

130631



Vakgroep Biologie  
Onderzoeksgroep Algologie  
Krijgslaan 281 S8  
B-9000 Gent

Research Group



Phycology

## Studie van macrowiergemeenschappen van de Spuikom van Oostende in functie van de Kaderrichtlijn water



**Mathieu Heytens, Olivier De Clerck & Eric Coppejans**

07/12/2007

Eindrapportage van de onderhandse overeenkomst dd. 01/08/2007  
in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij

## Dankwoord

Het eindresultaat van deze studie kwam tot stand dankzij de hulp van een aantal mensen. Wij hechten er dan ook aan volgende mensen te bedanken: **Francis Kerckhof** (Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee) voor de stimulerende discussies over fauna en flora van Spuikom. **Herre Stegenga** (Nationaal Herbarium Nederland, Leiden) die steeds bereid was zijn floristische kennis te delen. **Frederic Mineur** voor het advies over *Ulva*. **Andre Catrijsse** en het **Vlaams Instituut voor de Zee** voor het ter beschikking stellen van meetgegevens en de bibliotheek. **Christiaan De Schuijmer** (Soresma N.V.) voor het toelichting van het inrichtingsplan van de Spuikom. Collega's en administratief personeel van de Onderzoeksgroep Algologie voor de ondersteuning en discussies.

De stuurgroep bestond uit volgende leden:

**Henk Maeckelberghe**

**Gaby Verhaegen (VMM)**

**Wim Gabriels (VMM)**

**Saskia Lammens (VMM)**

**Jeroen Van Wichelen (UGent)**

VLIZ (vzw)  
VLAAMS INSTITUUT VOOR DE ZEE  
FLANDERS MARINE INSTITUTE  
Oostende - Belgium

## Inhoudstafel

<b>1. Inleiding</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Doelstelling</b> .....	<b>1</b>
<b>3. Situering</b> .....	<b>2</b>
3.1. Historiek Spuikom.....	2
3.2. Huidige situatie .....	2
3.3. Unicité habitat .....	3
3.4. Artificieel karakter van de Spuikom .....	3
3.4.1. Inleiding .....	3
3.4.2. Harde substraten van de Spuikom.....	4
3.4.3. Abiotische factoren die de zonatie van macrowieren bepalen in de Spuikom.....	6
3.5. Waterhuishouding .....	6
3.5.1. Waterpeil .....	7
3.5.2. Belastingen en onttrekkingen.....	8
3.5.3. Het zoutgehalte.....	8
3.5.4. Het zuurstofgehalte en zuurstofverzadiging.....	8
3.5.5. De waterkwaliteit .....	9
3.5.6. Het doorzicht .....	10
3.5.7. Zuurtegraad (pH).....	11
3.5.8. Watertemperatuur .....	11
3.5.9. Bodemkwaliteit .....	12
3.5.10. Conclusie.....	12
3.6. Inheems versus geïntroduceerd .....	12
3.6.1. Inleiding .....	12
3.6.2. Wat is een exoot? .....	12
3.6.3. Welke vectoren doen dienst bij deze introducties? .....	13
3.7. Gelijkaardige habitats in Nederland.....	14
3.7.1. Natuurgebied De Grevelingen.....	14
<b>4. Materiaal en Methoden</b> .....	<b>17</b>
4.1. Staalnames.....	17
4.2. Biomassabepaling.....	19
4.3. Toetsen van morfologische identificatie aan de hand van moleculaire gegevens.....	19

<b>5. Resultaten</b> .....	<b>20</b>
5.1. Voorlopige soortenlijst Spuikom aangevuld met historische data .....	20
5.2. Morfologische identificaties.....	21
5.2.1. Rhodophyta (Roodwieren) .....	21
5.2.2. Chlorophyta (Groenwieren) .....	26
5.2.3. Phaeophyta (Bruinwieren).....	31
5.3. Toetsen van morfologische identificaties aan de hand van moleculaire gegevens .....	33
5.3.1. Resultaten Blast.....	33
5.3.2. Moeilijk te determineren soorten .....	33
5.4. Biomassabepaling.....	33
5.4.1. Dominantie binnen de drie grote groepen macrowieren .....	37
<b>6. Discussie</b> .....	<b>39</b>
6.1. Biodiversiteit van de macrowieren in de Spuikom van Oostende .....	39
6.1.1. Redenen voor verschil in soortenrijkdom .....	39
6.1.2. Besluit.....	41
6.2. Geïntroduceerde en invasieve soorten.....	41
6.3. Toepassing van de Kaderrichtlijn Water voor zoutmeren (naar Altenburg et al. 2007).....	41
6.3.1. Maatlatten voor zoutmeren (M32) .....	42
6.3.2. Zeegrassen als maatlat in een Vlaamse context .....	43
6.3.3. Zeesla-problematiek .....	44
6.3.4. Macrowieren en artificiële substraten .....	44
6.4. Gebiedsgerichte visie van de Spuikom .....	45
6.5. Bepaling maatlatten voor de Spuikom van Oostende .....	46
<b>7. Samenvatting</b> .....	<b>47</b>
<b>Referentielijst</b> .....	<b>49</b>
<b>Bijlage 1. Voorlopige soortenlijst De Grevelingen</b> .....	<b>52</b>
<b>Bijlage 2. Soortenlijst van de Belgische Harde Constructies</b> .....	<b>53</b>

## Lijst van figuren

Figuur 1: huidige ligging Spuikom van Oostende .....	3
Figuur 2: Verdeling van de activiteiten binnen de Spuikom.....	4
Figuur 3: Voorkomende harde substraten in de Spuikom.....	5
Figuur 4: Ongeveer constant waterpeil wordt gehandhaafd in de Spuikom .....	7
Figuur 5: gemiddelde zoutconcentratie per jaar (2002-2007) binnen de Spuikom.....	8
Figuur 6: A. Zuurstofconcentratie van het oppervlaktewater; B. Verzadigingspercentage opgeloste zuurstof. ....	9
Figuur 7: A. Gemiddelde stikstofconcentraties en B. Gemiddelde fosfaatconcentraties van het oppervlaktewater. ....	9
Figuur 8: Massale bloei van <i>Ulva</i> door een te grote concentratie aan voedingsstoffen.....	10
Figuur 9: Gemiddelde doorzichtigheid oppervlaktewater.....	10
Figuur 10: Gemiddelde zuurtegraad van het oppervlaktewater in de periode 2002-2007 .....	11
Figuur 11: Gemiddelde watertemperatuur per jaar .....	11
Figuur 12: Voorbeeld van transfers van <i>Crassostrea gigas</i> .....	13
Figuur 13: Illustratie van het Grevelingenmeer .....	14
Figuur 14: Inzamelplaatsen in de Spuikom.....	17
Figuur 15: <i>Polysiphonia</i> .....	22
Figuur 16: <i>Ceramium</i> .....	24
Figuur 17: <i>Gracilaria gracilis</i> en <i>Chondrus crispus</i> .....	26
Figuur 18: <i>Cladophora</i> en <i>Chaetomorpha aerea</i> .....	28
Figuur 19: <i>Ulva</i> microscopisch .....	30
Figuur 20: <i>Ulva</i> habitus.....	31
Figuur 21: <i>Sargassum muticum</i> .....	32
Figuur 22: Resultaten biomassabepaling.....	36
Figuur 23: Dominantie van soorten binnen de groenwieren. ....	37
Figuur 24: Dominantie van soorten binnen de roodwieren.....	37
Figuur 25: Biomassa van groenwieren vs roodwieren vs bruinwieren .....	38
Figuur 26: A. Aantal soorten in huidige studie plus de historische staalnames.....	39
Figuur 28: Dieptekaart Spuikom Oostende.....	40
Figuur 28. Maatlatten voor zoutmeren, type M32 .....	42
Figuur 29. Deelmaatlatten voor zoutmeren, type M32 .....	43
Figuur 30. Toepassing van de maatlatten voor zoutmeren, type M32 op de Grevelingen en het Veerse meer .....	44
Fig. 31. Inrichtingsplan voor de Spuikom van Oostende .....	45

## Lijst van tabellen

Tabel 1: parameters die doorzichtigheid bepalen van periode 2002-2007.....	10
Tabel 2: Afmetingen en grootheden Grevelingenmeer .....	15
Tabel 3: Streefwaarden waterhuishouding Grevelingenmeer .....	16
Tabel 4: coördinaten en ligging losse inzamelingen .....	18
Tabel 5: coördinaten van de uitgezette kwadranten .....	18
Tabel 6: soortenlijst van de in de loop de jaren gevonden macrowieren in de Spuikom.....	21
Tabel 7: Resultaten Blast: vergelijking met gelijkaardige sequenties in Genbank .....	33
Tabel 8: Biomassabepaling random uitgezette kwadranten .....	34

### **1. Inleiding**

Deze studie kadert in een groter onderzoek naar de waterkwaliteit van het oppervlaktewater en naar de biodiversiteit van de Spuikom van Oostende. Sinds december 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) van kracht, die stelt dat alle Europese wateren zich tegen eind 2015 in 'een goede toestand' moeten bevinden zowel wat betreft chemische als ecologische parameters. De Spuikom te Oostende, beschouwd volgens de KRW als meer; is een uniek habitat in België daar de Spuikom het enige binnenwater is met een voldoende hoge zoutconcentratie om als zoutwater beschouwd te worden. De druk op het gebruik van de Spuikom neemt alsmar toe. Vanuit recreatief oogpunt wordt de Spuikom intensief gebruikt door zowel sportvissers en watersporters (zeilen, surfen; gemotoriseerde waterrecreatie is verboden). Vanaf de tweede helft van 20<sup>ste</sup> eeuw wordt de Spuikom ook gebruikt voor oesterkweek, mits een onderbreking tussen 1992 en 1997. Door de aquacultuur dienen ook de waterkwaliteitsnormen voor schelpdierwater gerespecteerd te worden.

In deze studie wordt de biodiversiteit van de macrowieren nagegaan aan de hand van verschillende staalnames. Eventuele problemen door algenbloei worden eveneens aangekaart en potentiële oplossingen voor deze problemen worden in de mate van het mogelijke voorgesteld.

### **2. Doelstelling**

Met deze studie willen we de waarde van de Spuikom als zoutmeer achterhalen. Dit wordt onderzocht aan de hand van de soortenrijkdom van de macrowieren. Zijn deze wieren die er voorkomen van inheemse oorsprong of zijn ze door de mens geïntroduceerd? Zijn de geïntroduceerde wieren nefast voor de inheemse flora? Welke vectoren zijn verantwoordelijk voor deze eventuele introducties? Hoe verhoudt de macrowierflora zich ten opzichte van de waterkwaliteit van de Spuikom? Aan de hand van deze vraagstellingen kan een beeld geschept worden over het belang van de Spuikom als artificieel habitat.

### **3. Situering**

#### **3.1. Historiek Spuikom** (Hubrechtsen, 2002; De Putter, 2002)

De haven van Oostende won door de tijd heen aan activiteit en het werd noodzakelijk dat de havengeul diep genoeg was om grotere schepen binnen te loodsen. Gedurende de evolutie werden verschillende oplossingen bedacht om de vaargeul uit te diepen. In de negentiende eeuw was vlak aan het havengebied een 'Bassin de Chasse' aanwezig met een sluizensysteem dat werd opgezet om het aanwezige slib weg te spoelen uit de vaargeul. Dit had echter niet het gewenste effect, zeker niet op lange termijn. Meerdere Spuikommen werden aangelegd met als laatste de huidige Spuikom aangelegd tussen 1900-1912. Aangezien de afstand tot de vaargeul te groot was en het nefaste effect van het spuiwater voor de spui-inrichting zelf en de omliggende schepen werd de toekomst van de Spuikom al in 1913 in vraag gesteld. De herstellingswerken kwamen in het gedrang door de oorlog en een groot deel van de spui-inrichting werd volledig vernield tijdens de Duitse bezetting. Mede door toedoen van moderner en efficiënt baggermateriaal verloor de Spuikom zijn oorspronkelijke functie. Sindsdien werd de Spuikom enkel nog gebruikt voor aquacultuur en vanaf 1967 voor recreatie. Door het verloren gaan van de oorspronkelijke functie slijt de Spuikom stelselmatig dicht. Daarenboven was een toenemende achteruitgang van de kwaliteit van de oppervlakte watteren (eutrofiëring) er mede voor verantwoordelijk dat op geregelde tijdstippen een massale bloei van Zeesla (*Ulva*) optrad. Daartoe werd begin jaren 90 tot tweemaal toe overgegaan tot een krijtbehandeling in combinatie met baggerwerken. De krijtbehandeling had tot doel de nitrificerende werking door bacteriën te stimuleren zodat een daling van het ammoniak- en nitrietgehalte zou bekomen worden. Tevens was het de bedoeling op die wijze de aanwezige slibmassa te verminderen door fluïdisatie van het slib. Aanvankelijk hadden deze behandelingen een gunstig effect, maar ze werden kort daarna gevolgd door een terugval in de kwaliteit van het ecosysteem, met algenbloeien en massale sterfte van vis en schaaldieren tot gevolg.

#### **3.2. Huidige situatie** (De Putter, 2002)

De huidige Spuikom bestaat uit een wateroppervlak van circa 80 ha. De plas staat met 6 verlaatschuiten in verbinding met de zee doorheen de haven. Het gemiddelde waterpeil bedraagt 3.17m boven het laagwaterpeil (GLLWS). De gemiddelde bodemdpte bedraagt 1,65m zodat de gemiddelde waterdiepte slechts 1,5m bedraagt. Aangezien de verlaten van de Spuikom enkel waterdicht zijn wanneer het waterpeil in de Spuikom hoger is dan dat van de haven, is er bij gemiddeld hoogtij een toevoer van vers water naar de Spuikom. Omdat een constant waterpeil gewenst is, wordt bij elke getijdencyclus een gedeelte van het water van de Spuikom geloosd door het openen van één of meerdere verlaten. ([www.vliz.be/Spuikom](http://www.vliz.be/Spuikom))





**Figuur 1: huidige ligging Spuikom van Oostende ([www.vliz.be/Spuikom](http://www.vliz.be/Spuikom))**

### **3.3. Uniciteit habitat**

De Spuikom van Oostende wordt afgesloten door een sluizensysteem dat heel beperkt wordt opengezet (in functie van de aquacultuur). Hierdoor kan de Spuikom gecatalogeerd worden als een binnenmeer weliswaar in verbinding met de zee. Uniek aan dit habitat is de zoutconcentratie van het water, met een gemiddelde concentratie van 28-30 PSU wat kan omschreven worden als een zoutmeer. Nergens anders in België komt nog een gelijkaardig habitat voor. Als gevolg van de Deltawerken zijn in Nederland gebieden ontstaan met een gelijkaardige fysische omstandigheden. Het Grevelingenmeer, ontstaan door de bouw van de Brouwersdam, vertoont de grootste overeenkomst met de Spuikom. Door afdamming van het Veerse Gat ontstond het Veerse meer, maar dat wordt eerder gekenmerkt door brakwater. Beiden zijn ook afgesloten van de zee door een sluizensysteem en hebben een relatief hoog zoutgehalte. Belangrijk voor de ontwikkeling van macrowieren is het feit dat geen getijden meer voorkomen binnen de Spuikom daar men streeft naar een constant waterpeil voor de aquacultuur en de recreatie. Aangezien geen getijden meer aanwezig zijn is de kans wel vrij beperkt dat intertidale soorten zich zullen vestigen binnen dit biotoop.

### **3.4. Artificieel karakter van de Spuikom**

#### **3.4.1. Inleiding**

In tegenstelling tot o.a. het noorden van de Franse kust (bv. Cap Gris Nez en omgeving) bestaat er langs de Belgische kust geen natuurlijk hard substraat. In het kader van kustverdedigingswerken zijn echter veel artificiële harde constructies, zoals havenmuren, dijken en strandhoofden aangelegd. Langs de Belgische kust kan de typische flora en fauna van rotskusten zich dus enkel op dergelijke infrastructuur ontwikkelen. Op deze manier

dragen de harde constructies bij tot een verhoging van de mariene, biologische diversiteit (Volckaert *et al.*, 2004).

Ondanks het relatief hoge aantal kunstmatig aangelegde harde constructies langs de Belgische kust, was tot voor kort de biologie ervan nauwelijks gekend. In 1979 werd een inventaris en een zonatiestudie van macrowieren op de oude havenmuur van Zeebrugge uitgevoerd (De Vos, 1980). Daarnaast werden enkele sporadische inzamelingen van algen gedaan in het kader van het opstellen van een wierflora van de Noordfranse en de Belgische kust (Coppejans, 1998). In 2004 werd dan een studie uitgevoerd naar de macro-algen en de macrofauna die geassocieerd waren met deze artificiële harde substraten door Volckaert *et al.*

#### 3.4.2. Harde substraten van de Spuikom

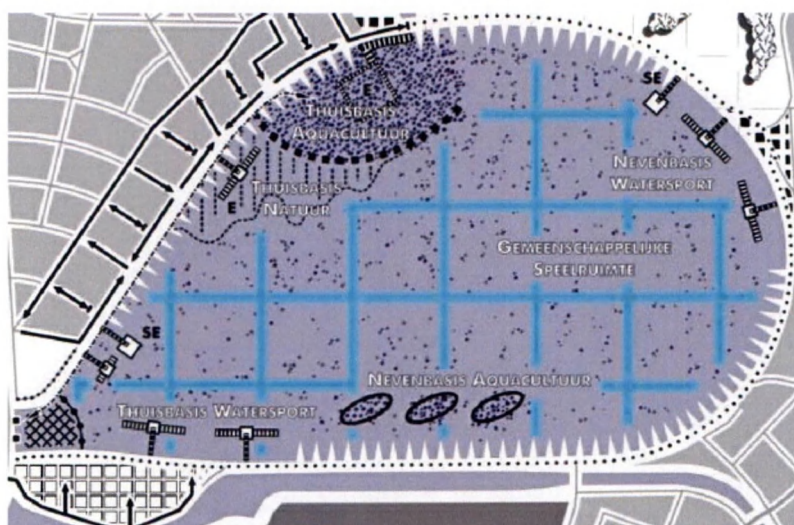
De Spuikom van Oostende is een habitat aangelegd door de mens. Zijn oorspronkelijke functie bestond erin het slib uit de haven te spoelen wanneer de sluizen werden opgezet. De functie van de huidige Spuikom was nooit rendabel en sindsdien situeert het belang van de Spuikom zich eerder in aquacultuur en recreatie.

Op figuur 2 is weergegeven hoe de huidige Spuikom ingedeeld is in bepaalde zones namelijk:

- Zone voor natuur aan de noordwestzijde
- Zones voor aquacultuur aan de noordzijde en zuidzijde
- Twee zones voor watersport: aan de oostzijde en aan de zuidzijde
- Gemeenschappelijke speelruimte

Voor deze verschillende activiteiten zijn meerdere artificiële substraten aangelegd nodig voor de uitvoering van deze activiteiten (figuur 3).

Voor de aquacultuur zijn enkele pontons aangelegd waaraan touwen gebonden zijn. Naast deze structuren zijn ook de kunststof netten waarin de oesters gekweekt worden een ideaal substraat voor macrowieren. De oesters zelf namelijk de schelpen van de Europese *Ostrea edulis* (Zeeuwse oester) en de exoot *Crassostrea gigas* (Japanse oester) vormen een geschikt substraat voor de ontwikkeling van voornamelijk Rhodophyta (Roodwieren). Een andere exoot *Crepidula fornicata* (Muiltje) is frequent aanwezig tussen de oesters en vormt eveneens een geschikt substraat.



Figuur 2: Verdeling van de activiteiten binnen de Spuikom ([www.vliz.be/Spuikom](http://www.vliz.be/Spuikom))

Voor de watersport zijn verschillende aanlegsteigers gebouwd waaraan autobanden bevestigd zijn. Deze artificiële structuren vormen het essentiële substraat dat macrowieren nodig hebben om zich te ontwikkelen. Daarenboven is de Spuikom omringd door een betonnen dijk waar aan de onderzijde, in contact met het wateroppervlak, eveneens wieren kunnen groeien. De onderzijde van boten vormt een laatste geschikte substraat voor de ontwikkelingen van wieren.



**Figuur 3:** Voorkomende harde substraten in de Spuikom. A. Ponton aan de zeilclub; B. Oesterkweek (aquacultuur); C. Kunststof netten waarin oesters gekweekt worden; D. Steile dijk ter hoogte van Intersport met pontons ; E. Vicognedijk aan de zuidelijke zijde van de Spuikom; F. Onderzijde van bootjes of wrakken van bootjes.

#### 3.4.3. Abiotische factoren die de zonatie van macrowieren bepalen in de Spuikom (Volckaert et al., 2003)

##### **1) Getijden en golfwerking**

In de Spuikom komen geen of weinig schommelingen voor van het wateroppervlak daar het een kwasi stagnant zoutmeer is dat met sluizen afgesloten is van de zee en zo ook van de getijdenwerking. Enkel door de wind en door recreatie ontstaan golven maar deze zijn niet van die aard dat ze een invloed zullen hebben op de zonatie.

##### **2) Temperatuur**

Seizoenale temperatuursschommelingen zijn eerder gering wat betreft het zeewater, hoewel de ondiepe Spuikom wel gevoelig is voor deze schommelingen, maar voor de luchttemperatuur kunnen die wel aanzienlijk zijn. Deze fluctuaties in temperatuur bepalen mede het effect van uitdroging en vorst bij laagtij. Organismen die sterk onderhevig zijn aan uitdroging, vooral in de zomer, moeten hun vochtverlies zien te beperken. De lagere temperaturen, kenmerkend voor de winter, kunnen echter even schadelijk zijn. Het effect van vorst is namelijk vergelijkbaar met dat van uitdroging. Dessicatie en vorststress laten zich het best voelen in het intertidaal. Het ontbreken van getijden in de Spuikom echter maakt dat een typisch intertidaal en bijhorende wierflora ontbreekt.

##### **3) Licht**

Het belang van zonlicht in het opwarmen van het substraat en de organismen boven de omgevingstemperatuur, doet vermoeden dat verschillen in de hoeveelheid zonlicht een grotere impact zal hebben dan de verschillen in water- en luchttemperatuur. De intensiteit van het licht is dan tevens van belang voor de wieren. Te hoge lichtintensiteit heeft een schadelijke invloed op wieren. Bij een te lage lichtintensiteit wordt de fotosynthese belemmerd. Met andere woorden de helderheid van de waterkolom zal, in combinatie met de aanwezigheid van geschikt substraat, bepalen tot welke diepte benthische macrowieren voorkomen.

##### **4) Slib en zand**

Te hoge concentraties aan slib of sedimentatie kunnen nefaste gevolgen hebben voor bepaalde organismen. De verstikkende werking van de anaerobe slibcomponent is hier een voorbeeld van. Het effect van het aanwezige zand rondom de harde constructies is tweevoudig. Enerzijds zorgt de schurende werking voor zowel het verwijderen van propagulen als volwassen wieren, anderzijds worden de aanwezige organismen voortdurend begraven onder het zand.

