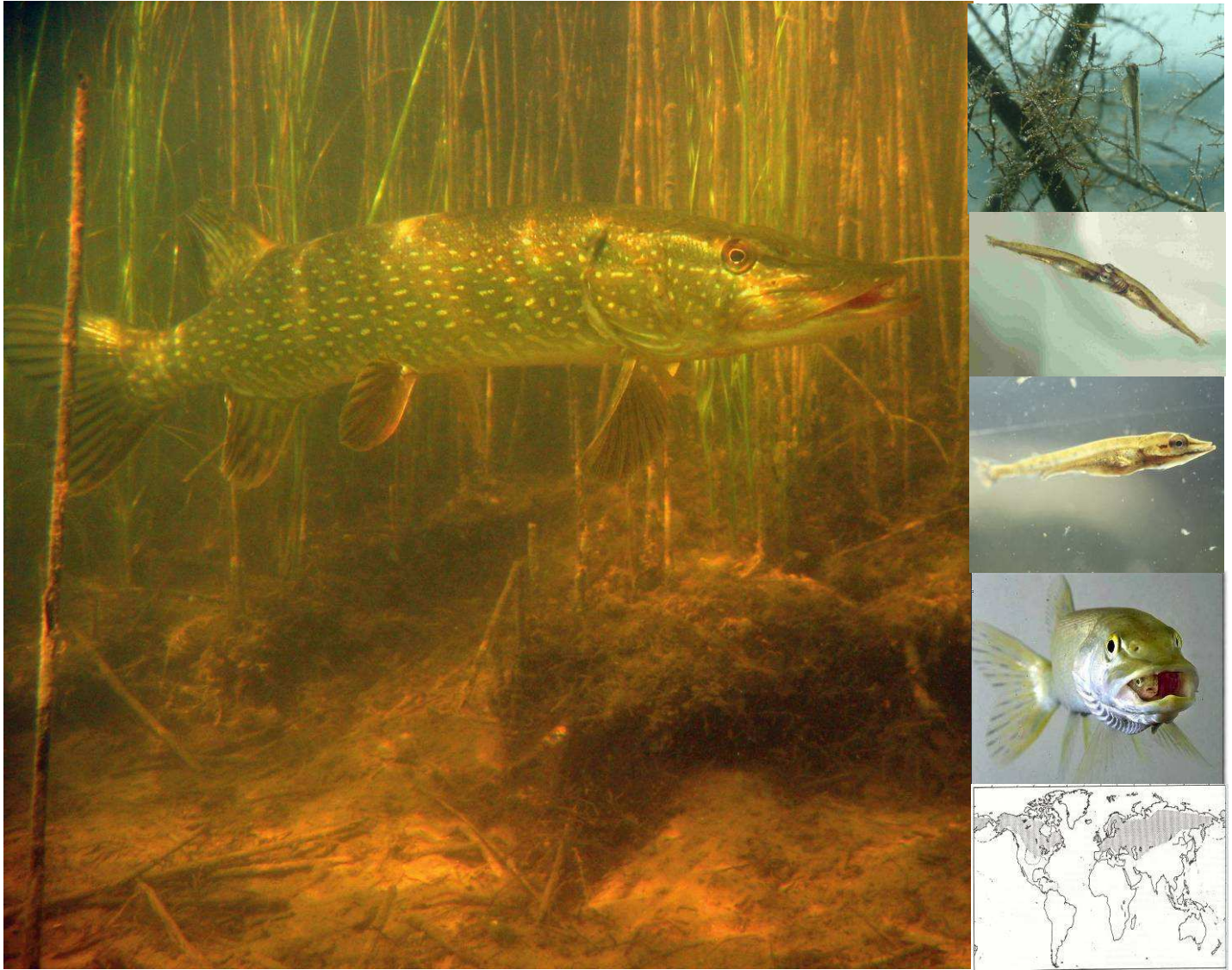


# Kennisdocument snoek

*Esox lucius* (Linnaeus, 1758)



Foto's voorblad:

Grote foto: Robert Weijman

Overige foto's: Sportvisserij Nederland

**Kennisdocument snoek,  
*Esox lucius* (Linnaeus, 1758)**

**Kennisdocument 13**

**Sportvisserij Nederland**

**door**

**G.A.J. de Laak & W.A.M. van Emmerik**

**januari 2006**



Leijenseweg 115  
Postbus 162  
3720 AD Bilthoven  
Telefoonnr.: 030-6058400  
Faxnr.: 030-6039874



# Statuspagina

<b>Titel</b>	Kennisdocument snoek, <i>Esox lucius</i> (Linnaeus, 1758)
<b>Organisatie</b>	Sportvisserij Nederland Postbus 162 3720 AD BILTHOVEN
<b>Telefoon</b>	030-605 84 00
<b>Telefax</b>	030-603 98 74
<b>E-mail</b>	<a href="mailto:info@sportvisserijnederland.nl">info@sportvisserijnederland.nl</a>
<b>Homepage</b>	<a href="http://www.sportvisserijnederland.nl">www.sportvisserijnederland.nl</a>
<b>Auteur(s)</b>	G.A.J. de Laak & W.A.M. van Emmerik
<b>Emailadres</b>	<a href="mailto:laak@sportvisserijnederland.nl">laak@sportvisserijnederland.nl</a>
<b>Redactie</b>	W.A.M. van Emmerik
<b>Aantal pagina's</b>	72
<b>Trefwoorden</b>	snoek, biologie, habitat, ecologie
<b>Projectnummer</b>	Kennisdocument 13
<b>Datum</b>	januari 2006

## Bibliografische referentie:

De Laak, G.A.J. & W.A.M. van Emmerik, 2006. Kennisdocument snoek, *Esox lucius* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 13. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

## © Sportvisserij Nederland, Bilthoven

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de copyright-houder en de opdrachtgever.

Sportvisserij Nederland is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede schade welke voortvloeit uit toepassing van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Sportvisserij Nederland.



---

## Samenvatting

In dit kennisdocument is een overzicht gegeven van de kennis van de snoek *Esox lucius*. Deze kennis betreft informatie over de systematiek, herkenning en determinatie, geografische verspreiding, de leefwijze, het voedsel, de voortplanting, ontwikkelingsstadia, migratie, specifieke habitat- en milieueisen, visserij en beheer.

De snoek is een vissoort die vrij groot kan worden en die bekend is bij de meeste Nederlanders. De snoek is van groot belang voor de sportvisserij. Het is een eurytope soort, maar jonge exemplaren zijn voor de opgroei wel afhankelijk van helder en vegetatierijk water. De snoek komt voor in allerlei watertypen, zowel stromende als stilstaande wateren en ook in licht brak water.

De snoek komt voor op het Noordelijk halfrond, behalve in het uiterste noorden van Rusland en sommige delen van Canada. De soort breidt zich momenteel niet uit, maar wordt wel geïntroduceerd in delen van de Verenigde Staten. In Nederland komt de soort algemeen voor in allerlei wateren zoals meren en plassen, polderwateren en grote en kleine rivieren en beken.

De snoek behoort tot de snoekachtigen en heeft een slank langgerekt uiterlijk. Belangrijke uiterlijke kenmerken zijn de ver naar achteren geplaatste anaal- en rugvin en de kenmerkende kop met relatief grote ogen en brede, afgeplatte, lange bek.

Snoeken paaïen in het vroege voorjaar, het liefst op ondergelopen weiland of op resten van vegetatie in een ondiepe oeverzone. Deze zone biedt aan de eieren en larven de beste mogelijkheden om op te groeien. Na het larvale stadium eet de snoek eet voornamelijk vis. Hij lokaliseert zijn prooi met de ogen en heeft daarvoor dus helder water nodig. De juveniele snoek is vaak prooi voor leeftijdsgenoten of grotere soortgenoten, oude snoeken hebben bijna geen last van predatoren.

De populatieopbouw van snoek wordt voornamelijk bepaald door het voorkomen van submerse vegetatie. De jonge snoeken zoeken tussen de begroeiing beschutting tegen predatie door leeftijdsgenoten of oudere soortgenoten (kannibalisme). Snoek groter dan 50 á 60 cm komt meer voor op het open water.

De snoek is een belangrijke vissoort voor de sportvisserij en in mindere mate voor de beroepsvisserij. De snoekpopulatie staat in vele landen onder druk door onder andere de effecten van eutrofiering en afname van de paaigebieden. Door het nemen van beheersmaatregelen, zoals het uitzetten van snoeklarven, het verminderen van de eutrofiering, aanleggen natuurvriendelijke oevers en een meer natuurlijk peilbeheer wordt getracht de snoekpopulatie te versterken. Ondanks het vele onderzoek aan snoekpopulaties zijn er nog kennisleemtes. De kennisleemtes worden veroorzaakt doordat sommige factoren

---

---

die de populatiedichtheid bepalen, moeilijk beschreven kunnen worden. Deze factoren zijn onder andere: ouderdier biomassa en fecunditeit; het habitat en de voedselvoorziening; abiotische factoren; predatie en kannibalisme; jaarklasse sterkte; sterfte van volwassen dieren; immigratie en emigratie.

---



---

# Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	11
1.1	Aanleiding .....	11
1.2	Beleidsstatus .....	11
1.3	Afkadering .....	11
1.4	Werkwijze.....	11
2	Systematiek en uiterlijke kenmerken .....	13
2.1	Systematiek.....	13
2.2	Uiterlijke kenmerken.....	14
2.3	Herkenning en determinatie.....	15
3	Ecologische kennis.....	17
3.1	Leefwijze .....	17
3.2	Geografische verspreiding.....	17
3.3	Migratie 18	
3.4	Voortplanting .....	19
3.4.1	Paaigedrag en bevruchting.....	19
3.4.2	Paaihabitat .....	20
3.4.3	Sex-ratio bij de voortplanting .....	21
3.4.4	Gonaden en fecunditeit.....	21
3.5	Ontogenese .....	23
3.5.2	Delingsfase in het ei-stadium .....	23
3.5.3	Embryonale fase in het ei-stadium .....	24
3.5.4	Euleutheroembryonic stadium (dooierzaklarve) .....	24
3.5.5	Larvale stadium.....	25
3.5.6	Juveniele stadium .....	27
3.5.7	Adulte stadium .....	28
3.5.8	Levensduur .....	29
3.6	Groei, lengte en gewicht.....	30
3.6.1	Lengtegroei.....	30
3.6.2	Lengte-gewicht relatie .....	31
3.7	Voedsel 32	
3.8	Genetische aspecten .....	36
3.9	Populatiodynamica.....	37
3.10	Parasieten / ziekten .....	38
3.11	Bijzonderheden van de soort.....	39
3.12	Plaats in het ecosysteem .....	42
3.12.1	Predatoren.....	42
3.12.2	Competitie .....	43
4	Habitat- en milieueisen .....	45
4.1	Algemeen .....	45
4.2	Watertemperatuur .....	45
4.3	Zuurstofgehalte.....	46
4.4	Zuurgraad .....	47
4.5	Doorzicht.....	48
4.6	Saliniteit.....	48

---

---

4.7	Stroomsnelheid .....	48
4.8	Waterdiepte .....	49
4.9	Bodemsubstraat .....	49
4.10	Vegetatie .....	50
4.11	Waterkwaliteit .....	51
4.12	Ruimtelijke eisen .....	52
4.13	Migratie .....	52
5	Visserij .....	53
6	Bedreigingen .....	57
7	Beheer .....	59
8	Kennisleemtes .....	61
	Verklarende woordenlijst .....	65
	Verwerkte literatuur .....	67

---

# **1 Inleiding**

## **1.1 Aanleiding**

Dit kennisdocument maakt deel uit van een reeks die door Sportvisserij Nederland wordt opgesteld voor een groot aantal Nederlandse vissoorten (zie ook pagina 70). Deze kennisdocumenten moeten de beschikbare kennis van een vissoort beter toegankelijk maken, waardoor de vissoorten beter kunnen worden gewaardeerd en beheerd.

## **1.2 Beleidsstatus**

De snoek is een inheemse vissoort. De soort is niet beschermd volgens de Flora- en Faunawet en wordt niet vermeld in de EU-Habitatrichtlijn (soorten voor de instandhouding waarvan aanwijzing van speciale beschermingszones vereist is). De soort heeft geen status (gevoelig, kwetsbaar of bedreigd) in de Rode lijst. De snoek wordt wel vermeld in de Nederlandse visserijwet. Voor de soort geldt een minimummaat van 45 cm (soms 50 cm) en een gesloten tijd van 1 maart tot en met 30 juni.

## **1.3 Afkadering**

In dit kennisdocument is vooral de ecologische en taxonomische kennis van de snoek relevant. Morfologische, anatomische en fysiologische informatie komt beperkt aan de orde.

Daarnaast wordt aandacht geschonken aan de (sport)visserij op snoek (en consumptie), de achteruitgang en de bedreigingen van de soort en de mogelijkheden voor herstel.

## **1.4 Werkwijze**

De onderstaande kennis is gebaseerd op literatuuronderzoek. Daarvoor zijn als uitgangspunten genomen de FAO synopsis snoek (Raat, 1988), het boek: Pike, Biology and exploitation (Craig, 1996) en het HGI model snoek (Bakker, 1992). Deze literatuur is aangevuld met recente en ontbrekende publicaties.

De ASFA (Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts) files zijn doorzocht met trefwoorden evenals de bibliotheek van Sportvisserij Nederland. Daarnaast is algemene literatuur en grijze literatuur (rapporten en verslagen) betrokken bij het onderzoek. Tevens is gebruik gemaakt van informatie op Internet.



## 2 Systematiek en uiterlijke kenmerken

### 2.1 Systematiek

Rijk: *Animalia*  
Stam: *Chordata*  
Substam: *Vertebrata*  
Superklasse: *Osteichthyes*  
Klasse: *Actinopterygii*  
Subklasse: *Actinopterygii*  
Infraklasse: *Teleostei*  
Superorde: *Ostariophysi*  
Orde: *Esociformes, Clupeiformes of Salmoniformes*  
Superfamilie: *Esocidae*  
Familie: *Esocidae*  
Geslacht/Genus: *Esox*  
Soort: *Esox lucius*

Over de taxonomie van de soorten die behoren tot de snoekachtigen is veel onduidelijkheid. Van eerdere classificaties van soorten en ondersoorten wordt een overzicht gegeven in Raat (1988). Sommige taxonomen scharen de snoeken onder de Orde van Clupeiformes, anderen geven de familie een plaats onder de Salmoniformes. Op basis van de ontogenese komt Soin (1980 in Raat, 1988) tot de conclusie dat de snoekachtigen een aparte Orde zijn. In de superfamilie *Esocidae* behoren naast *Esocidae* ook de familie *Umbridae* (Mudminnows of hondsvissen) en *Dallidae*, hoewel de laatstgenoemde familie ook wel onder de *Umbridae* wordt geschaard.

Duidelijk is wel dat de snoek nauw verwant is met de hondsvissen, zalmachtigen en de spieringen (Craig, 1996). Ook zijn er indelingen gemaakt met twee subfamilies van de familie *Esox*. Daarbij werden de soorten *E. lucius* en *E. reicherti* ingedeeld in het subgenus *Esox*, infragenus *Lucius* en in het infragenus *Mascalongus* (*E. masquinongy*, de overige soorten (*E. niger*, *E. Americanus*) werden ingedeeld in het subgenus *Kenoza* (Reist, 1983a; In Raat, 1988). Op zich is een indeling waarbij de *E. lucius* en *E. reicherti* dicht bij elkaar staan niet zo verwonderlijk, de soorten lijken sterk op elkaar en onlangs is aangetoond dat er tussen de beide soorten genetisch weinig verschillen zijn (Li, 2004; Lopez, 2004).

Er is wel consensus over het feit dat de soorten van de familie *Esocidae* een gemeenschappelijke voorouder (monofyletisch; afstamming) hebben. Maar de bewijsvoering voor de evolutie en relaties van deze groep is nog niet compleet. Recent zijn fossielen gevonden die bewijzen dat snoekachtigen al voorkwamen toen Eurazië en Noord Amerika nog met elkaar verbonden waren. De geringe verschillen in haplotypen suggereren volgens de auteurs een gemeenschappelijke voorouder. Dat was in het Krijt tijdperk (145,6 - 65 miljoen jaar geleden) (Maes et. al., 2003).

In de familie van de snoek komen circa 6 soorten voor, die onderling kunnen kruisen (zie § 3.11).

#### *Etymologie*

De herkomst van de beide latijnse namen is niet duidelijk. Vanuit het Grieks en Keltisch is isox verbasterd tot *eog*, *ehawc* wat zalm betekent. Het oorspronkelijke Griekse woord *lukos*, wat "wolf" betekend, is een duidelijke verwijzing naar de vraatzucht van de snoek. In Raat (1988) worden verwijzingen genoemd naar auteurs die deze vertalingen betwisten.

## **2.2 Uiterlijke kenmerken**

Van voren gezien heeft de snoek een langgerekte, ronde enigszins lateraal afgeplatte vorm. De rug en de anaalvin zijn ver naar achteren geplaatst. De staartvin is gevorkt. De borst- en buikvinnen zijn laag op het lichaam geplaatst. De kop is vrij groot en de bek is breed en sterk afgeplat en lijkt wel wat op een eendensnavel. De onderkaak is langer dan de bovenkaak en heeft circa 5 poriën (receptoren) op iedere zijde. De kieuwen kunnen met name aan de onderzijde uitgezet worden en zijn aan de onderzijde verdeeld in 5 (branchiostegale) membranen aan iedere zijde (Raat, 1988). De ogen zijn hoog in de kop geplaatst en zijn vrij groot. Er zijn grote tanden op de kaken aanwezig. Op de tong, vomer en verhemelte zijn delen met kleinere tanden aanwezig. Kieuwboogaanhangsels zijn aanwezig als scherpe tanden op de kieuwbogen (Raat, 1988). De snoek heeft kleine cycloïde schubben, die ontbreken op de kop. Op de zijlijn liggen 105-148 schubben.

Meristieke (kenmerken van lichaamsdelen) kenmerken: Harde en niet vertakte rugvinstralen 6-8, vertakte vinstralen 13-15, Anaalvin niet vertakte vinstralen 6 of 7, 10 tot 13 vertakte vinstralen. Op de zijlijn liggen 110-130 schubben (Nijssen en de Groot, 1987).

De lichaamskleur en de kleurpatronen van de snoek zijn variabel. Door verschillende auteurs wordt een onderscheid gemaakt tussen ovale stippen, ronde stippen en langgerekte lichtere vlekken verspreid over het lichaam. Ook wordt wel onderscheid gemaakt in donkere korte vissen en langere lichter gekleurde exemplaren (Raat, 1988). De korte donkere vissen komen voor in meren, terwijl de slankere exemplaren behoren tot een meer migrerende populatie. Het patroon van de vlekken is kenmerkend voor een individu en verandert meestal niet in een bepaalde omgeving. In de loop van de tijd kan het kleurenpatroon wel veranderen. De kleur van de stippen of vlekken is lichtgeel tot lichtbruin. De kleur van de rest van het lichaam is vaak groen tot donkergroen of lichtbruin. Meestal hebben de vinnen zwarte strepen langs de vinstralen. Dit is niet altijd zichtbaar bij jonge exemplaren.



**De snoek. Lengte afgebeelde vis: 80 cm (bron Sportvisserij Nederland)**

## **2.3 Herkenning en determinatie**

De snoek heeft een vrij kenmerkend uiterlijk en kan aan de hand van de beschrijving vrij gemakkelijk herkend worden. De snoek kan niet verward worden met andere in Nederland levende zoet- of zoutwatervissen. Hooguit zou er twijfel kunnen bestaan met de snoekbaars, maar deze vissoort heeft een zeer kenmerkende midden op de rug geplaatste, samengestelde rugvin met harde en scherpe rugvinstralen.

