

บทที่ 2

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปัจจัยการเกิด ลักษณะ และวิธีการ ในการบรรเทามลพิษทางอากาศจากเรือเดินทะเล

เนื่องจากโลกมีพื้นน้ำที่กว้างใหญ่และเรือเป็นพาหนะที่สามารถเดินทางไปได้เกือบทุกหนแห่ง ตลอดจนสามารถรองรับปริมาณการขนส่งได้คราวละมาก ๆ และเสียค่าใช้จ่ายในจำนวนน้อยเมื่อเปรียบเทียบวิธีการขนส่งอื่น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การขนส่งทางทะเลกลายเป็นรูปแบบในการขนส่งอันสำคัญยิ่งในการค้าระหว่างประเทศ

อย่างไรก็ดี ผลกระทบข้างเคียงจากการใช้เรือก็เป็นสิ่งที่ตามมาอย่างไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ ซึ่งประเด็นปัญหาในเรื่องดังกล่าวนี้กำลังทวีความสำคัญยิ่งในปัจจุบัน ดังจะเห็นได้จาก การกำหนดให้เรือเดินทะเลเป็นแหล่งมลพิษทางทะเลที่สำคัญประการหนึ่งในความตกลงระหว่างประเทศหลายฉบับ อาทิ ในภาค 12 ของอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยกฎหมายทะเล ค.ศ. 1982 (United Nations Convention on the Law of the Sea, 1982 – UNCLOS) ซึ่งระบุให้เรือเดินทะเลเป็นแหล่งมลพิษอีกประการหนึ่งที่รัฐภาคีจะต้องให้ความสำคัญนอกเหนือจากแหล่งมลพิษบนบก (land-based source) แหล่งมลพิษจากกิจการใต้ทะเล ที่อยู่ภายใต้อำนาจของรัฐ (sea-bed activities subject to national jurisdiction) แหล่งมลพิษจากกิจกรรมในพื้นที่เฉพาะ (activities in the Area) และแหล่งมลพิษจากการทิ้งเท (dumping)¹

1. สาเหตุและลักษณะของมลพิษจากเรือเดินทะเลโดยทั่วไป

1.1 สาเหตุของการเกิดมลพิษจากเรือเดินทะเล

มลพิษจากเรือไม่ว่าจะเกิดในรูปลักษณะใด ก็อาจเกิดขึ้นได้จาก 2 สาเหตุหลัก ดังนี้

1.1.1 การปฏิบัติการตามปกติของเรือ (Routine Operation)

¹ จุมพต สายสุนทร, กฎหมายสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ : การคุ้มครองและรักษาสีงแวดล้อมทางทะเล, พิมพ์ครั้งที่ 1 (กรุงเทพมหานคร : 2546), โครงการตำราและวารสารนิติศาสตร์ คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, น. 32.

การเกิดมลพิษขึ้นจากสาเหตุนี้ มักเป็นการก่อให้เกิดมลพิษขึ้นด้วยความจงใจ (wilfully) ในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ บนเรือเดินทะเล ซึ่งโดยทั่วไปแล้วมักพบว่าเรือส่วนใหญ่โดยเฉพาะเรือเดินทะเลแบบประจำเส้นทาง (sea-liners) และเรือบรรทุก (tankers) เมื่อเดินอยู่ในพื้นที่ห่างไกลหรือในบริเวณที่ยากแก่การควบคุมตรวจสอบจากเจ้าหน้าที่ชายฝั่ง ลูกเรือก็มักไม่เรือที่จะหละหลวมต่อมาตรการควบคุมมลพิษต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการปล่อยทิ้งน้ำมัน น้ำเสีย สารเคมี ขยะ เศษซีเมนต์ เหมือง หรือไอเสียต่าง ๆ โดยการเกิดมลพิษจากสาเหตุนี้นับวันจะยิ่งมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากการขยายตัวอย่างต่อเนื่องของกองเรือเดินทะเลในภาพรวม และการเดินเรือแบบประจำเส้นทาง (Liners shipping)³ ในปัจจุบัน โดยบริเวณที่เรือเดินทะเลมักก่อมลพิษประเภทนี้ได้แก่ เขตบริเวณทะเลหลวงซึ่งอยู่ห่างไกลจากการควบคุมดูแลของเจ้าหน้าที่ โดยเมื่อมลพิษที่เรือปล่อยออกมาถูกพัดพาโดยคลื่นลม และ/หรือ กระแสน้ำ ก็จะทำให้มลพิษต่าง ๆ ถูกพัดพาเข้ามาสู่บริเวณชายฝั่งในที่สุด ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้การปฏิบัติการตามปกติบนเรือเดินทะเลของลูกเรือกลายเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งของปัญหามลพิษชายฝั่ง⁴

1.1.2 อุบัติเหตุในการเดินเรือ (accidents)

มลพิษจากเรือซึ่งเกิดขึ้นจากอุบัติเหตุในการเดินเรือ เป็นสาเหตุการเกิดมลพิษที่เกิดขึ้นมากในสมัยปัจจุบัน ซึ่งมลพิษที่เกิดจากสาเหตุนี้ในแต่ละครั้งมักเป็นมลพิษที่มีความรุนแรงและเกิดผลเสียหายอย่างมาก โดยอุบัติเหตุในการเดินเรือดังกล่าวมักเกิดขึ้นในรูปแบบต่าง ๆ อาทิ การโตนกันของเรือ (collision) ไม่ว่าจะ เป็นระหว่างเรือบรรทุก กับเรือบรรทุกด้วยตัวเอง หรือระหว่างเรือบรรทุกและเรืออื่น ๆ เรือชนหินโสโครกหรือปะการังเนื่องจากสภาพอากาศแปรปรวนจากพายุ หรือมีหมอกกลางจัด การเกยตื้น (stranding) การเกิดอัคคีภัย เป็นต้น

² Kobchai Charoenvimokul, "Problematic Impasse for Thailand Relating to Marine Pollution", *Thammasat Law review*, (June 1992): 218.

