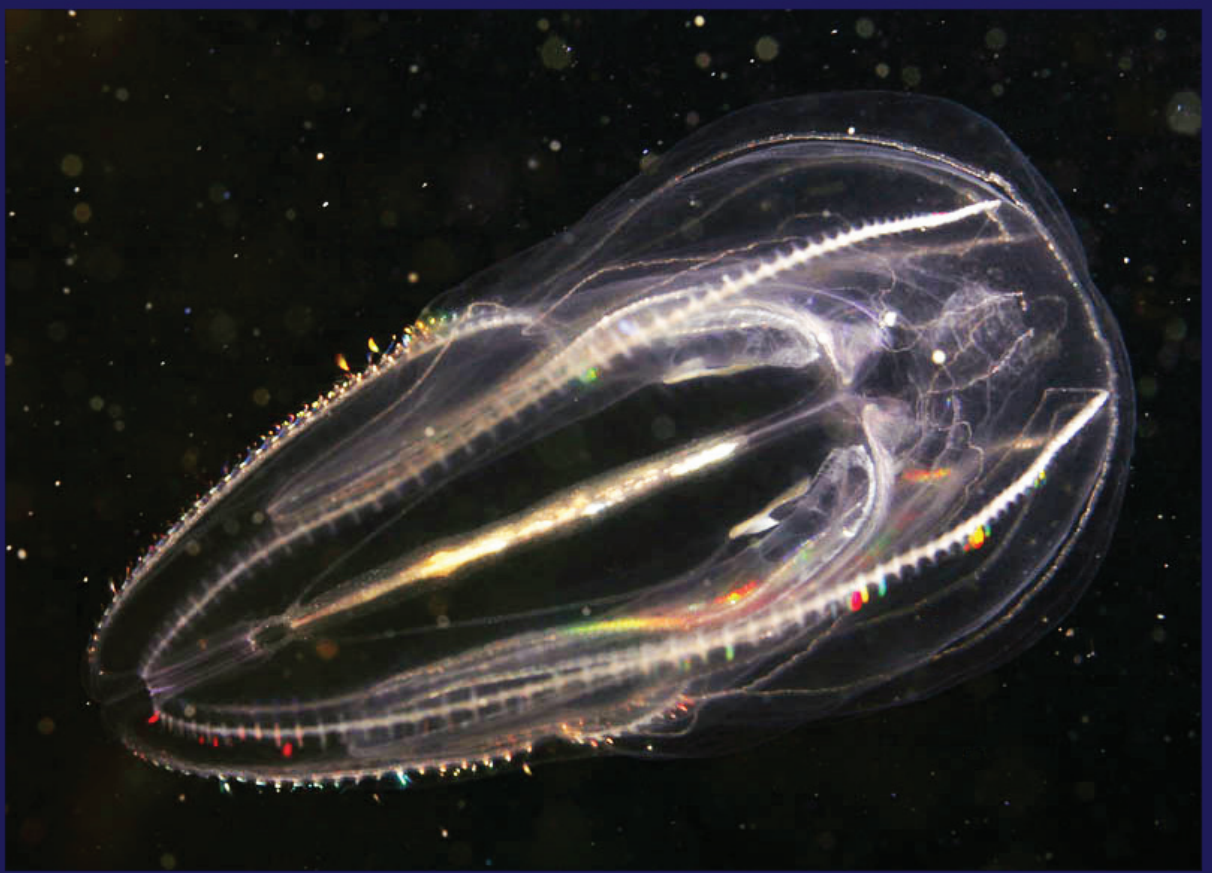


Risicoanalyse van de Amerikaanse langlob-ribkwal *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865

In opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Team Invasieve Exoten



A. Gittenberger

GiMaRIS
t t r i e n v e n t r
t e n b e r g e r e s e a r c h o r y
a t e g y

GiMaRIS Rapport Nr. 2008.13

m.m.v.:

R. Leewis (TPS)
M. Rensing (GiMaRIS)
E. Gittenberger (IBL, Universiteit Leiden)
A. Gmelig Meyling (Stichting ANEMOON)

Datum:

14 december 2008

Rapport nr.:

GiMaRIS 2008.13

Titel:

Risicoanalyse van de Amerikaanse langlob-ribkwal *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865

Auteur:

Dr. A. Gittenberger

Adres opdrachtnemer:

GiMaRIS, Leiden BioScience Park

Niels Bohrweg 11-13

2333 CA Leiden

Opdrachtgever:

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Team Invasieve Exoten

Redacteur / Projectleider:

Ir. J.W. Lammers

Adres:

Geertjesweg 15

Postadres: 9102

6700 HC Wageningen

GiMaRIS is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit de toepassing van de gegevens in dit rapport. De opdrachtgever vrijwaart GiMaRIS voor aanspraken van derden in verband met de gegevens in dit rapport.

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	4
2.	Waarschijnlijkheid van binnenkomst	4
2.1	Route	4
2.2	Introductie in Nederland	5
2.3	Natuurlijke transport route	6
3.	Waarschijnlijkheid van vestiging	7
3.1	Temperatuur en saliniteit	8
3.2	Menselijke invloeden	8
3.3	Natuurlijke vijanden	8
3.4	Stratificatie en zuurstofarm water	9
4.	Waarschijnlijkheid van verspreiding	10
5.	Risicovolle gebieden	11
5.1	Waarschijnlijkheid van binnenkomst, vestiging en verspreiding	11
5.2	Kwetsbaarheidsanalyse van watertypen voor exoten	12
6.	Impact	12
6.1	Ecologische schade	12
6.2	Economische schade	14
7.	Beleidsmogelijkheden	15
7.1	Preventie, eliminatie en beheersing	15
7.2	Eliminatie	15
7.3	Beheersing	15
8.	Literatuur	17
	Appendix I.	20
	Kwetsbaarheidsberekening van Nederlandse watersystemen voor <i>Mnemiopsis leidyi</i>	

1. Inleiding

Hoewel er diverse aanwijzingen zijn dat de Amerikaanse langlob-ribkwal *Mnemiopsis leidyi* sinds 2002, of misschien zelfs al vanaf de jaren negentig (Volkskrant, 2006), in de Nederlandse wateren voorkomt, werd de soort hier met zekerheid pas vastgesteld vanaf 2006 (Faasse & Bayha, 2006; Tulp, 2006). Bij waarnemingen van voor 2006 is hij mogelijk verkeerd geïdentificeerd als *Bolinopsis infundibulum*, een ribkwal die qua uiterlijk sterk op de Amerikaanse langlob-ribkwal lijkt, maar relatief kortere “lobben” heeft (Faasse & Bahia, 2006). *Bolinopsis infundibulum* staat niet bekend als een potentiële probleemsoort. De reputatie van *Mnemiopsis leidyi* daarentegen is die van een “hongerige roofkwal” (Volkskrant, 2006) of “killer jelly” (Stone, 2005), die als invasieve soort inmiddels de veroorzaker is van honderden miljoenen euros aan economische schade voor de visserij sector in de Zwarte Zee (Knowler, 2005; Stone, 2005; Travis, 1993). In het huidige rapport wordt onderzocht wat het risico is dat deze soort

ook in Nederland substantiële economische en/of ecologische schade zal gaan veroorzaken of dat inmiddels al doet. Verder wordt een inventarisatie gemaakt van de beleidsmogelijkheden die de mogelijke schade zouden kunnen beperken, gericht op ‘preventie’, ‘eliminatie’ en ‘beheersing’ van langlob-ribkwal populaties.

De Amerikaanse langlob-ribkwal (www.anemoon.org) *Mnemiopsis leidyi* wordt ook wel zeewalnoot genoemd, wat echter verwarring zou kunnen geven aangezien die naam door bijvoorbeeld het Vlaams Instituut Voor de Zee (www.vliz.be) ook voor de ribkwal *Bolinopsis infundibulum* wordt gebruikt.

2. Waarschijnlijkheid van binnenkomst

2.1 Route

De Amerikaanse langlob-ribkwal werd in 1982 voor het eerst buiten zijn natuurlijke versprei-

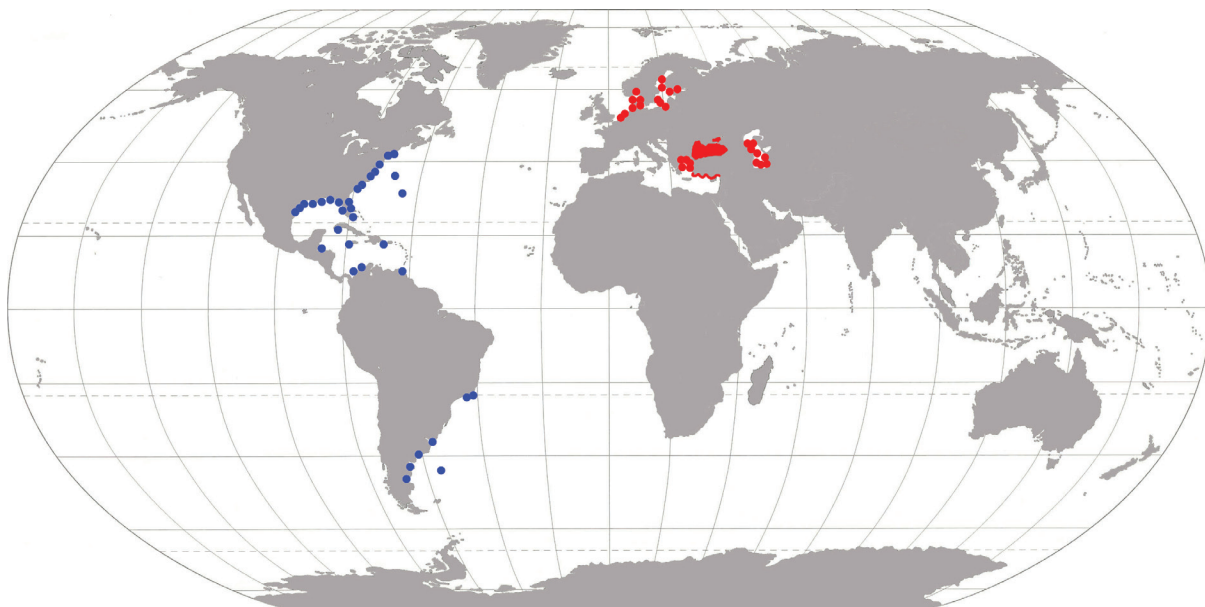


Fig. 1. Waarnemingen van de Amerikaanse langlob-ribkwal in het oorspronkelijke verspreidingsgebied (blauwe stippen) en waarnemingen (rode stippen) in gebieden waarvan het onduidelijk is of de soort er door menselijk toedoen terecht is gekomen, bijvoorbeeld met ballastwater (Faasse & Bayha, 2006; GESAMP, 1997; Shiganova & Padov, 2006), of onafhankelijk van de mens, bijvoorbeeld via de warme golfstroom, “the North Atlantic Current” (Fig. 2; Olivereira, 2007) rechtstreeks vanuit Midden Amerika. Het verspreidingsgebied zal vaak door een combinatie van verspreiding ‘op eigen kracht’ en lokale introductie door de mens zijn vergroot. Voor het voorkomen buiten Europa, zie Bilio & Niermann, 2004; GIS invader, 2008; Shiganova *et al.*, 2001; Siapatis *et al.*, 2008. Voor binnen Europa, zie figuren 2-3.

