

УДК 504.4.054.001.5; 504.4.06.001.5, 504.4.054.001.5; 504.4.06.001.5,
504.45.058; 504.4.054; 504.064

КП 87.19.03

№ держреєстрації 0119U103483

Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ УКРАЇНИ
НДУ “УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР ЕКОЛОГІЇ МОРЯ”(УкрНЦЕМ)
65009, м.Одеса-9, Французький бульвар, 89; тел. (0482) 63 66 22; факс (0482) 63 66 73;
e-mail: aceem@te.net.ua, www.sea.gov.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор УкрНЦЕМ

канд.геогр.наук, старш.наук.співроб.

 В. М.Коморін

23 січня 2020 р.



ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

Оцінка та діагноз екологічного стану довкілля Чорного моря в межах
виключної морської економічної зони України у 2019 році

АНАЛІЗ АНТРОПОГЕННИХ ДЖЕРЕЛ ТОКСИЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ
МОРСЬКОГО ДОВКІЛЛЯ

Том 3

Науковий керівник:

заступник директора – начальник морського
інформаційно-аналітичного центру,
канд. геогр. наук



В. В. Український

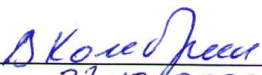
2019

Рукопис закінчено 28 грудня 2019 р.

Результати роботи розглянуто Вченою Радою УкрНЦЕМ, протокол
від 23 січня 2020 р. № 1

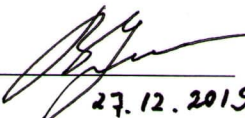
СПИСОК АВТОРІВ

Відповідальний виконавець
Директор УкрНЦЕМ,
канд. геогр. наук,
старш. наук. співробітник


27.12.2020р

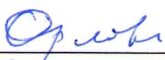
В. М. Коморін
(розділ 1; 2; 3; 4;
висновки)

Виконавці:
заступник директора –
начальник морського
інформаційно-
аналітичного центру,
канд. геогр. наук


27.12.2019

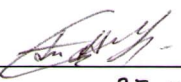
В.В. Український
(реферат, вступ)

Вчений секретар,
канд. хім. наук


27.12.2020р

І. Г. Орлова
(висновки, наукова
редакція звіту)

Наук. співробітник відділу
аналізу морських
екосистем та
антропогенного
навантаження


27.12.2019

А. С. Тітяпкін
(додаток А,
технічна редакція
звіту)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 67 с., 2 рис., 130 джерел, 1 Додаток.

ЗАБРУДНЮЮЧІ І ТОКСИЧНІ РЕЧОВИНИ, МОРСЬКЕ
СЕРЕДОВИЩЕ, СВІТОВИЙ ОКЕАН, ЧОРНЕ МОРЕ.

Об'єкт дослідження – забруднюючі та токсичні речовини в морському середовищі Світового океану та внутрішніх морів включаючи Чорне море.

Мета НДР – визначення основних джерел, а також інгредієнтів їх забруднюючих і токсичних речовин та умов надходження їх в морське середовище, ступеню законодавчого та інформаційного забезпечення з охорони морського довкілля.

Методи дослідження – в НДР використовувалися традиційні методи аналітичного узагальнення інформаційних даних та їх аналізу, на підставі широкого огляду літературних джерел та міжнародних оглядів вмісту і надходження забруднюючих речовин в морське середовище.

Результати дослідження – виконано огляд існуючої літератури, в основному рецензованих статей і книг, а також доповідей, оцінок, пропозицій і дослідницьких проектів, конференцій та інших літературних джерел з приводу виникнення забруднюючих речовин в морських водах. Представлена специфічна інформація про концентрації та токсичність в морському середовищі для окремих груп ідентифікованих токсичних речовин (біоциди в суднових фарбах що не обростають, лікарські препарати в промисловості та пов'язаних з морською аквакультурою, основні складові дам্পінгу в море). Надана інформація щодо відповідних міжнародних нормативно-правових актів та програм моніторингу, які стосуються цих речовин, що дозволяє аналіз охоплення в море господарчій діяльності, в результаті якої потрапляють ці забруднюючі речовини у морське середовище.

ЗМІСТ

	С.
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАК.....	4
ВСТУП.....	7
1 ЗАБРУДНЕННЯ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА ТОКСИЧНИМИ І КАНЦЕРОГЕННИМИ РЕЧОВИНАМИ.....	9
2 ЄВРОПЕЙСЬКЕ ЗАКОНОДАВСТВО ЩОДО ПОЛІПШЕННЯ СТАНУ МОРСЬКОГО ДОВКІЛЛЯ.....	14
3 ПОТЕНЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА	16
3.1 Аварійні розливи	16
3.2 Нафтові розливи.....	18
3.3 Експлуатаційні скиди	20
3.4 Вплив від антиобростаючих фарб	21
3.5 Марикультура.....	22
3.6 Противообростаючі біоциди.....	26
3.7 Розвідка та видобуток нафти та газу на шельфі.....	26
3.8 Інші гідротехнічні споруди на шельфі.....	29
3.9 Розробка морського дна.....	30
3.10 Днопоглиблювальна діяльність та дампінг на морі.....	32
3.11 Боеприпаси і хімічна зброя.....	34
3.12 Інші види антропогенної діяльності на морі.....	36
4 УЗАГАЛЬНЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ..	37
ВИСНОВКИ.....	40
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	42
ДОДАТОК А.....	58

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАК

ДДТ	- діхлордіфеніл трихлоретан
МАРПОЛ	- Міжнародна конвенція по запобіганню забруднення с суден
МАГАТЕ	- Міжнародне агентство з атомної енергії
ARPEL	- Обласна асоціація нафти, газу і біопаливних секторних компаній в Латинській Америці і Карибському басейні
California	
State Lands	
Commission	- Земельна комісія штату Каліфорнія
CIESM	- Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Méditerranée - Середземноморська наукова комісія, міжурядова організація
CuPT	- мідь піріфійон
DNT	- динітротолуол
EEZ	- ексклюзивна економічна зона
EMSA	- European Maritime Safety Agency - Європейське Агентство морської безпеки
EMBLAS	- Environmental Monitoring in the Black Sea – Моніторинг навколишнього середовища в Чорному орі
EQS	- Environmental Quality Standard - екологічний стандарт якості
Fisheries and	
Oceans Canada	- Рибальство та океани Канада
HCBs	- гексахлоробензени
HELCOM	- Міжурядова комісія, відповідальна за дотримання Гельсінської конвенції та сталого розвитку...
ISA	- International Studies Association - міжнародна

	асоціація досліджень
MARPOL	- Міжнародна конвенція по запобіганню забруднення с суден (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, MARPOL...)
Marine Institute for SWRBD (SOUTH WESTERN RIVER BASIN DISTRICT)	- Морський інститут району Південно-Західного річкового басейну
MSFD	- Marine Strategy Framework Directive – Рамкова директива морської стратегії
OSPAR	- Конвенція по захисту морського середовища Північно-Східної Атлантики об'єднує конвенцію в Осло (1972 р.) і в Парижі (1972 р.) ОСПАР
PAHs	- поліциклічні ароматичні вуглеводні
PBDEs	- поліброміновані діфеніл ефіри
PCBs	- поліхлоровані біфеніли
PCDDs	- поліхлоровані дибензодіоксини
PCDFs	- поліхлоровані дибензоли
PDMS	- полідіметілсілоксін
PLONOR	- Pose Little or No Risk – позуйте маленько або не ризикуйте
PS	- Priority substances - пріоритетні речовини
Research Council of Norway	- Науково-дослідницька рада Норвегії
Science for Environment Policy	- наука для екологічної політики
TBT	- Toxic anti-fouling paints – токсична протиобростаюча фарба
TNT	- тринітртолуол
UNCLOS	- Конвенція Організації Об'єднаних Націй по морському праву
WFD	- Water Framework Directive - водна рамкова директива

ВСТУП

Для виконання аналізу антропогенних джерел токсичного забруднення морського довкілля інформація була зібрана шляхом широкого огляду існуючої літератури, в основному рецензованих статей і книг, а також доповідей, оцінок і пропозицій з RSCs і дослідницьких проектів, конференцій та інших літературних джерел з приводу виникнення забруднюючих речовин в морських водах. Представлена специфічна інформація про концентрації та токсичність в морському середовищі для окремих груп ідентифікованих токсичних речовин (біоциди в суднових протиобразивних фарбах, лікарські препарати в промисловості та пов'язаних з морською аквакультурою, основні складові дам্পінгу в море). Забруднюючі речовини, що надходять в морське середовище через атмосферне повітря, виходить за рамки цього огляду.

Об'єкт дослідження – забруднюючі та токсичні речовини в морському середовищі Світового океану та внутрішніх морів включаючи Чорне море.

Мета НДР – визначення основних джерел, а також інгредієнтів їх забруднюючих і токсичних речовин та умов надходження їх в морське середовище, ступеню законодавчого та інформаційного забезпечення з охорони морського довкілля.

Методи дослідження – в НДР використовувалися традиційні методи аналітичного узагальнення інформаційних даних та їх аналізу, на підставі широкого огляду літературних джерел та міжнародних оглядів вмісту і надходження забруднюючих речовин в морське середовище.

На підставі літературних джерел і виконаного їх аналітичного аналізу здійснено визначення основних джерел, а також інгредієнтів їх забруднюючих і токсичних речовин та умов надходження їх в морське середовище, ступеню законодавчого та інформаційного забезпечення з охорони морського довкілля.

Зібрана інформація може бути використана для створення списку речовин у морському середовищі, що стосується їх хімічної ідентичності і

основних джерела забруднення. Цей список також надає інформацію щодо відповідних міжнародних нормативно-правових актів та програм моніторингу RSC, які стосуються цих речовин, що дозволяє аналіз їх охоплення в морі господарчій діяльності, в результаті якої потрапляють забруднюючі речовини у морське середовище.

1 ЗАБРУДНЕННЯ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА ТОКСИЧНИМИ І КАНЦЕРОГЕННИМИ РЕЧОВИНАМИ

Морські перевезення у Світовому океані різко зросли за останні 20 років, тим самим збільшився ризик забруднення, викликаний судноплавством [1]. Хоча екологічні норми є строгими, особливо в рамках Конвенції МАРПОЛ (Міжнародна конвенція про запобігання забруднення з суден), забруднюючі речовини продовжують потрапляти в море, часто незаконно [2].

В ході проведення Спільних Чорноморських досліджень в межах проекту EMBLAS [3], [4] з метою розробки переліку забруднюючих речовин, специфічних для Чорного моря було проаналізовано в елементах морської екосистемі (морській воді, донних відкладах та рибі і молюсках) більше 2100 речовин-забрудників. До них увійшли пріоритетні речовини-забруднили, зазначені у законодавстві ЄС, та обов'язкові для контролю всіма країнами Європи, та забруднюючі речовини, які за останні роки знайшли в інших європейських морях, та почали приділяти увагу їхній шкоді для морського довкілля, такі як фармацевтичні препарати, пестициди, біоциди, вогнезахисні речовини, промислові хімікати, продукти їх розпаду. Більшість з цих речовин було проаналізовано вперше не тільки в українських та грузинських територіальних водах, а і загалом в усьому Чорному морі. З усіх можливих більше ніж 2100 відомих забруднюючих речовин, всього знайдено 145 речовин. Результати показали наявність в пробах речовин, які потрапляють в море: хлор- і фосфор-органічні сполуки, нафтові вуглеводні, важкі метали, антипирени, речовини, які утворюються в результаті функціонування фармакологічних підприємств та інших. І, якщо в деяких випадках відомі джерела забруднення морського середовища, то в більшості випадків такі джерела на сьогодні не відомі.

Так, знайдено нафтові вуглеводні, які потрапили від морського транспорту, а саме: поліароматичні вуглеводні. Їхні концентрації часто перевищували визначені рівні токсичності. Найбільшу концентрацію

перфторвуглеводнів, яка може накопичуватися в морських організмах, та в кінцевому рахунку - в тілі людини, було зафіксовано біля впадіння Дунаю. Ця речовина використовується як водовідштовхуюча, наприклад, у виробництві водонепроникного одягу та взуття, паперових стаканчиків та коробках від піци. Вона була також знайдена у значних концентраціях під час спільних дунайських досліджень, що проводилися у 2013 р. В рибі було знайдено інші токсичні речовини у шкідливих для організмів концентраціях, а саме: ртуть та діоксини. Високі концентрації дуже токсичних пестицидів (циперметрін, гептахлор та гептахлорепоксид) було зафіксовано поблизу узбережжя Грузії.

Серед інших речовин, присутність яких є загрозовою для екосистеми Чорного моря, були пестициди, такі як імідаклопрід (системний інсектицид – антиблошиний засіб); дінотерб та метопахлор (гербіциди, які використовуються проти бур'яну у зернових та кукурузі); ліндан (сільськогосподарський інсектицид) та фіпроніл (інсектицид широкого профілю, особливо токсичний для риби та бджіл). У морській воді було також визначено значні концентрації таких фармацевтичних препаратів, як аденосин (проти аритмії) та телмісартан (проти гіпертонії). Також були знайдені хімічні речовини промислового походження: бісфенол А (ендокринний блокувальник), присутній у більшості товарів широкого використання: пластикові пляшки, спортивне обладнання, дібутил фталат, який часто використовується як пом'якшувач і, можливо, також блокує ендокринну систему, а також монобутілен, який використовується як стабілізатор полівінілхлориду - термопластичного полімеру. Речовина, яка складає основу сонцезахисного крему, була знайдена поблизу узбережжя Грузії у концентраціях, які є шкідливими для морських організмів. З'єднання органофосфатів – це нове покоління вогнезахисних речовин, які зустрічаються майже в усіх продуктах, якими ми користуємося кожен день, таких як текстиль, меблі, комп'ютери, тощо були зафіксовані на кожній станції моніторингу. За сумарним значенням найбільше цих речовин

зафіксовано у дельті Дунаю, проте найбільші одноразові значення концентрацій зафіксовано у районі Дністра та у водах Грузії.

Для більш «тонкого» аналізу морських вод в окремих точках, з метою «уловлення» всіх забруднюючих речовин (під час руху науково-дослідного судна) морська вода фільтрувалася з використанням спеціального приладу – «пасивного» пробовідбірника. В результаті речовини концентрувалися на фільтрах сорбентах. Сорбенти з «хімічною інформацією» про багатокілометрові ділянки Чорного моря були проаналізовані у спеціальній лабораторії. Крім того, на декілька тижнів пасивні пробовідбірники були розміщені у Одеській затоці та біля острова Зміїний, щоб «ухопити» всі забрудники, які присутні там впродовж різних сезонів року.

В результаті знову були знайдені речовини, які використовуються для водонепроникності текстилю, взуття, упаковки для піци; фармацевтичні препарати, наприклад парацетамол, а також засіб від комах. В українських водах було знайдено значні концентрації парацетамолу, в той час як вищі рівні кофеїну було зафіксовано у відкритому морі. Також деякі пестициди, які належать до гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів, було знайдено по всій морській акваторії.

Дослідження також зафіксувало наявність полібромінованого дифенілефіру та новітні вогнезахисні речовини у морській воді, які у повсякденному житті використовуються в тканинах, пластикових виробах та меблях.

