

## Een vismigratierivier

Tijdens de grote onderhoudsbeurt die voor de Afsluitdijk gepland is, wordt de migratieroute voor trekvis hersteld.

Het huidige IJsselmeer (afbeelding 1) was vroeger een estuarium: een brede riviermonding die uitliep in de Zuiderzee. Estuaria zijn over het algemeen relatief warme en rijke ecosystemen en voor veel vissoorten een belangrijk deel van de trekroute tussen zout water en zoet water. Door de aanleg van de Afsluitdijk werd deze route voor trekvis geblokkeerd en veranderde de zoute Zuiderzee in het zoete IJsselmeer.

Voor veel vissoorten is een estuarium een aantrekkelijke plaats om eitjes af te zetten, omdat de uitgekomen vislarven er snel en veilig kunnen opgroeien. In het relatief warme IJsselmeerwater groeien vislarven sneller dan in de Waddenzee.

afbeelding 1

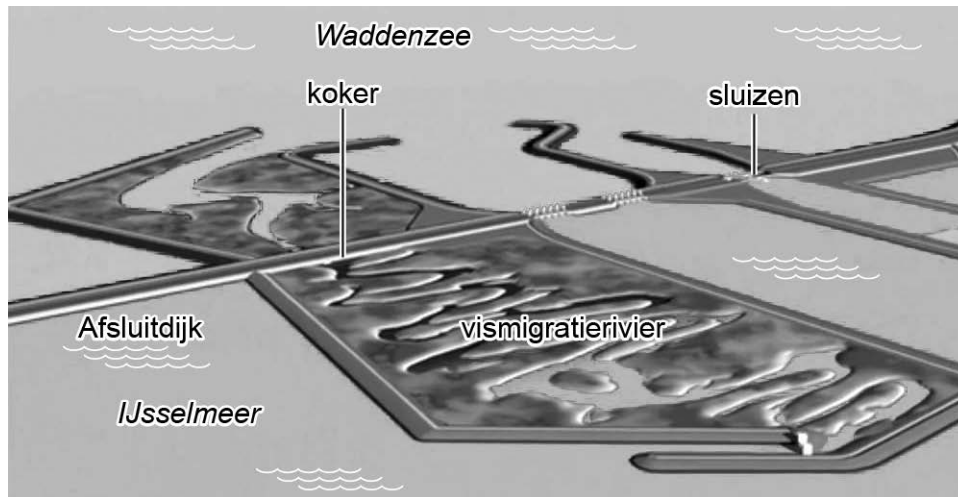


De groeisnelheid van vislarven in het relatief warme IJsselmeerwater beïnvloedt de overlevingskansen van deze individuen.

- 1p 7 Verklaar hoe de snelle groei van vislarven kan leiden tot verhoging van hun overlevingskansen.

Een koker dwars door de Afsluitdijk, met aansluitend een kilometerslange brakwaterrievier, maakt het IJsselmeer weer bereikbaar voor veel vissoorten. Afbeelding 2 geeft een impressie hiervan.

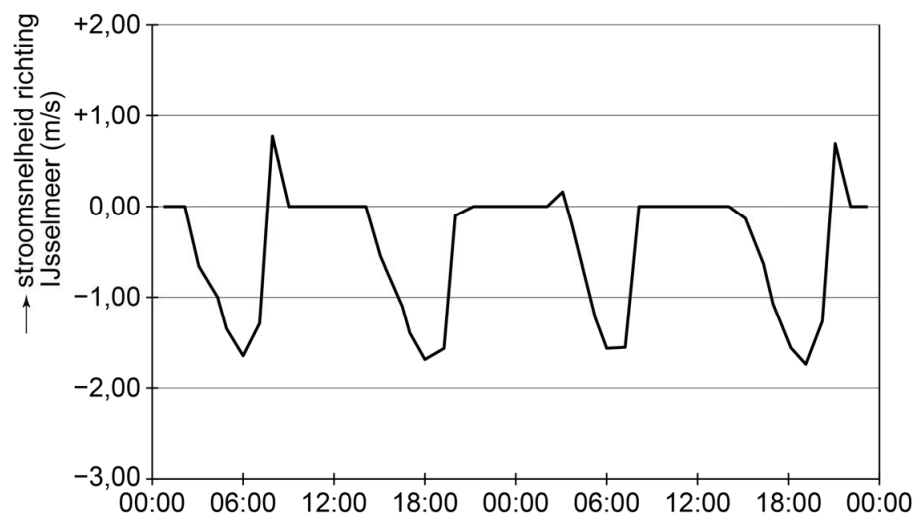
**afbeelding 2**



Bij eb stroomt zoet water uit het IJsselmeer door deze vismigratierivier richting Waddenzee. Bepaalde trekvisen zullen dan, aangelokt door het zoete water, tegen de stroom in naar binnen zwemmen. Dat lukt alleen de sterke zwemmers, zoals de zalm. Bij vloed stroomt zout zeewater de vismigratierivier in en dan pas kunnen ook zwakke zwemmers, zoals jonge palingen (glasaaltjes), het IJsselmeer bereiken. De koker van de vismigratierivier wordt afgesloten zodra de zoutbelasting van het IJsselmeer te groot wordt.