³ สายการเดินเรือแบบประจำเส้นทาง (Liners shipping) เป็นการให้บริการขนส่งสินค้าทางทะเลที่ให้บริการระหว่างเมืองท่าหรือกลุ่มของเมืองท่าหนึ่งไปยังอีกเมืองท่าหนึ่งหรือกลุ่มเมืองท่าหนึ่งโดยมีกำหนดตารางเวลาที่แน่นอนว่าจะให้บริการด้วยความถี่เท่าใดบ้าง แม้ว่าในตามรอบเวลาการเดินเรือในแต่ละรอบอาจจะมีปริมาณสินค้าบรรทุกไม่เต็มลำก็ตาม ซึ่งมีลักษณะการให้บริการคล้ายกับรถประจำทางนั่นเอง

⁴ Kobchai Charoenvimonkul, *อ้างแล้ว*, *เชิงอรรถที่ 2*, น. 218.

โดยภาพรวมแล้ว แม้ว่าผลกระทบมลพิษที่เกิดจากอุบัติเหตุในการเดินเรือแต่ละคราว จะมีความรุนแรงและมีผลชัดเจนกว่าผลของก่อมลพิษจากการปฏิบัติการตามปกติในเรือเดินทะเล ก็ตาม แต่อย่างไรก็ดี เมื่อคำนึงถึงจำนวนและปริมาณการเกิดมลพิษจากสาเหตุทั้งสองประการแล้ว จะพบว่ามลพิษอันเนื่องมาจากกิจกรรมต่าง ๆ ในเรือเดินทะเลนั้นก่อให้เกิดมลพิษได้บ่อยครั้งกว่า อุบัติเหตุในการเดินเรือเพราะเรือแต่ละลำย่อมจะต้องมีการปฏิบัติการบนเรือตามปกติเป็นประจำ ทุกวัน

1.2 ลักษณะของมลพิษจากเรือเดินทะเล

ปกติแล้วเรือเดินทะเล อาจก่อให้เกิดมลพิษได้หลายลักษณะ หากพิจารณาประเภทของ มลพิษจากเรือตามที่ปรากฏในอนุสัญญาว่าด้วยการป้องกันภาวะมลพิษทางทะเลที่เกิดจากเรือ ค.ศ. 1973 (International Convention on Prevention of Marine Pollution from Ships 1973 as amend by 1978 หรือ “MARPOL 73/78”) แล้ว⁵ จะสามารถจำแนกมลพิษได้ 6 ชนิด ดังนี้

1.2.1 ภาวะมลพิษจากน้ำมัน (oil pollution)

เรือเดินทะเลโดยเฉพาะอย่างยิ่งเรือบรรทุกน้ำมัน (oil tankers) นับว่าเป็นแหล่ง มลพิษ น้ำมันในทะเลที่สำคัญ โดยรูปแบบของมลพิษน้ำมัน ได้แก่ การปนเปื้อนหรือรั่วไหลของน้ำมันลงสู่ ทะเล ทั้งนี้ แหล่งที่มาของการปนเปื้อนหรือรั่วไหลอาจเกิดจากความตั้งใจของลูกเรือใน การดำเนิน กิจกรรมต่าง ๆ บนเรือตามเส้นทางการเดินเรือประจำ อาทิ การปล่อยทิ้งจากการขนถ่ายสินค้า เช่น การถ่ายน้ำอับเฉา (deballasting) หรือการสูบน้ำถ่วงท้องเรือ (bilge pumping) ออกจากใต้ท้อง เรือ⁶ เป็นต้น หรือการปล่อยทิ้งน้ำปนน้ำมันจากการปฏิบัติการที่เกิดขึ้นขณะนำเรือเข้าอู่แห้ง เช่น

⁵ The International Maritime Organization, <<http://www.imo.org/home.asp>> (December 2007).

⁶ กรณีมีการขนถ่ายสินค้าเสร็จ เรือจะมีน้ำหนักเบา ดังนั้น เพื่อป้องกันเรือโคลง ระหว่างการเดินทางกลับ ลูกเรือจึงจำเป็นต้องเติมน้ำทะเล ประมาณ 0.35 เปอร์เซ็นต์ ของสินค้าบรรทุกเพื่อเป็นการถ่วงอับเฉาเรือ โดยน้ำดังกล่าวจะไปผสมกับน้ำมันที่ค้างอยู่ในถัง บรรทุก เมื่อเรือดังกล่าวเดินทางถึงท่าเรือ จะต้องดำเนินการถ่ายน้ำถ่วงท้องเรือดังกล่าวออกจาก

การล้างถังบรรทุก ก่อนที่เรือจะเข้าสู่เรือ ลูกเรือจะต้องทำความสะอาดถังบรรทุกสินค้าก่อนจึงมักมีการปล่อยทิ้งน้ำมันจากการทำความสะอาดลงสู่ทะเล เป็นต้น นอกจากนี้ การรั่วไหลหรือปนเปื้อนยังอาจเกิดจากอุบัติเหตุในการเดินเรือ เช่น อุบัติเหตุระหว่างการขนถ่ายสินค้า บริเวณท่าเรือ หรืออุบัติเหตุในการเดินเรือในทะเล อาทิ เรือโดนกัน เรือชนหินโสโครก เกิดเพลิงไหม้ อุบัติเหตุเหล่านี้มักทำให้ปริมาณน้ำมันดิบหรือน้ำมันเชื้อเพลิงต่าง ๆ ที่บรรทุกมากับเรือโดยเฉพาะเรือบรรทุกน้ำมัน ไหลปนเปื้อนลงสู่ทะเลโดยตรงในปริมาณมากโดยที่มิได้ผ่านกระบวนการขจัดหรือกลั่นกรองเพื่อลดมลพิษ ซึ่งมักทำให้เกิดความเสียหายมหาศาลทั้งการกำจัดและเยียวยาความเสียหาย อย่างไรก็ตาม อุบัติเหตุในการเดินเรือนั้นถือได้ว่าเกิดขึ้นได้น้อยครั้งเมื่อเปรียบเทียบกับ การปฏิบัติการตามปกติของเรือ⁷