Snoeken van verschillende lengteklassen hebben een verschillende voorkeur voor het habitat. Kleine snoeken hebben ook een tekening op de zijkant, die bestaat uit wit-gele strepen op een donkere achtergrond (meestal groen). Deze tekening bootst het patroon van de stengels van vegetatie na en hierdoor heeft de snoek een uitstekende schutkleur in de vegetatie. Naarmate de snoek groter wordt en uit de vegetatie verdwijnt, zal het streepjespatroon meer gaan lijken op een stippenpatroon, die kenmerkend is voor de schaduw van het wateroppervlak op de bodem van het water (Craig, 1996).





## 3 Ecologische kennis

### 3.1 Leefwijze

De snoek komt voor in de meeste watertypen in Nederland. In zowel licht stromende als stilstaande wateren worden snoeken aangetroffen. De snoek komt ook voor in brakke wateren. In Nederland komt de snoek vooral voor in heldere ondiepe tot matig diepe wateren met een rijke plantengroei. Het karakter van het water kan variëren van stilstaand tot matig stromend en van zoet tot matig brak. Ook in de diepere, minder heldere wateren kan de snoek voorkomen, echter, dit zijn vaak alleen de grotere exemplaren. De snoek komt ook voor in smalle poldersloten, (de Nie, 1996).

De snoek migreert hooguit op regionaal niveau. De snoek is partieel fytofiel en behoort tot het paaigilde plantpaaier. Partieel fytofiel wil zeggen dat de jonge jaarklassen afhankelijk zijn van dekking in de vorm van vegetatie.

In het kort verloopt de levenscyclus als volgt: In het vroege voorjaar trekken de volwassen snoeken naar gebieden waar vegetatie of resten van vegetatie aanwezig zijn om af te paaïen. De larven verlaten na een bepaalde tijd deze paaigronden en trekken naar diepere, met waterplanten begroeide delen. Hier verblijft de snoek totdat een lengte van ca. 45 cm is bereikt. Snoek die groter is dan 60 cm bevindt zich meer in de onbegroeide delen van het water. Alleen in de allervroegste stadia voedt de snoek zich met zoöplankton.

Vanaf een lengte van 4-7 cm is de snoek bijna uitsluitend piscivoor. De snoek jaagt solitair op prooivis en vertoont geen territoriumgedrag. Van snoek is bekend dat hij ook soortgenoten eet. Al vanaf een lengte van 2 cm kunnen de larven elkaar prederen (opeten). Ook grote snoeken eten soortgenoten tot wel 70% van hun eigen lengte. Het komt voor dat de snoeken bij een dergelijk grote prooi stikken. Het verschijnsel waarbij vissen soortgenoten eten heet kannibalisme.

De soort is plaatsgetrouw, en dan met name de kleinere open-water-snoek. Vanuit de standplaats worden expeditieën ondernomen in een straal van 100 m. Naarmate de snoek groter wordt neemt het trekgedrag toe.

### 3.2 Geografische verspreiding

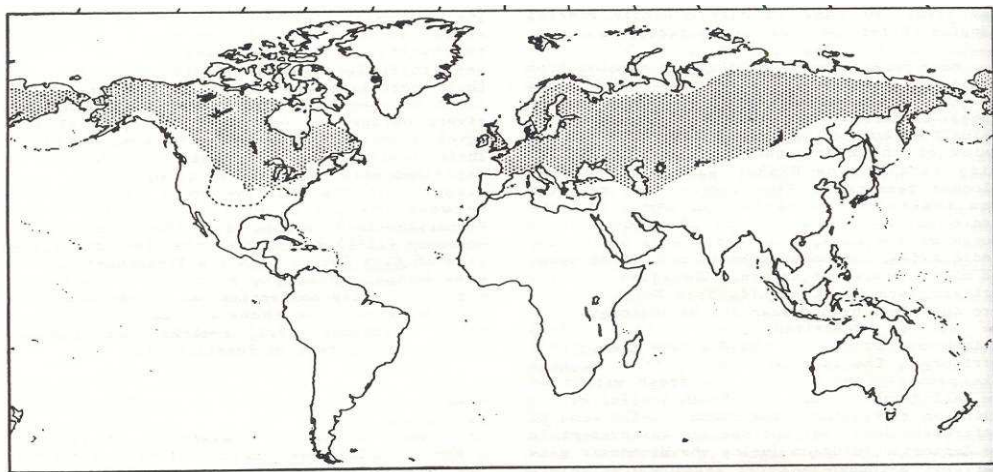
De snoek komt voor in het Noordelijk halfrond (holarctisch gebied). Van de zes snoeksoorten die er bestaan is *Esox lucius* de enige die in Europa voorkomt. Vier soorten komen alleen voor in Noord-Amerika (*E. masquinongy*, *E. niger*, *E. americanus americanus* en *E. americanus vermiculatus*) en één soort in Azië (*E. reicherti*). In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de soorten, hun wetenschappelijke en de Nederlandse en Engelse/Amerikaanse namen.

**Tabel 3.1      Namen van snoeksoorten.**

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Amerikaanse naam
<i>Esox lucius</i>	Snoek	Northern pike
<i>E. masquinongy</i>		Muskellunge, Muskie
<i>E. niger</i>		Chain pickerel
<i>E. americanus americanus</i>		Redfin pickerel
<i>E. americanus vermiculatus</i>		Grass pickerel
<i>E. reicherti</i>		Amur pike, Blackspotted pike

De *E. americanus sp.* is een soort die relatief klein blijft en niet groter dan circa 40 cm wordt.

De snoek is wijd verspreid over het noordelijk halfrond (circumpolar, zie Figuur 3.1). In Europa komt de soort bijna overal voor, behalve in IJsland, Zuid-Italië, Spanje en Portugal, Zuid-Joegoslavië en het westen en het noorden van Noorwegen. Recentelijk is de snoek uitgezet in Spanje en wordt nu ook in Portugal gevonden (Lelek, 1980). In Ierland schijnt de soort in de vroege Middeleeuwen uitgezet te zijn (Raaf, 1988). De snoek komt ook niet voor in Noord-Schotland (Craig, 1966). Van nature komt snoek voor tot een hoogte van circa 1400 meter, in bijvoorbeeld de Alpen. Buiten Europa wordt de snoek aangetroffen in Rusland, Alaska en Canada. In Rusland komt de soort niet voor in een strook langs de noordelijke IJszee. In delen van de Verenigde Staten is de snoek inheems, maar in veel delen is de snoek met wisselend resultaat uitgezet. Enkele gebieden in Canada langs de Pacifische Oceaan zijn niet gekoloniseerd door de snoek.



**Figuur 3.1      Verspreidingsgebied (gearceerd) van de snoek (bron: Raaf, 1988)**

### 3.3      Migratie

Afgezien van de paai is de snoek plaatstrouw en solitair. Voor de migratie worden afstanden van enkele kilometers tot tientallen kilometers afgelegd, bijvoorbeeld vanuit een meer naar een benedenloop van een beek of rivier. Door Raaf (1988) worden enkele onderzoeken aangehaald die een meer anadrome leefwijze van snoek beschrijven. In de Botnische zee leven snoeken in brak water, die voor de paai rivieren optrekken tot

circa 6 km. De snoeken paaien met de meer residente snoeken uit de rivier of meren. Na de paai verlaten de snoeken de paaigronden om weer naar zee te trekken. De 0+ snoekjes groeien in eerste instantie op in de rivier, in de loop van de zomer vertrekken ook zij naar de zee (Raat, 1988). In een onderzoek in Ierland werd een maximum afstand van 16 km van de paaiplaats gemeten. De meeste snoeken werden binnen 10 km teruggevangen. De snoeken verspreiden zich na de paai en er is een tendens dat ze jaar na jaar naar dezelfde paaiplaats terugkeren (Rosell & Macoscar, 2002). De migratie wordt mogelijk beïnvloed door een hoge afvoer aan het eind van de winter (Craig, 1996).

#### *Homing*

De snoek is verwant aan salmoniden, die bekend staan om hun homing-gedrag. Er is echter weinig bewijs dat snoeken migreren naar de paai-gebieden waar ze ook geboren zijn (homing), hoewel Craig (1996) uit eigen ervaring noteert dat individuele snoeken vaak jaarlijks terugkeren naar specifieke paaigronden. Andere auteurs (Frost & Kipling, 1967; In Raat, 1988; Rosell & Macoscar, 2002) beschrijven wel een terugkeer naar dezelfde paaigronden, maar of de snoeken daar ook geboren zijn is niet duidelijk. Muskies (*E. masquinongy*) schijnen wel te migreren naar de paaigebieden waar ze zijn geboren.

## **3.4 Voortplanting**

### **3.4.1 Paaigedrag en bevruchting**

Het paaigedrag van snoek is uitgebreid bestudeerd. Mannetjes arriveren soms al weken voor de paai op de paaigebieden. De migratie wordt mogelijk geïndiceerd door een hoge afvoer aan het eind van de winter (Craig, 1996). De paai kan plaatsvinden bij watertemperaturen vanaf 0 °C., maar meestal vindt de paai plaats bij temperaturen vanaf 3 tot circa 14 °C. De paai vindt plaats in de vroege morgen. Koude nachten stellen de paai in de volgende morgen uit. In Zweden werd aangetoond dat vegetatie en een toenemende temperatuur nodig zijn voor het begin van de paai (Craig, 1996, zie ook § 4.2).

Grotere vrouwtjes paaien in de eerste dagen van het paaiseizoen, kleinere en jongere vrouwtjes paaien meestal pas aan het eind van het paai-seizoen. Op het moment van eiafzet wordt het vrouwtje begeleid door 2 tot 3 meestal kleinere mannetjes, die op ooghoogte naast haar zwemmen. Tijdens de eiafzet is de geslachtsopening van het mannetje meestal op dezelfde hoogte als die van het vrouwtje. Het paartje verlaagt de zwemsnelheid en het mannetje legt de staartvin onder het lichaam van het vrouwtje en mengt de geslachtsproducten als zij worden uitgescheiden. De paai bestaat uit een lange serie van deze pogingen. Ze worden 1,5 tot 2,6 keer per minuut uitgevoerd. Per keer worden 5 tot 60 eieren afgezet. Het paaien gebeurt met intervallen van 3 tot 5 minuten gedurende een of twee uren. Een vrouwtje kan circa 3 dagen achter elkaar paaien (Raat, 1988; Craig, 1996).

Snoekvrouwtjes prefereren een mannetje dat kleiner is dan zichzelf. Het paarijpe vrouwtje zwemt langzaam vooruit bij een toenaderingspoging van een mannetje. Daarmee geeft ze aan een paar te willen vormen. Niet paarijpe vrouwtjes nemen een dreigende houding aan bij het benaderen door een mannetje. Soms verschrikt ze het mannetje met een plotselinge zijwaartse wending van het hoofd (Raaijmakers, 1988).

De snoek is in het algemeen weinig agressief tijdens de paai, hoewel agressief gedrag inclusief verwondingen soms voorkomen. Als exemplaren elkaar ontmoeten, vertonen zij een imponeergedrag dat beperkt blijft tot het lichtjes openen van de bek, het opzetten van de branchiostegale membranen, het uitzetten van de borst- en buikvinnen en het licht krommen van de rug.

Vrouwtjes en mannetjes paaieren met elkaar (heteroseksueel) en hebben geen vaste partner (promiscue). Homosexueel gedrag tussen mannetjes wordt wel beschreven; het zou incidenteel voorkomen tijdens de paai (Raaijmakers, 1988).

Het bevruchtingspercentage van de eieren ligt meestal boven de 90%. De eiafzet herhaalt zich meerdere malen over een bepaalde afstand. Na de paai verlaat het vrouwtje het paaigebied. Mannetjes blijven wat langer op de paaiplaatsen, maar geen van de beide ouders vertoont enige verzorging of verdediging van de eieren. De verblijfsduur van de mannetjes op de paaiplaatsen is minimaal 10 dagen, maximaal is 38 dagen geregistreerd. Gemiddeld was de verblijftijd 14 dagen. Voor vrouwtjes is dit respectievelijk 10 en 27 dagen en gemiddeld 10 dagen (Raaijmakers, 1988). De eieren worden op levend of dood plantenmateriaal afgezet.

Per vierkante meter worden 0,1 tot ruim 700 eieren afgezet. Voor wat betreft de overleving van de eieren moet onder natuurlijke omstandigheden met een sterftepercentage van circa 10% per dag rekening worden gehouden. De overleving van ei tot juveniel exemplaar van circa 2,5 cm (fingerling) is 0,03 tot 0,23% onder natuurlijke omstandigheden (Craig, 1996).

### **3.4.2 Paaihabitat**

De paai vindt plaats van mei tot juni in het noordelijk deel van het verspreidingsgebied en van februari tot maart in de zuidelijke regionen. De paai vindt plaats in delen die minder dan 50 cm diep zijn, vaak zijn dit oevers van meren of ondergelopen uiterwaarden. De snoeken worden aangetrokken door een hogere temperatuur op de ondiepe paailocaties. De paaigronden bestaan meestal uit ondiepe delen van een meer of rivier, waar planten voorkomen. De snoek paait af op allerlei plantmateriaal, ook afgestorven delen, maar lisdodden (*Typha*) schijnen gemeden te worden. Mogelijk houdt dit verband met het voorkomen van deze plantensoort op plaatsen met H<sub>2</sub>S (zwavelwaterstof) in de bodem, een verbinding die een indringende rotte eieren geur geeft. Het voorkomen van H<sub>2</sub>S geeft vaak aan dat het water zuurstofloos is. Snoek en snoekeieren zijn gevoelig voor deze stof.

De paaiperiode van de snoek valt vaak samen met een voorjaars-hoogwater (smeltwater) en de snoeken paaïen dan ook op ondergelopen rietvelden en graslanden (Raai, 1988). De meest gerapporteerde diepte is 25 tot 60 cm, zelden meer dan 100 cm.

Het type vegetatie waarop gepaaïd wordt, is niet echt van belang. Op een breed scala van emergente vegetatie, ondergelopen oevervegetatie of gras worden de eieren afgezet. Ook op achtergebleven hooiresten en kunstmatig substraat worden de eieren afgezet. Het substraat in de paaï-gebieden is meestal klei en zand, zelden op of bij stenen. Sommige auteurs stellen dat de diepte op de paaïgronden belangrijker is dan het type vegetatie (Raai, 1988; Craig, 1996).

De snoek paaït ook wel in brak water (zoutgehalte wordt helaas niet vermeld) op blaaswier (*Fucus vesiculosus*), zoals in zuidwest Finland (Raai, 1988).

### 3.4.3 Sex-ratio bij de voortplanting

De sex-ratio is in vele onderzoeken bepaald. Meestal worden daarbij meer mannetjes dan vrouwtjes aangetroffen. Bedacht moet worden dat mannetjes meestal eerder op de paaïgronden verschijnen en daar ook langer blijven. Ook nemen mannetjes op een jongere leeftijd aan de paaï deel. Ook visserij kan de sex-ratio beïnvloeden, kleinere mannetjes worden minder vaak aangetroffen bij een onderzoek naar de sex-ratio met kieuwnetten. Sportvisserij vangen vaker vrouwtjes dan mannetjes. In onderzoeken waarbij de hengel als monitoringsinstrument wordt gebruikt, blijkt dat de sex-ratio onder de 1 daalt (Pearce, 1961; Johnson 1969; In Raai, 1988), omdat dus naar verhouding minder mannetjes worden gevangen aan de hengel.

In de meeste onderzoeken met gecombineerde vangtuigen ligt de sex-ratio op 1,1 tot circa 3 mannetjes per vrouw. Incidenteel worden 6 tot 8 mannetjes per vrouw gemeld (Raai, 1988), maar dit kan beïnvloed zijn door selectieve vangsten van bepaalde vangtuigen of de observatiemethode.

### 3.4.4 Gonaden en fecunditeit

De testes van snoek zijn langwerpig en liggen aan twee zijden hoog in de buikholte. Ook de ova liggen op een vergelijkbare manier in de buikholte. De spermacellen zijn vergelijkbaar met die van vele teleosteen (beenvissen). De spermacel bestaat uit een ronde, enigszins afgeplatte kop en een staart (flagellum).

De Gonado Somatische Index (gewicht geslachtsproducten: lichaams-gewicht) van mannetjes is laag gedurende de maanden na de paaï tot vlak voor de paaï en bedraagt 1 tot 3%. Door omzetting van reserve-stoffen uit o.a. de lever neemt de GSI vlak voor de paaï sterk toe. Bij de vrouwtjes neemt de GSI gedurende de zomer geleidelijk toe tot circa 10% in december tot bijna 20% vlak voor de paaïperiode.

#### *Geslachtsverschillen.*

Het sekseverschil kan duidelijk bepaald worden aan de hand van de geslachtsproducten die afgestreken kunnen worden in de paaïperiode. Buiten de paaïperiode is een vrouwtje herkenbaar aan een protuberance

zone in de urogenitale zone tussen de anus en de urogenitale opening. De protuberance zone is in elk geval minder duidelijk of niet aanwezig bij de mannetjes. Het sexen van de soort buiten de paaiperiode op deze manier geeft meer dan 90% goede resultaten voor beide sexen (Raaijmakers, 1988).

#### *Fecunditeit*

De fecunditeit van vrouwtjessnoeken is in vele onderzoeken bepaald. Vaak wordt niet duidelijk aangegeven of het gaat om het werkelijke aantal oöcyten die rijp worden in het lichaam (potentiële fecunditeit) of dat het gaat om het aantal afgestreken oöcyten (werkelijke fecunditeit). Niet alle rijpe eieren verlaten het lichaam en de werkelijke fecunditeit is dus altijd lager dan de potentiële. De absolute fecunditeit (aantal eieren per vis) wordt vaak uitgedrukt in relatie met de lengte of het gewicht van de vis. De absolute fecunditeit is erg variabel bij snoek en dus is de relatieve fecunditeit (aantal eieren per kilo) ook erg variabel.

De absolute fecunditeit varieert van circa 2600 eieren voor een vrouwtje met een lengte van 15 tot 20 cm, tot 78300 eieren (minimum) of 248000 (maximum) eieren voor een vrouwtje van 80 tot 85 cm. Volgens FishBase (Froese & Pauly, 2004) is de absolute fecunditeit 2.000-600.000 eicellen. Gemiddeld heeft de snoek circa 20000 eieren per kg lichaamsgewicht. De hoge variatie in fecunditeit wordt toegeschreven aan temperatuurverschillen, voedselbeschikbaarheid, sociale interacties, hydrodynamische aspecten, de grootte en de fysiologische staat van het vrouwtje. Bij een hoge voedselbeschikbaarheid neemt de fecunditeit toe, bij een toenemende populatiedichtheid neemt de fecunditeit af. In een jaar dat de eieren niet worden afgezet door een uitgestelde paai, worden de eieren geresorbeerd. De fecunditeit van het vrouwtje is het jaar daarop lager. In onderstaande tabel wordt een overzicht van de absolute fecunditeit gegeven bij een bepaalde lengte en gewicht (Craig, 1996):

**Tabel 3.2 Overzicht van de fecunditeit bij bepaalde leeftijd, lengte en gewicht in het Bukhtama Reservoir (Kazakhstan).**

Leeftijd	Lengte	Gewicht	Absolute fecunditeit * 10 <sup>3</sup>	Aantal vissen
2	32,5-56,0	330-2100	6,0-42,0	23
3	41,0-72,0	700-2900	13,0-80,0	203
4	44,5-83,0	1040-5340	9,0-127,0	246
5	47,5-85,0	1151-6500	16,0-167,0	301
6	55,0-90,0	1700-7200	41,0-250,0	194
7	53,0-91,0	1700-7600	58,0-165,0	52
8	54,0-89,0	2100-6200	64,0-203,0	24
9	68,0-100,0	3000-10560	71,8-232,6	25
10	75,0-102,0	4200-10000	99,8-233,0	13
11	87,0-96,0	6500-9400	147,2-188,3	4
12	92,0-94,0	7170-7300	178,2-178,8	2
13	90	7700	168,8	1
14	95	7800	126,1	1

De fecunditeit van mannetjes is ook bepaald in enkele onderzoeken. Een mannetje van 270 gram heeft circa  $1,2 \cdot 10^9$  spermacellen. Bij deze lengte kan circa 1% van de spermatozoa worden afgestreken. Bij gebruik van

hormonen neemt het aantal spermatozoa en het percentage verzamelde cellen fors toe (4 tot 10% van het lichaamsgewicht, afhankelijk van het gebruikte hormoon) (Craig, 1996).