Ecologen gebruikten een computermodel om de omstandigheden in het sterkst stromende deel van de geplande vismigratierivier te simuleren. Afbeelding 3 toont het resultaat hiervan voor een periode van 48 uur.

**afbeelding 3**



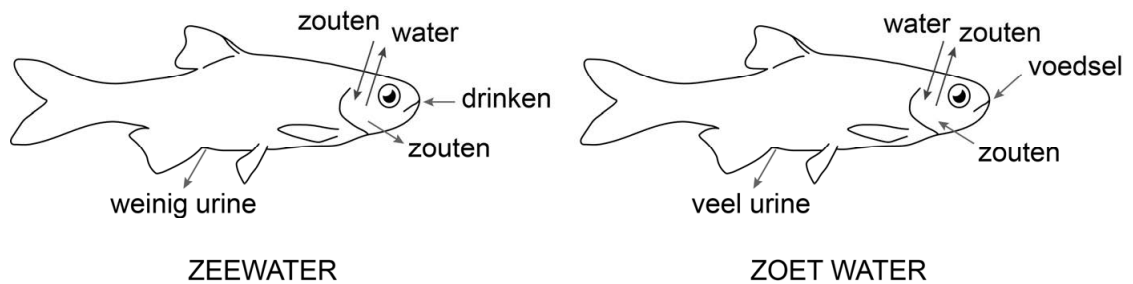
- 2p 8 Een zwakke zwemmer, zoals een glasaaltje, moet soms wachten voor hij door de stroom meegevoerd wordt in de richting van het IJsselmeer.
- 8 Hoelang moet dit visje volgens het computermodel in het ongunstigste geval wachten?
- A ongeveer 2 uur
  - B ongeveer 6 uur
  - C ongeveer 12 uur
  - D ongeveer 18 uur

Trekvissen handhaven een osmotische waarde van het inwendige milieu die lager is dan die van zeewater.

In zeewater moeten ze waterverlies voorkomen en passieve zoutopname compenseren. Dit doen ze door de in het darmkanaal geabsorbeerde zouten via de kieuwen en nieren uit te scheiden (afbeelding 4, linker tekening).

Een verblijf in zoet water veroorzaakt wateropname en verlies van zouten. Om dit tegen te gaan nemen trekvissen actief zouten op via de kieuwen en produceren ze meer urine (afbeelding 4, rechter tekening).

**afbeelding 4**



- Bij trekvissen ontbreekt de lis van Henle in de niereenheden.
- 2p 9 Wat kunnen deze vissen hierdoor **niet**?
- A de pH in het inwendig milieu handhaven door  $H^+$  uit te scheiden
  - B de pH in het inwendig milieu handhaven door  $HCO_3^-$  te resorberen
  - C urine produceren die sterk hypertoon is ten opzichte van het inwendig milieu
  - D urine produceren die sterk hypotoon is ten opzichte van het inwendig milieu

Echte zoetwatervissen zijn aangepast aan het leven in zoet water. Om te kunnen overleven in zoet water zijn de nieren van echte zoetwatervissen anders gebouwd dan die van echte zoutwatervissen: er is een verschil in het aantal glomeruli en in de permeabiliteit van de wand van de verzamelbuisjes.

2p 10 Zal een echte zoetwatervis relatief meer of minder glomeruli hebben dan een echte zoutwatervis? En zal de permeabiliteit voor water van de verzamelbuisjes bij zo'n zoetwatervis groter of kleiner zijn dan bij zo'n zoutwatervis?