มลพิษน้ำมันจัดได้ว่าเป็นมลพิษหลักซึ่งก่อให้เกิดอนุสัญญาระหว่างประเทศด้าน พหุสัญญาว่าด้วยการควบคุม ลด และบรรเทาปัญหามลพิษที่เกิดแก่สิ่งแวดล้อมซึ่งเป็น ผลกระทบข้างเคียงจากความเจริญทางพาณิชย์ ซึ่งภายหลังได้ขยายผลไปสู่การควบคุม ลด และบรรเทาปัญหามลพิษจากการขนส่งทางเรือลักษณะอื่นด้วย

1.2.2 ภาวะมลพิษจากสารเหลวเป็นพิษ (noxious liquid substances)

ในการขนส่งสินค้าทางทะเลบ่อยครั้งเป็นการขนส่งสินค้าประเภทสารเคมีหรือสารเหลว เป็นพิษ ซึ่งสินค้าเหล่านี้อาจก่อมลพิษขึ้นได้เช่นเดียวกัน โดยอาจเกิดการรั่วไหล ระเหย หรืออาจเกิดปฏิกิริยาเคมีจนทำให้เกิดเป็นสารมลพิษขึ้นได้หากมิได้มีการเก็บรักษาสารเคมีหรือสารเหลว เป็นพิษดังกล่าวตามวิธีการที่ถูกต้อง นอกจากนี้ อุบัติเหตุระหว่างการขนส่งก็อาจเป็นอีกสาเหตุ หนึ่งที่ทำให้สารเคมีหรือสารเหลวเป็นพิษดังกล่าวรั่วไหลลงสู่ท้องทะเล⁸

เรือก่อนจึงจะบรรทุกสินค้าครั้งต่อไปได้ โดยมากมักถ่ายทิ้งข้างเรือบริเวณท่าเรือขณะจอดเทียบท่า ดังกล่าว จึงทำให้เกิดการปนเปื้อนของน้ำมันลงสู่ทะเลได้

⁷ Thomas J. Schoenbaum and Jessica L. McClellan Pocket part, “the 2004 pocket part Updated Thomas J. Schoenbaum and Jessica L. McClellan Chapter 18-1 Marine Pollution (4 edition)”, 2Admiralty and Maritime law.

⁸ วัฒนวรรณ ไชยะกุล , “ปัญหากฎหมายไทยด้วยความรับผิดชอบเพื่อความเสียหาย อันเนื่องมาจากการขนส่งทางทะเลซึ่งสารอันตรายและเป็นพิษ ”, (วิทยานิพนธ์นิติศาสตร์ มหาบัณฑิต คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2545), น. 6.

นอกจากนี้การรั่วไหลปนเปื้อนของสารเหลวเป็นพิษลงสู่ทะเลยังอาจเกิดจากความตั้งใจของคนที่อยู่บนเรืออีกด้วย การปนเปื้อนลักษณะนี้มักเกิดในบริเวณที่การเดินทางเรือเดินทะเลประเภทเรือโดยสาร (cruise ship) อยู่อย่างคับคั่ง เช่น แถบทะเลแคริบเบียน และบริเวณชายฝั่งของประเทศสหรัฐอเมริกา เช่น ชายฝั่งรัฐออลาสก้า และชายฝั่งรัฐแคลิฟอร์เนีย เป็นต้น⁹ โดยมากมักเป็นการปนเปื้อนของสารเคมีจำพวกที่ใช้ในชีวิตประจำวันของผู้โดยสาร เช่น น้ำยาซักแห้ง น้ำยาล้างรูป น้ำยาจากผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดเส้นผม เป็นต้น

อย่างไรก็ดี การเยียวยาและกำจัดสารเคมีหรือสารเหลวเป็นพิษซึ่งรั่วไหลและปนเปื้อนลงสู่ทะเลนั้นทำได้ยากกว่ามลพิษน้ำมัน โดยสารบางชนิดอาจก่อให้เกิดมลพิษที่ร้ายแรงกว่ามลพิษน้ำมัน เนื่องจากสารเคมีบางชนิดมีสภาพเป็นของเหลวที่ไม่มีสีและไม่มีกลิ่นจึงสามารถผสมปนกับน้ำทะเลได้โดยที่ไม่อาจสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า ในขณะที่น้ำมันเมื่อรั่วไหลปนเปื้อนลงสู่ทะเลจะแยกชั้นชัดเจนไม่รวมตัวกับน้ำทะเลและมีสีดำทำให้สังเกตเห็นได้ชัดเจนง่ายต่อการควบคุมการปนเปื้อนและเก็บรวบรวมเพื่อกำจัด

1.2.3 ภาวะมลพิษจาก การขนส่งสาร อันตราย ทางทะเลที่อยู่ในบรรจุภัณฑ์ (harmful substances carried by sea in packaged form)

เป็นที่ทราบกันดีในประเพณีการเดินทางทะเลว่า ในบางสภาวะฉุกเฉินตามจำเป็นแล้วเรืออาจต้องสลະทิ้งสัมภาระบางอย่างในท้องทะเลเพื่อให้เรือมีน้ำหนักเบาและทรงตัวได้ดีขึ้น (jettisoning) ทั้งนี้ เพื่อความปลอดภัยของเรือหรือช่วยเหลือชีวิตมนุษย์ในทะเล อย่างไรก็ตาม กรณีดังกล่าวนี้ก็อาจก่อให้เกิดปัญหามลพิษขึ้นได้เช่นกันหากสัมภาระที่สลະทิ้งลงทะเลเป็นบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุสารอันตรายไว้ภายใน ทั้งนี้ เนื่องจากสารอันตรายหลายชนิดนั้น หากแพร่กระจายหรือถ่ายเทไปยังสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งมีชีวิตอื่นแล้ว อาจส่งผลร้ายแรงต่อระบบชีววิทยา ผลผลิต หรือสุขภาพอนามัยของสิ่งมีชีวิตอื่นได้ ดังนั้น กระบวนการเพื่อคัดแยก ทำเครื่องหมายบ่งชี้ การศึกษาถึงสภาพการขนส่ง การดูแลสัมภาระที่บรรจุสารแต่ละประเภท ตลอดจนกำหนดให้การทิ้งบรรจุภัณฑ์หรือหีบห่อของสารอันตรายแต่ละชนิดไว้แตกต่างกันและกำหนดให้การทิ้งบรรจุภัณฑ์ของสารบางชนิดจะกระทำต่อเมื่อจำเป็นอย่างยิ่งยวดเท่านั้น จึงเป็นสิ่งจำเป็น

⁹ Andrew Schulkin, "Safe Harbors: Crafting and International solution to Cruise Ship Pollution", 15 Georgetown International Environmental Law Review (Fall 2002), p. 111.