#### 3.5. Waterhuishouding

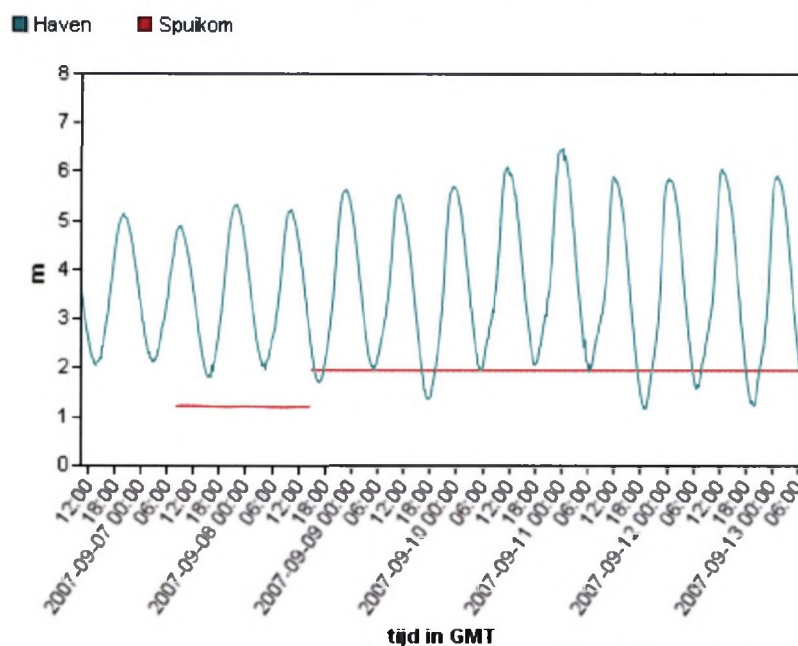
De waterhuishouding in de Spuikom van Oostende brengt gevolgen met zich mee zowel voor natuur, aquacultuur en recreatie. De waterhuishouding heeft niet alleen betrekking op de kwantiteit maar ook op de kwaliteit van het water. De beheerder van een wateroppervlak zoals de Spuikom heeft als taak te zorgen voor peilbeheer (kwantitatief) en voor een goede kwaliteit van het water (kwalitatief). De waterkwaliteit is in landelijke normen vastgesteld en deze worden zo goed mogelijk nagestreefd. De Spuikom van Oostende is het enige wateroppervlak in Vlaanderen met de wettelijke bestemming 'schelpdierwater'. Het kreeg deze bestemming in 1987 en opnieuw in 1998. Hierdoor valt het onder de 'richtlijn van de raad inzake de vereiste kwaliteit van schelpdierwater (79/923/EEG) (30 oktober 1979)' en onder het 'Koninklijk besluit tot vaststelling van de algemene immissienormen waaraan schelpdierwater

dient te voldoen (Belgisch staatsblad- 10 april 1984) (17/02/1984)'. In 1995 verscheen in Vlare II de 'Milieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewater, bestemd voor schelpdieren (Afdeling 2.3.5 en bijlage 2.3.5) (01/06/1995)', waarin de verschillende parameters opgenomen zijn waaraan schelpdierwater dient te voldoen. Deze waarden worden frequent gecontroleerd daar de Spuikom door zijn belang opgenomen is in het fysico-chemische en bacteriologische meetnet van de VMM (Vlaamse Milieumaatschappij). De aanwezigheid van potentieel toxische microwieren (*Alexandrium* spp., *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum minimum*, *Prorocentrum lima*, *Pseudo-nitzschia* spp., *Pyrodinium* spp, *Gymnodinium* spp.) wordt eveneens op wekelijkse (mei tem september) tot maandelijkse basis (andere maanden) opgevolg in opdracht van VMM en het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV).

### 3.5.1. Waterpeil

Veel functies van het meer, zoals de recreatie maar ook de kustbroedvogels worden beïnvloed door het waterpeil. Voor de recreatie is een min of meer constant peil vereist met kleine variaties, terwijl de broedvogels afhankelijk zijn van een stabiel laag peil in het voorjaar. Het waterpeil in de Spuikom van Oostende is min of meer constant. In het geval er zich geen noodsituaties voordoen zou er steeds water in de Spuikom moeten staan zodat op elk ogenblik verschillende activiteiten kunnen plaatsvinden. Er werd voorgesteld om het waterpeil te laten schommelen binnen een bepaalde range ten opzichte van het streefpeil (3,17 TAW). De maximale marge die voorgesteld werd betrof 20cm ten aanzien van het streefpeil. Dit brengt enkele gevolgen met zich mee voor de verschillende gebruikers van de waterplas namelijk dat de aquacultuur zich geen kweek meer kan veroorloven waar een waterafslating voor nodig is. Na wat onderzoek is gebleken dat de Spuikom vandaag toch nog wordt afgelaten in functie van de aquacultuur zij het op beperktere schaal maar op regelmatigere basis. De figuur geeft een duidelijk beeld weer van de pogingen om het waterpeil constant te houden in vergelijking met de haven. Lichte fluctuaties komen echter voor.

Waterstand in m van 2007-09-06 10:30:00 tot 2007-09-13 08:00:00



(c) AWZ Afdeling Kust - VLIZ

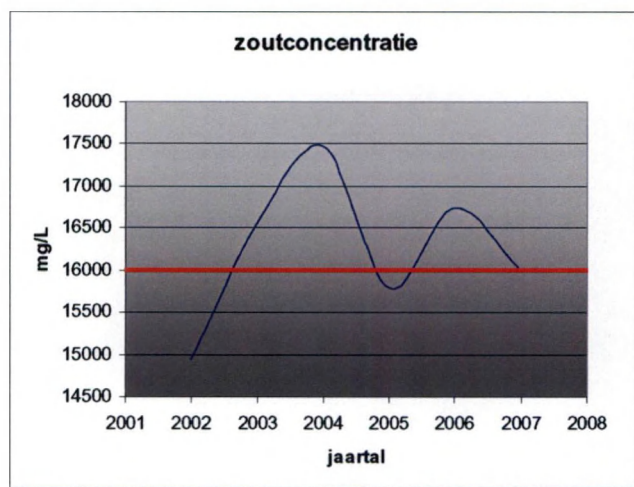
**Figuur 4: Ongeveer constant waterpeil wordt gehandhaafd in de Spuikom ([www.vliz.be/Spuikom](http://www.vliz.be/Spuikom))**

Redenen voor aflatingen kunnen zijn onder andere een te hoge concentratie aan nitraten en fosfaten wat een sterke algenbloei (bv. *Ulva*) kan veroorzaken. Anderzijds moet de concentratie aan chloride hoog genoeg zijn voor de aquacultuur, dan wordt vers water vanuit de haven via de verlaten binnengloodst.

### 3.5.2. Belastingen en onttrekkingen

Zoals eerder vermeld wordt het water van de Spuikom af en toe afgelaten om diverse redenen (zie boven). Doordat er bij hoogwater een constante insijpeling van havenwater plaatsvindt komt steeds een hoeveelheid slib de Spuikom binnen. Dit slib bevat veel vervuilende stoffen en voedingsstoffen (nitraten en fosfaten) wat een grote belasting vormt voor het gebied. Recent werd de hoofdoorzaak van concentratie aan voedingsstoffen verwijderd door het sluiten van de toegang met de Noord-Ede maar onrechtstreeks komen met het havenwater nog altijd relatief voedselrijk water vanuit het kanaal Oostende-Brugge en de Noord-Ede de Spuikom binnen. Daarom is het noodzakelijk deze parameters zo goed mogelijk op te volgen.

### 3.5.3. Het zoutgehalte



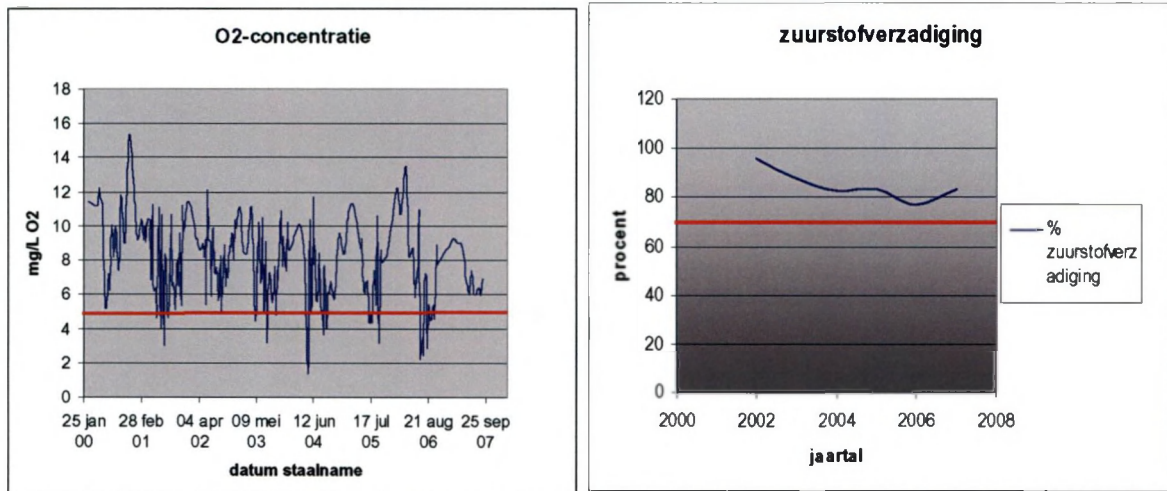
**Figuur 5: gemiddelde chlorideconcentratie per jaar (2002-2007) binnen de Spuikom (meetgegevens VMM).**

Het unieke aan de Spuikom van Oostende is dat het een stagnant zoutmeer is. Dit betekent ook dat deze zoutconcentratie min of meer constant gehouden moet worden. Mariene systemen zijn volgens het Venice-systeem vastgesteld op chlorideconcentraties hoger dan 16 g/L. Polyhalieen of sterk brakke systemen worden gekenmerkt door chlorideconcentraties tussen 10 en 16 g/L. Afgaande op meetgegevens in de periode 2002-2007 is bijna altijd aan de norm voor zoutwater voldaan behalve in het jaar 2002.

Redenen voor deze uitschieter zijn niet onderzocht. Waarschijnlijk viel er dat jaar extra neerslag of was er eveneens een lagere concentratie in het begin van de Noordzee.

### 3.5.4. Het zuurstofgehalte en zuurstofverzadiging

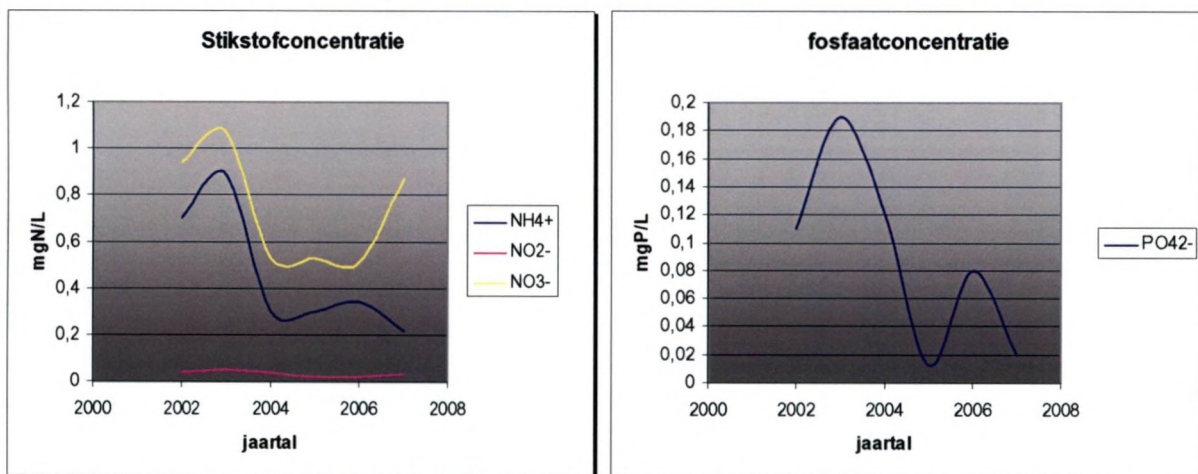
Het zuurstofgehalte in het oppervlaktewater van de Spuikom van Oostende varieert in de periode 2002-2007 gemiddeld tussen 6.8 en 8.3 mg/L. Desondanks, aangezien jaarlijks de concentratie aan opgeloste zuurstof zakt onder de minimumwaarde van 5 mg O<sub>2</sub>/L is er niet voldaan aan de basiskwaliteitsnorm. Een tweede parameter is het verzadigingspercentage van opgeloste zuurstof. Volgens de norm van schelpdierwater (VLAREM II) moet de gemiddelde waarde groter of gelijk zijn aan 70%. Gedurende de periode die opgenomen is in deze studie blijkt op elk gegeven tijdstip aan deze norm voldaan (zie figuur 6). Sinds april 2007 wordt ook van een tweede meetpunt de chemische karakteristieken bepaald. Dit aanvullend meetpunt, in de nabijheid van de oesterkwekerij, zal toelaten de variatie binnen het systeem op lokale schaal beter te kunnen inschatten.



Figuur 6: A. Gemiddelde zuurstofconcentratie van het oppervlaktewater; B. Verzadigingspercentage opgeloste zuurstof (meetgegevens VMM).

### 3.5.5. De waterkwaliteit

De belangrijkste factoren om de waterkwaliteit te bepalen zijn de concentraties stikstof en fosfor in het water, in combinatie met opgeloste zuurstof. Wanneer deze concentraties een bepaalde grens overschrijden kan dit leiden tot een overmatige groei van bijvoorbeeld *Ulva* (Zeesla). Om de waterkwaliteit te controleren in de Spuikom worden maandelijkse metingen uitgevoerd door het fysico-chemische meetnet van de VMM. De plaats waar dit gebeurt in de Spuikom ligt voor het sportcentrum de Spuikom langs de Vicognedijk.



Figuur 7: A. Gemiddelde stikstofconcentraties en B. Gemiddelde fosfaatconcentraties van het oppervlaktewater (jaargemiddelden; meetgegevens VMM).

Uit de metingen valt uit te maken dat gedurende het jaar 2003 een heel hoge concentratie aan voedingsstoffen aanwezig was wat samenviel met een massale bloei van Zeesla (zie figuur 5). Sindsdien is de concentratie enorm gedaald hoewel de nitraatconcentratie dit jaar weer snel stijgt.

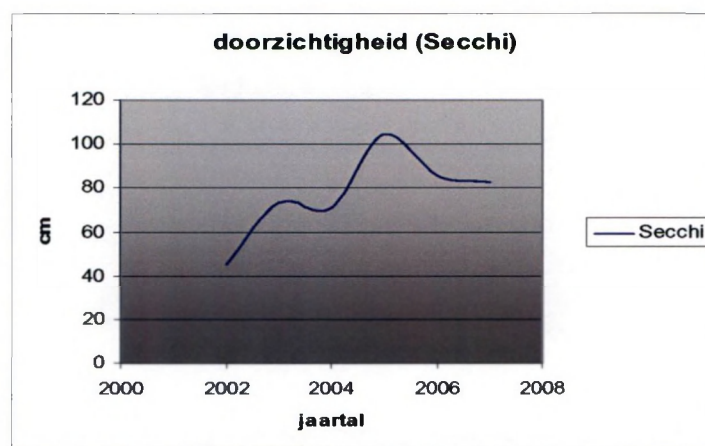


Figuur 8: Massale bloei van *Ulva* door een te grote concentratie aan voedingsstoffen (foto F. Kerckhof)

### 3.5.6. Het doorzicht

Tabel 1: parameters die doorzichtigheid bepalen van periode 2002-2007 (meetgegevens VMM).)

jaar	Zwevende stoffen (mg/L)	Chl a ( $\mu\text{g/L}$ )	Secchi (cm)
2002	32.38	34,17	45,56
2003	24.73	28,5	73,33
2004	24.33	24,83	71,11
2005	17.36	12	104,44
2006	14.72	35,33	86
2007	17.84	10	82,86



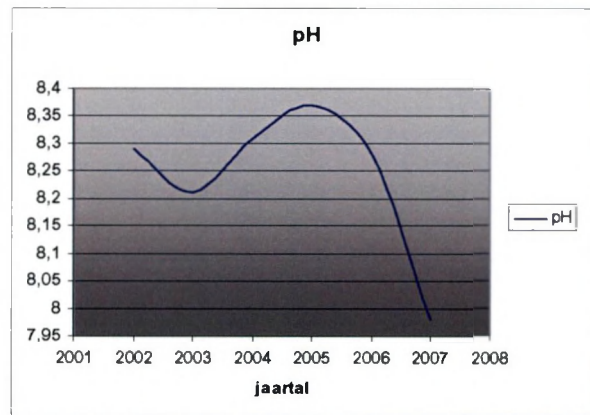
Figuur 9: Gemiddelde doorzichtigheid oppervlaktewater (jaargemiddelden; meetgegevens VMM).



Gegevens met betrekking tot doorzicht dienen met voorbehoud geïnterpreteerd te worden. Wegens de geringe diepte van de Spuikom is zijn de resultaten van de secchi-metingen mogelijk gelijk aan de plaatselijke diepte. Met andere woorden in omstandigheden waar genoeg licht tot op de bodem van de Spuikom penetreert zijn geven de metingen niet het correcte doorzicht weer. Daarenboven is doorzicht door de geringe diepte een hypervariabele en stochastische parameter. Wind en de resulterende golfwerking hebben immers een zeer sterk effect op doorzicht, wat maakt dat het tijdstip in hoge mate een invloed zal op het resultaat van de meting.

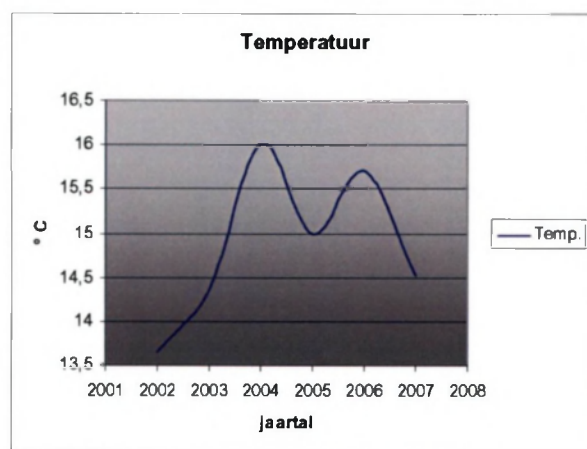
### 3.5.7. Zuurtegraad (pH)

De Spuikom is in de loop van de laatste vijf jaar licht zuurder geworden. De oorzaak noch de implicaties voor het ecosysteem werden niet onderzocht in deze studie.



**Figuur 10: Gemiddelde zuurtegraad van het oppervlaktewater in de periode 2002-2007 (jaargemiddelden; meetgegevens VMM).**

### 3.5.8. Watertemperatuur



**Figuur 11: Watertemperatuur (jaargemiddelden; meetgegevens VMM).**

#### 3.5.9. Bodemkwaliteit

Het is belangrijk om niet enkel de kwaliteit van het water in beschouwing te nemen maar eveneens de bodemkwaliteit daar historisch gezien de Spuikom in verbinding stond met polderrivieren als de Noord-Ede waarlangs veel vervuilende stoffen binnenkwamen. Deze stoffen hebben zich geaccumuleerd op de bodem en kunnen zich na enkele tijd bijvoorbeeld door een bepaalde verstoring (bv. baggerwerken) opnieuw vrijgeven. Uit metingen door VMM ter hoogte van de BLOSO-steiger en oesterkwekerij blijkt althans dat de bodem 'verontreinigd' tot 'zwaar verontreinigd' is (triadekwaliteitsbeoordelingen = 3 of 4)

Vandaag de dag is de aanvoer van Polderwater (sterk vervuild en voedselrijk) niet meer mogelijk doordat de verbinding tussen de Noord-Ede en de Spuikom definitief gesloten is. Weliswaar komt onrechtstreeks nog altijd vervuild water binnen bij hoogwater via de haven.

#### 3.5.10. Conclusie

Over het algemeen kan gezegd worden dat het goed gaat met de waterkwaliteit van de Spuikom en dat deze voldoet aan de normen voor schelpdierwater (VLAREM II). De fosfaat- en nitraatconcentraties zijn na de zomer van 2003 weer naar een aanvaardbaar niveau gedaald. De gestelde norm voor het zoutgehalte van 16g/L wordt bijna elk jaar opnieuw gehaald op enkele uitzonderingen na als gevolg van een extreme omstandigheid. De helderheid van het meer is gestaag aan het verbeteren door de afname van het chlorofylgehalte en de concentratie aan zwevende stoffen. Deze waterkwaliteit moet gehandhaafd worden in functie van zowel natuur, aquacultuur als recreatie.

### **3.6. Inheems versus geïntroduceerd**

#### 3.6.1. Inleiding

De Belgisch-Nederlandse algenflora is zoals boven vermeld gebonden aan harde substraten en vestiging werd pas mogelijk nadat deze artificiële substraten aangelegd werden. De kolonisatie van deze nieuwe substraten heeft plaatsgevonden via dispersie door drijvende specimens die vooral van zuidelijke oorsprong waren, bijvoorbeeld uit het noorden van Frankrijk. Oorspronkelijk werden enkel Europese inheemse soorten teruggevonden. Na 1950 echter werd eveneens een toenemend aantal introducties uit verre oorden waargenomen. In België en Nederland zijn dit meestal secundaire vestigingen, d.w.z. dat ze eerder elders in Europa al teruggevonden werden.

#### 3.6.2. Wat is een exoot? (Stegenga, 2002)

Omdat er steeds meer geïntroduceerde species voorkomen langs onze kusten moeten deze nauwer gedefinieerd worden. Wat zijn nu exoten? In de Engelse literatuur bestaat er een onderscheid tussen invasieve soorten en geïntroduceerde soorten (Farnham, 1998). De eerste komen hier aan door een gebiedsuitbreiding die een gevolg is van het beschikbaar komen van een gewenst milieutype (bv. de Grevelingen na het afsluiten van de Brouwersdam). De veronderstelling dat een soort geïntroduceerd is en niet inheems (Europees) steunt op een

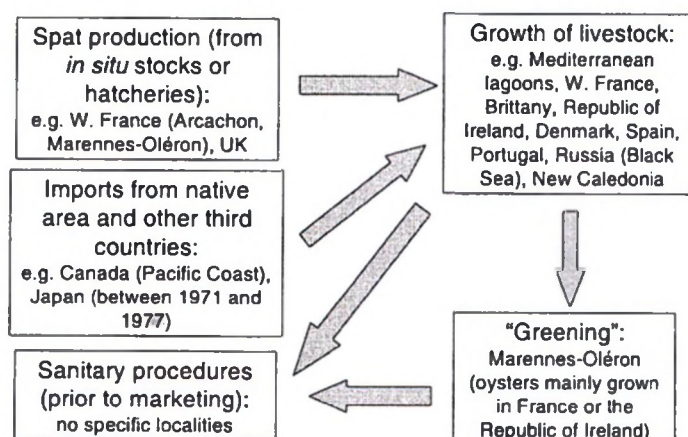
recente waarneming dat iets nog nooit eerder gezien is maar wel kan gedetermineerd worden met typemateriaal van het oorspronggebied. Voor grote wieren zoals *Sargassum muticum* en *Undaria pinnatifida* is dit gemakkelijk aan te nemen maar voor de kleinere wieren is dit niet zo evident. Hierbij moet men ervan uitgaan dat de nieuw gevonden soort inderdaad nog nooit gevonden is en dat het vroeger bij inzameling niet over het hoofd werd gezien. In Europa, dat zeer goed bestudeerd is, wordt dit makkelijker aanvaard dan in gebieden waar constant nog nieuwe soorten worden beschreven. Een invasieve soort is een planten- of diersoort van vreemde oorsprong (exoot) die zich massaal verspreidt in zijn nieuwe omgeving en een bedreiging vormt voor hetzij het vermogen van het ecosysteem om in menselijke behoeften te voorzien danwel voor de biodiversiteit. Slechts een klein deel van de exoten zijn invasieve soorten.