Речовини, що входять до складу речей, які ми використовуємо у повсякденності, наприклад, в ліках від головного болю, в кремні для взуття, мають прямий вплив на стан екосистеми Чорного моря, навіть у його глибоководній частині. Це означає, що з розвитком промисловості та сільського господарства, важливо також вкладати кошти в очисні споруди, щоб затримувати ці шкідливі сполуки. Інакше, наше Чорне море буде під непомітною, на перший погляд, але весь час зростаючою загрозою. Кожна проба води зазвичай може містити декілька тисяч речовин. Про деякі з них

сьогодні ми ще нічого не знаємо, але майбутні дослідники могли б дослідити їх, використовуючи нові методи. Для того, щоб зберегти проби води для майбутнього, в деяких країнах вони заморожуються і відправляються в Банк екологічних проб, з тим, щоб у майбутньому вчені могли брати зразки з банку і отримати нові відповіді на питання про вплив забруднюючих речовин на природу. Але тепер розроблений новий, простіший спосіб збереження невідомих речовин, який називається «Платформа цифрового замороження проб». Для цього проби води, донних відкладів, тканин риби і молюсків аналізуються за допомогою високоточного рідинного хроматографа - мас-спектрометра, приклад спектрограми наведено на рисунку 1.1. Були отримані спектрограми всіх з 2000 - 3000 речовин, які присутні в кожній пробі.

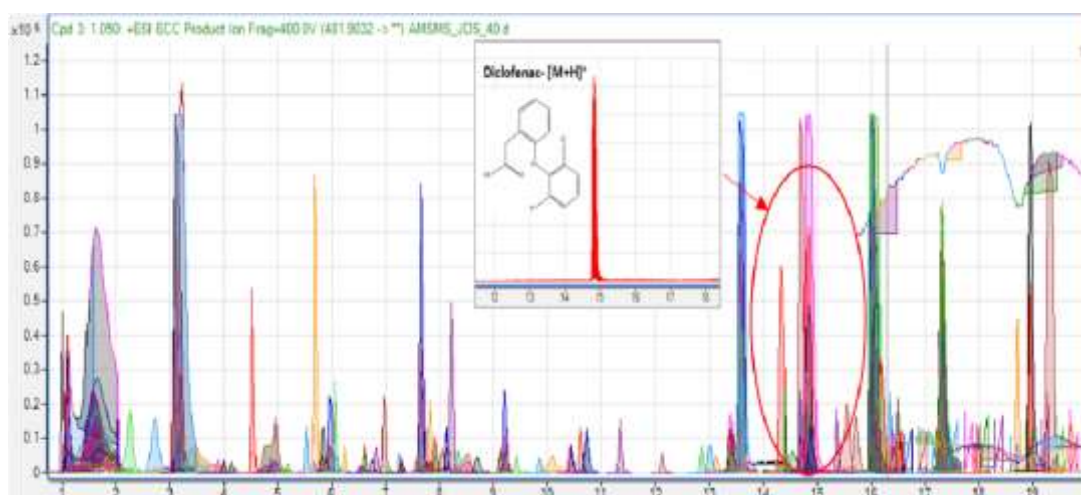


Рисунок 1.1 – Спектрограма аналізу проби води Чорного моря хроматографом – мас-спектрометром, де кожен пік – це окрема речовина. Обраний пік – це диклофенак (цифровий «відбиток» – в центрі рисунка)

В деяких випадках відсутня інформація щодо токсичності забруднюючих речовин, сигнал якого записаний завдяки отриманому точному мас-спектрометру, створено Банк екологічних зразків.

На основі проб, зібраних в ході спільних чорноморських досліджень, було започатковано таку цифрову «бібліотеку» токсичних речовин. Вона називається «Чорноморська база даних невідомих речовин», і вона вже

налічує більше 17 тисяч «відбитків». Це перша доступна для всього Світу база даних, яка в найближчі роки буде розширюватися даними з Франції, Норвегії та Німеччині в рамках науково-дослідної мережі NORMAN (www.normannetwork.net).

Для чорноморського регіону не існує реєстру всіх джерел забруднення. Без такого реєстру є неможливим створення та здійснення плану заходів, направлених на досягнення екологічних цілей та показників доброго екологічного стану в межах реалізації Національних Морських стратегій чорноморських країн. Далі буде розглянуто досвід інших регіонів та Світова інформація щодо потенційних джерел забруднення морів та океанів.

2 ЄВРОПЕЙСЬКЕ ЗАКОНОДАВСТВО ЩОДО ПОЛІПШЕННЯ СТАНУ МОРСЬКОГО ДОВКІЛЛЯ

Директива 2000/60/EC (WFD) передбачає заходи щодо попередження та зменшення хімічного забруднення поверхневих вод. Є дві складові – відбір і регуляція речовин широкого спектру (пріоритетні речовини, PS) як засіб оцінки хімічного стану водних водойм поверхневих та морських вод в межах територіальних вод в 12-мильній зоні, а також виділення країнами речовин національного або місцевого набору (специфічних забруднювачів річкового басейну, RBSP), які утворюють частину якісних елементів для «доброго екологічного стану». У 2001 р. був прийнятий перший список 33 PS (Рішення ЄС 2455/2001), а в 2008 р. – стандарти якості навколишнього середовища (EQSs) для цих речовин і вісім інших забруднюючих речовин, які вже регламентовані на рівні ЄС, були встановлені Директивою 2008/105/EC (або Директива EQS), яка була змінена Директивою 2013/39/EU.

Рамкова Директива з морської стратегії (MSFD, 2008/56/EC) покликана забезпечити інтегральну морську оцінку стану навколишнього середовища і розглядає як прибережне, так і шельфове середовище. Підхід, взятий для оцінки забруднення, визначений як Дескриптор 8 MSFD "Концентрація забруднюючих речовин на рівнях, що нижче рівнів, які приводять до "впливу забруднення", повинен бути належним у відповідності з існуючим законодавством ЄС щодо PS і EQS під WFD. Ідентифікація речовин, які не перераховані як WFD PS або RBSP, але мають значний ризик для стану морського середовища є частиною положень MSFD (Рішення Комісії 2010/477/EU).

Було запропоновано, що гармонізація в MSFD Дескриптор 8 буде здійснена шляхом компіляції списків забруднюючих речовин, які становлять ризик стану морського середовища [5]. Цей процес повинен враховувати відповідні положення WFD для територіальних та/або прибережних вод, а

також діяльність регіональних морських конвенцій (РМК), які охоплюють морські регіони ЄС або субрегіони: OSPAR (Конвенція про охорону морського середовища в північно-східній Атлантиці), HELCOM (Конвенція про охорону морського середовища в Балтійському морі), Барселонська Конвенція (Конвенція про охорону морського середовища і прибережного регіону Середземного моря), і Бухарестська конвенція (Конвенція про охорону Чорного моря).

3 ПОТЕНЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

В [6] розглянуто доступні літературні джерела для визначення переліку хімічних речовин, які є в даний час, або можуть потрапити в морське середовище в результаті море-господарської діяльності, з оглядом політики і правил по їх управлінню та контролю в ЄС. Однак важливо відзначити, що для речовин без урахування їх токсикологічної властивості та/або концентрацій у морському середовищі не може бути забезпечена оцінку ризиків. Представлений список в додатку А табл. А1 може допомогти налаштувати підходи до моніторингу забруднюючих речовин в Україні, наприклад, через цільові схеми скринінгу, і, таким чином, допомогти у виборі відповідних речовин для оцінки Дескриптора 8 MSFD.

3.1 Аварійні розливи

Розливи хімічних речовин. Судноплавство є найважливішим елементом транспортної системи, що привносить в море значну кількість хімічних речовин, які є небезпечними і шкідливими (HNS). Так визначається будь-яка речовина, крім нафти, яка, якщо попадає в морське середовище, швидше за все, створює небезпеку для здоров'я людини, може заподіяти шкоду морським організмам, пошкоджує існуючі зв'язки та/або впливати на інші шляхи використання морських ресурсів (ІМО, 2000, [7]).

Визначено, що близько 2000 різних хімічних речовин, що використовуються людиною, постійно циркулюють у морському середовищі в розчиненому чи в іншому (концентрованому) вигляді. За оцінками інформації щодо морських перевезень кількість хімічних речовин у 2015 р.

досягала 15 000 000 тон [8]. За даними Європейського агентства морської безпеки (EMSA), аварії, що спричиняють скиди HNS, регулярно відбуваються в водах європейських морів (EMSA, 2007, 2008, 2009, 2010, [9]). Екологічні небезпеки, які пов'язані з цими розливами, менш визнані і зрозумілі, ніж ті, що передбачені забруднення нафтою [10]. Логічним є припустити, що хімічні речовини, які найбільш часто перевозяться, швидше за все, й будуть фігурувати в аварійних ситуаціях. Так що оновлена інформація про хімічні речовини, шляхи їх транспортування, буде першим кроком, який буде підготовлений для зменшення ризиків виникнення та наслідків можливих інцидентів [11].

Тим не менш, скласти повний список хімічних речовин є неможливим через велику кількість і різноманітність HNS. Крім того, дані про обсяги хімічного транспортування в ЄС обмежені і децентралізовані, а точна кількість різних хімічних речовин, що перевозяться і пролита, часто не доступна [12, 13]. Незважаючи на це, є деякі дослідження, які зібрали дуже цінну інформацію.

В публікації [14] зібрана інформація про поведінку і вплив HNS, пролитої у море по всій Землі; також створена база даних, яка доступна широкому суспільству.

У Європейському проекті HASREP (відповідна реакція на шкідливі речовини, які пролиті у море) визначено 100 тон хімічних речовин, що перевозяться в європейських водах і виявлено, що 15 HNSs, серед яких є пальмове та інші рослинні масла, метанол, бензол і його суміші, гідроксид натрію, ксилол, стирол, меляса, аміак, етанол, фенол, фосфорна кислота, кислота сірчана, оцтова кислота і тваринний жир (HASREP, 2005, [15]).

Ці хімічні речовини були в основному такі ж, як і ті, що найбільш часто транспортуються / обробляються в Балтійському морі, відповідно до Chembaltic проекту (ризики морського транспорту хімічних речовин в Балтійському морі) [12]. За даними EMSA найбільша кількість речовин у період з 1978 по 2013 рр. в європейських водах були: стирол, сірчана кислота,

бензол і фосфорна кислоти. Інші скинуті речовини включають: метил-кетон, пропан, феноли, ізопропіловий спирт, акрилонітрил, ацетон, сполуки калію, цинку, кальцію, барію, свинцю та натрію (EMSA, 2013a, [13]).

Багато з цих хімічних речовин є потенційно екологічно небезпечними, хоча токсикологічних даних для більшості з них не існує [16, 17]. Є практично нездійсненим повне екотоксикологічне обстеження для всіх цих хімічних речовин, так щоб визначити пріоритеті HNS. Це визиває високий ризик для морського середовища, що зменшує можливість готовності і реагування на надзвичайні ситуації [11, 18].

Список з 23 пріоритетних хімічних речовин був створений в атлантичному регіоні ЄС на платформі ARCOPOL (Атлантичний регіон - реагування на забруднення прибережних районів), на основі обсягів перевезених HNS, повідомлень про інциденти з HNS, фізико-хімічних властивостей і токсичності HNS для морських організмів [10]. Подібне дослідження проводилося в проекті RAMOCS (впровадження методик оцінки ризиків для нафтових і хімічних розливів в Європейському морському середовищі), що дозволило ідентифікувати 20 тон HNS в європейських водах [19].

3.2 Нафтові розливи

Морське забруднення, викликане аварійними розливами нафтопродуктів, є відомою глобальною проблемою. На нафтові танкера припадає 10 – 15% всієї нафти, що потрапляє у Світовий океан щороку. Хоча є докази зменшення кількості морських інцидентів, основні аварійні танкерні розливи нафти все ще відбуваються в європейських водах (EEA, 2008, [20]).

Ступінь збитку, заподіяного розливами нафти, буде залежати від кількості пролитої речовини, її хімічного складу і чутливості морського

середовища, а також погодних умов в момент аварії. Сира нафта не є єдиною речовиною, вона складається з тисяч хімічних речовин, і її фізико-хімічний склад змінюється динамічно після потрапляння в навколишнє середовище. Крім того, існують тисячі різних видів сирової нафти та нафтопродуктів [21]. Поліциклічні ароматичні вуглеводні (РАНs) часто становлять до 10% органічних сполук сирової нафти і можуть бути використані в якості трасерів для загального розповсюдження вуглеводневої сировини в навколишньому середовищі. Розливи нафти також є важливим джерелом летких органічних сполук, таких як гексан, гептан, октан, ізомери бензолу, толуолу, метилбензолу, ксилолу (BTEX) та інших компонентів [22].

В останні роки спостерігається підвищений інтерес до інших складових нафти, таких як сполуки азоту, сірки і кисню, ефіри, кетони, феноли і метали, такі як залізо, нікель, мідь, хром і ванадій [23]. Незважаючи на їх відносно низьку кількість, вони також можуть викликати шкідливий вплив на морське середовище [24].

Після розливу нафти для зменшення загального впливу на морські екосистеми використовуються кілька способів очищення. Хоча основним інструментом реагування на розливи, зазвичай, є збір нафти з морської поверхні різними механічними пристроями, можуть бути використані хімічні диспергатори для видалення нафти з морської поверхні у товщу води у вигляді дуже дрібних крапельок з подальшим розведенням в дуже великому обсягу води, що полегшує природний процес біологічної деградації [25]. Використання хімічних диспергаторів можна розглядати як додавання ще одного забруднювача у морське середовище і, незважаючи на поліпшення ситуації, токсичність диспергаторів нафтової суміші для морської біоти є небезпечною [26].

У рамках ЄС рішення про застосування диспергаторів, як стратегії реагування розливів нафти, повністю лежить на постраждалих прибережних країнах, які можуть розглядати можливість використання диспергаторів для нафтових розливів з певними застереженнями. З 2005 року EMSA регулярно

публікує "Інвентаризацію національної політики щодо використання диспергаторів розливу нафти в державах-членах ЄС", який регулярно оновлюється. Ґрунтуючись на останній інвентаризації, опублікованої (EMSA, 2014, [27]), є приблизно 75 марок диспергаторів, затверджених для використання в країнах ЄС/ЄАВТ (Європейська асоціація вільної торгівлі).

3.3 Експлуатаційні скиди

Експлуатаційні скиди пов'язані з забрудненням з суден, що не обмежуються аваріями, і їх можливо в значній мірі ефективно уникнути виконуючі процедури, передбачені існуючими нормативними актами контролю, моніторингом і наглядом за морським транспортом [28]. Експлуатаційна забрудненість суден включає води з технічних пристроїв і баластні води. Хоча екологічні норми для цих операцій є досить строгими, експлуатаційні скиди є все ще частими [9], [29], [30].

Хронічні забруднення в результаті експлуатаційних розливів важче оцінити, ніж такі, що викликані великими катастрофічними розливами. Скиди не обмежуються нафтою, а й включають інші забруднюючі речовини, такі як миючі засоби та очисники, мастильні матеріали, хімічні речовини з холодильного обладнання та вогнегасників. Інвентаризація забруднюючих речовин є важливим заходом для оцінки їх впливу на навколишнє середовище. Однак, інформація з цього приводу досить обмежена [31], [32].

Дослідження, яке проведене в 1988 р. у Північному морі, показало, що концентрація певних цільових хімічних речовин за рахунок експлуатаційних скидів від хімічних танкерів була вкрай низькою і нижчою, ніж до виконання Додатку II MARPOL [33].