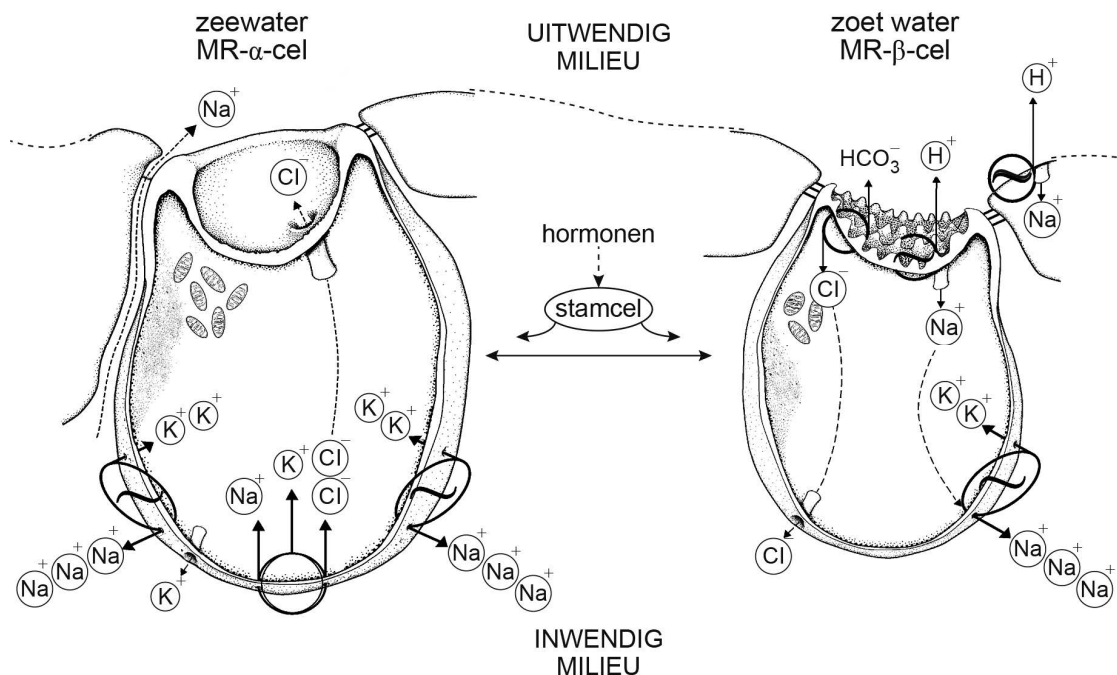
	glomeruli zoetwatervis	permeabiliteit verzamelbuisjes zoetwatervis
A	meer	groter
B	meer	kleiner
C	minder	groter
D	minder	kleiner

Bij vissen zijn de kieuwen de belangrijkste organen voor osmoregulatie. Tussen de kieuwepitheelcellen bevinden zich bepaalde mitochondriënrijke cellen (MR-cellen). Er zijn twee typen MR-cellen:

- 1 MR- $\alpha$ -cellen die zoutuitscheiding in zee water bevorderen
- 2 MR- $\beta$ -cellen die zoutopname in zoet water bevorderen

Deling vanuit stamcellen en de daaropvolgende differentiatie tot het ene of tot het andere type MR-cel gebeurt onder invloed van hormonen. Bij trekvissen kunnen MR-cellen van het ene type overgaan in het andere. Het ionentransport in MR-cellen type  $\alpha$  en type  $\beta$  in de kieuwen van trekvissen is weergegeven in afbeelding 5.

afbeelding 5



Bij trekvissen in zeewater zijn de MR- $\alpha$ -cellen actief. Door deze cellen worden chloride-ionen uit het inwendig milieu uitgescheiden via chloridekanaaltjes (afbeelding 5). Voor dit transport is indirect energie nodig.

- 3p 11 – Leg uit met behulp van bovenstaande informatie dat het transport van Cl<sup>-</sup>-ionen via de MR- $\alpha$ -cel op zich **geen** energie kost,  
– maar dat er **indirect wel** energie voor nodig is.

- 1p 12 Verklaar de aanwezigheid van de vele mitochondriën aan de hand van de functie van de MR-cellen.

Het oppervlak van de MR- $\beta$ -cellen heeft aan de waterzijde microvilli.

- 2p 13 Leg uit hoe de aanwezigheid van microvilli de functie van de MR- $\beta$ -cellen ondersteunt.

Het water in de vismigratierivier is brak door het binnendringende zeewater. In het kilometerslange traject hebben binnentrekkende vissen de gelegenheid om te wennen (acclimatiseren) aan het steeds zoeter wordende water.

- 2p 14 Verklaar aan de hand van de gegeven informatie  
– hoe op moleculair niveau kleine kortdurende schommelingen in zoutconcentratie direct opgevangen kunnen worden door trekvissen, en  
– dat een grote, langdurige verandering in zoutconcentratie een langere acclimatisatie vergt.

Niet iedereen kan zich vinden in het idee van de vismigratierivier.

Een voormalige visser reageert: “Vismigreren? Als je in Den Oever tijdens doortijd de sluisdeuren aan de kant van de Waddenzee op een kiertje opende, zwom de sluis vol met glasaal en andere vis, zij roken het zoet. Als daarna de sluisdeuren aan de IJsselmeerzijde opengingen zwom die vis zo het IJsselmeer in”.

Doodtij, wanneer de eb- en vloedbeweging minimaal is, treedt slechts twee keer per maand op. De vismigratierivier kan in principe elke dag door vissen als migratieroute gebruikt worden.

- 1p 15 Geef nog een verklaring waardoor meer vissen zullen trekken via de migratierivier dan via de sluisen.