### 3.6.3. Welke vectoren doen dienst bij deze introducties?

De introductie van niet-inheemse soorten is een belangrijke factor in de verandering van gemeenschappen en ecosystemen. De eerste stap die leidt tot een biologische invasie is het transport van een soort vanuit de donorgemeenschap wat een vector vereist. Vectoren die belangrijk zijn bij deze transfer zijn onder andere aquacultuur (voornamelijk oesters), ballastwater en 'hull-fouling'.

#### 1) Oestertransfer (Mineur *et al.*, 2007a)

De oesterindustrie heeft jarenlang gewerkt met de inheemse oester *Ostrea edulis* maar door massale sterfte door ziektes in de jaren '70 werden oesters ingevoerd vanuit Japan en Canada namelijk *Crassostrea gigas*. Aquacultuur brengt veel transfers met zich mee van ontstaan van de oesters tot het opgroeien tot de volwassen oesters voor consumptie in bijvoorbeeld beschutte binnenmeren als de Spuikom van Oostende, de Grevelingen en Oosterschelde (Nederland) (zie figuur 12). Vandaag worden nog weinig oesters ingevoerd doordat de Oester *Crassostrea gigas* zichzelf voortplant in Europese wateren door 'spat production'. De Europese Unie verbiedt zelfs de invoer van oesters uit bepaalde landen van de Middellandse Zee (Kroatië, Marokko, Tunesië en Turkije), VS, Canada en Nieuw-Zeeland.



**Figuur 12:** Voorbeeld van transfers van *Crassostrea gigas* in Franse en Europese aquacultuurproductie. Alle pijlen duiden op een transfer van levend materiaal (Mineur *et al.*, 2007(1)).

De laatste tientallen jaren zijn veel introducties van exotische zeewieren waargenomen zoals *Grateloupia turuturu*, *Sargassum muticum*, *Undaria pinnatifida*, en deze zijn veelal

teruggevonden rond oesterculturen. De omgeving rond oesterculturen is veel beter geworden voor deze wieren dan het oorspronkelijke gebied. Ze bieden een ideaal substraat, niet alleen de oesterschelpen zelf maar ook het materiaal voor de oesterkweek (touwen, metalen structuren en plastic netten).

#### 2) 'Hull-fouling' en ballastwater (Mineur *et al.*, 2007b)

'Hull-fouling' is in de literatuur beschreven als het aangroei van macrowieren aan de romp van schepen, die aldus de wieren rondvoeren langs hun vaarroutes en op dergelijke wijze wieren kunnen introduceren. Eveneens kunnen wieren geïntroduceerd worden via ballastwater van schepen dat fragmenten of propagulen van wieren kan bevatten. Het merendeel (58%) van de wieren die gevonden werden op de romp van schepen hadden een kosmopolitisch verspreidingspatroon. Voornamelijk filamenteuze bruinwieren (Ectocarpales) en Zeesla en Darmwier (*Ulva*) werden teruggevonden op de romp van boten. Vroeger gebruikte men toxische anti-foulingverven om de aangroei van wieren tegen te gaan maar dit is nu bij wet verboden.

Los van antropogene dispersies wordt ook aangenomen dat door de huidige klimaatsverandering zuidelijke soorten noordelijker kunnen gaan groeien (Occhipinti-Abrogi & Savini, 2003).

### 3.7. Gelijkaardige habitats in Nederland

#### 3.7.1. Natuurgebied De Grevelingen

Het Grevelingenmeer is een voor Nederland uniek stagnant zoutwatermeer dat in de wintermaanden wordt ververs met water uit de voordelta. Het meer is ontstaan door de aanleg van de Grevelingendam, die het meer afsluit van zoet water uit de Rijn-Maas, in 1965 en door de Brouwersdam, die zorgt voor een afsluiting met de Noordzee, in 1971. Natuur en recreatie zijn de hoofdfuncties van het Grevelingenmeer met beroepsvisserij als nevenfunctie. Na het afsluiten van de Brouwersdam werd het Grevelingenmeer zoeter, wat niet het gewenste effect was. Daarom bouwde men in 1979 de Brouwerssluis die de aanvoer van vers zoutwater tot stand bracht.



**Figuur 13:** illustratie van het Grevelingenmeer met linksboven de Brouwersdam en rechtsonder de Grevelingendam ([www.grevelingen.nl](http://www.grevelingen.nl)).

**Kenmerken Grevelingenmeer**

Het Grevelingenmeer is ondertussen een natuurgebied van grote betekenis geworden. De waterkwaliteit is goed, vooral dankzij de afsluiting van de grote rivieren die ermee in verbinding stonden. Het zoute water is buitengewoon helder waardoor het licht er tot diep doordringt. Het is een oligotroof meer geworden met weinig nutriënten en weinig plaagalg. Door deze kenmerken is het meer zeer geliefd bij zwemmers en andere recreatiesporten.

**Tabel 2: Afmetingen en grootheden Grevelingenmeer (RIKZ)**

wateroppervlak	10800ha
oppervlak buitendijkse gebieden	3120 ha
oppervlakte afwateringsgebied	9900 ha
inhoud	557.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
lengte	23 km
breedte	4-10 km
gemiddelde diepte	5.4 m
maximale diepte	48 m

**Waterhuishouding Grevelingenmeer vergelijkbaar met dit van de Spuikom**

Het **waterpeil** van het meer wordt min of meer constant gehouden ten behoeve van recreatie en aquacultuur. Deze vereisen een min of meer vast peil met kleine variaties. Het verschil met de Spuikom ligt in het feit dat de Brouwersdam sinds 1999 permanent is geopend en dat het peil dus daadwerkelijk wordt gestuurd door de mens. Af en toe wordt meer water binnengelaten dan gespuid omdat men een constant peil nastreeft van NAP-0.20 m wat wel weer vergelijkbaar is met de Spuikom. Het **chlorideconcentraties** voldoen eveneens aan de norm van 16 g Cl/L, uitgezonderd in zeldzame gevallen wanneer er bijvoorbeeld te veel neerslag is gevallen. De **zuurstofconcentratie** varieert van 10 à 11 mg O<sub>2</sub>/L in de winter en tot 8 mg O<sub>2</sub>/L in de zomer. Deze concentratie voldoet aan de norm voor schelpdierwater (minimum 5 mg O<sub>2</sub>/L). De **waterkwaliteit** wordt zoals eerder vermeld voornamelijk bepaald door de concentraties van stikstof en fosfaten in het water. Een te hoge concentratie aan nutriënten kan nefast zijn voor een bepaald biotoop. Voor zowel de stikstof- als de fosfaatconcentraties wordt voldaan aan de normen vastgelegd door de Vierde Nota Waterhuishouding. Het **doorzicht** is de afgelopen jaren gehalveerd. Onderzoekers denken dat deze afname te wijten is aan een toename van een bepaalde humusachtige stof die het licht absorbeert. Voor het functioneren van het ecosysteem kan dit nare gevolgen hebben: het licht kan namelijk minder ver doordringen wat de algengroei zal verminderen en de daarmee geassocieerde fauna eveneens zal afnemen. De **concentratie aan toxische stoffen** voor het Grevelingenmeer vereist toch wat aandacht. Door het gebruik van anti-foulingverf met tributyltin (TBT) kwam deze toxische stof in het water terecht. Na het verbieden van het gebruik van deze verf is de concentratie afgenomen maar overschrijdt nog steeds de norm van 14 ng Sn/L.

Tabel 3: Streefwaarden waterhuishouding Grevelingenmeer (RIKZ)

	streefbeeldwaarden
waterpeil	-0,2 NAP
zoutgehalte	16g Cl/L
polderwaterafvoer	40 miljoen m <sup>3</sup> /Jr
stratificatie diepte spronglaag zuurstofloosheid bodem	> 15m 5%
ondiep water zuurstofgehalte	> 7g/L
fosfaat	0,2 < fosfaat < 0,3 mg P/L
silicium	>1,0

### **Wierflora**

Het natuurgebied De Grevelingen herbergt een aanzienlijke diversiteit aan macrowieren in vergelijking met de Spuikom van Oostende (zie bijlage 1: Voorlopige soortenlijst natuurgebied De Grevelingen door Herre Stegenga). Redenen hiervoor moeten waarschijnlijk gezocht worden bij het feit dat de oppervlakte zoveel malen groter is, het meer veel dieper is, meer harde substraten aanwezig zijn en vooral het feit dat de Nederlandse kust in ieder geval rijker is aan wieren dan de Belgische. In de Grevelingen ondervindt men hetzelfde probleem van exoten daar er eveneens aan aquacultuur wordt gedaan. In vorige jaren had men ook last van overmatige bloei van *Ulva* zoals beschreven voor de Spuikom in 2003. Exoten als de Japanse oester (*Crassostrea gigas*) en het Japans bessenwier (*Sargassum muticum*) gedijen zeer goed in dit zoutmeer.

## 4. Materiaal en Methoden

### 4.1. Staalnames

Om de biodiversiteit van een habitat te bepalen is het noodzakelijk meerdere staalnames te verrichten idealiter in verschillende seizoenen. Aangezien de tijd van deze studie beperkt is werden slechts twee staalnames uitgevoerd. De eerste grondige staalname bestreek het einde van de lente en het begin van het zomerseizoen ( 5 juni). Door het feit dat het aflaten van de Spuikom niet tijdig werd gemeld door de verantwoordelijken, kon een tweede grondige staalname niet plaatsvinden. Voor het bepalen van de macrowierdiversiteit in de Spuikom werd tevens een beroep gedaan op historische vondsten. Aan de hand van deze bevindingen wordt een soortenlijst opgesteld, deze is weliswaar nog altijd onvolledig daar al weinig onderzoek gebeurd is op deze materie. Daarnaast wordt deze soortenlijst getoetst aan een soortenlijst opgesteld in een eerder onderzoek op harde substraten in de haven van Zeebrugge (Volckaert *et al.*, 2002; bijlage 2). Dit is eveneens een beschut habitat hoewel hier wel de getijden een beperkte rol spelen.

#### ***Overzicht van de verschillende staalnameplaatsen***

Aangezien de Belgische kust niet beschikt over natuurlijke harde substraten zijn macrowieren verplicht zich te vestigen op artificiële, door de mens aangelegde substraten. In de Spuikom zijn vooral aangelegde dijken of pontons ideale habitats voor de zich ontwikkelende algen. Naast deze door de mens aangelegde substraten zorgt de aquacultuur eveneens voor substraat. Vier verschillende staalnameplaatsen werden bemonsterd:

- ponton aan de zeilclub
- oesterkwekerij
- intersport
- dijk aan kerkje in Bredene

Op deze sites werden losse inzamelingen verricht en werden random kwadraten uitgegooid voor bepaling van de soortendiversiteit en de biomassa.



**Figuur 14: Inzamelplaatsen in de Spuikom (GoogleEarth)**

*Losse inzamelingen*

Tabel 4: coördinaten en ligging losse inzamelingen

site 1: ponton aan zeilclub					
coll. nr.	log nr.	N (°;';")	E (°;';")	N (dec.)	E (dec.)
15	139	51 13 29.8	2 56 41.3	51.22495	2.94481
site 2: oesterkwekerij					
coll. nr.	log nr.	N (°;';")	E (°;';")	N (dec.)	E (dec.)
17,18,19	140	51 13 53.2	2 56 58.7	51.23145	2.94965
site 3: Intersport					
coll. nr.	log nr.	N (°;';")	E (°;';")	N (dec.)	E (dec.)
16	141	51 13 50.1	2 57 36.4	51.23059	2.96012
site 4: dijk aan kerkje Bredene					
coll. nr.	log nr.	N (°;';")	E (°;';")	N (dec.)	E (dec.)
20	142	51 13 29.0	2 57 23.1	51.22473	2.95643

Aan de hand van deze stalen werd een eerste morfologische identificatie uitgevoerd. De stalen werden zowel op habitus als op cytologische kenmerken gedetermineerd. Deze analyse gebeurde met behulp van enkele floristische basiswerken:

- 1) Flora van de Noord-Franse en Belgische zeevieren (Coppejans, 1998)
- 2) Flora van de Nederlandse zeevieren (Stegenga & Mol, 1983)

Wanneer deze identificatiemiddelen tekortschoten werden recentere artikels betreffende de te identificeren wieren aangewend.

*Uitzetten van random kwadranten*

Op de vier verschillende sites werden willekeurig kwadranten van 40 op 40 cm uitgegoid. De aanwezige wieren werden verzameld en gefixeerd in formol. De coördinaten van de verschillende kwadranten werden bepaald aan de hand van GPS.

Tabel 5: coördinaten van de uitgezette kwadranten

site 1: Intersport					
kwadrant	log nr.	N (°;';")	E (°;';")	N (dec.)	E (dec.)
36	143	51 13 49.4	2 57 36.0	51.23038	2.96001
35	144	51 13 49.7	2 57 35.9	51.23047	2.95997
X	145	51 13 49.3	2 57 35.8	51.23035	2.95995
34	146	51 13 49.1	2 57 35.7	51.23029	2.95992
X	147	51 13 49.0	2 57 36.3	51.23027	2.96008
X	148	51 13 48.9	2 57 36.4	51.23025	2.96012
32	149	51 13 48.8	2 57 36.5	51.23023	2.96014
37	150	51 13 48.7	2 57 36.5	51.23020	2.96015
site 2: oesterkwekerij					
kwadrant	log nr.	N (°;';")	E (°;';")	N (dec.)	E (dec.)
21	153	51 13 52.2	2 56 58.8	51.23117	2.94966
22	154	51 13 52.2	2 56 58.7	51.23116	2.94965
25	155	51 13 51.7	2 56 58.3	51.23103	2.94954
26	156	51 13 50.6	2 56 59.6	51.23073	2.94989
28	157	51 13 50.6	2 57 00.3	51.23071	2.95008



29	158	51 13 50.5	2 57 00.3	51.23069	2.95008
27	159	51 13 49.9	2 57 01.3	51.23054	2.95036
30	160	51 13 49.8	2 57 01.5	51.23051	2.95042
site 3: dijk aan kerkje Bredene					
<b>kwadrant</b>	<b>log nr.</b>	<b>N (°,'")</b>	<b>E (°,'")</b>	<b>N (dec.)</b>	<b>E (dec.)</b>
38	161	51 13 29.9	2 57 23.5	51.22497	2.95652
39	als 38, 3m meer W				
40	als 39, 4m W				
Site 4: ponton aan Intersport					
<b>kwadrant</b>	<b>log nr.</b>	<b>N (°,'")</b>	<b>E (°,'")</b>	<b>N (dec.)</b>	<b>E (dec.)</b>
33	151	51 13 46.6	2 57 38.6	51.22960	2.96073
23	152	51 13 46.6	2 57 38.8	51.22961	2.96078

Kwadrant x = geen wieren aanwezig binnen het kwadrant

#### 4.2. Biomassabepaling

Per kwadrant werden de aanwezige wieren gesorteerd en gedetermineerd. Daarna werd het versgewicht per soort bepaald. Aan de hand van deze metingen werd de absolute en de relatieve biomassa bepaald per soort en per kwadrant. Met deze bevindingen kon nagegaan worden welke wieren dominant zijn in deze site.

#### 4.3. Toetsen van morfologische identificatie aan de hand van moleculaire gegevens

Elk ingezameld staal werd eveneens bewaard in silicagel voor moleculaire analyse. Twee merkers werden onderzocht afhankelijk van het desbetreffende wier. Enerzijds werd de *rubisco*-Large subunit van het chloroplast DNA (*rbcL*) onderzocht, anderzijds werd gewerkt met de Large SubUnit van het ribosomaal DNA (LSU). Na het verkrijgen van een sequentie van ieder staal (*rbcL* of LSU) werd deze ingebracht in Genbank en werd een Blast uitgevoerd. Een Blast zoekt in een databank van sequenties naar een zo hoog mogelijke maximum identity met de ingebrachte sequentie. Een zo hoog mogelijke blast-score geeft een idee voor de identificatie. Daarna wordt een alignment van deze reeks sequenties opgebouwd en via fylogenetische programma's worden de nauwste verwanten van dit specimen geïdentificeerd. Met andere woorden, door middel van een dergelijke boom kan nagegaan worden met welke soort de desbetreffende sequentie de meeste affiniteit vertoont. Deze identificatie brengt veelal een juistere identificatie naar voor dan wanneer enkel morfologische kenmerken in rekening gebracht worden.

## 5. Resultaten

### 5.1. Voorlopige soortenlijst Spuikom aangevuld met historische data

Tabel 6: soortenlijst van de in de loop de jaren gevonden macrowieren in de Spuikom

	Leloup & Miller (1940)	Leloup (1971)	Leloup (1970)	Leloup (1973)	Leloup (1980)	Coppejans & Gillis (1983)	Coppejans et al. (1984)	Kerckhof (2001)	Kerckhof & Stiegenga (2003)	Kerckhof (2002)	Kerckhof (2007)	deze studie
<b>Phaeophyta</b>												
<i>Colpomenia</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ectocarpus siliculosus</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Petalonia fascia</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Punctaria latifolia</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Sargassum muticum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
<b>Chlorophyta</b>												
<i>Bryopsis hypnoides</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
<i>Bryopsis plumosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Chaetomorpha aerea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Cladophora albida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Cladophora rupestris</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladophora sericea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Cladophora</i> sp.	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Codium fragile</i> ssp. <i>fragile</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+
<i>Codium</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Codium tomentosum</i>	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulva compressa</i>	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ulva kytlinii</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Ulva lactuca</i>	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulva linza</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
<i>Ulva prolifera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ulva ralfsii</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Ulva rigida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ulva scandinavica</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Ulva</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Rhodophyta</b>												
<i>Antithamnionella spirographidis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ceramium cimbricum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ceramium deslongchampsii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ceramium diaphanum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ceramium</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chondrus crispus</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Gracilaria gracilis</i> ( <i>verrucosa</i> )	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Polysiphonia fucoides</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Polysiphonia harveyi</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>Polysiphonia morrowii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polysiphonia senticulosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
<i>Polysiphonia</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polysiphonia stricta</i> ( <i>urceolata</i> )	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Porphyra umbilicalis</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhodymenia palmata</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

## 5.2. Morfologische identificaties

### 5.2.1. Rhodophyta (Roodwieren)

#### *Polysiphonia* Greville

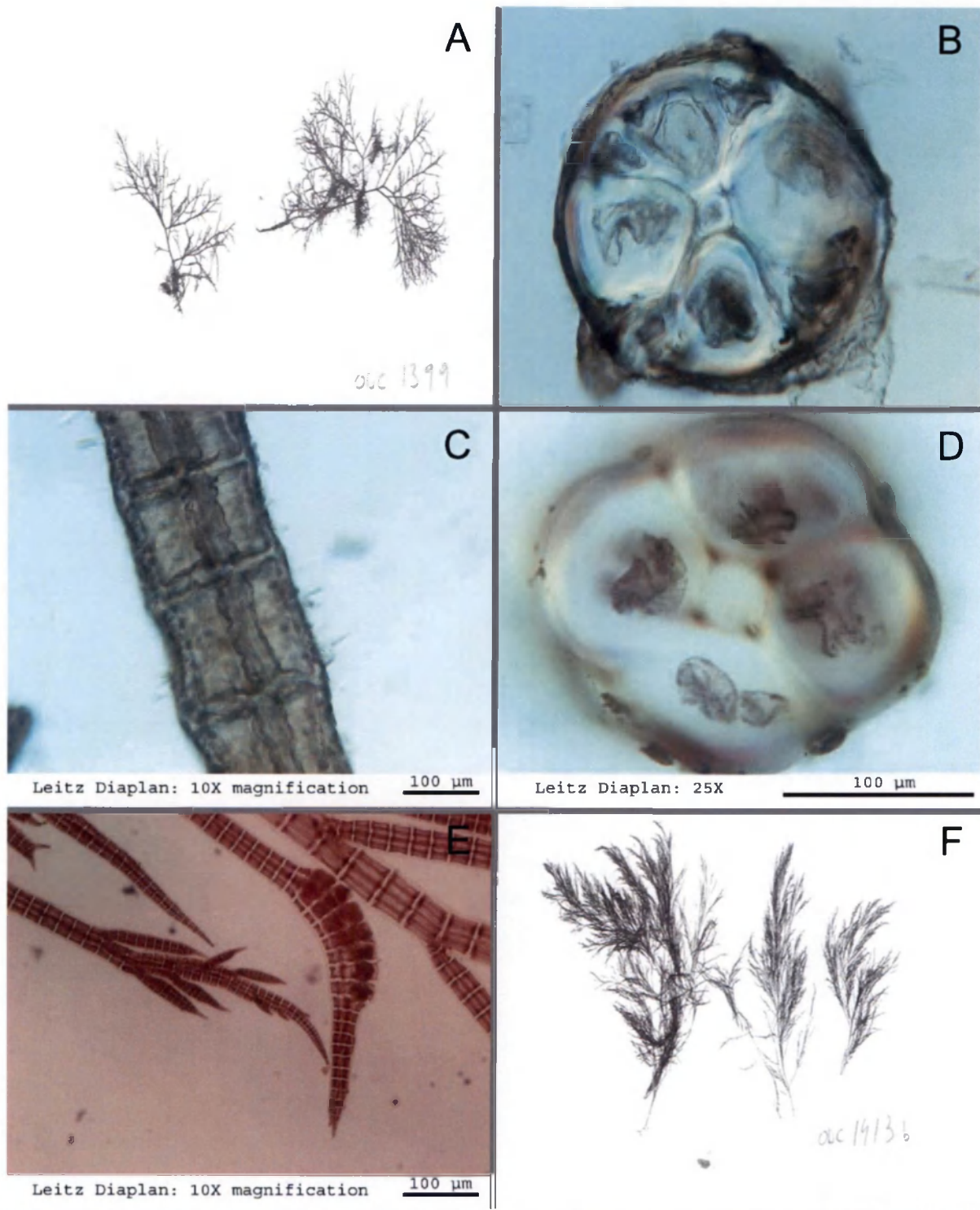
Het genus *Polysiphonia* werd in de Spuikom voornamelijk teruggevonden enerzijds epifytisch op *Sargassum muticum* en anderzijds epilithisch en op de schelpen van zowel *Crassostrea gigas* (Japanse oester) als *Crepidula fornicata* (Muiltje). De planten vormen een opgericht thallus gevormd door axiale cellen omgeven door pericentrale cellen. Het aantal pericentrale cellen is belangrijk voor identificatie. De planten vormen ofwel een cortex vanuit de pericentrale cellen of zijn niet gecorticeerd. Belangrijk voor de determinatie is ook de vorm en plaatsing van de voortplantingsstructuren: tetrasporangia, spermatangia en cystocarpën.