## 3.5 Ontogenese

Een overzicht van de verschillende levensstadia van de snoek is weergegeven in onderstaande tabel (Raat, 1988).

**Tabel 3.3 Overzicht van de verschillende levensstadia van de snoek.**

Term	Definitie	
Embryo	Fase van bevruchting ei tot start exogene voeding	Klievingsfase (ei)
		Embryonale fase
		Eleutheroembryonic fase
Larve	Vanaf start exogene voeding tot de uiterlijke kenmerken ontwikkeld zijn	
Juveniel	vanaf het moment dat de uiterlijke kenmerken ontwikkeld zijn tot de snoek geslachtsrijp is.	
Adult	vanaf het moment dat het dier geslachtsrijp is tot de dood.	

In de ei- en embryonale periode kunnen 3 fasen worden onderscheiden (Raat, 1988):

- Cleavage (klieving) fase. Cellen delen zich in de eicel, endogene voeding vanuit de dooier tot het stadium waarin de organen zich gaan ontwikkelen (organogese, § 3.5.2).
- Embryonale fase: vanaf de ontwikkeling van de organen totdat het ei is uitgekomen.
- Eleuthero embryonale fase: Vanaf het uitkomen van het ei totdat de dooierzak is verteerd en de vis overgaat op exogene voeding. Voor het onderscheid wordt deze fase de "dooierzaklarve" fase genoemd.

In deze drie fasen zijn ook weer tussenliggende fasen te onderscheiden met specifieke ontwikkelingen. In bijvoorbeeld de delingsfase zijn wel 24 stappen te onderscheiden. In de embryonale fase is de embryo al in staat te zwemmen, als de embryo bevrijd wordt uit de celmembraan. In de embryonale fase wordt ook het aanhechtingsorgaan gevormd, evenals de ontwikkeling van het hart en de bloedvaten. Het aanhechtingsorgaan is een tijdelijk orgaan dat bestaat uit papillen, die aan de voorkant van de hersenen aan beide zijden juist voor de ogen aanwezig zijn. De papillen bestaan uit een verdikte epidermis met grote slijmcellen die voor adhesie kunnen zorgen.

### 3.5.2 Delingsfase in het ei-stadium

De eieren van een snoek zijn geel tot oranje van kleur en hebben een diameter van 2,5 tot 3 mm (Craig, 1996; Raat, 1988). In de eieren zijn diverse kleine vetbolletjes te onderscheiden die samen clusteren. De ontwikkelingssnelheid van de eieren is omgekeerd evenredig met de

temperatuur. Bij 6 °C zijn 23 tot 29 dagen nodig voordat de eieren uitgekomen zijn, bij 18°C zijn de meeste eieren al na 4 tot 5 dagen uitgekomen.

De eieren zijn kleverig en plakken aan levend of dood plantmateriaal. Tijdens de embryogenese is het ei in de eerste ontwikkelingsstadia gevoelig voor schokken en temperatuurswisselingen.

Nadat de eieren zijn afgezet vinden de volgende processen plaats:

- Opzwellen van het ei met 25 tot 40 volumepercenten met water, de dooier zwelt niet.
- De schaal van het ei verhardt.
- Na drie minuten in contact te zijn geweest met water, wordt het ei kleverig, het kleverig zijn duurt tot circa een uur.
- Sluiten van de micropyle (microscopische opening van het ei waardoor de spermacel naar binnen is gezwommen).
- Rotatie, het cytoplasma en de dooier bewegen in het ei.

De eieren ontwikkelen zich sneller bij hogere temperaturen. Bij constante temperaturen onder de 3 °C komen enkele eieren nog wel uit, maar de larven overleven niet. Snoekeieren kunnen wel lagere temperaturen van circa 2 °C overleven gedurende enkele uren. Een optimum temperatuur voor de ontwikkeling van de eieren ligt tussen de 7 en 15 °C. De totale temperatuursom kan uitgedrukt worden in de formule:  $E = 4 + 1,26^{19-t}$  (E= de duur van de ontwikkeling van bevruchting tot het uitkomen in dagen en t is de watertemperatuur). Een andere formule is  $T = 602,6 t^{-0,681}$  (T = aantal daggraden van bevruchting tot uitkomen en t is de watertemperatuur). Laatstgenoemde formule is alleen bruikbaar in een range van 10 tot 14 °C watertemperatuur. De mortaliteit wordt hoger als de temperatuur tijdens de eerste 3 tot 5 dagen sterk daalt. Bij een variabele temperatuur lijkt het uitkomstpercentage van de eieren ook lager te zijn (Raaij, 1988).

De eieren zijn gevoelig voor lage, of juist heel hoge zuurstofwaarden (>300% verzadiging) en bepaalde stoffen als H<sub>2</sub>S (waterstofsulfide).

### **3.5.3 Embryonale fase in het ei-stadium**

In deze fase worden de organen verder gevormd en ontwikkeld. In het laatste stadium wordt het aanhechtingsorgaan gevormd en enzymen, die de eischaal oplossen. Het lichaam strekt zich en het embryo kan zwemmen.

### **3.5.4 Euleutheroembryonic stadium (dooierzaklarve)**

Als het embryo is uitgekomen dan kan het wel zwemmen, maar blijft enige tijd op de bodem liggen. De zojuist uitgekomen embryo is dan 7,5 tot 10 mm groot. Van tijd tot tijd zwemt het omhoog en als het een fysieke obstakel ontmoet zal het zich daar aan vasthechten met zijn aanhechtingsorgaan (Craig, 1996). Het "hangend snoekbroed" hangt verticaal aan een obstakel. De donkere kleur van het broed camoufleert hem in de omgeving. Het broed vertoont geen fototaxis (Raaij, 1988). Van tijd tot tijd zal het broed zich verplaatsen naar een nabijgelegen obstakel.





### **Hangend snoekbroed**

Deze obstakels zijn in de praktijk meestal levende of afgestorven plantedelen, maar ook glas of kunststof is een geschikt medium voor het broed om zich aan vast te hechten. Adhesie aan het wateroppervlak is ook vastgesteld. In dit stadium heeft het broed nog geen bek en kieuwen. De zuurstofvoorziening vindt plaats door de dooierzak. De borstvinnen zijn in ontwikkeling (Raaijmakers, 1988). Deze fase, waarbij de dooierzak verdwijnt, duurt 5 tot 16 dagen bij een temperatuur van 10 tot 19 °C. In dit levensstadium is het voorkomen van vegetatie al heel belangrijk voor het broed. Door aan de vegetatie te hangen, wordt het risico van het hechten van klei- en stofdeeltjes aan de kieuwen verminderd. Bij de bodem kan tijdelijk zuurstofloosheid ontstaan, terwijl tussen de vegetatie een betere zuurstofhuishouding heerst. Dit geeft het broed betere overlevingskansen (Craig, 1996).

Aan het eind van deze fase verdwijnt het aanhechtingsorgaan. De larven zijn dan 11,5 tot 13 mm lang (12 tot 13 mg) en 10 tot 12 dagen oud. Deze ontwikkeling wordt gerealiseerd bij een temperatuur van 12,5 graden (Craig, 1996). De larve is vrijzwemmend en heeft de zwemblaas gevuld met lucht aan het wateroppervlak, heeft een bek en kieuwen, maar neemt nog geen voedsel op.

### **3.5.5 Larvale stadium**

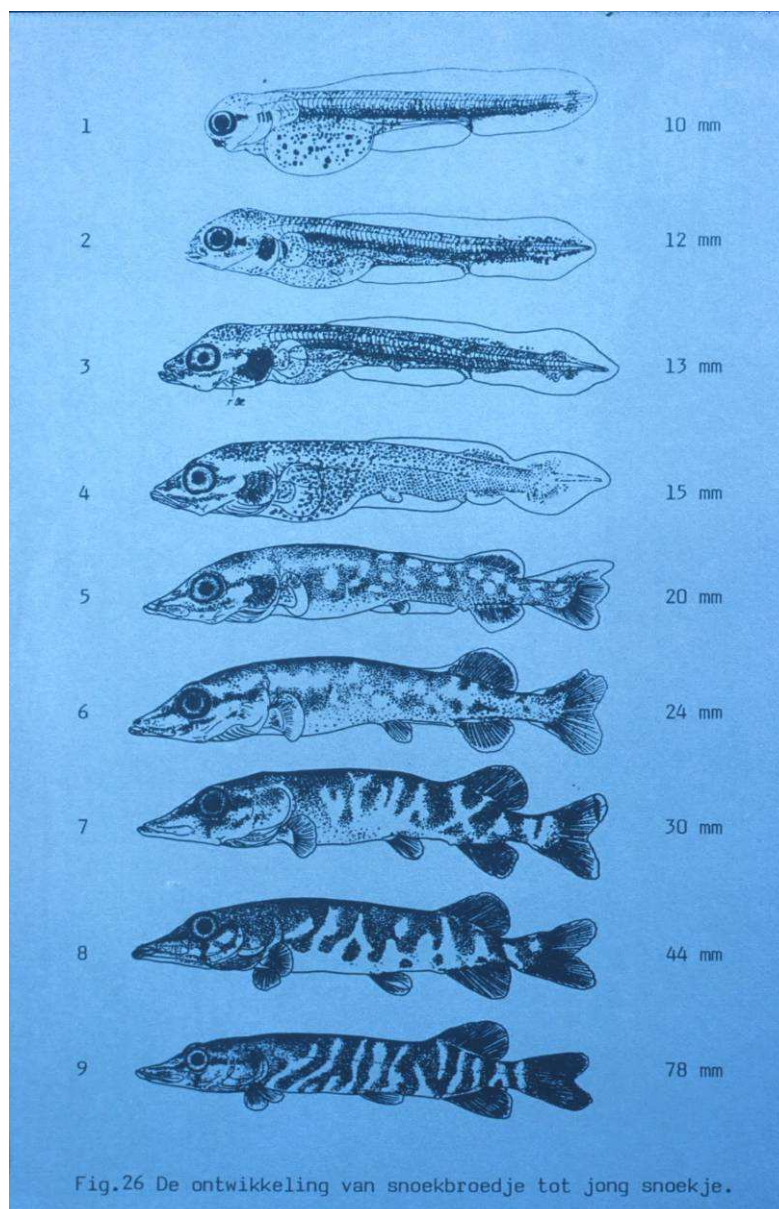
Het larvale stadium begint als de snoekbroed exogeen voedsel gaat opnemen. Het eind van het larvale stadium is het moment waarop de bouw van het inwendige skelet voltooid is. In de larvale periode kunnen twee aparte perioden worden onderscheiden. Eerst is er een proto-pterygiolarvale fase die gekenmerkt wordt door de start van exogene voedselopname, aanleg van de maag en tanden en de aanleg van de vinnen. Lengte van de larve aan het eind van dit stadium is circa 18 mm. De tweede fase is de pterygiolarvale periode, waarin 5 stappen in de ontwikkeling zijn te onderscheiden:

- Fase 1: Staartvin bestaat uit 3 lobben. Relatieve ooggroote neemt toe. Voedsel wordt 's nachts (nocturnal) gegeten en bestaat uit chironomidenlarven en kleine kreeftachtigen, zoals mosselkreeftjes. Lengte 18-22 mm.
- Fase 2: De staartvin heeft 2 lobben met gevorkte vinstralen. 18-22 mm.
- Fase 3: Borstvin heeft vinstralen. Ontwikkeling van schubben. 28-40 mm
- Fase 4: Gehele lichaam bedekt met schubben. Vertakte vinstralen in alle vinnen. 40-55 mm.
- Fase 5: Staart- en borstvin nemen toe in grootte. Verdere ontwikkeling van gevoelsorganen in kop en zijlijn. Groter dan 50 mm.

Tot een lengte van 65 mm ontwikkelen de kop, kaak, ogen en staart zich naar verhouding sneller dan de rest van het lichaam (allometrische groei). Na een lengte van 65 mm is de groei van alle onderdelen van het lichaam en de kop ten opzichte van elkaar constant en heeft de larve het juveniele stadium bereikt (Raaijmakers, 1988).

In het stadium dat de snoeklarve start met exogene voeding, lukt dit het beste in een omgeving met groen licht. De snoek kan de prooi tegen een achtergrond van groen licht beter prooi waarnemen dan bij andere kleuren. Dit is een aanpassing aan het milieu waar de snoeklarven verblijven kort na het uitkomen. In het begin is de larve nog niet zo succesvol in het vangen van een prooi. De poging om een prooi te bemachtigen is nog niet een vanzelfsprekend gebruik, bevestigd door een leerproces of conditioneren. Circa 3 pogingen zijn nodig om een prooi te bemachtigen. Tot een lengte van 20 mm neemt het succes toe door een toename van de bekradius en een verbeterde nauwkeurigheid (Raaijmakers, 1988). Het succes neemt toe naarmate de snoek de prooi langer op een positie kan waarnemen. Voor de aanval probeert de larve tot een bepaalde afstand te naderen en buigt de larve zijn lichaam. Na een periode van fixatie strekt de larve zijn lichaam en schiet aldus vooruit. Dit is het zogenaamde schot. In aquariums en bij hoge voedseldichtheden blijft de snoek op zijn plaats en wacht tot er een prooi binnen zijn range komt om het succesvol te pakken. De prooi wordt zijdelings gepakt en de prooi wordt door bekbewegingen met de kop richting de keel van de larve bewogen. Dan wordt de prooi met de kop eerst ingeslikt. Deze methode van prooi observeren, benaderen of afwachten en het schot blijft ook in het adulte stadium de methode om een prooi te bemachtigen.

De overleving vanaf vrijzwemmende larve tot een lengte van 75 mm is 0,004 tot 4,6 % (Raaijmakers, 1988). Hogere overlevingspercentages tot 96% worden ook wel genoemd, echter er wordt niet bij vermeld vanaf welk stadium (Raaijmakers, 1988).



### De ontwikkeling van ei tot larve

Vanaf een lengte van 17-20 mm verlaat een deel van de snoekjes het paaigebied (Craig, 1996). Bij een lengte van 50 mm heeft 50 tot 95% het paaigebied verlaten. De snoekjes migreren naar gebieden met een minder dichte vegetatie en worden daartoe soms gestimuleerd door een dalend waterpeil, een toename van de lichtsterkte, een toename van de watertemperatuur en voedselconcurrentie. Omdat de submerse vegetatie zich op dat moment fors aan het ontwikkelen is, vindt de jonge snoek volop opgroeigebied in een natuurlijke en ongestoorde situatie.

### 3.5.6 Juvenile stadium

Bij aanvang van het juvenile stadium, bij een lengte van circa 65 mm, heeft de snoek het uiterlijk en de proporties van een volwassen vis. Het juvenile stadium duurt tot het moment dat de vis volwassen en geslachtsrijp is. Dit kan al na een jaar zijn.



## Juveniele snoek

### 3.5.7 Adulte stadium

Er zijn geen wezenlijke verschillen in gedrag van de juveniele en adulte snoek. De adulte snoek verlegt zijn leefgebied meer naar het open water (Craig, 1996).

De leeftijd waarop een snoek geslachtsrijp wordt is meer afhankelijk van de lengte dan van de leeftijd. De lengte die een snoek bereikt is weer afhankelijk van de temperatuur (hoogtegraad), voedselbeschikbaarheid en de groeisnelheden van de voorgaande (juveniele) levensstadia. Snelgroeiende vissen kunnen een jaar eerder geslachtsrijp worden dan minder snel groeiende exemplaren.

De duur van de reproductieve fase van snoekexemplaren hangt af van de leeftijd waarop de vis geslachtsrijp wordt en de maximum leeftijd. Onder normale omstandigheden zal een snoek die eenmaal volwassen en paairijp is, zich ieder jaar voortplanten. Door ongunstige watertemperaturen of lage waterstanden paait de snoek soms niet af en vindt eiresorptie plaats. De snoek kan al na een jaar geslachtsrijp zijn. De vrouwtjes zijn dan circa 30 cm lang en de mannetjes circa 19 cm. In een overzichtstabel gepresenteerd door Raat (1988) blijkt dat de range voor de leeftijden waarop mannetjes paaien varieert van 1 tot 5 jaar. Voor vrouwtjes is dit 1 tot 6 jaar. In het algemeen worden de meeste sexe- en leeftijdsgenoten in hetzelfde jaar geslachtsrijp.

**Tabel 3.4**      **Leeftijden waarop snoeken geslachtsrijp worden (naar Raat, 1988)**

Plaats	Mannetjes				Vrouwtjes			
	N	1	2	3	N	1	2	3
Windermere	52	1 (24,7 cm)	46	5	42	1 (27,0 cm)	39	2
Schotland		-		40% (26,3 cm)		-	-	37% (25,7 cm)
Barnagrow		2%					11%	
Lough Clore		74%					70%	
VS	93	12				1		

Afhankelijk van de groeiomstandigheden en factoren als visserij worden snoeken 5 tot 15 jaar oud. Dit houdt in dat de duur van de reproductieve fase kan variëren van 1 tot meer dan 10 jaar.

In Lough Clore werd een hoge groeisnelheid gerealiseerd. Ook in vijvers met hoge groeisnelheden worden snoeken na een jaar geslachtsrijp, zij hebben een lengte bereikt van circa 30 cm. Hoge groeisnelheden komen voor in situaties met weinig of geen oudere soortgenoten en voldoende prooiaanbod. Ook een hoge visserijdruk (wegvangst ouderdieren) schijnt de leeftijd te verlagen, waarop jonge snoeken geslachtsrijp worden (Raaijmakers, 1988).

In het onderzoek in Archangelsk was 100% van de mannetjes paairijp.

**Tabel 3.5      Leeftijden waarop snoeken geslachtsrijp worden (naar Craig, 1996).**

Plaats	Mannetjes		Vrouwtjes	
	Leeftijd	Grootte	Leeftijd	Grootte
Wisconsin	2	38-46	2-3	50,8
Engeland			3	29,5
Windermere	2	38	2	41,5
Schotland	3	26,3	3	25,7
Missouri	1-2	32-40	2-3	42-63
Archangelsk	4	37 (429 gram)	5	44 (620 gram)
Lac St Anne	2	31 (412 gram)		
Spain	2-3	40-44	3-4	40-44
Canada			3	38
Canada	5	39-45	6	39-45

### 3.5.8      Levensduur

Meestal worden vrouwtjes 12 tot 13 jaar en mannetjes 5 tot 6 jaar (Raaijmakers, 1988). De methode van leeftijdsbepaling wordt niet vermeld. Bij uitzondering kunnen snoeken 25 tot wel 30 jaar worden. In Engeland wordt een vrouwtje gerapporteerd van 17 jaar en een mannetje van 16 jaar.

