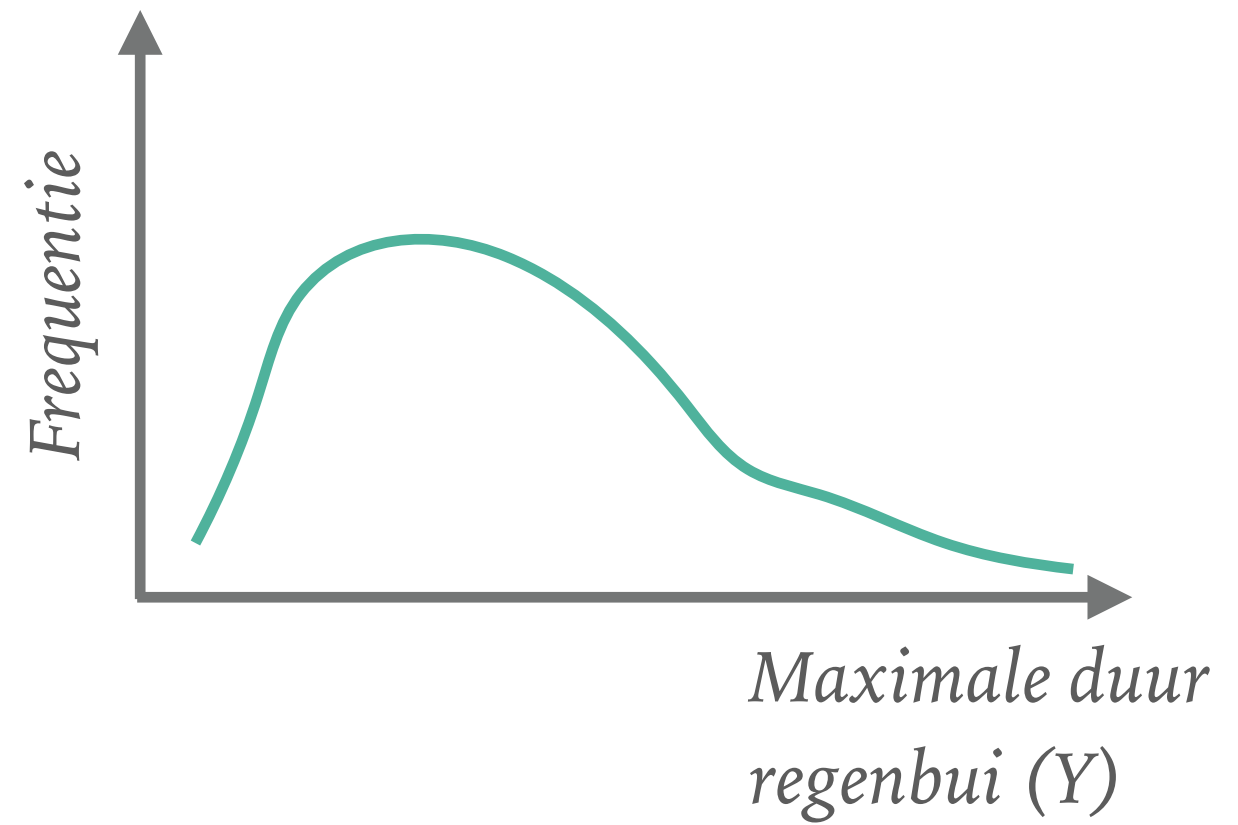
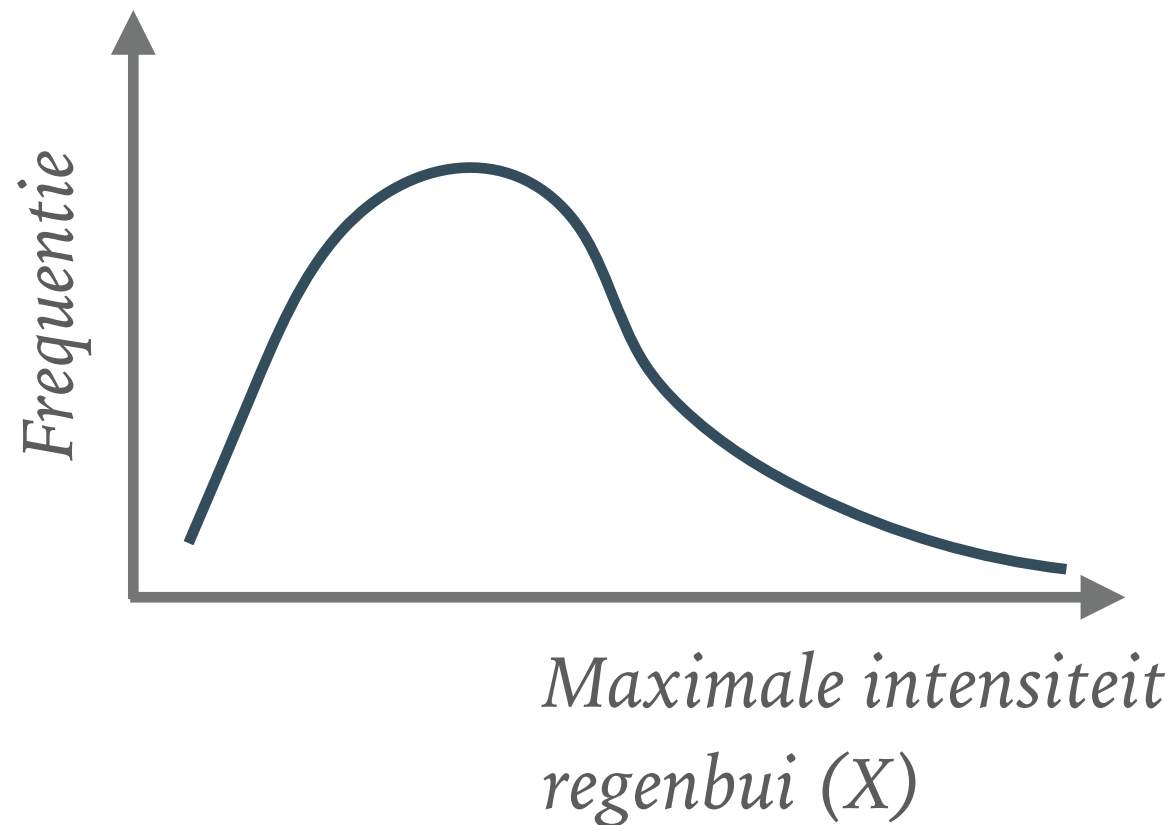
MODELLEREN VAN EXTREMEN



MEERDERE EXTREMEN?