#### 1) *Polysiphonia harveyi* J. Bailey (ODC 1395)

Deze soort werd voornamelijk epilithisch teruggevonden op bivalven (oesters) en op Muiltje. Naast deze epilithische levenswijze komt het ook vaak epifytisch voor op *Codium* of *Sargassum*. De soort heeft zijn oorsprong in Japan en is al van in het begin van vorige eeuw geïntroduceerd in onze wateren. De vector voor deze introductie zijn waarschijnlijk oesters. Deze soort heeft een zeer hoge tolerantie voor temperatuurschommelingen en is nadelig voor de inheemse flora. Deze plant is te herkennen door de aanwezigheid van 4 pericentrale cellen die ongeveer even lang zijn als breed, struikvormig thallus dat bruinrood is gekleurd en pericentrale cellen die corticatie vertonen. Het voorkomen van *P. harveyi* vindt vooral plaats in poelen en zoute binnenwateren (Stegenga & Mol, 1983). *P. harveyi* werd al in 2000 zeer abundant waargenomen in de Spuikom door F. Kerckhof. *P. harveyi* is een algemene soort geworden in onze streken en werd eveneens teruggevonden in gelijkaardige habitats in Nederland zoals De Grevelingen en het Veerse meer (Stegenga, pers. comm.).

#### 2) *Polysiphonia morrowii* Harvey (ODC 1396)

*P. morrowii* is in de Spuikom voornamelijk teruggevonden op bivalven. Deze soort is inheems in Japan, Korea, China en Rusland en is waarschijnlijk vanuit deze regio's geïntroduceerd. *P. morrowii* is zeer gelijkaardig aan de inheemse, Europese *Polysiphonia stricta* (vroeger *P. urceolata*) maar is te onderscheiden aan de hand van één duidelijk kenmerk namelijk vegetatieve takken met een scherpe top in plaats van een afgeronde top. Er is discussie of *P. morrowii* en *P. senticulosa* afgescheiden entiteiten zijn. Morfologisch lijken beide zeer goed op elkaar in Europa en is er geen duidelijkheid over de conspecificiteit van de twee species. *P. senticulosa* is inheems in de Verenigde Staten en is voor het eerst waargenomen in Europa in 1993 in Gorishoek, Nederland. Beide soorten vertonen een piek in winter en lente waarna ze volledig afsterven. Waarschijnlijk zijn beide soorten geïntroduceerd met de aquacultuur. Morfologisch zouden *P. morrowii* en *P. senticulosa* te onderscheiden zijn aan de hand van het aantal axillaire tetrasporangiale takken in volwassen planten (7-8 in *P. morrowii* en 3 of minder in *P. senticulosa*) en het aantal steriele cellen aan de toppen van spermatangiale takken (5-8 in *P. morrowii*). In ons materiaal (figuur 15.E) zijn er 8 axillaire tetrasporangiale takken waar te nemen. Om het tweede kenmerk te onderzoeken zijn mannelijke planten vereist en deze zijn niet waargenomen. Gensequenties brachten geen uitsluitsel aangezien geen sequentie van *P. senticulosa* beschikbaar was op Genbank.



**Figuur 15:** A-C: *Polysiphonia harveyi*. A. Habitus herbariummateriaal; B. Dwarse doorsnede door hoofdas; C. Pericentrale cellen. D-F: *Polysiphonia morrowii*. D. Dwarse doorsnede door hoofdas; E. Endogene axillaire takken (dunne pijl) en ontwikkeling van trichoblasten (dikke pijl); F. Habitus herbariummateriaal. Scale Bars onderaan figuur.

### *Ceramium* Roth

Dit genus groeit epilithisch of epifytisch op andere wieren, maar veelal wordt het aangespoeld teruggevonden in de Spuikom. Veel van de soorten van dit genus zijn algemeen in onze regio

maar introducties komen eveneens voor. Het thallus van *Ceramium* vormt een dichotoom of pseudodichotoom geheel, soms met een min of meer duidelijke hoofdas. De assen bestaan uit een enkele centrale rij van cellen die omringd zijn door kleinere pericentrale cellen. Vanuit deze pericentrale cellen kan zowel naar boven als naar beneden een cortex ontstaan, die de centrale cellen gedeeltelijk overdekt. Belangrijk bij de determinatie van *Ceramium* zijn de volgende kenmerken: kromming van de thallustoppen, aantal pericentrale cellen, ontwikkeling van het corticatiepatroon en het al of niet aanwezig zijn van stekels (Stegenga & Mol, 1983).

### 1) *Ceramium cimbricum* Petersen (ODC 1392)

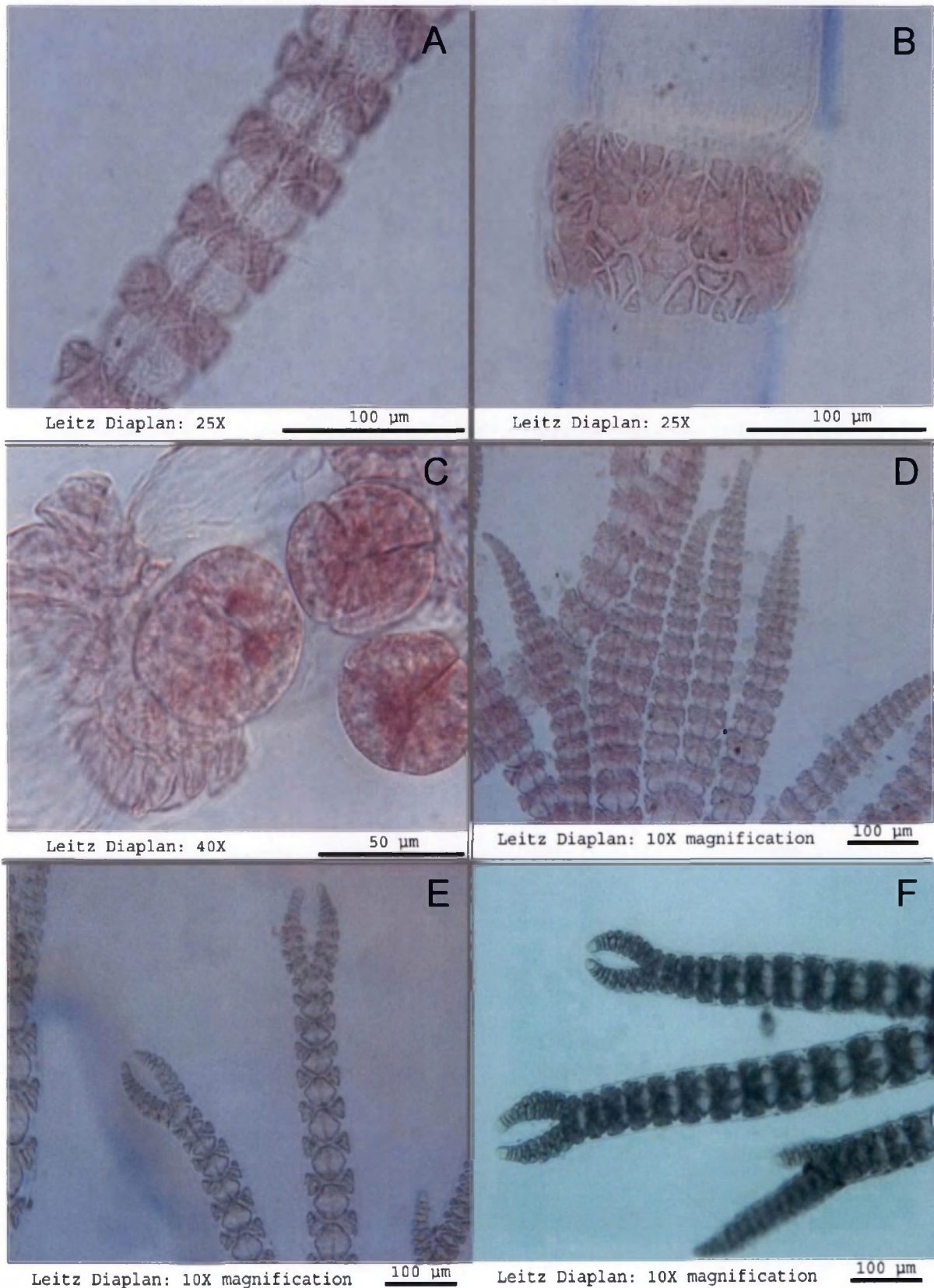
Deze soort omvat de grootste biomassa van het genus in de Spuikom van Oostende. Het wordt vooral losliggend tussen andere wieren of op bivalven teruggevonden. Deze planten zijn gekenmerkt door een geringe mate van corticatie, meestal maar twee cellagen dik, aan de top van het thallus wordt zelfs maar één laag cellen waargenomen. De toppen van de vertakkingen zijn niet gekromd.

### 2) *Ceramium deslongchampsii* Chauvin ex Duby (ODC 1400)

*C. deslongchampsii* komt in grote regelmaat voor in de Spuikom te Oostende en voornamelijk te vinden op stenige substraten. Deze plant is voor het eerst beschreven in Normandië door Duby in 1830. Het thallus is bruin tot donkerrood gekleurd waaruit vertakkingen dichotoom uitgroeien. De thallustoppen zijn niet gekromd en de corticatie bestaat uit banden afgelijnd met een rechte grens. De cortex is breder dan bij *C. cimbricum*. Deze soort is vrij algemeen voor België en Nederland in het sublitoraal tot midden eulitoraal. Het komt voornamelijk voor in geëxponeerde gebieden.

### 3) *Ceramium diaphanum* Roth (ODC 1397)

Deze soort is slechts in beperkte hoeveelheid teruggevonden in de Spuikom. Het werd eerder al waargenomen in zoute binnenmeren als De Grevelingen en het Veerse meer in Nederland (Stegenga, pers. com.). De opbouw van de cortex verschilt nauwelijks van deze van *C. deslongchampsii*, eveneens corticatie met een rechte grens. Het verschil met de vorige soort bestaat erin dat de thallustoppen eerder gekromd zijn en dat het thallus roder is van kleur (Stegenga & Mol, 1983). *Ceramium diaphanum* is inheems in enkele zoute binnenwateren en wordt verder veel aangespoeld teruggevonden.



**Figuur 16:** A: *Ceramium cimbricum*. A. Cortextvorming van slechts twee cellagen dik. B-D: *Ceramium deslongchampsii*. B. Onvolledige corticatie, maar meer dan twee cellagen dik; C. Ontwikkeling van tetrasporangia; D. Thallustoppen recht. E-F: *Ceramium diaphanum*. E., F. Gekromde thallustoppen. Scale Bars onderaan elke figuur.

### Gracilaria Greville

Twee soorten van dit genus komen voor in onze streken namelijk *Gracilaria gracilis* en de geïntroduceerde *Gracilaria vermiculophila*. Beiden zijn morfologisch niet van elkaar te onderscheiden en kunnen enkel via moleculaire analyses geïdentificeerd worden. De planten worden meestal losliggend, aangespoeld teruggevonden in de Spuikom.

**1) *Gracilaria gracilis* (Stackhouse) M. Steentoft, L.M. Irvine & W.F. Farnham**  
(ODC 1390, ODC 1408 & ODC 1409)

Op bepaalde plaatsen was *Gracilaria gracilis* vrij abundant. Twee groeiwijzen werden teruggevonden: enerzijds vastgehecht, anderzijds op zandig substraat. De exoot *Gracilaria vermiculophila* gedijt het best in los zand of losliggend dus werd gedacht dat het om deze exoot ging. Maar na moleculaire analyse werd duidelijk dat de stalen teruggevonden in de Spuikom tot de inheemse soort *Gracilaria gracilis* behoren. *Gracilaria gracilis* is te herkennen aan zijn thallus met vertakte cilindrische assen, meestal met een duidelijke hoofdas. Het thallus is donkerrood van kleur. Op dwarse doorsnede is een grootcellige parenchymatische medulla waar te nemen die overgaat naar de rand in een kleincellige perifere. Deze soort komt vooral voor rond het laagwaterniveau, op stenen, maar ook op zandplaten. Verder wordt het veel teruggevonden in zoute binnenwateren. Deze plant aardt het best in de zomer (Stegenga & Mol, 1983).

**Antithamnionella Lyle**

Binnen dit genus zijn twee soorten bekend die geïntroduceerd zijn in Europese wateren namelijk *Antithamnionella spirographidis* en *Antithamnionella ternifolia*. De eerstgenoemde vindt zijn oorsprong in de Noordelijke Stille Oceaan (Lindstrom & Gabrielson, 1989) en de laatstgenoemde is inheems in de Zuidelijke hemisfeer en is waarschijnlijk geïntroduceerd vanuit Australië. De introducties zijn gebeurd via de romp van schepen en misschien zelfs oestertransporten.

**1) *Antithamnionella spirographidis* (Schiffner) Wollaston (ODC 1415)**

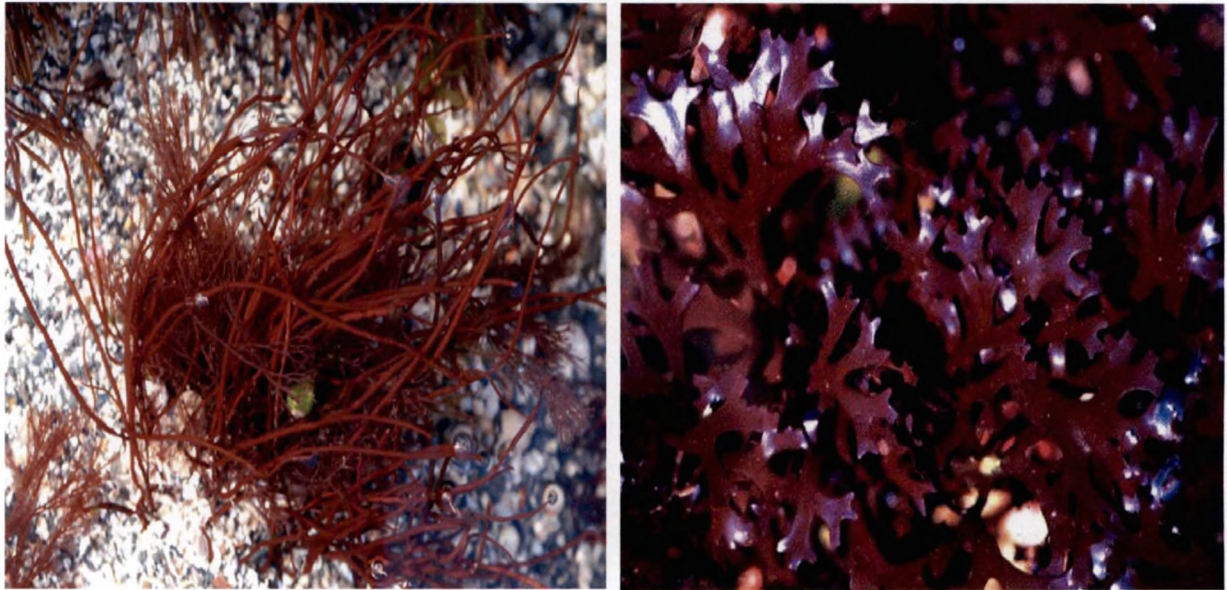
Deze plant werd ingezameld in de Spuikom als epifyt op *Polysiphonia harveyi* en komt zeker niet abundant voor in dit habitat (slechts in twee kwadranten waargenomen). Het thallus vormt kleine, opgerichte veertjes, 1-2 cm hoog, extreem elegant en soepel en is fel rozerood. Kliercellen ontstaan op de derde tot vierde cel van een vertakking (Coppejans, 1998). De plant wordt veelal aangespoeld teruggevonden maar eveneens epifytisch of epilithisch op andere substraten (Stegenga & Mol, 1983).

**Chondrus Stackhouse**

**1) *Chondrus crispus* Stackhouse (ODC 1406)**

In de Spuikom werd slechts één exemplaar ingezameld tijdens de losse inzamelingen. Bij het uitgooien van de kwadranten werd geen *Chondrus crispus* meer teruggevonden. Deze soort is al eerder waargenomen in de Spuikom door Coppejans in 1984. Thalli tot 10 cm groot, donker bruinrood tot bruinpurper. Vasthechting gebeurt door een kleine hechtschijf waarop verschillende thalli ingeplant staan. Het thallus bestaat uit een afgeplatte steel met daarop een lamina (blad) die bestaat uit afgeplatte, tot 5 maal dichotoom vertakkende lobben. *Chondrus crispus* wordt voornamelijk epilithisch teruggevonden, van het midden mediolitoraal tot in de

infralitorale franje. Het is bestand tegen een lagere saliniteit en kan dus ook in estuaria voorkomend (Coppejans, 1998).



Figuur 17: A: *Gracilaria gracilis* habitus ([www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)); B: *Chondrus crispus* habitus ([www.asturnatura.com](http://www.asturnatura.com)).

### 5.2.2. Chlorophyta (Groenwieren)

#### ***Bryopsis*** J.V. Lamouroux

Naast *Ulva* is *Bryopsis* het meest abundant groenwier binnen de Spuikom. Twee soorten komen algemeen voor in onze streken namelijk *Bryopsis hypnoïdes* (Onregelmatig vederwier) en *Bryopsis plumosa* (Vederwier). Beide zijn teruggevonden in de Spuikom weliswaar niet met dezelfde abundantie. *Bryopsis plumosa* is veel talrijker aanwezig in dit habitat. Deze waarneming is wel in tegenstelling met eerdere staalnames van bijvoorbeeld Coppejans in 1984 die enkel *Bryopsis hypnoïdes* heeft waargenomen. Dit zou te maken kunnen hebben met seizoensale variatie van deze wieren.

#### 1) *Bryopsis hypnoïdes* J.V. Lamouroux (ODC 1416)

Deze soort komt voornamelijk epilithisch voor op houten staketsels of pontons maar wordt ook teruggevonden op de schelpen van oesters en andere bivalven aanwezig in de Spuikom. *Bryopsis hypnoïdes* komt normaal gezien voor in het laag eulitoraal en sublitoraal en in zoute en brakke binnenwateren. Ze kunnen ver in het brakke gebied doordringen doordat ze een hoge tolerantie bezitten aan verlaagde zoutconcentraties (Stegenga & Mol, 1983).

#### 2) *Bryopsis plumosa* (Hudson) C. Agardh (ODC 1407)

Deze plant gebruikt dezelfde substraten als de vorige soort maar is abundanter aanwezig in de Spuikom. Grote toefen van dit wier worden aangetroffen. *Bryopsis plumosa* komt voor in het laag eulitoraal tot het sublitoraal en is tevens te vinden in binnenwateren. Het bezit dezelfde zouttolerantie als *Bryopsis hypnoïdes*.

#### ***Cladophora*** Kützing



Deze groenwieren zijn zeker niet frequent teruggevonden in de Spuikom. *Cladophora* werd slechts in twee kwadranten teruggevonden namelijk op een ponton aan de intersport (zie figuur 3). Twee soorten zijn zeer algemeen voor onze regio en beide zijn dan ook teruggevonden. Het gaat om de volgende soorten: *Cladophora albida* en *Cladophora sericea*. De eerstgenoemde is veel talrijker in dit habitat dan de laatstgenoemde, redenen hiervoor worden niet aangehaald. *Cladophora* heeft een kosmopolitische verspreiding in gematigde en tropische regio's. Het komt voor zowel in zoetwater als in brak of zoutwater. Een grote range aan expositie wordt waargenomen van sterk geëxposeerd tot beschutte binnenwateren. *Cladophora* groeit eveneens goed in eutrofe milieus. Eerder werd al een *Cladophora*-soort teruggevonden in de Spuikom door Coppejans (1984) namelijk *Cladophora dalmatica* maar deze werd bij de huidige studie niet meer waargenomen.

#### 1) *Cladophora albida* (Nees) Kützing (ODC 1394)

Deze soort is in grote hoeveelheden teruggevonden op één bepaalde plaats van de Spuikom namelijk op een houten ponton aan de oostzijde van het meer. De planten groeien maximaal uit tot 50 cm maar dit wordt enkel bereikt in zeer beschutte gebieden. Ze groeien vastgehecht op het substraat dat voorhanden is met sterk uitgroeiende rhizoïden. Het thallus is uniseriaat maar vrij sterk vertakt en de apicale cel van de vertakkingen is afgerond cilindrisch. De diameter van de apicale cel is  $\sim 20\mu\text{m}$ . Deze planten komen voor in het eulitoraal, in poeltjes en in binnenwateren (Stegenga & Mol, 1983).

#### 2) *Cladophora sericea* (Hudson) Kützing (ODC 1393)

*Cladophora sericea* is weinig abundant in de Spuikom, het werd enkel ingezameld bij de losse inzamelingen. In de uitgezette kwadranten werd deze plant niet waargenomen. Het belangrijkste kenmerk om *C. sericea* te onderscheiden van *C. albida* is de vorm en de afmeting van de apicale cellen. Bij *Cladophora sericea* is de apicale cel eindigend in een scherpe top en heeft een diameter van  $\sim 40\mu\text{m}$ . Enige variatie in deze kenmerken maakt een determinatie er niet gemakkelijker op. Maar aan de hand van moleculaire data (LSU) werden deze twee soorten duidelijk onderscheiden. Voorkomend in het eulitoraal, in binnenwateren over een wijde range van expositiegraden.

#### Chaetomorpha Kützing

*Chaetomorpha* is vrij abundant teruggevonden bij de staalname vooral epilithisch op oesterschelpen of op de schelpen van Muiltje. Dit genus is vrij algemeen in onze wateren en heeft een kosmopolitische verspreiding. Het komt voor zowel in brakke als in zoute wateren. De planten zijn onvertakt draadvormig, vastzittend aan het substraat met hun basale cel. Verschillende soorten worden onderscheiden op de morfologie van de basale cel, de vorm van de cellen (tonvormig of cilindrisch) en de textuur van het thallus.

#### 1) *Chaetomorpha aerea* (Dillwyn) Kützing (ODC 1410)

De planten zijn tot enkele tientallen cm lang, vastzittend met een langgerekte basale cel. De draden zijn stijf en staan in groepjes bijeen. De cellen zijn  $\sim 300\mu\text{m}$  breed en zijn cilindrisch. Ze komen voor in het laag eulitoraal en komt eveneens voor in sterk geëxposeerde gebieden.