1.2.4 ภาวะมลพิษจากของโสโครก (sewage)

การทิ้งของโสโครกลงในทะเลสามารถทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเล นอกจากนี้สิ่งโสโครกยังนำไปสู่การทำลายก๊าซออกซิเจนและทำลายสิ่งแวดล้อม มลพิษประเภทนี้มักเกิดขึ้นมากในประเทศที่มีอุตสาหกรรมท่องเที่ยวขนาดใหญ่

1.2.5 ภาวะมลพิษจากขยะ (garbage)

เดิมคนส่วนใหญ่มีความเชื่อที่ผิดๆ ว่า ทะเลหรือมหาสมุทรสามารถที่จะชำระล้างทุกสิ่งทุกอย่างซึ่งทิ้งลงไปได้ แต่ปัจจุบันนี้ทัศนคติดังกล่าวได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างชัดเจนโดยมลพิษที่เกิดขึ้นชี้ให้เห็นชัดเจนว่าขยะที่ทิ้งลงไปทะเลหรือมหาสมุทรไม่สามารถสลายหายไปเองได้ ซึ่งแม้ว่าจะในข้อเท็จจริงขยะดังกล่าวจะสามารถย่อยสลายได้ก็ตามแต่ก็อาจใช้ระยะเวลายาวนานหลายเดือนหรือหลายปีตามแต่ละชนิดของขยะ¹⁰ โดยขยะจากเรือถือเป็นปัญหามลพิษทางทะเลที่สำคัญเช่นเดียวกับกรณีมลพิษน้ำมันและสารเคมี ซึ่งส่วนใหญ่ ได้แก่ ขยะจำพวกพลาสติก ซึ่งสามารถลอยอยู่บนผิวน้ำโดยยังไม่ย่อยสลายได้เป็นเวลานานหลายปี

1.2.6 ภาวะมลพิษทางอากาศ (air pollution)

เรือเดินทะเลจัดเป็นแหล่งมลพิษทางอากาศชนิดที่เคลื่อนที่ได้ (mobile source) นอกเหนือไปจากแหล่งมลพิษทางอากาศที่เคลื่อนที่ได้ชนิดอื่น เช่น รถยนต์ รถบรรทุก เครื่องบิน รถไฟ โดยปัจจุบันในหลายประเทศพบว่าเรือเดินทะเลกำลังกลายเป็นสาเหตุสำคัญของแหล่งมลพิษทางอากาศ เช่น แถบสหภาพยุโรป¹¹ จากเดิมที่สาเหตุสำคัญ คือ แหล่งมลพิษบนบก (land-based source) แต่จากการศึกษาพื้นที่บริเวณทะเลรอบทวีปยุโรป อาทิ ทะเลบอลติก ทะเลเหนือ บางส่วนของมหาสมุทรอาร์คติก ทะเลเมดิเตอร์เรเนียน และทะเลดำ พบว่าในช่วงระยะเวลาหลาย

¹⁰ ตัวอย่างระยะเวลาย่อยสลายของขยะแต่ละประเภท เช่น ขยะจำพวกแก้วโดยสารกระจก ใช้ระยะเวลาย่อยสลาย 2-4 สัปดาห์, ฝ้ายคอตตอนใช้ระยะเวลา 1-5 เดือน, กระจกปัดบู๊กใช้ระยะเวลา 100 ปี, กระจกอลูมิเนียมใช้ระยะเวลา 200-500 ปี และขวดพลาสติกใช้ระยะเวลา ยาวนานถึง 400-500 ปี เป็นต้น

¹¹ European Union, Transport and Environment Policy, <<http://ec.europa.eu/environment/air/transport.htm>> (August 2006)

ปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันปริมาณการก่อมลพิษทางอากาศจากแหล่งมลพิษทางบกเริ่มลดปริมาณลง ในขณะที่ปริมาณการก่อมลพิษทางอากาศจากเรือเดินทะเลมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ¹² มลพิษทางอากาศ¹³ จากเรือ ส่วนใหญ่มักเกิดจากการสันดาปที่ไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์และเชื้อเพลิงที่ไม่สะอาดเนื่องจากมีสารแปลกปลอมเจือปนอยู่มาก เช่น มีปริมาณกำมะถันในปริมาณมาก นอกจากนี้ก็อาจเกิดจากสารประกอบในเชื้อเพลิงที่ปนเปื้อนในชั้นบรรยากาศโดยที่ไม่ผ่านกระบวนการเผาไหม้ หรือแม้กระทั่งมีกระบวนการเผาไหม้ที่สมบูรณ์แล้ว ก็อาจก่อให้เกิดสารมลพิษได้เช่นเดียวกัน โดยสารมลพิษที่ได้กรณีนี้มักเกิดขึ้นโดยฉับพลันทันทีที่มีเผาไหม้หรือมีกระบวนการอื่นใดสภาวะที่เหมาะสมหนึ่ง ๆ อย่างรวดเร็ว เช่น การที่ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และไนตริกออกไซด์จากเครื่องยนต์ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (oxidation) จนกลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NOx) เป็นต้น¹⁴ อย่างไรก็ตาม มลพิษทางอากาศจากเรือยังอาจเกิดขึ้นจากสารเคมีเป็นพิษที่ได้จากการใช้อุปกรณ์ทำความสะอาดต่าง ๆ ในเรือเดินทะเลด้วย ซึ่งเรือส่วนใหญ่จะมีอุปกรณ์ทำความสะอาดซึ่งมักทำงานตลอดเวลาเพื่อ

¹² The North Sea Foundation, Sea at Risk and The Swedish NGO Secretariat on Acid Rain, "A briefing document published by The European Environmental Bureau, The European Federation for Transport and Environment: Air Pollution from ships", (November 2004) , available on the internet at <http://www.acidrain.org/pages/policy/sub6_2.asp>, (September 2006), p. 4.