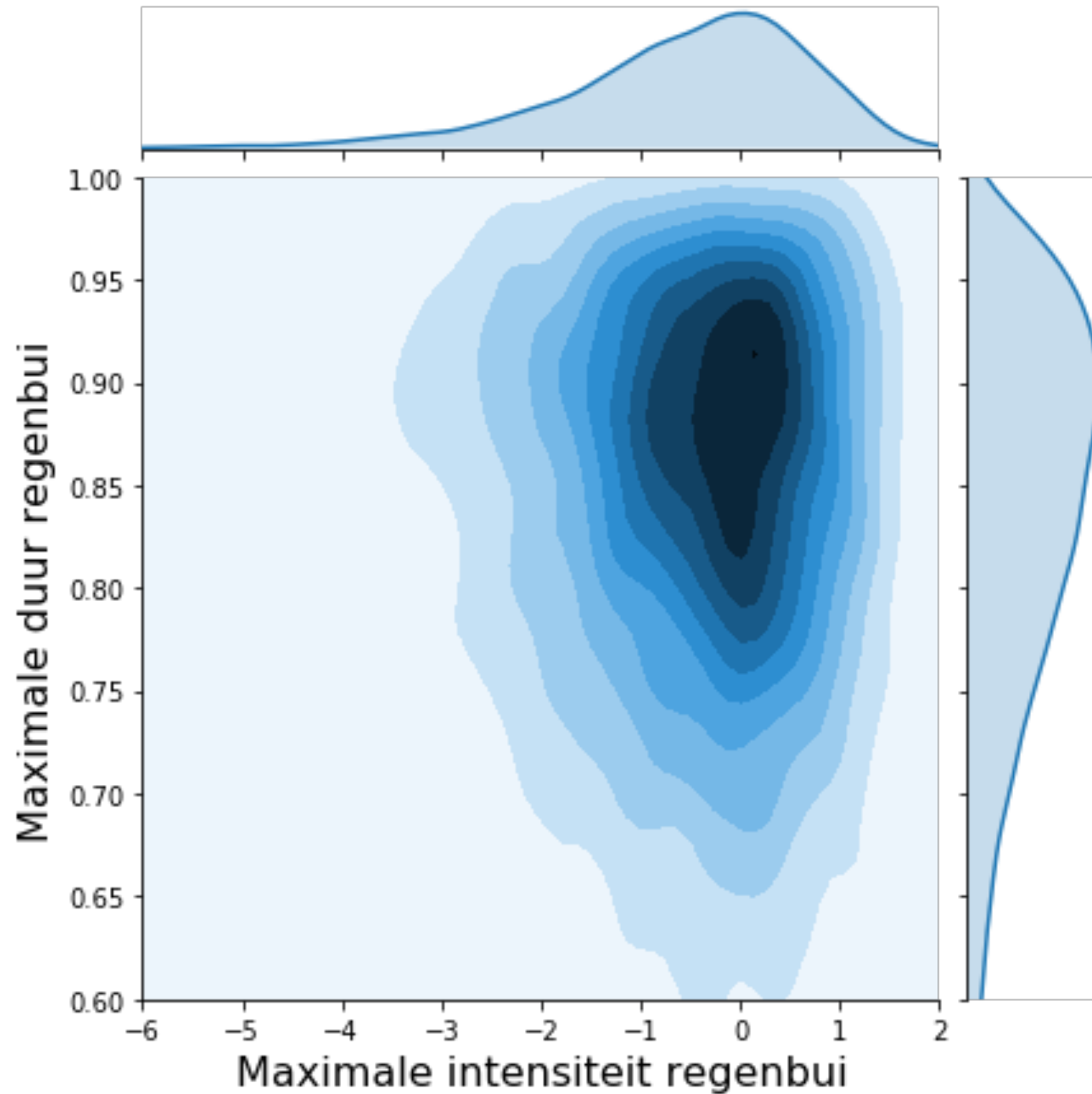
MEERDERE EXTREMEN?



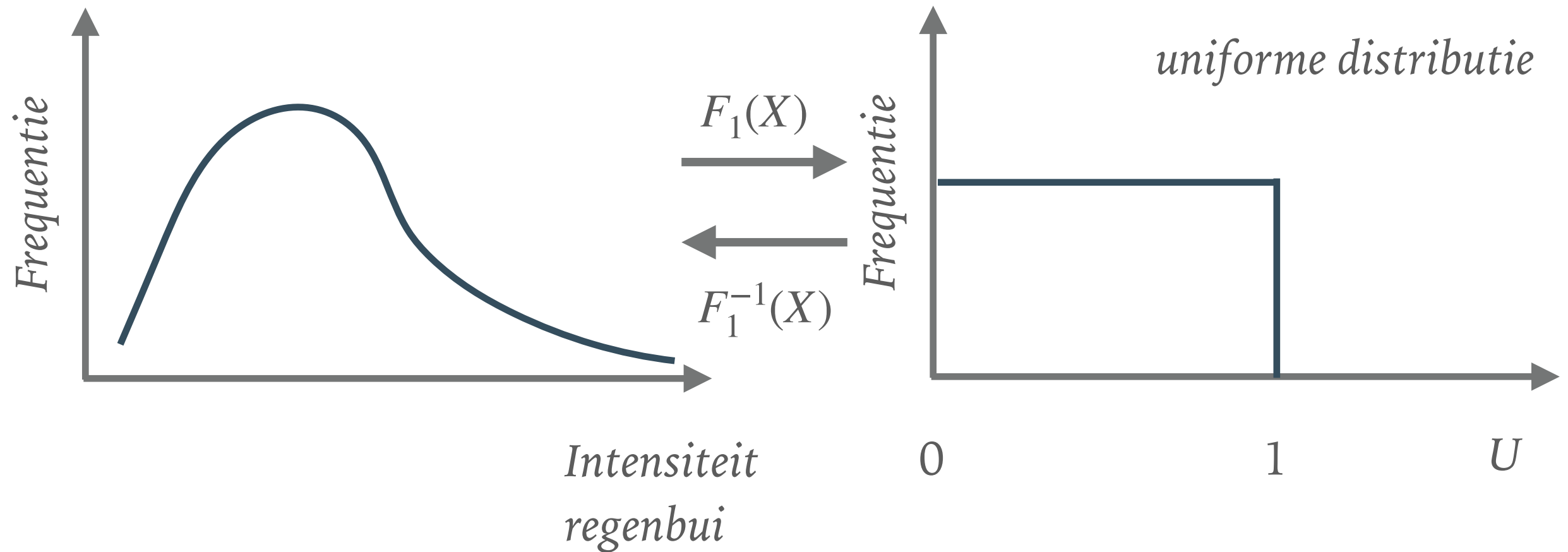
Wat is de kans dat er een regenbui voorkomt die zowel erg intensief is als erg lang duurt?