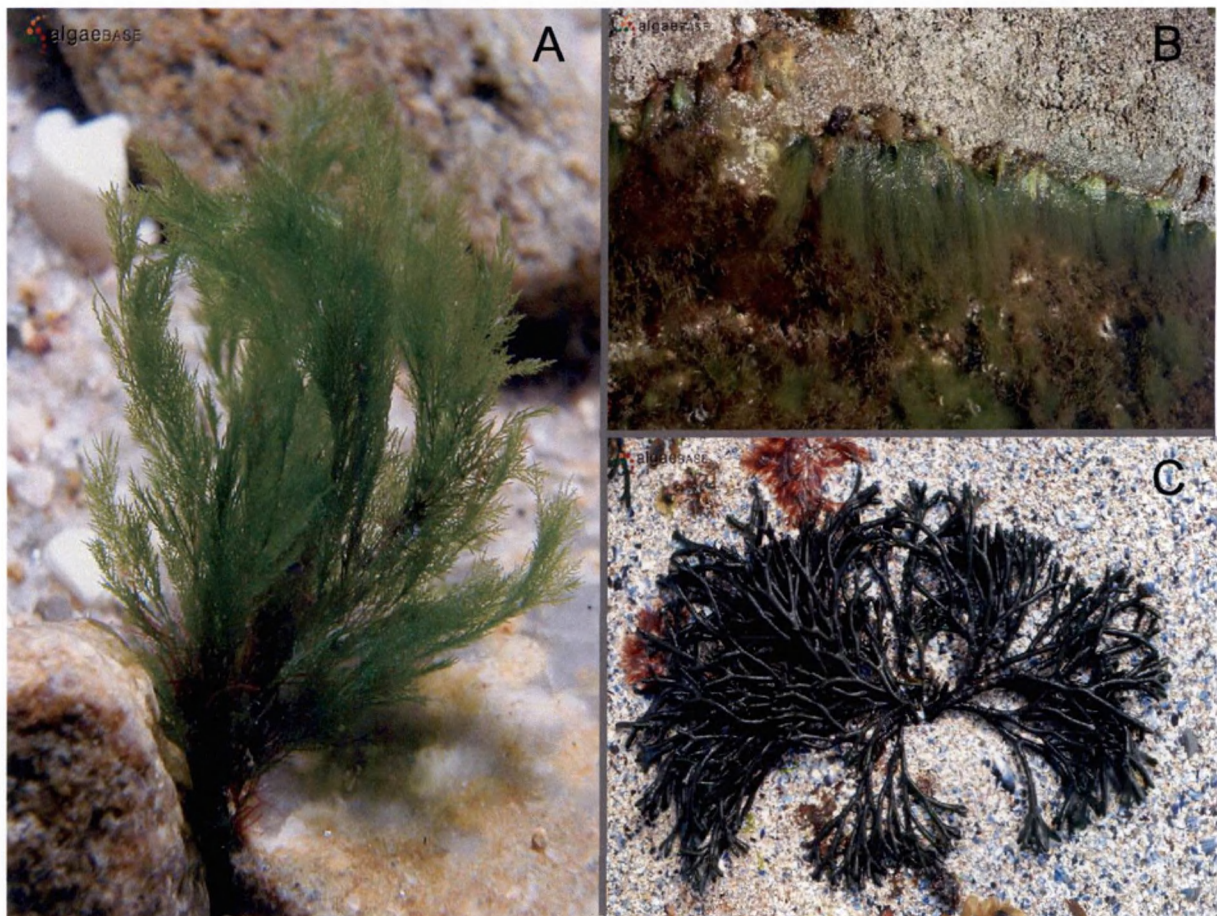
#### Codium Stackhouse

Van dit genus werd slechts één exemplaar ingezameld en werd weliswaar losliggend teruggevonden tussen de oesterculturen. Het blijkt uit historische gegevens dat *Codium* soms

zeer talrijk aanwezig was in de Spuikom maar door de intrede van *Sargassum muticum* zou deze aan abundantie verloren hebben (Kerckhof, pers. com.).

**1) *Codium fragile* ssp. *fragile* (Van Goor) P.C. Silva (ODC 1388)**

Deze plant is inheems in Japan maar werd voor het eerst beschreven in Nederland in 1906. Daarna verspreidde dit wier zich snel langs de kusten van Europa naar de Middellandse Zee waar het voor het eerst werd teruggevonden in 1955. Vanaf 1957 komt het ook voor langs de kusten van het westen van de Atlantische Oceaan en is sindsdien een probleemsoort langs de kusten van het oosten van Noord-Amerika. Het beschadigt namelijk de natuurlijke kelp (systeem van Laminariales). In 1979 is deze soort voor het eerst verschenen langs de Pacifische kust van Noord-Amerika en de plant is zich nu aan het verspreiden langs de Zuid-Amerikaanse kusten, Australië, Zuid-Afrika en Nieuw-Zeeland. Naast de ecologische impact van zijn snelle radiatie heeft deze soort eveneens grote economische gevolgen daar het de oesterculturen bedekt. Het vormt grote matten op de oesterculturen en wordt daarom 'oyster thief' genoemd (Provan *et al.*, 2005). Deze soort werd voor het eerst vermeld voor de Spuikom in 2001 (Kerckhof), na 2003 verdween deze soort terug uit het habitat, maar vanaf 2006 kent de plant weer een snelle toename. De soort komt voor van het laag eulitoraal tot het sublitoraal en komt eveneens voor in zoute binnenwateren.



**Figuur 18:** A: *Cladophora* sp. ([www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)); B. Habitus van *Chaetomorpha aerea* op stenig substraat; C.: Habitus van *Codium fragile* ssp. *fragile*. ([www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)).

Ulva Linnaeus

Het genus *Ulva* is één van de meest abundante genera in de Spuikom te Oostende. In vroegere publicaties (Leloup & Miller, 1940) werd slechts één soort van dit genus beschreven namelijk *Ulva lactuca* L. maar in deze studie zal duidelijk worden dat het niet zo eenvoudig is. Naast *Ulva* werd in deze publicatie ook een soort *Enteromorpha* beschreven namelijk *Enteromorpha compressa* L. Recent werden de genera *Ulva* en *Enteromorpha* niet meer als duidelijk afgescheiden entiteiten beschouwd (Hayden *et al.*, 2003). Aangezien *Ulva* de oudste naam was werd het genus *Enteromorpha* gereduceerd tot een synoniem van *Ulva*.

De planten zijn bladvormig of buisvormig. De bladvormige thalli zijn twee cellagen dik, de buisvormige één cellaag dik. Ze groeien uit tot meerdere tientallen cm. Ze hechten zich vast door middel van een groot aantal basale cellen die uitgroeien tot rhizoïden. De chloroplasten (voor de fotosynthese) zijn wandstandig, met één of meer pyrenoïden per plast.

Een onderzoek naar de diversiteit van het genus bracht de volgende resultaten naar voor:

1) *Ulva rigida* C. Agardh (ODC1389 ; ODC1401)

Dit is de soort met de grootste biomassa en vormt grote, uitwaaiende bladeren (soms met gaten erin). Het is deze soort die in de Spuikom grote, losliggende pakketten vormt en het hoofdbestanddeel van de biomassa binnen dit habitat vormt (66g versgewicht/m<sup>2</sup>). Deze pakketten zorgen voor een beperkte lichtintensiteit voor onderliggende organismen waardoor de concentratie aan zuurstof sterk gelimiteerd wordt (fotosynthese). Deze ophopingen kunnen immers eveneens storend zijn voor andere gebruikers van de plas (recreatie) maar worden door andere kleinere organismen aanzien als een bijzonder geschikt habitat (Kuijken *et al.*, 2002). Vroeger werd dit species veelal gedetermineerd als *Ulva lactuca* en later als *Ulva scandinavica* (Coppejans *et al.*, 1983) maar na moleculaire analyse (*rbcL*) werd duidelijk dat het om *Ulva rigida* gaat. Het is een soort met een ruime verspreiding in warm tot koudgematigde gebieden. *Ulva rigida* is één van de meest algemene soorten in Europa, gevonden zowel in geëxposeerde gebieden als in beschutte binnenmeren.

2) *Ulva compressa* (folieus) (ODC1402)

Ook deze soort vormt een aanzienlijke biomassa in de Spuikom maar niet in vergelijking met de vorige soort. Deze soort vormt normaal gezien smalle bladeren en is veel kleiner van thallus. Dit exemplaar is namelijk een folieuze vorm van *U. compressa* welke waarschijnlijk dezelfde entiteit is als *U. mutabilis* (Mineur, pers. com.). Het is zeker niet de meest abundante *Ulva*-soort in Europa maar is zeker niet zeldzaam. Op basis van *rbcL*-sequenties werd ook aangetoond dat het om een vorm van *U. compressa* gaat daar het in een fylogenetische analyse voorkwam in het midden van een cluster van *U. compressa*. Waarschijnlijk is dit de eerste waarneming van deze folieuze vorm in de Spuikom van Oostende.

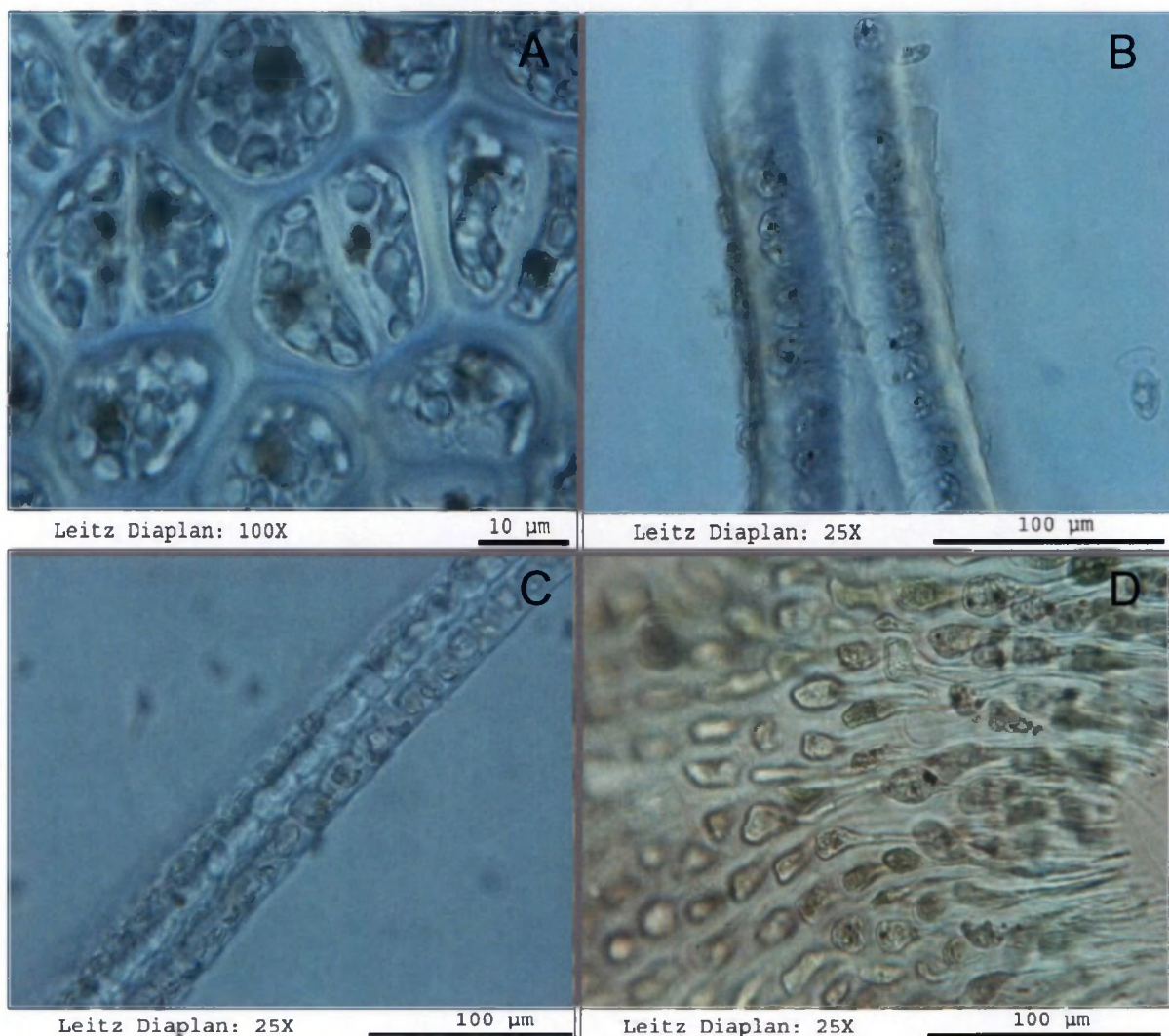
3) *Ulva linza* (L.) J. Agardh (ODC1404)

Deze soort heeft een veel geringere biomassa en bestaat uit smalle, onvertakte bladeren die vertrekken vanuit een buisvormige basis. Een duidelijk identificatiemiddel is het loskomen van beide cellagen aan de randen. *Ulva linza* komt voor in het eulitoraal, op geëxponeerde plaatsen, maar evenzeer in binnenwateren. Deze soort is algemeen voor Nederland en België en is al door Coppejans teruggevonden in de Spuikom in 1984.

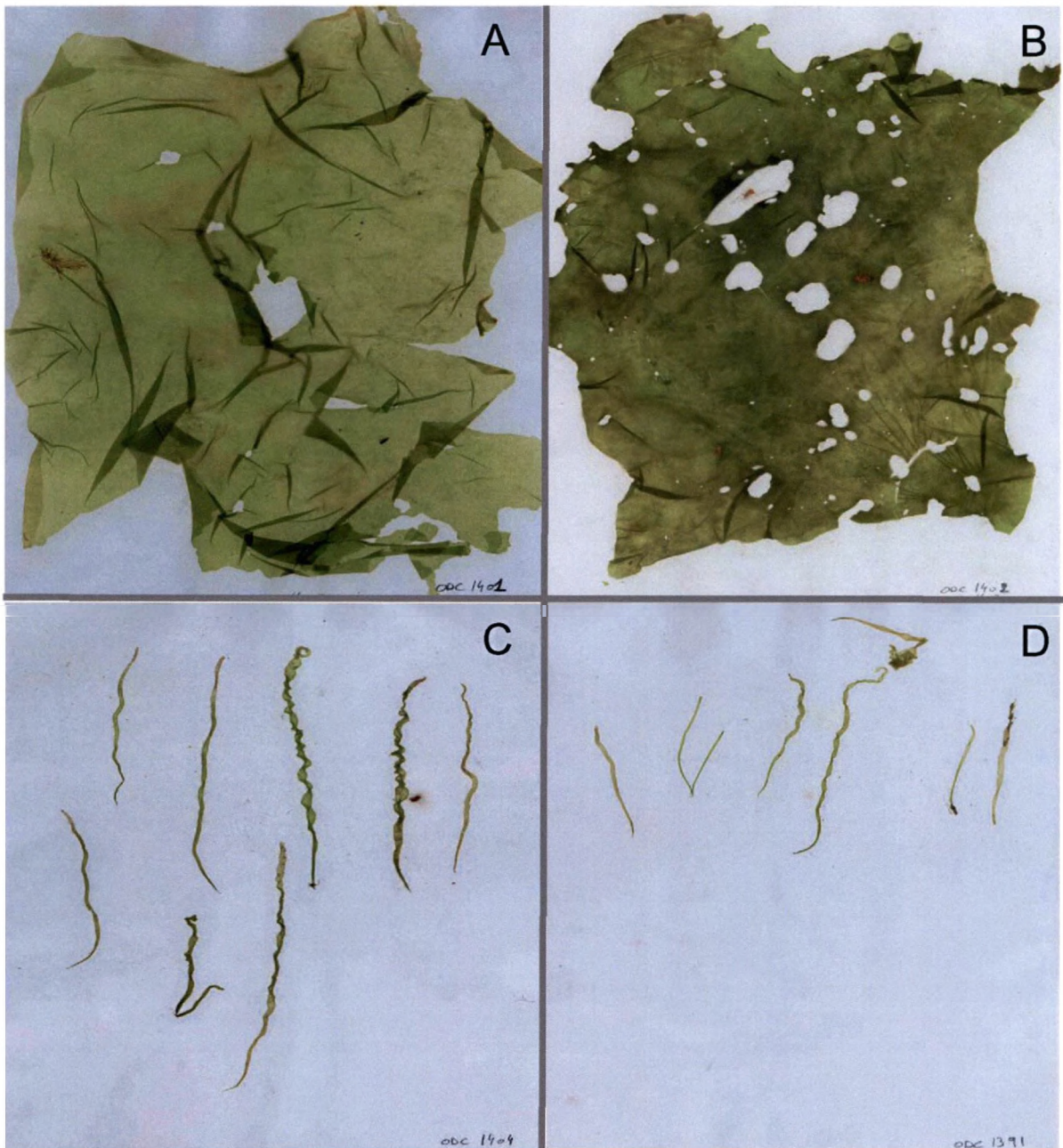
4) *Ulva prolifera* (O.F. Müller) J. Agardh (ODC1391)

Deze soort heeft net als *U. linza* een geringe biomassa en is opgebouwd uit een buisvormig, vertakt thallus. *Ulva prolifera* is te onderscheiden van *U. linza* doordat het thallus volledig buisvormig en vertakt is. Het komt algemeen voor in het eulitoraal en binnenwateren. Deze soort is vrij algemeen maar is tot op heden niet opgenomen in een Belgische soortenlijst. In Nederland wordt deze soort veelvuldig waargenomen (Grevelingen, Veerse meer, Oesterputten van Yerseke).

Recent is in Nederland (oesterputten van Yerseke, Grevelingen) een nieuwe exotische soort teruggevonden namelijk *Ulva pertusa* (Stegenga *et al.*, 2007) maar in de Spuikom te Oostende werd deze niet aangetroffen. Deze soort werd eerder beschreven van de Etang de Thau in de Middellandse Zee in 1994 (Verlaque, 2001). Deze plant vindt zijn oorsprong in Japan maar is hier geïntroduceerd wellicht door aquacultuur of transport.



**Figuur 19:** A,B: *Ulva rigida*. A: detail van cellen met één pyrenoid per chloroplast; B: Dwarse doorsnede thallus met ovale cellen met één pyrenoid per plast; C: *Ulva compressa* (folieus). C: dwarse doorsnede thallus, geringere thallusdikte (30-40µm); *Ulva linza*. D: Basale cellen die zich zullen omvormen tot rhizoïden. Scale bars onderaan elke figuur.



**Figuur 20:** A: habitus *Ulva rigida*; B: habitus *Ulva compressa*; C: habitus *Ulva linza*; D: habitus *Ulva prolifera*.

### 5.2.3. Phaeophyta (Bruinwieren)

#### *Sargassum* C. Agardh

Van de bruinwieren werd slechts één genus ingezameld maar wel met een zeer grote biomassa. De Zuidzijde van de Spiukom wordt gedomineerd door *Sargassum muticum*, een exotische soort begin jaren 70 geïntroduceerd in Europa vanuit Japan..

#### 1) *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (ODC 1414)

Deze soort werd in grote massa's waargenomen in de Spiukom, soms losdrijvend, soms vastgehecht. *Sargassum muticum* werd vroeger al waargenomen door Kerckhof (2001, 2002,

2006). Oorspronkelijk is de soort afkomstig uit Japan maar sinds zijn eerste vondst in Engeland in 1973 heeft deze een spectaculaire opmars gemaakt langs de West-Europese kusten. In 1981 was *Sargassum muticum* al gekend in talrijke plaatsen langs de Engelse zuidkust, in Bretagne, Normandië, België en Noord-Spanje. In 1980 vestigde het 'Japans Bessenwier' zich voor het eerst in Nederland, onder andere in het zoutmeer De Grevelingen. In gebieden met getijden komt deze soort sublitoraal voor, in stagnant water tot enkele meters onder de waterlijn. *Sargassum* wordt eveneens veel aangespoeld teruggevonden, vaak sterk fertil en met jonge embryo's. Dit laatste verklaart hoe de soort zich zo snel verspreiden kan (Stegenga & Mol, 1983). Het thallus bestaat uit een hechtschijf waarop enkele assen ontstaan die kunnen uitgroeien tot enkele meters lang. De assen bevatten blaadjes, drijfblaasjes en receptacula. De blaadjes zijn gaaf aan de basis, gekarteld meer naar boven toe en lijnvormig of zelfs ontbrekend aan de top van het thallus. De drijfblaasjes zijn rond tot langgerekt en zijn gesteeld. De receptacula staan op dezelfde as. Na het vormen van een zygote treden al delingen op terwijl de zygote nog in de moederplant zit waardoor de plantjes als jonge embryo's vrijkomen.



**Figuur 21: A-B: *Sargassum muticum*.** A. Voorbeeld van de enorme biomassa die deze soort kan aannemen ([www.farm1.static.flickr.com](http://www.farm1.static.flickr.com)) ; B. Detail van drijfblaasjes en blaadjes ([www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)).

### 5.3. Toetsen van morfologische identificaties aan de hand van moleculaire gegevens

Van de ingezamelde wieren werd een bepaalde DNA-sequentie bepaald afhankelijk van de sequenties aanwezig in Genbank ([www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov)). Vervolgens werd een BLAST uitgevoerd die een idee geeft voor een mogelijke identificatie.

#### 5.3.1. Resultaten Blast

Tabel 7: Resultaten Blast: vergelijking met gelijkaardige sequenties in Genbank ([www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov))

Nummer	Morfologische ID	Moleculaire ID
ODC1388	<i>Codium fragile ssp. fragile</i>	<i>Codium fragile ssp. fragile</i>
ODC1389	<i>Ulva</i>	<i>Ulva scandinavica/rigida</i>
ODC1390	<i>Gracilaria gracilis</i>	<i>Gracilaria gracilis</i>
ODC1391	<i>Ulva linza</i>	<i>Ulva prolifera</i>
ODC1393	<i>Cladophora sericea</i>	<i>Cladophora sericea</i>
ODC1394	<i>Cladophora albida</i>	<i>Cladophora albida</i>
ODC1395	<i>Polysiphonia harveyi</i>	<i>Polysiphonia harveyi</i>
ODC1396	<i>Polysiphonia stricta</i>	<i>Polysiphonia morrowii</i>
ODC1397	<i>Ceramium diaphanum</i>	<i>Ceramium boydenii</i>
ODC1401	<i>Ulva rigida/lactuca</i>	<i>Ulva rigida</i>
ODC1402	<i>Ulva pseudocurvata</i>	<i>Ulva compressa (folieus)</i>
ODC1404	<i>Ulva linza</i>	<i>Ulva linza</i>
ODC1407	<i>Bryopsis plumosa</i>	<i>Bryopsis plumosa</i>
ODC1408	<i>Gracilaria gracilis</i> (op zand)	<i>Gracilaria gracilis</i>
ODC1409	<i>Gracilaria gracilis</i> (vastgehecht)	<i>Gracilaria gracilis</i>
ODC1410	<i>Chaetomorpha aerea</i>	/
ODC1411	<i>Ulva lactuca</i>	/
ODC1412	<i>Ulva linza</i>	<i>Ulva linza</i>
ODC1415	<i>Antithamnionella spirographidis</i>	/
ODC1416	<i>Bryopsis hypnoïdes</i>	/

#### 5.3.2. Moeilijk te determineren soorten

Wanneer zowel de Blast als de morfologische identificatie geen uitsluitsel geven over een correcte identificatie worden de desbetreffende sequenties ingevoerd in een fylogenetische analyse. Deze analyse berekent dan de kortste genetische afstand tussen de verschillende soorten en verwantschappen kunnen aangetoond worden. Deze methode was nodig bij de genera *Ulva*, *Polysiphonia*, *Gracilaria* en *Ceramium*.