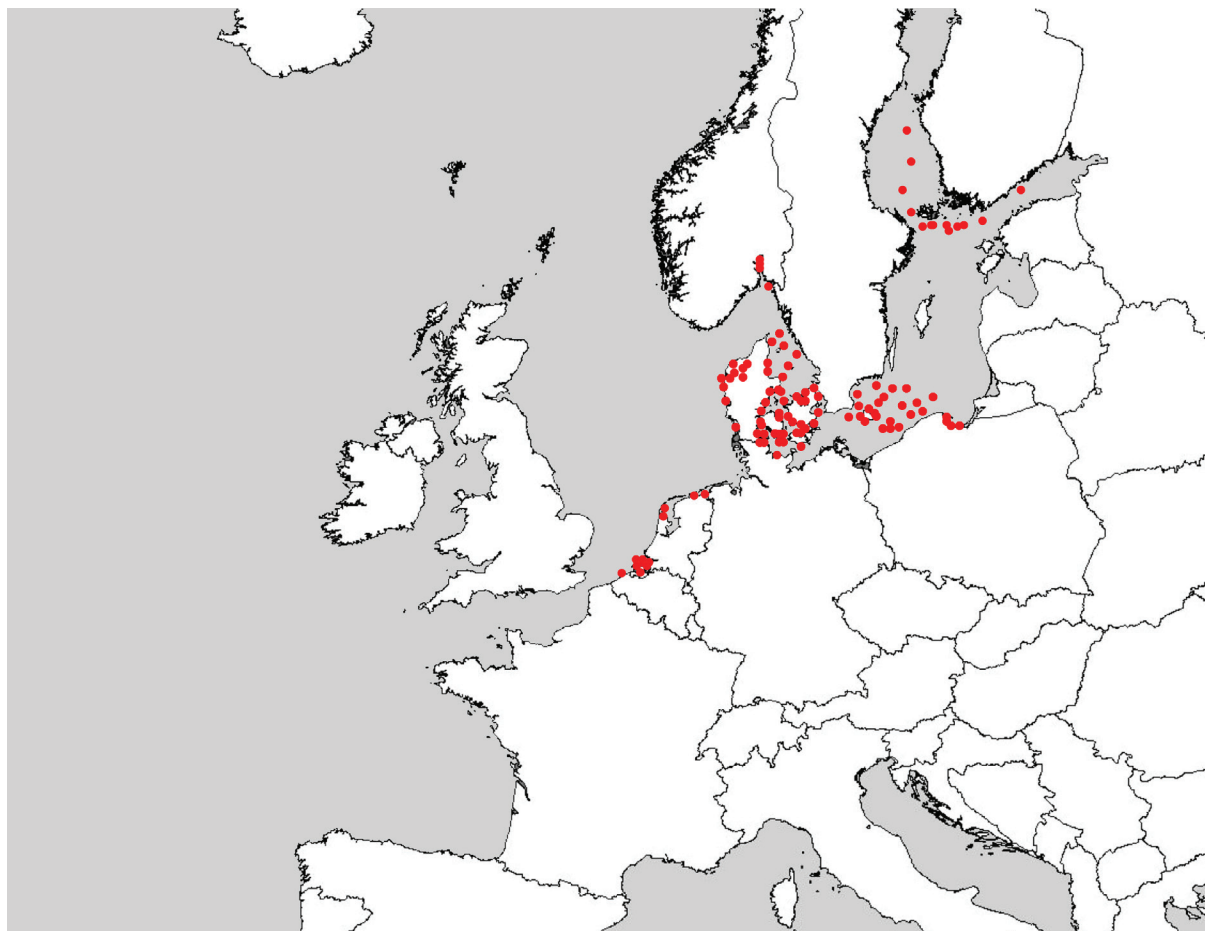


Fig. 2. Waarnemingen van de Amerikaanse langlob-ribkwal in Noordwest Europa volgens Faasse & Bayha, 2006; Hansson, 2006; Huwer *et al.*, 2008; Janas & Zgrundo, 2007; Kerckhof, 2007; Lehtiniemi *et al.*, 2007; Oliveira, 2007; Tendal *et al.*, 2007; Tulp, 2008; Volkskrant, 2006; Stichting ANEMOON database.

dingsgebied langs de Noord- en Zuid-Amerikaanse kust (Fig. 1) waargenomen, namelijk in de Zwarte Zee (GESAMP, 1997; Graham & Bayha, 2007; Shiganova & Padov, 2006). Van daar uit verspreidde hij zich verder in het zuidoosten van Europa naar de Zee van Azov (1988), de Zee van Marmara (1990), de oostelijke Middellandse Zee (1990) en uiteindelijk de Kaspische Zee (1999) (Ivanov *et al.*, 2000; Shiganova & Padov, 2006).

Na enkele jaren waarin geen melding werd gemaakt van de uitbreiding van *Mnemiopsis leidyi* populaties, werd de soort voor het eerst in Noordwest Europa (Fig. 2) waargenomen in 2005, in zowel de Oslofjord in Noorwegen (Oliveira, 2007) als in Denemarken (Tendal *et al.*, 2007). In 2006 werd hij voor de Oostzee kust

van Duitsland (Javidpour *et al.*, 2006), de kust van Zweden (Hansson, 2006), en in Nederland vastgesteld (Faasse & Bahya, 2006; Tulp, 2006). In 2007 werd de soort tenslotte ook nog in Polen (Janas & Zgrundo, 2007) en Finland (Huwer *et al.*, 2008) in grote aantallen gevonden. Het huidige verspreidingsgebied van de Amerikaanse langlob-ribkwal, die in vrijwel alle gebieden herhaaldelijk en in grote aantallen is aangetroffen, wordt geïllustreerd in figuren 1-3.

2.2 Introductie in Nederland

Binnen Nederland werd *Mnemiopsis leidyi* in 2006 voor het eerst waargenomen in de Waddenzee, de Grevelingen en de Oosterschelde (Fig. 3)(Faasse & Bayha, 2006; Tulp, 2006).

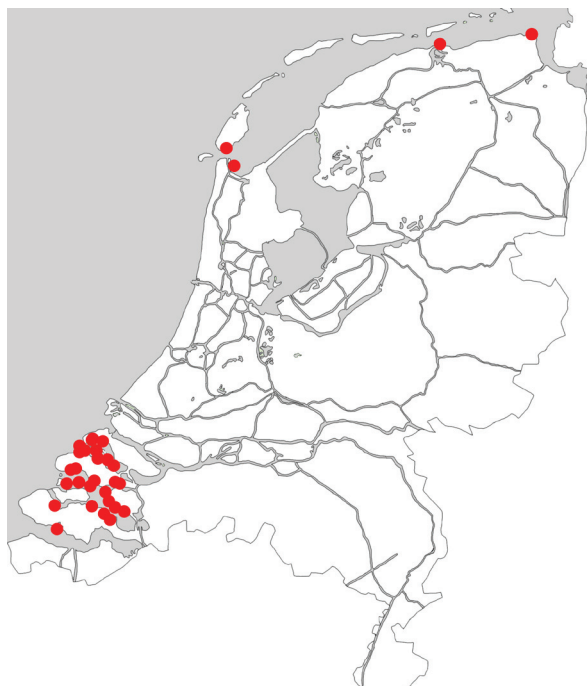


Fig. 3. Waarnemingen van de Amerikaanse langlob-ribkwal binnen Nederland. Verspreiding binnen Nederland: Faasse & Bayha, 2006; Tulp, 2006; Volkskrant, 2006; Stichting ANEMOON database.

Hoe en waarvandaan hij was ingevoerd is daarbij onduidelijk. Faasse & Bayha (2006) beargumenteren dat de Nederlandse populatie mogelijk de bron is geweest voor de invasie in de Oostzee.

Dat de soort eerst in de Oostzee en pas later in Nederland werd geregistreerd, zou dan komen doordat *Mnemiopsis leidyi* langs de Nederlandse kusten jarenlang foutief als *Bolinopsis infundibulum* zou zijn gedetermineerd. Aangezien de soort echter ook in de Oostzee aanvankelijk verkeerd kan zijn geïdentificeerd, is een transport route van daar uit naar Nederland minstens zo waarschijnlijk als de omgekeerde volgorde. De nabijheid van de grote zeehavens van Antwerpen en Rotterdam doen Faasse & Bayha (2006) vermoeden dat *Mnemiopsis leidyi* in Nederland is ingevoerd met ballastwater van schepen vanuit Amerika of Zuidoost Europa.

2.3 Natuurlijke transport route

Oliverira (2007) betoogt dat er ook rekening gehouden moet worden met een mogelijke natuurlijke verspreidingsroute naar Europa via de golfstroom vanuit Midden Amerika, de NAC (North Atlantic Current system) (Figs 1, 4). Aangezien de watertemperatuur van de NAC gedurende de afgelopen vijf jaar door ‘‘global warming’’ 1° C hoger is geworden dan voorheen, zou dit het transport van de Amerikaanse langlob-ribkwal via de Atlantische Oceaan mogelijk kunnen hebben gemaakt. Alhoewel

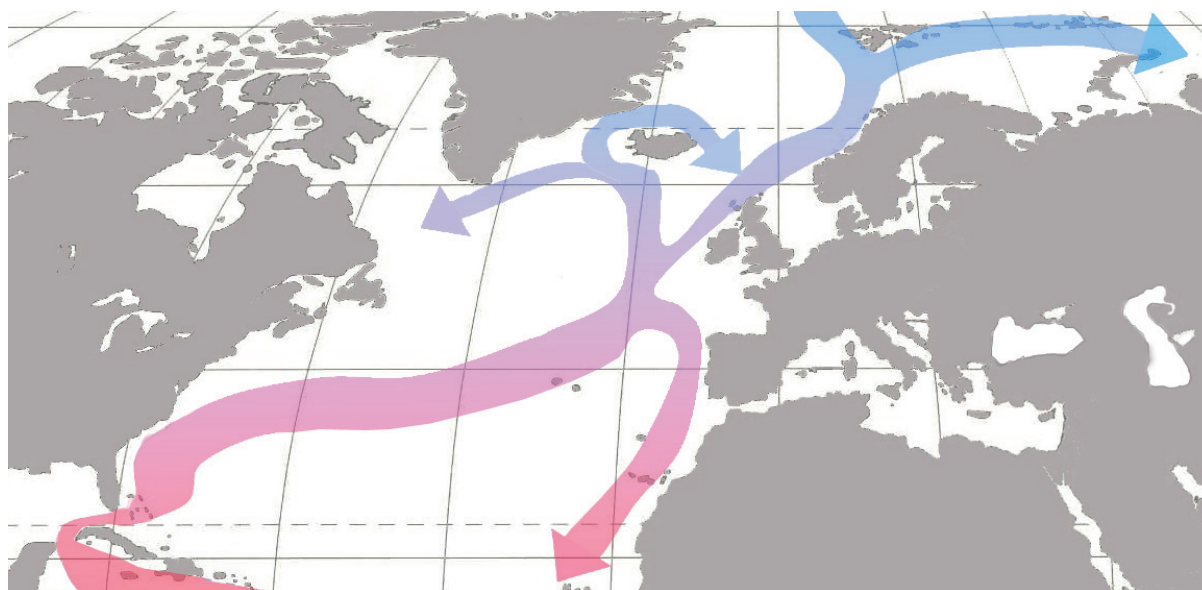


Fig. 4. North Atlantic Current (rood = warm; blauw = koud) system.