*Kansen zijn **niet** onafhankelijk!*

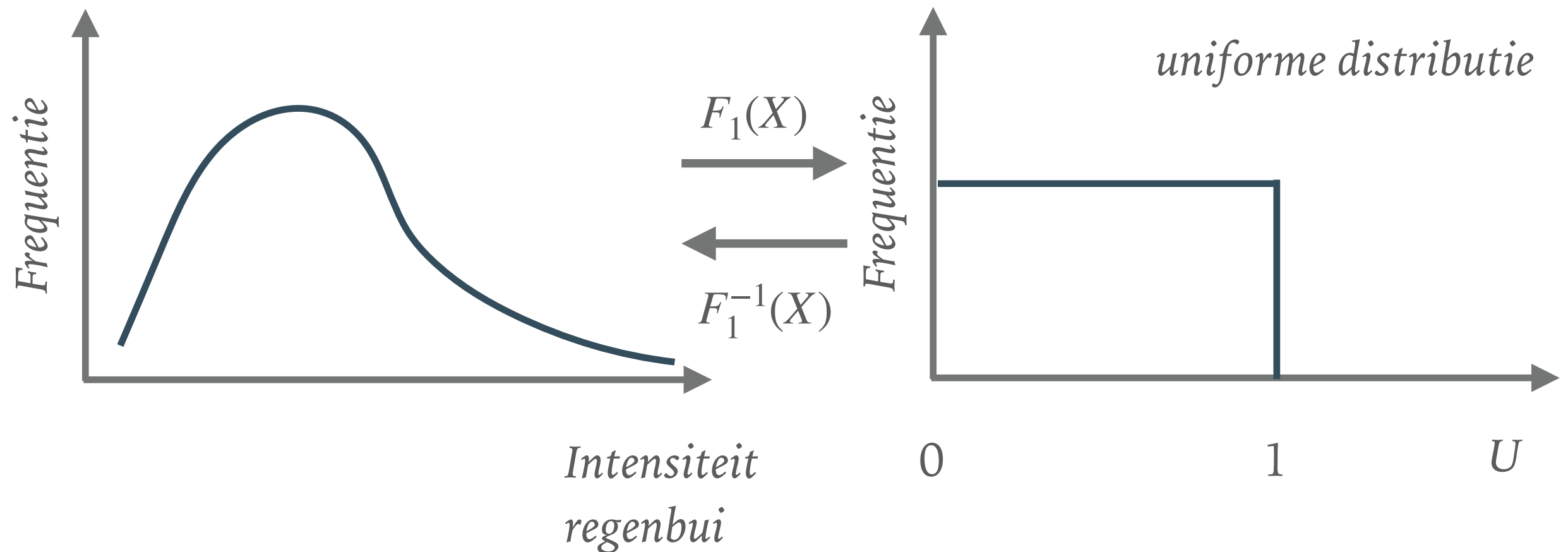
ONAFHANKELIJKE KOPPELING EXTREMENDISTRIBUTIES



EEN KORTE INTRODUCTIE TOT COPULA'S

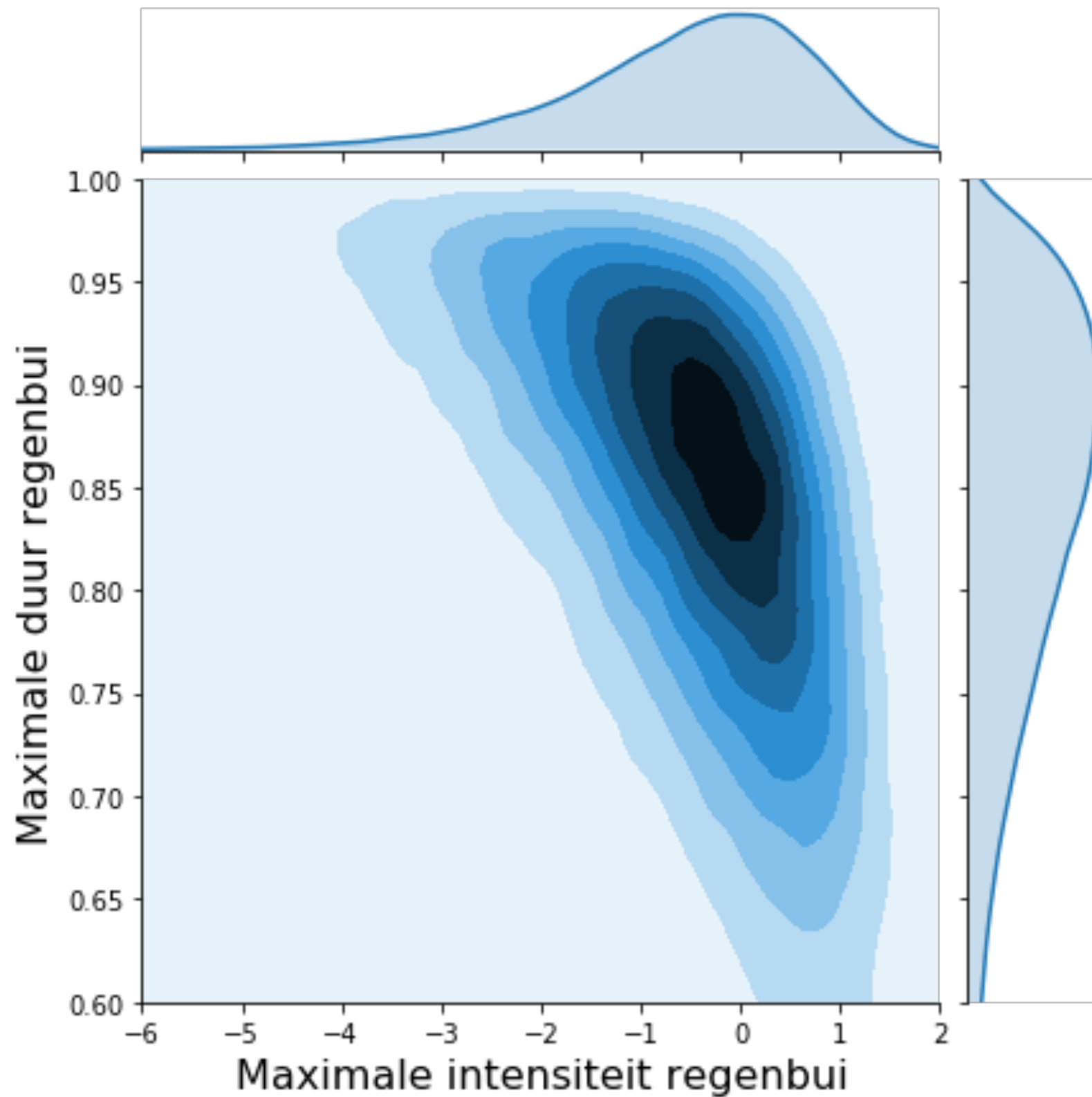


EEN KORTE INTRODUCTIE TOT COPULA'S



Een copula is een functie die afhankelijkheden uitdrukt tussen twee of meerdere uniform verdeelde variabelen.

AFHANKELIJKHEID EXTREMEN DMV COPULA



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 : ;
, - . / : ;
@ A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z [\] ^ _ ` { | } ~

Ý Q ÷ 3 m À É C ^ ^ □

ପ୍ରାଚୀନ ଇନ୍ଦିୟାରେ ଶିଳା ଯୁଗର ଇତିହାସ

[illegible]

m	40	
Nö		
G		
Z	7	
d		
X		
~		

GG£DD'4bYY%JJH

[illegible]

« : »