Агентство з охорони навколишнього середовища США (США EPA) проаналізувало різні типи експлуатаційних скидів з різних класів суден і

надало список виявлених забруднюючих речовин, які можуть потенційно становити загрозу для здоров'я людини або морського середовища. Це дослідження показало, що мідь і миш'як представляє найбільшу екологічну загрозу, пов'язану із скидами з суден. Інші забруднювачі включали метали, такі як алюміній, залізо, марганець, кадмій, свинець і цинк, напів-летючі органічні сполуки (SVOCs), такі як бензол [34].

3.4 Вплив від антиобростаючих фарб

Накопичення організмів на корпусі суден може зменшити енергоефективність суден і збільшити витрати на паливо. Біоциди традиційно використовуються в антиобростаємних фарбах для запобігання росту потенційного обростання організмами. Однак, біоцид може бути шкідливим для інших організмів. Протягом багатьох років з найбільш широко використовуваних активних компонентів в антиобростаючих фарбах був трибутілен (TBT), який має вплив на ендокринну систему, особливо молюсків [35]. Глобальна заборона на застосування TBT-фарб була ратифікована у 2008 р., хоча наслідки TBT все ще викликають занепокоєння в деяких локалізованих європейських прибережних екосистемах [36].

Біоциди, такі як солі міді, в основному у вигляді оксиду міді (Cu_2O) і тіціанату міді (CuCHNS), були головними альтернативами для TBT у багатьох антиобростаючих покриттях. Втрати міді на морі від покриттів суден вважаються значним (OSPAR, 2010a, [37]). Хоча набагато менш токсична, ніж TBT, мідь може також негативно впливати на організми в концентраціях вище, ніж фізіологічно необхідні, і його ризиками на морські екосистеми не слід нехтувати [38], [39].

Фарби на основі Cu тепер доповнюються додатковими біоцидами, що називаються "посиленими біоцидами", для поліпшення їх продуктивності

проти більш стійких водоростей [40]. Список потенційних біоцидів, що використовуються, є значним, але не всі сполуки продаються [41]. Типовий олово-вільний підсилювач біоциду широко використовується в останні роки [35], [42].

Однак точна поточна інформація про кількість і типи найбільш використовуваних біоцидів по всьому Світу, або навіть на національній території, є мізерними. Зображення збудників біоцидів і їхні концентрації в європейських водах виникли з проекту «Оцінка компонентів антиобростання в прибережних середовищах» (АСЕ), з 1999 до 2002 [43], [44]. З цих продуктів, діурон представлено найвищими концентраціями з максимальним рівнем в північно-західній Європі. Ірагол 1051 було знайдено в концентраціях нижче за середні, ніж діурон, з найбільш забрудненим прибережним середовищем Середземного моря. Інші біоциди, такі як хлоралоіл, дихлофлюанід і море-9 211, зустрічаються, в основному в Середземному морі [45].

3.5 Марикультура

Європейська комісія відмічає підвищення темпів зростання індустрії аквакультури як засобу для задоволення майбутніх вимог морепродуктів і як потенційного джерела зайнятості та економічного розвитку (ЕС, 2012, [46]). Хоча значний прогрес був досягнутий для поліпшення екологічних показників аквакультури, швидке розширення цього сектора також може мати істотний вплив на навколишнє середовище. Фермери використовують широкий спектр хімічних речовин для підвищення продуктивності і зростання, в тому числі антибіотики – для контролю хвороб, пестициди – для контролю паразитів і антифоулянти [47].

Найвища кількість хімічних речовин, що використовуються в

аквакультурі, пов'язана з інтенсивністю вирощування пелагічних риб. Тиск, пов'язаний з вирощуванням молюсків, як правило, вважається менш суворим (ЕЕА, 2011, [48]).

Багато з цих хімічних речовин може мати токсикологічний вплив на нецільові організми. Однак точна інформацію про кількість хімічних речовин, які фактично застосовуються в галузі аквакультури не завжди доступна і складання повного і кількісного переліку хімічних речовин є в основному недосяжною метою. Тим не менш, є деякі огляди, які надають цінну інформацію (наприклад, [49], [50], [51], [52]). Видно, що використання хімічних речовин коливається між різними типами аквакультури господарств, між країнами і між окремими видами діяльності в межах однієї країни [53]. Таким чином, незрозуміло, які хімічні речовини будуть найбільш важливими для скринінгу в аквакультурі середовищах і продуктів аквакультури [54], [55].

Лікарські засоби. Рибні господарства повинні мати доступ до різних належним чином узаконених ліків для забезпечення здоров'я тварин. Є лише 14 лікарських препаратів, повністю узаконених і затверджених для використання в морському господарстві в Європі (амоксацилін, аземетомос, бронполь, ципронидин, емаміектином бензоат, перекис водню, щаволінова кислота, окситетрациклін, сарафлоксацин, сульфадазин: триметоприм, тефлубензурон, та трикаїн сульфат метану). Крім того, список ліцензованих лікарських засобів варіює багато в чому серед країн. Незважаючи на регуляторні можливості, видається, що багато з'єднань, як і раніше, є юридично доступними і навіть якщо не повністю ліцензовані, вони можуть бути використані на основі маркування [56], [53].

Антибіотики. Незважаючи на те, що використання антибіотиків різко скоротилася в останні роки після введення вакцинації і поліпшення практики рибництва, антибактеріальна терапія в аквакультурі, як і раніше, залишається останнім засобом боротьби з бактеріальними інфекціями риб [52], [48]. Антибіотики, які зазвичай використовуються, включають окситетрациклін,

щаволінову кислоту і флюулцин, хоча модель лікарського застосування в аквакультурі постійно змінюється [57]. Як правило, антибіотики вводяться орально з кормом, але пряме введення і/або розчини антибіотиків у ванні також використовуються. В обох випадках ці речовини, їх метаболіти та/або їх продукти деградації, швидше за все, переходять до навколишнього середовища.

В інтенсивному рибному господарстві приблизно 70 % – 80 % антибактеріальних препаратів, що надаються як лікувальні кормові гранули, в кінцевому підсумку потрапляють в навколишнє середовище [58]. Загрози від використання антибіотиків в аквакультурі є множинними, включаючи забруднення корінних, нецільових організмів і індукції лікарської стійкості в мікробних та інших природних популяціях [55], [59].

Засоби для знищення паразитів. Кілька антипаразитичних речовин, зазвичай, використовуються для дезинсекції вирощуваних риб, у тому числі пиретроїди, такі як дельтаметрин, органофосфорні речовини такі як азаметифос, а також бензамід і авермектін, бензоат натрію. Сполуки або розчиняються у воді і використовуються для лікування в басейнах, або вводять орально через корм [60], [59]. Після періоду лікування, ці речовини потрапляють в морське середовище та розповсюджуються безпосередньо по всій водній товщі, або у вигляді твердих частинок через нез'їдений корм, фекальні речовини і в розчинній формі з сечією.

Таким чином і водна товща, і морське дно потенційно забруднюються токсичними речовинами і їх метаболітами від процедури лікування [61]. Дослідження в лабораторних умовах свідчать про те, що негативні наслідки від процедур, якщо вони відбуваються, є незначними і будуть обмежені в просторових і часових масштабах. Однак, дані щодо цього обмежені [62], [54].

Анестетики. Анестетики використовуються в аквакультурі щоб допомогти знерухомити організми, а також для заспокоєння тварин під час транспортування. Вони використовуються рідко і в низьких дозах, тим самим

обмежуючи можливість для пошкодження навколишнього середовища [54]. Тим не менш, існує недостатньо інформації про їх переносимість і пов'язану з цим поведінку риби, як реакцію на вплив [41]. Найбільш поширені анестезуючі речовини включають бензицезин, хіналдін і сірчаноат-метан (MS-222) [49], [50].

Дезінфікуючі засоби. Дезінфікуючі засоби широко використовуються в аквакультурі по всьому світу для підтримки гігієни протягом усього виробничого циклу і, іноді, для лікування хвороб [49]. Формалін і йодофор є найбільш поширеними дезінфекторами в європейській аквакультурі [50]. Тим не менш, є дуже мало даних про наявність і наслідки дезінфектантів в морському середовищі, і, як наслідок, не існує ніяких правил щодо їх використання.

Харчові добавки та забруднювачі. Харчові добавки включають в себе штучні і натуральні пігменти, такі як астаксантин і кантаксантин, вакцини, антиоксиданти, такі як бутилірований гідрокситолуол і аметоксикен, і імуностимулятори, такі як вітаміни С і Е. Ці сполуки навряд чи можуть викликати будь-які ефекти в навколишньому середовищі і, як правило, визнаються безпечними [49], [63].

Добре відомо, що основним джерелом забруднення металами у відкладах під рибними клітками, які доповнюються різними металами для виконання певних вимог при вирощуванні риб (Grigorakis and Rigos, 2011; Simpson et al., 2013, [55], [64]). Метали в кормі в основному включають мідь, цинк, залізо, марганець, кобальт, миш'як, магній і селен [65], [54].

Харчування вирощуваних риб також є потенційним джерелом забруднюючих речовин, таких як поліхлоровані дибензодіоксини (PCDDs), поліхлоровані дибензоли (PCDFs), поліхлоровані біфеніли (PCBs), ПАХs, гексахлоробензени (HCBs), хлорорганічні пестициди, наприклад ДДТ, поліброміновані діфеніл ефіри (PBDEs) [55]. Кілька досліджень показали більш високі концентрації цих токсичних речовин в організмах, які вирощені в рибних господарствах, ніж у природній рибі [66]. Це може призвести до

перерозподілу забруднюючих речовин у навколишньому морському середовищі. Наприклад, донні відклади, зібрані близько до ферми морської риби у Шотландії, злегка забруднені PCBs, але на їх рівні навряд чи призводять до неприйнятного біологічного впливу [52], [67].

3.6 Противообрастаючі біоциди

Аквакультура в цілому, і промисловості рибництва зокрема, значно страждають від наслідків використання противообрастаючих біоцидів. Застосування біоцидного покриття на підводних конструкціях і клітках все ще широко використовується в аквакультурі. При ліквідації ТВТ, антиобростаючі фарби були в основному на основі міді, як правило, – у вигляді оксиду міді. Таким чином, виявлено, що донні відклади поблизу до рибних господарств мали високий рівень міді, часто вищий, ніж Рекомендовані норми якості донних відкладів [68], [64]. Широке застосування біоцидів анти-обростання також вважається потенційним джерелом накопичення металів у вирощуваних рибах, які були пов'язані із впливом на імунно-захисний механізм риби із смертельними наслідками [69].

Інші сполуки антиобростання, які широко використовуються в аквакультурі, включають мідь піріфіон (CuPT), діурон, ірагол-1051, ТМС пірідін, цинк пірітон, і зінеб [47].

3.7 Розвідка та видобуток нафти та газу на шельфі

Найвищі ризики хімічного забруднення у зв'язку з діяльністю на

шельфі, як правило, пов'язані з нафтогазовою промисловістю. Частки вивільної при бурінні породи і формування води змішаної з вуглеводнями (вироблена вода) вважаються найбільшими джерелами забруднюючих речовин, що надходять в море в результаті нафтових і газових операцій [70]. Існує обмежений моніторинг кількості скидів до морських екосистем, і, отже, є необхідність в його посиленні [71]. Це стає особливо актуальним з огляду на те, що Європейська нафтогазова промисловість переходить до глибших регіонів океану, про які існує дуже мало інформації щодо впливу на види, які населяють їх, і де це необхідно розробити нормативні рамки для мінімізації шкоди довкіллю [72].

Відходи в результаті буріння. Буріння свердловин породжує значну кількість відходів. Це відходи складається з бурових розчинів і часток, що вивільнюються під час буріння. Бурові рідини (бурові грязі) використовуються для підняття бурових порід до поверхні, контролю тиску надр, очищення і охолодження нижнього отвору, а також обслуговування і стійкості обсаджених ділянок свердловини [73]. Частинки, що вивільнюються в результаті буріння, виробляються за допомогою шліфувальної дії свердла, коли він проникає в землю [74].

Основними компонентами бурових грязей є базова рідина (вода, нафта, або інші органічні рідини, такі як ефіри, або олефіни) і зважених часток, часто бариту (сульфату барію). Різні добавки також використовуються для поліпшення технічних характеристик грязей, і їх використання коливається в ході буріння.

Хімічні речовини, що використовуються як добавки, включають віскозикатори, біоциди, інгібітори корозії, сланцеві інгібітори, емульгатори, мастильні матеріали, поверхнево-активні речовини миючих засобів, солі і органічні полімери, і в основному класифікуються як PLONOR по OSPAR [74], [70]. Хоча 1000 продуктів доступні для розробки бурових розчинів, загальна кількість інгредієнтів у більшості бурових рідин – в діапазоні 8 – 12 [73]. Крім того, кілька металів присутні в більшості водних

основ бурових грязей, такі як миш'як, барій, хром, кадмій, мідь, залізо, свинець, ртуть, нікель, цинк, які викликають найбільшу стурбованість з урахуванням їх потенційної токсичності [74], [75].

Частки, що вивільнені в результаті буріння, містять, крім утворення твердих часток, невелику кількість рідких і твердих бурових компонентів. Кількість твердих частинок в рідині буріння, які залишаються, варіюють в залежності від гранулометричного складу від пробуреної верстви. Частки, що виробляються під час буріння на водній основі бурових грязей, можуть містити невелику кількість вуглеводнів [74]. Крім того, добре відомо про наявність радіонуклідів у рідких і твердих газових відходах, створених при видобутку нафти і газу. Що стосується свердел, то важливими радіонуклідами є ^{226}Ra , ^{228}Ra , та інші, які формуються від їх розпаду, наприклад, ^{210}Pb [76].

На практиці експлуатаційні скиди сьогодні відбуваються тільки з буріння на водній основі бурових грязей, так як скиди нафтових грязей і синтетичних грязей поступово вийшли з використання з середини 90-х в силу екологічних міркувань [74], [70]. Незважаючи на те, що екологічний моніторинг не знайшов впливу на живі ресурсі на відстані 250 м від бурових установок, і цей вплив проявляється в основному у фізичному впливі, залишається питання щодо небажаних хімічних ефектів протягом тривалого періоду [77], [70].

Більшість з цих хімічних речовин, як правило, присутні при дуже низьких концентраціях і рівень забруднення може бути зменшений за рахунок природної дисперсії і процесів біодеградації. Отже, будь-які великомасштабні негативні біологічні ефекти виробленої води на офшорних установках, ймовірно, будуть незначними, з можливим виключенням біологічного накопичення в молюсків [78], [79]. Тим не менш, є ще потреба в кращому розумінні виробленого складових води і потенційних ефектів, особливо хронічних низького рівня впливу різних хімічних речовин [78], [70]. З-за великого обсягу виписаних ефектів, буріння вважається основним

джерелом забруднення навколишнього середовища і визиває значне занепокоєння [80], [81].