¹³ โดยทั่วไปอากาศบริสุทธิ์จะมีก๊าซต่าง ๆ โดยปริมาตรคือ ไนโตรเจนประมาณร้อยละ 78 ออกซิเจนประมาณร้อยละ 21 ที่เหลือจะประกอบด้วยคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซอื่น ๆ เช่น ฮีเลียม คริปตอน ไออน่า และฟลูออรีน ในกรณีที่ส่วนประกอบของอากาศผิดปกติจนถึงระดับที่ทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ พืช หรือทรัพย์สินต่าง ๆ ดังกล่าวนี้นี้เรียกว่า "มลพิษทางอากาศ" ซึ่งมีสาเหตุทั้งจากกระบวนการตามธรรมชาติและมนุษย์

¹⁴ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว (เล่มที่ 15) ฉบับกาญจนาภิเษก พ.ศ. 2545, เอกสารทางอิเล็กทรอนิกส์ <http://www.kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK15/chapter9/chap9.htm> (September 2006).

รักษาอุณหภูมิของสินค้าที่ขนส่งบนเรือขณะที่เรือแล่นอยู่กลางทะเลหรือขณะที่จอดเทียบท่า ณ ท่าเรือ¹⁵

อนึ่ง สารมลพิษที่ได้จากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์หรือการระเหยของสารเคมีในเครื่องทำความเย็นดังกล่าว เช่น Sulphur Oxide (SO_x) Nitrogen Oxide (NO_x) Carbon Oxide (CO_x) CFC Halon เป็นต้น สารเหล่านี้เมื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (oxidation) และสารอื่นในอากาศก็อาจกลายเป็นสารมลพิษอีกชนิดหนึ่งที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ สิ่งมีชีวิตอื่น และสิ่งแวดล้อมได้ ในหลายกรณีมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการเปลี่ยนรูปของสารมลพิษอย่างรวดเร็วดังกล่าวมาข้างต้นอาจทำให้เกิดผลไปไกลจนข้ามพรมแดนแพร่กระจายไปได้ เช่น กรดซัลฟูริกและกรดไนตริกที่ได้จากการเผาไหม้เมื่อรวมตัวกับไอน้ำในอากาศจะกลายเป็น ฝนกรด (acid rain) แพร่กระจายต่อไป หรือกรณีก๊าซเฉื่อยบางชนิด เช่น Freon ซึ่งเป็นสารจำพวก CFC ชนิดหนึ่งที่จะแตกตัวเมื่อกระทบรังสีอัลตราไวโอเล็ตจะเป็นตัวเร่งให้เกิดการทำลายโอโซน (Ozone) ในบรรยากาศระดับสูงซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศไปทั่วโลก¹⁶ เป็นต้น ซึ่งนอกจากจะสามารถแพร่กระจายไปได้ไกลแล้ว การควบคุมและกำจัดสารมลพิษที่ปนเปื้อนในอากาศยังทำได้ยากเมื่อสารมลพิษแพร่กระจายไปแล้ว ซึ่งนับว่าเป็นลักษณะสำคัญที่ทำให้มลพิษทางอากาศแตกต่างจากมลพิษจากเรือเดินทะเลรูปแบบอื่น

2. ปัจจัยการเกิด รูปแบบ และผลของมลพิษทางอากาศจากเรือเดินทะเล

ไอเสียและสารมลพิษต่าง ๆ ที่ปล่อยออกมาจากเรือเดินทะเลและก่อให้เกิดผลกระทบต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสภาวะแวดล้อมนั้น เกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัยทั้งปัจจัยทางตรงที่เกิดจากองค์ประกอบภายในของอุปกรณ์ วัสดุดิบ และเครื่องมือต่าง ๆ ในเรือเดินทะเลเป็นสำคัญ และทางอ้อมที่เกิดจากองค์ประกอบภายนอกซึ่งมักเป็นปัญหาในทางเทคนิค

¹⁵ The North Sea Foundation, Sea at Risk and The Swedish NGO Secretariat on Acid Rain, *Supra note 12*. p. 8.

¹⁶ อ้างแล้ว, *เชิงอรรถที่ 14*.

2.1 ปัจจัยทางตรงของการเกิดมลพิษทางอากาศในเรือเดินทะเล

ปัจจัยที่มีผลต่อการก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศทางตรง ได้แก่ ¹⁷ ปริมาณน้ำมันที่ใช้ในเรือเดินทะเลแต่ละคร่าว ลักษณะของน้ำมันเชื้อเพลิง ระบบของเครื่องยนต์ และระบบการควบคุมมลพิษก่อนการปล่อยทิ้ง

2.1.1 ปริมาณน้ำมันที่ใช้ในเรือเดินทะเล (the amount of fuel consumed)

ปริมาณของน้ำมันที่ใช้ในเรือเดินทะเลแต่ละคร่าวมีส่วนสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณมลพิษที่ปล่อยออกมาทางอากาศ เนื่องจากมลพิษทางอากาศจากเรือเดินทะเลเกิดจากการเผาไหม้ ดังนั้น เมื่อปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้มีปริมาณมากก็ยิ่งทำให้เกิดมลพิษจากการเผาไหม้ดังกล่าวได้มากขึ้นเป็นทวีคูณ ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในแต่ละคร่าวในเรือเดินทะเลอาจมีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากระยะทางในรอบการเดินเรือแต่ละรอบมีระยะทางที่ยาวนาน การเตรียมเชื้อเพลิงให้เพียงพอจึงเป็นเรื่องที่จำเป็นเพราะในบางเส้นทางเดินเรือจะไม่สามารถคาดเดาได้ว่า จะแวะพักเติมเชื้อเพลิงได้ที่ใดบ้าง หรือบางกรณีแม้มีการแวะพักระหว่างทางตามท่าเรือต่าง ๆ แต่การเติมเชื้อเพลิงระหว่างทางอาจเป็นไปได้ยากเพราะหลายสาเหตุด้วยกัน เช่น อาจมีเชื้อเพลิงคนละประเภทกับที่ใช้อยู่เป็นประจำ หรือการหาซื้อเชื้อเพลิงที่มีราคาถูกระหว่างทางทำได้ยาก เนื่องจากการซื้อเชื้อเพลิงทั่วไปตามจุดเติมเชื้อเพลิงต่าง ๆ มักเป็นการซื้อจากพ่อค้าคนกลาง เช่น ผู้ค้าน้ำมัน หรือตัวแทนจำหน่าย จะมีราคาแพงกว่าการซื้อจากผู้ผลิตโดยตรง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การเติมเชื้อเพลิงระหว่างทางไม่เป็นที่นิยม เว้นแต่ไม่อาจหลีกเลี่ยง เนื่องจากมีความจำเป็น และเป็นเหตุให้เรือเดินทะเลส่วนใหญ่เลือกที่จะบรรทุกเชื้อเพลิงปริมาณมากมาตั้งแต่ออกจากเมืองท่าต้นทาง¹⁸