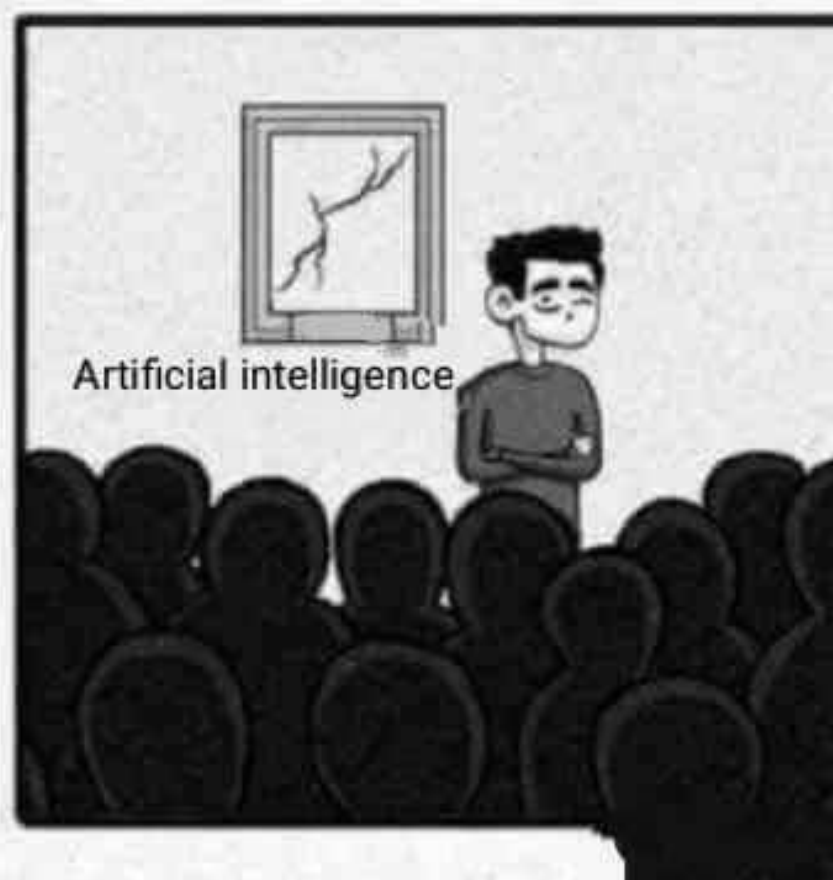
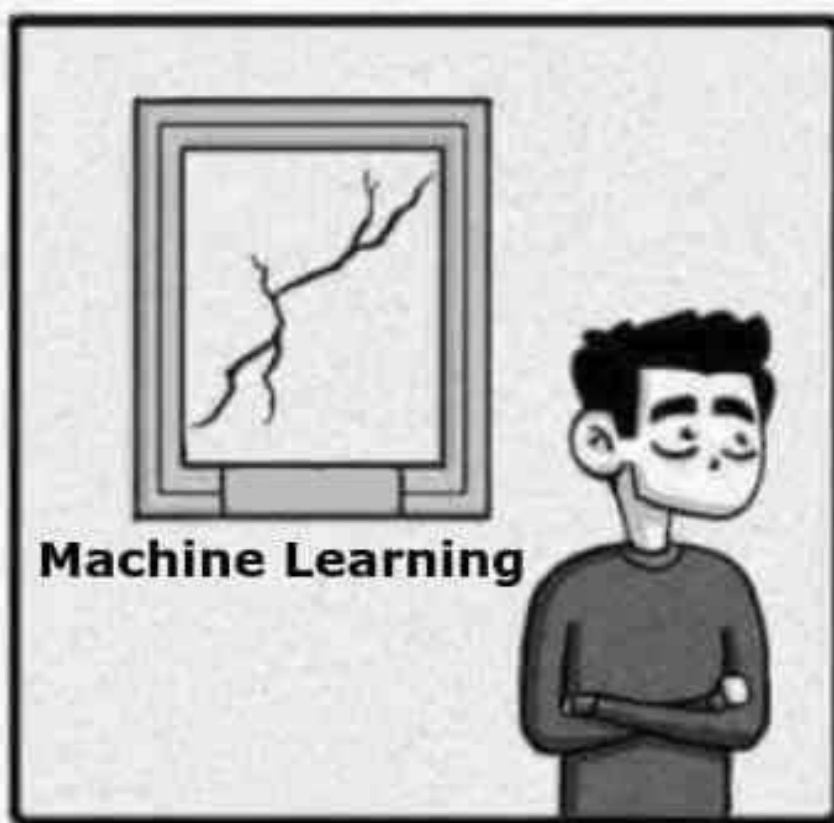
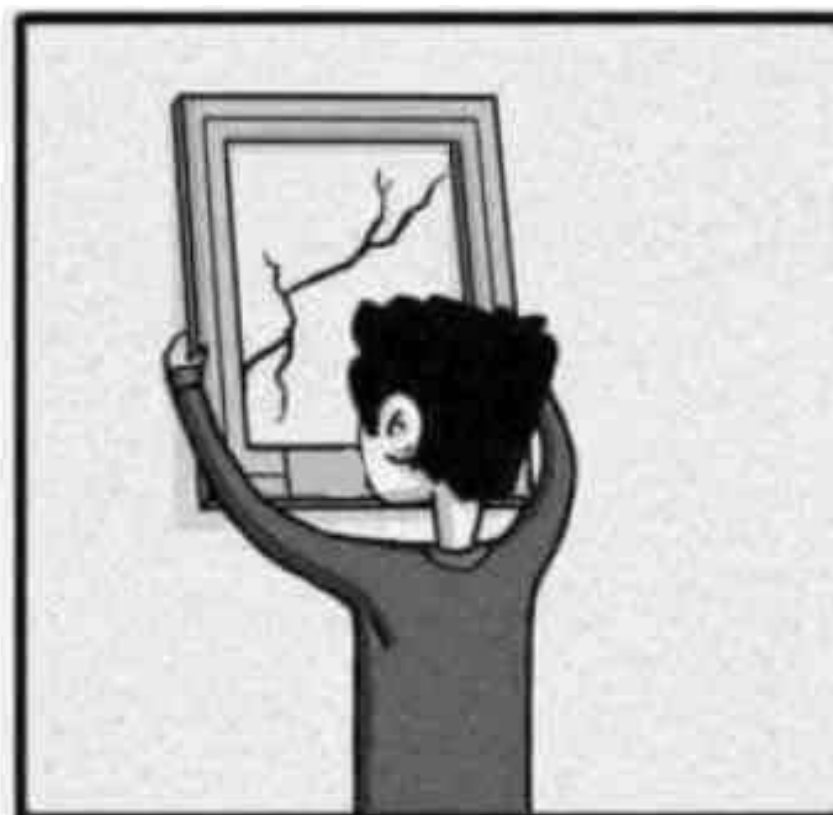
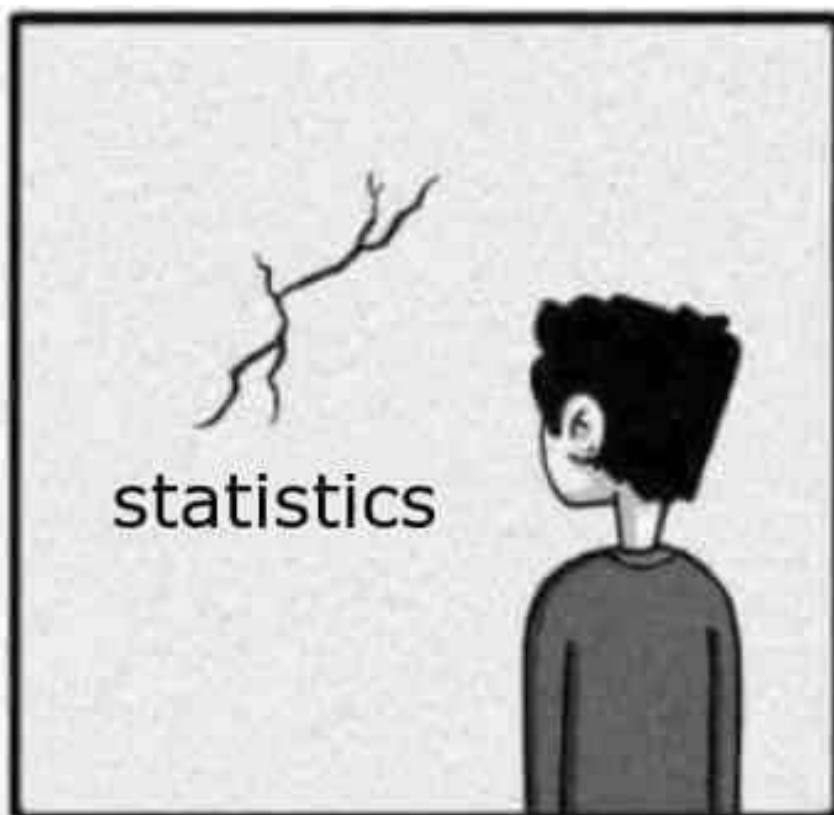
ॐ नमो भगवते वासुदेवाय ॥ १ ॥
 श्रीकृष्णाय नमः ॥ २ ॥
 श्रीगुरुभ्यो नमः ॥ ३ ॥
 श्रीगणेशाय नमः ॥ ४ ॥
 श्रीविष्णवे नमः ॥ ५ ॥
 श्रीशिवाय नमः ॥ ६ ॥
 श्रीब्रह्माय नमः ॥ ७ ॥
 श्रीमहेश्वराय नमः ॥ ८ ॥
 श्रीनारायणाय नमः ॥ ९ ॥
 श्रीहरिभक्त्याय नमः ॥ १० ॥
 श्रीकृष्णभक्त्याय नमः ॥ ११ ॥
 श्रीगुरुभक्त्याय नमः ॥ १२ ॥
 श्रीगणेशभक्त्याय नमः ॥ १३ ॥
 श्रीविष्णुभक्त्याय नमः ॥ १४ ॥
 श्रीशिवभक्त्याय नमः ॥ १५ ॥
 श्रीब्रह्मभक्त्याय नमः ॥ १६ ॥
 श्रीमहेश्वरभक्त्याय नमः ॥ १७ ॥
 श्रीनारायणभक्त्याय नमः ॥ १८ ॥
 श्रीहरिभक्त्याय नमः ॥ १९ ॥
 श्रीकृष्णभक्त्याय नमः ॥ २० ॥