3.8 Інші гідротехнічні споруди на шельфі

Потенційні ризики у зв'язку з експлуатацією підводних кабелів або трубопроводів, безумовно, існують, але в основному вони пов'язані з вивільненням забруднюючих речовин, що були депоновані в донних відкладах, коли порушується морське дно і, отже, очікується тільки на сильно забруднених територіях. Вивільнення забруднюючих речовин з самого кабелю може статися тільки в тому випадку, якщо кабелі не видаляються після припинення обслуговування, і якщо використовуються заповнені рідиною кабелі (Meißner et al., 2006, [82]). Основні побоювання, пов'язані з шельфовими спорудами для виробництва відновлюваних джерел енергії (вітер, хвиля і приливних енергетичних пристроїв) є підвищення рівня шуму і ризик зіткнення, в той час як забруднення хімічними речовинами може бути проблемою у зв'язку з підвищеним рухом суден і можливістю розливів, або від порушень морського дна [83].

Існує також ризик забруднення під час робочої експлуатації та технічного обслуговування, включаючи вивільнення хімічних речовин від антиобростаючих фарб і аварійного розливу гідравлічної рідини або мастила з приладів [84].

Забруднення, які потенційно можливі з морських поновлюваних джерел енергії, включають метали, такі як алюміній, мідь, цинк; біоциди, такі як діурон та іргарол; вуглеводні, такі як ВТЕХ і РАНs (наприклад, нафталін), а також діелектричні рідини, силіконові рідини (наприклад, полідіметілсілоксін, PDMS), мінеральні масла (наприклад, нафтові компоненти нафти), біодизель, натуральні рослинні олії (наприклад, соя,

ріпак, кукурудзяна і соняшникова олія), синтетичні ефіри (наприклад, midel 7131), а також електроліти, такі як сірчана кислота [85], [86], [87].

3.9 Розробка морського дна

Розробка морського дна – діяльність, яка пов'язана з пошуком мінералів на морському дні. Промислова розробка морського дна до цих пір обмежується мілководдям, в основному для видобутку піщано-гравійних сумішей для будівельної галузі і формування пляжів, і інші матеріали, такі як олово, фосфати, залізні руди і алмази. Промислова гірнича діяльність в глибокому морі (тобто за межами 500 м) ніколи не проводилася. Тим не менш, швидке розширення можливостей підводної технології, а також виходячи із вимог до безпеки постачання сировини для промисловості заохочують добувні компанії розглянути методи, які можуть забезпечити екологічну безпеку в морі. Кількість контрактів, наданих для вивчення мінералів на морському дні, значно зросла в останні роки, а промислову експлуатацію дна планується розпочати найближчим часом [88]. До 2020. Глибоководна розробка морського дна може забезпечити до 5% мінералів світу, включаючи кобальт, мідь і цинк, і ця цифра може зрости до 10% до 2030 р. (ЕС, 2012, [46]).

Розробка морського дна, таким чином, має потенціал для нових мінеральних ресурсів, що викликає серйозні екологічні проблеми. Глибоководні біоценози мають унікальне і багате біорізноманіття, яке грає значну роль в екологічних процесах. Екологічні наслідки видобутку в цьому ворожому і вразливому середовищі можуть бути приховані і такими, що важко контролюються [89], [90]. На додаток до руйнування оселищ та інших прямих фізичних впливів, морські організми біля місць видобутку можуть піддаватися впливу забруднення.

Просторовий розподіл забруднення буде залежати від гірничої діяльності і міцності поверхневих і придонних течій. Таким чином, є можливим токсичного забруднення великих географічних районів [91], [89].

Поряд з нормальною діяльністю, аварійні гідравлічні стоки, розлив палива при транспортуванні, розсипи руди в процесі перегрузки з судна і аварійні зіткнення можуть також призвести до попадання хімічних речовин в морське середовище [92].

Існує дуже обмежена кількість досліджень щодо впливу токсичних речовин, які потрапляють в морське середовище в результаті глибоководної розробки корисних копалин, тому важко передбачити, які наслідки будуть відбуватися і наскільки значними вони будуть [93]. Одна з головних проблем пов'язана з надходженням металів (наприклад, цинк, мідь, кадмій і ртуть), що може призвести до токсичних впливів на пелагічну біоту, включаючи біоаккумуляцію через харчовий ланцюг, і впливати на морські екосистеми [94], [95]. Фактично, було визначено, що діяльність з видобутку корисних копалин може підвищити концентрації важких металів в глибоководній частині моря в концентраціях, що перевищують нормативи у 4000 разів [91].

Інші хімічні речовини часто використовуються при обробці руди, можуть потрапляти до морського середовища та впливати на морські організми, але існує дуже мало інформації [96]. Така інформація має важливе значення для розробки керівних принципів та нормативних актів для управління глибоководним видобутком корисних копалин [92].

Глибоководний видобуток безпосередньо не розглядається в законодавстві ЄС, тому MSFD може представляти собою важливий механізм регулювання екологічних аспектів, пов'язаних з цією діяльністю (ЄС, 2014, [97]). Нормативно-правові акти, що регулюють діяльність глибоководних розробок корисних копалин, залежать від того, чи проходять вони всередині, або за межами суверенних вод країни. При роботі в межах ексклюзивної економічної зони (EEZ) (до 200 морських миль від територіального морського напрямку) певної країни, діяльність підпадає під внутрішнє

законодавство країни. Однак, коли видобувні операції відбуваються на міжнародному морському дні ("площа", яка є морським дном і дном океану, і надр їх за межі національної юрисдикції), діють правила Конвенції Організації Об'єднаних Націй з морського права 1982 р. (UNCLOS). Дотримання цих правил перевіряється Міжнародним органом щодо морського дна (ISA), міжурядовим органом, встановленим під UNCLOS.

3.10 Днопоглиблювальна діяльність та дампінг на морі

Днопоглиблювальна діяльність та дампінг є антропогенною діяльністю, що супроводжується потраплянням в море речовин. Донні відклади з естуарних та прибережних районів забруднюють морське середовище металами та органічними речовинами, які мають генезис від давніх до теперішніх часів.

І, наприкінці, дампінг ґрунтів, який створений днопоглиблювальними процесами, впливає на популяції безхребетних і риб [98], [99]. Незважаючи на потенційні екологічні небезпеки, днопоглиблювальна діяльність має важливе значення для підтримки портів і гаваней і навігаційної інфраструктури, і тому поглиблювальна діяльність збільшилася в кількох країнах Світу [100].

Океанський дампінг визначається як "будь-яке навмисне видалення відходів або інших речовин з суден, літальних апаратів, платформ або інших антропогенних споруд на морі". Дампінг, отже, завжди є навмисним, не включає в себе аварійні скиди або робочі процеси, які регулюються МАРПОЛ [101]. Значна частина матеріалу, вилучається під час днопоглиблювальних робіт, потребує утилізації на морі і може також зашкодити морському середовищу [102]. Законодавство ЄС не зачіпає, зокрема, матеріали, що виймаються в результаті днопоглиблення, хоча низка

директив ЄС (а саме Рамкова Директива про відходи, території «Nature – 2000», що знаходяться в рамках дії директив щодо птахів і оселищ, WFD і MSFD) впливають безпосередньо або опосередковано. На сьогоднішній день умисний скид в океан, по суті, регулюється Конвенцією про профілактику морського забруднення шляхом поховання відходів та інших речовин 1972 (Лондонська Конвенція) та його протоколу 1996 р. (Лондонський протокол).

Поховання найбільш токсичних матеріалів заборонені Лондонською Конвенцією, але в минулому всі види відходів були скинуті в океан, в тому числі забруднені матеріали, промислові відходи і каналізаційні осади. Хоча немає повних записів про обсяги і типи матеріалів, що знаходяться в морських водах до 1972 р., деякі райони з десятиліттями неконтрольованими похованнями стали явно забрудненими з високими концентраціями РАНs, кислотних хімічних відходів (наприклад, відходи двоокису титану, важких металів та органічних хімічних речовин ([103], [104], [105]).

Радіоактивні відходи, боєприпаси і хімічна зброя також регулярно скидаються в море в усьому Світі раніше і до заборони Лондонською Конвенцією [106].

Перша глобальна інвентаризація утилізації радіоактивних відходів в море була здійснена у 1991 році Міжнародним агентством з атомної енергії (МАГАТЕ), а потім оновлена у 1999 та 2015 рр. Цей звіт містить дані про дату і місце проведення операцій з утилізації, а також тип, кількість і вагу, або обсяг контейнерів. Тим не менше, інформація неоднорідна через різні способи, в яких країни зберегли свої данні і, нажаль, докладна інформація про радіонуклідні склади відходів, як правило, відсутня. В OSPAR північно-східної Атлантики, передбачається, що приблизно 98% від утилізованих радіоактивних відходів складався з бета-і гамма-випромінювачів, в основному тритію (^3H) та інші, такі як ^{90}Sr , 134 ^{137}Cs , Fe, Co, Co, і C. Решта (2%) були альфа-випромінювачі і склалися, в основному, з плутонію і ізотопів америція (OSPAR, 2014b, [107]). У Балтійському морі було офіційно підтверджено у ґрунті дампінгу та скидах декілька радіоактивних відходів,

але додаткова інформація про склад радіонуклідів відсутня (HELCOM, 2003, [108]). Немає офіційного запису і немає екологічних доказів радіоактивних відходів, що скидають в Чорне море. У Середземному морі детальна інформація про історичне поховання радіоактивних відходів є складною для доступу, або відсутня [109].

Вплив радіоактивного забруднення на морське середовище і людину є досі до кінця не визначеним. Наукові дослідження, що проведені протягом деяких років після припинення дампінгових операцій, показали, що обчислювані дози до людини були незначними, хоча надійні висновки про вплив на навколишнє середовище не може бути звернено через відсутність базових даних (HELCOM, 2003; OSPAR, 2014, [108], [110]).

3.11 Боєприпаси і хімічна зброя

Хімічна зброя і звичайні боєприпаси були скинуті в європейські води після I і II Світових воєн, в основному в Балтійському морі (Roose et al., 2011; Bełdowski et al., 2016, [71], [111]). Великі обсяги були також скинуті в ОСПАР - морському районі (OSPAR, 2010с, [112]) і в Середземному морі, особливо в південній Адріатиці, яка також була більш нещодавно постраждала від балканської війни [101]. Бойові речовини становлять, таким чином, клас застарілих забруднюючих речовин, але в багатьох випадках точну інформацію про величини, місця і поточний стан цього сміттєзвалища [113].

Хімічні речовини, що походять від бойових матеріалів, можуть в кінцевому підсумку потрапляти в море і поширюватися з ділянок утилізації до більш віддалених районів. Витік токсичних сполук з корозійних боєприпасів був нещодавно зареєстрований в сміттєзвалищі Балтійського моря [114], [115] і Адріатичного моря [116], і є прогнози, що корозія приведе

до максимального періоду витоків в середині 21-го століття [71]. Крім того, зростаючий попит на господарську активність на морі, такі як шельфові вітрові електростанції і трубопроводи, а також зміни в галузі рибальства, підняли нові питання, оскільки ці заходи можуть також затронути сховища боєприпасів.

Близько 70 різних хімічних речовин були використані у складі зброї в 20-му столітті [117]. Повного списку не існує, так як склад матеріалів в багатьох випадках невідомий [118]. Вважається, що звичайні боєприпаси являють собою основну частку скинутого матеріалу і складається в основному з нітроароматичної вибухової речовини, таких як TNT (2, 4, 6 тринітролуол) і DNT (2, 4-денітротолуол), і вибухових речовин, таких як RDX (гекгідро-1, 3, 5-тринітрі-1, 3,5-тріазин).

Крім вибухової речовини, звичайні боєприпаси майже повністю складаються з металів, в основному з міді, заліза, нікелю, вольфраму, олову, свинцю, алюмінію і цинку, а також містить оксиди, пластифікатори та стабілізатори, такі як нітрати, селітру, нітрогліцерин і нітроцелюлозу [119], [120], [121]. Відомо, що велика кількість запальної зброї (наприклад, що містять білий фосфор) також часто утилізуються в морі. Забруднення білим фосфором, що надходять з запальних пристроїв, зустрічається в багатьох прибережних районах по всьому Світу, в тому числі з OSPAR - морської зони, Балтійського та Середземного морів [116], [122].

Що стосується хімічної зброї, то основні сполуки, відомі або підозрюються, що були скинуті в море є блістери, в основному у вигляді сірчато-гірчичним газом і миш'яку містять сполуки, такі як адамасайт, Кларк I, Кларк II (ціанід діфениларсинус) і олія аркситу (технічна суміш Кларка I (35%), фенохлорлоксинусу (50%), трихлорокарбоксинус (5%), трифениларсинус (5%)). Інші сполуки включають нервові агенти, наприклад, Tabun, задушливі агенти, наприклад, фосген і лакриматори (наприклад, α -лорацетон) [122], [123].

Багато з цих видів зброї містять небезпечні добавки, такі як ароматичні

та хлоровані розчинники (наприклад, бензол, хлоробенол, тетрахлорметан) (HELCOM, 2013a, [122]). Незважаючи на це, мало як і раніше відомо про їх біоаккумуляційний і побічний вплив на людину і біоту [124], [122].

3.12 Інші види антропогенної діяльності на морі

Інші види діяльності людини можуть бути включені як потенційні джерела морського забруднення. Повідомлялося про низку аварій на морі, що призвело до фактичного або потенційного вивільнення радіоактивних матеріалів (ІАЕА, 2015, [125]). Штучні радіонукліди також можуть бути введені в морське середовище шляхом тестування ядерної зброї [126].

Крім того, корабельні аварії, як недавні, так і історичні, можуть представляти небезпеку для морського середовища [127]. Визначено, що між 2,5 і 20 400 000 тон нафти містяться в затонулих кораблях по всьому Світу, які можуть бути звільнені при корабельних аваріях [128]. Погіршення і корозія застарілих конструкцій може також призвести до витоку інших токсичних речовин, в основному миш'яку, металів, таких як кадмій, мідь, хром, свинець, ртуть і цинк, і інших сполук – PCBs, азбесту, біоцидів, PVC і радіоактивних відходів [127], [129], [130].

4 УЗАГАЛЬНЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ

В додатку А таблиця 1 представлено список забруднюючих речовин, які потенційно потрапили в морське середовище від морегосподарської діяльності. Вона включає в себе 276 речовин з їх ідентифікаційним номером CAS і основні морські джерела: 19 металів/металоїдів, 10 органо-металичних сполук, 24 неорганічних сполук, 204 органічних сполук і 19 радіонуклідів. Шельфова нафтогазова діяльність вносить у цей перелік найвищу кількість речовин, за якими слідують судноплавство і морська діяльність (рис. 4.1). Більш того, хоча більшість речовин була пов'язана тільки з однією морською діяльністю, є випадки, в яких вони пов'язані з більш ніж одним джерелом, тим самим збільшуючи їх потенційні ризики.



Рисунок 4.1 – Відсоток від загальної кількості речовин, пов'язаних з відповідним антропогенним джерелом забруднення [6]

Відсоток від загальної кількості виявлених речовин, зв'язаних з кожним джерелом імовірно, потрапить в морське середовище. Це не означає, що всі вони повинні розглядатися як дуже небезпечні, або скидаються на рівні занепокоєння. Ступінь стурбованості повинна бути оцінена в термінах поєднання чинників, в основному в часових і просторових масштабах, над якими з'єднання можна знайти разом з їх токсичністю і побічними ефектами на морські організми. Тим не менше, цей літературний огляд свідчить про малу забезпеченність, або відсутність інформації про багатьох з цих найважливіших аспектів.

