



STATISTIEK & EXCEL
LES 2: METEN & ONNAUWKEURIGHEID



Het tentamen zullen jullie op je eigen laptop gaan maken.

Zorg er dus voor dat je de Excel -opdrachten op je eigen laptop kunt maken (**NIET in een online versie van Excel**). Als dit niet lukt, zoek dan snel naar een oplossing.

Cesuur 60% + gokkanscorrectie!

HOE VER IS IEDEREEN?

- A) waar ik moet zijn: ik heb les 1 af en de voorbereiding van les 2 ook
- B) Ik loop voor
- C) ik loop wat achter
- D) ik loop echt achter, ik heb les 1 nog niet af

HERHALING LES 1

Welk type data is het volgende voorbeeld?

De tijd op de klok (bijv. 14 uur)

- a) Kwalitatief, ordinaal
- b) Kwalitatief, nominaal
- c) Kwantitatief, ratio
- d) Kwantitatief, interval



HERHALING LES 1

Welk type data is het volgende voorbeeld?

De tijd op de klok (bijv. 14 uur)

- a) Kwalitatief, ordinaal
- b) Kwalitatief, nominaal
- c) Kwantitatief, ratio
- d) Kwantitatief, interval**



HERHALING LES 1

Welk type data is het volgende voorbeeld?

De massa glucose in een monster

- a) Kwalitatief, ordinaal
- b) Kwalitatief, nominaal
- c) Kwantitatief, ratio
- d) Kwantitatief, interval



HERHALING LES 1

Welk type data is het volgende voorbeeld?

De massa glucose in een monster

- a) Kwalitatief, ordinaal
- b) Kwalitatief, nominaal
- c) Kwantitatief, ratio**
- d) Kwantitatief, interval



HERHALING LES 1

Welk type vraag is de volgende vraag?

Wat is het gemiddelde gewicht van sumoworstelaars?

- a) Beschrijvende vraag
- b) Verschilvraag
- c) Verbandvraag



HERHALING LES 1

Welk type vraag is de volgende vraag?

Wat is het gemiddelde gewicht van sumoworstelaars?

- a) **Beschrijvende vraag**
- b) Verschilvraag
- c) Verbandvraag



HERHALING LES 1

Onderzoeksvraag: Is het gewicht van sumoworstelaars in de ochtend hoger dan in de avond?

Wat zijn de afhankelijke en onafhankelijke variabelen?

- a) Afhankelijke variabele: gewicht, onafhankelijke variabele: dagdeel
- b) Afhankelijke variabele: dagdeel, onafhankelijke variabele: gewicht
- c) Afhankelijke variabele: gewicht, geen onafhankelijke variabele
- d) Afhankelijke variabele: dagdeel, geen onafhankelijke variabele



HERHALING LES 1

Onderzoeksvraag: Is het gewicht van sumoworstelaars in de ochtend hoger dan in de avond?

Wat zijn de afhankelijke en onafhankelijke variabelen?

- a) **Afhankelijke variabele: gewicht, onafhankelijke variabele: dagdeel**
- b) Afhankelijke variabele: dagdeel, onafhankelijke variabele: gewicht
- c) Afhankelijke variabele: gewicht, geen onafhankelijke variabele
- d) Afhankelijke variabele: dagdeel, geen onafhankelijke variabele



HERHALING LES 1

Onderzoeksvraag: Is het gewicht van sumoworstelaars in de ochtend hoger dan in de avond?

Wat zou je doen om deze vraag te onderzoeken?



INHOUD LES 2

- Welke type meetfouten zijn er?
- Wat is biologische variatie?
- De normaalverdeling
- Hoe rond je meetwaarden en meetfouten af?

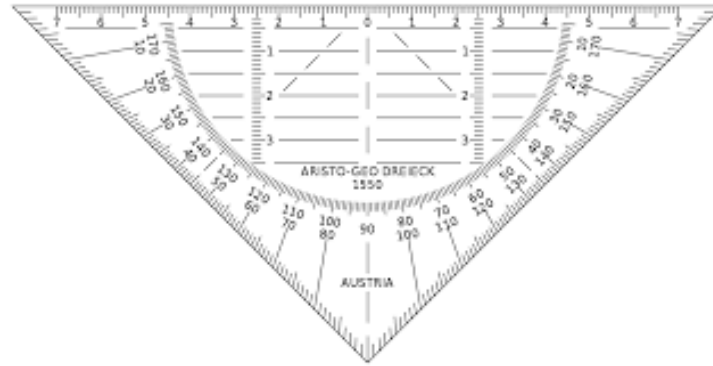
WELKE TYPEN MEETFOUTEN ZIJN ER?