100

100

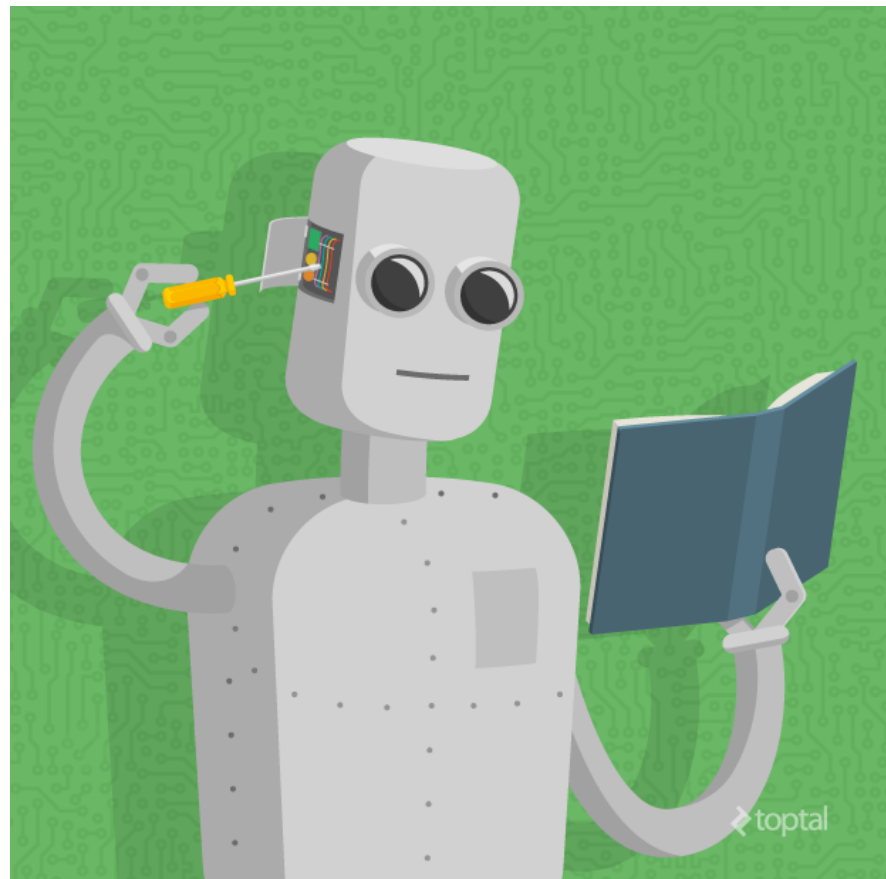


Data has a better idea



MACHINE LEARNING

De tak van de computerwetenschappen die zich bezig houdt met computers taken te leren zonder ze expliciet te programmeren.

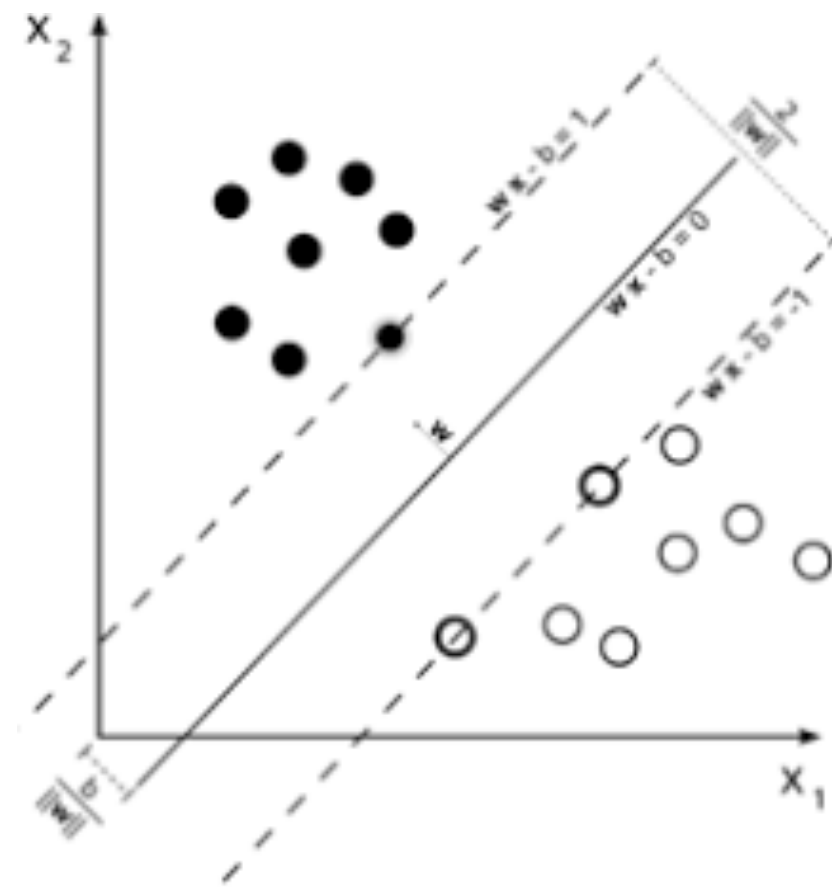
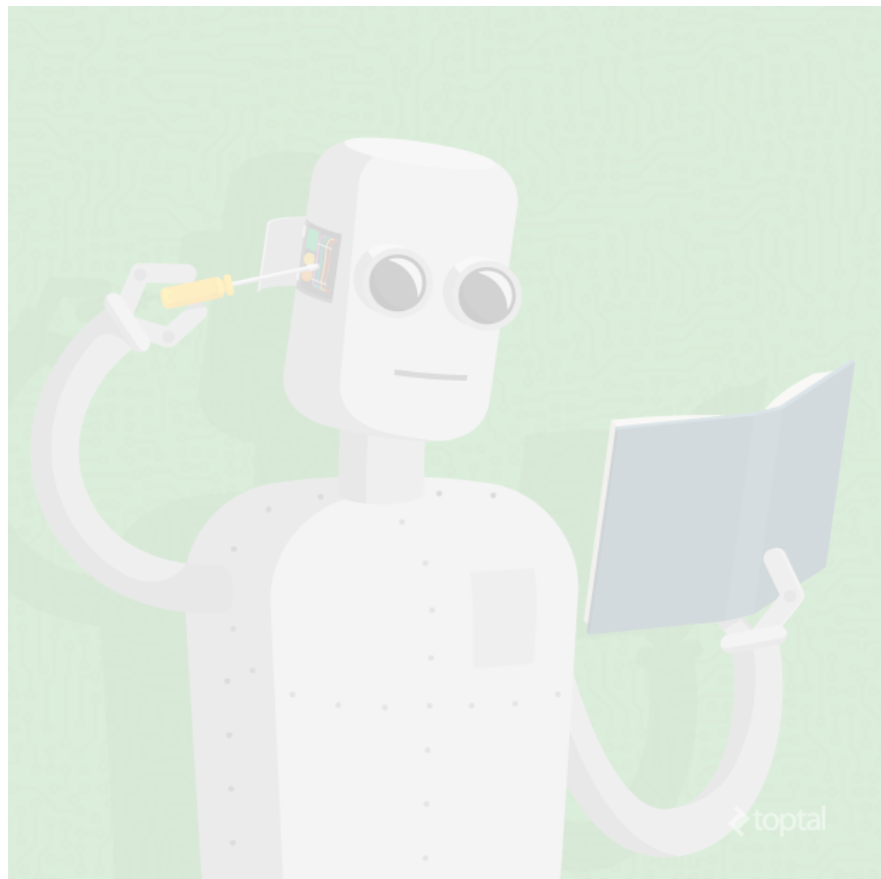


MACHINE LEARNING

.....