Інформація екологічної безпеки для багатьох хімічних речовин у використанні сьогодні мало доступна, зокрема, для тих, що використовується в аквакультурі і шельфових галузях промисловості. Навіть якщо дані доступні, той самий продукт може продаватися під різними іменами, а активні компоненти не можуть бути зареєстровані. Це робить надзвичайно важко зберегти єдині записи, для виконання масштабних порівнянь і оцінити потенційні ефекти на водне середовище.

Крім того, отримати кількісні дані про закономірності використання та вивільнення хімікатів також дуже важко. Для багатьох речовин, тільки факт використання, як правило, документально, особливо в разі війни матеріал, який, як правило, є таємничим і конфіденційним. З підвищенням використанням ресурсів моря, регулярно оновлюється інвентаризації типів і кількості випущених хімічних речовин, що має важливе значення для розуміння відносного впливу кожної людської діяльності на морські екосистеми.

Можна дізнатися з [6], що, незважаючи на зростаючу увагу до ризику, пов'язаного із потраплянням шкідливих речовин у море, і той факт, що моніторинг діяльності проводиться в регулярному режимі, до значної частини інформації важко отримати доступ, вона аналізується несистематично. Таким чином, поліпшення збору та обміну інформацією не менш важливо, ніж вдосконалення стратегій спостережень і якості даних.

Очевидно, це не означає, що визначений список морських речовин слід розглядати як закритий, але як зведений відправною точкою при підході до управління хімічного забруднення від прибережних до відкритих умов моря. Для цього таблиця 1 також надає огляд інструментів екологічної політики та рамок для нагляду та регулювання цих речовин в ЄС. Отже, можна побачити, що кілька речовин WFD не вирішували за будь-яку програму RSC, і навпаки. Крім того, тільки чотири WFD PS (ПАНs, кадмій, ртуть і свинець) також пріоритетні в чотирьох європейських морських регіонах, в той час як інші речовини розподіляються різними рамками, та в різному сенсі.

Тому можна зазначити, що рівень гармонізації в Європі щодо забруднюючих речовин, відібраних різними регіональними рамками, досить низький. Проте, існує ряд інших європейських або міжнародних законодавчих актів, а також рекомендацій, угод і програм на національному або регіональному рівні, які прямо або опосередковано мають справу з більшістю речовин або групи речовин. Важливо, однак, відмітити, що майже третина виявлених хімічних речовин не розглядаються в будь-яких локальних масштабах.

ВИСНОВКИ

На основі досліджень, в яких приймав участь УкрНЦЕМ протягом 2016-2019 рр., було започатковано регіональну цифрову «бібліотеку» токсичних речовин. Вона називається «Чорноморська база даних невідомих речовин», і вона вже налічує більше 17 тисяч «відбитків». Це перша доступна для всього Світу база даних, яка в найближчі роки буде розширюватися даними з Франції, Норвегії та Німеччині в рамках науково-дослідної мережі NORMAN (www.normannetwork.net).

Наступним шагом є створення реєстру всіх джерел забруднення. Без такого реєстру є неможливим створення та здійснення плану заходів, направлених на досягнення екологічних цілей та показників доброго екологічного стану в межах реалізації Національних Морських стратегій чорноморських країн. Це можливо зробити на основі досвіду інших регіонів Світового океану та інформації щодо потенційних джерел забруднення морів та океанів.

Як вже відмічалось, рівень гармонізації в Європі щодо забруднюючих речовин, відібраних різними регіональними рамками ще є досить низьким.

Має ряд різних європейських або міжнародних законодавчих актів, а також рекомендацій, угод і програм на національному або регіональному рівні, які прямо або опосередковано мають справу з більшістю речовин або групи речовин, що потрапляють в море від морегосподарської діяльності. Однак, майже третина виявлених хімічних речовин не розглядаються в будь-яких локальних масштабах.

Інформація екологічної безпеки на сьогоднішній час для багатьох хімічних речовин мало доступна, використовується і оцінюється несистематично, більш за все, в аквакультури і шельфових галузях промисловості.

У зв'язку з цим, поліпшення збору та обміну інформацією є не менш важливим фактором відносно вдосконалення стратегій спостережень та

підвищення якості даних.

В роботі показані що до джерел забруднення відносяться майже уся діяльність людини на морі:

- 1) Аварійні розливи
- 2) Нафтові розливи
- 3) Експлуатаційні скиди
- 4) Вплив від антиобростаючих фарб
- 5) Марикультура
- 6) Противообростаючі біоциди
- 7) Розвідка та видобуток нафти та газу на шельфі
- 8) Інші гідротехнічні споруди на шельфі
- 9) Розробка морського дна
- 10) Днопоглиблювальна діяльність та дампінг на морі
- 11) Боеприпаси і хімічна зброя
- 12) Інші види антропогенної діяльності на морі

Шельфова нафтогазова діяльність вносить у перелік забруднюючих речовин найвищу кількість речовин, за якими слідують судноплавство і морська діяльність. При цьому є випадки, в яких вплив речовин пов'язаний з більш ніж одним джерелом, тим самим збільшуючи їх потенційні ризики.

Інформація екологічної безпеки для багатьох хімічних речовин у використанні сьогодні мало доступна, зокрема, для тих, що використовується в аквакультурі і шельфових галузях промисловості. Навіть якщо дані доступні, той самий продукт може продаватися під різними назвами, а активні компоненти не можуть бути зареєстровані. Це робить надзвичайно важко здійснити узагальнення, для виконання масштабних порівнянь і оцінити потенційні впливи на водне середовище.

Важливо, однак, помітити, що майже третина виявлених хімічних речовин ніде не зареєстрована та не ураховується при управлінні якістю морського середовища.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Tournadre, J., 2014. Anthropogenic pressure on the open ocean: the growth of ship traffic revealed by altimeter data analysis. *Geophys. Res. Lett.* 41, 7924–7932.
2. EMSA, 2012. Addressing Illegal Discharges in the Marine Environment.
3. Slobodnik J. National Pilot Monitoring Studies and Joint Open Sea Surveys in Georgia, Russian Federation and Ukraine, 2016, Final Scientific Report, EU/UNDP Regional Bureau for Europe and the CIS Project: Improving Environmental Monitoring in the Black Sea – Phase II (EMBLAS-II) [Electronic resource]./ J. Slobodnik, B. Alexandrov, V. Komorin, A. Mikaelyan, A. Guchmanidze, M. Arabidze, A. Korshenko, S. Moncheva, (eds.)// ENPI/2013/313-169, December 2017. – Access mode: http://emblasproject.org/wp-content/uploads/2018/08/EMBLAS-II_NPMS_JOSS_2016_ScReport_Final3.pdf – Title from the screen.
4. Slobodnik J. National Pilot Monitoring Studies and Joint Open Sea Surveys in Georgia, Russian Federation and Ukraine 2017, Final Scientific Report, EU/UNDP Regional Bureau for Europe and the CIS Project: Improving Environmental Monitoring in the Black Sea – Phase II (EMBLAS-II) [Electronic resource]./ J. Slobodnik, B. Alexandrov, V. Komorin, A. Mikaelyan, A. Guchmanidze, M. Arabidze, A. Korshenko (eds.) // ENPI/2013/313-169, February 2019.
5. Tornero, V., Hanke, G., MSFD Expert Network on Contaminants, 2015. Technical Review of Commission Decision 2010/477/EU concerning MSFD criteria for assessing good environmental status: Descriptor 8. JRC Technical Report EUR 27464 EN. [http://dx. doi.org/10.2788/015547](http://dx.doi.org/10.2788/015547).
6. Tornero V. Chemical contaminant sentering the marineen vironment from sea-basedsources: Areviewwith a focus on European seas, Marine Pollution

- Bulletin (2016). [Electronic resource]./ V.Tornero, G. Hanke/ / – Access mode: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.091>– Title from the screen.
7. IMO (International Maritime Organization), 2000. Protocol on Preparedness, Response and Co-operation to Pollution Incidents by Hazardous and Noxious Substances (OPRC-HNS Protocol).
 8. Purnell, K., 2009. Are HNS spills more dangerous than oil spills? Conference Proceedings, Interspill Conference & the 4th IMO R&D Forum, Marseille, May 12–14, 2009
 9. EMSA (European Maritime Safety Agency), 2007, 2008, 2009, 2010. Maritime Accident Review.
 10. Neuparth, T., Moreira, S.M., Santos, M.M., Reis-Henriques, M.A., 2011. Hazardous and Noxious Substances (HNS) in the marine environment: prioritizing HNS that pose major risk in a European context. *Mar. Pollut. Bull.* 62, 21–28.
 11. Sheahan, D., AL-Sarawi, M., Aldridge, J., McGowan, T., Kirby, M., Lyons, B., Vannoni, M., 2015. White Paper Presented at the Interspill Conference “Stream Emerging Technologies and Strategies”, Amsterdam, 24–26 March 2015.
 12. Posti, A., Häkkinen, J., 2012. Survey of Transportation of Liquid Bulk Chemicals in the Baltic Sea. Publications from the centre for maritime studies University of Turku.
 13. EMSA, 2013a. Inventory of EU Member States' Policies and Operational Response Capacities for HNS Marine Pollution.
 14. Cunha, I., Moreira, S., Santos, M.M., 2015. Review on hazardous and noxious substances (HNS) involved in marine spill incidents. An online database. *J. Hazard. Mater.* 285, 509–516.
 15. Hassler, 2005. Report on Task 1: Monitoring of the Flow of Chemicals Transported by Sea in Bulk.
 16. Neuparth, T., Capela, R., Rey-Salgueiro, L., Moreira, S.M., Santos, M.M., Reis-Henriques, M.A., 2013. Simulation of a Hazardous and Noxious

- Substances (HNS) spill in the marine environment: lethal and sublethal effects of acrylonitrile to the European seabass. *Chemosphere* 93, 978–985.
17. Häkkinen, J., Posti, A., 2014. Review of maritime accidents involving chemicals –special focus on the Baltic Sea. *Int. J. Mar. Navig. Saf. Sea Transp.* 8 (2), 295–305.
 18. Neuparth, T., Moreira, S.M., Santos, M.M., Reis-Henriques, M.A., 2012. Review of oil and HNS accidental spills in Europe: identifying major environmental monitoring gaps and drawing priorities. *Mar. Pollut. Bull.* 64, 1085–1095.
 19. Radovic, J.R., Rial, D., Lyons, B.P., Harman, C., Viñas, L., Beiras, R., Readman, J.W., Thomas, K.V., Bayona, J.M., 2012. Post-incident monitoring to evaluate environmental damage from shipping incidents: chemical and biological assessments. *J. Environ. Manag.* 109, 136–153.
 20. EEA (European Environment Agency), 2008. Accidental oil spills from marine shipping. Assessment Made on 01 Nov 2008.
 21. Coppock, R.W., Dziwenka, M.M., 2014. Biomarkers of petroleum products toxicity. In: Gupta, R.C. (Ed.), *Biomarkers in Toxicology*. Elsevier Inc., pp. 647–654.
 22. Sammarco, P.W., Kolian, S.R., Warby, R.A.F., Bouldin, J.L., Subra, W.A., Porter, S.a., 2013. Distribution and concentrations of petroleum hydrocarbons associated with the BP/ Deepwater Horizon Oil Spill, Gulf of Mexico. *Mar. Pollut. Bull.* 73, 129–143.
 23. NRC (National Research Council), 2003. *Oil in the Sea III: Inputs, Fates, and Effects*. National Academies Press (280 pp.).
 24. Bennett, B., Larter, S.R., 2000. Polar non-hydrocarbon contaminants in reservoir core extracts. *R. Soc. Chem. Div. Geochem. Am. Chem. Soc.* 5.
 25. EMSA, 2016. Overview of national dispersant testing and approval policies in the EU. Information Paper Developed by the Technical Correspondence Group on Dispersants, Under the Consultative Technical Group for Marine Pollution Preparedness and Response (CTG MPPR).

- 26.ITOPF (The International Tanker Owners Pollution Federation), 2005o. Use of dispersants to treat oil spills. Technical Information Paper.
- 27.EMSA, 2014. Inventory of National Policies Regarding the Use of Oil Spill Dispersants in the EU Member States.
- 28.Ferraro, G., Meyer-Roux, S., Muellenhoff, O., Pavliha, M., Svetak, J., Tarchi, D., Topouzelis, K., 2009. Long term monitoring of oil spills in European seas. *Int. J. Remote Sens.* 30 (3), 627–645.
- 29.OSPAR, 2010a. Quality Status Report 2010. Assessment of the Impact of Shipping on the Marine Environment.
- 30.Hassler, 2011. Accidental versus operational oil spills from shipping in the Baltic Sea: risk governance and management strategies. *Ambio* 40, 170–178.
- 31.Honkanen, M., Häkkinen, J., Posti, A., 2013. Assessment of the chemical concentrations and the environmental risk of tank cleaning effluents in the Baltic Sea. *WMU J. Marit. Aff.* <http://dx.doi.org/10.1007/s13437-013-0042-9>.
- 32.McLaughlin, C., Falatko, D., Danesi, R., Albert, R., 2014. Characterizing shipboard bilgewater effluent before and after treatment. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 21, 5637–5652.
- 33.Hurford, N., Law, R.J., Fileman, T.W., Paynea, A.P., Colcom-Heiliger, K., 1990. Concentrations of chemicals in the North Sea due to operational discharges from chemical tankers — results from the second survey, October 1988. *Oil Chem. Pollut.* 7 (4), 251–270.
- 34.USEPA, 2010. Study of Discharges Incidental to Normal Operation of Commercial Fishing Vessels and Other Non-recreational Vessels less than 79 ft. Report to Congress, Washington, D.C.
- 35.Dafforn, K.A., Lewis, J.A., Johnston, E.L., 2011. Antifouling strategies: history and regulation, ecological impacts and mitigation. *Mar. Pollut. Bull.* 62, 453–465.
- 36.Sousa, A., Ikemoto, T., Takahashi, S., Barroso, C., Tanabe, S., 2009. Distribution of synthetic organotins and total tin levels in *Mytilus galloprovincialis* along the Portuguese coast. *Mar. Pollut. Bull.* 58, 1130–1138.