Mnemiopsis leidyi exemplaren vooral in kuststroken worden gevonden, zijn er ook individuen waargenomen in de oceaan, ver weg van de kust, in de NAC waar deze vanaf het Amerikaanse continent richting Europa stroomt (Harbison *et al.*, 1978; Fig. 4). De overtocht met de stroming mee in de NAC van Amerika naar Europa kan afhankelijk van seizoen en wind in slechts 15 dagen voltooid worden, terwijl volwassen *Mnemiopsis leidyi* individuen in aquaria minstens 17 dagen zonder voedsel konden overleven (Oliveira, 2007). Uit dit experimenteel onderzoek en ook op basis van andere studies naar de eigenschappen van *Mnemiopsis leidyi* kan worden geconcludeerd dat de soort tenminste in theorie met de NAC naar Europa vervoerd kan worden. De tijdsduur, de beschikbaarheid van voedsel en de temperatuur van het water, maken dat niet onmogelijk. Vooralsnog ontbreken er echter waarnemingen van *Mnemiopsis leidyi* langs het grootste gedeelte van het gepostuleerde migratietraject, waar echter nog niet specifiek naar de Amerikaanse langlob-ribkwal werd gezocht. Aanvullend onderzoek is daarom nodig om na te gaan of we hier inderdaad te maken hebben met een gebiedsuitbreiding die recentelijk mede door 'global warming' mogelijk is geworden. Waarnemingen in het centrale gedeelte van de Atlantische Oceaan zijn niet eenvoudig uit te voeren. Ook met behulp van DNA analyses van een daartoe geschikte, voldoende variabele marker, kan in principe de herkomst van de Nederlandse *Mnemiopsis leidyi* populaties worden achterhaald. Bovendien zal moeten worden vastgesteld of *Mnemiopsis leidyi* langs de Britse eilanden en de Franse kust, waar de NAC Europa bereikt, inderdaad ontbreekt, wat tegen een NAC transportroute zou spreken, of dat de soort tot nu toe over het hoofd werd gezien of verkeerd gedetermineerd (Faasse & Bayha, 2006).

Uit het voorafgaande kan worden geconcludeerd dat *Mnemiopsis leidyi* de komende tijd hoogstwaarschijnlijk Nederland zal blijven binnenkomen. De kans daarop zal eerder toenemen, met ballastwater of zonder menselijke invloed vanuit de drie gebieden waar de soort inmiddels in grote aantallen voorkomt (Fig. 1): de Amerikaanse Atlantische kust, de Oostzee,

en Zuidoost Europa (Fig. 1). Hierbij zal de Oostzee waarschijnlijk de voornaamste bron zijn, aangezien dit gebied het dichtst bij de Nederlandse wateren ligt en de Amerikaanse langlob-ribkwal inmiddels al langs de gehele Europese kust vanaf de Oostzee tot aan Nederland gevonden wordt (Fig. 2), hetgeen een in feite natuurlijke, verdere verspreiding beter mogelijk maakt. Als de 'global warming' doorzet, wordt bovendien de verspreidingsroute vanuit Amerika (Fig. 1) via de NAC (Fig. 4) steeds waarschijnlijker. Tenslotte blijven de gebieden in Zuidoost Europa (Fig. 1) ook potentiële brongebieden via het ballastwater van schepen.

Concluderend kan worden gesteld dat *Mnemiopsis leidyi*, bij ongewijzigd voortduren van de huidige situatie, hoogstwaarschijnlijk massaal rechtstreeks, of via introducties elders in Europa, Nederland zal blijven binnenkomen via voornamelijk natuurlijke verspreiding, dus 'op eigen kracht'. Zeker als de watertemperatuur van de NAC (Fig. 4) verder stijgt door 'global warming' zullen er bovendien met een zekere regelmaat individuen Europa bereiken vanuit Midden Amerika, rechtstreeks vanuit het oorspronkelijk verspreidingsgebied. *Mnemiopsis leidyi* is mogelijk via ballastwater voor het eerst in Nederland ingevoerd (Faasse & Bayha, 2006). In de toekomst zal echter een natuurlijke verspreiding vanuit bijvoorbeeld de Oostzee belangrijker worden dan introductie met ballastwater. De mogelijke import vanuit Zuidoost Europa, met ballastwater, zal dan waarschijnlijk van weinig of geen belang voor de Nederlandse Amerikaanse langlob-ribkwal populaties zijn.

3. Waarschijnlijkheid van vestiging

Vestiging van een exotische soort vindt plaats als deze over de seizoenen en jaren heen kan overleven in het gebied van introductie, en zich in zijn nieuwe habitat kan voortplanten. De waarschijnlijkheid dat *Mnemiopsis leidyi* zich in Nederland zal vestigen, is afhankelijk van abiotische factoren, zoals temperatuur, saliniteit en zuurstofgehalte, biotische factoren, zoals de

aanwezigheid van een predator of concurrent van de nieuwkomer, en menselijke invloeden zoals eutrofiëring en overbevissing.

3.1 Temperatuur en saliniteit

De Amerikaanse langlob-ribkwal kan zeer grote abiotische variaties doorstaan (Leewis & Gittenberger, 2007) in zowel temperatuur als zoutgehalte, van respectievelijk -0,7 t/m 32° C (Hansson, 2006) en 3‰ t/m 39‰ (Shiganova & Padov, 2006). Voor kortere periodes worden zelfs nog lagere en hogere waarden getolereerd (Hansson, 2006). Hierdoor kan de soort in relatief veel verschillende ecosystemen overleven en is het dus waarschijnlijk dat dat ook in Nederland mogelijk is. Dit wordt verder ondersteund door het feit dat de soort zich in alle gebieden in Zuidoost Europa (Fig. 1) waarvan bekend is dat hij er ooit is ingevoerd, uiteindelijk ook gevestigd heeft (Shiganova *et al.*, 2001; Stone, 2005). Verder heeft hij zich sterk uitgebreid in de Oostzee, waar de temperaturen en zoutgehaltes aanzienlijk meer variëren dan in Nederland (Hansson, 2006; Huwer *et al.*, 2008; Janas & Zgrundo, 2007; Javidpour *et al.*, 2006; Lehtiniemi *et al.*, 2007; Oliveira, 2007). In de Nederlandse kustwateren kan, vooral in de relatief ondiepe wateren van bijvoorbeeld de Grevelingen, het zoutgehalte lokaal oplopen tot verzadiging door verdamping (van der Molen & Pot, 2007), terwijl de watertemperatuur varieert tussen rond het vriespunt en 26° C (Faasse & Bayha, 2006).

Mnemiopsis leidyi zal zich verder, ook door de watertemperatuur, goed kunnen voortplanten in Nederland. Het voortplantingssucces zal nog kunnen toenemen als de watertemperatuur blijft stijgen door 'global warming'. In de Zwarte Zee plant de soort zich namelijk voort bij watertemperaturen van 19-23° C, in het donker, en als er genoeg voedsel aanwezig is (GESAMP, 1997). Mogelijk zou er ook voortplanting kunnen plaats vinden bij hogere temperaturen dan 23° C, maar die temperaturen worden in de Zwarte Zee zelden bereikt en werden daarom niet besproken in de studie van GESAMP (1997). In de Oostzee vindt de voortplanting al plaats bij

lagere temperaturen (Hansson, 2006; Huwer *et al.*, 2008; Janas & Zgrundo, 2007; Javidpour *et al.*, 2006; Lehtiniemi *et al.*, 2007; Oliveira, 2007), terwijl voor het natuurlijke verspreidingsgebied in Chesapeake Bay, VS, 12° C als laagste temperatuur wordt genoemd, met een piek bij 24-28° C (Purcell *et al.*, 2001). De maximum temperatuur van 26° C (Faasse & Bayha, 2006) die bereikt kan worden in de Grevelingen valt exact in deze range, wat een hoog voortplantingssucces waarschijnlijk maakt.

3.2 Menselijke invloeden

Er wordt algemeen aangenomen dat de kans dat de Amerikaanse langlob-ribkwal zich met succes vestigt wordt vergroot als ecosystemen vervuild worden door eutrofiëring, en als er overbevissing plaats vindt van vissoorten zoals ansjovis die net als *Mnemiopsis leidyi* gespecialiseerd zijn in het eten van zoöplankton (Kideys, 2002; Purcell *et al.*, 2001; Shiganova & Padov, 2006). In dergelijke gebieden is een overmaat aan voedsel aanwezig voor de nieuwkomer en hoeft hij er niet om te concurreren. Verder zorgt de afwezigheid van concurrenten en/of predatoren van *Mnemiopsis leidyi* er voor dat die soort zich makkelijk kan vestigen.

De Nederlandse wateren zijn wat betreft eutrofiëring en overbevissing zeer kwetsbaar. De kustwateren van Nederland worden ernstig belast door eutrofiëring (Klein, 2007) en de meeste vissoorten in de Noordzee worden zodanig overbevist dat de meeste visquota's voor 2009 op aandringen van de Europese Commissie aanzienlijk zullen worden aangescherpt (Borg, 2008).