### 5.4. Biomassabepaling

De wieren werden ingezameld via het random uitzetten van kwadranten. Per kwadrant werden de aanwezige wieren uitgesorteerd en gedetermineerd. Daarna werd het versgewicht per soort bepaald. Aan de hand van deze metingen werd de absolute en de relatieve biomassa bepaald per soort en per kwadrant. Aan de hand van deze biomassabepaling werd duidelijk dat het genus *Ulva* dominant is in de Spuikom. *Ulva* komt bijna in ieder kwadrant voor, genomen over gans de oppervlakte, en heeft per kwadrant de grootste biomassa. De biomassa hangt af van de hoeveelheid nutriënten (stikstof- en fosfaatconcentraties) aanwezig in het meer. Hoe meer nutriënten aanwezig zijn, hoe groter de bloei zal zijn van onder andere wieren als *Ulva*.

Tabel 8: Biomassabepaling random uitgezette kwadranten. Gele kolom: absolute biomassa; Groene kolom: relatieve biomassa per soort per kwadrant.

species	Kwadraat 21		Kwadraat 22		Kwadraat 23		Kwadraat 25		Kwadraat 26	
	massa (g)	%	massa (g)	%	massa (g)	%	massa (g)	%	massa (g)	%
<i>Sargassum muticum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bryopsis hypnoides</i>	0	0	0	0	0,22	3,5	0	0	0	0
<i>Bryopsis plumosa</i>	0	0	0	0	2,949	47	0	0	0	0
<i>Chaetomorpha aerea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cladophora albida</i>	0	0	0	0	2,389	38	0	0	0	0
<i>Cladophora sericea</i>	0	0	0	0	0,458	7	0	0	0	0
<i>Codium fragile ssp. fragile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ulva rigida</i>	23,67	59	16,515	100	0	0	7,81	100	0	0
<i>Ulva linza</i>	0	0	0	0	0,222	3,5	0	0	0	0
<i>Ulva prolifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ulva compressa</i>	10,402	26	0	0	0	0	0	0	2,062	100
<i>Antithamnionella spirographidis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceramium cimbricum</i>	5,995	15	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceramium deslongchampsii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceramium diaphanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chondrus crispus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gracilaria gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polysiphonia elongata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polysiphonia harveyi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polysiphonia morrowii</i>	0	0	0	0	0,096	1,5	0	0	0	0
Diatomeeën										
<b>totaalgewicht per kwadrant (g)</b>	<b>40,067</b>	<b>100</b>	<b>16,515</b>	<b>100</b>	<b>6,334</b>	<b>100</b>	<b>7,81</b>	<b>100</b>	<b>2,062</b>	<b>100</b>

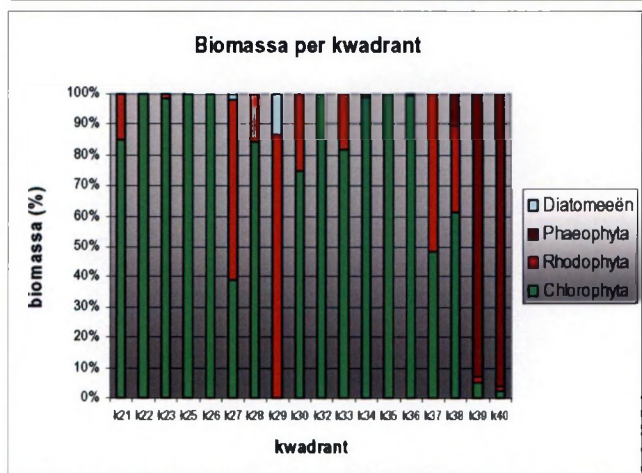
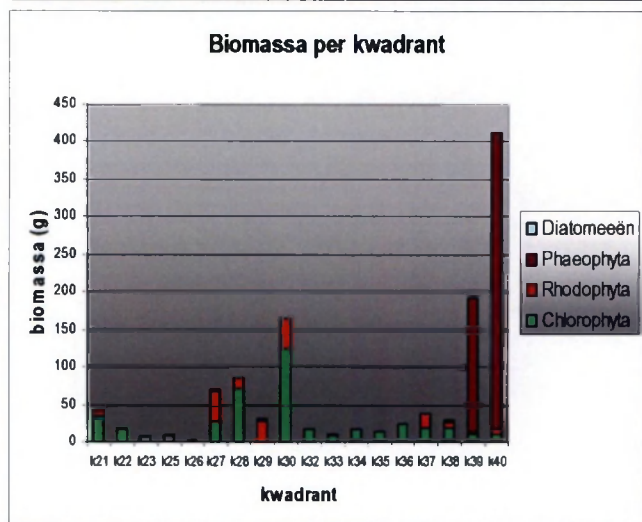
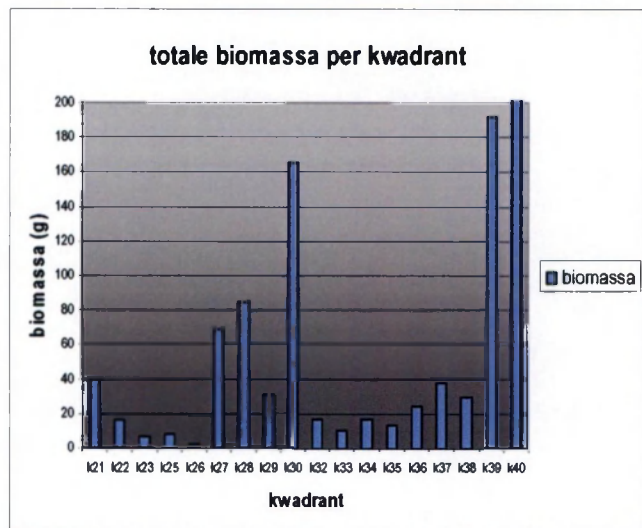
species	Kwadraat 27		Kwadraat 28		Kwadraat 29		Kwadraat 30		Kwadraat 32	
	massa (g)	%	massa (g)	%	massa (g)	%	massa (g)	%	massa (g)	%
<i>Sargassum muticum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bryopsis hypnoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bryopsis plumosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetomorpha aerea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cladophora albida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cladophora sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Codium fragile ssp. fragile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ulva rigida</i>	26,788	38	70,874	84	0	0	123,766	75	16,871	100
<i>Ulva linza</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ulva prolifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ulva compressa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Antithamnionella spirographidis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceramium cimbricum</i>	31,772	46	13,436	16	16,07	53	34,086	20	0	0
<i>Ceramium deslongchampsii</i>	2,663	38	0	0	2,325	7	1,328	< 1	0	0
<i>Ceramium diaphanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chondrus crispus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gracilaria gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polysiphonia elongata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polysiphonia harveyi</i>	0,185	< 1	0	0	0,08	< 1	0	0	0	0
<i>Polysiphonia morrowii</i>	6,276	9	0	0	8,013	26	6,159	3,7	0	0
Diatomeeën	1,382	2			4,035	13				
<b>totaalgewicht per kwadrant (g)</b>	<b>69,066</b>	<b>100</b>	<b>84,31</b>	<b>100</b>	<b>30,523</b>	<b>100</b>	<b>165,339</b>	<b>100</b>	<b>16,871</b>	<b>100</b>



species	Kwadraat 33		Kwadraat 34		Kwadraat 35		Kwadraat 36	
	massa (g)	%	massa (g)	%	massa (g)	%	massa (g)	%
<i>Sargassum muticum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bryopsis hypnoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bryopsis plumosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetomorpha aerea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cladophora albida</i>	4,835	47	0	0	0	0	0	0
<i>Cladophora sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Codium fragile ssp. fragile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ulva rigida</i>	0	0	16,9	99	13,574	100	24,364	99
<i>Ulva linza</i>	3,633	35	0	0	0	0	0	0
<i>Ulva prolifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ulva compressa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Antithamnionella spirographidis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceramium cimbricum</i>	0	0	0,03	< 1	0	0	0	0
<i>Ceramium deslongchampsii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceramium diaphanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chondrus crispus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gracilaria gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polysiphonia elongata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polysiphonia harveyi</i>	0	0	0,169	< 1	0	0	0	0
<i>Polysiphonia morrowii</i>	1,888	18	0	0	0	0	0,087	1
Diatomeeën								
<b>totaalgewicht per kwadrant (g)</b>	<b>10,356</b>	<b>100</b>	<b>17,099</b>	<b>100</b>	<b>13,574</b>	<b>100</b>	<b>24,451</b>	<b>100</b>

species	Kwadraat 37		Kwadraat 38		Kwadraat 39		Kwadraat 40	
	massa (g)	%	massa (g)	%	massa (g)	%	massa (g)	%
<i>Sargassum muticum</i>	0	0	3,097	11	178,362	93	394,95	96
<i>Bryopsis hypnoides</i>	0	0	0	0	0	0	0,12	< 1
<i>Bryopsis plumosa</i>	0	0	16,932	58	0	0	9,299	2
<i>Chaetomorpha aerea</i>	0	0	1,105	37	0	0	0,028	< 1
<i>Cladophora albida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cladophora sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Codium fragile ssp. fragile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ulva rigida</i>	18,241	48	0,004	< 1	10,106	53	0,184	< 1
<i>Ulva linza</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ulva prolifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ulva compressa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Antithamnionella spirographidis</i>	0	0	0	0	0,022	< 1	0	0
<i>Ceramium cimbricum</i>	0	0	0	0	0,028	< 1	0,944	< 1
<i>Ceramium deslongchampsii</i>	0	0	0,519	22	0,083	< 1	0,048	< 1
<i>Ceramium diaphanum</i>	0	0	0,22	< 1	1,47	< 1	0,039	< 1
<i>Chondrus crispus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gracilaria gracilis</i>	19,286	52	0	0	0	0	0	0
<i>Polysiphonia elongata</i>	0	0	1,14	3,8	0	0	0,156	< 1
<i>Polysiphonia harveyi</i>	0	0	0,807	2,7	1,577	< 1	0,197	< 1
<i>Polysiphonia morrowii</i>	0	0	5,575	19	0,049	< 1	5,873	1,4
Diatomeeën								
<b>totaalgewicht per kwadrant (g)</b>	<b>37,527</b>	<b>100</b>	<b>29,399</b>	<b>100</b>	<b>191,697</b>	<b>100</b>	<b>411,838</b>	<b>100</b>

Naast macrowieren werden ook aanzienlijke hoeveelheden benthische diatomeeën waargenomen.



Figuur 22: Resultaten biomassabepaling.

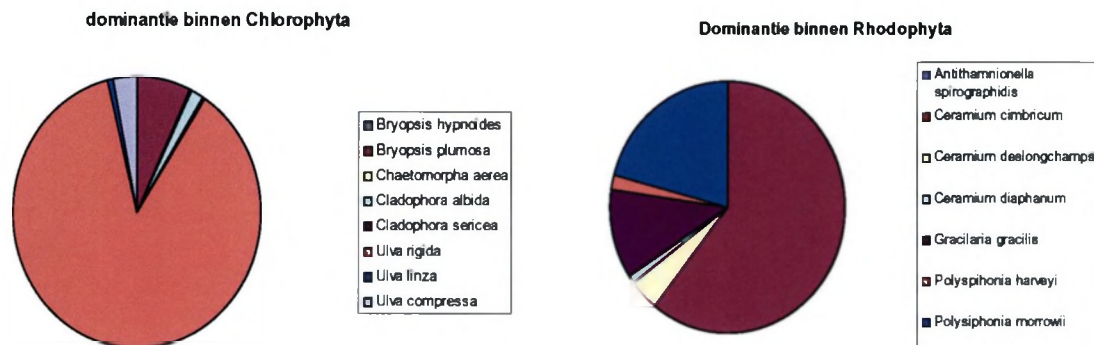
De totale biomassa per kwadrant is vrij beperkt uitgezonderd enkele uitschieters (30, 39, 40). Vooral de kwadranten gedomineerd door Zeesla bezitten een grote biomassa. Kwadranten gedomineerd door Rhodophyta bezitten een veel lager gewicht.

In de figuur links is te zien dat de Spuikom gedomineerd wordt door groenwieren en vooral door *Ulva* sp. (zie later). Enkel in de kwadranten langs de Vicognedijk, gelegen in het zuiden van de Spuikom, is er een dominantie van Phaeophyta (bruinwieren). Dit is uitsluitend te wijten aan de invasieve soort *Sargassum muticum*.

Uit de relatieve biomassa, relatief percentage van de drie groepen macrowieren, valt opnieuw de dominantie van groenwieren op. In sommige kwadranten komen geen andere wieren voor en bestaan uitsluitend uit Zeesla.

## 5.4.1. Dominantie binnen de drie grote groepen macrowieren

Binnen de groenwieren is er een duidelijke dominantie van *Ulva rigida* die grote oppervlakten kan bedekken (zie figuur 8). Verder komen er op bepaalde plaatsen in de Spuikom, voornamelijk aan het ponton aan de intersport, betrekkelijk grote hoeveelheden *Bryopsis plumosa* voor. De andere soorten van het genus *Ulva* vertonen relatief gezien een grote abundantie. *Bryopsis hypnoïdes* en de epilithische *Cladophora sericea* zijn waargenomen in de Spuikom maar in de random uitgezette kwadraten komen ze bijna niet voor. *Chaetomorpha aerea* is vooral terug te vinden op de schelpen van *Crassostrea gigas* en *Crepidula fornicata* maar eveneens in een beperkte abundantie.



Figuur 23: dominantie van soorten binnen de groenwieren.

Figuur 24: dominantie van soorten binnen de roodwieren.

Binnen de roodwieren is voornamelijk *Ceramium cimbricum* dominant naast een dominantie op de oesterschelpen van *Polysiphonia morrowii*. De andere soort van *Polysiphonia* namelijk *P. harveyi* wordt veelvuldig teruggevonden als een epifyt van *Sargassum muticum*. Losliggende thalli worden gedomineerd door *Gracilaria gracilis*.

Binnen de bruinwieren werd slechts één soort teruggevonden in de Spuikom in deze studie namelijk *Sargassum muticum*.

Figuur 25 geeft de abundantie en de positie van de verschillende grote groepen macrowieren weer in de Spuikom van Oostende. De grootte van de cirkels geeft de totale biomassa weer, verder is er een onderverdeling in bruinwieren, groenwieren en roodwieren

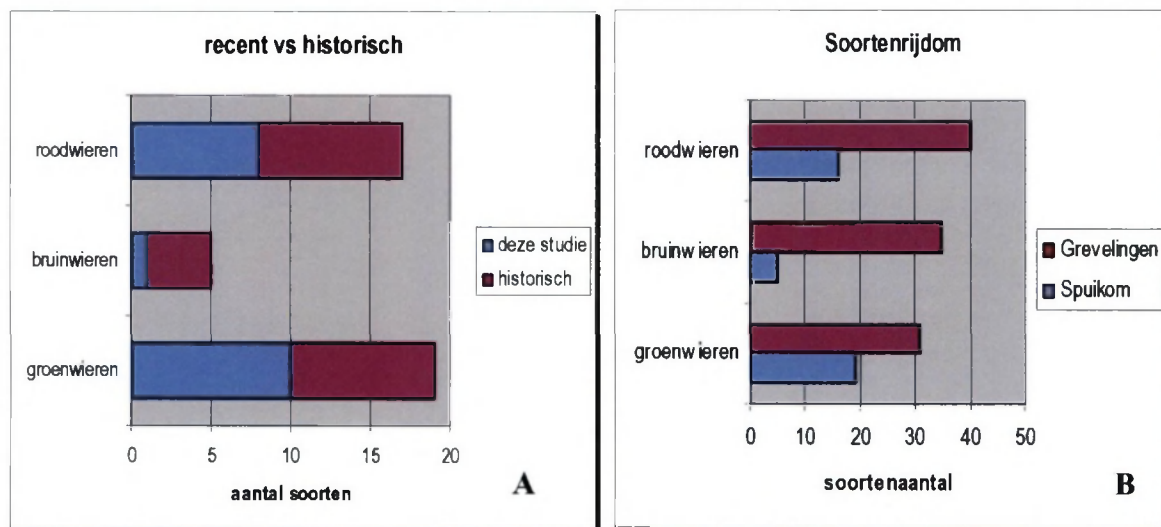


Figuur 25: biomassa van groenwieren, roodwieren en bruinwieren.

## 6. Discussie

### 6.1. Biodiversiteit van de macrowieren in de Spuikom van Oostende

De biodiversiteit van de macrowieren in de Spuikom van Oostende is vrij beperkt. Er werden namelijk slechts twintig verschillende soorten ingezameld : 10 soorten groenwieren, 9 roodwieren en *Sargassum muticum* als enige bruinwier. Aangevuld met historische staalnames worden in totaal 40 soorten beschreven. Deze historische waarnemingen betreffen veelal éénmalige waarnemingen die ook tijdens deze studie niet meer teruggevonden werden. Een vergelijking met het Grevelingenmeer in Nederland maakt duidelijk dat dit laatste merkkelijk soortenrijker is dan de Spuikom van Oostende. In totaal zijn in het Grevelingenmeer 106 verschillende soorten: 31 groenwieren, 40 roodwieren en 35 bruiwieren (Stegenga, pers. com.; zie bijlage 1).



Figuur 26: A. Aantal soorten in huidige studie plus de historische staalnames; B. Vergelijking soortenaantal macrowieren in de Spuikom versus het Grevelingenmeer (NI).

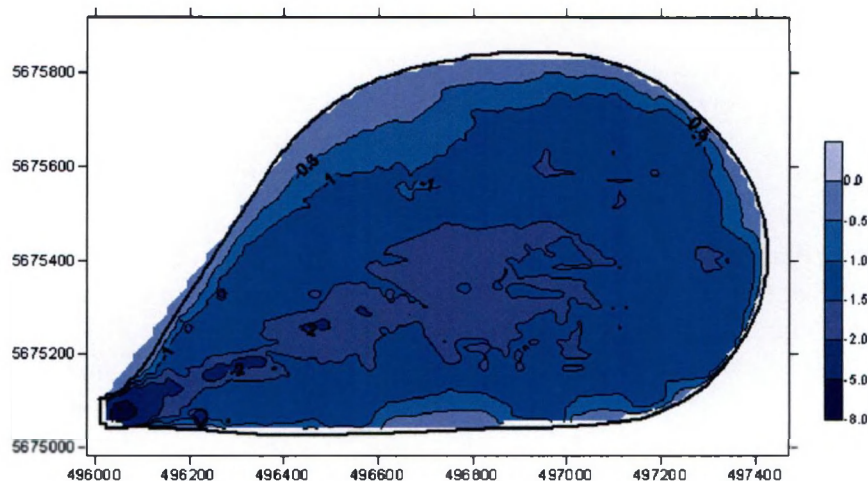
#### 6.1.1. Redenen voor verschil in soortenrijkdom

##### *Wateroppervlak*

Het wateroppervlak van de Spuikom bestaat vandaag uit circa 80 ha. In vergelijking met het wateroppervlak van het Grevelingenmeer (10800 ha) is dit nog geen één procent. Macrowieren hebben in het Grevelingenmeer meer kans om verschillende gemeenschappen op te bouwen daar ze een veel grotere ruimte hebben.

**Diepte**

De Spuikom heeft een gemiddelde diepte van 1.5 m en een maximale diepte van 8 m in de buurt van de spuisluis. Ongeveer 95% van het meer is  $\leq 2$  m diep. In het Grevelingenmeer gaat het om veel grotere dieptes namelijk een gemiddelde diepte van 4.5 m en een maximale diepte van 48 m. In combinatie met de aanwezigheid van vast



**Figuur 27: Dieptekaart Spuikom Oostende (www.vliz.be/Spuikom)**

substraat voor vasthechting en helderheid van het water, kan diepte een belangrijke verklarende factor zijn in het verschil in diversiteit. In de Spuikom is er een gemiddeld doorzicht van 80 cm, in het Grevelingenmeer groeien wieren tot 8 m diepte.

Het substraat in de Spuikom komt weliswaar grotendeels op geringe diepte voor dus kan de vraag gesteld worden of diepte van het meer wel invloed heeft.

**Waterhuishouding**

Het water in de Spuikom blijft normaal gezien op een redelijk vast peil. Aflatingen gebeuren enkel in functie van de aquacultuur of bij te hoge concentraties aan nutriënten waardoor algenbloei ontstaat. Verder zijn de sluisen gesloten en komt enkel water binnen met het hoogtij, afkomstig van de haven en van de Noord-Ede.

In het Grevelingenmeer is in de brouwersdam een spuisluis gebouwd die permanent openstaat. Enkel in de herfst, wordt de sluis gedurende 30 dagen gesloten in functie van de trek van palingen (Hoeksema, 2002). Er is dus constante aanvoer van vers zeewater. Weliswaar is er geen getij want het waterpeil wordt min of meer constant gehouden op  $\pm 0,20$  m TAW net als in de Spuikom. Toch komen er langs de oevers in beperkte mate intertidale soorten voor zoals de Kleine zeeëik (*Fucus spiralis*), *Mastocarpus stellatus* en *Spongonema tomentosum* (Stegenga, pers. com.). Het voorkomen van een beperkte intertidale flora wordt mogelijke gemaakt door golfwerking opgewekt door gemotoriseerd waterverkeer en openstaande sluisen. Intertidale wiersoorten worden niet aangetroffen in de Spuikom.

**Zoutgehalte**

Deze factor zou een grote rol kunnen spelen in de soortenrijkdom maar uit de gegevens blijkt dat de zoutconcentratie in beide meren zeer gelijkaardig is met een concentratie van circa 30 promille.

**Seizoenaliteit en bemonstering**

De soortenlijst opgemaakt voor de Spuikom omvat slechts twee seizoenen namelijk de lente en het begin van de zomer. Om een meer volledig overzicht te krijgen zouden er jaarrond staalnames moeten gebeuren. Abundantie van wieren is zeer seizoensafhankelijk. Grote bloeien van *Ulva* komen meestal in de zomer voor, net als de grote massa's van *Sargassum muticum*. Een typische wintersoort voor de Spuikom is *Polysiphonia senticulosa*, een exoot vanuit Noord-Amerika en Canada, die begint uit te groeien in de herfst en zijn piek meemaakt

in de winter. Op de pontons werden grote velden van deze soort teruggevonden (Kerckhof, 2002).