- 37.OSPAR, 2010b. Position paper on the implications of deep sea disposal of radioactive waste. Meeting of the Radioactive Substances Committee (RSC), Stockholm, Sweden, 20–23 April 2010.
- 38.Karlsson, J., Ytreberg, E., Eklund, B., 2010. Toxicity of anti-fouling paints for use on ships and leisure boats to non-target organisms representing three trophic levels. *Environ. Pollut.* 158, 681–687.
- 39.Ytreberg, E., Karlsson, J., Eklund, B., 2010. Comparison of toxicity and release rates of Cu and Zn from anti-fouling paints leached in natural and artificial brackish seawater. *Sci. Total Environ.* 408, 2459–2466.
- 40.Cima, F., Ballarin, L., 2012. Immunotoxicity in ascidians: antifouling compounds alternative to organotins III – the case of copper(I) and irgarol 1051. *Chemosphere* 89, 19–29.
- 41.Readman, G.D., Owen, S.F., Murrell, J.C., Knowles, T.G., 2013. Do fish perceive anaesthetics as aversive? *PLoS One* 8 (9), e73773. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0073773>.
- 42.Diniz, L.G.R., Jesus, M.S., Dominguez, L.A.E., Fillmann, G., Vieirac, E.M., Franco, T.C.R.S., 2014. First appraisal of water contamination by antifouling booster biocide of 3rd generation at Itaqui Harbor (São Luiz - Maranhão - Brazil). *J. Braz. Chem. Soc.* 25 (2), 380–388.
- 43.ACE, 2002. Assessment of antifouling agents in coastal environments (ACE). Final Scientific and Technical Report. Mas3-Ct98-0178.
- 44.Readman, J.W., 2006. Development, occurrence and regulation of antifouling paint biocides: historical review and future trends. In: Konstantinou, I. (Ed.), *The Handbook of Environmental Chemistry: Antifouling Paint Biocides* Review Series in Chemistry. Springer Verlag, Heidelberg, Germany, pp. 1–5.
- 45.Price, A.R.G., Readman, J.W., 2013. Booster biocide antifoulants: is history repeating itself? Late Lessons From Early Warnings: Science, Precaution, Innovation. Part B: Emerging Lessons From Ecosystems. European Environment Agency (EEA), pp. 265–278

- 46.EC, 2012. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: blue growth—opportunities from the marine and maritime sustainable growth. COM 2012, 494.
- 47.Guardiola, F.A., Cuesta, A., Meseguer, J., Esteban, M.A., 2012. Risks of using antifouling biocides in aquaculture. *Int. J. Mol. Sci.* 13, 1541–1560.
- 48.EEA, 2011. Aquaculture Production (CSI 033) - Assessment Published Sep 2011.
- 49.GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection), 1997p. Towards safe and effective use of chemicals in coastal aquaculture. Reports and Studies No. 65. FAO, Rome (40 pp.).
- 50.Costello, M.J., Grant, A., Davies, I.M., Cecchini, S., Papoutsoglou, S., Quigley, D., Saroglia, M., 2001. The control of chemicals used in aquaculture in Europe. *J. Appl. Ichthyol.* 17, 173–180.
- 51.Johnston, P., Santillo, D., 2002. Chemical usage in aquaculture: implications for residues in market products. Greenpeace Research Laboratories Technical Note 06/2002. Department of Biological Sciences University of Exeter, UK.
- 52.OSPAR, 2009a. Assessment of Impacts of Mariculture. Biodiversity Series.
- 53.Rodgers, C.J., Furones, M.D., 2009. Antimicrobial agents in aquaculture: practice, needs and issues. In: Rogers, C., Basurco, B. (Eds.), *The Use of Veterinary Drugs and Vaccines in Mediterranean Aquaculture*. Zaragoza, CIHEAM, Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens Vol. 86, pp. 41–59.
- 54.Burridge, L.E., Weis, J.S., Cabello, F., Pizarro, J., Bostik, K., 2010. Chemical use in salmon aquaculture: a review of current practices and possible environmental effects. *Aquaculture* 306, 7–23.
- 55.Grigorakis, K., Rigos, G., 2011. Aquaculture effects on environmental and public welfare – the case of Mediterranean mariculture. *Chemosphere* 855, 899–919.

56. Daniel, P., 2009. Available chemotherapy in Mediterranean fish farming: use and needs. In: Rogers, C., Basurco, B. (Eds.), *The Use of Veterinary Drugs and Vaccines in Mediterranean Aquaculture Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens* Vol. 86. CIHEAM, Zaragoza, pp. 197–205.
57. Marine Institute for SWRBD, 2007. Veterinary treatments and other substances used in finfish aquaculture in Ireland. Report of March 2007 (31 pp.).
58. Ferreira, C.S., Nunes, B.A., Henriques-Almeida, J.M., Guilhermino, L., 2007. Acute toxicity of oxytetracycline and florfenicol to the microalgae *Tetraselmis chuii* and to the crustacean *Artemia parthenogenetica*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 67, 452–458.
59. Samuelsen, O.B., Lunestad, B.T., Farestveit, E., Grefsrud, E.S., Hannisdal, R., Holmelid, B., Tjensvoll, T., Agnalt, A.L., 2014. Mortality and deformities in European lobster (*Homarus gammarus*) juveniles exposed to the anti-parasitic drug teflubenzuron. *Aquat. Toxicol.* 149, 8–15.
60. Olsvik, P.A., Ørnsrud, R., Lunestad, B.T., Steine, N., Fredriksen, B.N., 2014. Transcriptional responses in Atlantic salmon (*Salmo salar*) exposed to deltamethrin, alone or in combination with azamethiphos. *Comp. Biochem. Physiol. C* 162, 23–33.
61. Telfer, T.C., Baird, D.J., McHenery, J.G., Stone, J., Sutherland, I., Wislocki, P., 2006. Environmental effects of the anti-sea lice (Copepoda: Caligidae) therapeutant emamectin benzoate under commercial use conditions in the marine environment. *Aquaculture* 260, 163–180.
62. Haya K., BurrIDGE, L.E., Davies, I.M., Ervik, A., 2005. A review and assessment of environmental risk of chemicals used for the treatment of sea lice infestations of cultured salmon. *Handb. Environ. Chem.* 5, 305–340.
63. Fisheries and Oceans Canada, 2003. A Scientific Review of the Potential Environmental Effects of Aquaculture in Aquatic Ecosystems. Far-field environmental effects of marine finfish aquaculture (Hargrave, B.T.); ecosystem level effects of marine bivalve aquaculture (Cranford, P., Dowd, M., Grant, J., Hargrave, B., McGladdery, S.); chemical use in marine finfish

- aquaculture in Canada: a review of current practices and possible environmental effects (Burridge, L.E.). Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2450 vol. 1 (131 pp.).
64. Simpson, S.L., Spadaro, D.A., O'Brien, D., 2013. Incorporating bioavailability into management limits for copper in sediments contaminated by antifouling paint used in aquaculture. *Chemosphere* 93, 2499–2525.
 65. CIESM, 2007. Impact of aquaculture on coastal ecosystems. CIESM Monographs 32, Monaco. (<http://www.ciesm.org/online/monographs/lisboa07.pdfN>).
 66. Cole, D.W., Cole, R., Gaydos, S.J., Gray, J., Hyland, G., Jacques, M.L., Powell-Dunford, N., Sawhney, C., Au, W.W., 2009. Aquaculture: environmental, toxicological, and health issues. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 212, 369–377.
 67. Russell, M., Robinson, C.G., Walsham, P., Webster, L., Moffat, C.F., 2011. Persistent organic pollutants and trace metals in sediments close to Scottish marine fish farms. *Aquaculture* 319, 262–271.
 68. Willemsen, P.R., 2005. Biofouling in European aquaculture: is there an easy solution? *Eur. Aquac. Soc. Spec. Publ.* 35, 82–87.
 69. Nikolaou, M., Neofitou, N., Skordas, K., Castritsi-Catharios, I., Tziantziou, L., 2014. Fish farming and anti-fouling paints: a potential source of Cu and Zn in farmed fish. *Aquac. Environ. Interact.* 5, 163–171.
 70. Bakke, T., Klungsøyr, J., Sanni, S., 2013. Environmental impacts of produced water and drilling waste discharges from the Norwegian offshore petroleum industry. *Mar. Environ. Res.* 92, 154–169.
 71. Roose, P., Albaigés, J., Bebianno, M.J., Camphuysen, C., Cronin, M., de Leeuw, J., Gabrielsen, G., Hutchinson, T., Hylland, K., Jansson, B., Jenssen, B.M., Schulz-Bull, D., Szefer, P., Webster, L., Bakke, T., Janssen, C., 2011. Chemical pollution in Europe's seas: programmes, practices and priorities for research, marine board position paper 16. In: Calewaert, J.B., McDonough, N. (Eds.), *Marine Board-ESF, Ostend, Belgium* (103 pp.).

- 72.Science for Environment Policy, 2012. Offshore exploration and exploitation in the Mediterranean. Impacts on Marine and Coastal Environments. Future Briefs 3, April 2012.
- 73.Holdway, D.A., 2002. The acute and chronic effects of wastes associated with offshore oil and gas production on temperate and tropical marine ecological processes. *Mar. Pollut. Bull.* 44, 185–203.
- 74.Neff, J.M., 2005. Composition, environmental fates, and biological effects of water based drilling muds and cuttings discharged to the marine environment. Prepared for Petroleum Environmental Research Forum (PERF) and American Petroleum Institute (73 pp.).
- 75.ARPEL (Asociación Regional de Empresas de Petróleo y Gas Natural en Latinoamérica y el Caribe), 1999t. Guidelines for the Control of Contamination From Offshore Exploration and Production Operations. Guideline ARPELCIDA07EGGUI2699.
- 76.Breuer, E., Stevenson, A.G., Howe, J.A., Carroll, J., Shimmield, G.B., 2004. Drill cutting accumulations in the Northern and Central North Sea: a review of environmental interactions and chemical fate. *Mar. Pollut. Bull.* 48, 12–25.
- 77.Research Council of Norway, 2012. Long-term effects of discharges to sea from petroleum-related activities. A Sub-programme Under the Oceans and Coastal Areas (Havkyst) Programme, PROOFNY, and the Concluded PROOF Research Programme.
- 78.Neff, J.M., Lee, K., DeBlois, E.M., 2011. Produced water: overview of composition, fates, and effects. In: Lee, K., Neff, J. (Eds.), *Produced Water. Environmental Risks and Advances in Mitigation Technologies*. Springer, pp. 3–56.
- 79.Lourenço, R.A., de Oliveira, F.F., Nudi, A.H., Wagener, A.L.R., Meniconi, M.F.G., Francioni, E., 2015. PAH assessment in the main Brazilian offshore oil and gas production area using semi-permeable membrane devices (SPMD) and transplanted bivalves. *Cont. Shelf Res.* 101, 109–116.

- 80.Meier, S., Morton, H.C., Nyhammer, G., Grøsvik, B.E., Makhotin, V., Geffen, A., Boitsov, S., Kvestad, K.A., Bohne-Kjersem, A., Goksøyr, A., Folkvord, A., Klungsøyr, A., Svardal, A., 2010. Development of Atlantic cod (*Gadus morhua*) exposed to produced water during early life stages: effects on embryos, larvae, and juvenile fish. *Mar. Environ. Res.* 70, 383–394.
- 81.Brooks, S., Harman, C., Zaldibar, B., Izagirre, U., Glette, T., Marigómez, I., 2011. Integrated biomarker assessment of the effects exerted by treated produced water from an onshore natural gas processing plant in the North Sea on the mussel *Mytilus edulis*. *Mar. Pollut. Bull.* 62, 327–339.
- 82.Meißner, K., Schabelon, H., Bellebaum, J., Sordyl, H., 2006. Impacts of Submarine Cables on the Marine Environment: A Literature Review. Federal Agency of Nature Conservation/Institute of Applied Ecology Ltd.
- 83.Bailey, H., Brookes, K., Thompson, P.M., 2014. Assessing environmental impacts of offshore wind farms: lessons learned and recommendations for the future. *Aquat. Biosyst.* 10, 8.
- 84.Bonar, P.A.J., Bryden, I.G., Borthwick, A.G.L., 2015. Social and ecological impacts of marine energy development. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 47, 486–495.
- 85.Bejarano, A.C., Michel, J., Rowe, J., Li, Z., McCay, D.F., McStay, L., Etkin, D.S., 2013. Environmental risks, fate and effects of chemicals associated with wind turbines on the Atlantic Outer Continental Shelf. US Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Office of Renewable Energy Programs, Herndon, VA. OCS Study BOEM 2013-213.
- 86.California State Lands Commission, 2013. Marine Renewable Energy and Environmental Impacts: Advancing California's Goals. Report. (available at [http://www.slc.ca.gov/ Info/Reports/MRE-AdvancingCAGoals.pdf](http://www.slc.ca.gov/Info/Reports/MRE-AdvancingCAGoals.pdf)).
- 87.Copping, A., Hanna, L., Van Cleve, B., Blake, K., Anderson, R.M., 2015. Environmental risk evaluation system—an approach to ranking risk of ocean energy development on coastal and estuarine environments. *Estuar. Coasts* 38 (Suppl. 1), S287–S302.

- 88.Jaeckel, A., 2015. An environmental management strategy for the international seabed authority? The legal basis. *Int. J. Mar. Coast. Law* 30 (1), 93–119.
- 89.Clark, M.R., Smith, S., 2013. Chapter 3.0: environmental management considerations. *Deep Sea Minerals: Manganese Nodules, a Physical, Biological, Environmental, and Technical Review* vol. 1B. Secretariat of the Pacific Community.
- 90.Sarkar, M., Bose, N., Chai, S., Sarkar, S., Dowling, K., 2013. Turbidity caused by Spillage from a dredging/mining transverse axis cutter. *Proceedings of WODCON XX: The Art of Dredging*, 3–7 June, Brussels, Belgium, pp. 1–10 ([Refereed Conference Paper]).
- 91.Coffey, 2008. Environmental Impact Statement: Solwara 1 Project. Nautilus Minerals Niugini Limited. (<http://www.cares.nautilusminerals.com/Downloads.aspx>).
- 92.Hunter, T., Taylor, M., 2014. Deep seabed mining in the South Pacific. A Background Paper, Centre for International Minerals and Energy Law.
- 93.Zhou, H., 2007. The chemical environment of cobalt-rich ferromanganese crust deposits, the potential impact of exploration and mining on this environment, and data required to establish environmental baselines in the exploration areas. In: ISA (Ed.), *Polymetallic Sulphides and Cobalt Rich Ferromanganese Crust Deposits: Establishment of Environmental Baselines and an Associated Monitoring Programme During Exploration*, *Proceedings of the International Seabed Authority's Workshop*, Kingston, Jamaica, 6–10 September 2004, pp. 257–267.
- 94.Boschen, R.E., Rowden, A.A., Clark, M.R., Gardner, J.P.A., 2013. Mining of deep-sea seafloor massive sulfides: a review of the deposits, their benthic communities, impacts from mining, regulatory frameworks and management strategies. *Ocean Coast. Manag.* 84, 54–67.
- 95.Ramirez-Llodra, E., Trannum, H.C., Evenset, A., Levin, L.A., Andersson, M., Finne, T.E., Hilario, A., Flem, B., Christensen, G., Schaanning, M., Vanreusel, A., 2015. Submarine and deep-sea mine tailing placements: a review of current

- practices, environmental issues, natural analogs and knowledge gaps in Norway and internationally. *Mar. Pollut. Bull.* 97, 13–35.
96. Olsvik, P.A., Urke, H.A., Nilsen, T.O., Ulvund, J.B., Kristensen, T., 2015. Effects of mining chemicals on fish: exposure to tailings containing Lilaflo D817M induces CYP1A transcription in Atlantic salmon smolt. *BMC Res. Notes* <http://dx.doi.org/10.1186/s13104-015-1342-2>.
 97. EC, 2014. Study to Investigate State of Knowledge of Deep Sea Mining: Interim Report Under FWC MARE/2012/06 - SC E1/2013/04.
 98. Hedge, L.H., Knott, N.A., Johnston, E.L., 2009. Dredging related metal bioaccumulation in oysters. *Mar. Pollut. Bull.* 58, 832–840.
 99. Katsiaras, N., Simbora, N., Tsangaris, C., Hatzianestis, I., Pavlidou, A., Kapsimalis, V., 2015. Impacts of dredged-material disposal on the coastal soft-bottom macrofauna, Saronikos Gulf, Greece. *Sci. Total Environ.* 508, 320–330.
 100. Wasserman, J.C., Barros, S.R., Alves, G.B., 2013. Planning dredging services in contaminated sediments for balanced environmental and investment costs. *J. Environ. Manag.* 121, 48–56.
 101. Frank, V., 2007. The European Community and Marine Environmental Protection in the International Law of the Sea: Implementing Global Obligations at the Regional Level. Volume 58. Publications on Ocean Development. Martinus Nijhoff, Leiden (482 pp.).
 102. Parnell, P.E., Groce, A.K., Stebbins, T.D., Dayton, P.K., 2008. Discriminating sources of PCB contamination in fish on the coastal shelf off San Diego, California (USA). *Mar. Pollut. Bull.* 56, 1992–2002.
 103. Vethaak, D., Van Der Meer, J., 1991. Fish disease monitoring in the Dutch part of the North Sea in relation to the dumping of waste from titanium dioxide production. *Chem. Ecol.* 5 (3), 149–170.
 104. Leipe, T., Moros, M., Kotilainen, A., Vallius, H., Kabel, K., Endler, M., Kowalsk, N., 2013. Mercury in Baltic Sea sediments—natural background and anthropogenic impact. *Chem. Erde* 73, 249–259.