● Werkelijke waarde

● Gemeten waarde

- **Toevallige fout** – deze ‘fout’ is altijd aanwezig (bijvoorbeeld biologische variatie). Kan worden verminderd door meer metingen te doen of preciezer meetapparatuur te gebruiken.
- **Systematische fout** – consequente onder- of overschatting (bijvoorbeeld door verkeerde meetprocedure of verkeerde kalibratie).
- **Vermijdbare fout** – blunders en andere menselijke fouten. Kan leiden tot uitschieters.



VRAAG 1

De afstand tussen Den Bosch en Utrecht wordt door 5 verschillende auto's gereden. De gemeten afstanden zijn weergegeven in de tabel.

De werkelijke afstand is 55,5 km. Hier is sprake van een:

- a) Toevallige fout
- b) Systematische fout
- c) Vermijdbare fout

Auto	Afstand
Auto 1	57.3 km
Auto 2	54.4 km
Auto 3	55.6 km
Auto 4	56.3 km
Auto 5	53.9 km



VRAAG 1

De afstand tussen Den Bosch en Utrecht wordt door 5 verschillende auto's gereden. De gemeten afstanden zijn weergegeven in de tabel.

De werkelijke afstand is 55,5 km. Hier is sprake van een:

- a) **Toevallige fout**
- b) Systematische fout
- c) Vermijdbare fout

Auto	Afstand
Auto 1	57.3 km
Auto 2	54.4 km
Auto 3	55.6 km
Auto 4	56.3 km
Auto 5	53.9 km



VRAAG 2

Een student meet het glucosegehalte in appelsap en noteert 113,24 g/100 ml in z'n labjournaal. De gemiddelde waarde van de andere studenten ligt op 112 g/L. Waarschijnlijk is hier sprake van:

- a) Een toevallige fout
- b) Een systematische fout
- c) Een vermijdbare fout



VRAAG 2

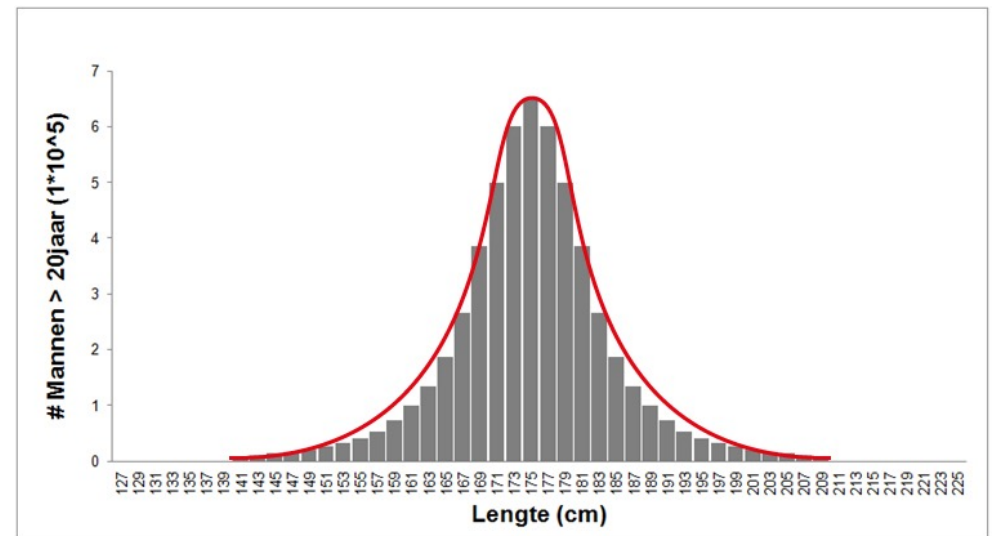
Een student meet het glucosegehalte in appelsap en noteert 113,24 g/100 ml in z'n labjournaal. De gemiddelde waarde van de andere studenten ligt op 112 g/L. Waarschijnlijk is hier sprake van:

- a) Een toevallige fout
- b) Een systematische fout
- c) **Een vermijdbare fout**