De tak van de computerwetenschappen die zich bezig houdt met computers taken te leren zonder ze expliciet te programmeren.

Onderzoek en ontwikkeling naar computeralgoritmes die stabiele patronen in databanken kunnen vinden.



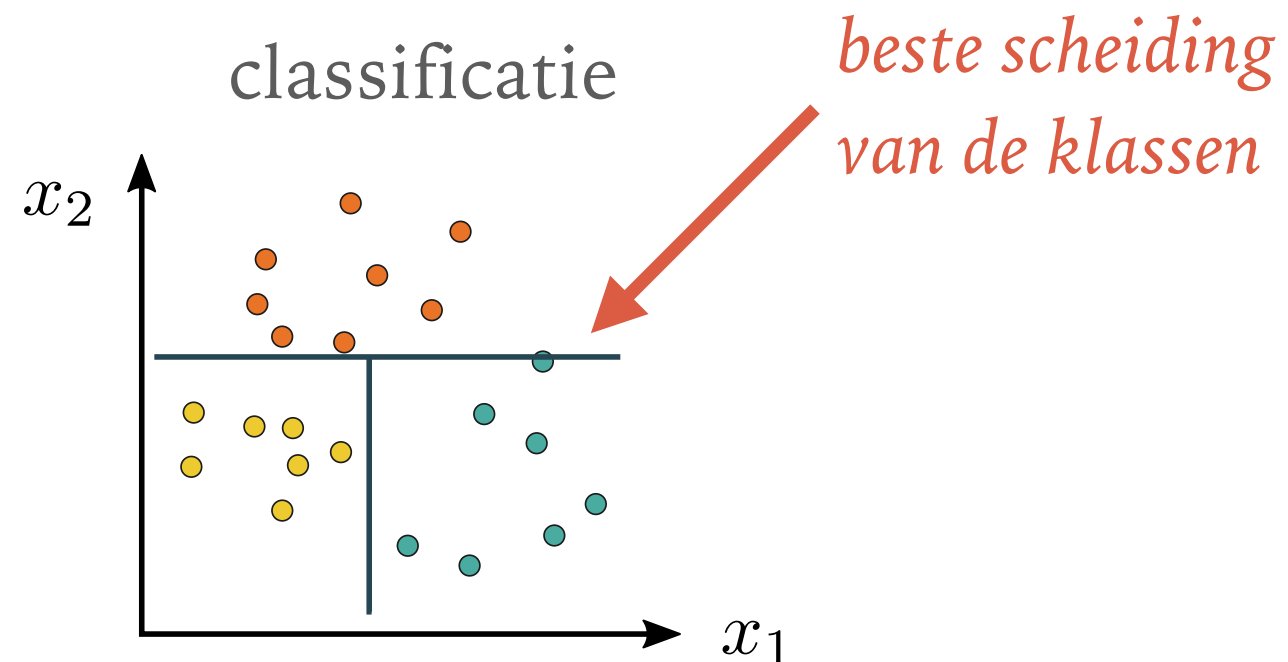
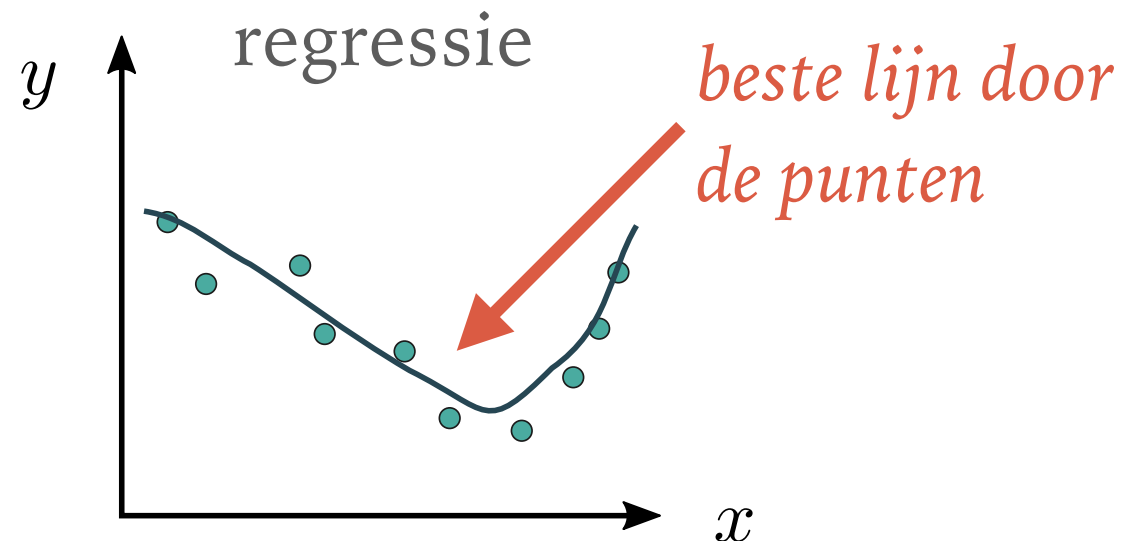
GESUPERVISEERD LEREN

Gegeven een databank met ‘gelabelde’ voorbeelden, zoek een functie $f(x)$ die het label kan voorspellen voor een **nieuw** voorbeeld.