3.3 Natuurlijke vijanden

In Nederland is van nature één ribkwalsoort aanwezig, het meloenkwalletje *Beroe gracilis*, dat zich specialiseert in het eten van een andere ribkwal, het zeedruijfe *Pleurobranchus pileus*. De ribkwal *Pleurobranchus pileus* heeft in Nederland behalve het meloenkwalletje geen natuurlijke vijanden. Zo zijn er, behalve het

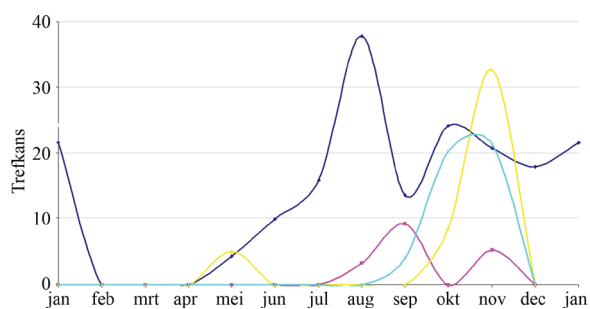


Fig. 5

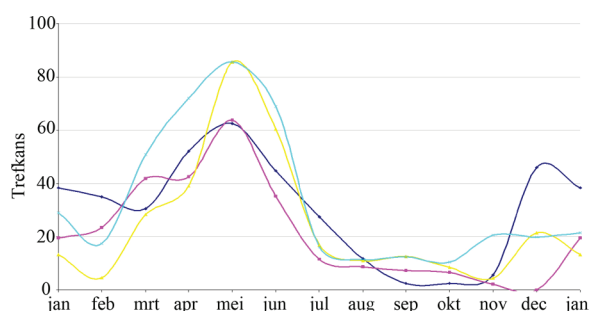


Fig. 6

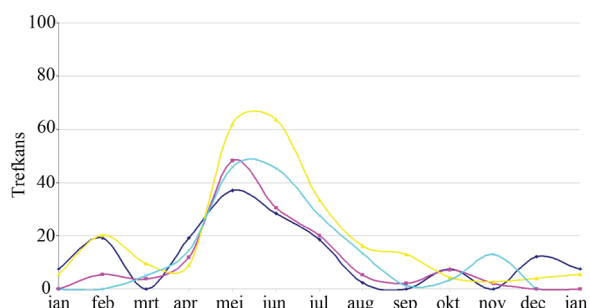


Fig. 7

Figs. 5-7. Seizoenspatronen van de Amerikaanse langlob-ribkwal *Mnemiopsis leidy* [Fig. 5.], het zeedruijfe *Pleurobranchus pileus* [Fig. 6] en het meloenkwalletje *Beroe gracilis* [Fig. 8.] in de Grevelingen (donker blauw), en in verschillende deelgebieden van de Oosterschelde (West: roze; Zuidoost: geel; Noordoost: licht blauw). Hierbij is de kans uitgezet dat een duiker tenminste één individu van deze soorten tegenkomt. Deze trefkans is gecorrigeerd voor de waarnemersinspanning over de jaren, maanden en locaties heen. Hierbij is gebruik gemaakt van de Underhillmethode (Underhill, 1989; Underhill & Pris-Jones, 1994) waarbij de waarden volgens 'imputting' berekend zijn (Kershaw *et al.*, 1998). Bron: Stichting ANEMOON database, MOO-project.

meloenkwalletje, verder geen inheemse soorten in de Nederlandse wateren die mogelijk substantiële aantallen van de Amerikaanse langlob-ribkwal zouden kunnen gaan eten. De kans dat meloenkwalletjes ook *Mnemiopsis leidy* gaan eten is volgens Faasse & Bayha (2006) echter

klein, aangezien meloenkwalletjes een stuk kleiner zijn dan volwassen *Mnemiopsis leidy* exemplaren. Het is echter niet ondenkbaar dat meloenkwalletjes de *Mnemiopsis leidy* populatie zouden kunnen uitdunnen door jonge exemplaren op te eten. Dat blijkt echter niet te gebeuren. De gegevens uit de mariene monitorings-programma's van Stichting ANEMOON geven namelijk duidelijk aan dat de seizoenspatronen van enerzijds de inheemse ribkwallen zoals het zeedruijfe en het meloenkwalletje, en anderzijds de Amerikaanse langlob-ribkwal, niet synchroon lopen. Daardoor is de kans klein dat deze soorten elkaar tegenkomen in Nederlandse wateren (Figs 5-7).

3.4 Stratificatie en zuurstofarm water

Tenslotte is de vestigingskans van de Amerikaanse langlob-ribkwal sterk vergroot in gebieden waar stratificatie optreedt. Het water vertoont dan op basis van temperatuur en zoutgehalte, en daarmee samenhangend soortelijk gewicht, een sterk gelaagdheid (stratificatie). Door het ontbreken van een volledige menging ontstaat dan op grotere diepte zuurstofdeficiëntie. Zo tonen Decker *et al.* (2004) aan dat vooral grote exemplaren van *Mnemiopsis leidy* sneller eten, en daardoor meer zoöplankton opnemen, in gebieden met een relatief laag zuurstofgehalte. Bij kleinere exemplaren werd geen significant verschil gevonden in eetsnelheid bij verschillende zuurstofgehalten. Verder stellen Decker *et al.* (2004) dat vooral gebieden met een laag zuurstofgehalte door *Mnemiopsis leidy* gedomineerd zullen worden, aangezien die soort goed kan leven in gebieden waar veel zoöplankton etende vissen door het lage zuurstofgehalte niet komen. Zo zijn er daar dus minder voedselconcurrenten van de Amerikaanse langlob-ribkwal, en kan hij zich er dus beter vestigen.

In Zeeland wordt stratificatie vooral aangetroffen in de Grevelingen (Bouma *et al.*, 2005) vanaf het voorjaar (Lengkeek *et al.*, 2007), waarbij er ter plaatse geleidelijk meer zuurstofarm bodemwater ontstaat, met een maximum

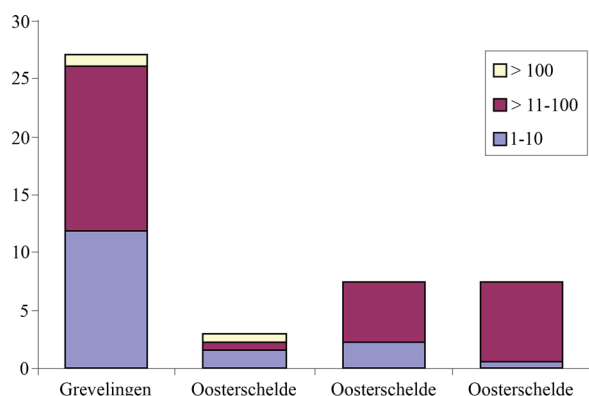


Fig. 8. De trefkans dat je als duiker 1-10 (blauw), 11-100 (rood) of meer dan 100 (geel) Amerikaanse langlob-ribkwallen tegenkomt tijdens een duik in de Grevelingen, de Oosterschelde (West), de Oosterschelde (Zuidoost) en de Oosterschelde (Noordoost). Deze trefkans is gecorrigeerd voor de waarnemersinspanning over de jaren, maanden en locaties heen. Hierbij is gebruik gemaakt van de Underhillmethode (Underhill, 1989; Underhill & Pris-Jones, 1994) waarbij de waarden volgens 'imputting' berekend zijn (Kershaw *et al.*, 1998). Bron: Stichting ANEMOON database, MOO-project.

in eind juni-begin juli. Vervolgens duren deze condities over het algemeen twee tot drie maanden (Hoeksema, 2002). De stratificatie heeft vooral een negatieve invloed op het bodemleven, aangezien maar weinig organismen onder dergelijke zuurstofarme condities kunnen overleven (Hoeksema, 2002; Lengkeek *et al.*, 2007). De seizoenspatronen van de Amerikaanse langlob-ribkwal (Fig. 5) en de totale trefkans over de seizoenen heen (Fig. 8) geven duidelijk aan dat *Mnemiopsis leidyi* in Zeeland aanzienlijk meer voorkomt in de Grevelingen dan in de Oosterschelde. Verder blijkt dat de populatiegrootte in de Grevelingen een top bereikt vanaf juli t/m september, precies in de periode waarin de grootste hoeveelheid zuurstofarm water aanwezig is. Of deze correlaties toeval zijn, of inderdaad een causaal verband aangeven tussen zuurstofarm water en een geslaagde vestiging en uitbreiding in populatiegrootte van *Mnemiopsis leidyi*, zal verder onderzocht moeten worden. Verdere indirecte aanwijzingen dat een laag zuurstofgehalte mogelijk een rol speelt bij het succes van de Amerikaanse langlob-ribkwal, zijn het feit dat de Zwarte Zee op grotere diepte het grootste zuurstofloze waterlichaam

ter wereld omvat (Kideys, 2002), terwijl de Oostzee ook met grote problemen kampt door een laag zuurstofgehalte van het water (Huwert *et al.*, 2008).

Samenvattend kan worden gesteld dat de kans dat *Mnemiopsis leidyi* zich in Nederlandse wateren blijvend zal vestigen momenteel bijzonder groot is, vooral in gebieden waar stratificatie plaatsvindt, zoals bijvoorbeeld in het Grevelingenmeer. *Mnemiopsis leidyi* wordt inmiddels in Nederland in haast alle potentiële vestigingsgebieden aangetroffen (Fig. 3). Gezien de voorkeur van de Amerikaanse langlob-ribkwal voor eutrofiëring en zuurstofloosheid zijn voornamelijk de enigszins van de Noordzee afgesloten binnenwateren geschikt voor vestiging. Los hiervan lopen deze watersystemen alleen al door hun isolatie een verhoogd risico op Amerikaanse langlob-ribkwal populaties met hoge dichtheden (Faasse & Bayha, 2006). In gebieden als de Grevelingen en de Oosterschelde is de soort tegenwoordig dan ook al algemeen. Alleen langs het Noordzeestrand is *Mnemiopsis leidyi* nog niet waargenomen. Mogelijk is er daar een lagere dichtheid van Amerikaanse langlob-ribkwallen aanwezig, of is er minder goed naar de soort uitgekeken, bijvoorbeeld omdat er geen tot weinig sportduikers actief zijn. Vermoedelijk komt de soort er wel al voor.