In de Grevelingen is men reeds 15 jaar bezig met het verzamelen van gegevens over de macrowieren die er voorkomen wat uiteraard de soortenlijst uitgebreider maakt. In de Spuikom is in de laatste 20 jaar niet meer omgekeken naar de macrowieren dus de soortenlijst bestaat uit losse waarnemingen en deze studie.

### ***Grotere rijkdom aan macrowieren in Nederland***

De Nederlandse macrowierflora is merkkelijk rijker dan de Belgische. De redenen daarvoor vormen onder andere de beschikbaarheid van hard substraat, lengte van de kustlijn en intensiteit van oesterkweek. Met andere woorden, het Grevelingenmeer is onderhevig aan een grotere input van soorten uit naburige gebieden zoals de Oosterschelde, Keeten-Mastgat en Krabbenkreek.

### **6.1.2. Besluit**

Door het inzamelen in meerdere seizoenen over meerdere jaren zal de diversiteit aan macrowieren in de Spuikom wellicht toenemen en dichterbij deze van de Grevelingen benaderen. Een aantal factoren zullen er echter voor zorgen dat de Grevelingen een meer divers en rijker systeem vormt.

## **6.2. Geïntroduceerde en invasieve soorten**

De Spuikom is een artificieel habitat en de wiergemeenschappen die er voorkomen zijn dus waarschijnlijk eveneens artificieel. Niet inheemse macrowieren kunnen makkelijk via de Spuikom geïntroduceerd worden door middel van aquacultuur. De volgende soorten zijn niet inheems voor onze regio: Japans bessenwier (*Sargassum muticum*), Viltwier (*Codium fragile* ssp. *fragile*), *Antithamnionella spirographidis*, *Ceramium cimbricum*, *Polysiphonia harveyi*, en *Polysiphonia morrowii*. Daarenboven kan *Ulva rigida* eveneens eventueel beschouwd worden als een opportunistische soort die haar oorsprong mogelijk heeft in het verre oosten (F. Mineur, pers. com.). Met andere woorden, ongeveer alle dominante macrowieren in de Spuikom zijn geïntroduceerd (of opportunistisch). Vooral aan de zuidelijke zijde van de Spuikom zijn de invasieve soorten dominant met name door grote massa's van *Sargassum muticum*. Verder zijn de oesterschelpen veelal substraat van geïntroduceerde soorten als beide *Polysiphonia*-soorten en *Ceramium cimbricum*. Het groenwier *Codium fragile* ssp. *fragile* werd vooral losgeslagen teruggevonden aan de rand van het meer.

## **6.3. Toepassing van de Kaderrichtlijn Water voor zoutmeren** (naar Altenburg et al. 2007)

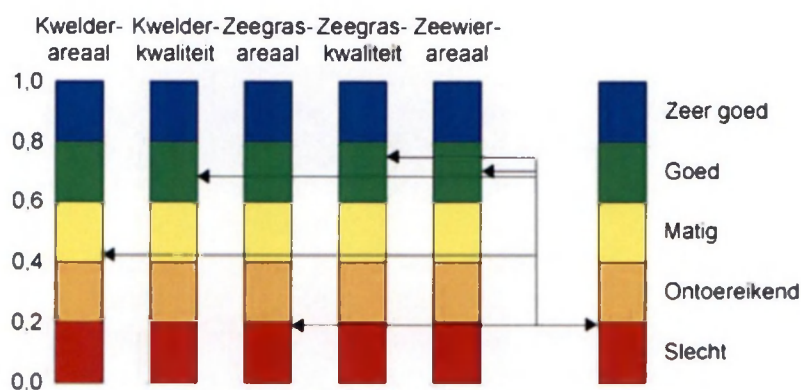
Gebruik makend van de Nederlandse typologie voor de verschillende waters, opgesteld door de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA), valt de Spuikom van Oostende onder type grote brakke tot zoute wateren (M32). Hieronder verstaat men afgesloten voormalige zeearmen met brak tot zout water, via spuisluisen verbonden met omliggende getijdenwateren (type K1 en/of K2). Daarnaast wordt er polderwater op de meren afgelaten. Voeding geschiedt door regen en grondwater, maar vooral via zeewater en oppervlaktewater. Het peil is redelijk stabiel en het zoutgehalte constant. Als voorbeelden gelden de Grevelingen en het Veerse meer. Aangezien deze twee meren zijn ontstaan door de afsluiting van een estuarium vallen ze onder sterk veranderde of kunstmatige waterlichamen, net als de

Spuikom. Op fysico-chemisch gebied sluit de Spuikom van Oostende ook goed aan bij het type M32. Het zoutgehalte varieert tussen 10-16 g Cl/L, zuurgraad is van nature basisch en de voedselrijkdom matig eutroof tot eutroof.

Grote zoute meren waren van nature in Nederland en Vlaanderen mogelijk tijdelijk aanwezig na de natuurlijke afsluiting van een zeearm, maar daarover is niets concreets bekend. Daarom wordt voor de referentie teruggegrepen op de momenteel wel aanwezige meren, waarbij 'met een scheef oog wordt gekeken' naar de 'fjorden' aan de Deense oostkust die enigszins te vergelijken zijn met een M32-type meer. Dat betekent aldus STOWA dat er veel onzekerheden zijn bij de kwantitatieve invulling van de referentie en de verdere maatlat.

### 6.3.1. Maatlatten voor zoutmeren (M32)

De maatlat voor waterflora van kustwateren (K) en overgangswateren (O) en M32 kent vijf deelmaatlaten, twee voor soortensamenstelling en drie voor abundantie. Deze deelmaatlaten zijn ontleend aan drie onderdelen van de begroeiing: kwelders (areaal en kwaliteit), zeegrasvelden (areaal en dichtheid van de soorten) en de wierophoping (areaal). Vier van de vijf deelmaatlaten zijn positieve maatlaten: des te meer areaal, kwaliteit of soorten, des te hoger is het oordeel. De deelmaatlat voor wierophoping is een negatieve maatlat: des te meer wierophoping des te lager het oordeel. De deelmaatlat met de laagste beoordeling bepaalt het oordeel voor dit kwaliteitselement



Figuur 28. Maatlatten voor zoutmeren, type M32 (naar Altenburg et al. 2007)

In deze meren met hun relatief stabiele zoutgehalte is potentieel een matige tot grote soortenrijkdom te vinden. Bij een niet te hoog zoutgehalte kan de ondergedoken waterplant Groot zeegras (*Zostera marina*) voorkomen, soms over grote oppervlakken. In de oeverzone worden schor- en kweldervegetaties gevonden. Dit areaal zoutvegetaties is bepaald door het peilregime, de aard en helling van de bodem langs de oever, de aanwezigheid van ondoorlatende lagen en de leeftijd (periode dat ontzilting is opgetreden) van het waterlichaam. Loszittende macrowieren, met name diverse soorten zeesla en darmwier, komen veel voor. Veel soorten hebben zeker bij de allereerste opgroei ('kieming') een vorm van hard substraat nodig, vaak in de vorm van een schelp(enbank), maar laten hier later van los. Het voorkomen van deze macrowieren wordt bepaald door waterkwaliteit, met name zout en nutriënten, helderheid en hydrodynamiek. Vastzittende macrowieren komen voor op dijkglooiingen en stenen oeververdedigingen. Het voorkomen van deze categorie wordt bepaald door substraat (met name litoraal), helderheid van het water, hydrodynamiek en zoutgehalte.



Wat macrofyten betreft brengt STOWA enkel zeegrassen en Zeesla in rekening. Bij zeegrassen betreft het Groot zeegras, *Zostera marina*. In de hier aan de orde zijnde wateren wordt ervan uitgegaan dat het zoutgehalte te hoog is voor andere soorten dan *Zostera* en deze soort wordt als positieve indicator meegenomen. De macrowieren komen vooral voor op harde substraten. Deze zijn in deze systemen bijna uitsluitend aanwezig als kunstmatig hardsubstraat in de vorm van dijkglouingen en (voor)oeververdedigingen. Daarom worden deze niet meegenomen. Hierop is één uitzondering, zeesla, *Ulva* spp., een groenwier dat in dergelijke systemen op grote schaal kan voorkomen als gevolg van eutrofiëring. Deze wordt wel meegenomen, als negatieve indicator. In een referentiesituatie komt *Ulva* ook voor in M32, maar door het weinig voedselrijke karakter zal het voorkomen beperkt zijn. Zodra de eutrofiëring toeneemt zal de zeesla exponentieel toenemen en lokaal tot grote overlast kunnen zorgen. Enerzijds door zuurstofloosheid in de bodem eronder waardoor alle macrozoöbenthos daar sterft, anderzijds door stankoverlast door de verrottingsprocessen. Voor de referentie wordt gesteld dat er geen overlast van zeesla mag zijn: in 0% van het gebied mag zuurstofloosheid van de bodem en/of stank-overlast optreden (tabel 11.3a).

#### Deelmaatlaten voor type M32

	ZGET	GET	Matig	Ontoereikend	Slecht
Zeegras (areaal % begroeibaar oppervlak)	>65	>50	>35	>20	<20
Zeegras (areaal % van het zeegrasveld met bedekking >60%)	>50	>40	>30	>15	<15
Zeesla (% gebied met overlast)	0	<1	<2	<4	>4

**Figuur 29. Deelmaatlaten voor zoutmeren, type M32 (naar Altenburg et al. 2007)**

Bij het opstellen van deze waarden is men in Nederland uitgegaan van de ervaringen met de aanwezige meren, het Grevelingenmeer en het Veerse meer. Van deze meren is het Grevelingen qua menselijk gebruik relatief het minst beïnvloed; het peil is min of meer vast en het menselijk medegebruik is aanzienlijk minder dan in het Veerse meer. Dit meer wordt verder als uitgangspunt genomen.

#### 6.3.2. Zeegrassen als maatlat in een Vlaamse context

Het mag duidelijk wezen dat bij het toepassen van de Nederlandse maatlaten op de Spuikom deze laatste bijzonder slecht scoort. Hierbij horen echter enkele belangrijke kanttekeningen. Ten eerste scoren ook de Grevelingen en het Veerse meer beiden slecht op basis van deze maatlaten. In het Grevelingenmeer komt momenteel geen zeegras meer voor, en in het Veerse meer is het areaal nog ongeveer 40 ha, maar met een bedekking die minder is dan 5%. Dit wordt dus niet meer gerekend tot een zeegrasveld. Voor zeesla is er geen probleem in de Grevelingen op hooguit enkele lokale plaatsen na. Voor het Veerse meer vormt zeesla een probleem en wordt de categorie 'matig' gebruikt.

Waterlichaam	Deelmaatlat	Waarde indicator	Oordeel
Grevelingenmeer	Zeegras-areaal	0%	slecht
	Zeegras-kwaliteit	0%	slecht
	Zeesla-kwaliteit	<1%	goed
Veerse meer		eindoordeel	slecht
	Zeegras-areaal	0%	slecht
	Zeegras-kwaliteit	Ca 1%	slecht
	Zeesla-kwaliteit	3%?	matig
		eindoordeel	slecht

**Figuur 30. Toepassing van de maatlaten voor zoutmeren, type M32 op de Grevelingen en het Veerse meer (naar Altenburg et al. 2007).**

Ten tweede verschilt de Vlaamse situatie in die mate van de Nederlandse dat *Zostera marina* hier van nature niet voorkomt (Van Landuyt 2006). Mogelijk kwam Klein zee gras, *Zostera noltii*, tot het einde van de 19<sup>de</sup> eeuw voor in een kleine populatie nabij Zandvliet in het Schelde-estuarium. Groot zee gras werd enkel aangespoeld langs de vloedlijn op stranden teruggevonden. Met andere woorden het blindelings handhaven van Nederlandse maatlaten is weinig aan te raden.

### 6.3.3. Zeesla-problematiek

Anderzijds vormt de weerkerende Zeesla-problematiek in de Spuikom een duidelijke aanwijzing dat een goede tot matige ecologische toestand zeker niet gehaald wordt. Opportunistische groenwieren zoals Zeesla profiteren van de eutrofiëring van systemen door stikstofverbindingen en zorgen op geregelde tijdstippen voor een bloei die stankoverlast geeft maar eveneens het gehalte aan opgeloste zuurstof in het water onder de minimumgrens van 5 mg/L doet zakken. Helaas blijkt dat de Zeesla-problematiek zeer moeilijk te beheersen is in eutrofe afgesloten beschutte gebieden (Malta et al. 2002). Concrete voorstellen tot remediëren vallen buiten de reikwijdte van deze studie, maar aan een tweetal vereisten moet wellicht voldaan worden vooraleer er sprake kan zijn van een verbetering van de situatie:

1. Het beperken van de nutriënteninput in mariene ecosystemen is de belangrijkste maatregel om Zeeslabloei te voorkomen. In de Spuikom wordt de nutriëntenbalans voornamelijk gekarakteriseerd door de historische nutriëntenreserve in de sedimenten van de Spuikom en de nutriëntenuitwisseling van zeewater tussen voorhaven en Spuikom. Om de historische aanrijking te verwijderen is baggering de enige optie, welke tijdelijk een sterke verstoring zal veroorzaken met mogelijks sterke fytoplanktonbloei (Soresma 2007).
2. Regelmatige waterverversing met (nutriëntenarm) zeewater kan tijdens het groeiseizoen van de Zeesla (cfr. van mei tot oktober in de Veerse meer) de groei van *Ulva* afremmen.

### 6.3.4. Macrowieren en artificiële substraten

Zoals duidelijk gesteld werd in deze studie bestaat de macrowier diversiteit in de Spuikom uit een amalgaam van exoten en/of opportunistische soorten. De natuurwaarde van een dergelijke geïntroduceerde en artificiële flora kan openstaan voor discussie. Afhankelijk of deze soorten invasief gedrag vertonen of niet, zien bepaalde mensen geïntroduceerde soorten als een aanwinst. STOWA deelt deze mening in elk geval niet. De combinatie van systemen die enkel uit kunstmatig hardsubstraat in de vorm van dijkglooiingen en (voor)oeververdedigingen bestaan met een exotische flora, vormde de basis om geen macrowieren (behalve *Ulva*) op te nemen. De Vlaamse situatie wijkt amper af van de Nederlandse. Natuurlijke harde substraten komen niet voor langsheen de Belgische kust. En de natuurwaarde van macrowieren die aangetroffen werden, kan ten zeerste betwist worden. Naast het feit dat het grotendeels uit geïntroduceerde soorten bestaat, zijn de meeste species ook banaal, i.e. zij worden gekenmerkt door een zeer groot areaal ('kosmopolitisch') en zijn vaak dominant in systemen die sterk door de mens zijn beïnvloed. In referentiesituaties zijn ze meestal afwezig en spelen daar zelden of nooit een rol van betekenis.

#### 6.4. Gebiedsgerichte visie van de Spuikom

Op vraag van het Agentschap voor Maritieme Dienstverlening en Kust – Afdeling Kust werkt Soresma N.V. aan een inrichtingsplan voor de Spuikom. Naast structurele maatregelen in functie van mobiliteit en infrastructuur worden in een voorstel tot inrichtingsplan ook een aantal maatregelen aangekaart die directe gevolgen hebben voor de waterhuishouding en de natuurlijke elementen in de Spuikom. De optie tot uitdieping wordt overwogen o.a. in functie van de Zeesla-problematiek. Naar ons inzien kan het wegnemen van het waarschijnlijk sterk geëutrofiëerde slib enkel positieve gevolgen hebben op het beheersen van de massale ontwikkeling van Zeesla. In eerste instantie wordt een belangrijke stikstofbron geëlimineerd. In tweede instantie, heeft verdieping van de kom ook een positief gevolg door een reductie van opwarreling van sediment. Door huidige geringe diepte wordt frequent sediment opgewarrelt, en nutriënten in de waterkolom gebracht, door windgeïnduceerde golfwerking.

In het inrichtingsplan is eveneens sprake van de ontwikkeling van een schorre en slikkegebied. Verwijzend naar de Nederlandse maatlaten voor zoutmeren zou een dergelijke zone positief bijdragen tot een goed ecologisch potentieel. Zowel het oppervlak als de kwaliteit van kwelders of schorren worden immers aanzien als een maatlat in de evaluatie van de ecologische toestand van zoutmeren. In de huidige situatie ontbreken schorren en slikken volledig in de Spuikom.

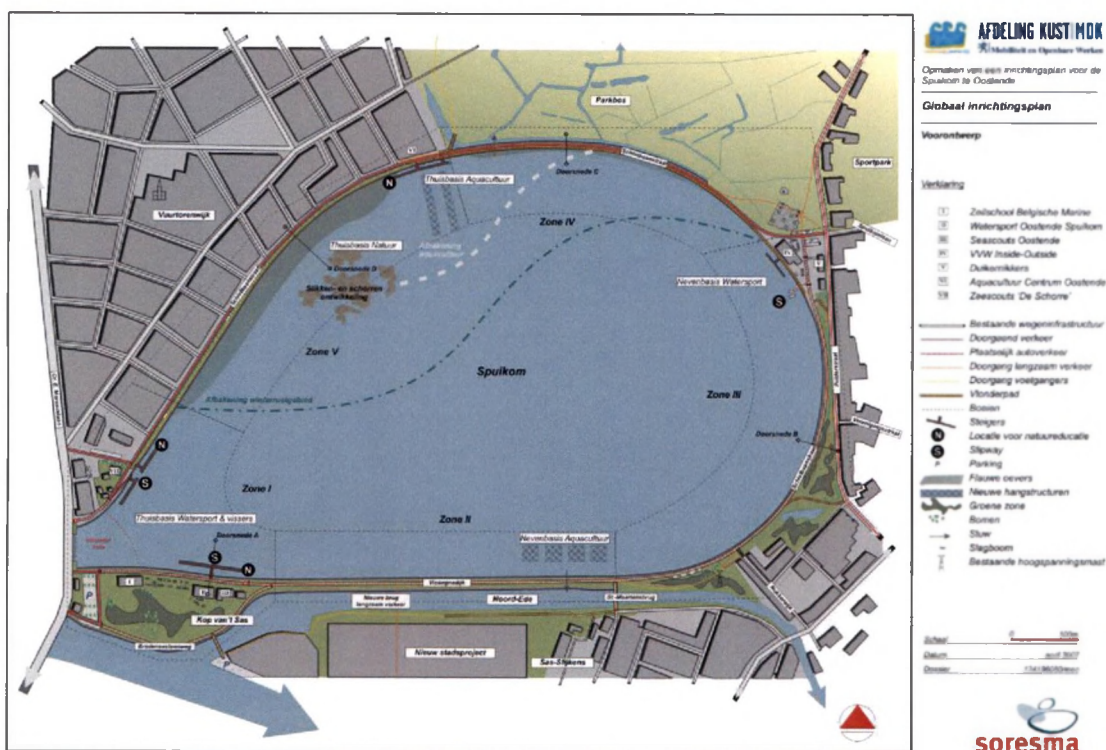


Fig. 31. Inrichtingsplan voor de Spuikom van Oostende (Soresma 2007)

### 6.5. Bepaling maatlatten voor de Spuikom van Oostende

Afgaande op het feit dat zeegrassen van nature niet in Vlaanderen voorkomen en de geringe natuurwaarde van de mariene macrowieren in de Spuikom van Oostende, wordt een maatlat voorgesteld die onder de huidige situatie enkel bepaald wordt door de overlast veroorzaakt door de bloei van Zeesla. In een referentiesituatie komt Zeesla ook voor in zoutmeren, maar door het relatief weinig voedselrijke karakter zal het voorkomen beperkt zijn. Overlast door Zeesla wordt volledig toegeschreven aan een te hoog en ongunstig nutriëntengehalte in het systeem en is daarom indicatief voor de algehele waterkwaliteit.

De Nederlandse maatlat voor Zeesla als negatieve indicator, is vrij strikt en legt de grens voor de categorie ontoereikend reeds op een Zeesla-overlast in 4% procent van het beschouwde gebied waar. Voor een matige toestand mag er in niet meer dan 2% van het gebied overlast zijn.

Gezien de specifieke karakteristieken van de Spuikom (relatief klein oppervlak, historische vervuiling van het sediment en ligging in de achterhaven van Oostende) dienen deze maatlatten aangepast te worden. Het is immers evident dat een bloei van *Ulva* in een dergelijk relatief klein systeem niet beperkt blijft tot een klein percentage van het oppervlak. Op het moment dat een bloei optreedt in de Spuikom van Oostende, is deze overduidelijk in het gehele systeem. Daarom het voorstel om de Zeesla-abundantie te herschalen voor deze specifieke situatie naar een systeem waarbij periodiciteit van de overlast primeert op de ruimtelijke omvang.

Zeer goed :	Beperkte aanwezigheid van Zeesla, afwezigheid van bloei.
Goed :	Maximaal één Zeesla-bloei per cyclus van 3 jaar zonder overlast.
Matig :	Maximaal één Zeesla-bloei per cyclus van 3 jaar met matige overlast.
Ontoereikend :	Meer dan één Zeesla-bloei per cyclus van 3 jaar met matige overlast of overlast.
Slecht :	Jaarlijks weerkerende Zeesla-bloei met overlast.

Zeesla komt van nature voor in beschutte eutrofe mariene milieu's. Onder bepaalde omstandigheden (verhoogde nutriëntenconcentraties, hogere temperatuur van het oppervlaktewater) neemt Zeesla spectaculair toe in biomassa en overheerst zo het systeem. In dergelijke gevallen spreekt men van een bloei. Een dergelijke bloei is nadelig voor de globale diversiteit in het gebied en gaat eventueel gepaard met overlast voor andere organismen en de mens. In deze wordt overlast gedefinieerd als een situatie waarbij er geurhinder ontstaat, het recreatief gebruik van de Spuikom gehinderd wordt, er sterfte optreedt van vissen en schelpdieren waardoor de verkoop van schelpdieren (tijdelijk) stopgezet dient te worden, en de waterkolom minstens tijdelijk anoxisch wordt als gevolg van decompositie van het plantaardig materiaal zodat de basiskwaliteitsnorm voor oppervlaktewater en schelpdierwaternorm voor opgeloste zuurstof niet langer gehaald worden. Bij matige overlast is er enkel sprake van tijdelijke hinder voor recreatie en geur.

## 7. Samenvatting

De Spuikom van Oostende bestaat uit een wateroppervlak van circa 80 ha. Het relatief ondiepe zoutmeer staat middels een sluis die uitmondt in de achterhaven van Oostende in verbinding met de zee. Nergens komt een gelijkaardig habitat in België voor. Het waterpeil is min of meer constant. Het water wordt enkel op vooraf bepaalde tijdstippen afgelaten (ca. maandelijks) in functie van de oesterkweek. Naast een functie als schelpdierwater wordt de Spuikom van Oostende intensief gebruikt voor recreatie (sportvissen en niet-gemotoriseerde watersport). De Spuikom is eveneens belangrijk als rust- en foerageergebied voor tal van watervogels.