¹⁷ Paul Jun, Micheal Gillenwater and wiley Barbour and reviewed by Kristin Rypdal, "CO₂, CH₄ and N₂O Emissions from Transportation-water-borne navigation", Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the IPCC, available on internet at <www.ipc-nggip.iges.or.jp/public/gp/gpg-bgp.htm> (August 2006), p. 72.

¹⁸ *Ibid*, p. 74.

2.1.2 ลักษณะของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในเรือเดินทะเล

โดยทั่วไป น้ำมันเป็นผลิตภัณฑ์ได้จากปิโตรเลียม¹⁹ ที่ประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอน²⁰ (Hydrocarbons) เป็นหลัก โดยมีองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ซัลเฟอร์ ออกไซด์ (SO_x) ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) และออกซิเจนในปริมาณเล็กน้อย²¹

ตาราง 1 ตารางแสดงองค์ประกอบพื้นฐานของน้ำมันดิบ²²

องค์ประกอบพื้นฐาน	ปริมาณ (%wt)
คาร์บอน	82 – 87
ไฮโดรเจน	11 – 15
ซัลเฟอร์ (กำมะถัน)	0 – 8
ไนโตรเจน	0 – 1
ออกซิเจน	0 – 0.05

เชื้อเพลิงสำหรับใช้ในเรือเดินทะเลโดยทั่วไปสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก ดังนี้²³

¹⁹ ปิโตรเลียมเป็นสารผสมที่ซับซ้อนของสารประกอบอินทรีย์ต่าง ๆ หลายชนิด ซึ่งเกิดจากรวมตัวของสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายใต้สภาวะทางธรณีวิทยาที่แตกต่างกันในเวลาอันยาวนาน มีธาตุสองชนิดเป็นพื้นฐาน คือ คาร์บอนและไฮโดรเจน ทั้งนี้ไม่ว่าจะมีธาตุโลหะอื่น ๆ ปะปนอยู่ด้วยหรือไม่ก็ตาม น้ำมันปิโตรเลียมทุกชนิดเมื่อถึงจุดหนึ่งจะมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างจากชนิดอื่น

²⁰ ไฮโดรคาร์บอนเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอนและไฮโดรเจน

²¹ พัดชา ชัยณรงค์, “อนุสัญญาว่าด้วยการจัดตั้งกองทุนระหว่างประเทศเพื่อชดเชยความเสียหายจากมลพิษน้ำมัน”, (สารนิพนธ์ นิติศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2548), น. 14.

²² เพิ่งอ้าง.

(1) เชื้อเพลิงประเภทที่มีสารตกค้าง (residual fuel oil) ได้แก่ เชื้อเพลิงจำพวก น้ำมันเตาหนัก (Heavy Fuel Oil หรือ “HFO”) ซึ่งบางครั้งเรียกกันอีกอย่างหนึ่งว่า “Bunker Fuel”²⁴ เป็นเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอนเหลวที่ได้จากสัดส่วนการกลั่นปิโตรเลียมดิบที่จุดเดือดสูง มีความหนืดเชิงจลน์ประมาณ 750 เซนติสโตกส์ (centistokes) หรือ 10^{-6} ตารางเมตรต่อวินาที ที่ 38 องศาเซลเซียส มีส่วนผสมของกำมะถันในปริมาณที่สูงมาก มักใช้เป็นเชื้อเพลิงใน เรือเดินทะเลขนาดใหญ่²⁵ เนื่องจากมีราคาถูกโดยมักใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ส่วนการ ขับเคลื่อนอันได้แก่เครื่องจักรใหญ่ของเรือเดินทะเล²⁶ เชื้อเพลิงประเภทนี้มีหลายเกรดแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของปริมาณกำมะถัน หากมีปริมาณกำมะถันเจือปนอยู่น้อยจะจัดเป็นน้ำมัน เกรดดีและจะมีราคาแพงกว่าชนิดที่มีปริมาณกำมะถันมากกว่า

(2) เชื้อเพลิงที่ได้จากการกลั่น (distillate diesel fuel) ได้แก่ เชื้อเพลิงจำพวก gas oil เช่น น้ำมันดีเซลสำหรับเรือ (Marine Diesel Oil หรือ “MDO”) และ Marine Gas Oil (หรือ “MGO”) ซึ่งน้ำมันในประเภทที่สองนี้เป็นกลุ่มที่มีสารประกอบเบาว่ากลุ่มแรก มักใช้ขณะที่ เรือเดินทะเลเทียบท่าเพื่อขนถ่ายสินค้าหรือลอยลำอยู่ ณ ท่าเรือ โดยจะมีการเปลี่ยนไปใช้น้ำมัน ประเภทนี้ให้แก่เครื่องจักรช่วย (auxiliary engine) ของเรือซึ่งมิได้ใช้สำหรับการขับเคลื่อน เพื่อการ ปฏิบัติการขณะเทียบท่า และในบางกรณีอาจใช้เป็นเชื้อเพลิงให้แก่เครื่องจักรใหญ่ของเรือที่มี ขนาดเล็ก²⁷

²³ Paul Jun, Micheal Gillenwater and wiley Barbour and reviewed by Kristin Rypdal, *supra note 17*, p. 74.