#### *Leeftijdsbepaling*

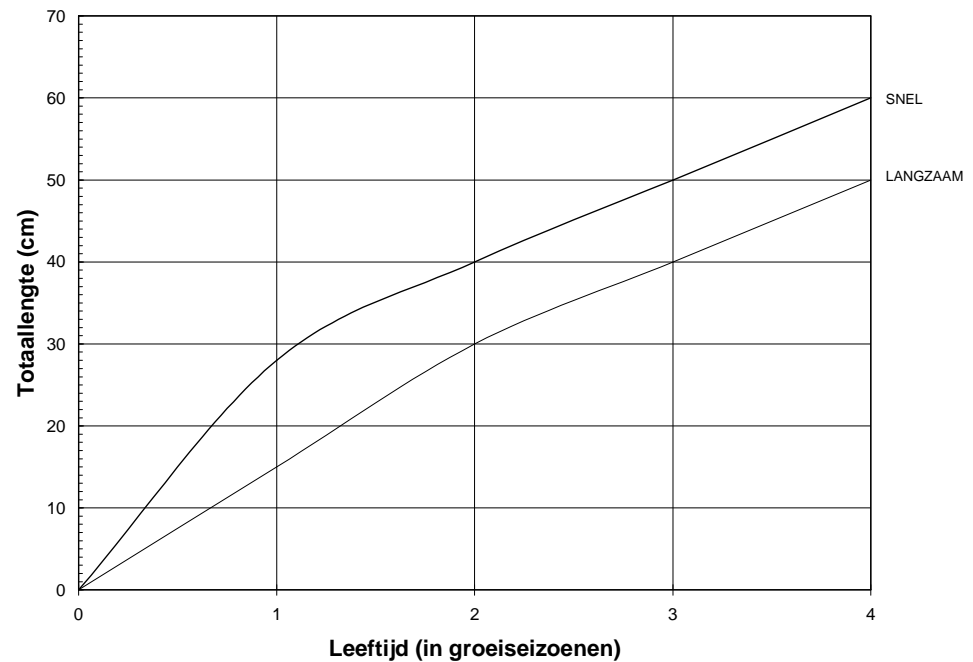
De leeftijdsbepaling aan de hand van schubben is vrij onbetrouwbaar. De snoek heeft cycloïde schubben, die vanaf 32 tot 35 mm zich ontwikkelen. De schubben worden het eerst gevormd in een gebied in het midden van de zijlijn. Van deze cycloïde schubben is de leeftijd moeilijk vast te stellen (Craig, 1996). Tijdens het groeiseizoen worden vaak pseudo-annuli (annuli is ring) gevormd en de leeftijd van oudere exemplaren wordt daarom vaak onderschat. Tijdens afnemende- en bij slechte groei worden op de schub disproportionele annuli gevormd. De groei in de lengterichting naar de staart is groter dan de groei naar de kop toe en de laterale groei (zijdelingse groei). De groei van de snoek kan ook aan andere kalkachtige skeletdelen bepaald worden, zoals het operculum, otholieten en cleithrum. Het operculum (kieuwdekseel) is geschikt voor leeftijdsbepaling, maar bij oudere exemplaren verdwijnen specifieke

kenmerken van de jongste levensjaren door verdikking en verkleuring van de kern van de kieuwdeksel. Een otoliet (gehoorsteentje) is een kalkachtig skeletdeel dat zich nabij de hersenen bevindt. Een otoliet moet uitgeprepareerd worden, de vis moet dus gedood worden. Een otoliet geeft geen goede informatie over de groeisnelheden omdat de otoliet in perioden met snelle groei naar verhouding langzaam groeit, en in perioden met langzame groei relatief veel kalk aanzet (Craig, 1996). Een otoliet heeft een niet-isometrische groei. Het cleithrum is een inwendig plat beentje waaraan de borstvin verbonden is. Van het cleithrum is de absolute en de relatieve groei goed af te meten. Voor een leeftijdsbepaling met operculum of cleithrum moet de vis gedood worden.

## **3.6 Groei, lengte en gewicht**

### **3.6.1 Lengtegroei**

Snoeken komen voor in sterk wisselende klimatologische en ecologische condities. Het is dus niet verwonderlijk dat de groei van snoek uiterst variabel is. De groei van de 0+ snoek wordt voornamelijk bepaald door de temperatuur, niet door de datum van paai of andere omgevingsfactoren. Deze correlatie met de temperatuur verdwijnt bij een leeftijd van 3 tot 5 jaar, omdat andere omgevingsfactoren een belangrijker rol gaan spelen. Deze omgevingsfactoren zijn bijvoorbeeld dichtheid van snoeken, voedselbeschikbaarheid en morfologische kenmerken van het water. De vrouwtjessnoeken worden gemiddeld ruim 7% langer dan mannetjes bij dezelfde leeftijd. De snoeken in Europa zouden ook groter worden dan in Noord-Amerika. Dit wordt bepaald door de beschikbaarheid van grote prooivis. In Europa kan de snoek brasem prederen. In Noord-Amerika kunnen snoeken ook een theoretische grote lengte ( $L_{\infty}$ ) bereiken als er grote prooivissen aanwezig zijn, zoals de lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) (Craig, 1996).



**Figuur 3.2 Lengte-leeftijdsgrafiek voor de groei van snoek in Nederland bij snelle en langzame groei(bron: OVB, 1986).**

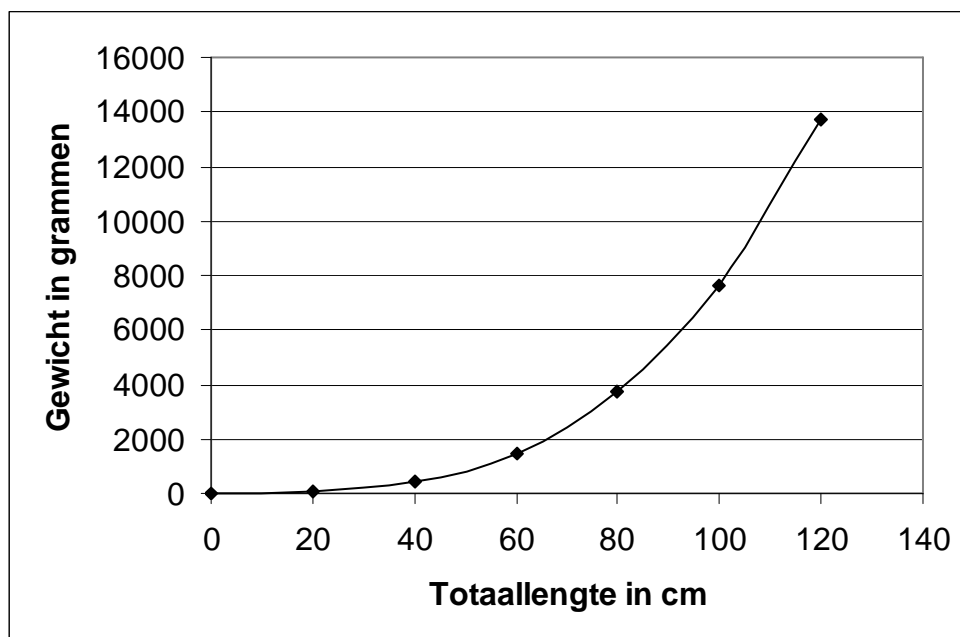
Onder gemiddelde groeiomstandigheden in Nederland bereikt de snoek in het 1<sup>e</sup> jaar een lengte van 22 cm totaallengte. Aan het eind van het vierde levensjaar heeft de snoek een gemiddelde lengte bereikt van 55 cm. De maximale lengte is 137 cm vorklengte (man) en 150 cm totaallengte (vrouw) (Froese & Pauly, 2004).

Een groeivergelijking volgens de von Bertalanffy curve is  $l_t = 87.0(1 - e^{-0,188[t+0,357]})$  waarin  $l_t$  de totaallengte in cm is en  $t$  de leeftijd in jaren/dagen (Craig, 1996).

### 3.6.2 Lengte-gewicht relatie

Ook in gewicht is de variatie van individuen erg groot. Een vrouwtje kan bij dezelfde lengte tot wel 20% in gewicht variëren. Dit is afhankelijk van de gonadenontwikkeling en de maaginhoud. De maximale gewichten zijn volgens FishBase (Froese & Pauly, 2004) 22 tot 25 kg.





**Figuur 3.3 Lengte-gewichtrelatie snoek (bron: Klein Breteler & de Laak, 2003).**

In bovenstaande figuur is een lengte-gewichtrelatie opgenomen gebaseerd op 8761 waarnemingen tussen de 10 en 111 cm verricht door de OVB (Klein Breteler & de Laak, 2003). De lengte gewichtverhouding voor de snoek in Nederland is berekend als  $G=a*(TL)^b$ , waarbij  $a = 0,0030$  en  $b = 3,206$  ( $r^2 = 0,997$ ). De grootste snoek waarop de L-G relatie is gebaseerd is, heeft een lengte van 111 cm totaallengte. De snoek kan een lengte bereiken van circa 150 cm, maar van dergelijk grote vissen zijn geen lengte-gewichtsgegevens bekend uit veldwaarnemingen van de OVB. Daarom is de lijn van de L-G relatie niet verder getekend in de grafiek dan 120 cm bij een gewicht van 13,7 kg.

## 3.7 Voedsel

Het embryo van de snoek gebruikt voedingsstoffen uit de dooierzak. Het dieet van de larven die beginnen met exogene voeding bestaat uit *Chironomiden* (muggelarven), *Cladoceren* (watervlooien), *Cyclopsachtigen* (roepootkreeftjes) en *Ostracoda* (mosselkreeftjes). Veel muggelarven (chironomiden: *Cricotopus* spp.) zijn ephifytisch en voeden zich met algen, detritus of planteden en vormen het hoofdvoedsel van snoeklarven met een lengte van 25 tot 30 mm. Kleine cladoceren zoals *Chydorus sphaericus* worden veelvuldig tussen macrofyten aangetroffen en vormen een belangrijk deel van het dieet. Naarmate de larven groter worden, neemt de prooigrootte toe. *Asellus aquaticus* (waterpissebed) en *Gammarus* sp (vlokreeften) kunnen het hoofdvoedsel vormen voor snoekjes met een lengte tot meer dan 80 mm (Craig, 1996). In dit stadium kent de snoek naast zijn leeftijdsgenoten en oudere soortgenoten, de larve van de waterkever (*Dystiscus* sp.) als vijand, hoewel het voorkomen van deze keverlarve in hoge dichtheden geen



aanmerkelijk aandeel in de totale overleving van 0+ snoek heeft (Craig, 1996).

Een snoeklarve kan al piscivoor (kannibaal) zijn, maar de meeste jonge snoeken schakelen tussen de 4 en 8 cm over op vis als voedsel. Sommige snoekjes blijven leven op een dieet van *Gammarus* of andere ongewervelden, maar groeien minder snel dan soortgenoten die overschakelen op vis. Hierdoor kan een bimodaliteit (tweetoppigheid) ontstaan in de 0+ jaarklasse.

#### *Voedselkeuze en voorkeur*

De selectie van voedsel wordt bepaald door de voorkeur van de predator en de kwetsbaarheid en beschikbaarheid van de prooi. De voorkeur van de predator is deels aangeboren. Hierbij speelt ook mee de mate van verzadiging van de predator en leerervaringen van de predator. De kwetsbaarheid en beschikbaarheid van de prooi wordt bepaald door gedrag en uiterlijk, mate van voorkomen, seizoen, grootte en eventuele verdedigingsmechanismen van de prooivis. De snoek prefereert prooivissen met zachte vinstralen (Raaijmakers, 1988).

Als de snoek groter wordt eet de snoek grotere prooivissen en soms ook andere vissoorten, hoewel er veel individuele variatie is. In gemeenschappen met een lagere diversiteit kunnen kleinere soortgenoten en bijvoorbeeld kikkers en padden, het hoofdbestanddeel van het dieet vormen. De kleinere soortgenoten met een lengte tot circa 50 cm leven voornamelijk van *Gammarus*.

In Estland bleek pos de meest belangrijkste (relatief en absoluut) voedselbron van snoek te zijn. Pos werd in 24% van de magen aangetroffen, spiering (in 30% van de magen) en baars (in 13% van de magen). Vissen met een gevulde maag hadden gemiddeld 1,8 +/- 0,12 voedselitems gegeten. Pos was numeriek dominant (40%) in het dieet, gevolgd door spiering en baars. Spiering was de belangrijkste vis in het dieet van kleine snoek (<39 cm). Het aandeel spiering in het dieet nam af met de toename van de lengte van snoek, terwijl het aandeel pos toenam. Snoekbaars komt voor in het dieet van snoek groter dan 50 cm (Kangur, 2000). Pos wordt na introductie in een meer in Schotland ook de belangrijkste vissoort in het dieet van snoek (Craig, 1996).

#### *Foerageren/foerageergedrag*

Veel onderzoek is gedaan naar de voedselvoorkeur van piscivore snoek. Veel onderzoek is uitgevoerd in Noord-Amerika. De prooivissoorten die daar voorkomen, komen niet voor in Nederland. Hier wordt hier alleen ingegaan op enkele relevante onderzoeken.

Het foerageergedrag dat eerder is beschreven voor de jonge snoek is niet wezenlijk verschillend van dat van de oude snoek, maar hieronder worden de interacties en de gebruikte zintuigen uitgebreider beschreven.

De snoek zit meestal beschut tussen de waterplanten op zijn prooi te wachten. Het gedrag van het prooi bemachtigen bestaat uit de volgende stappen (Raaijmakers, 1988):

- Oogbewegingen om de prooi beter in beeld te krijgen, de snoek ziet meestal de prooi eerst maar met een oog;

- Draaien naar de prooi, De snoek draait het lichaam langzaam tot de prooi precies haaks voor de kop van de snoek is;
- Stalking, het langzaam benaderen van de prooi tot circa de helft van de lengte van de predator;
- Leaping, de sprong of het schot naar de prooi;
- Snapping, het grijpen van de prooi, de bek van de snoek blijft tot vlak bij de prooi gesloten. Door de bek zeer snel te openen worden prooien deels aangezogen;
- Draaien van de prooi met de kop naar de keelholte;
- Doorslikken van de prooi.

De snoek heeft de ogen, sensoren op de kop en het zijlijnsysteem als belangrijkste zintuigen om prooien te lokaliseren. Met de ogen kan de snoek in bijna alle richtingen kijken en snelbewegende prooien vangen. De snoek kan 's nachts niet of zeer slecht zien (Raat, 1988). Zoals eerder gemeld heeft de snoek de ogen niet nodig voor het lokaliseren van de vangst. Door hengelaars en wetenschappers worden soms blinde snoeken gemeld die in een goede conditie verkeren. In de kop van de snoek liggen nog een aantal gevoelige organen, waarvan de werking vergeleken kan worden met het zijlijnsysteem. Deze organen reageren op mechanische prikkels (drukverschillen). Deze organen zorgen ervoor dat een blinde snoek van 25 cm toch prooien kan pakken die op 5 tot 10 cm van de kop bewegen.

Het systeem van prooibemachting is bij de jonge snoek al zichtbaar. De jonge snoekjes met een lengte van 3 cm reageren met name op de beweging van de staart van soortgenoten. Zij nemen positie achter hun soortgenoten en proberen hun soortgenoten te pakken. Soms laten zij de vis achter, die overlijdt aan de verwondingen. Ook in vistanks wordt gezien dat de jonge snoekjes aan elkaars vinnen gaan vreten. Dit verschijnsel treedt ook op bij hoge dichtheden zoöplankton en resulteert in kannibalisme (Raat, 1988).

De snoek heeft een slecht ontwikkeld reuksysteem en de snoek kan alleen geurstoffen waarnemen als de vis zwemt. De meeste geurstoffen (bijvoorbeeld van dode vis) worden niet waargenomen, in de paaiperiode wordt het reukorgaan wel geprikkeld door geurstoffen afkomstig van de geslachtsproducten (Raat, 1988).

De tong van de snoek is niet mobiel en op de tong zitten enkele smaakpapillen. De tanden van de snoek worden onregelmatig maar voortdurend vervangen (Raat, 1988).

#### *Gedrag en predator-prooi relaties*

Bij hoge prooidichtheden is de snoek minder succesvol in het grijpen van een prooi, omdat de snoek gestoord wordt door het gedrag van de prooivissen die hem afleiden.

De snoek predeert meestal de meest talrijk voorkomende soorten als blankvoorn, baars en ruisvoorn. De verschuivingen die plaatsvinden in de samenstelling van het dieet zijn afhankelijk van de beschikbaarheid van de prooivis, gedrag en de lengte. Daarnaast bestaan er diverse predator-prooi-relaties die een invloed op de samenstelling van het dieet kunnen hebben. De reactie van sommige vissoorten op predatie wordt beïnvloed door het afgeven van een alarm hormoon of alarmstof. Waarschijnlijk

komen door beschadiging door de tanden van de snoek in de prooivishuid, veel alarmstoffen vrij. De kroeskarpers ontwikkelen een grotere lichaamshoogte in de aanwezigheid van snoek in het water. Dit wordt veroorzaakt doordat de kroeskarpers reageren op chemische bestanddelen, die snoeken afscheiden in het water (Craig, 1996). Een snoek van een bepaalde grootte kan bepaalde vissen met een bepaalde lengte selectief wegvreten. Met name niet-scholende soorten zijn daarvoor gevoelig. Soorten als winde hebben een pelagische leefwijze, karpers hebben een solitaire leefwijze. De karpers heeft verder als nadeel dat de soort relatief langzaam zwemt. In praktijksituaties is het voorgekomen dat karpersbroed in het voorjaar circa de helft van de aantallen 0+ vissen bepaalde in een afgesloten water. De andere soort die in dit water voorkwam, was ruisvoorn. Het aandeel karpers nam gedurende het groeiseizoen af. In het najaar werd er geen enkele 0+ karpers meer gevangen, terwijl ruisvoornbroed nog volop voorkwam. Regenboogforel is gevoeliger voor snoekpredatie dan beekforel.

#### *Kannibalisme*

De nakomelingen van snoek prederen voedselbronnen die voor een grote snoek niet meer beschikbaar zijn of energetisch gezien niet voldoende opleveren. Door het eten van kleine soortgenoten vormt kannibalisme een link tussen de niet bereikbare voedselbronnen (omdat ze te klein zijn) en grote snoek. Vooral in gemeenschappen met een lage diversiteit kunnen kleinere soortgenoten zelfs de belangrijkste voedselbron zijn voor volwassen snoeken.

Snoeken kunnen bij een lengte van 20 mm al kannibaal zijn als de voedseldichtheden laag zijn en de dichtheden aan soortgenoten hoog is. De soortgenoten die worden gegeten zijn dan 12 tot 17 mm lang. Het deel van de larven die kannibaal zijn, neemt toe tot 40% aan het eind van de larvale fase in extreme gevallen van lage voedseldichtheden en hoge snoeklarvendichtheden (Raaijmakers, 1988). Ook grote snoeken eten soortgenoten tot wel 70% van hun eigen lengte. Het komt voor dat de snoeken bij een dergelijk grote prooi stikken.

In situaties waarin meerdere vissoorten voorkomen neemt het aandeel snoek in het dieet af. In de meeste gevallen is het aandeel soortgenoten in de maag van snoek 0 tot 4%, bij extreem slechte voedselomstandigheden kan dit oplopen tot circa 10%. In sommige seizoenen kan dit percentage hoger liggen. Als de submerse vegetatie verdwijnt in de herfst, heeft de jonge snoek minder beschutting en is de juveniele snoek gevoeliger voor predatie door grotere soortgenoten. Ook in de magen van afgepaaide vrouwtjes werden soms hoge aantallen paairijpe mannetjes aangetroffen. In sommige rivieren wordt een hoog aandeel kannibalisme aangetoond in de maand augustus, als de consumptie van prooivissen het grootst is. De meeste snoeken die geconsumeerd worden door soortgenoten zijn 5 tot 25 cm groot (Raaijmakers, 1988).

### 3.8 Genetische aspecten

#### Hybridisatie

Binnen het genus *Esox* komen circa 6 soorten voor. Deze soorten kunnen meestal onderling kruisen en voor een deel zijn de nakomelingen ook weer vruchtbaar.

**Tabel 3.6 Resultaten van kruisingsexperimenten met snoeksoorten (Buss, Meade & Gaff, 1978; In Raat, 1988).**

	Northern pike	Muskellunge	Amur pike	Chain pickerel	Redfin pickerel	Grass pickerel
Northern pike	XX F	XX S	XX F	-	-	X ?
Muskellunge	XX S	XX F	XX ?	X S	X S	XX *
Amur pike	XX ?	XX ?	XX F	-	-	-
Chain pickerel	X S	X S	X ?	XX F	XX F	XX F
Redfin pickerel	X S	X *	0 ?	XX F	XX F	XX F
Grass pickerel	XX S	XX ?	X ?	XX F	XX F	XX F

XX = Goede uitkomst en larve (fry) overleving; X = Enkele overlevers, maar slechte eibevruchting of overleving van larve (fry); - = Niet succesvolle kruising; 0 = geen kruising bekend; \* = fry kwam uit en ging dood; S = Steriele hybride; F = Fertiele hybride; ? = Fertilititeit niet bepaald.