x_1

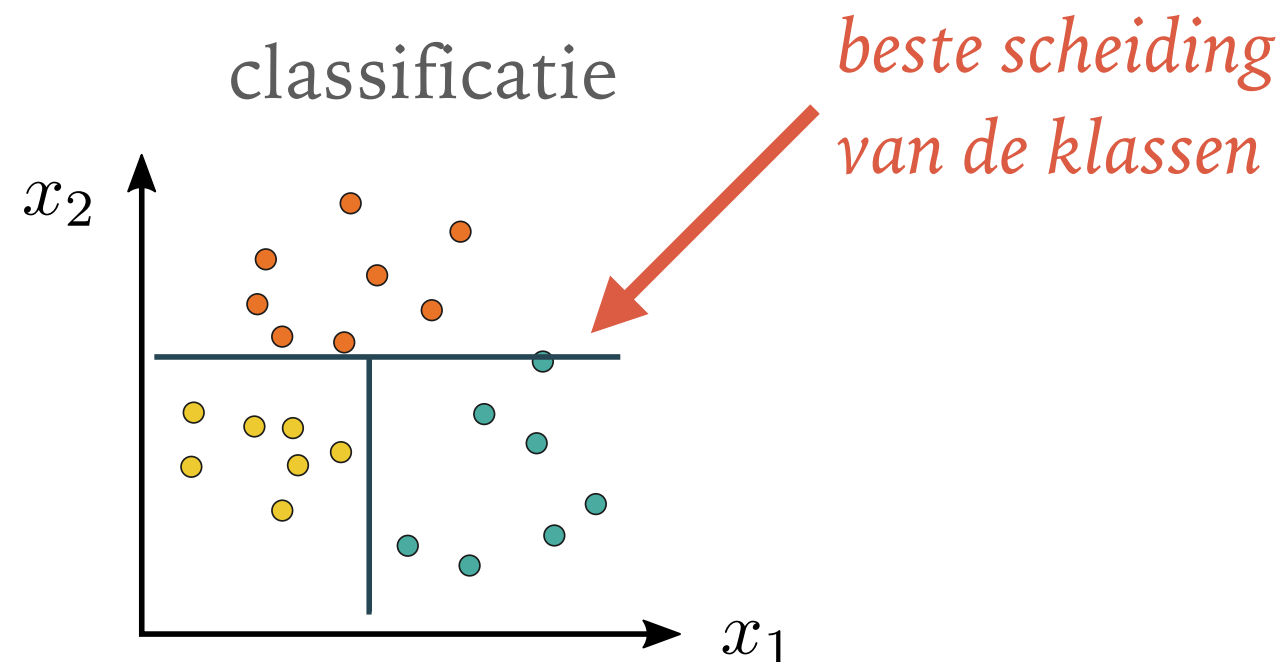
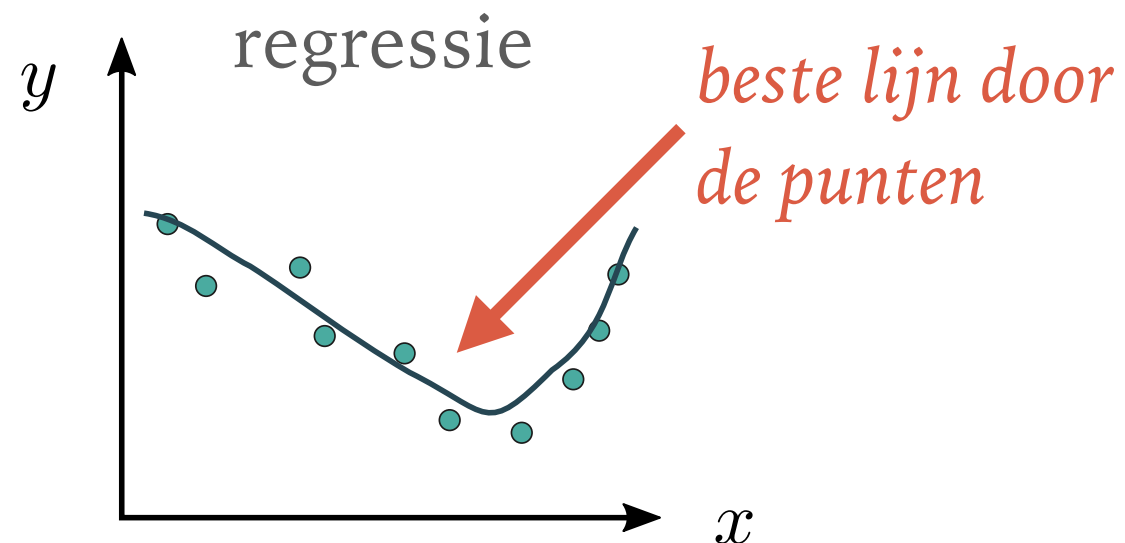
GESUPERVISEERD LEREN

Gegeven een databank met 'gelabelde' voorbeelden, zoek een functie $f(x)$ die het label kan voorspellen voor een **nieuw** voorbeeld.



GESUPERVISEERD LEREN

Gegeven een databank met 'gelabelde' voorbeelden, zoek een functie $f(x)$ die het label kan voorspellen voor een **nieuw** voorbeeld.



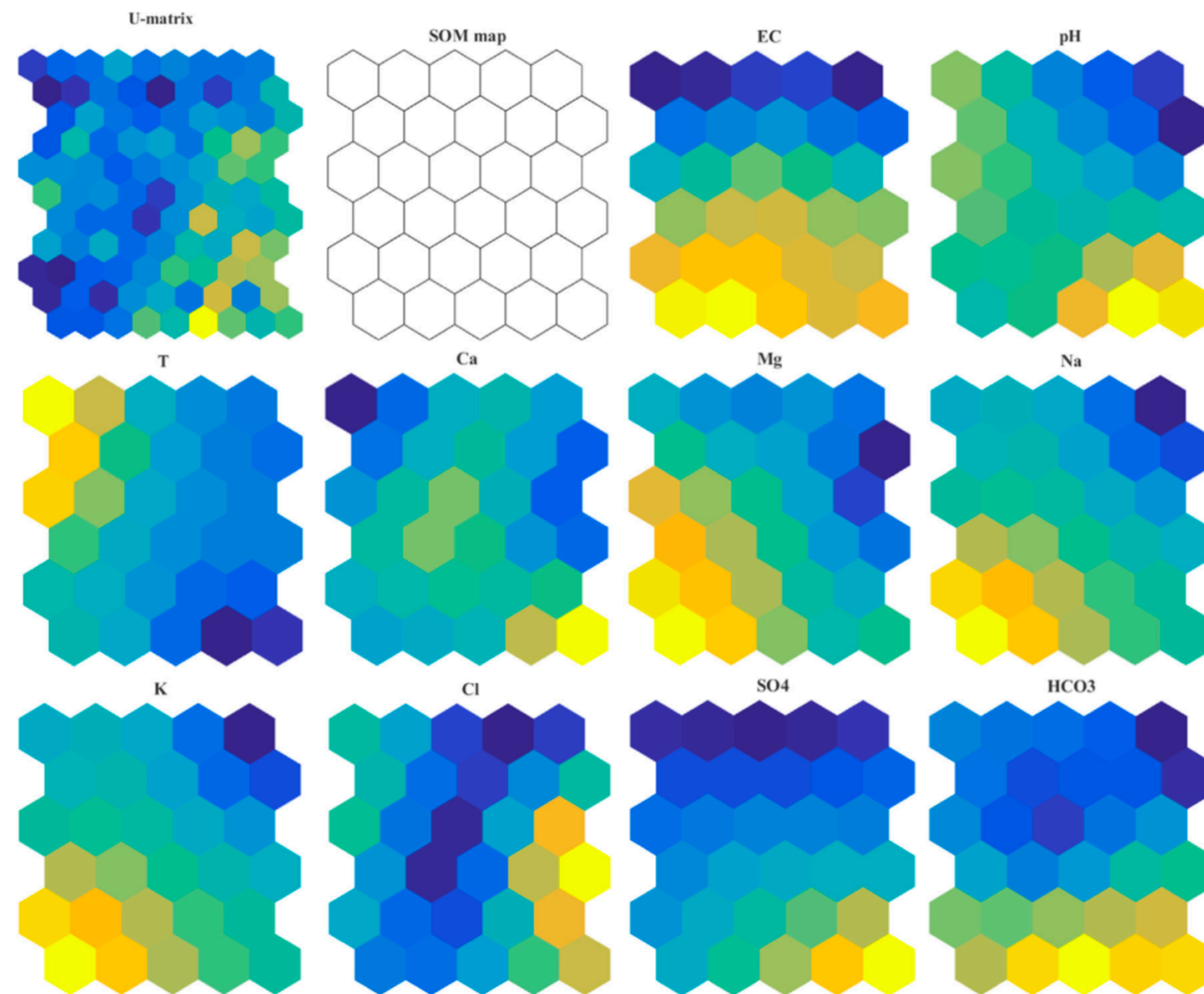
Voorbeeld: dieren detecteren op cameraval beelden



- varken
- bever
- hert
- leeg

ONGESUPERVISEERD LEREN

Zoek naar een simple structuur in een complexe dataset. Vaak komt dit neer op clusteren (groepen vinden) of dimensie reductie.