4. Waarschijnlijkheid van verspreiding

In 2006, het eerste jaar dat de Amerikaanse langlob-ribkwal in Nederland met zekerheid werd geïdentificeerd, werd de soort al van de Waddenzee (Tulp, 2006) tot in Zeeland waargenomen (Faasse & Bayha, 2006)(Fig. 3). Dat betekent dat de soort toen al in haast alle potentiële vestigingsgebieden in Nederland voorkwam. Slechts één exemplaar dat een nieuw gebied binnenkomt, kan daar al een nieuwe populatie vormen, aangezien *Mnemiopsis leidyi* hermafrodiet is en aan zelfbevruchting doet (Shiganova & Padov, 2006; Oliveira & Migotto, 2006). Hierbij

komt dat grote exemplaren wel 2000 tot 8000 eieren kunnen produceren (Shiganova & Padov, 2006). Los van de mogelijke verspreiding via ballastwater in schepen, kan de soort zich uiteraard ook op een in principe natuurlijke manier verspreiden waarbij individuen wekenlang met weinig tot geen voedsel kunnen overleven en daardoor, tenminste in theorie, zelfs de Atlantische Oceaan kunnen oversteken via de NAC (Fig. 4)(Olivereira, 2007). De voornaamste manier van verspreiding binnen Nederland en van daar uit naar nieuwe gebieden zal vermoedelijk via natuurlijke verspreiding door de waterkolom zijn. Het relatieve belang van ballastwater bij transport binnen West Europa is onduidelijk. Concluderend kan gesteld worden dat de waarschijnlijkheid bijzonder groot is dat de Amerikaanse langlob-ribkwal zich in Nederland binnen hooguit enkele jaren zal hebben verspreid naar alle gebieden waar de soort zich kan vestigen, als dat inmiddels niet al gebeurd is (Hoofdstuk 3).

5. Risicovolle gebieden

5.1 Waarschijnlijkheid van binnenkomst, vestiging en verspreiding

Vooraf wateren die een enigszins afgesloten geheel vormen lopen het risico op Amerikaanse langlob-ribkwal populaties met hoge dichtheden (Faasse & Bayha, 2006). Zo loopt bijvoorbeeld de Oostzee een verhoogd risico, maar ook de Nederlandse Waddenzee, de Grevelingen, de Oosterschelde, en het Veerse Meer zijn geschikte biotopen voor de soort. Verder kunnen grote *Mnemiopsis leidyi* exemplaren sneller en daardoor meer zoöplankton eten in gebieden met zuurstofarm water. Veel andere zoöplankton etende organismen, zoals vissen, komen in die gebieden niet voor, waardoor er weinig of geen voedselconcurrentie is en de soort zich dus snel kan uitbreiden (Decker *et al.*, 2004). Vooral in de Grevelingen vindt er door een gebrek aan stroming veel stratificatie plaats, waardoor de

verschillende waterlagen niet mengen. Hierdoor ontstaat er op grotere diepte een zuurstofdeficiëntie in de zomermaanden. De watertemperatuur in de Grevelingen wordt in de zomer ook hoger dan in veel ander gebieden binnen Nederland, door de isolatie ten opzichte van de Noordzee, en het ondiepe water. Hierdoor loopt de temperatuur soms op tot 26° C (Faasse & Bayha, 2006), wat de ideale voortplantings-temperatuur is in het gebied van herkomst waar de piek van de voortplanting plaats vindt tussen 24-28° C (Purcell *et al.*, 2001). De gegevens van stichting ANEMOON, gebaseerd op waarnemingen door duikers van 1-10, >10-100, of meer dan 100 exemplaren tijdens een duik, tonen aan dat de dichtheden van *Mnemiopsis leidyi* in de Grevelingen over het algemeen (Fig. 8) en over de seizoenen heen (Fig. 5), aanzienlijk hoger liggen dan in de Oosterschelde. Verder vormt de populatie een piek in de zomer (Fig. 5), precies wanneer zowel de watertemperaturen als de zuurstofdeficiëntie het hoogst zijn. De waarschijnlijkheid van vestiging en verspreiding van *Mnemiopsis leidyi* is daarom groot in de Grevelingen. Zo vormt de Grevelingen een risico voor introducties in nabij gelegen gebieden zoals de Oosterschelde. Aangezien de Grevelingen geen volledig afgesloten watersysteem is, zou dit gebied bovendien als brongebied van de Amerikaanse langlob-ribkwal voor Rotterdam haven kunnen fungeren, van waaruit de soort vervolgens met ballastwater naar gebieden buiten Nederland vervoerd zou kunnen worden. Immers, in Nederland wordt ongeveer 68 miljoen ton ballastwater per jaar in schepen opgenomen en vervoerd naar elders. Dit betreft ongeveer 86% van het totaal aan ballastwater dat in Europa wordt opgenomen (Wetsteyn & Vink, 2001). Dit maakt de kans op export van invasieve soorten met ballastwater vanuit Nederland naar andere gebieden zeer groot. Faasse & Bayha (2006) beargumenteren dat de Nederlandse populaties daarom mogelijk een constante bron zullen vormen voor *Mnemiopsis leidyi* populaties in de Oostzee, mochten de populaties daar de winter niet overleven door de lage watertemperaturen. Iets dergelijks doet zich voor in de Zee van Azov, waar *Mnemiopsis leidyi* elk

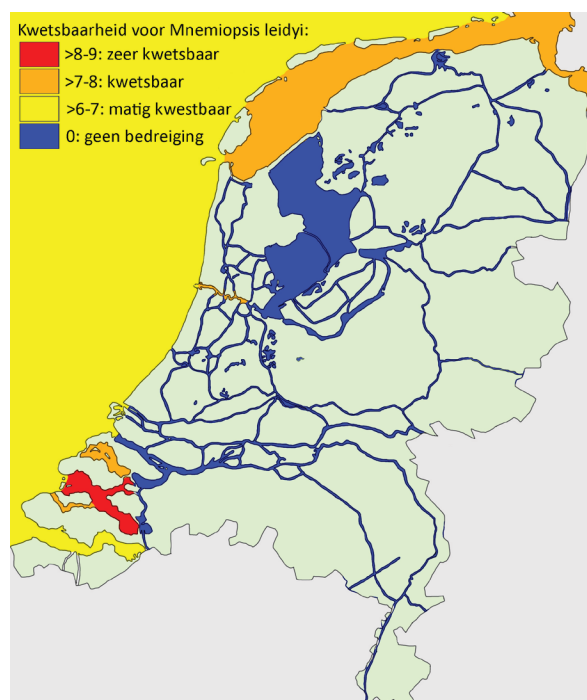


Fig. 9. De kwetsbaarheid van de Nederlandse wateren uitgerekend volgens de kwetsbaarheidsmethodiek van watersystemen voor exoten (Leewis & Gittenberger, 2007). Zie ook Appendix I.

jaar opnieuw wordt ingevoerd vanuit warmere streken terwijl de lokale populaties er de winter niet overleven (Studenikina *et al.* 1991).

5.2 Kwetsbaarheidsanalyse van watertypen voor exoten

Bij de kwetsbaarheid van een watersysteem gaat het enerzijds om de kans op invasies, en anderzijds om zaken die in het desbetreffende gebied bedreigd worden, zoals bijvoorbeeld recreatie, drinkwaterwinning, en visserij. Aan de hand van een voor RWS ontwikkelde kwetsbaarheidsanalyse van watertypen voor exoten zijn relatieve kwetsbaarheidswaarden berekend van de Nederlandse wateren voor de Amerikaanse langlob-ribkwal (Fig. 9; Appendix I; Leewis & Gittenberger, 2007). Deze methode is bedoeld als indicatie voor de kwetsbaarheid van watersystemen voor exoten, gebaseerd op basale factoren die de kans op invasies in het algemeen verhogen, zoals bijvoorbeeld de aanwezigheid

van importvectoren, zoals ballastwater en schelpdiertransport. Verder wordt hierbij rekening gehouden met de ecologische toestand van de desbetreffende watersystemen, het menselijk gebruik, en de geschiktheid van de watertypen (Kader Richtlijn Water) als habitats waar de exoot zich in theorie [1] tenminste tijdelijk zou kunnen vestigen, [2] tenminste tijdelijk zou kunnen vestigen en voortplanten, of [3] langdurig tot permanent zou kunnen vestigen, voortplanten en uitbreiden (Leewis & Gittenberger, 2007; Leewis *et al.*, 2008). Uit deze analyse blijkt dat de Oosterschelde het meest kwetsbare watersysteem is voor *Mnemiopsis leidyi* (Fig. 9), terwijl ook het Veerse Meer, de Grevelingen, het Noordzeekanaal en de Waddenzee kwetsbaar zijn. Hierbij is de berekende effectwaarde van de Amerikaanse langlob-ribkwal gelijk voor alle watersystemen (Appendix I). De verschillen in de kwetsbaarheid worden voornamelijk bepaald door de aanwezigheid van recreatie en de diversiteit aan inheemse soorten, uitheemse soorten en endemische en/of zeldzame soorten (Appendix I; Leewis & Gittenberger, 2007). De dichtheden van de *Mnemiopsis leidyi* populaties die momenteel in de diverse wateren worden vastgesteld (Figs 5, 8), vormen hierbij, op zichzelf, dus geen maat voor de kwetsbaarheid. Zo krijgt de Oosterschelde een hogere kwetsbaarheidswaarde dan de Grevelingen volgens de voor RWS ontwikkelde methodiek van Leewis & Gittenberger (2007) omdat er in de Oosterschelde meer zaken bedreigd zouden worden door een potentiële invasie. In de Oosterschelde komt immers een hogere diversiteit aan inheemse en zeldzame soorten voor, er vindt meer recreatie plaats (o.a. sportduiken, sportvissen, pleziervaart, etc.), en aanzienlijk meer visserij (op o.a. kreeft, mossel, oester).

6. Impact

6.1 Ecologische schade

In gebieden buiten Nederland is vastgesteld dat Amerikaanse langlob-ribkwallen in staat zijn

om grote hoeveelheden zoöplankton, vissen, eieren en vissenlarven te eten. Dat geldt voor het natuurlijke verspreidingsgebied langs de Amerikaanse Atlantische kust (Purcell *et al.*, 2001; Fig. 1), en is ook waargenomen op de plaatsen waar de soort is ingevoerd (Mutlu, 1999). Hoewel dit niet altijd grote verstoringen in het ecosysteem veroorzaakt, is dit wel gebeurd in de Zwarte Zee en in de Kaspische Zee (Shiganova & Padov, 2006). In die gebieden is een aanzienlijke achteruitgang in de hoeveelheid zoöplankton, vissen, eieren en vissenlarven waargenomen in relatie met de nieuwkomer (Purcell *et al.*, 2001). Daardoor zijn plankton etende vissen en zelfs dolfinen en zeehonden er sterk in aantal gedaald. Vooral de visstand van zoöplankton etende vissen wordt bedreigd, zoals dramatisch wordt geïllustreerd door het instorten van de populaties van de ansjovis in de Zwarte Zee (GESAMP, 1997) en de witte steur in de Kaspische Zee (Kideys, 2002).