De kruising tussen de *E. lucius* en de *E. masquinongy* worden norlunge, tiger muskellunge of muskie genoemd. De kruising komt ook voor onder natuurlijke omstandigheden en is beter resistent tegen ziektes en heeft een goede groei onder kweekomstandigheden. De muskie is niet vruchtbaar en kan uitgezet worden in gebieden waar een permanente introductie niet gewenst is (Raat, 1988). De muskie wordt op grote schaal gekweekt in de Verenigde Staten.

#### Geografische populaties

Er zijn enkele studies bekend over geografische verschillen tussen snoekpopulaties. De studies geven aan dat snoeken niet polymorf zijn (er is weinig verschil in uiterlijk en innerlijk). Op basis van mtDNA studies kunnen in Europa geringe verschillen worden aangetoond tussen populaties in België, Oostenrijk/Hongarije, Finland (Aaland) en Noorwegen. Tussen populaties in Europa en Canada kunnen slechts een paar mutaties worden gevonden (Maes *et al.*, 2003).

#### Minimum populatiegrootte

Over de minimum populatiegrootte van snoek is weinig literatuur gevonden. In een artikel over de genetische achtergronden wordt een effectieve populatie grootte ( $N_e$ ) genoemd van 48 individuen over een periode van 32 jaar, waarbij de 8% van de heterozygotie verloren ging (Miller & Kapuscinski, 1980). Volgens Craig (1996) is er geen bewijs voor grote genetische verschillen over het geografische verspreidingsgebied.

De populatieverdubbelingstijd is volgens Froese & Pauly (2004) 1,4 tot 4,4 jaar.

#### *Chromosoomaantal*

Een snoek heeft 50 chromosomenparen, een geslachtscel heeft dus 25 chromosomen (Froese & Pauley, 2004).

### **3.9 Populatiedynamica**

Er is brede overeenstemming over, dat voor een gezonde evenwichtige snoekpopulatie er tenminste voldoende geschikt paaihabitat aanwezig moet zijn. Ook voor de juveniele jaarklassen is voldoende geschikt habitat met submerse of emergente vegetatie nodig (Raaijmakers, 1988; Craig, 1996). De jonge snoek is afhankelijk van vegetatie om zichzelf te beschermen tegen predatie, maar ook om een prooi vanuit een hinderlaag te kunnen bemachtigen. Al lang is onderkend dat de meeste snoeken worden gevangen of aanwezig zijn in gebieden met emergente of submerse vegetatie, die meestal minder dan 4 meter diep zijn. Door radiotelemetrisch onderzoek is aangetoond dat gemerkte snoeken in de zomer 95% van de tijd doorbrachten in of bij aquatische vegetatie (Craig, 1996). Snoeken groter dan 65 cm zijn flexibeler in de selectie van hun habitat en zijn niet zo gebonden aan een plaats of aan de vegetatie. Op windere dagen kozen deze grotere snoeken vaker habitats verder uit de ondiepe oeverzone. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat prooivissen die voor hun voedsel afhankelijk zijn van grote zichtdieptes, ook verder uit de oever wegtrekken (Craig, 1996).

Door onderzoek van Grimm (in: Raaijmakers, 1988) is aangetoond dat de snoekabundantie en biomassa gereguleerd wordt door het voorkomen van habitat met vegetatie. De biomassa snoek < 54 cm varieerde sterk (8 tot 90 kg/ha) voor verschillende wateren in Nederland. Indien deze biomassa werd gerelateerd aan het aanwezige habitat met vegetatie, bleek de verdeling minder te variëren en lag tussen de 109 en 154 kg/ha. De biomassa snoek < 41 cm werd bepaald door de biomassa van grote individuen. Snoek < 30 cm werd meestal gevonden in de submerse of emergente vegetatie. Snoek tussen de 41 en 54 cm werd meestal gevonden aan de randen van begroeide gebieden. Snoek > 54 cm komt voor in begroeide en niet begroeide gebieden (Raaijmakers, 1988). In onderzoeken met directe observaties bleek dat snoeken groter dan 25 cm vaker werden gevonden in dieper en onbegroeid water (Craig, 1996).

#### *Overleving en sterfte factoren*

De overleving van snoek is sterk variabel. Er bestaan populaties van voornamelijk jonge vissen, maar ook populaties met voornamelijk grote volwassen vissen. In Raaijmakers (1988) worden uitgebreide tabellen met sterftefactoren gegeven. In het algemeen ligt de sterftefactor per jaar op 50% of hoger en is de sterftefactor voor mannetjes iets hoger dan voor vrouwtjes.

### 3.10 Parasieten / ziekten

In deze paragraaf worden alleen de meest belangrijkste parasieten en ziekten behandeld. In Raat (1988) en Craig (1996) wordt een lijst gegeven van tientallen parasieten (*Protozoën* (eencelligen, waaronder bacteriën), *Trematoden* (zuigwormen)), *Cestoden* (plat- of lintwormen), *Nematoden* (spoel- of rondwormen), *Acanthocephala* (ankerwormen), *Crustaceen* (kreeftachtigen), *Hirundinea* (bloedzuigers), *Mollusken* (schaaldieren) en *Fungi* (schimmels)). Snoek is gevoelig voor een heel scala aan parasieten en ziekteverwekkers. Niet alle parasieten zijn ziekmakend (pathogeen), maar kunnen de gastheer wel verzwakken en de gastheer gevoeliger maken voor andere ziekten.

#### *Virussen*

Het Pike Fry Rhabdovirus (PFR) is sterk verwant aan het *Rhabdovirus carpio*. De ziekte treedt op bij embryo's en larven tot een lengte van 6 cm. Het wordt ook wel rode ziekte genoemd. Het PFR is wisselend pathogeen, maar kan 100% sterfte geven.

Pike Herpes virus/ Fish pox. Niet duidelijk is of dit dezelfde ziekten zijn. Ook is niet duidelijk of de ziekteverwekker (Herpes virus) een soort is of dat er meerdere soortspecifieke ziekteverwekkers zijn.

Viral Haemorrhagic septicaemia (VHS) of Egtved disease. Deze ziekte is bekend bij salmoniden. Het is ook een Rhabdovirus. Snoek speelt mogelijk een epidemiologische rol in de instandhouding en verspreiding van de ziekte.

#### *Bacteriën*

Ziekten veroorzaakt door bacteriën zijn meestal niet gastheer specifiek en komen vaak voor bij vissen in een stress situatie

- Snoek ziekte, red sore disease of Cuma scuki wordt veroorzaakt door *Aerobacter sp.* In het begin is er een oppervlakkig afsterven van de huid en verlies van schubben. Na verloop van tijd ontstaan er grijswitte vlekken met een rode ontstoken rand. Later worden de ontstoken plekken, die met name voorkomen op de kop, dieper. De vis is gevoelig voor schimmelaantastingen.
- Vibriosis wordt veroorzaakt door *Vibrio anguillarum*. De klinische verschijnselen zijn erg variabel en variëren van bijna geen verschijnselen, behalve spasmen voor de dood, tot bloedingen en erythema (loslaten van de huid en rode vlekken) van de vinnen en andere delen van het lichaam, bloedingen van de lever en nieren en bloedingen in de buikholte.
- Vin rot. Deze ziekte kan veroorzaakt worden door verschillende bacteriën, zoals *Aeromonas*, *Pseudomonas* en *Vibrio*.
- Rode zwerenziekte. Deze ziekte wordt veroorzaakt door *Aeromonas punctata* of *Pseudomonas hydrophillia*, hoewel de resultaten van bacteriologisch onderzoek niet uniform zijn. Ook menen sommige auteurs dat de ziekte veroorzaakt wordt door een virus. Veroorzaakt necrose van de epidermis, verlies van schubben en roodverkleuring van de geïnfecteerde plaatsen. Infectie en tumoren kunnen ontstaan aan de basis van vinnen.

- Furunculosis. Deze ziekte wordt veroorzaakt door *Aeromonas salmonicida*, een bacterie die huidinfecties en huidtumoren kan veroorzaken.

#### *Schimmels*

- *Ichthyophonus hoferi* veroorzaakt witte puntjes op veel interne organen, vooral de lever.
- *Branchiomyces sanguinis* wordt ook wel kieuwrot genoemd veroorzaakt sterke aantasting van de kieuwen, waarbij de kieuwen donker- dan wel lichtrood worden. Het veroorzaakt ook afstoten van weefsel.
- *Saprolegnia sp* is een algemeen voorkomende, niet specifieke schimmel die de eieren en de huid van snoek en andere vissoorten infecteert.

#### *Wormen*

Van wormen (*Helminths*) zijn vele tientallen rond-, zuig- en lintwormsoorten bekend.

Zwarte stippen ziekte of Black spot disease wordt veroorzaakt door platwormen. Platwormen hebben meestal een of meerdere tussengastheren nodig (waaronder slakken en/of vogels). De cercarie (larve van de platworm) boort zich door de huid van de vis en laat hierbij een zwart plekje achter. De cercarie verlaat na verloop van tijd de snoek en veroorzaakt over het algemeen niet veel schade. Bij sommige vissoorten is een flinke aantasting van de ruggenwervels geconstateerd doordat de cercarie zich daar tijdelijk vestigt.

#### *Crustaceën*

De kreeftachtigen *Lernia*, *Argulus* (niet soortspecifiek) en *Ergasilus* kunnen schade aan de vis veroorzaken. Deze parasieten tasten meestal de huid aan.

#### *Overige ziekteverwekkers*

- Bloedzuigers, waaronder *Piscicola sp* (niet soortspecifiek) kunnen zorgen voor een behoorlijke aantasting van de snoek.
- Ook jonge stadia van mollusken (*Anodonta* en *Unionidae*) hechten zich op de kieuwen van vissen, waaronder de snoek. In de meeste gevallen zullen deze gasten niet veel schade aanrichten.
- *Cyzicus mexicanus* (grote zoetwatergarnaal) veroorzaakt grote sterfte onder snoeklarven in Amerika (Craig, 1996).

## **3.11 Bijzonderheden van de soort**

De snoek is een vissoort waarover vele verhalen de ronde doen. De basis is zijn vermeende roofzucht en in de Middeleeuwen werd de snoek beschreven als een verschrikkelijk, onverzadigbaar en mysterieus creatuur, die mensen en dieren zou aanvallen en kleine honden zou opeten. De snoek zou onvoorstelbaar groot en zwaar kunnen worden. In de Middeleeuwen zou Frederik de Tweede een snoek hebben uitgezet in een vijver in Duitsland. In 1239 werd de snoek uitgezet met een koperen ring. De snoek werd in 1497 teruggevangen en had een lengte bereikt van

5 meter 80 en een gewicht van 350 pond. Ook heden ten dagen verschijnen in de krant tijdens perioden met weinig nieuws zoals de zomer, regelmatig nog verhalen over schoothondjes die verdwenen zouden zijn aan de waterkant. De schuldige is vaak een snoek of meerval. De mens is al sinds mensenheugenis geïnteresseerd en gefascineerd door de snoek vanwege zijn lengte en leeftijd. Een ieder die voor de eerste keer een snoek vangt, zal dit ook ervaren als een zeer bijzondere gebeurtenis.

#### *Verwondingen*

Regelmatig worden snoeken aangetroffen die uit- of inwendige beschadigingen hebben opgelopen. De snoeken kunnen blind zijn of hebben ernstige vergroeiingen in de ruggengraat of vinnen. Snoeken kunnen blind worden, omdat sommige hengelaars of beroepsvissers ze in de oogkassen vastpakken bij de landing van de vis. Door het zijlijnsysteem kunnen deze snoeken nog wel prooien lokaliseren en vangen. Snoeken met ruggengraatverwondingen zijn mogelijk als klein snoekje beschadigd geraakt, omdat ze aangevallen zijn door een soortgenoot. De rug staat onder een hoek van maximaal 90° naar boven of naar beneden. De snoeken hebben er schijnbaar weinig last van, ze kunnen oud en groot worden. Ook snoeken die hun staartvin of achterste deel van het lichaam missen, worden gerapporteerd. De wonden zijn meestal geheeld en de snoeken hebben er ogenschijnlijk geen last van (zie foto).



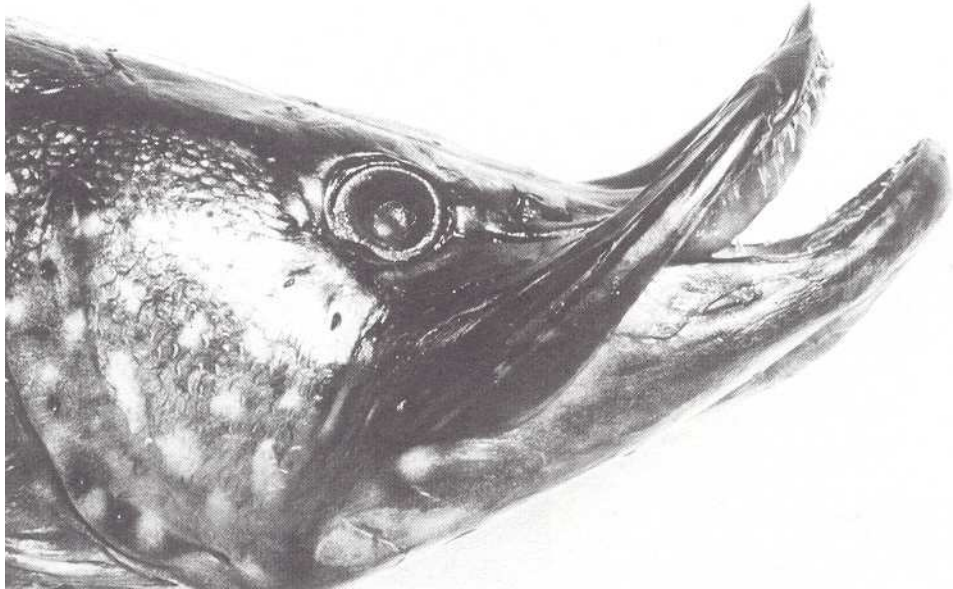
**Snoek zonder staart (foto Sportvisserij Nederland).**

#### *Abnormaliteiten*

In enkele gevallen zijn snoeken beschreven die de vinnen op een abnormale plaats hadden. Waarschijnlijk is dit het gevolg van een niet normale ontwikkeling tijdens de embryonale periode (Raaijmakers, 1988). De mopskop snoek of de snub-nosed snoek wordt ook wel aangetroffen. Het betreft een afwijking, waarbij de bovenkaak beduidend korter en krom is dan de onderkaak. Niet duidelijk is of deze afwijking het gevolg is



van verontreinigingen, zoals bij andere vissoorten (brasem: pug heads). Door sommigen wordt beweerd dat het een natuurlijk voorkomende afwijking is. Deze snoeken kunnen ook normale lengtes en gewichten bereiken (Noorwegen 1979: 9 jaar, 83 cm en 4.5 kg) en hebben verder geen afwijkingen. Door Lindesjö & Thulin (1992) wordt een verband gelegd tussen deze afwijking en de verontreiniging van papierpulpfabrieken in Zweden.



**Snoek met mopskop/snub nosed pike. Foto uit Lindesjö & Thulin (1992).**

#### *Symbiose*

In de literatuur is een verwijzing gevonden naar symbiose tussen snoek en driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*). De snoek is een predator die ook driedoornige stekelbaars eet. De stekels van de stekelbaars bieden slechts bescherming tegen kleinere snoeken. Het poetsgedrag werd waargenomen in een aquarium van de Duisburger Zoo. De poetssymbiose is vergeleken met die van de poetsvisjes in de oceanen. Uit deze vergelijking volgde dat het poetsgedrag van de driedoornige stekelbaars zeer primitief is. Het gedrag verschilde niet van het normale voedselzoekgedrag en ook de snoek leek niet bewust de driedoornige stekelbaarsjes op te zoeken, zoals grote predatoren in de oceanen dat wel doen (Bartmann, 1973). Het gaat hier om een gedrag dat voor beide vissoorten voordeel oplevert. De stekelbaarzen krijgen zo op een relatief gemakkelijke wijze voedsel. Niet bekend is of dit verschijnsel ook in natuurlijke situaties voorkomt.

#### *Mutanten*

Van de *E. lucius* komen ook zilvergekleurde exemplaren (blue pike, silver pike) voor. Uit kruisingsexperimenten is gebleken dat deze kleurmutatie genetisch is bepaald (Crossman, 1978; In Raat, 1988).

De snoek kan in perioden van ijsbedekking overleven bij zuurstofgehaltes van 0,04 mg/l. Snelgroeiende vissen (vrouwtjes) en grote vissen sterven

wel bij deze lage gehalten. De snoek kan lage zuurstofwaarden detecteren en zelfs vermijden (Am. Fish. Soc. 1978).

## 3.12 Plaats in het ecosysteem

### 3.12.1 Predatoren

Snoekeieren worden gegeten door aal. Jonge snoeklarven worden gegeten door aquatische insectenlarven zoals *Dysticus* en haften. Jonge larven worden ook gegeten door baars en andere vissoorten, maar de effecten worden meestal als niet belangrijk gekwalificeerd. Oudere snoeken worden soms gegeten door otters, marterachtigen (*Mustela*) en beren (*Ursus*). De aalscholver eet snoek tussen de 13 en 42 cm lang, maar het aandeel snoek in de maag van deze vogel is meestal maar 1% (Raat, 1988). Ander vogels die snoek prederen zijn de blauwe reiger (*Ardea cinerea*), de vis (*Pandion haliaetus*)- en zeearend (*Haliaeetus albicilla*) en soms door zaagbekken (*Mergus sp.*). Oudere soortgenoten vergrijpen zich ook nog weleens aan een iets kleinere soortgenoot. Het komt voor, dat de prooi zo groot is, dat de snoek erin stikt.



**Tijdens visserijkundige onderzoeken worden regelmatig grote snoeken gevangen, die een iets kleinere soortgenoot verorberd hebben.**

### 3.12.2 Competitie

Als toppredator heeft de snoek relatief weinig concurrentie. In natuurlijke systemen heeft de snoek in zijn jonge levensjaren concurrentie van baars (*Perca fluviatilis*) en mogelijk de kwabaal (*Lota lota*). Door eutrofiering is de snoekstand in Nederland en omringende landen afgenomen door het verdwijnen van hogere waterplanten. De grote snoek is als zichtjager in deze watersystemen in het nadeel ten opzichte van een andere grote predator als snoekbaars (Craig, 1996). De soorten benutten een ruimtelijk ander habitat en de soorten kennen eigenlijk geen directe concurrentie. In het eerste levensjaar kan er in de opgroeigebieden wel directe concurrentie optreden, afhankelijk van de mate van eutrofiering is de snoek in het voordeel bij helder water, snoekbaars bij troebele watersystemen (Craig, 1996).

In wateren waar de snoek voorkomt naast de muskellunge heeft de snoek competitief voordeel, omdat de soort eerder paait en een korter generatieinterval heeft (Craig, 1996).



## 4 Habitat- en milieueisen

### 4.1 Algemeen

Snoek stelt in de afzonderlijke levensfase verschillende eisen aan zijn omgeving. De meeste gegevens over de habitateisen van snoek zijn overgenomen uit het bestaande HGI model van snoek (Bakker, 1992). In dit model wordt de geschiktheid van het milieu bepaald voor alle parameters afzonderlijk. Niet duidelijk is echter of de afzonderlijke parameters elkaar kunnen versterken of afzwakken. De resultaten van de afzonderlijke waarden van het model geven mogelijk geen goede indicatie van de geschiktheid van het habitat.

Voor de leesbaarheid wordt in dit hoofdstuk het embryonale stadium met "eieren" aangeduid en het eleutheroembryo-stadium met "dooierzak-larven". De meeste informatie over de milieueisen is afkomstig uit de synopsis van Raat (1988), samengevat in Bakker (1992).

