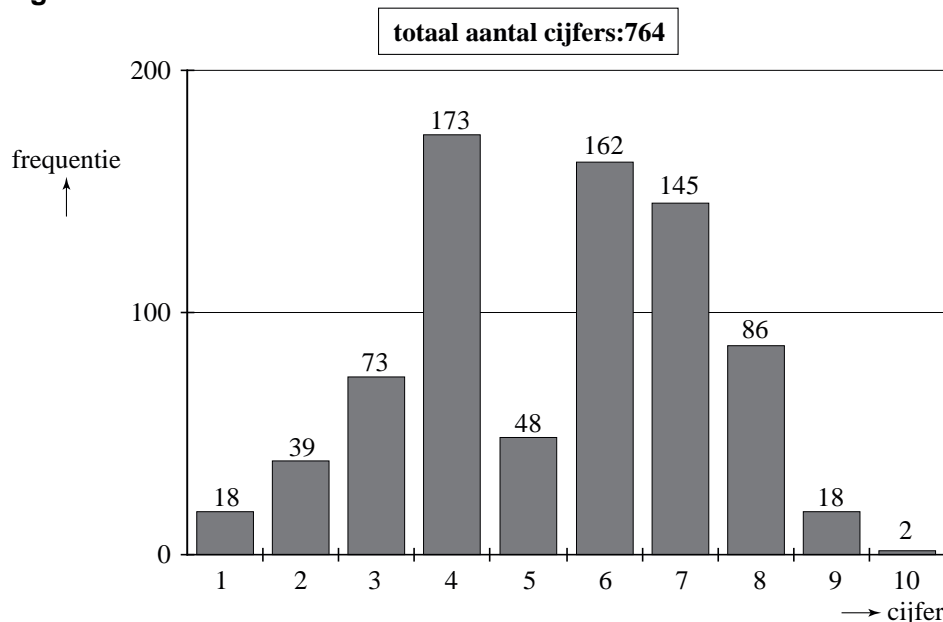


## Selectief cijferen

In januari 2008 verscheen er in de NRC een artikel over de becijfering van een tentamen Recht. In figuur 1 zie je de verdeling van de cijfers voor dat tentamen.

figuur 1



Uit de gegevens in figuur 1 volgt dat het gemiddelde van de tentamencijfers 5,4 was en de standaardafwijking 1,9.

- 4p **12** Bereken het gemiddelde en de standaardafwijking in twee decimalen nauwkeurig.

De schrijvers van het artikel waren erg kritisch. Zij waren van mening dat er opvallend weinig cijfers 5 waren uitgedeeld en beargumenteerden dit op de volgende manier.

Bij dergelijke toetsen verwacht men meestal dat de cijfers bij benadering normaal verdeeld zijn. Hier was dit echter duidelijk niet het geval.

Wanneer de tentamencijfers wél normaal verdeeld zouden zijn met gemiddelde 5,4 en standaardafwijking 1,9, dan zouden veel meer dan 48 studenten het cijfer 5 gekregen hebben.

- 4p **13** Bereken met behulp van die normale verdeling hoeveel studenten in dat geval het cijfer 5 gekregen zouden hebben.

In het artikel werd een mogelijke verklaring voor de vreemde verdeling van de cijfers gegeven. Er zouden bewust zeer weinig cijfers 5 zijn uitgedeeld omdat studenten die het cijfer 5 krijgen, extra begeleid moeten worden.

De schrijvers vermoedden dat de correctoren aan 10 studenten een 6 hebben gegeven in plaats van een 5 en aan 80 studenten een 4 in plaats van een 5.

Volgens deze verklaring zou er dus met de cijfers gemanipuleerd zijn.

Bij de volgende vraag gaan we ervan uit dat deze verklaring juist is. Dan kunnen we onderzoeken of de cijfers voordat ze veranderd werden bij benadering normaal verdeeld waren.

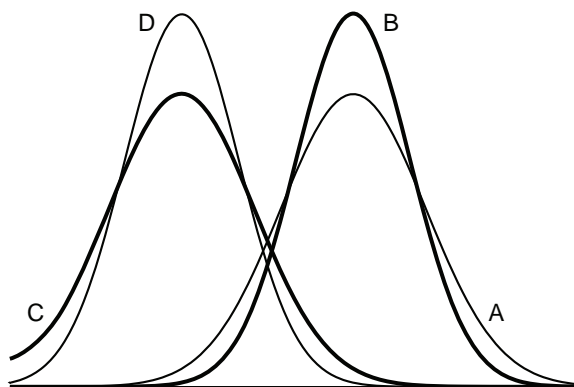
- 6p 14 Onderzoek dit met behulp van het normaal waarschijnlijkheidspapier op de uitwerkbijlage.

In het artikel werd ook nog een tweede verklaring genoemd voor de vreemde verdeling van de cijfers. De groep studenten die dit tentamen had gemaakt, zou niet homogeen zijn maar bestaan uit twee homogene en ongeveer even grote subgroepen, namelijk de werkers en de niet-werkers. Daar gaan we in de rest van deze opgave naar kijken.

Neem aan dat de cijfers van de werkers normaal verdeeld waren met gemiddelde 6,7 en standaardafwijking 1,5 en de cijfers van de niet-werkers normaal verdeeld waren met gemiddelde 3,4 en standaardafwijking 1,2.

In figuur 2 zie je vier grafieken getekend die horen bij vier verschillende normale verdelingen. Grafiek A hoort bij de cijfers van de werkers.

**figuur 2**



Eén van de overige drie grafieken B, C en D hoort bij de niet-werkers. Dat is grafiek D.

- 3p 15 Leg uit waarom grafieken B en C niet kunnen horen bij de cijfers van de niet-werkers.

## uitwerkbijlage

14

Normaal waarschijnlijkheidspapier

