

## Verouderingskromme

De Rijksgebouwendienst beschrijft in een handboek manieren om de conditie van gebouwen te bepalen. Op basis van inspecties waarbij voor elk bouwdeel (deel van een gebouw) een **conditiescore** wordt vastgesteld, is het mogelijk plannen voor onderhoud, renovatie en nieuwbouw te maken.

Een conditiescore is een geheel getal van 1 tot en met 6. Conditiescore 1 hoort bij een nieuw bouwdeel. Naarmate de leeftijd van het bouwdeel toeneemt, zal slijtage optreden en daarbij horen hogere conditiescores. Als het bouwdeel niet meer bruikbaar is, krijgt het conditiescore 6.

In een model waarmee de conditiescore van een bouwdeel wordt berekend, wordt gebruikgemaakt van drie variabelen:

- $t$ : de leeftijd van het bouwdeel (in jaren),
- $L$ : de theoretische levensduur van het bouwdeel (in jaren) als het niet wordt onderhouden en
- $C$ : een getal waarmee de uiteindelijke conditiescore wordt berekend. Hierbij is  $t \leq L$ .

Oorspronkelijk werd door de inspecteurs van de Rijksgebouwendienst voor een normaal verouderingsproces het volgende verband tussen deze variabelen gehanteerd:

$$C = 6 - 5 \left( 1 - \frac{t}{L} \right)^{\frac{1}{2,3}} \quad (1)$$

De uiteindelijke conditiescore werd bepaald door bij de berekende waarde van  $C$  alle decimalen weg te laten. Zo geldt bijvoorbeeld voor een bouwdeel met een leeftijd die gelijk is aan een kwart van zijn theoretische levensduur dat  $C \approx 1,59$ . In dat geval is de conditiescore gelijk aan 1.

Door het weglaten van de decimalen leveren verschillende leeftijden soms dezelfde conditiescore op.

- 3p **10** Bereken voor een bouwdeel met een theoretische levensduur van 25 jaar gedurende hoeveel jaar dat bouwdeel conditiescore 2 krijgt. Geef je antwoord in één decimaal nauwkeurig.

De Rijksgebouwendienst hanteerde ook een formule waarin  $t$  is uitgedrukt in  $L$  en  $C$ . Deze formule ontstaat door formule (1) te herleiden tot een formule van de volgende vorm:

$$t = L - L \cdot a(6 - C)^b \quad (2)$$

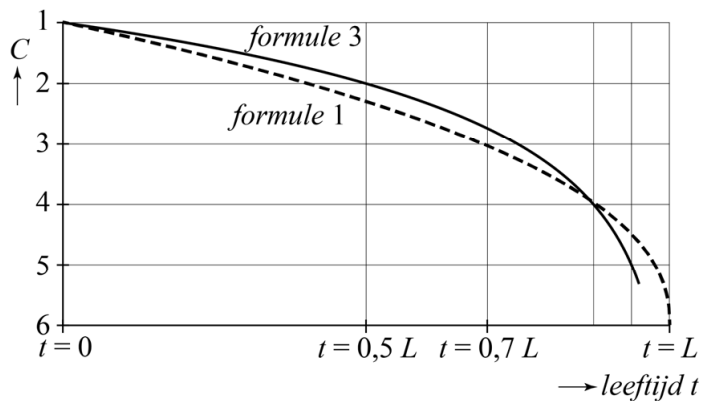
- 4p **11** Bepaal de waarden van  $a$  en  $b$  door formule 1 te herleiden tot formule 2. Rond je berekende waarden zo nodig af op drie decimalen.

Nieuwe inzichten van de inspecteurs hebben ertoe geleid dat in de loop van de tijd formule 1 is vervangen door:

$$C = 1 + \frac{1}{2} \log\left(1 - \frac{t}{L}\right) \quad (3)$$

In de figuur is van formule 1 en van formule 3 de bijbehorende **verouderingskromme** weergegeven. De kromme die hoort bij formule 1 is gestippeld weergegeven. Op de verticale as staat  $C$ ; hoge waarden van  $C$  staan onderaan.

**figuur**



Op de horizontale as staat de leeftijd  $t$  van een bouwdeel uitgedrukt in de theoretische levensduur  $L$ . Zo betekent  $t = 0,5L$  dat een bouwdeel de helft van zijn theoretische levensduur heeft bereikt.

In de figuur is te zien dat volgens formule 1 conditiescore 3 wordt bereikt als de leeftijd van een bouwdeel bijna 70 procent van de theoretische leeftijd is. Volgens formule 3 bereikt dat bouwdeel conditiescore 3 later dan volgens formule 1.

- 3p 12 Bereken exact na hoeveel procent van de theoretische levensduur het bouwdeel conditiescore 3 bereikt volgens formule 3.