105. Liehr, G.A., Heise, S., Ahlf, W., Offermann, K., Witt, G., 2013. Assessing the risk of a 50-yearold dump site in the Baltic Sea by combining chemical analysis, bioaccumulation, and ecotoxicity. *J. Soils Sediments* 13, 1270–1283.
106. OSPAR, 2009b. JAMP Assessment of the Environmental Impact of Dumping of Wastes at Sea. Biodiversity Series.
107. OSPAR, 2014b. Report on historic deep sea disposal of radioactive waste in layperson's language. Meeting of the Radioactive Substances Committee (RSC), London, United Kingdom, 11–13 February 2014.
108. HELCOM, 2003. Radioactivity in the Baltic Sea 1992–1998. *Baltic Sea Environment Proceedings*. No. 85.
109. Coll, M., Piroddi, C., Albouy, C., Lasram, F.B.R., Cheung, W.W.L., Christensen, V., Karpouzi, V.S., Guilhaumon, F., Mouillot, D., Paleczny, M., Palomares, M.L., Steenbeek, J., Trujillo, P., Watson, R., Pauly, D., 2012. The Mediterranean Sea under siege: spatial overlap between marine biodiversity, cumulative threats and marine reserves. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 21, 465–480.
110. OSPAR, 2014a. Assessment of the OSPAR report on discharges, spills and emissions to air from offshore oil and gas, 2010–2012. *Offshore Industry Series*.
111. Bełdowski, J., Klusek, Z., Szubska, M., Turja, R., Bulczak, A., Rak, D., Brenner, M., Lang, T., Kotwicki, L., Grzelak, K., Jakacki, J., Fricke, N., Östin, A., Olsson, U., Fabisiak, J., Garnaga, G., Nyholm, J.R., Majewski, P., Broeg, K., Söderström, M., Vanninen, P., Popiel, S., Nawała, J., Lehtonen, K., Berglind, R., Schmidt, B., 2016. Chemical munitions search & assessment—an evaluation of the dumped munitions problem in the Baltic Sea. *Deep-Sea Res. II* 128, 85–95.
112. OSPAR, 2010c. Overview of past dumping at sea of chemical weapons and munitions in the OSPAR maritime area- 2010 update. *Biodiversity Series* 2010.
113. Della Torre, C., Petochi, T., Farchi, C., Corsi, I., Dinardo, Sammarini, V., Alcaro, L., Mechelli, L., Focardi, S., Tursi, A., Marino, G., Amato, E., 2013.

- Environmental hazard of yperite released at sea: sublethal toxic effects on fish. *J. Hazard. Mater.* 248–249, 246–253.
114. Missiaen, T., Söderström, M., Popescu, I., Vanninen, P., 2010. Evaluation of a chemical munition dumpsite in the Baltic Sea based on geophysical and chemical investigations. *Sci. Total Environ.* 408, 3536–3553.
 115. Baršienė, J., Butrimavičienė, L., Grygiel, W., Lang, T., Michailovas, A., Jackūnas, T., 2014. Environmental genotoxicity and cytotoxicity in flounder (*Platichthys flesus*), herring (*Clupea harengus*) and Atlantic cod (*Gadus morhua*) from chemical munitions dumping zones in the southern Baltic Sea. *Mar. Environ. Res.* 96, 56–67.
 116. Amato, E., Alcaro, L., Corsi, I., Della Torre, C., Farchi, C., Focardi, S., Marino, G., Tursi, A., 2006. An integrated ecotoxicological approach to assess the effects of pollutants released by unexploded chemical ordnance dumped in the southern Adriatic (Mediterranean Sea). *Mar. Biol.* 149, 17–23.
 117. CHEMSEA, 2013. Results from the CHEMSEA project – chemical munitions search and assessment. <http://www.chemsea.eu/admin/uploaded/CHEMSEA%20Findings.pdf>.
 118. Beddington, J., Kinloch, A.J., 2005. Munitions Dumped at Sea: A Literature Review. IC Consultants Ltd., Imperial College London.
 119. Liebezeit, G., 2002. Dumping and re-occurrence of ammunition on the German North Sea coast. In: Missiaen, T., Henriët, J.P. (Eds.), *Chemical Munition Dump Sites in Coastal Environments*. Federal Office for Scientific, Technical and Cultural Affairs (OSTC), Brussels, Belgium, pp. 13–26.
 120. Lotufo, G.R., Rosen, G., Wild, W., Carton, G., 2013. Summary review of the aquatic toxicology of munitions constituents. U.S. Army Corps of Engineers, Washington. Report Number ERDC/EL TR-13-8. Work Unit 33143.
 121. Smith, R.W., Vlahos, P., Tobias, C., Ballentine, M., Ariyaratna, T., Cooper, C., 2013. Removal rates of dissolved munitions compounds in seawater. *Chemosphere* 92, 898–904.

122. HELCOM, 2013a. Chemical munitions dumped in the Baltic Sea. Report of the ad hoc Expert Group to Update and Review the Existing Information on Dumped Chemical Munitions in the Baltic Sea (HELCOM MUNI). Baltic Sea Environment Proceeding No. 142.
123. Sanderson, H., Fauser, P., Thomsen, M., Larsen, J.B., 2012. Weight-of-evidence environmental risk assessment of dumped chemical weapons after WWII along the NordStream gas pipeline in the Bornholm Deep. *J. Hazard. Mater.* 215–216, 217–226.
124. OSPAR, 2009c. Assessment of the Impact of Dumped Conventional and Chemical Munitions. Biodiversity Series.
125. IAEA, 2015. Inventory of Radioactive Material Resulting From Historical Dumping, Accidents and Losses at Sea. IAEA-TECDOC-1776, Vienna.
126. Benn, A.R., Weaver, P.P., Billet, D.S.M., van den Hove, S., Murdock, A.P., Doneghan, G.B., le Bas, T., 2010. Human activities on the deep seafloor in the north East Atlantic: an assessment of spatial extent. *PLoS One* 5 (9), e12730. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0012730>.
127. Alcaro, L., Amato, E., Cabioch, F., Farchi, C., Gouriou, V., 2007. DEEPP Project, DEvelopment of European Guidelines for Potentially Polluting Shipwrecks. ICRAM, Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare. CEDRE, Centre de Documentation de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux.
128. Landquist, H., Hassellöv, I.M., Rosén, L., Lindgren, J.F., Dahllöf, I., 2013. Evaluating the needs of risk assessment methods of potentially polluting shipwrecks. *J. Environ. Manag.* 119, 85–92.
129. Annibaldi, A., Illuminati, C., Truzzi, C., Scarponi, G., 2011. SWASV speciation of Cd, Pb and Cu for the determination of seawater contamination in the area of the Nicole shipwreck (Ancona Coast, Central Adriatic Sea). *Mar. Pollut. Bull.* 62, 2813–2821.
130. Sprovieri, M., Barra, M., Del Core, M., Di Martino, G., Giaramita, L., Gherardi, S., Innangi, S., Oliveri, E., Passaro, S., Romeo, T., Rumolo, P., et al.,

2013. Marine pollution from shipwrecks at the sea bottom: a case study from the Mediterranean basin. In: Hughes, T.B. (Ed.), *Mediterranean Sea: Ecosystems, Economic Importance and Environmental Threats* (Marine Biology: Oceanography and Ocean Engineering), pp. 35–164.

[illegible]

Organometallic compounds

Acenaphthene	83-32-9			X							Core indicators for hazardous substances.	Agreement 14-05.		
Acenaphthylene	208-96-8			X							Core indicators for hazardous substances.	Agreement 14-05.		
Acetic acid	55896-93-0	X		X								Agreement 14-05, Agreement 2013-06.		
Acrylonitrile	107-13-1	X												
Adamsite	578-94-9							X		CWC.	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordinance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Allyl (C3-C8, C9) benzenes	Not applicable	X												
Allylsulfate sulfonate derivatives	Not applicable			X										
Aluminum stearate	7047-84-9			X										
Amides	Not applicable			X										
Amines	Not applicable			X										
Ammonium picrate	131-74-8							X		CWC.	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordinance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Amoxicillin	26787-78-0		X							Com. Reg. 37/2010 (allowed substance, MRL established).		PARCOM Recommendation 94/6.		
Aniline	62-53-3	X												
Anthracene	120-12-7			X				X		WFD PS, WFD PHS.	Core indicators for hazardous substances. Recommendation 36/2.	Substance of Possible Concern (section A), Agreement 2014-06.		
Asbestos	1332-21-4								X					
Asaamabin	472-61-7		X							Reg. 1881/2003, annex I (authorized additive).				
Azamethiphos	35575-96-3		X							Com. Reg. 37/2010 (allowed substance, MRL not required).		PARCOM Recommendation 94/6.		
Ben(a)anthracene	56-55-3			X				X			Core indicators for hazardous substances. Recommendation 36/2.	Substance of Possible Concern (section A), Agreement 2014-06.		
Benzene	71-43-2	X		X	X			X		WFD PS.		Agreement 14-05.		
Benz(a)pyrene	50-32-8							X		WFD PS, WFD PHS.	Core indicators for hazardous substances. Recommendation 36/2.	Substance of Possible Concern (section A), Agreement 2014-06.		
Benzo(b)fluoranthene	205-99-2			X						WFD PS, WFD PHS.	Core indicators for hazardous substances.	Agreement 14-05.		
Benzo(g,h,i)perylene	191-24-2			X				X		WFD PS, WFD PHS.	Core indicators for hazardous substances. Recommendation 36/2.	Substance of Possible Concern (section A), Agreement 2014-06.		
Benzo(k)fluoranthene	205-99-2			X						WFD PS, WFD PHS.	Core indicators for hazardous substances.	Agreement 14-05.		
Benzocaine	94-09-7		X							Com. Reg. 37/2010 (allowed substance, MRL not required).		PARCOM Recommendation 94/6.		
Benzoic acid	65-85-0			X										
Biodiesel (B100)	67784-80-9				X									
Bis(2-ethylhexyl) adipate	103-23-1	X												
Brominated diphenylethers	Not applicable		X							WFD PS, WFD PHS: tetra, penta, hexa, heptabromodiphenylether.	Core indicators for hazardous substances: PBDE 28, 47, 99, 100, 153 and 154. BSAP specific concern in the Baltic Sea: penta, octa, and decabromodiphenylether.	Chemical for Priority Action (part C): 2,4,6-bromophenyl 1-2(2,3-dibromo-2-methylpropyl). Monitoring under CEMP.		
Bronopol	52-51-7		X							Com. Reg. 37/2010 (allowed substance, MRL not required).		PARCOM Recommendation 94/6.		
Butyl Acrylate (all isomers)	141-32-2	X												
Butylated hydroxyanisole	25013-15-5		X							Reg. 1881/2003, annex I.		Substance of Possible Concern (section B).		
Butyric acid	107-92-6			X									Agreement 14-05.	
Canola oil	120962-03-0	X			X									
Canthaxanthin	514-78-3		X							Reg. 1881/2003, annex I.				

Capsaicin	404-86-4	X					X	BPD (proposed candidate as biocide), CWC (agent banned in warfare).	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordinance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Carbon tetrachloride (tetrachloromethane)	56-23-5						X	WFD other pollutants.				
Carboxymethyl cellulose	9000-11-7			X								
Chloramphenicol	56-75-7		X					Com. Reg. 37/2010 (prohibited substance).				
Chlorobenzene	108-90-7						X					
Chlorothalonil	1807-45-6	X	X					BPD (non-inclusion into Annex I or Ia; not allowed in formulations placed on the market since 2008).				
Chrysene	218-01-8			X			X		Core indicators for hazardous substances, Recommendation 2014-06.	Substance of Possible Concern (section A), Agreement 2014-06, Agreement 14-05.		
Clark I	712-48-1						X	CWC.	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordinance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Clark II	23525-22-6						X	CWC.	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordinance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Corn oil	8001-30-7	X			X							
Cybutryne (organil)	28159-98-0	X	X		X			WFD PS, BPD (existing active substance, dossier under review).				
Cyclohexane	110-82-7	X										
Cyclopentadiene	542-92-7	X										
Cyclosarin	329-99-7						X	CWC.	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordinance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Cypermethrin	52315-07-8		X					WFD PS: isomer mixture of cypermethrin, alpha-cypermethrin, beta-cypermethrin, theta-cypermethrin, and zeta-cypermethrin. Com. Reg. 37/2010 (allowed substance, MRL established).		PARCOM Recommendation 94/6.		
DCOIT (see-Nine 211)	64359-81-5	X	X					BPD (existing active substance, dossier under review).				
DOTs	Not applicable		X				X	WFD other pollutants.		Agreement 2014-06: organochlorine pesticides.	UNEP/MAP MED POI monitoring programme.	BSMAP (mandatory).
Decanoic acid	334-48-5	X										
DEGDN	693-21-0						X	CWC.	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordinance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Deltamethrin	52918-63-5		X					Com. Reg. 37/2010 (allowed substance, MRL established).		PARCOM Recommendation 94/6.		
Dibenz(a,h)anthracene	53-70-3			X					Core indicators for hazardous substances.	Substance of Possible Concern (section A), Agreement 14-05.		
Dibenzothiophene	132-65-6			X						Substance of Possible Concern (section A), Agreement 14-05.		
Dichlorofluand	1083-98-8	X	X					BPD (existing active substance, dossier under review).				
Dichloroxy	62-73-7		X					WFD PS.				
Diesel fuel	68476-29-9			X	X							
Diethylhexylphthalate (DEHP)	117-81-7	X						WFD PS, WFD PHs.		Chemical for Priority Action (part A), Agreement 2014-06: characterization of phthalates may be necessary.		
Diflufenuron	35367-38-5		X					Com. Reg. 37/2010 (allowed substance, MRL established).		PARCOM Recommendation 94/6.		

