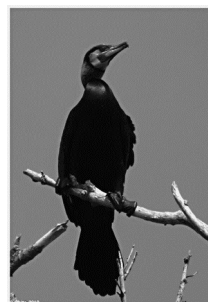


# Aalscholvers

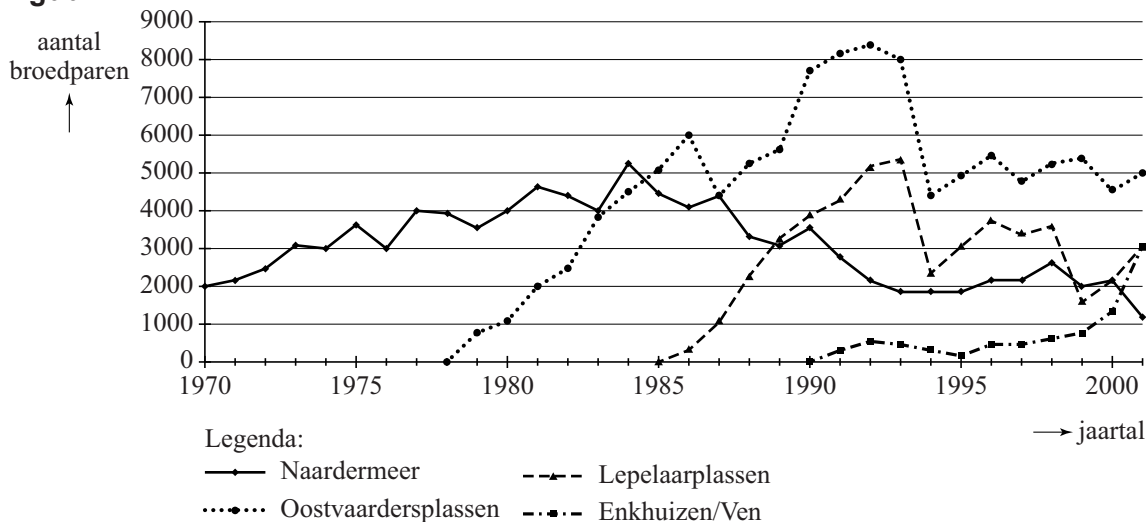
Op de foto hiernaast zie je een aalscholver. Aalscholvers leven in de buurt van meren en voeden zich met vis.

foto



In figuur 1 zie je de aantallen broedparen van vier verschillende kolonies (groepen) aalscholvers. Figuur 1 staat ook vergroot op de uitwerkbijlage.