In de Zwarte Zee was bovendien door overbevissing van de ansjovis al een toename van het zoöplankton ontstaan. Mede daardoor kon *Mnemiopsis leidy* er zich exponentieel uitbreiden. Door strengere ansjovis visserij quota's werd het ecologisch evenwicht in de Zwarte Zee hersteld en daalde het aantal Amerikaanse langlob-ribkwallen tot een onschadelijk niveau (Kideys, 2002). In hoeverre dit ook zou zijn gebeurd als de natuurlijke vijand *Beroe ovata* niet was ingevoerd in het gebied, is onduidelijk. De Amerikaanse langlob-ribkwal gedroeg zich in de Zwarte Zee als een normale invasieve soort die na zijn introductie in 1988 tot aan 1990 een grote uitbraak vertoonde, waarna de populatiegrootte in 1991 weer daalde tot een minder schadelijk niveau (Shiganova *et al.*, 1998).

In het natuurlijke verspreidingsgebied in Narragansett Bay aan de Noordoostkust van Amerika, is het seizoenspatroon van *Mnemiopsis leidy* vermoedelijk door 'global warming' opgeschoven naar eerder in het jaar. Daardoor is de hoeveelheid zoöplankton in het gebied, vooral in de lente, aanzienlijk afgenomen. Deze verlaagde dichtheid van zoöplankton zorgt voor een lagere predatiedruk op het fytoplankton met als gevolg meer algen bloei in de zomermaanden. Door het vervroegde seizoenspatroon

overlapt het *Mnemiopsis* seizoen meer met het begin van de levenscyclus van vissen en worden aanzienlijk meer vissen en larven opgegeten door *Mnemiopsis leidy* exemplaren dan in voorgaande jaren, wat een bedreiging voor de visstand vormt (Sullivan *et al.*, 2001).

De Noordzee is een meer open watersysteem dan de Zwarte Zee en de Kaspische Zee en wordt daarom minder bedreigd door *Mnemiopsis leidy*. De kans is klein dat *Mnemiopsis leidy* in de Noordzee in vergelijkbare dichtheden als in de Zwarte Zee en de Kaspische Zee zal voorkomen. Binnen de Nederlandse wateren vormt *Mnemiopsis leidy* daarom vooral een groot risico voor enigszins afgesloten watersystemen zoals de Grevelingen, de Oosterschelde, en de Waddenzee, en dan vooral voor gebieden die toch al enigszins uit evenwicht zijn, door bijvoorbeeld stratificatie, eutrofiëring en overbevissing van zoöplankton etende vissen. Deze wateren worden met name bedreigd als *Mnemiopsis leidy* net zoals dat in het buitenland is gebeurd een achteruitgang in zoöplankton veroorzaakt waardoor de totale voedselketen negatief beïnvloed zal worden. Zoöplankton etende organismen waaronder vissen zullen sterk in populatiegrootte afnemen waardoor er een kettingreactie ontstaat van gevolgen van aan die soorten weer gerelateerde soorten. Uiteindelijk zullen zelfs predatoren hoog in de voedselketen, zoals zeehonden bedreigd worden zoals dat ook in de Kaspische Zee is gebeurd (Stone, 2005).

In eerste instantie is de Amerikaanse langlob-ribkwal, als voedselconcurrent voor zoöplankton en als predator van vissen, eieren en larven, vooral een bedreiging voor vissen als de schol *Pleuronectes platessa* en de tong *Solea solea*, zoals werd aangegeven door Faasse & Bayha (2006), en volgens Oliveira (2007) ook voor de haring *Clupea harengus*. De Waddenzee en de Nederlandse kuststreken vormen immers een kraamkamer voor vissoorten als schol en tong (Van Beek *et al.*, 1989). In feite worden echter alle vissen bedreigd, die in hun larvale en/of hun volwassen levensstadium zoöplankton eten. In Nederland zijn dat bijvoorbeeld de haring, sprot, sardien, ansjovis, spiering, wijting, koolvis, meun, heek, harder, zeenaald, zeepaardje,

poon, zeedonderpad, snotolf, slakdolf, zeebaars, makreel, lipvis, puitaal, zandspiering, en platvis (Muus *et al.*, 1999). Dit betreffen zowel commerciële als niet commerciële vissoorten, die vaak weer in de voedselketen aan elkaar gerelateerd zijn. Zo vormen zandspieringen een belangrijke voedselbron voor kabeljauw, wijting, tarbot en heilbot (Muus *et al.*, 1999). Vooral in relatief afgesloten watersystemen zoals bijvoorbeeld de Grevelingen en Oosterschelde is een vaste hoeveelheid voedsel aanwezig, zonder veel aanvoer van plankton uit andere gebieden. Daar zal de Amerikaanse langlob-ribkwal de grootste bedreiging vormen als voedselconcurrent, zoals dat ook het geval was in de Kaspische Zee waar binnen zes jaar na zijn introductie driekwart van alle zoöplankton soorten werd uitgeroeid (Stone, 2005). In de Zwarte Zee werd een vergelijkbare achteruitgang in zoöplankton waargenomen en in de Zee van Azov was het effect nog dramatischer en werd door *Mnemiopsis leidyi* binnen de eerste paar maanden van de zomer haast al het zoöplankton weggevangen. Het tekort aan zoöplankton heeft in al deze gebieden hoe dan ook voor een catastrofale achteruitgang in de diversiteit en kwantiteit van vissen gezorgd (Shiganova *et al.*, 2001). Vergelijkbare ecologische schade kan daarom in de komende jaren, ook binnen Nederland en mogelijk op meer plekken in Noordwest Europa, vooral in relatief afgesloten mariene watersystemen, verwacht worden. Het verloop van de invasie van *Mnemiopsis leidyi* in de Zwarte Zee, De Kaspische Zee, en de Zee van Azov, is wat dat betreft illustratief en houdt een duidelijke waarschuwing in.

Het is onwaarschijnlijk dat de Amerikaanse langlob-ribkwal in Nederland een voedselconcurrent zal worden van alle zoöplankton etende organismen. Dat is namelijk mede afhankelijk van bijvoorbeeld de seizoenspatronen. Zo wordt *Mnemiopsis leidyi* waarschijnlijk geen concurrent van de inheemse ribkwal, het zeedruifje *Pleurobranchia pileus*. De seizoenspatronen van deze twee kwallen-soorten vallen namelijk niet samen (Figs 5-6). Ook in de Zwarte Zee werd geen relatie gevonden tussen enerzijds het voorkomen van *Pleurobranchia pileus* en anderzijds de zich vestigende *Mnemiopsis leidyi* (Purcell *et al.*, 2001).

De Nederlandse wateren zullen tenslotte ook schade ondervinden als een door *Mnemiopsis leidyi* veroorzaakte achteruitgang in zoöplankton een toename van algenbloei in de zomermaanden tot gevolg krijgt, doordat er minder zoöplanktonische organismen zijn die deze algen normaliter opeten (Shiganova & Padov, 2006; Stone, 2005). Een enorme toename van algenbloei volgend op de invasie van *Mnemiopsis leidyi* is ook waargenomen in de Zwarte Zee (Purcell *et al.*, 2001) en in de Kaspische Zee (Stone, 2005), wat ingrijpende gevolgen zal hebben voor de volledige voedselketen aldaar (Stone, 2005). Deze toegenomen algenbloei zorgt voor een verminderde lichtintensiteit, die essentieel is voor organismen, zoals macro-algen, die op de bodem leven, en daar zonder voldoende licht niet kunnen overleven. Verder zorgt de extra hoeveelheid rottende, naar de bodem afgezonken, algen voor een zuurstofdeficiëntie van het water (Mutlu, 1999). Tenslotte neemt bij een toename van algenbloei in het algemeen, ook de bloei toe van die algen die zeer schadelijk zijn voor bijvoorbeeld schelpdieren. Dit fenomeen kan vooral in ondiepere en enigszins afgesloten wateren, zoals de Oosterschelde, “paralytic shellfish poisoning”, “diarrheic shellfish poisoning”, en “amnesic shellfish poisoning” (Ducrotoy & Elliott, 2008; Luckas *et al.*, 2005) veroorzaken. Het is veelbetekenend dat volgens het “Millennium Ecosystem Assessment” van de Verenigde Naties de uitputting van de visbestanden en het optreden van schadelijke algenbloei, de twee meest treffende voorbeelden zijn van alsmaar frequenter wordende, abrupte en mogelijk onomkeerbare ecosysteemveranderingen in het mariene milieu (Commissie van de Europese Gemeenschappen, 2005). Er zijn geen redenen te bedenken waarom deze waarschuwende woorden niet ook voor de Nederlandse situatie zouden gelden.

6.2 Economische schade

Zoals in paragraaf 6.1 wordt besproken, kan de Amerikaanse langlob-ribkwal de visstand van vooral zoöplankton etende vissen zoals ansjovis

onder bepaalde ongunstige omstandigheden, zoals bijvoorbeeld overbevissing, volledig laten instorten. In dergelijke gevallen kan *Mnemiopsis leidyi* zich als voedselconcurrent snel uitbreiden en een zodanige populatiegrootte bereiken dat de aanvankelijke overmaat aan zoöplankton wordt omgezet in een beperkende factor. Verder eten de Amerikaanse langlob-ribkwallen die dan in grote aantallen aanwezig zijn, visseneieren. In de situatie die dan is ontstaan blijkt vervolgens de ansjovis de verliezer te zijn en geeft *Mnemiopsis leidyi* het laatste zetje om de visstand die al onder druk stond door overbevissing, volledig te laten instorten. Alhoewel schattingen van 250 miljoen US\$ economische schade voor de visserij sector in de Zwarte Zee per jaar (Travis, 1993; Williams & Grosholz, 2008; Zaitsev, 1992) volgens Knowler (2005) mogelijk een factor tien te hoog zijn, blijft de economische schade die door deze invasieve ribkwal in de Zwarte Zee veroorzaakt is aanzienlijk en in de tientallen miljoenen euro's per jaar. In de Kaspische Zee heeft *Mnemiopsis leidyi* minder schade veroorzaakt aan de visserij, maar loopt deze schade ook in de miljoenen (Stone, 2005).