Literatuurreferenties met een \* zijn afkomstig uit Raat (1988).

### 4.2 Watertemperatuur

#### *Paai*

De paai vindt meestal plaats bij temperaturen variërend van 6-14°C (zie tabel VIII in Raat, 1988). Temperaturen van 1-18°C werden echter ook waargenomen. Een stijgende temperatuur bevordert het paaigedrag, een dalende temperatuur kan de paai onderdrukken of uitstellen (Raat, 1988).

#### *Eieren*

De optimale temperatuur voor de ontwikkeling van de eieren is 9-15°C (Lillelund, 1967\*; Heuschmann, 1940\*). Volgens Willemsen (1959\*) is deze optimale temperatuurrange wat breder, nl. 7-16°C. Volgens Hiner (1961\*) is de range 9-11°C. Hassler (1982\*) vond dat in de VS de optimale temperatuur voor de ontwikkeling van de eieren tussen 6,2 en 20,9° C lag. Volgens Willemsen (1959\*) kunnen de eieren gedurende enkele uren een temperatuur van 2°C overleven. De tolerantierange voor embryo's is volgens de auteur 4-23° C.

Raat (1988) concludeert uit onderzoeken van diverse auteurs dat voor een normale eiontwikkeling en overleving van de (dooierzak)larven de temperatuur hoger moet zijn dan 6°C. Voor kunstmatig bevruchte eieren werd onder natuurlijke omstandigheden een ondergrens van 5 °C gevonden (Hassler, 1970\*). De normale incubatietemperatuur in kweek-situaties is 10-12°C. Opwarming van het volledig ontwikkelde embryo's naar 17°C verkort de tijd waarin het ei uitkomt (Huisman, 1975\*). Swift (1965\*) vond 100% sterfte onder de eieren die werden gehouden bij een temperatuur van meer dan 20 °C. Lillelund (1967\*) vond een lage sterfte bij 18 °C, en een veel hogere sterfte bij 21°C (66-81%). Een zo min mogelijk fluctuerende temperatuur is gunstig voor de overleving (Raat,

1988). Dagelijkse fluctuaties van 5°C (15°-20°C) doet de sterfte onder de eieren met 12% toenemen (Lillelund, 1967\*).

#### *Dooierzaklarven*

De groei is het snelst bij een temperatuur van 26° C, echter de sterfte is ook groter bij deze temperatuur. Bij 7°C treedt geen groei meer op. De toename in biomassa (groei en overleving samen) is het grootst bij 21°C (Hokanson, McCormick & Jones, 1973\*).

#### *Larven en juvenielen*

Larven zijn gevoeliger voor lage temperaturen dan dooierzaklarven en overleven niet bij 3°C (Hassler, 1982\*). In de intensieve kweek wordt een watertemperatuur gehandhaafd van 15 tot 20°C (Steffens, 1976\*). De letale temperatuur van 0+ snoek is vastgesteld op 30,8°C (Cvancara, Stieber & Cvanvara, 1977\*).

#### *Adulten*

Het fysiologische optimum voor jonge snoek aan het begin van de geslachtsrijpheid is 19-21°C (Casselman, 1978\*). De geprefereerde temperatuur is 23-24°C (McCauley & Casselman, 1981\*). De letale temperatuur voor bijna adulte snoek is vastgesteld op 29,4 °C (Casselman, 1978\*). Een temperatuur van 0,1°C wordt voor lange tijd getolereerd (Casselman, 1978\*). Een plotselinge daling van de temperatuur kan echter wel sterfte tot gevolg hebben (van 22 naar 5°C).

## **4.3 Zuurstofgehalte**

#### *Eieren en dooierzaklarven*

Bij een zuurstofgehalte van minimaal 2,4 mg/l O<sub>2</sub> is de eiontwikkeling normaal. Een verzadigingspercentage van 50% zuurstof is voldoende voor de ontwikkeling van het embryo tot en met het dooierzakstadium en het begin van het larvale stadium (exogene voeding). Een percentage van 33% zuurstofverzadiging is eveneens genoeg tot aan het stadium van uitwendige voeding, maar daarna is de overleving onzeker (Siefert, Spoor & Syrett, 1973\*).

#### *Larven en juvenielen*

In de intensieve kweek van snoek wordt een minimum zuurstofgehalte van 5 mg/l aangehouden (Steffens, 1976\*). Over het zuurstofgehalte in de natuurlijke situatie zijn geen gegevens gevonden.

#### *Adulten*

Douderoff & Shummway (1970\*) geven als kritische waarde een zuurstofgehalte van 0,2-0,5 mg/l. Snoek kan in de winter goed overleven bij een zuurstofgehalte van 0,3 mg/l (Raaij, 1988). Magnuson & Karlen (1970\*) namen gedurende enkele weken snoek onder het ijs waar bij een gehalte van minder dan 0.1 mg/l. Naarmate de temperatuur hoger is, is de tolerantie voor lage zuurstofgehalten minder. Volgens de kromme van Casselman (1978\*) die is opgesteld aan de hand van diverse onderzoeken is een zuurstofgehalte van 0,2 en 1,35 mg/l letaal bij een temperatuur

van respectievelijk 0,1° C en 28° C. Bij de door de snoek geprefereerde temperatuur van 20° C is de letale zuurstofconcentratie 0,75 mg/l.

## 4.4 Zuurgraad

Volgens Duplinsky (1982\*) werd sperma immobiel bij een pH van minder dan 5,4. De optimale pH voor bevruchting van de eieren is 7 (Lindroth, 1946\*; Eister & Mann, 1950\*). In een oplossing met een pH van 9 bleef sperma veel langer actief en de eieren langer vruchtbaar dan in gewoon water (Marcel, Montalembert & Billard, 1978\*).

### *Eieren*

Leuven & Oyen (1987) namen in wateren met een pH van 4,5 nog succesvolle reproductie van snoek waar. Volgens Alabaster & Lloyd (1982) is snoek in staat zich voort te planten in meren met een pH van 4,2-4,4. Bij een pH van minder dan 4,5 was er geen overleving van embryo's door ernstige misvormingen (Milbrink & Johansson, 1975\*). Bij een pH van 5,1 was slechts 10% van de embryo's misvormd.

### *Dooierzaklarven*

De sterfte onder net uitgekomen dooierzaklarven was na 8 dagen 97% bij een pH van 4,2, 26% bij een pH van 5,2 en 17% bij een pH van 6,8 (Johansson and Khilstrom, 1975\*). Volgens de auteurs kan de snoek zich daarom niet voortplanten bij een pH van 4,0-4,5. De ondergrens van de letale waarden komt goed overeen met onderzoek van Louarn & Webb (1998). Zij vonden een ondergrens van 4,5 en een bovengrens voor embryo's van 10,5. echter onder een pH van 6 vonden de auteurs een hogere sterfte (46,7%) en een verminderde zwemcapaciteit, zodat een pH onder de 6 het succes van nakomelingschap negatief beïnvloed.

### *Vrijzwemmend broed*

Le Louarn en Webb (1998) vonden letale waarden voor vrijzwemmend broed onder de 6 en boven de 10.

### *Adulten*

De snoek heeft in verhouding tot bijvoorbeeld cypriniden een brede pH tolerantie. Een range van 9,5-9,8 wordt tenminste vier maanden lang door snoek getolereerd (McCarraher, 1962\*). In een water met een pH van 4,0 werd snoek als dominante vissoort waargenomen (Leuven & Oyen, 1987). Snoek werd slechts in kleine aantallen waargenomen in wateren met een pH van 8,0-9,5 (Leuven & Oyen, 1987).

Bij het bepalen van (sub)letale waarden is vaak geen rekening gehouden met andere effecten die optreden door een lage pH. In natuurlijke systemen neemt de concentratie aan opgeloste metalen vaak toe tot niveaus die schadelijk kunnen zijn.

## 4.5 Doorzicht

Een doorzicht van 40 cm of minder is ongeschikt voor een goede ontwikkeling van submerse waterplanten, een doorzicht van 1 meter wordt als goed beschouwd en een doorzicht van 3 meter of meer als optimaal.

### *Eieren*

Siltdeposities van 1 mm per dag of meer veroorzaakte onder de eieren een sterfte van 97% en meer (Hassler, 1970\*). In het Nederlandse binnenwater is een rijke groei aan submerse vegetatie in het littoraal geassocieerd met een goed doorzicht. Indien de nutriëntenbelasting van een rijk begroeid water wordt verhoogd treedt algengroei op en zal de aanwezig submerse vegetatie langzaam maar zeker verdwijnen doordat het invallend licht beperkend wordt. In deze overgangssituatie kan nog wel submerse vegetatie aanwezig zijn terwijl het doorzicht reeds gering is. Voor een goed ontwikkelde en op de lange termijn stabiele submerse vegetatie is helder water dus een vereiste.

## 4.6 Saliniteit

### *Paai*

Snoek uit de Baltische zee paait meestal in uitmondende rivieren of estuariën, echter ook wel in ondiepe delen in de zee zelf. De vegetatie waarop de eieren worden afgezet bestaat hier meestal uit *Fucus vesiculosus* (Lethonen & Toivonen, 1981\*). Het zoutgehalte wordt echter niet vermeld.

### *Eieren t/m juvenielen*

Steffens (1979\*) vermeldt een experiment waarin juveniele snoek werd geproduceerd in brak water met een zoutgehalte van 3-4 promille (g/l)

### *Adulten*

Het hoogste zoutgehalte waarbij snoek is gesignaleerd is 11-15,5 promille (g/l) (Marshall & Johnson, 1971\*). Andere zoutgehaltes waarbij snoek nog veelvuldig voorkomt liggen tussen 5-7 promille (Johnson & Muller, 1978\*; Lind & Kaukoranta, 1975\*).

## 4.7 Stroomsnelheid

### *Adulten*

In rivieren wordt snoek voornamelijk gevangen in zwak stromende gedeelten (Paragamian, 1976\*). De snoek is niet goed in staat om zich langere tijd in de stroming te handhaven. De maximale stroomsnelheid die 10 minuten lang weerstaan wordt is 44 cm/s. Bij een stroomsnelheid van 26 cm/s kan de snoek zich 100 min handhaven (Jones, Kiceniuk & Bandford, 1974\*; Diana, 1980\*).

Door Froese & Pauly (2004) worden zwemsnelheden gemeld tussen de 1,4 m/s voor snoeken vanaf 20 cm en 2,8 m/s voor een snoeken met een



lengte van 44 cm. In andere onderzoeken wordt 3 tot 4,5 m/s gemeld zonder de lengte van de vis te vermelden (Beamish, 1971).

## 4.8 Waterdiepte

### *Paai, eieren en embryo's*

Uit de vele observaties van Franklin & Smith (1963\*) en Alldridge & White (1980\*) blijkt dat de diepte van de waterkolom het meest bepalend is voor de plaats van de paai en niet zozeer het soort waterplanten. De paai vindt meestal plaats in water van 25-100 cm diep. Fortin et al. (1982\*) vond dat paaiende snoek een voorkeur had voor water in de oeverzone van minder dan 60 cm diep. In Lake Windermere werd soms paaiende snoek waargenomen in water van slechts 15-30 cm diep (Frost & Kipling, 1967\*). In de Baltische Zee paaide de snoek in water van 50-200 cm diep (Lethonen & Toivonen, 1981\*).

Uit onderzoek in stuwmeren, meren en rivieren is bekend dat een hoge en stabiele waterstand voor minstens een maand lang na de paai een positieve invloed heeft op de reproductie van snoekpopulaties (Lohnson, 1956\*; Hassler, 1970\*; Nelson, 1978\*; Rundberg, 1977\*; Threinen, 1969\*; Groen & Schriecker, 1978\*; Fortin et al., 1982\*; Gaboury & Patalas, 1984\*; Gravel & Dubé, 1980\*). Doordat begroeide oevers dan onder water staan kunnen hier de eieren worden afgezet.

### *Larven en juvenielen*

Vrijzwemmende larven tot een lengte van 4 cm komen voor in open water (Raaij, 1988). Het laatste larvale stadium (lengte >5 cm) bevindt zich tussen de vegetatie op een diepte van 0,5-1 m (Raaij, 1988).

Adulte snoek werd in een Canadees meer zelden dieper dan 4 meter gevonden gedurende de zomer (Diana, 1979\*). Turner & Mackay (1985) vonden in een ander Canadees meer dat de snoek voornamelijk op dieptes van minder dan 1 m voorkwam. In het algemeen wordt de snoek wordt meestal gevangen in gedeelten die niet dieper zijn dan 10 m (Raaij, 1988). Jenkins (1982\*) kwam na onderzoek aan 35 stuwmeren dat de productie van snoek het best voorspeld wordt door de gemiddelde diepte van het water en de lengte van het groeiseizoen.

### *Peilverlaging*

Snoek kan in wateren paaien met een diepte van slechts 15 cm (Frost & Kipling, 1967\*). Een peilverlaging van 15 cm gedurende de ontwikkeling van eieren en dooierzaklarven kan dus al sterfte veroorzaken, daar deze stadia zijn vastgehecht aan de vegetatie en niet kunnen migreren.

Aangezien de snoek paait over een diepterange van 25-100 cm en een voorkeur heeft voor een diepte van minder dan 60 cm, zal een peildaling van 50 cm een behoorlijke sterfte tot gevolg hebben en een peilverlaging van 100 cm desastreus zijn

## 4.9 Bodemsubstraat

Frost & Kipling (1967\*) namen waar dat de paaiplaatsen in Lake Windermere relatief beschutte oeverzones waren, meestal omzoomd met

oevervegetatie. Het bodemsubstraat bestond voornamelijk uit silt en grof zand, stenen waren nu en dan aanwezig. Voor de oudere levensstadia lijkt het type bodemsubstraat weinig uit te maken. Snoeken worden aangetroffen in wateren met een modderbodem, maar ook op wateren met een grindbodem. In het buitenland komen snoeken ook voor op rivieren met een bodem van stenen.

## 4.10 Vegetatie

### *Paai, eieren en dooierzaklarven*

Uit vele observaties werd duidelijk dat niet zozeer het type waterplant maar de diepte bepalend is voor de plaats van de paai. McCarraher & Thomas (1972\*) vonden echter dat de snoek bij voorkeur de eieren afzet op ondergelopen gras ondanks de aanwezigheid van voldoende (emerse) waterplanten. Toner & Lawler (1969\*) namen eveneens paaiende snoek waar op ondergelopen graslanden. Snoek uit de Baltische paait meestal op vegetatie in kleine riviertjes, estuarieën en ondiepe baaien. De eieren worden echter ook wel in zee afgezet op het wier *Fucus vesiculosus* (Lethonen and Toivonen, 1981\*).

Frost & Kipling (1967\*) namen waar dat de paaiplaatsen in Lake Windermere relatief beschutte oeverzones waren, meestal omzoomd met riet (*Phragmites*). Het bodemsubstraat bestond voornamelijk uit silt en grof zand, stenen waren nu en dan aanwezig. De aanwezige submerse waterplanten waren waterpest (*Elodea*), vederkruid (*Myriophyllum*) en *Nitella*, een kranswier. Deze planten kwamen voor op een diepte van 2 tot 3,5 m. In de meeste andere wateren werd paaiende snoek waargenomen in gebieden met emerse waterplanten, zoals riet (*Phragmites*), zegge (*Carex*) en paardestaart (*Equisetum*) (Fabricius, 1950\*). Volgens Kennedy (1969\*) werd in sommige Ierse meren gepaaid in ondiep water boven gras en zegges. De eieren werden hier afgezet op fonteinkruid (*Fontinalis* sp.), struisgras (*Agrostis stolonifera*) en knolrus (*Juncus bulbosus*) en in mindere mate op ondergedoken moerasscherm (*Apium inundatum*) en watermunt (*Mentha aquatica*). Koz'min (1980\*) vond eierpakketjes van snoek in water tot 50 cm diep op de stengels van helofyten en op ondergelopen graslandvegetatie. De belangrijkste paaigebieden lagen in de ondiepe gedeelten met helofytenbegroeiing ("reedbeds"). Franklin & Smith (1963\*) en Alldridge & White (1980\*) namen waar dat de snoek nooit paaide in erg dichte vegetatie zoals lisdodde en dicht struikgewas ("brush") maar wel op elk ander vegetatietype.

### *Larven en juvenielen*

Jonge snoeken hebben een voorkeur voor verblijf tussen de submerse vegetatie. In het voorjaar werd 0+ snoek drie maal zoveel gevangen in submerse vegetatie dan in emerse vegetatie en meer dan 10 keer zoveel dan in delen zonder enige vegetatie (Holland & Huston, 1984\*). Dit bleef zo tot het einde van de zomer toen de jonge vis naar de minder begroeide delen trok met een hoger zuurstofgehalte. Volgens Grimm & Riemens (1976\*) en Grimm (1981\*, 1983\*, 1983a») is de totale oeverlengte die begroeid is met waterplanten een bepalende factor voor de dichtheid van 0+ snoek.

### *Adulten*

In meren heeft de snoek een voorkeur voor bodems begroeid met planten als voorjaars- en zomerhabitat. Carbine & Applegate (1964\*; in: Raat, 1988) vonden gemerkte snoek terug in vegetatie die zowel submers alsemers was of alleen submers van karakter. Dominante soorten waren biezen en fonteinkruid. In de Baltische Zee leeft de snoek voornamelijk in gedeelten met wier (*Fucus*) of riet (*Phragmites*) (Raat, 1988). In een Canadees meer had snoek gedurende de zomer een voorkeur voor zones met waterplanten, en 78% verbleef binnen 300 meter van de oever (Diana, 1979\*). Volgens Grimm (1981\*) is het jachtsucces van de snoek afhankelijk van de mogelijkheid om onopgemerkt te blijven. Deze dekking wordt gevonden in de vegetatie. Indien er geen waterplanten aanwezig zijn dan bieden een onregelmatige bodem en obstakels de nodige beschutting/dekking (Grimm, 1983\*). Deze vorm van beschutting wordt ook gebruikt door exemplaren van 40-55 cm aan de rand van begroeide zones. De kleinere exemplaren zoeken nog dekking in de dichte begroeiing die ondoordringbaar is voor de grotere snoek. In Lough Erne werd zowel de kleinere snoek als de grotere snoek (>25 cm) het meest gevonden tussen biezen en waterlelies. Tussen paardestaarten en lisdodden werden de laagste dichtheden gevonden (Maily & Brown, 1983\*). Uit diverse onderzoeken blijkt dat de snoekstand is achteruit gegaan sinds circa 1960 door het verdwijnen van aquatische vegetatie en eutrofiëring (Hartmann, 1977\*; Willemsen, 1980\*; Svardson & Molin, 1981). Volgens Waldow (1978\*) leidde de drastische afname van rietbegroeiing in de Grosse Müggelsee tot het nagenoeg geheel verdwijnen van snoek en zeelt. De draagkracht van één hectare water begroeid met waterplanten werd voor snoek van 0-55 cm lengte geschat tussen 80 en 150 kg (Grimm & Riemens, 1976\*; Grimm, 1981\*, 1983\*, 1983a\*).

## **4.11 Waterkwaliteit**

### **Zwavelwaterstof (H<sub>2</sub>S)**

#### *Dooierzaklarven*

Het dooierzakstadium is gevoeliger voor H<sub>2</sub>S dan het embryostadium van snoek. De tolerantiegrens ligt tussen 0,004 en 0,006 ppm bij een blootstelling van vier dagen lang (Adelman & Smith, 1970\*; Smith & Oseid, 1970\*). In FishBase (Froese & Pauley, 2004) worden 0,02 en 0,037 microgram per liter als LC 50 grens (mediaanwaarde waarbij 50% van de geteste groep organismen sterft) genoemd.

#### *Overige stoffen*

In Rusland is een onderzoek verricht naar de effecten van olie en emulgeerders op de ontwikkeling van de eieren. De olie of oliedeeltjes hadden geen directe invloed op het uitkomstpercentage van de eieren, maar het percentage afwijkende larven was wel hoger. De oliedeeltjes waren sterk giftig voor snoeklarven in bepaalde ontwikkelingsstadia. Bij hoger temperaturen waren de toxische effecten groter (Haekkila & Niemi, 1973).