²⁴ Friends of the Earth International, “Reducing Shipping Emission of Air Pollution-Feasible and Cost-effective Options”, The Annex to Marine Environment Protection Committee 53rd Session Agenda item 4 (7th April 2005), available on the internet at <http://www.acidrain.org/pages/policy/NGO_submission_MEPC_July05.pdf> (September 2006), p. 9.

²⁵ พจนานุกรมศัพท์เทอร์โมไดนามิกส์ อังกฤษ-ไทย, ราชบัณฑิตยสถาน (พิมพ์ครั้งที่ 1: กรุงเทพมหานคร), 2548: น. 72.

²⁶ The North Sea Foundation, Sea at Risk and The Swedish NGO Secretariat on Acid Rain , *supra note 12*, p. 7.

²⁷ *Ibid*, p. 7.

สารที่เป็นส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงล้วนมีส่วนสัมพันธ์กับปริมาณการเกิดสารมลพิษทางอากาศ เนื่องจากเมื่อเกิดการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง บรรดาสารผสมต่าง ๆ จะถูกเผาไหม้ลอยสู่ชั้นบรรยากาศและทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศมีผลให้กลายเป็นสารผสมอีกชนิดซึ่งมีความรุนแรงกว่าสารต้นกำเนิด ตัวอย่างเช่น กรดไนโตรเจนออกไซด์เมื่อถูกเผาไหม้ลอยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ (oxidation) จะได้สารชนิดใหม่ คือ กรดไนตริก²⁸ ซึ่งมีความเป็นพิษมากกว่าสารไนโตรเจนออกไซด์ซึ่งเป็นสารต้นกำเนิด เป็นต้น

สำหรับองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ก่อให้เกิดสารมลพิษเมื่อเผาไหม้ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ ได้แก่ ออกไซด์ของกำมะถัน ออกไซด์ของไนโตรเจน ออกไซด์ของคาร์บอน ฝุ่นละออง สารอินทรีย์ (Volatile organic compounds-VOCs) และสารทำลายโอโซน (ozone depleting substances)²⁹ เป็นต้น ซึ่งล้วนมีผลกระทบต่อบรรยากาศของโลก สิ่งแวดล้อม และสุขภาพอนามัยของมนุษย์ดังที่ได้กล่าวต่อไป

2.1.3 ระบบของเครื่องยนต์ที่ใช้ในเรือเดินทะเล

โดยทั่วไปแล้วเรือเดินทะเลมีด้วยกันหลายชนิด ได้แก่ เรือขนส่งสินค้า เรือขนส่งผู้โดยสาร เรือที่ใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางการทหาร เรือสนับสนุนสำหรับท่าเรือ เช่น เรือลากจูง เรือเล็ก และยานพาหนะทางน้ำเพื่อความสำราญ (recreational watercraft) ซึ่งแต่ละประเภทจะมีลักษณะการเลือกใช้เครื่องยนต์เรือที่แตกต่างกัน โดยเรือเดินทะเลที่มีขนาดใหญ่มักใช้เครื่องยนต์เรือจำพวกเครื่องยนต์ดีเซล (Marine Diesel engine) ในขณะที่เรือเดินทะเลขนาดเล็กมักนิยมใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีน (gasoline engine) และในเรือบางประเภท เช่น เรือเร็วและเรือรบ จะใช้เครื่องยนต์พลังงานกังหันไอน้ำ (steam turbines) หรือเครื่องยนต์พลังงานกังหันแก๊ส

²⁸ ดิเรกฤทธิ บัวเวช, “มลพิษทางอากาศ (Air Pollution)” ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยศิลปากร <<http://www.envi.sc.su.ac.th/download%5C%C1%C5%BE%D4%C9%B7%D2%A7%CD%D2%A1%D2%C8.pdf>> (กันยายน 2549).

²⁹ เฟิงอ้าง.

(gas turbines)³⁰ ในการผลิตพลังงาน ซึ่งเรือที่ใช้เครื่องยนต์ประเภทหลังมีปริมาณน้อยมาก อย่างไรก็ตาม แม้เครื่องยนต์เรือเดินทะเลแบบดีเซล (Marine Diesel Engine) จะได้รับความนิยม แต่เครื่องยนต์เรือประเภทนี้เป็นเครื่องยนต์เรือที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศมากที่สุด ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนถึงประมาณร้อยละ 98 ของกองเรือทั่วโลก โดยมีเพียงประมาณร้อยละ 2 เท่านั้นที่ใช้เครื่องยนต์เรือแบบไอน้ำ³¹

ตาราง 2 ตารางแสดงปริมาณตามประเภทของเครื่องยนต์เรือที่ใช้ในกองเรือพาณิชย์ทั่วโลก³²

ชนิดของเครื่องยนต์	จำนวน	
	เรือที่ใช้ทางการทหาร	เรือพาณิชย์
เครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำ (slow-speed diesel engine)	1,289	56,628
เครื่องยนต์ดีเซลรอบปานกลาง (medium-speed diesel engine)	14,940	27,258
เครื่องยนต์เรือแบบไอน้ำและอื่นๆ	19,646	86,206

เครื่องยนต์เรือเดินทะเลแบบดีเซล (Marine Diesel Engine) เป็นเครื่องยนต์เรือประเภทที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงตามที่กล่าวมาในข้อ 2.1.2 และจากที่กล่าวมาแล้วว่า ส่วนผสมในน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นองค์ประกอบหลักประการหนึ่งที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ โดยเพียงลำพังเชื้อเพลิงประการเดียวย่อมไม่อาจก่อให้เกิดมลพิษได้โดยตัวเอง เว้นแต่เมื่อได้ใช้เชื้อเพลิงนั้นควบคู่กับเครื่องยนต์แล้วเท่านั้น เมื่อเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมอันตรายประกอบเข้ากับเครื่องยนต์ที่ใช้

³⁰ กังหันไอน้ำและกังหันแก๊ส เป็นอุปกรณ์ที่ผลิตกำลังโดยไอน้ำหรือแก๊สร้อนจากห้องเผาไหม้ขยายตัวผ่านใบ กังหัน (turbine blade) แล้วทำให้ล้อกังหันหมุน โดยกังหันเป็นอุปกรณ์ที่ผลิตกำลัง เมื่อของไหลผ่านชุดใบกังหันแล้วความดันลดลง กำลังที่ผลิตได้จากเพลากังหันที่หมุน โดยแบ่งตามลักษณะของการไหลได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กังหันแก๊ส กังหันไอน้ำ และกังหันน้ำ

³¹ Paul Jun, Micheal Gillenwater and wiley Barbour and reviewed by Kristin Rypdal, *supra note 17*, p. 74.