Voor Nederland zou het instorten van de haring, tong, en schol visstand in de Noordzee, zoals geopperd wordt als mogelijkheid door Faasse & Bayha (2006) en Oliveira (2007), een vergelijkbare schadepost betekenen die over de jaren zou kunnen oplopen tot honderden miljoenen euro's schade. Op het moment wordt haring nog slechts door enkele Nederlandse kotters, seizoensmatig gevangen, waardoor de economische schade voor deze visserijsector voor Nederland zal meevallen (Taal *et al.*, 2007). De voornaamste potentiële economische schade voor Nederland is gerelateerd aan de belangrijkste commerciële vissoorten tong en schol die samen staan voor een opbrengst van zo'n 153 miljoen euro per jaar van de totale opbrengst van de Nederlandse kottervloot van 256 miljoen per jaar (referentie: 2006; Taal *et al.*, 2007). De kans dat de visstand van deze soorten volledig zal instorten in de Noordzee vanwege de Amerikaanse langlob-ribkwal zoals dat is gebeurd bij de ansjovis in de Zwarte Zee, is klein aangezien de Noordzee een meer open systeem is dan de

relatief geïsoleerde Zwarte Zee. Dit verkleint de kans dat *Mnemiopsis leidyi* in vergelijkbare dichtheden in de Noordzee zal voorkomen. Een vermindering van de visstand van tientallen procenten zal echter ook al snel een economische schade van tientallen miljoenen per jaar voor Nederland kunnen betekenen. Aangezien *Mnemiopsis leidyi* waarschijnlijk wel hogere dichtheden zal bereiken in de kuststreken van Nederland en onze kuststreken bekend staan als een kraamkamer van deze vissoorten (Van Beek *et al.*, 1989), is een gedeeltelijke reductie van de visstand door *Mnemiopsis leidyi* een reële mogelijkheid.

Een gedegen beleid kan de kans op dit doemscenario echter sterk verkleinen zoals in het volgende hoofdstuk verder wordt uitgewerkt.

7. Beleidsmogelijkheden

7.1 Preventie

Aangezien de Amerikaanse langlob-ribkwal zich al gevestigd heeft van de Waddenzee tot in Zee-land, zullen maatregelen die zich op preventie richten, zoals een ballastwaterverdrag, weinig effect hebben.

7.2 Eliminatie

Het is zeer waarschijnlijk dat de soort ook via natuurlijke verspreiding vanuit landen ten noorden van Nederland, of met de golfstroom vanuit Amerika (Fig. 4) worden ingevoerd. Zodoende zullen ook maatregelen gericht op uitsluitend de eliminatie van de Nederlandse *Mnemiopsis leidyi* populaties niet effectief zijn.

7.3 Beheersing

Aangenomen dat de soort ons land in elk geval binnen zal blijven komen, behoren maatregelen gericht op de beheersing van de *Mnemiopsis leidyi* populaties tot de meest realistische

beleidsmogelijkheden. Hierbij verdient het aanbeveling om vooral in de lente en zomer de doorstroming te bevorderen in gebieden, zoals het Grevelingenmeer, waar stratificatie en zuurstofdeficiëntie plaatsvindt. Deze gebieden zijn met name kwetsbaar (paragraaf 5.1).

De exponentiële groei van de *Mnemiopsis leidyi* populatie in onder andere de Zwarte Zee was gedeeltelijk te wijten aan eutrofiëring en overbevissing. Visserij quota's die zich vooral op de visstand van zoöplankton-etende vissen richten, zullen naast een goede controle van eutrofiëring, de kans verlagen dat *Mnemiopsis leidyi* populaties in Nederland, schadelijk hoge dichtheden zullen vormen.

Het invoeren van een natuurlijke vijand zoals *Beroe ovata* is een beleidsmogelijkheid die de populatiegrootte en/of uitbreiding van *Mnemiopsis leidyi* zou kunnen beperken. Het is echter nog onduidelijk welk effect *Beroe ovata* op het Nederlandse ecosysteem zou kunnen hebben. Zo is niet bekend of deze soort alleen *Mnemiopsis leidyi* eet, of ook inheemse ribkwal soorten op het menu zou kunnen hebben, zoals bijvoorbeeld de zeedruif *Pleurobranchus pileus* en het meloenkwalletje *Beroe gracilis*. Daarom is het zonder nader onderzoek af te raden om deze soort in te voeren. Huwer *et al.* (2008) adviseren om voor de Oostzee de populatiegrootte van *Mnemiopsis leidyi* nauwkeurig te monitoren, hoewel de populatie daar nu nog relatief klein en 'ongevaarlijk' is. Voor de Nederlandse wateren moet nadrukkelijk hetzelfde worden geadviseerd. Het is van groot belang alert te zijn en te blijven. Als op een later tijdstip *Mnemiopsis leidyi* werkelijk een zodanig algemene soort dreigt te gaan worden dat de visstand van bijvoorbeeld schol, tong of haring wordt bedreigt, kan dan zonder vertraging alsnog besloten worden om *Beroe ovata* in te voeren. In de Zwarte Zee, waar *Beroe ovata* onbedoeld werd ingevoerd, vermoedelijk via ballastwater, heeft die soort geen aanzienlijke schade aan het ecosysteem veroorzaakt, maar hielp wel mee om de populatiegrootte van *Mnemiopsis leidyi* te beperken (Purcell *et al.*, 2001). Dit garandeert uiteraard niet dat *Beroe ovata* in Nederland

eenzelfde effect zou kunnen bereiken zonder verdere ecologische schade te veroorzaken. Behalve monitoring van de actuele situatie is het essentieel om de wetenschappelijke literatuur m.b.t. *Mnemiopsis leidyi* in Nederland en elders nauwlettend te volgen.

Overige predatoren van *Mnemiopsis leidyi* in zijn gebied van herkomst langs de Noord- en Zuid-Amerikaanse kusten zijn de haarkwal *Chrysaora quinquecirrha*, en de Amerikaanse botervissen *Peprilus aepidodus* en *Peprilus triacanthus* (Shiganova & Padov, 2006). Beide vissoorten eten naast ribkwallen ook andere kwallensoorten, waardoor ze bij een introductie mogelijk een bedreiging zouden gaan vormen voor alle inheemse kwallensoorten in Nederland. *Beroe ovata* die alleen ribkwallen eet, is dan een veiligere keuze ter bestrijding van *Mnemiopsis leidyi*.

De haarkwal *Chrysaora quinquecirrha* staat ook bekend als een predator van *Mnemiopsis leidyi*, maar zal geen bedreiging voor de Amerikaanse langlob-ribkwal vormen. Kreps *et al.* (1997) tonen aan dat een individuele *Mnemiopsis leidyi* in 97% van de 143 keer dat die door *Chrysaora quinquecirrha* tentakels werd gegrepen, wist te ontsnappen door de zwemsnelheid gemiddeld met 300% te vergroten en zich zo los te breken. Hierbij verloor het dier meestal een gedeelte van het lichaam, maar dat regeneerde weer binnen enkele dagen.

Een potentiële inheemse predator van *Mnemiopsis leidyi*, het ribkwal etende meloenkwalletje *Beroe gracilis*, zal vanwege zijn geringe grootte (Faasse & Bayha, 2006) en het sterk van de *Mnemiopsis leidyi* afwijkende seizoenspatroon (Figs 5, 7), vermoedelijk geen bedreiging kunnen vormen voor de nieuwkomer.

8. Literatuur

- Beek, F.A. van, Rijnsdorp, A.D. & R. de Clerck, 1989.** Monitoring juvenile stocks of flatfish in the Wadden Sea and the coastal areas of the southeastern North Sea. *Helgoland Marine Research* 43: 461-477.
- Bilio M. & U. Niermann, 2004.** Is the comb jelly really to blame for it all? *Mnemiopsis leidyi* and the ecological concerns about the Caspian Sea. *Marine Ecology Progress Series* 269: 173-183.
- Borg, J., 2008.** Fisheries: Policy on quotas shows benefits but more efforts are needed for 2009. European Commission, Fisheries, press release 10-11-2008: http://ec.europa.eu/fisheries/press_corner/press_releases/2008/com08_77_en.htm
- Bouma, H., Jong, D.J., Twisk, F. & K. Wolfs- tein, 2005.** Zoute wateren EcotopenStelsen (ZES.1). Voor het in kaart brengen van het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in zoute en brakke rijkswateren. Rapport RIKZ/2005.024.
- Commissie van de Europese Gemeenschappen, 2005.** Thematische strategie inzake de bescherming en het behoud van het mariene milieu. Mededeling van de commissie aan de raad en het Europees parlement. COM(2005)504. SEC(2005)1290.
- Decker M.B., Breitburg D.L. & Purcell J.E., 2004.** Effects of low dissolved oxygen on zooplankton predation by the ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. *Marine Ecology Progress Series* 280: 163-172.
- Ducrottoy, J.P. & M. Elliott, 2008.** The science and management of the North Sea and the Baltic Sea: Natural history, present threats and future challenges. *Marine Pollution Bulletin* 57: 8-21.
- Faasse, M.A. & K.M. Bayha, 2006.** The ctenophore *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz 1865 in coastal waters of the Netherlands: an unrecognized invasion? *Aquatic Invasions* 1(4): 270-277.
- GESAMP, 1997.** Opportunistic settlers and the problem of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* invasion in the Black Sea. GESAMP reports and studies 58. International Maritime Organization, London.
- GIS Invader, 2008.** *Mnemiopsis leidyi* in the Atlantic coastal waters of North America. Regional Biological Invasions Center: http://www.zin.ru/projects/invasions/gaas/mnelei_w.htm.
- Graham, W.M. & K.M. Bayha, 2007.** Biological invasions by marine jellyfish. In: Newt- wig (ed.), 2007. *Biological Invasions*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Pp. 239-255.
- Hansson, H.G., 2006.** Ctenophores of the Baltic and adjacent Seas - the invader *Mnemiopsis* is here! *Aquatic Invasions* 1(4): 295-298.
- Harbison, G.R., Madin, L.P. & N.R. Swan- berg, 1978.** On the natural history and distribution of oceanic ctenophores. *Deep-Sea Research* 25: 233-256.
- Hoeksema, H.J., 2002.** Grevelingenmeer van kwetsbaar naar weerbaar? Een beschrijving van de ontwikkelingen van 1996 tot 2001 en een toetsing aan het beleid. Rapport RIKZ/2002.033.
- Huwer, B., Storr-Paulsen, M., Riisgård, H.U. & H. Haslob, 2008.** Abundance, horizontal and vertical distribution of the invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the central Baltic Sea, November 2007. *Aquatic Invasions* 3(2): 113-124.
- Ivanov, V.P., Kamakin, A.M., Ushivtsev, V.B., Shiganova, T.A., Zhukova, O.P., Aladin, N., Wilson S.I., Harbison, G.R. & H.J. Dumont, 2000.** Invasion of the Caspian Sea by the comb jellyfish *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora). *Biological Invasions* 2: 255-258.
- Janas, U. & A. Zgrundo, 2007.** First record of *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865 in the Gulf of Gdańsk (southern Baltic Sea). *Aquatic Invasions* 2(4): 450-454.
- Javidpour, J., Sommer, U. & T. Shiganova, 2006.** First record of *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz 1865 in the Baltic Sea. *Aquatic Invasions* 1(4): 299-302.