Belkhiri et al., (2018)

Spatial analysis of groundwater quality using self-organizing maps

$$f(\text{ant}, \text{cactus})$$

$$f(\text{man}, \text{clapperboard})$$

$$f(\text{pepper}, \text{broccoli})$$

$$f(\text{woman}, \text{pill})$$

$$f(\text{woman}, \text{book})$$

$$f(\text{blue circle}, \text{orange circle})$$

$$f(\text{green disc}, \text{red disc})$$

$$f(\text{ice cream}, \text{avocado})$$

$$f(\text{bird}, \text{corn})$$

$$f(\text{dinosaur}, \text{robot})$$

$$f(\text{man}, \text{fingerprint})$$

$$f(\text{bee}, \text{flowers})$$

$$f(\text{microscope}, \text{DNA})$$



$f(\text{🐝}, \text{🌸})$

MODELLEREN VAN MACROINVERTEBRATEN AAN RIVIERBEDDING



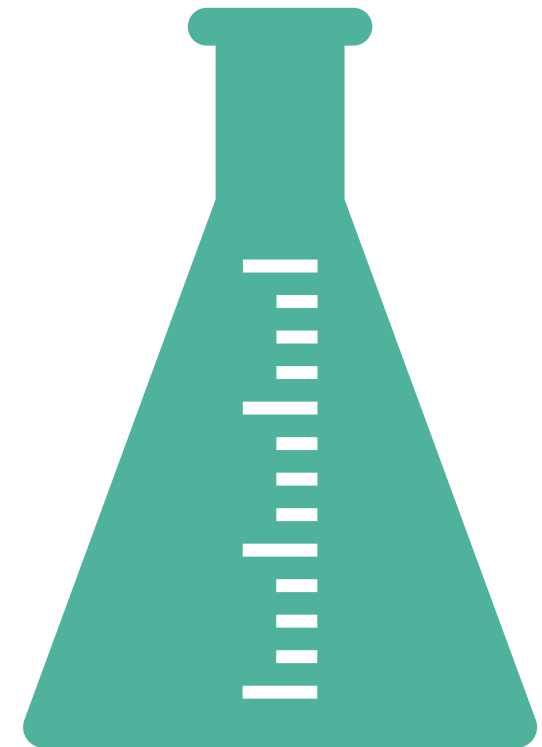
MODELLEREN VAN MACROINVERTEBRATEN AAN RIVIERBEDDING

.....

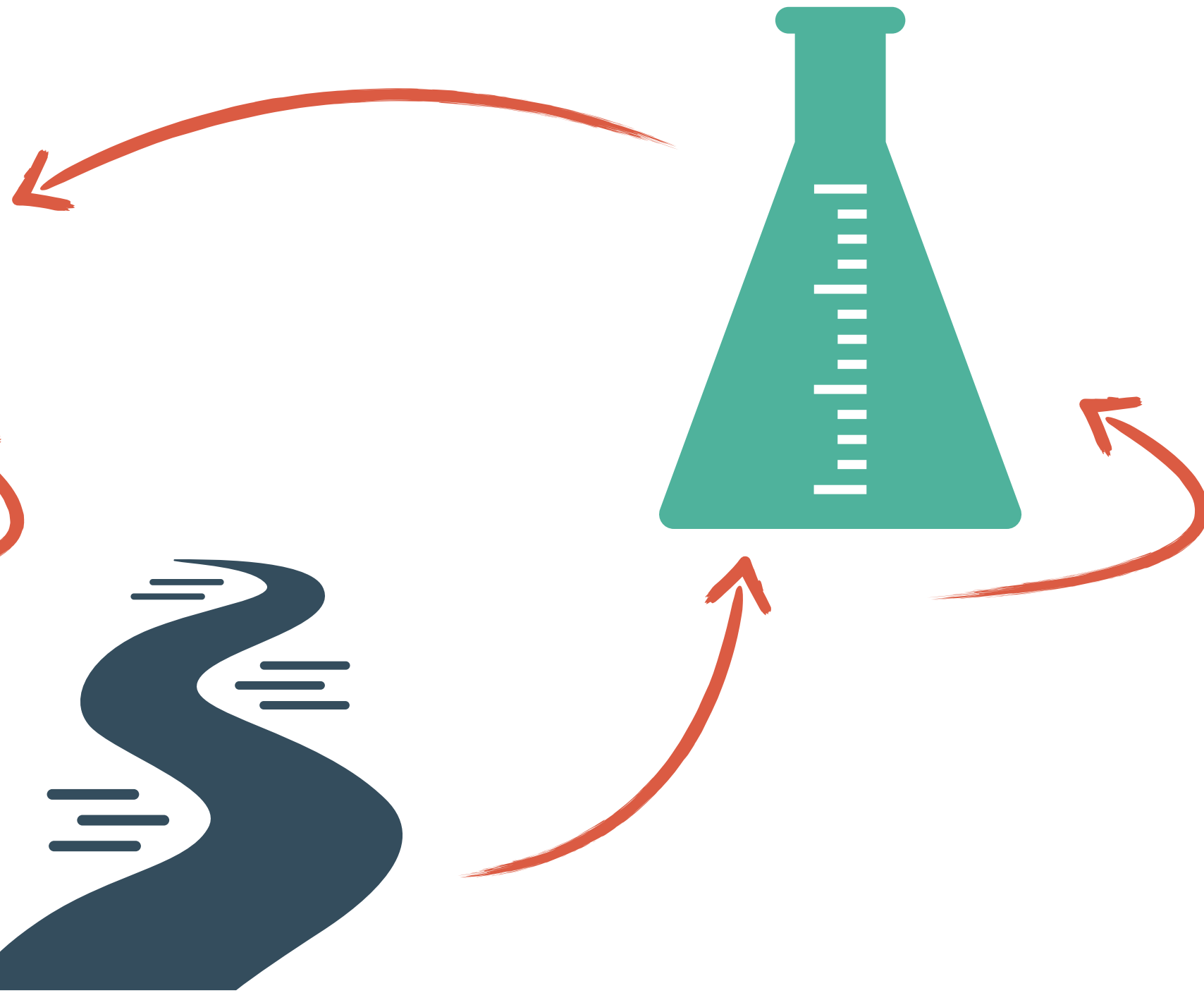


Samenwerking met Elina Bennetsen, VMM

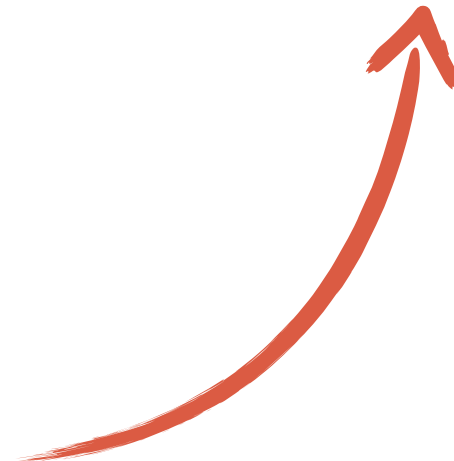
MODELLEREN VAN MACROINVERTEBRATEN AAN RIVIERBEDDING



MODELLEREN VAN MACROINVERTEBRATEN AAN RIVIERBEDDING



MODELLEREN VAN MACROINVERTEBRATEN AAN RIVIERBEDDING



$$f(\text{dragonfly}, \text{location})$$



OPEN
DATA

GERAADPLEEGDE EXPERTEN



*Stijn Van
Hoey
(INBO)*



*Jenna
Vergeynst
(UGent)*



*Niko
Verhoest
(UGent)*



*Elina
Bennetsen
(VMM)*

Beknopte lijst experts wiskundig modelleren en waterbeheer

dit is een hyperlink



BEDANKT VOOR JULLIE AANDACHT!