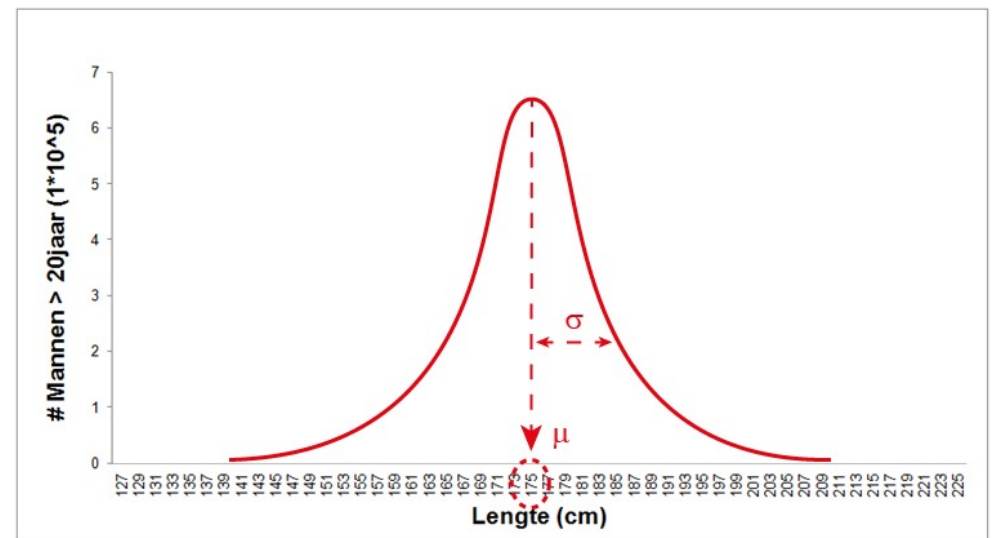
WAT IS BIOLOGISCHE VARIATIE?

- **Biologische variatie** is een voorbeeld van een toevallige 'fout'.
- De biologische variatie kun je zichtbaar maken in een **histogram**.
- Voorbeeld: lichaamslengte van alle volwassen mannen (= **populatie**).



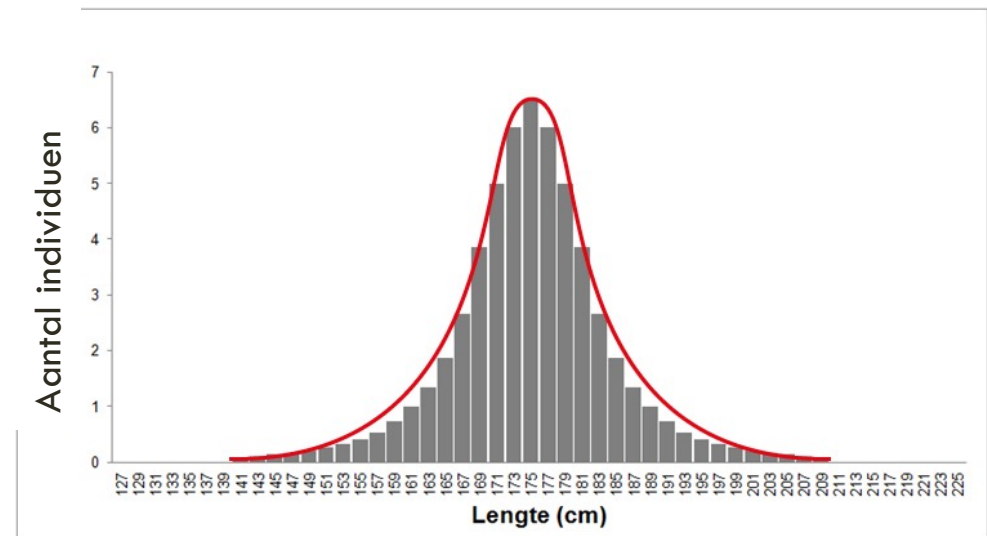
DE NORMAALVERDELING

- Voor biologische variatie geldt dat de verdeling van waarden om het gemiddelde symmetrisch is.
- Deze verdeling staat bekend als de **normaalverdeling**.
- De normaalverdeling van de **populatie** (= alle individuen) wordt bepaald door:
 - het **populatiegemiddelde** (μ);
 - en de **populatiestandaarddeviatie** (σ).



DE NORMAALVERDELING: POPULATIE EN STEEKPROEF

- De normaalverdeling van de **populatie** (= alle individuen) wordt bepaald door:
 - het **populatiegemiddelde** (μ);
 - en de **populatiestandaarddeviatie** (σ).
- De normaalverdeling van de **steekproef** wordt bepaald door:
 - het **steekproefgemiddelde** (\bar{x});
 - en de **steekproefstandaarddeviatie** (s).



DE NORMAALVERDELING: STEEKPROEF

- We gebruiken een **steekproef** (= deel van de populatie) om het **populatiegemiddelde** te kunnen schatten.
- De metingen in een steekproef kunnen worden beschreven met:
 - het **steekproefgemiddelde** (\bar{x});
 - en de **steekproefstandaarddeviatie** (s).

The diagram shows the formula for the sample standard deviation s with several annotations in red text and blue lines:

- standaarddeviatie**: points to the variable s .
- wortel**: points to the square root symbol $\sqrt{\quad}$.
- somteken**: points to the summation symbol \sum .
- aantal metingen min 1**: points to the denominator $n-1$.
- verschil tussen een meting en het gemiddelde**: points to the term $(x_i - \bar{x})^2$ inside the summation.