Formalin	50-00-0		X							Com. Reg. 37/2010 (allowed substance, MRL not required).		PARCOM Recommendation 94%.		
Formic acid	64-18-8			X								Agreement 14-05, Agreement 2013- 06.		
Glutaraldehyde (pentane-1,5- dial)	111-30-8			X										
Glycerin (glycerol)	56-81-5			X								Agreement 2013- 06.		
Graphite	7782-42-5			X								Agreement 2013- 06.		
Heptane (all isomers)	142-82-5	X												
Hexachlorobenzene (HCB)	118-74-1		X							WFD PS, WFD PHS.		Substance of Possible Concern (section B).	UNEP/MAI MED POL monitoring programme.	
Hexane (all isomers)	110-54-3	X												
Hexanoic acid	142-62-1			X										
HMX	2691-41-0							X		CWC.	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordnance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Hydrogen cyanide	74-90-8							X		CWC (schedule 3).	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordnance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Hydroxyethyl cellulose	9004-62-0			X								Agreement 2013- 06.		
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	193-39-5			X				X		WFD PS, WFD PHS.	Core indicators for hazardous substances, Recommendation 36/2.	Agreement 2014- 06, Agreement 14-05.		
Isobutyric acid	79-31-2			X								Agreement 14-05.		
Isosonanol	27438-94-2	X												
Isovaleric acid	503-74-2			X								Agreement 14-05.		
Ivermectin	70285-86-7		X							Com. Reg. 37/2010 (allowed substance, MRL not established for fish).				
Kathon (mixture of 5-chloro- 2-methyl-4-isothiazolo-3-one and 2-methyl-4- isothiazolo-3-one)	55965-84-8			X										
Lewisite	541-25-3							X		CWC (schedule 1).	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordnance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Lignite	129321-00-0			X								Agreement 2013- 06.		
Lignosulfonate	8062-15-5			X										
Lilaflox (a mixture of N-(3- tridecyloxy)propyl)-1,3- propane diamine and N-(3- tridecyloxy)propyl)-1,3- propane diamine acetate)	22023-23-0 19073-42-8							X						
Malachite green	569-64-2		X							Com. Reg. 37/2010 (not authorized substance).				
Malonic acid	141-82-2			X										
Maneb	12427-38-2	X								BPD (not identified as biocidal product).				
MB54 (mixture of 4-(2- nitrobutyl) morpholine and 4,4-(2-ethyl-2- nitronimethylene) dimorpholine)	2224-44-4 1854-23-5			X										
Medetomidine	86347-14-0	X								BPD (new substance, dossier submitted for approval as product type 21).				
Metacaine	886-86-2		X											
Methanol	67-56-1	X		X								Agreement 2013- 06.		
Methyl tert-butyl ether (MTBE)	1634-04-4	X												
Methylphenols (cresols)	1319-77-3	X		X										
MIDEL 7131 (synthetic ester)	68424-31-7							X						
Nalidixic acid	389-08-2			X										
Naphtha (petroleum), hydrotreated light	64742-49-0							X						
Naphthalene	91-20-3			X		X				WFD PS.	Core indicators for hazardous substances.	Agreement 14-05.		
Naphthenic acid	1338-24-5			X								Agreement 14-05.		
Nitrobenzene	98-95-3	X												
Nitrocellulose	9004-70-0							X		CWC.	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordnance not specifically considered in the Dumping Protocol.	

Nitrogen mustard	55-86-7							X		CWC (schedule 1).	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordinance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Nitroglycerin	55-83-0							X		CWC.	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordinance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Nitroguanidine	556-88-7							X		CWC.	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordinance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Nonane (all isomers)	111-84-2	X												
Nonylphenols	Not applicable	X		X						WFD PS; WFD PMS; nonylphenol, including isomers 4-nonylphenol and 4-nonylphenol (branched).	BSAP specific concern in the Baltic Sea: nonylphenols/ethoxylates.	Chemical for Priority Action (part A); nonylphenols/ethoxylates and related substances. Agreement 14-05.		
Octane (all isomers)	111-65-9	X												
Octylphenols	Not applicable	X		X						WFD PS; octylphenol, including isomer 4-[1,1',3,3'-tetramethylbutyl]-phenol.	BSAP specific concern in the Baltic Sea (octylphenols/ethoxylates).	Chemical for Priority Action (part A); Agreement 14-05.		
Organophosphorus pesticides	Not applicable							X				Agreement 2014-05; characterization may be necessary.		
Orthophosphane	14265-44-2			X										
Oxalic acid	144-62-7			X										
Oxolinic acid	14696-29-4		X							Com. Reg. 37/2010 (allowed substance, MRL established).		PARCOM Recommendation 94/6.		
Oxytetracycline	79-57-2		X							Com. Reg. 37/2010 (allowed substance, MRL established).		PARCOM Recommendation 94/6.		
Palm oil	68440-15-3	X												
Pentaerythritol	115-77-5				X									
Perchloroethylene (tetrachloroethylene)	127-18-4	X												
Perfluorooctane sulfonic acid and its derivatives (PFOS)	1763-23-1							X		WFD PS; WFD PMS.	Core indicators for hazardous substances: perfluorooctane sulfonate. BSAP specific concern in the Baltic Sea: perfluorooctane sulfonate and perfluorooctanoic acid.	Chemical for Priority Action (part A); Pre-CEMP.		
PETN	78-11-5							X		CWC.	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordinance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Phenanthrene	85-01-8			X				X			Core indicators for hazardous substances. Recommendation 16/2.	Agreement 2014-05; Agreement 14-05.		
Phenol	108-05-2	X		X								Agreement 14-05.		BSMAP (optional).
Phenoxyethanol	122-99-6		X									PARCOM Recommendation 94/6.		
Phenylchloroarsine	606-28-6							X		CWC.	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordinance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Phosgene	75-44-5							X		CWC (schedule 3).	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordinance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Picric acid	88-89-1							X		CWC.	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordinance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Promidic acid	19562-30-2		X					X						
Polyacrylamide	9003-05-8			X		X								

Sulfur mustard	505-80-2						X	CWC (schedule 1).	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordnance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Sunflower oil	8001-21-6	X			X							
Tabun	77-81-6						X	CWC (schedule 1).	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordnance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Tamoxifen	1401-55-4			X								
TCMS pyridine (Densol 100)	13108-52-6	X	X					RPD (not identified as biocidal product).				
TCMTB (Runar)	21564-17-0	X						RPD (not identified as biocidal product).				
Tear gas	532-27-4						X	CWC (agent banned in warfare).	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordnance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Tellurobenzene	83121-18-0		X					Com. Reg. 37/2010 (allowed substance, MRL established).		PARCOM Recommendation 94/6.		
Tetrachloro-ethylene	127-18-4	X						WFD other pollutants.				
Tetryl	479-45-8						X	CWC.	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordnance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Thiram	137-26-8	X						RPD (not applicable as product type 21).				
TNT	118-96-7						X	CWC.	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordnance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Toluene	108-88-3	X		X	X					Agreement 14-05.		
Tolythiamid	711-27-1	X						RPD (existing active substance, dossier under review).				
Traloppyril (Iconex)	122454-29-9	X						RPD (new substance, dossier submitted for approval as product type 21).				
Tricaine methane sulphonate (MS-222)	886-86-2		X					Com. Reg. 37/2010 (allowed substance, MRL not required).		PARCOM Recommendation 94/6.		
Trichloron	52-68-6		X									
Trichloroethylene	79-01-6	X						WFD other pollutants.				
Trifluralin	1582-09-8		X					WFD PS. WFD PHS.		Chemical for Priority Action (Part A).		
Trimezoprim	738-70-5		X					Com. Reg. 37/2010 (allowed substance, MRL established).		PARCOM Recommendation 94/6.		
Triphenylamine	603-12-7						X	CWC.	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordnance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Valeric acid (pentanoic acid)	109-52-4			X						Agreement 14-05.		
VG	78-53-5						X	CWC (schedule 2).	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordnance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Vitamin C (L-ascorbic acid)	50-81-7		X					Reg. 1881/2003, annex I.		Agreement 2013- 06.		
Vitamin E (α-tocopherol)	59-02-9		X					Com. Reg. 37/2010 (allowed substance, MRL not required). Reg. 1881/2003, annex I.				
VM	21770-85-5						X	CWC.	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordnance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
VX	50782-89-9						X	CWC (schedule 1).	HELCOM SUBMERGED.	Recommendation 2010/20.	Obsolete ordnance not specifically considered in the Dumping Protocol.	
Xanthate salts	Not applicable					X						
Xylene	1330-10-7	X		X	X					Agreement 14-05.		

Radionuclides												
241Am							X			Recommendation 26/3 (voluntary).		
14C							X					
58Co							X					
60Co							X					
134Cs							X			Recommendation 26/3 (obligatory).		
137Cs							X		EURATOM Treaty (Art. 36).	Core indicators for hazardous substances. Recommendation 26/3 (obligatory).		BSIMAP (optional).
55Fe							X					
3H							X			Recommendation 26/3 (voluntary).	Agreement 2013-11.	
131I				X							Agreement 2013-11.	
224Ra				X							Agreement 2013-11.	
226Ra				X							Agreement 2013-11.	
228Ra				X							Agreement 2013-11.	
210Pb				X							Agreement 2013-11.	
210Po				X						Recommendation 26/3 (voluntary).		
238Pu							X					
239,240Pu							X			Recommendation 26/3 (voluntary).		
90Sr							X		EURATOM Treaty (Art. 36).	Recommendation 26/3 (voluntary).		BSIMAP (optional).
228Th				X							Agreement 2013-11.	
238U				X								

WFD PS: Water Framework Directive Priority Substance; PHS: Water Framework Directive Priority Hazardous Substance (status as at Directive 2013/39/EU of 12 August 2013).

WFD Other Pollutants: Pollutants included in the Annex II of Directive 2013/39/EU and for which a European standard applies, but not in the priority substances list.

WFD Watch list: New mechanism is to support the identification of priority substances for regulation under WFD. A restricted number of substances or group of substances (up to 10) are to be included in a dynamic Watch List, remaining there for limited time (Carvalho et al., 2015).

BPd: EU Biocide Regulation (528/2012 and amendment 334/2014): All biocidal products require an authorization before they can be placed on the market, and the active substances contained in that biocidal product must be previously approved. Hence, a list of active substances agreed for inclusion in biocidal products are listed in Annexes I and II and classified under 22 different biocidal product types, including antifouling agents (product type 21).

Regulation (EC) No 1831/2003: European Union legislation on feed additives.

CWC: Chemical Weapons Convention:

- Schedule 1 substances are chemicals which can either be used as toxic chemical weapons themselves or used in the manufacture of chemical weapons but which have as little or no use for purposes not prohibited under this Convention.
- Schedule 2 substances are chemicals which can either be used as toxic chemical weapons themselves or used in the manufacture of chemical weapons but which are not produced in large commercial quantities for purposes not prohibited under this Convention.
- Schedule 3 substances are chemicals which can either be used as toxic chemical weapons themselves or used in the manufacture of chemical weapons but which also may be produced in large commercial quantities for purposes not prohibited under this Convention.

CCWC: Convention on Certain Conventional Weapons/Protocol III on Incendiary Weapons.

Com. Reg. 37/2010: Commission Regulation (EU) No 37/2010 of 22 December 2009 on pharmacologically active substances and their classification regarding maximum residue limits in food stuffs of animal origin.

EMSA Dispersants Inventory: This inventory contains information for each Member State regarding the national rules and regulations for usage of oil spill dispersants as an at-sea oil spill response method. The inventory is updated in regular intervals (latest in EMSA, 2014).

Titanium Dioxide Directives (Council Directive 78/176/EEC; 82/883/EEC; 92/112/EEC): Community legislation to prevent and progressively reduce pollution caused by waste from the titanium dioxide industry with a view to the elimination of such pollution.

HELCOM SUBMERGED: HELCOM expert group on environmental risks of hazardous submerged objects (assessment period agreed for 2015-2017). The terms of reference of this group include also sea dumped chemical munitions.

HELCOM core indicators: Core indicators for hazardous substances as concluded in the final report of the HELCOM CORESET project (HELCOM, 2013b).

BSAP specific concern in the Baltic Sea: Hazardous substances of the Baltic Sea Action Plan to follow the reaching of the ecological objectives under the strategic goal of hazardous substances (HELCOM, 2007).

HELCOM Recommendation 18/2: HELCOM guidelines for the environmental performance of offshore activities HELCOM Recommendation 18/2 adopted 12 March 1997.

<http://www.helcom.fi/Recommendations/Rec2018-2.pdf>

HELCOM Recommendation 36/2: HELCOM Guidelines for Management of Dredged Material at Sea, adopted by HELCOM 36-2015 on 4 March 2015.

<http://www.helcom.fi/Lines/Publications/HELCOM%20Guidelines%20for%20Management%20of%20Dredged%20Material%20at%20Sea.pdf>

HELCOM Recommendation 26/3: HELCOM guidelines for regular monitoring programme of radioactive substances.

<http://helcom.fi/Lines/Publications/Guidelines%20for%20Monitoring%20of%20Radioactive%20Substances.pdf>

OSPAR List of Chemicals for Priority Action:

- Part A: Chemicals where a background document has been or is being prepared.
- Part B: Chemicals where no background document is being prepared because they are intermediates in closed systems.
- Part C: Chemicals where no background document is being prepared because there is no current production or use interest.

OSPAR List of Substances of Possible Concern:

- Section A: substances which warrant further work by OSPAR because they do not meet the criteria for Sections B-D and substances for which, for the time being, information is insufficient to group them in Sections B-D.
- Section B: substances which are of concern for OSPAR but which are adequately addressed by EC initiatives or other international forums.
- Section C: substances which are not produced and/or used in the OSPAR catchment or are used in sufficiently contained systems making a threat to the marine environment unlikely.
- Section D: substances which appear not to be "hazardous substances" in the meaning of the Hazardous Substances Strategy but where the evidence is not conclusive.

CEMP: OSPAR Coordinated Environmental Monitoring programme (concentrations and effects in the marine environment).

OSPAR Recommendation 2010/20: OSPAR framework for reporting encounters with conventional and chemical munitions in the OSPAR Maritime Area (from 1 January 2011).

OSPAR Agreement 2014-06: OSPAR guidelines for the Management of Dredged Material at Sea, including its chemical characterization.

PARCOM Recommendation 94/6: Best Environmental Practice (BEP) for the Reduction of Inputs of Potentially Toxic Chemicals from Aquaculture Use (implementation reporting on this recommendation ceased in 2006, but that if there were significant developments in the aquaculture industry in the future, the need for implementation reporting should be revisited) (OSPAR, 2006).

PARCOM Recommendation 84/1 on pollution by titanium dioxide wastes.

OSPAR Agreement 14-05: OSPAR list of potentially harmful substances typically analyzed to characterize produced water samples from the offshore industry.

OSPAR Agreement 2013-06: OSPAR list of substances used and discharged offshore which do not normally need to be strongly regulated as the OSPAR Commission considers them to pose little or no risk to the environment (PLONOR).

OSPAR Agreement 2013-11: Reporting procedures to be used for annual reporting of data on discharges from the non-nuclear sector, as required by the OSPAR Radioactive Substances Strategy.

www.ospar.org/work-areas/sc/non-nuclear-discharges

UNEP/Map MED POL Monitoring programme (Annex IX Contaminants): Indicators Monitoring Fact Sheets on Ecological Objective 9: Contaminants (UNEP/Map, 2015).

UNEP/Map Dumping protocol: Protocol for the Prevention of Pollution in the Mediterranean Sea by Dumping from Ships and Aircraft.

BSIMAP: Black Sea Integrated Monitoring and Assessment Programme. www.blacksea-commission.org/. bsimap.asp

EURATOM Treaty (Art. 36): Commission recommendation of 8 June 2000 on the application of Article 36 of the Euratom Treaty concerning the monitoring of the levels of radioactivity in the environment for the purpose of assessing the exposure of the population as a whole. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000H0473&from=EN>.