- Kerckhof F., Haelters J. & S. Gollasch, 2007.** Alien species in the marine and brackish ecosystem: the situation in Belgian waters. *Aquatic Invasions* 2(3): 243-257.
- Kershaw, T. R.A. Pettifor & M.J. Rowcliffe, 1998.** Analysis of effects of missing counts on the estimation of waterbird populations trends and numbers: A comparison of Generalised Linear Modelling versus Underhill Index techniques. WWT report to WeBS partners.
- Kideys A.E., 2002.** Fall and rise of the Black Sea ecosystem. *Science* 297: 1482-1484.
- Klein, J.J.M. de, 2007.** Analyse van de vrachten stikstof en fosfor, op het Nederlandse deel van de Noordzee. UPDATE 2007. Alterra-rapport 1612.
- Knowler, D., 2005.** Reassessing the costs of biological invasion: *Mnemiopsis leidyi* in the Black sea. *Ecological Economics* 52: 187-199.
- Kreps, T.A., Purcell, J.E. & K.B. Heidelberg, 1997.** Escape of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* from the scyphomedusa predator *Chrysaora quinquecirrha*. *Marine Biology* 128: 441-446.
- Leewis, R. J. & A. Gittenberger, 2007.** Kwetsbaarheid van watertypen voor exoten. Methodiekontwikkeling. TPS-Rapport nr. E001/07, in opdracht van RWS Waterdienst, Den Haag. TPS, Warmond: pp. 1-91.
- Leewis, R.J., Gittenberger, A. & S. Kabuta, 2008.** Extended Executive Summary. Vulnerability of water types for exotic species: Methodology development. TPS rapport, Warmond, i.o.v. RWS Waterdienst.
- Lehtiniemi M., Pääkkönen J.P., Flinkman J., Katajisto T, Gorokhova E, Karjalainen M, Viitasalo S. & H. Björk, 2007.** Distribution and abundance of the American comb jelly (*Mnemiopsis leidyi*) – A rapid invasion to the northern Baltic Sea during 2007. *Aquatic Invasions* 2(4): 445-449.
- Lengkeek, W., Bouma, S. & H.W. Waardenburg, 2007.** Het effect van zuurstofdeficiëntie op het bodemleven in het Grevelingenmeer. Bureau Waardenburg bv rapport nr. 07-186.
- Luckas, B., Dahlmann, K.E., Gerdts, G., Wasmund, N., Hummert, C., & P.D. Hansen, 2005.** Overview of key phytoplankton toxins and their recent occurrence in the North and Baltic seas. *Environmental Toxicology* 20(1): 1-17.
- Mutlu, E., 1999.** Distribution and abundance of ctenophores and their zooplankton food in the Black Sea. II. *Mnemiopsis leidyi*. *Marine Biology* 135:603-613.
- Muus, B.J., Nielsen, J.G., Dahlstrom, P. & B.O. Nystrom, 1999.** Zeevissen van Noord- en West-Europa. Schuyt & Co Uitgevers en Importeurs BV, Haarlem.
- Oliveira O.M.P. & A.E. Migotto, 2006.** Pelagic ctenophores from the São Sebastião Channel, southeastern Brazil. *Zootaxa* 1183: 1-26.
- Oliveira, O.M.P., 2007.** The presence of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Oslofjorden and considerations on the initial invasion pathways to the North and Baltic Seas. European Research Network on Aquatic Invasive Species. *Aquatic Invasions* 2(3): 185-189.
- Purcell J.E., Shiganova T.A., Decker M.B. & E.D. Houde, 2001.** The ctenophore *Mnemiopsis* in native and exotic habitats: U.S. estuaries versus the Black Sea basin. *Hydrobiologia* 451: 145-176.
- Shiganova T, Bulgakova Y, Volovik S, Mirzoyan Z & S. Dudkin, 2001.** The new invader *Beroe ovata* Mayer 1912 and its effect on the ecosystem in the northeastern Black Sea. *Hydrobiologia* 451:187-197.
- Shiganova, T.A., Mirzoyan, Z.A., Studenikina, E.A., Volovik, S.P., Siokou-Frangou, I, Zervoudaki, S, Christou, E.D., Skirta, A.Y. & H.J. Dumont, 2001.** Population development of the invader ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea and other seas of the Mediterranean basin. *Marine Biology* 139: 431-445.
- Shiganova, T. & V. Padov, 2006 (2-11-2006).** DAISIE factsheet: *Mnemiopsis leidyi*. Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe. http://www.europe-aliens.org/pdf/Mnemiopsis_leidyi.pdf

- Siapatis A., Giannoulaki M., Valavanis V.D., Pali Alexis A., Schismenou E., Machias A. & S. Somarakis, 2008.** Modelling potential habitat of the invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in Aegean Sea. *Hydrobiologia* 612: 281-295.
- Stone R, 2005.** Attack of the killer jellies. *Science* 309: 1805–1806
- Studenikina, Y.I., Volovik, S.P., Mirzoyan, I.A. & G.I. Luts, 1991.** The ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Sea of Azov. *Oceanology* 31: 722-725.
- Sullivan, B.K., Keuren, D. Van & M. Clancy, 2001.** Timing and size of blooms of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in relation to temperature in Narragansett Bay, RI. *Hydrobiologia* 451: 113-120.
- Taal, C., Bartelings, H., Klok, A. & J.A.E. van Oostenbrugge, 2007.** Visserij in Cijfers 2007. LEI, Den Haag, Periodiek rapport 07.04.
- Tendal, O.S., Jensen, K.R. & H.U. Riisgård, 2007.** Invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* widely distributed in Danish waters. *Aquatic Invasions* 2(4): 455-460.
- Travis, J., 1993.** Invader Threatens Black, Azov Seas. *Science* 262: 1366-1367.
- Tulp, A.S., 2006.** *Mnemiopsis leidyi* (Agassiz, 1865) (Ctenophora, Lobata) in de Waddenzee. *Het Zeepaard* 66: 183-189.
- Underhill, L.G. 1989.** Indices for waterbird populations. BTO Res. Rep. 52. Department of Mathematical Statistics, University of Cape Town, South Africa.
- Underhill, L.G. & R.P. Prís-Jones, 1994.** Index numbers for waterbird populations (I) Review and methodology. *Journal of Applied Ecology* 31: 463-480.
- Van der Molen, D.T. & R. Pot, 2005.** Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water. Rapport STOWA 2007-32; RWS-WD/2007.018.
- Volkskrant, 2006.** Hongerige roofkwal in Waddenzee. *Volkskrant* 16-12-2006.
- Wetsteyn, L.P.M.J. & M. Vink, 2001.** Ballast water. An investigation into the presence of plankton organisms in the ballast water of ships arriving in Dutch ports, and the survival of these organisms in Dutch surface and port waters. Rapport RIKZ/2001.026.
- Williams, S.L. & E.D. Grosholz, 2008.** The invasive species challenge in estuarine and coastal environments: marrying management and science. *Estuaries and Coasts: Journal of the Coastal and Estuarine Research Foundation* 31: 3-20.
- Zaitsev, Y.P., 1992.** Recent changes in the trophic structure of the Black Sea. *Fisheries Oceanography* 1: 180-189.

Appendix I

Kwetsbaarheidsberekening van Nederlandse watersystemen voor *Mnemiopsis leidyi*

(zie Leewis & Gittenberger, 2007)

Factsheet Amerikaanse ribkwal, *Mnemiopsis leidyi*

Habitat1, de exoot zou zich in principe (tenminste tijdelijk) kunnen vestigen in:

M32; Overg1-2; Kust1-4

Habitat2, de exoot zou zich in principe (tenminste tijdelijk) kunnen uitbreiden (seksueel en/of aseksueel):

M32; Overg1-2; Kust1-4

Habitat3, er bestaat een habitat / ecosysteem dat volledig binnen de grenswaardes van de exoot valt. De exoot zou zich in principe op langere termijn kunnen vestigen en uitbreiden:

M32; Overg1-2; Kust1-4

Reeds gedane schade:

In zowel de Zwarte Zee als de Kaspische Zee heeft deze ribkwal enorme economische (>> 100.000,- Euro) en ecologische schade veroorzaakt door o.a. de plaatselijk vispopulaties volledig te laten instorten. Bron: Knowler, D. Reassessing the costs of biological invasion: *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea. *Ecological Economics* 52(2): 187-199, 2005.

Potentieel tot uitbreiding:

- De soort is een r-strategie
- De soort kan grote abiotische variaties in zowel zoutgehalte als temperatuur doorstaan.
- De soort bevindt zich in alle levensstadia in de waterkolom.

Potentieel tot voornamelijk ecologische schade:

- De soort is zeer competitief voor voedsel (kan zo ongeveer al het plankton in een gebied opeten).
- De soort is een predator van zooplankton, waaronder de larvale stadia van vissen, schelpdieren en kreeftachtigen.

Hierdoor kunnen de populatie grotes van deze dieren aanzienlijk afnemen.

- De soort is niet toxisch. Hij kan mogelijk een ziekte of parasiet bij zich hebben die de inheemse ribkwallen kunnen besmetten. Er zijn echter tot op heden geen bewijzen dat dit ergens gebeurd is en dat daardoor de populatie grote van een inheemse soort aanzienlijk is afgenomen.

- De soort is geen "ecological engineer"

Potentieel tot voornamelijk economische schade (en ecologische schade):

- De soort kan geen inlaten/uitlaten verstoppen.
- De soort kan geen fysieke schade veroorzaken aan artefacten (palen, dijken)
- De soort kan totale vispopulaties laten instorten waarbij de visserij sector grote economische schade krijgt toegebracht.

Scores voor de berekening van de Kwetsbaarheid van de Nederlandse watersystemen voor *Mnemiopsis leidyi* volgens de Kwetsbaarheids methodiek van watertypen voor exoten van Leewis & Gittenberger (2007):

	H1	H2	H3	S	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
Westerschelde	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0,5	0	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0
Veerse meer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0
Oosterschelde	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1
Grevelingen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5	1	0
Noordzeekust	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0,5	0,5	0	0	0,5	0,5	0	0	1	0
Waddenzee	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0	0,5	1	1
Noordzeekanaal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0
Eemshaven	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0	0
Zoet water	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	E=0	E=0	E=0	E=0	E=0	E=0	E=0	E=0	E=0	E=0

Kwetsbaarheid	Effect	Bedreiging	Kwetsbaarheid
Westerschelde	9,7	3,5	6,6
Veerse meer	9,7	5	7,35
Oosterschelde	9,7	8	8,85
Grevelingen	9,7	5	7,35
Noordzeekust	9,7	3	6,35
Waddenzee	9,7	5,5	7,6
Noordzeekanaal	9,7	5	7,35
Eemshaven	9,7	3	6,35
Zoet water	0	nvt, E=0	0