

Bij een productieproces worden voortdurend controlemetingen uitgevoerd. Bijvoorbeeld bij de productie van slangen voor achterrautsproeiers mag de lengte van de slang niet al te veel afwijken van de **streefwaarde**. Die lengte van de slang moet binnen bepaalde **specificatiegrenzen** blijven.

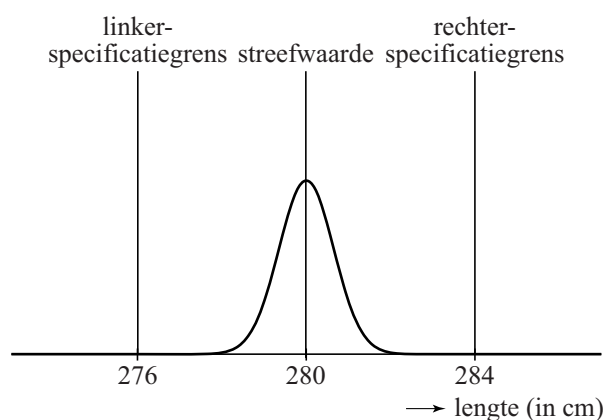
### Slangen van achterrautsproeiers

De streefwaarde van de lengte van de slang voor de achterrautsproeier van een bepaald type auto is 280 cm. In werkelijkheid zullen niet alle slangen precies 280 cm lang zijn. De lengte van de slang moet liggen tussen de specificatiegrenzen 276 en 284 cm. Als de lengte van de slang hierbuiten valt, dan wordt de slang afgekeurd.

Het productieproces wordt zo ingericht, dat het percentage dat buiten de specificatiegrenzen valt, erg klein is.

In figuur 1 zie je hier een voorbeeld van: de lengte van de geproduceerde slangen is gemiddeld 280 cm met een standaardafwijking van 0,65 cm. Hierbij is het gemiddelde dus de streefwaarde. Neem hierbij aan dat de lengte van de geproduceerde slangen normaal verdeeld is.

figuur 1



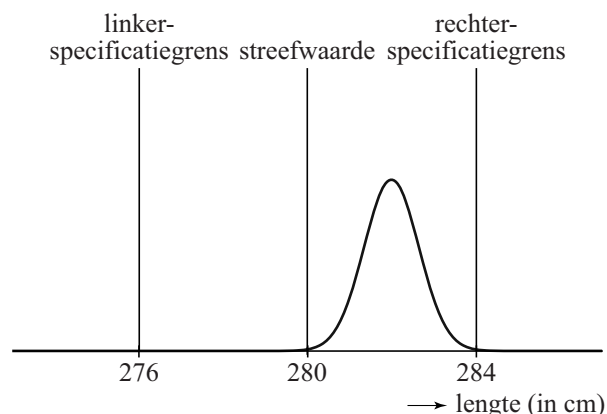
- 3p 5 Bereken hoeveel procent van de geproduceerde slangen een lengte heeft die meer dan 2 cm afwijkt van de streefwaarde.

Het is mogelijk dat er iets mis is met het productieproces. In figuur 2 is de situatie weergegeven dat de gemiddelde lengte van de geproduceerde slangen groter is dan de streefwaarde 280 cm. Neem aan dat de standaardafwijking niet veranderd is.

We kijken nu naar het percentage van de geproduceerde slangen met een lengte groter dan 284 cm.

- 4p 6 Bereken vanaf welk gemiddelde dit percentage groter is dan 5%. Rond je antwoord af op gehele cm.

figuur 2



Om vast te stellen of het productieproces van slangen voor achtteruitsproeiers nog goed verloopt, neemt men regelmatig een steekproef uit de geproduceerde slangen. Hierbij bepaalt men het steekproefgemiddelde  $g$  en berekent men de **procescapaciteitsmaat**  $C$ .

Er geldt:

$$C_{links} = \frac{g - \text{linkerspecificatiegrens}}{3s} \quad \text{en} \quad C_{rechts} = \frac{\text{rechtterspecificatiegrens} - g}{3s}$$

Hierin is  $g$  het steekproefgemiddelde. We nemen aan dat  $s$ , de standaardafwijking van het proces, constant is en steeds gelijk is aan 0,65.