figuur 1

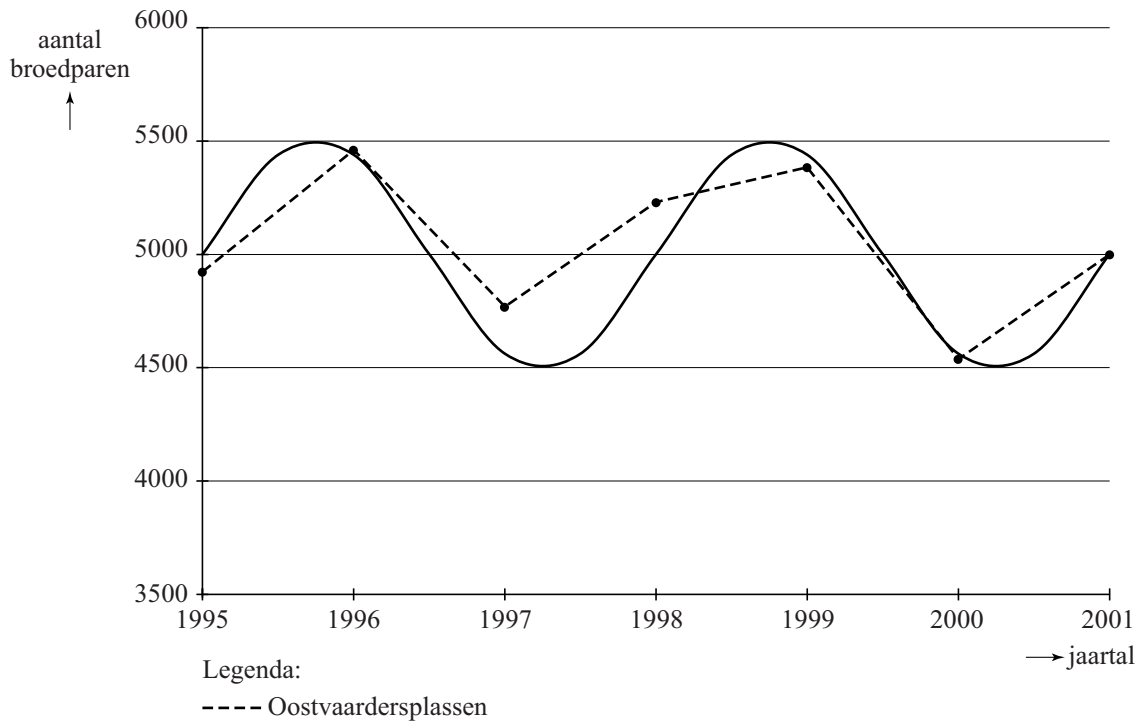


In 1978 verschenen de eerste aalscholvers bij de Oostvaardersplassen en in 1985 bij de Lepelaarplassen. Beide kolonies vertoonden in het begin een periode van snelle groei, namelijk de periode 1978-1992 voor de Oostvaardersplassenkolonie en de periode 1985-1993 voor de Lepelaarplassenkolonie. We vergelijken de gemiddelde groei per jaar in de periode 1978-1992 voor de Oostvaardersplassenkolonie met de gemiddelde groei per jaar in de periode 1985-1993 voor de Lepelaarplassenkolonie. De terugval in 1987 doet vermoeden dat de gemiddelde groei per jaar van de aantallen in de Oostvaardersplassenkolonie kleiner zal zijn dan die in de Lepelaarplassenkolonie.

4p 16 Onderzoek met een berekening of dit inderdaad zo is en geef aan hoe je dit zonder berekening ook in de grafiek kunt zien. Gebruik daarbij de uitwerkbijlage.

Na een sterke terugval in 1994 vertonen de aantallen in de Oostvaardersplassenkolonie een periodieke schommeling. Zie figuur 2. Zo'n schommeling kan bijvoorbeeld ontstaan doordat een slecht broedseizoen gevolgen heeft voor een aantal jaren later, als deze vogels volwassen worden en zelf jongen krijgen.

**figuur 2**

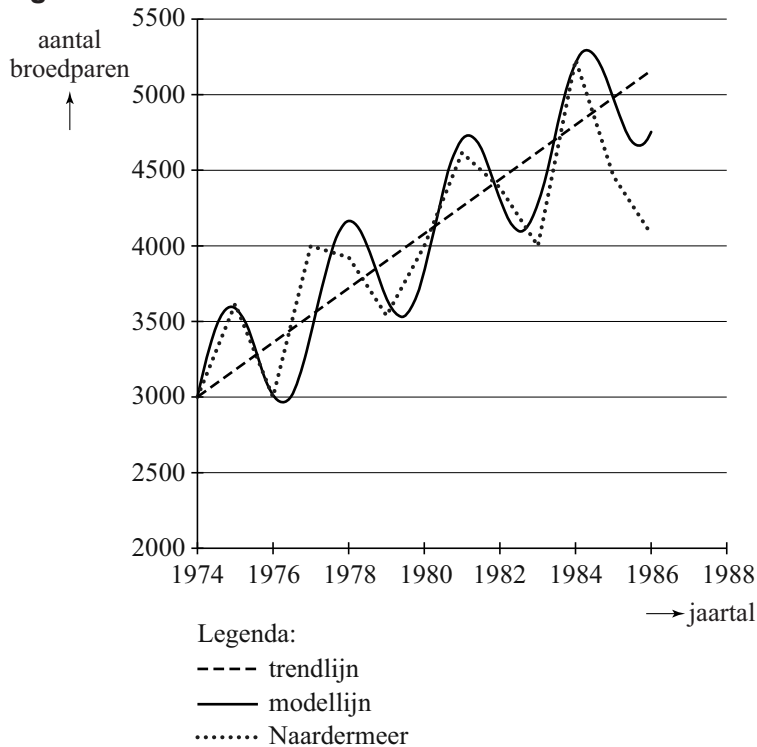


Men kan de aantallen broedparen van de Oostvaardersplassenkolonie van 1995 tot en met 2001 benaderen met een sinusfunctie. In figuur 2 zie je de grafiek van deze sinusfunctie.

- 4p **17** Stel een formule op die de sinusgrafiek van figuur 2 zo goed mogelijk benadert. Neem  $t$  in jaren met  $t = 0$  in 1995. Licht je antwoord toe.

De kolonie bij het Naardermeer bestaat al langer. In de periode van 1974 tot en met 1985 is hier ook een schommeling van de aantallen te zien. Bovendien nemen de aantallen langzaam toe. In figuur 3 is de ontwikkeling van de aantallen benaderd met een modellijn. Figuur 3 staat ook vergroot op de uitwerkbijlage.

**figuur 3**



Bij de modellijn kan men een formule opstellen van de vorm:

$$N = p + q \cdot t + a \cdot \sin(b \cdot t)$$

Hierin is  $t$  in jaren met  $t = 0$  in 1974.

Het gedeelte  $p + q \cdot t$  betekent dat de evenwichtsstand niet constant is, maar stijgt volgens een rechte lijn: de trendlijn. De waarden van  $p$ ,  $q$ ,  $a$  en  $b$  in deze formule kan men met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage berekenen.

6p **18** Bereken de waarden van  $p$ ,  $q$ ,  $a$  en  $b$ .