Deze studie had tot doel het in kaart brengen van de macrowierdiversiteit en het opstellen van maatlatten in functie van de Kaderrichtlijn Water. De biodiversiteit van de macrowieren in de Spuikom van Oostende is vrij beperkt. Er werden slechts twintig verschillende soorten ingezameld. Aangevuld met historische staalnames worden in totaal 40 soorten beschreven. Deze historische waarnemingen betreffen veelal eenmalige waarnemingen die tijdens deze studie niet werden teruggevonden. Een vergelijking met het Grevelingenmeer in Nederland, toont een frappant verschil in diversiteit aan. Het Grevelingenmeer herbergt meer dan 100 verschillende soorten. Dit opmerkelijk verschil in diversiteit wordt toegeschreven aan het feit dat de Grevelingen merkkelijk groter (10.800 ha in vergelijking met 80 ha van de Spuikom) en dieper (tot 48 m) is. Het water is tevens helderder. Er wordt wel rekening gehouden met het feit dat de macrowierdiversiteit van de Grevelingen het resultaat is van 15 jaar bemonstering. Gezien de beperkte staalnames in de Spuikom ligt de werkelijke diversiteit waarschijnlijk een hoger.

De Spuikom wordt gedomineerd door niet-inheemse en/of opportunistische macrowieren. Japans bessenwier (*Sargassum muticum*), Viltwier (*Codium fragile ssp. fragile*), *Antithamnionella spirographidis*, *Ceramium cimbricum*, *Polysiphonia harveyi*, en *Polysiphonia morrowii* zijn typische vertegenwoordigers van geïntroduceerde en invasieve soorten die het uitstekend stellen in de Spuikom. Wat biomassa betreft is *Ulva rigida* de belangrijkste soort. Deze opportunist vormt in de late lente en zomermaanden omvangrijke bloeien die mogelijk gepaard gaan met overlast: geurhinder, hinder voor de recreatie, vissterfte, sterfte van schelpdieren waardoor de verkoop (tijdelijk) stopgezet dient te worden, en anoxische toestand van de waterkolom als gevolg van decompositie van het plantaardig materiaal. De natuurwaarde van macrowieren die aangetroffen werden, kan ten zeerste betwist worden. Natuurlijke harde substraten komen niet voor langs de Belgische kust. Naast het feit dat het grotendeels uit geïntroduceerde soorten bestaat, zijn de meeste species ook banaal, i.e. zij worden gekenmerkt door een zeer groot areaal ('kosmopolitisch') en zijn vaak dominant in systemen die sterk door de mens zijn beïnvloed. In referentiesituaties zijn ze meestal afwezig en spelen daar zelden of nooit een rol van betekenis. Hierbij dient opgemerkt te worden dat deze stelling niet algemeen aanvaard is. Sommige onderzoekers zien deze soorten, zolang ze geen invasief gedrag vertonen, als een aanwinst voor de flora.

In deze optiek werd beslist geen macrowieren op te nemen in de maatlatten. Enkel Zeesla (*Ulva* spp.) werden opgenomen als een negatieve indicator, naar analogie met de Nederlandse maatlat voor zoutmeren. In een referentiesituatie komt Zeesla ook voor in zoutmeren, maar door het relatief weinig voedselrijke karakter zal het voorkomen beperkt zijn. Overlast door

Zeesla wordt volledig toegeschreven aan een te hoog en ongunstig nutriëntengehalte in het systeem en is daarom indicatief voor de algehele waterkwaliteit.

Gezien de specifieke karakteristieken van de Spuikom (relatief klein oppervlak, historische vervuiling van het sediment en ligging in de achterhaven van Oostende) werd beslist om de Zeesla-abundantie te herschalen voor deze specifieke situatie naar een systeem waarbij periodiciteit van de overlast primeert op de ruimtelijke omvang. In een slechte ecologische toestand is een Zeesla-bloei die gepaard gaat met overlast een jaarlijks weerkerend fenomeen. Bij een zeer goede ecologische toestand is Zeesla aanwezig maar blijft een bloei uit. Goede, matige en ontoereikende toestanden worden bepaald aan de hand van periodiciteit van de bloeien per cyclus van drie jaar en de overlast welke daarmee gepaard gaat.

**Referentielijst**

- Carlton J.T.** (1996) Biological invasions and Cryptogenic species. *Ecology* **77** (6): 1653-1655.
- Coppejans E. ; Gillis J.** (1983) Quelques Chlorophyceae et Phaeophyceae marines nouvelles pour la flore belge, provenant du bassin de chasse d'Oostende. *Biol. Jb. Dodonaea* **51** : 55-66.
- Coppejans E. ; De Cock L. et Gillis J.** (1984) Algues marines nouvelles pour la côte du Boulonnais (Pas-De-Calais, France). *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* **117**: 19-36.
- Coppejans E.** (1998) Flora van de Noord-Franse en Belgische zeevieren. *Scripta Botanica Belgica*, documentatie uitgegeven door de Nationale Plantentuin van Meise. 462 pp.
- Curriel D. ; Bellemo G. ; La Rocca B. ; Scattolin M. & Marzocchi M.** (2002) First report of *Polysiphonia morrowii* Harvey (Ceramiales, Rhodophyta) in the Mediterranean Sea. *Botanica Marina* **45**: 66-70.
- Denys V. & Maeckelberghe H.** (2002). Waterkwaliteit in de Spuikom. *VLIZ special publications* **8**: 17-19.
- De Putter B.** (2002) Huidig en toekomstig beheer van de Spuikom. *VLIZ special publications* **8**: 13-16.
- Dion P. ; de Reviere B. ; Coat G.** (1998) *Ulva armoricana* sp. Nov. (Ulvales, Chlorophyta) from the coasts of Brittany (France). I. Morphological identification. *European Journal of Phycology* **33** (1) : 73-80.
- Farnham W.F.** (1998) Introduced species in the English Channel and North Sea. *Changes in the marine flora of the North Sea*. CERC, Scarborough, 99-117.
- Hayden H. ; Blomster J. ; Maggs C. ; Silva P. ; Stanhope M. ; Waaland R.** (2003) Linnaeus was right all along: *Ulva* and *Enteromorpha* are not distinct genera. *European Journal of Phycology* **38** (3) : 277-294 (18).
- 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*. 61 pp.
- Hubrechtsen F.** (2002) Gespoeld, gespuid en gebaggerd. *VLIZ special publications* **8**: 3-6.
- Kerckhof, F.** (2001) WGITMO report.
- Kerckhof, F.** (2002) WGITMO report.
- Kerckhof, F.** (2007) WGITMO report.
- Kerckhof, F.; Stegenga, H.** (2003). Nieuwe *Polysiphonia*-soorten voor België en Noord-Frankrijk, met een gereviseerde determineertabel voor de soorten van het geslacht *Polysiphonia* in deze regio. [New *Polysiphonia* species for Belgium and Northern France, with a revised key to the species of the genus *Polysiphonia* in this region]. *Dumortiera* **80**: 40-45.
- Kuijken E. ; Devos K. ; Lingier P. ; Kerckhof F. & Francois R.** (2002) Evaluatie en knelpuntenanalyse van de natuurwaarden van een brakwaterplas. *VLIZ special publications* **8**: 20-22.
- Leloup, E.; Miller, O.** (1940). La flore et la faune du Bassin de Chasse d'Ostende (1937-1938). [The flora and fauna of the Sluice Dock of Ostend (1937-1938)]. *Mémoires du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique = Verhandelingen van het Koninklijk Natuurhistorisch Museum van België*, 94. Koninklijk Natuurhistorisch Museum van België: Brussel, Belgium. 122, 3 plates pp.
- Leloup, E.** (1971). Recherches sur l'ostréiculture dans le bassin de chasse d'Ostende pendant l'année 1969. [Research on the oyster culture in the Sluice Dock at Ostend during the year 1969]. *Med. K. Belg. Inst. Nat. Wet.* **47(25)**: 1-16.
- Leloup, E.** (1970). Recherches sur l'ostréiculture dans le bassin de chasse d'Ostende en 1968. [Research on oyster culture in the Sluice-dock of Ostend during the year 1968]. *Med. K. Belg. Inst. Nat. Wet.* **46(6)**: 1-24.
- Leloup, E.** (1973). Recherches sur l'ostréiculture dans le bassin de chasse d'Ostende en 1970 et 1971. [Research on oyster culture in the Sluice-dock of Ostend during the years 1970 and 1971]. *Med. K. Belg. Inst. Nat. Wet.* **49(10)**: 1-23.
- Leloup, E.** (1980). Recherches sur l'ostréiculture dans le Bassin de Chasse d'Ostende en 1972 et 1973. [Research on oyster culture in the Sluice-dock of Ostend during the years 1972 et 1973]. *Med. K. Belg. Inst. Nat. Wet.* **52(4)**: 1-13.
- Lindstrom S.C. & Gabrielson P.W.** (1989) Taxonomic and distributional notes on northeast Pacific Antithamnionaceae (Ceramiales; Rhodophyta). *Japanese Journal of Phycology* **37**: 221-235.
- Maggs C.A. & Hommersand M.H.** (1993) Seaweeds of the British Isles, Volume 1 Rhodophyta, Part 3A Ceramiales. *The Natural History Museum*. 444pp.
- Maggs C.A. & Stegenga H.** (1999) Red algal exotics on North Sea coasts. *Helgoländer Meeresunters* **52**: 243-248.
- Mineur F. ; Belsher T. ; Johnson M.P. ; Maggs C.A. & Verlaque M.** (2007(1)) Experimental assessment of oyster transfer as a vector for macroalgal introductions. *Biological Conservation* **137**: 237-247.
- Mineur F. ; Johnson M.P. ; Maggs C.A. & Stegenga H.** (2007(2)) Hull fouling on commercial ships as a vector of macroalgal introduction. *Mar. Biol.* **151**: 1299-1307.
- Occhipinti-Ambrogi A. & Savini D.** (2003) Biological invasions as a component of global change in stressed marine ecosystems. *Marine Pollution Bulletin* **46**: 542-551.

- Provan J. ; Murphy S. & Maggs C.A.** (2005) Tracking the invasive history of the green alga *Codium fragile* ssp. *Tomentosoides*. *Molecular Ecology* **14**: 189-194.
- Stegenga H. & Mol I.** (1983). Flora van de Nederlandse zeevieren. *Koninklijke Nederlandse natuurhistorische vereniging*. Uitgave **33** 263 pp.
- Stegenga H.** (2002) De Nederlandse zeevierflora: van kunstmatig naar exotisch? *Het zeepaard* **62(1)**: 13-24.
- Stegenga H. ; Karremans M. & Simons J.** (2007) Zeevieren van de voormalige oesterputten van Yerseke. *Gorteria* **32**: 125-143.
- Verlaque, M.** (2001). Checklist of the macroalgae of Thau Lagoon (Hérault, France), a hot spot of marine species introduction in Europe. *Oceanologica Acta* **24**: 29-49.
- Volckaert A. ; Engledow H. ; Spanoghe G. ; Degraer S. ; Vincx M. ; Coppejans E. & Hoffmann M.** (2003) Eindrapportage van de onderhandse overeenkomst dd. 01/08/2001 in opdracht van de Afdeling Waterwegen Kust van het ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Waterwegen en Zeewezen. Onderzoek van de seizoenale variatie van macroalgen, macrofauna en vogels geassocieerd met intertidale harde substraten langsheen de Vlaamse kust. 132 pp.
- Volckaert A. ; Engledow H. ; Beck O. ; Degraer S. ; Vincx M. ; Coppejans E. & Hoffmann M.** (2004) Eindrapportage van de onderhandse overeenkomst dd. 01/08/2001 in opdracht van de Afdeling Waterwegen Kust van het ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Waterwegen en Zeewezen. Onderzoek van de ecologische interacties van macroalgen, macrofauna en vogels geassocieerd met intertidale harde constructies langsheen de Vlaamse kust. 123pp.

### **Online informatiebronnen**

- [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)  
[www.asturnatura.com](http://www.asturnatura.com)  
[www.farm1.static.flickr.com](http://www.farm1.static.flickr.com)  
[www.grevelingen.nl](http://www.grevelingen.nl)  
[www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov)  
[www.vliz.be](http://www.vliz.be)  
[www.vliz.be/Spuikom](http://www.vliz.be/Spuikom)  
[www.vmm.be](http://www.vmm.be)





**Bijlage 1. Voorlopige soortenlijst De Grevelingen** (Stegenga, ongepubliceerd)<sup>1</sup>

<b>Chlorophyta</b>	<b>Phaeophyta</b>	<b>Rhodophyta</b>
<i>Acrochaete viridis</i>	<i>Acinetospora crinita</i>	<i>Acrochaetium balticum</i>
<i>Blidingia minima</i>	<i>Asperococcus scaber</i>	<i>Acrochaetium densum</i>
<i>Bryopsis hypnoides</i>	<i>Botrytella reinboldii</i>	<i>Acrochaetium humile</i>
<i>Bryopsis plumosa</i>	<i>Botrytella</i> sp.	<i>Acrochaetium moniliforme</i>
<i>Chaetomorpha aerea</i> (incl. <i>C. linum</i> )	<i>Colpomenia peregrina</i>	<i>Acrochaetium secundatum</i>
<i>Cladophora albida</i>	<i>Desmarestia viridis</i>	<i>Agardhiella subulata</i>
<i>Cladophora dalmatica</i>	<i>Ectocarpus fasciculatus</i>	<i>Antithamnion villosum</i>
<i>Cladophora laetevirens</i>	<i>Ectocarpus siliculosus</i>	<i>Antithamnionella</i>
<i>Cladophora sericea</i>	<i>Elachista</i> sp.	<i>spirographidis</i>
<i>Cladophora vagabunda</i>	<i>Feldmannia globifera</i>	<i>Bangia atropurpurea</i>
<i>Codium fragile</i>	<i>Feldmannia irregularis</i>	<i>Callithamnion corymbosum</i>
<i>Monostroma grevillei</i>	<i>Fucus spiralis</i>	<i>Callithamnion roseum</i>
<i>Monostroma oxyspermum</i>	<i>Hecatonema maculans</i>	<i>Ceramium botryocarpum</i>
<i>Percursaria percursa</i>	<i>Hincksia fuscata</i>	<i>Ceramium cimbricum</i>
<i>Prasiola stipitata</i>	<i>Hincksia granulosa</i>	<i>Ceramium diaphanum</i>
<i>Rhizoclonium riparium</i>	<i>Hincksia mitchelliae</i>	<i>Ceramium virgatum</i>
<i>Ulothrix flacca</i>	<i>Hincksia sandriana</i>	<i>Chondrus crispus</i>
<i>Ulothrix implexa</i>	<i>Leathesia difformis</i>	<i>Colaçonema daviesii</i>
<i>Ulothrix speciosa</i>	<i>Leathesia verruculiformis</i>	<i>Colaçonema nemalii</i>
<i>Ulva clathrata</i>	<i>Leptonematella fasciculata</i>	<i>Colaçonema savianum</i>
<i>Ulva curvata</i>	<i>Myriactula</i> sp	<i>Dasya baillouviana</i>
<i>Ulva flexuosa</i>	<i>Myrionema magnusii</i>	<i>Dasysiphonia</i> sp.
<i>Ulva intestinalis</i>	<i>Myrionema strangulans</i>	<i>Dumontia contorta</i>
<i>Ulva lactuca</i>	<i>Myriotrichia clavaeformis</i>	<i>Erythrotrichia carnea</i>
<i>Ulva linza</i>	<i>Petalonia fascia</i>	<i>Gracilaria gracilis</i>
<i>Ulva pertusa</i>	<i>Pylaiella littoralis</i>	<i>Gracilariopsis longissima</i>
<i>Ulva prolifera</i>	<i>Protectocarpus speciosus</i>	<i>Griffithsia devoniensis</i>
<i>Ulva rigida</i>	<i>Punctaria latifolia</i>	<i>Halurus flocculosus</i>
<i>Ulva scandinavica</i>	<i>Sargassum muticum</i>	<i>Hypoglossum</i>
<i>Urospora neglecta</i>	<i>Scytosiphon lomentaria</i>	<i>hypoglossoides</i>
<i>Urospora penicilliformis</i>	<i>Sphacelaria fusca</i>	<i>Lomentaria clavellosa</i>
	<i>Spongonema tomentosum</i>	<i>Mastocarpus stellatus</i>
	<i>Stictyosiphon soriferus</i>	<i>Nitophyllum punctatum</i>
	<i>Striaria attenuata</i>	<i>Polysiphonia denudata</i>
	<i>Undaria pinnatifida</i>	<i>Polysiphonia fucoides</i>
		<i>Polysiphonia harveyi</i>
		<i>Polysiphonia senticulosa</i>
		<i>Polysiphonia stricta</i>
		<i>Porphyra leucosticta</i>
		<i>Porphyra purpurea</i>
		<i>Porphyra umbilicalis</i>
		<i>Pterothamnion plumula</i>

<sup>1</sup> Gebruik van deze soortenlijst, ongeacht de toepassing, dient voorafgaandelijk schriftelijk bevestigd te worden door de auteur. **Contactgegevens:** Dr. Herre Stegenga, Nationaal Herbarium Nederland - Universiteit Leiden branch (NHN-L,) P.O. Box 9514, 2300 RA, Leiden, The Netherlands

**Biilage 2. Soortenlijst van de Belgische Harde Constructies**

(Volckaert *et al.*, 2003)

Divisie	Familie	Soort		
Chlorophyta	Bryopsidaceae	<i>Bryopsis hypnoides</i> Lamouroux <i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C.Agardh		
	Capsosiphonaceae	<i>Capsosiphon fulvescens</i> (C.Agardh) Setchell & Gardner		
	Cladophoraceae	<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kützing <i>Chaetomorpha melagonium</i> (Weber & Mohr) Kützing <i>Cladophora albida</i> (Nees) Kützing <i>Cladophora dalmatica</i> Kützing <i>Cladophora hutchinsiae</i> (Dillwyn) Kützing <i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kützing <i>Cladophora rupestris</i> (Linnaeus) Kützing <i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kützing <i>Cladophora vagabunda</i> (Linnaeus) Hoek <i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harvey <i>Rhizoclonium tortuosum</i> (Dillwyn) Kützing		
		Monostromataceae	<i>Monostroma grevillei</i> (Thuret) Wittrock <i>Monostroma oxyspermum</i> (Kützing) Dillwyn	
		Percursariaceae	<i>Percursaria percusa</i> (C.Agardh) Rosenvinge	
		Prasiolaceae	<i>Prasiola stipitata</i> Suhr ex Jessen	
		Ulotrichaceae	<i>Ulothrix flacca</i> (Dillwyn) Thuret <i>Ulothrix palusalsa</i> Lokhorst <i>Ulothrix speciosa</i> (Carmichael) Kützing <i>Ulothrix subflaccida</i> Wille <i>Urospora neglecta</i> (Kornmann) Lokhorst & Trask	
			Ulvaceae	<i>Blidingia marginata</i> (J. Agardh) Dangeard <i>Blidingia minima</i> (Nägeli ex Kützing) Kylin <i>Blidingia ramifera</i> (Bliding) Garbary & Barkhouse <i>Blidingia subsalsa</i> (Kjellman) Kornmann & Sahling ex Scagel <i>et al.</i> <i>Enteromorpha compressa</i> (Linnaeus) Greville <i>Enteromorpha flexuosa</i> (Wulfen ex Roth) J.Agardh <i>Enteromorpha intestinalis</i> <i>Enteromorpha kylinii</i> Bliding <i>Enteromorpha linza</i> (Linnaeus) J.Agardh <i>Enteromorpha muscoides</i> (Clemente) Cremades <i>Enteromorpha prolifera</i> (O.F.Müller) J.Agardh <i>Enteromorpha pseudolinza</i> Koeman & van den Hoek <i>Enteromorpha radiata</i> J.Agardh <i>Enteromorpha ralfsii</i> Harvey

Phaeophyta	Ectocarpaceae	<i>Enteromorpha simplex</i> (K.L.Vinogradova) Koeman & van den Hoek
		<i>Enteromorpha torta</i> (Mertens) Reinbold
		<i>Ulva curvata</i> (Kützing) De Toni
		<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus
		<i>Ulva pseudocurvata</i> Koeman & van den Hoek
		<i>Ulva rigida</i> C.Agardh
		<i>Ulva scandivanica</i> Bliding
	Chordariaceae	<i>Ectocarpus fasciculatus</i> Harvey
		<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye
		<i>Ectocarpus siliculosus type confervoides</i>
		<i>Hincksia ovata</i> (Kjellman) P.C.Silva
		<i>Hincksia secunda</i> (Kützing) P.C.Silva
Elachistaceae	<i>Pilayella littoralis</i> (Linnaeus) Kjellman	
	<i>Spongonema tomentosum</i> (Hudson) Kützing	
Scytosiphonaceae Sphacelariaceae Fucaceae	<i>Protectocarpus speciosus</i> (Børgesen) Kornmann in Kuckuck	
	<i>Elachista fucicola</i> (Velle) Areschoug	
	<i>Elachista stellaris</i> Areschoug	
	<i>Petalonia fascia</i> (O.F.Müller) Kuntze	
Rhodophyta	Acrochaetiaceae Bangiaceae	<i>Sphacelaria</i> sp.
		<i>Fucus vesiculosus</i> var. <i>linearis</i> (Hudson) Kützing
		<i>Fucus vesiculosus</i> var. <i>vesiculosus</i>
		<i>Rhodothamniella floridula</i> (Dillwyn) J.Feldmann
		<i>Porphyra dioica</i> Brodie & L.Irvine
		<i>Porphyra leucostica</i> Thuret
		<i>Porphyra linearis</i> Greville
	Ceramiaceae	<i>Porphyra purpurea</i> (Roth) C.Agardh
		<i>Porphyra umbilicalis</i> (Linnaeus) J.Agardh
		<i>Porphyra</i> sp.
		<i>Aglaothamnion hookeri</i> (Dillwyn) Maggs & Hommersand
		<i>Aglaothamnion roseum</i> (Roth) Maggs & L'Hardy-Halos
	<i>Aglaothamnion scopulorum</i> (C.Agardh) G. Feldmann-Mazoyer	
	<i>Ceramium botryocarpum</i> Griffiths ex Harvey	
	<i>Ceramium cimbricum</i> Petersen in Rosenvinge	
	<i>Ceramium deslongchampsii</i> Chauvin ex Duby	
	<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightfoot) Roth	

		<i>Ceramium rubrum</i> (Hudson) C.Agardh
		<i>Ceramium shuttleworthianum</i> (Kützing) Silva
		<i>Ceramium siliquosum</i> (Kützing) Maggs & Hommersand
	Gelidiaceae	<i>Gelidium pusillum</i> var. <i>pulvinatum</i> (C.Agardh) Feldmann
	Lomentariaceae	<i>Lomentaria articulata</i> (Hudson) Lyngbye
	Rhodomelaceae	<i>Polysiphonia fucoides</i> (Hudson) Greville
		<i>Polysiphonia nigra</i> (Hudson) Batters
		<i>Polysiphonia stricta</i> (Dillwyn) Greville