De procescapaciteitsmaat  $C$  is de **kleinste** van deze twee waarden  $C_{links}$  en  $C_{rechts}$ .

Als bijvoorbeeld het steekproefgemiddelde  $g$  gelijk is aan 281 cm en  $s = 0,65$ , dan geldt:  $C_{rechts} = \frac{284 - 281}{3 \cdot 0,65} \approx 1,5$  en  $C_{links} = \frac{281 - 276}{3 \cdot 0,65} \approx 2,6$ .

Hieruit volgt dat in dit voorbeeld geldt:  $C = C_{rechts} \approx 1,5$ .

We nemen verder aan dat het steekproefgemiddelde  $g$  binnen de specificatiegrenzen ligt. De standaardafwijking  $s$  verandert ook nu niet.

Het productieproces verloopt slechter als het steekproefgemiddelde  $g$  verder van de streefwaarde af komt te liggen.

4p 7 Beredeneer aan de hand van de formules of de waarde van  $C$  in dit geval groter wordt of juist kleiner.

## Koplampen

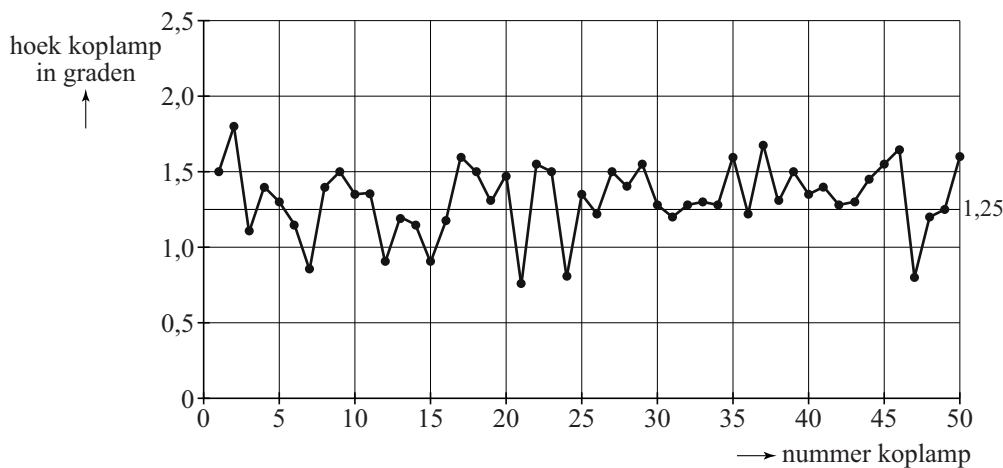
Ook de koplampen van een auto moeten aan strenge eisen voldoen. De koplampen moeten tussen  $0^\circ$  en  $2,5^\circ$  naar beneden wijzen, zodat tegenliggers niet verblind worden.

Neem voor de volgende vraag aan dat er niets mis is met het productieproces en dat de hoek van een koplamp normaal verdeeld is met gemiddelde  $1,25^\circ$  en standaardafwijking  $0,25^\circ$ . Men neemt een steekproef van 50 koplampen en men meet hierbij de hoeken op.

- 5p 8 Bereken de kans dat van de hoeken van deze 50 koplampen er één of meer niet tussen  $0,5^\circ$  en  $2,0^\circ$  liggen.

In figuur 3 zie je de grafiek met de hoeken van 50 koplampen uit een andere steekproef. De streefwaarde  $1,25^\circ$  is in de grafiek te zien als een horizontale lijn.

figuur 3



Alle koplampen in figuur 3 voldoen aan de eisen. Toch is er een aanwijzing dat er iets niet helemaal in orde is met het productieproces: in de grafiek liggen meer waarden boven, namelijk 34, dan onder de  $1,25^\circ$ . Neem aan dat de gemiddelde hoek in het productieproces  $1,25^\circ$  is. Elke koplamp heeft dan evenveel kans om boven of onder de waarde  $1,25^\circ$  te liggen.

- 4p 9 Bereken in dat geval de kans dat bij 34 of meer van de 50 koplampen de hoek groter is dan  $1,25^\circ$ .