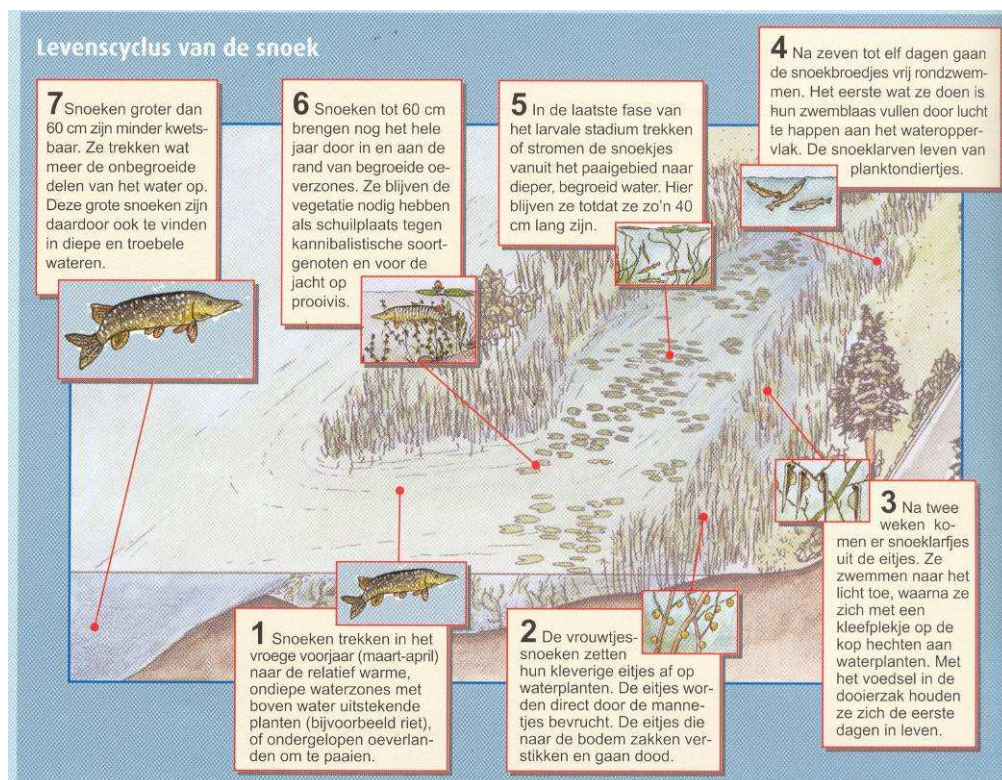
De blootstelling aan vervuilingen in het aquatisch milieu leidt tot verstoringen in de hormoonhuishouding van vissen. Voor baars en snoek werden verhoogde cortisolwaarden gemeten in Quebec. Voor overige pesticiden waarvoor snoek gevoelig is, wordt verwezen naar [www.pesticiden.org](http://www.pesticiden.org)

## 4.12 Ruimtelijke eisen

In de literatuur zijn geen aanwijzingen gevonden over een minimum oppervlak voor een populatie. Gezien de vrij geringe oppervlak die een snoek nodig heeft en een geringe minimum populatiegrootte, kan de snoek zich meerdere generaties lang handhaven in een vrij klein water. Daarbij moet worden gedacht aan enkele hectares oppervlak.

## 4.13 Migratie

Voor de snoek lijkt migratie geen beperkende factor voor het voorkomen te zijn. Buiten het paaiseizoen is de snoek plaatstrouw. Als een snoek in de nabijheid van zijn leefmilieu geschikt paaigebied vindt, lijkt het volbrengen van de levenscyclus op een vrij klein gebied gewaarborgd.



**Schema levenscyclus van de snoek (bron: Sportvisserij Nederland).**

## 5 Visserij

### *Sportvisserij*

Snoek is een belangrijke vissoort voor de sportvisserij. In vele landen waar de snoek voorkomt wordt er intensief op gevestigd. De belangrijkste drijfveren om te gaan sportvissen in het algemeen zijn het genieten van de natuur, ontspanning en de vangst van vis voor consumptie.

Voor Duitsland zijn geen exacte gegevens over de hengelvangsten van snoek bekend (Steffens en Winkel, 1999). Ook voor Nederland ontbreken exacte gegevens over hengelvangsten en beroepsvisserijvangsten. In Finland werd in 1976 door circa 340.000 hengelaars circa 13 kg snoek per jaar per hengelaar gevangen. De economische waarde van de recreatieve visserij in de Verenigde Staten op snoek in 1992 is berekend op US\$ 20 miljoen, dit is een kwart van de waarde voor de totale recreatieve sportvisserij (Craig, 1996). Het grootste deel van de gevangen snoek in de Verenigde Staten is bestemd voor de eigen consumptie. In Nederland wordt de snoek gevangen met kunstaas of met een dode vis. In Nederland wordt snoek niet vaak meegenomen voor consumptie. Snoekvlees bevat veel kleine graten.



**Foto: Sportvisserij Nederland**

### *Hengelmortaliteit*

Er is slechts weinig onderzoek aan hengelsterfte specifiek bij snoekachtigen gedaan. Burkholder (1992) ving snoek aan verschillende haaktypen en vond een overall haakmortaliteit van minder dan 5%. Meerdere vangsten bleken geen effect te hebben op de mortaliteit. De vangbaarheid van snoek aan de spinner (kunstaas) is erg laag, als hij eenmaal aan de spinner is gevangen. Dit effect is veel minder bij het gebruik van aasvis (Beukema, 1970a en b).

Door OVB onderzoek in proefvijvers kon geen verschil in overleving worden aangetoond tussen snoeken die met de dreg (3-tandige haak) en



snoeken die met een enkele haak gevangen zijn (indien de haken niet zijn geslikt en waarvan de haak direct kon worden verwijderd (Riemens, 1975). In Nederland is in de jaren 70 van de vorige eeuw een onderzoek verricht naar de overleving van teruggezette snoek op lange termijn. Daarbij werd onderscheid gemaakt tussen levend aas en spinner (kunstaas), gecombineerd met wel of niet slikken van het aas. De resultaten van dit onderzoek zijn vermeld in onderstaande tabel.

**Tabel 5.7 De overleving van gehaakte snoek (55-80 cm), 10 maanden na vangst (OVB, 1970).**

Vangmethode	Aas geslikt	Aantal gevangen snoeken	Na 10 maanden nog in leven
Levend aas enkele haak	Nee	26	25 (96%)
Levend aas dreg	Nee	23	23 (100%)
Levend aas enkele haak	Ja	24	21 (88%)
Levend aas dreg	Ja	50	43 (86%)

Van de vissen die de haak hadden geslikt, maar dit overleefden, bleken de ingeslikte delen uit het lichaam verdwenen te zijn of waren ingekapseld (OVB, 1994).

Men kan het slikken van de haak vrij goed voorkomen door bij aanbeet direct "aan te slaan" en niet te wachten (tot men er zeker van is dat men beet heeft).

Van enkele haaktypen is bekend dat zij wel grote sterfte geven onder gevangen snoeken. De korte termijn sterfte (48 uur) van snoeken gevangen met een dreg (drietandige haak) was minder dan 1%, maar snoeken gevangen met een zogenaamde Zweedse haak beaast met een spieringachtige was 33% (DuBois et al., 1994).

Door inzet van vrijwilligers en gedragscodes voor de hengelaar kan het imago van de hengelsport verbeterd worden. Door de OVB zijn gedragscodes opgesteld ten aanzien van het gebruik van leefnetten en het landen en onthaken van snoek (van Emmerik & de Laak, 2003), in overleg met de Snoek studiegroep Nederland België (SNB).

#### *Beroepsvisserij*

In Nederland wordt snoek gevangen door beroepsvissers. Meestal wordt snoek gevangen als bijvangst in de aalvisserij, of in de visserij op snoekbaars. De snoek is niet erg gewild als consumptievvis in Nederland vanwege zijn fijne graten. Daarom wordt er niet erg gericht op deze vissoort gevestigd.

De vangsten van snoek in het relatief grote Tjeukemeer zijn erg laag. Gemiddeld werd er over een periode van 5 jaar 0,074 kg per hectare geoogst. In meer begroeide meren zoals het Sneekemeer en Slotermeer werd 0,3 kilo per hectare geoogst. Ook in andere meren, bijvoorbeeld Zweden, varieert de vangst van 0,06 tot 0,39 kg per hectare. Door een verhoogde inspanning kan een hogere vangst worden gerealiseerd. Gedurende 5 jaar werd gemiddeld 4,7 kg per hectare geoogst. Uit enkele ander landen zijn wel wat (gedateerde gegevens over de vangsten van snoek bekend. Deze zijn weergegeven in onderstaande tabel (Craig, 1996):

**Tabel 5.8**      **Gemiddelde jaarlijkse commerciële vangst van snoek over de periode 1974-1984.**

<b>Land</b>	<b>Vangst per jaar in tonnen</b>
USSR	12894
Finland	7254
Canada	3739
Turkije	473
Duitsland	424
Polen	379
Zweden	302
Andere landen gecombineerd	470

In 1975 bedroeg de waarde van de snoekvisserijen US\$ 8.5 miljoen voor de beroepsvisserij, dit is ongeveer 1/3 van de waarde van alle vislandingen. In 1992 was de vangst van snoek gestegen tot 4001 ton (Baltische zee) en 13142 ton voor de binnenwateren. De meeste snoeken worden gevangen met kieuwnetten en zegens. In de paaiperiode kunnen snoeken efficiënt gevangen worden met fuiken (Craig, 1996).





## 6 Bedreigingen

De snoekpopulatie is gevoelig voor een afname van het paaigebied en een afname van het opgroeigebied voor de larven/juvenielen (Craig, 1996; Raat, 1988). Het verdwijnen van paaigebieden door verdwijnen van moerassen, tijdelijke overstromingszones, andere ondiepe vegetatiezones en andere ingrepen in de morfologie van een water hebben een sterk negatieve invloed op de snoekpopulatie. Ook eutrofiëring kan onder dit rijtje antropogene invloeden worden genoemd, omdat eutrofiëring zorgt voor een lange termijn afname van de snoekpopulaties. Door eutrofiëring wordt de balans tussen hogere waterplanten, epifyten (planten die groeien op hogere waterplanten) en fytoplankton (algen) verstoord in het voordeel van het fytoplankton. Hierdoor neemt de helderheid van het water af en verdwijnen de hogere waterplanten. De snoek is hiervoor erg gevoelig, omdat de snoek afhankelijk is van deze waterplanten voor beschutting. Daarnaast wordt de snoek beperkt in het jagen omdat de zichtdiepte afneemt. Hoewel de snoek vrij tolerant is voor lage zuurstofwaarden kan hoge sterfte onder snoeken optreden in geëutrofiëerde watersystemen. Dit komt voor bij massale sterfte van algen m.n. in het najaar, waarvoor veel zuurstof nodig is voor de afbraak.

Voor de snoek als toppredator zijn er eigenlijk weinig bedreigingen. Ondanks een hoge visserijdruk met eventueel daaraan gekoppeld een hoge visserijsterfte kan de snoek bijna niet verdwijnen uit een watersysteem. Het systematisch doden van alle gevangen snoeken (culling), blijkt op termijn geen uitroeiing van de soort te bewerkstelligen. Er vindt wel een verschuiving plaats naar meer en kleinere exemplaren, doordat er geen bijbehorende reductie van de nakomelingen door grote snoek was. Door immigratie en een omgekeerde relatie tussen de natuurlijke en visserijmortaliteit was er weinig effect van de verwijdering van snoeken (Mann, 1985).



# 7

## Beheer

Voor het beheer van snoekpopulaties zijn vele beheermaatregelen beschikbaar.

In Nederland bestaat het beheer voornamelijk uit een wet- en regelgeving, zoals een vangstverbod in de periode 1 maart tot en met 30 juni. Dit komt grotendeels overeen met de paaiperiode van de snoek.

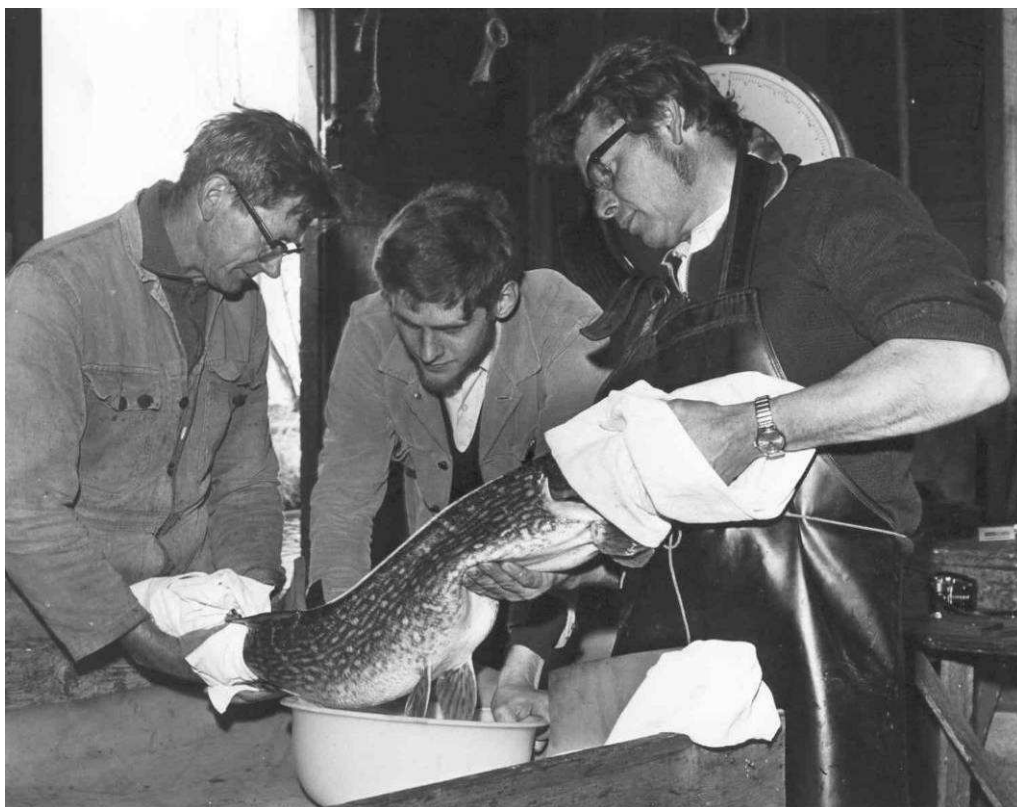
Daarnaast bestaat er een minimum maat voor gevangen snoek van 45 cm. Enkele visstandbeheerders hebben deze maat verhoogd tot 50 cm om de snoekpopulatie te vergroten. In Nederland mag sinds 1997 niet meer met levende aasvis op snoek gevist worden.

Vanuit de Snoekstudiegroep Nederland-België (SNB) wordt gepromoot om grote snoeken terug te zetten, zodat deze snoeken ook door andere hengelaars nogmaals gevangen kunnen worden. De SNB streeft naar een volledig meeneemverbod van snoek. Alle gevangen snoek dient in hetzelfde water te worden terug gezet. Ook voor beheersdoeleinden mogen geen snoeken uit het water worden verwijderd (SNB, 2004).

In Nederland, maar ook in andere landen werd in het verleden veel snoek gekweekt om te worden uitgezet. Door het uitzetten van snoekjes dacht men de dichtheden van snoek kunstmatig te kunnen verhogen. Door praktijkonderzoek van o.a. Grimm (1984; In Raat, 1988) is gebleken dat het uitzetten van jonge snoekjes weinig effect heeft op de aantallen oudere snoeken. De snoekpopulatie wordt gereguleerd door de hoeveelheid aquatische vegetatie en het eventueel voorkomen van kannibalisme.

De snoekjes werden uitgezet met een lengte van 2 tot maximaal 4 à 5 cm. Snoeken kunnen niet tot een grotere lengte doorgekweekt worden omdat zij niet of zeer moeilijk kunstmatig voer (pellets) opnemen en omdat er kannibalisme optreedt (Craig, 1996; Raat, 1988).

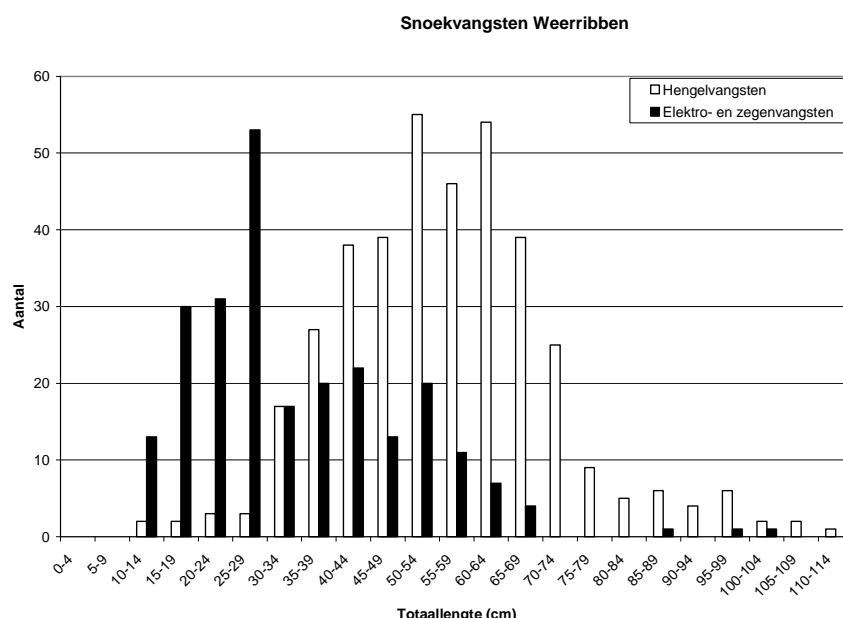
Voor het beheer van snoekpopulaties kunnen maatregelen als vergroting paaigebieden, verwijdering of verlaging nutriënten, aanleg natuurvriendelijke oevers en een natuurlijk peilbeheer genoemd worden als beheersmaatregel.



**Het afstrijken van een snoek ten behoeve van de snoekkweek door de OVB**

## 8 Kennisleemtes

Er is veel onderzoek gedaan aan de snoek. Toch zijn een aantal dingen niet bekend. Studies over de dynamica van snoekpopulaties hebben veel inzicht gegeven in het begrijpen van de algemene dynamica van vispopulaties. Dit is vooral het geval in simpele watersystemen met een beperkt aantal vissoorten. Toch is de beschrijving van de populatiedynamische processen vooral kwalitatief, omdat het kwantificeren van vispopulaties kostbaar in tijd en geld is. In Raat (1988) en Craig (1996) wordt een uitgebreid overzicht gegeven van de dichtheden snoek in diverse wateren in het verspreidingsgebied van de snoek. De dichtheden van snoek vertonen veel variatie tussen de jaren en tussen wateren. In Craig worden dichtheden van 2 tot 200 individuen per hectare genoemd en een biomassa van 4 tot 115 kilo. Zoals eerder genoemd, geeft een omrekening naar een biomassa per hectare begroeid water een meer consistent beeld van de maximum draagkracht van een water. Trends in de vangststatistieken geven niet altijd een trend in de populatie weer. Vooral bij selectieve visserijmethoden of visserijlocaties kunnen onterechte conclusies uit onderzoeken worden getrokken. Kieuwnetvisserijen, elektrovisserijen en hengelvangsten geven vaak een eenzijdig vertekend beeld van de werkelijke situatie weer. Bij een elektrovisserij wordt voornamelijk de begroeide oeverzone bevestigd, grote snoeken zullen niet of nauwelijks worden gevangen. Bij hengelvangsten worden voornamelijk de grotere vissen (meestal vrouwelijk) gevangen. De gegevens van hengelvangstregistraties kunnen vaak wel aanvullende informatie geven over de populatie.