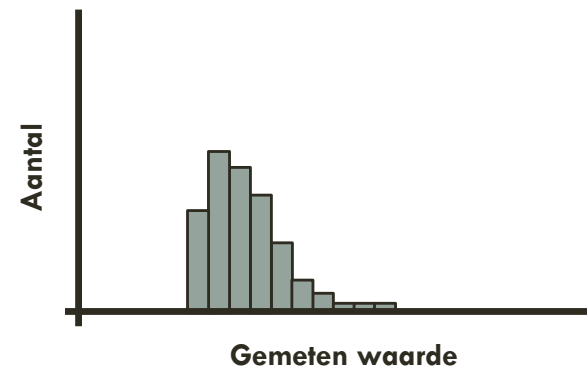
$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

→ Maat voor spreiding

VRAAG 3

We doen een aantal metingen en we maken een histogram van de data (zie grafiek). Is de data waarschijnlijk normaal verdeeld?

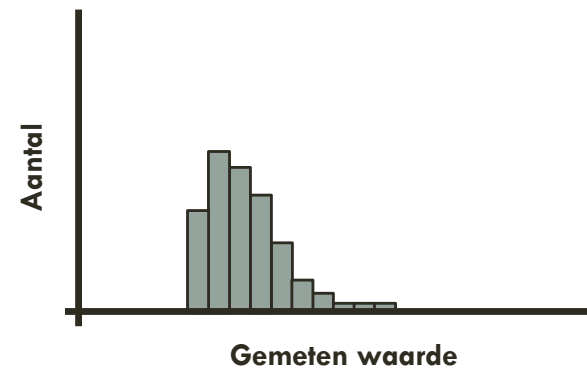
- a) Ja.
- b) Nee.
- c) Kun je niet zeggen.



VRAAG 3

We doen een aantal metingen en we maken een histogram van de data (zie grafiek). Is de data waarschijnlijk normaal verdeeld?

- a) Ja.
- b) Nee.**
- c) Kun je niet zeggen.



VRAAG 4

We willen het gemiddelde lichaamsgewicht weten van alle konijnen in Nederland. We bepalen hiervoor het lichaamsgewicht van honderd konijnen.

Welke waarden kunnen we uitrekenen in Excel?

- a) \bar{x} , σ en μ
- b) \bar{x} en σ
- c) \bar{x} en s
- d) \bar{x} , s , σ en μ



VRAAG 4

We willen het gemiddelde lichaamsgewicht weten van alle konijnen in Nederland. We bepalen hiervoor het lichaamsgewicht van honderd konijnen.

Welke waarden kunnen we uitrekenen in Excel?

- a) \bar{x} , σ en μ
- b) \bar{x} en σ
- c) \bar{x} en s**
- d) \bar{x} , s , σ en μ



HOE ROND JE MEETWAARDEN EN MEETFOUTEN AF?

- Voorbeeld: een steekproefgemiddelde van 5.2 cm (= meetwaarde) met een standaarddeviatie van 0.12 cm (= meetfout).
- Notatie: 5.24 ± 0.12 cm.
- Afronding van meetwaarden en meetfouten:
 1. Schrijf de meetwaarde en meetfout in dezelfde macht van 10.
 2. Rond de meetfout af op **1 significant cijfer**.
 3. Rond de meetwaarde af op **hetzelfde aantal decimalen** als de meetfout.

Bijvoorbeeld: 5.24 ± 0.12 cm wordt ... 5.2 ± 0.1 cm.

VRAAG 5

De afstand tussen Den Bosch en Utrecht wordt door 5 verschillende auto's gereden. De gemeten afstand is $55,455 \pm 1,45$.

De afgeronde waarde is:

- a) $55,4 \pm 1,5$
- b) $55,5 \pm 1,4$
- c) 55 ± 1



VRAAG 5

De afstand tussen Den Bosch en Utrecht wordt door 5 verschillende auto's gereden. De gemeten afstand is $55,455 \pm 1,45$.

De afgeronde waarde is:

- a) $55,4 \pm 1,5$
- b) $55,5 \pm 1,4$
- c) **55 ± 1**



AAN DE SLAG MET EXCEL!

In het werkcollege leer je:

- meetwaarden met meetfouten afronden;
- hoe je formules kunt kopiëren in Excel;
- hoe je error bars kunt toevoegen aan grafieken;
- hoe je het gemiddelde en de standaarddeviatie kunt berekenen in Excel;
- en hoe je een lijngrafiek kunt maken in Excel.

HEEL VEEL PLEZIER!

Ga aan de slag met de opgaves in het werkcollege.

Stel vragen aan elkaar of aan de docent.