

Grondstofverbruik

Ongeveer dertig jaar geleden verscheen het 'Rapport van de Club van Rome'. Daarin wordt aandacht besteed aan het wereldwijd verbruik van veel grondstoffen. De schrijvers vreesden dat verschillende grondstoffen snel op zouden raken. Bij hun berekeningen hebben zij het begin van het jaar 1970 als uitgangspunt genomen.

Het rapport vermeldt dat begin 1970 de voorraad koper 313 miljoen ton was en dat in 1970 het jaarverbruik van koper 8,7 miljoen ton bedroeg.

De *levensduur* van de voorraad van een grondstof is het aantal jaren vanaf begin 1970 totdat de voorraad van deze grondstof is uitgeput. Daarbij gaan we ervan uit dat er in de tussentijd geen nieuwe voorraden worden ontdekt. Zo is volgens het rapport de levensduur van de voorraad chroom 420 jaar, wanneer je aanneemt dat het jaarlijks verbruik van chroom steeds even groot is als in 1970, namelijk 1,9 miljoen ton.

Als we aannemen dat in de jaren na 1970 ook het jaarlijks verbruik van koper steeds even groot is als dat in 1970, dan is de levensduur van de voorraad chroom veel groter dan die van de voorraad koper.

- 3p **9** Hoeveel keer zo groot is dan de levensduur van de voorraad chroom, vergeleken met die van de voorraad koper? Licht je antwoord toe met een berekening.

In werkelijkheid was er ook destijds al sprake van een toenemende vraag naar grondstoffen. In het rapport heeft men hier aandacht aan besteed. Zo veronderstelde men dat vanaf 1970 het verbruik van koper jaarlijks zou groeien met 5,8% en het verbruik van chroom jaarlijks met 3,3%.

- 5p **10** Bereken in dat geval vanaf welk jaar het jaarverbruik van koper minstens 6 keer zo groot is als dat van chroom.

Wanneer het grondstofverbruik niet constant is maar jaarlijks groeit met een vast percentage, wordt de levensduur van de voorraad korter. Deze nieuwe levensduur geven we aan met L^* . Om L^* te berekenen gebruikt men de volgende formule:

$$L^* = \frac{230 \cdot \log(L \cdot p + 100) - 460}{p}$$

In deze formule is p het percentage waarmee het verbruik jaarlijks groeit en L de levensduur van de voorraad bij een constant jaarlijks verbruik.

- 3p **11** Bereken in welk jaar de voorraad chroom is uitgeput indien het verbruik vanaf 1970 jaarlijks met 3,3% groeit.

Over de grondstof aluminium staat in het rapport het volgende te lezen:

'Begin 1970 was de wereldvoorraad aluminium $1,19 \cdot 10^9$ ton. Bij een jaarlijkse groei van het verbruik met 6,1% zal deze voorraad uitgeput zijn in het begin van het jaar 2000.'

- 6p **12** Bereken in welk jaar de voorraad aluminium uitgeput zou zijn indien het jaarverbruik vanaf 1970 constant was gebleven. Gebruik daarbij de formule voor L^* .

Zoals hierboven al vermeld, was in 1970 het jaarverbruik van koper 8,7 miljoen ton. Verder ging men ervan uit dat het verbruik van koper vanaf 1970 jaarlijks zou groeien met 5,8%. Een formule voor het totale verbruik T_n (in miljoenen tonnen) in de eerste n jaren na 1 januari 1970 ziet er als volgt uit:

$$T_n = 150 \cdot (1,058)^n - 150$$

- 5p **13** Toon aan dat deze formule juist is voor iedere gehele waarde van n .