**Figuur 8.1 Snoekvangsten in de Weerribben (Noordwest Overijssel) (Leijzer & Beekman, 2003)**

Tijdens een onderzoek in de Weerribben (Noordwest Overijssel) is in het kader van een Visstandbeheerplan voor het gebied een vergelijking gemaakt van de zegen- en elektrovangsten en de vangsten van sportvissers in het gebied. Uit bovenstaande figuur blijkt duidelijk dat met de hengel meer grotere vissen worden gevangen. Met de hengel zijn 385 vissen gevangen, voornamelijk tijdens de elektrovisserij zijn 244 snoeken gevangen (Leijzer & Beekman, 2003). Dit beeld komt goed overeen met de conclusies van Craig (1996) over selectiviteit van vangtuigen tijdens onderzoeken.

De effecten van onttrekking van snoek aan de populatie zijn in het algemeen dat er minder hele grote exemplaren voorkomen en dat de aantallen en biomassa van de kleinere klassen meestal iets toenemen.

Ondanks het vele onderzoek aan snoekpopulaties is nog geen goed model voor het beschrijven van de populatie gevonden. Hoewel enkele mechanismen de snoekpopulatie sturen, is het opstellen van een model erg lastig, omdat een aantal andere factoren, die de populatiedichtheden bepalen, moeilijk mathematisch beschreven kunnen worden. Deze factoren zijn (Craig 1996):

1. Ouderdier biomassa en fecunditeit;
2. Habitat en voedselvoorziening;
3. Abiotische factoren;
4. Predatie en kannibalisme;
5. Jaarklasse sterkte;
6. Sterfte volwassen dieren;
7. Immigratie en emigratie.

Ad 1. Ouderdier-biomassa en fecunditeit (vruchtbaarheid). Het bestand aan ouderdieren is meestal een goede indicatie voor de aantallen eieren die gelegd worden. Echter, er is meestal geen overeenkomst tussen de populatiefecunditeit en de jaarklassterkte aan het eind van het jaar en ook niet na bijvoorbeeld twee jaar, als de meeste nakomelingen volwassen zijn geworden. De overleving van ei tot juveniel is erg variabel (0,037% tot 0,399%, Craig, 1996) en de overleving tot 2 jaar oude vis kan met een factor 7 variëren. Hoewel er geen relatie tussen het aantal ouderdieren en de jaarklassesterkte bestaat, is in een langjarig onderzoek in Windermere wel gebleken dat een zwakke jaarklasse ouderdieren nooit de basis is voor een sterke jaarklasse.

De grootte van de eieren neemt toe met de grootte van het vrouwtje (Craig, 1996), maar er is geen relatie tussen eidiameter en de overleving of grootte in het fry stadium.

Ad 2. Habitat en voedselvoorziening

De rol van het habitat, met name de vegetatie is al eerder ter sprake gekomen. Een habitat met veel vegetatie heeft een positieve invloed op de populatiedichtheden.

Ad 3. Abiotische factoren

Uit een aantal onderzoeken is gebleken dat hoge waterstanden en een hoge temperatuur de belangrijkste abiotische factoren zijn, die de jaarklassterkte bepalen. Overstroming van paaigebieden en opgroei-

gebieden tijdens de paai en opgroei van de larven geeft een betere overleving. Dit komt omdat de larve er veel beschutting vindt en de productie van invertebraten hoog is. Een hoge waterstand en goede temperatuur draagt in achtereenvolgende jaren niet altijd bij aan een sterke jaarklasse. Uit onderzoek van Craig (1996) in Windermere in de jaren 1969 tot 1978 bleek een hoge temperatuur niet bij te dragen aan de jaarklassterkte, in de periode daarvoor wel. Andere factoren spelen een belangrijkere rol in de jaren 1969 tot 1978.

#### Ad 4. Predatie en kannibalisme

Het is erg lastig om in het veld de effecten van predatie en kannibalisme te kwantificeren. De snoeklarven worden gepredeerd door baars en invertebraten, maar de effecten op de jaarklassterkte zijn niet bekend. Kannibalisme bij snoek neemt toe bij een afnemende dichtheden aan prooidiertjes. Deze dichtheidsafhankelijke sterfte van snoek door kannibalisme kan de jaarklassterkte reguleren. Kannibalisme vindt plaats binnen en tussen jaarklassen. Met name de 0+ jaarklassen predeert leeftijdsgenoten bij gebrek aan voldoende grote prooivissen. Ook predatie door oudere snoeken zorgt voor een laag recruitment.

#### Ad 5. Jaarklasse sterkte;

De jaarklassterkte van 0+ snoek wordt voor een deel bepaald door de temperatuur. De jaarklassterkte van de oudere snoeken is minder variabel, omdat de snoek een toppredator is. In een langjarig onderzoek in Windermere bleek de jaarklassterkte van baars van 2 jaar oud met een factor 300 kan verschillen, terwijl voor tweejarige snoek dit circa een factor 7 bleek te verschillen.

Door zijn opportunistische piscivore levenswijze kan de snoek gemakkelijk van de ene vissoort als voedselbron overstappen op een andere vissoort. Daardoor is de oudere snoek minder afhankelijk van abiotische factoren als temperatuur dan jonge snoekjes.

#### Ad 6. Sterfte volwassen dieren

De sterfte van de volwassen snoeken wordt bepaald door intrinsieke en extrinsieke factoren. Intrinsieke factoren hangen samen met het individu en zijn genetisch bepaalde zaken die de dood veroorzaken (aanwezigheid letale allelen), fysiologische afbraak en ziektes zoals kanker. De extrinsieke waarden zijn overige factoren die sterfte veroorzaken zoals letale niveaus van temperatuur, zoutgehalte, turbulentie, ziekten, ondervoeding, predatie en visserij.

De jaarlijkse sterfte is vrij constant in een populatie, maar kan door oorzaken in bepaalde jaren hoger zijn, zoals bijvoorbeeld bij wintersterfte.

#### Ad 7. Immigratie en emigratie.

In de meeste populaties van snoek spelen deze factoren nauwelijks een rol.





## Verklarende woordenlijst

<b>term</b>	<b>omschrijving</b>
Amphipoda	vlokreeftjes (o.a. Gammarus)
Annelida	ringwormen
bimodaliteit	Verschijsel waarbij in 1 jaarklasse twee cohorten ontstaan, b.v. doordat een deel van die jaarklasse tijdig op ander voedsel kan overschakelen.
Cladocera	watervlooien
Copepoda	roeipootkreeftjes
Crustacea	kreeftachtigen
detritus	dood organisch materiaal
diadrome vissoorten	de katadrome en anadrome vissoorten samen
diploïd	de cellen van het organisme hebben het genetisch materiaal (de chromosomen) in tweevoud (2n)
emergente vegetatie	Oevervegetatie
estuariën	betreft het gebied waar zoet en zout water elkaar ontmoeten, een delta, de uitmonding van een rivier in zee.
estuarium	gebied waar een rivier uitmondt in zee, met een zoet-zout overgang
eurytoop	vissoorten die in een brede range van stromingscondities kunnen voorkomen, maar die in het algemeen niet als reofiel worden gezien
fototaxis	Naar het licht bewegend
fytoplanktivoor	vissoort die plantaardig plankton eet
fytoplankton	bacteriën, blauwwieren en eenen meercellige algen
Gastropoda	slakken
gonado-somatische index	de verhouding tussen het gewicht van de gonaden en het gewicht van het gehele lichaam van de vis
hatching	het uitkomen van de eieren
haplotype	Genetische samenstelling individu op basis van een vergelijk van allelen. Allel AA heeft 1 haplotype , allel Aa heeft twee haplotypes.
holarctisch	het Noordelijk halfrond beslaand
homing	het gedurende de paaitijd opzoeken van het gebied waar de vis zelf geboren is (verschijnsel dat bij een aantal trekvissoorten voorkomt)
herbivoor	soort die voor meer dan 75% plantaardig voedsel eet
Hirudinea	bloedzuigers
inheemse vissoort	vissoort die van oorsprong in de Nederlandse binnenwateren voorkomen (soms voor een deel van hun levenscyclus)
ingeburgerde vissoort	vissoort die in Nederland is geïntroduceerd of zelf is binnendrongen en die zich zelf (zonder hulp van de mens) al meer dan 100 jaar heeft gehandhaafd.
insectivoor	vissoort die insecten eet
invertebraten	ongewervelde dieren ("lagere" diersoorten zoals weekdieren, kreeftachtigen, insecten, wormen)
katadrome vissoorten	vissoorten met een leefgebied in het zoete binnenwater en paaigebieden in het zoute water.
limnofiel	vissoorten die een voorkeur hebben voor habitats met langzaamstromende tot stilstaande condities

<b>term</b>	<b>omschrijving</b>
litoraal	oeverzone
Mollusca	weekdieren (waaronder schelpdieren en slakken)
Mysidae	aasgarnalen (groep binnen de kreeftachtigen) waaronder o.a. Neomysis
morfometrisch	betreft metingen aan de vorm van een individu; lichaamsproporties; het verband tussen maat van verschillende morfologische eigenschappen van een organisme
mortaliteit	sterfte
Oligochaeta	weinigborsteligen (groep binnen de ringwormen)
omnivoor	vissoort die zowel dierlijk (meer dan 25%) als plantaardig voedsel (meer dan 25%) eet
Odonata	libellen, waaronder de waterjuffers en de glazenmakers
operculum	Kieuwdeksel
otolieten	ook wel gehoorsteentjes) kalkafzettingen in de oren die worden gebruikt voor het waarnemen van versnellingen en zwaartekracht. Deze beentjes vertonen periodieke ringen, waardoor ze gebruikt kunnen worden voor leeftijdbepaling
Polychaeta	borstelwormen (groep binnen de ringwormen)
piscivoor	vissoort die voor meer dan 75% vis eet
plankton	(meestal kleinere) organismen die geen duidelijke eigen beweging hebben.
planktivoor	vissoort die voor dan 75% dierlijk en/of plantaardig plankton eet
Plecoptera	steenvliegen
saliniteit	som van de alle ionenconcentraties tesamen in he water. Wordt gebruikt om het zoutgehalte uit te drukken.
saliniteit	Zoutgehalte van het water, meestal uitgedrukt in grammen zout (NaCl) per liter
submerse vegetatie	Ondergedoken vegetatie
symbiose	het samenleven van twee levensvormen. De beide partners heten symbionten. De grootste partner wordt ook wel gastheer genoemd. De term wordt in plaats van overkoepelend voor alle vormen van samenleving ook wel gebruikt als tegenstelling tot parasitisme
Trichoptera	kokerjuffers
zoöplankton	watervlooien, roeipootkreeftjes, radardiertjes

## Verwerkte literatuur

- American Fisheries Society, 1978. Special: Selected coolwater fishes of North America., American Fisheries Society. Spec. Effects of environmental factors on growth, survival, activity, and exploitation of northern pike. Publ. by : American Fisheries Society; Washington, DC (USA). no. 11 p. 114-128,
- Bakker, H.D., 1992. Habitat Geschiktheid Index Model De Snoek *Esox lucius* L. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- Bartman, W., 1973. Eine Putzsymbiose zwischen Stichling (*Gasterosteus aculeatus* L.) und Hecht (*Esox lucius* L.) im Aquarium. Z. Tierpsychol., vol. 33, p. 153-162. In: van Iterson, A.G., 1994. Habitat Geschiktheid Index Model van de Driedoornige Stekelbaars. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Vrije Universiteit Amsterdam.
- Beamish, F.W.H. , 1971. Swimming capacity of fish. In: Hoar, W.S. & Randall, D.J. (eds.), 1971. Fish physiology Deel 1-7. Academic Press, New York, 1971
- Beukema, J.J., 1970a. Decreasing catchability through one-trial learning. (Angling experiments with carp (*Cyprinus carpio* L.). Neth. J. Zool. Vol 20 (1) pp. 81-92.
- Beukema, J.J., 1970b. Acquired hook-avoidance in the pike *Esox lucius* L. fished with artificial and natural baits. J. Fish Biol. 2 pp. 155-160.
- Burkholder, A. 1992. Mortality of Northern pike captured and released with sportfishing gear. Fish. Data Ser. 92-3. Alaska Department of Fish and Game.
- Craig, J.F. (ed.), 1996. Pike: Biology and exploitation. Chapman & Hall, London. Fish and Fisheries 19. ISBN 0-412-42960-8.
- de Nie, H.W., 1996. Atlas van de Nederlandse zoetwatervissen. Stichting Atlas Verspreiding Nederlandse Zoetwatervissen. Media Publishing, Doetinchem.
- DuBois, R.B., Margenau, T.L., Stewart, R.S., Cunningham, P.K., Rasmussen, P.W., 1994. Hooking mortality of northern pike angled through ice. North American Journal of Fisheries Management, vol. 14, no. 4, pp. 769-775, 1994
- Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2004. FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) , version 10/2004.
- Haekkila, K. & Niemi, A, 1973. Effects of oil emulsifiers on eggs and larvae of northern pike (*Esox lucius*) in brackish water. Archipelago Res. Inst., Univ. Turku, 20500Turku 50, Finland. Aqua Fenn. 1973.
- Hontela, A., Daniel, C., Chevalier, G., Downing, G., Rasmussen, J.B., 1992. Impaired hormonal stress response in fish from polluted waters. Universite du Quebec, Montreal Canada. 13th Annual Meeting Society of Environmental Toxicology and Chemistry - Abstracts. vp. 1992.
- Kangur, P., 2000. On the feeding of pike (*Esox lucius* L.) in Lake Peipsi in 1995-1996. Year-book of the Estonian Naturalists' Society. Eesti Looduseuurijate Seltsi aastaraamat. Vol. 79, pp. 200-221. [Eesti Looduseuur. Seltsi Aastaraam./Yearb. Est. Nat. Soc., 2000.
- Klein Breteler J.G.P. & de Laak, G.A.J., 2003. Lengte - Gewicht relaties Nederlandse vissoorten. Deelrapport I, versie 2. Organisatie ter

- Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. rapportnummer: OND00074.
- Le Louarn, H., & Webb, D.J., 1998. pH Negative effects of extreme environmental Ph on embryonic and larval development of the pike *Esox lucius* L. (Environmental factors and fish biology: Conference IFR 43 Federative Institute for Research for Fish Biology and Ecology). Colloque Institut Federatif de Recherche 43 (IFR 43) Biologie et Ecologie des Poissons. no. 350-351, pp. 325-336. Bulletin francais de la peche et de la pisciculture. Paris, 1998.
- Li, S., Qiao, D., Ling, Q., Wang, C., 2004. Preliminary study on the genetic relationship between white spot pike *Esox lucius* and black spot pike *Esox reicherti*. Journal of Shanghai Fisheries University/Shanghai Shuichan Daxue Xuebao. Vol. 13, no. 2, pp. 97-102. 2004.
- Lindesjö, E. & J, Thulin, 1992. A skeletal deformity of Northern Pike (*Esox lucius*) related to pulp mill effluents. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 49(1): 166-172.
- Leijzer, T.B. & J. Beekman, 2003. Visstandbeheerplan Nationaal Park de Weerribben 2003 - 2008. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. In opdracht van Hengelsportfederatie Oost-Nederland, Raalte en Staatsbosbeheer, Kalenberg.
- Lopez, J.A., Chen, W., Orti, G., 2004. Esociform Phylogeny. Copeia Vol. 4, no. 3, pp. 449-464.
- Maes, G.E., Van Houdt, J.K.J., De Charleroy, D., Volckaert, F.A.M., 2003. Indications for a recent Holarctic expansion of pike based on a preliminary study of mtDNA variation. Journal of Fish Biology. Vol. 63, no. 1, pp. 254-259. Jul 2003.
- Mann, R.H.K., 1985. The scientific basis of inland fisheries management. The fisheries society of the British Isles Symposium. Journal of Fish Biology. Vol. 27, no. suppl. A 1985, pp. 227-234.
- Miller, L.M., Kapuscinski, A.R., 1997. Historical analysis of genetic variation reveals low effective population size in a northern pike (*Esox lucius*) population. Dep. Fish. and Wildl., 200 Hodson Hall, Univ. Minnesota, 1980 Folwell Ave., St. Paul, MN 55108, USA. Genetics. Vol. 147, no. 3, pp. 1249-1258. Nov 1997.
- Nijssen, H., & de Groot S.J., 1987. De vissen van Nederland. KNNV, Utrecht, 1987.
- OVB, 1986. Cursus Vissoorten, deel 1 en 2. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- OVB, 1994. De overlevingskansen van teruggezette snoek. OVB Infoblad afdeling Voorlichting nr 2.
- OVB, 2003. Verantwoord landen en onthaken van snoek. Infoblad Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. 2003 [www.ovb.nl](http://www.ovb.nl)
- Raat, A.J.P., 1988. Synopsis of biological data on the northern pike, *Esox lucius* (Linnaeus 1758). Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, FAO of the United Nations, Rome. FAO Fisheries Synopsis: 30 Rev. 2. ISBN 92-5-102656-4.
- Riemens, R.G. 1975-1976. De invloed van geslikte enkele en drietandige haken op de overleving van de hengelvevangen snoek. OVB. Uit: Jaarverslag OVB 1975-1976.

- Rosell, R.S., & Macoscar, K.C., 2002. Movements of pike, *Esox lucius*, in Lower Lough Erne, determined by mark-recapture between 1994 and 2000. *Fisheries Management and Ecology*. Vol. 9, no. 4, pp. 189-196.
- SNB, 2004. SNB-beleidsvisie; Streefbeelden en standpunten van de Snoekstudiegroep Nederland België (SNB), 2004  
[Http://www.totalfishing.nl/snb/downloads/snb-beleidsvisie.pdf](http://www.totalfishing.nl/snb/downloads/snb-beleidsvisie.pdf)
- van Emmerik, W.A.M. & de Laak, G.A.J., 2003. Beoordeling van de kieuwgreep en andere landings- en onthaakmethoden bij snoek. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. Onderzoeksrapport OND00170.

### **In deze reeks verschenen:**

01. Kennisdocument grote modderkruiper, *Misgurnus fossilis* (Linnaeus, 1758)
02. Kennisdocument Atlantische steur, *Acipenser sturio* (Linnaeus, 1758)
03. Kennisdocument gestippelde alver, *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782)
04. Kennisdocument sneep, *Chondrostoma nasus* (Linnaeus, 1758)
05. Kennisdocument pos, *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758)
06. Kennisdocument Atlantische zalm, *Salmo salar* (Linnaeus, 1758)
07. Kennisdocument forel, *Salmo trutta* (Linnaeus, 1758)
08. Kennisdocument vlagzalm, *Thymallus thymallus* (Linnaeus, 1758)
09. Kennisdocument rivierdonderpad, *Cottus gobio* (Linnaeus, 1758)
10. Kennisdocument riviergrondel, *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758)
11. Kennisdocument Europese aal of paling, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758)
12. Kennisdocument schol, *Pleuronectes platessa* (Linnaeus, 1758)
13. Kennisdocument snoek, *Esox lucius* (Linnaeus, 1758)
14. Kennisdocument barbeel, *Barbus barbus* (Linnaeus, 1758)
15. Kennisdocument bittervoorn, *Rhodeus amarus* (Pallas, 1776)
16. Kennisdocument snoekbaars, *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)
17. Kennisdocument diklippharder, *Chelon labrosus* (Risso, 1827)
18. Kennisdocument haring, *Clupea harengus harengus* (Linnaeus, 1758)
19. Kennisdocument kolblei, *Abramis (of Blicca) bjoerkna* (Linnaeus, 1758)
20. Kennisdocument ,winde *Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758)
21. Kennisdocument zeebaars, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758)
22. Kennisdocument karper, *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)

Zie de website voor een digitale PDF versie en nieuwe kennisdocumenten  
([http://www.sportvisserijnederland.nl/vis\\_en\\_water/](http://www.sportvisserijnederland.nl/vis_en_water/))





**Sportvisserij Nederland**

Postbus 162

3720 Ad Bilthoven