³² Source for table 2 is Paul Jun, Micheal Gillenwater and wiley Barbour and reviewed by Kristin Rypdal, *supra note 17*, p. 74

เชื้อเพลิงดังกล่าวเป็นหลักก็ยิ่งทำให้การก่อกมลพิษเพิ่มปริมาณมากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเครื่องยนต์ลักษณะนี้เป็นที่นิยมและใช้กันแพร่หลายในอุตสาหกรรมขนส่งทางทะเล ทั้งในการใช้เป็นพลังงานขับเคลื่อนในเครื่องจักรใหญ่และใช้ผลิตพลังงานสำรอง บนไฟ และ ทำกิจกรรมอื่นในเครื่องจักรช่วยของเรือเดินทะเล ทั้งนี้ เครื่องยนต์เรือแบบดีเซลอาจจำแนกได้ 2 แบบคือ เครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำ (slow-speed diesel engine) และ เครื่องยนต์ดีเซลรอบปานกลาง (medium-speed diesel engine)³³

(1) เครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำ (slow-speed diesel engine) เป็นเครื่องยนต์ที่เดินด้วยระบบวัฏจักร (cycle)³⁴ 2 จังหวะที่ความเร็วระหว่าง 80 ถึง 140 รอบต่อนาที และมีจำนวนกระบอกสูบเครื่องยนต์หัวคากบาท 4 ถึง 12 กระบอกสูบ ปัจจุบันเครื่องยนต์ประเภทนี้ได้รับการออกแบบให้สามารถผลิตกำลังได้ถึง 4,000 กิโลวัตต์ต่อหนึ่งกระบอกสูบในอุตสาหกรรมขนส่งทางทะเลจะนำเครื่องยนต์ดีเซลชนิดนี้ไปใช้ในเครื่องจักรใหญ่ของเรือ

(2) เครื่องยนต์ดีเซลรอบปานกลาง (medium-speed diesel engine) เป็นเครื่องยนต์เรือที่เดินด้วยระบบวัฏจักร (cycle) 4 จังหวะที่ความเร็วระหว่าง 400 ถึง 1,000 รอบต่อนาทีและมีจำนวนเครื่องยนต์กระบอกสูบแบบวงถึง 12 กระบอกสูบ เครื่องยนต์ดีเซลประเภทนี้มักใช้เป็นเครื่องจักรใหญ่และเครื่องจักรช่วยในอุตสาหกรรมขนส่งทางทะเล

2.1.4 ระบบควบคุมมลพิษก่อนการปล่อยทิ้ง

เนื่องจากสารมลพิษทางอากาศที่ได้จากการก่อกมลพิษในแต่ละคราวมีลักษณะพิเศษที่สามารถแพร่กระจายไปในชั้นบรรยากาศข้ามพรมแดนไปได้ไกลและก่อให้เกิดผลกระทบได้ทั่วโลก เช่น ในรูปของฝนกรด หรือการทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ โดยสารมลพิษเหล่านี้ยังมีลักษณะพิเศษอีกประการคือ เมื่อได้แพร่กระจายไปในชั้นบรรยากาศแล้ว การควบคุมและรวบรวมกำจัดมลพิษดังกล่าวทำได้ยากยิ่ง เนื่องจากมักมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าและไม่อาจจับต้องได้ ดังนั้น การป้องกันและควบคุมสารมลพิษที่ดีที่สุดจึงได้แก่ การควบคุมก่อนการปล่อยทิ้ง ด้วยเหตุนี้ระบบควบคุมมลพิษในเรือเดินทะเลจึงเป็นกลไกสำคัญในการลดและบรรเทาการปล่อยก๊าซพิษหรือไอเสียสู่บรรยากาศ ในทางตรงกันข้าม เรือเดินทะเลที่ขาดระบบควบคุมมลพิษ หรือมีระบบควบคุม

³³ *supra* note 17, pp. 74-75.

³⁴ “วัฏจักร” เป็นการเปลี่ยนภาวะของระบบจากภาวะต้น (initial state) ไปสู่ภาวะอื่น ๆ แล้วกลับมาที่ภาวะต้นในท้ายที่สุด

มลพิษที่ไม่มีประสิทธิภาพ ย่อมทำให้สารมลพิษจากการเผาไหม้บนเรือสู่ชั้นบรรยากาศได้โดยตรงโดยไม่ผ่านกระบวนการกลั่นกรองมลพิษหรือผ่านกระบวนการกลั่นกรองที่น้อยเกินไป ทั้งนี้ ระบบควบคุมการปล่อยทิ้งมลพิษที่ประเทศที่พัฒนาแล้วส่วนใหญ่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมขนส่งทางทะเลสำหรับกรณีสารมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ในเรือเดินทะเล ได้แก่ การฟอกน้ำทะเล (Seawater scrubbing) การใช้น้ำฉีดหรือใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย (water/fuel emulsions) เทคโนโลยีแบบ HAM และเทคโนโลยีแบบ SCR เป็นต้น (สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมอื่น ๆ ของเทคโนโลยีในปัจจุบันที่มีการนำมาใช้ควบคุมมลพิษทางอากาศที่มีประสิทธิภาพนั้นจะได้กล่าวต่อไปในหัวข้อที่ 3)

2.2 ปัจจัยทางอ้อมที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศในเรือเดินทะเล

นอกจากปัจจัยทางตรงดังที่กล่าวมาข้างต้น ยังมีปัจจัยทางอ้อมอื่นซึ่งอาจก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศจากเรือเดินทะเลได้อีก เช่น

2.2.1 การขยายตัวทางเศรษฐกิจ ซึ่งทำให้เกิดการแข่งขันและกระตุ้นให้เกิดการติดต่อค้าขาย อุตสาหกรรมขนส่งทางทะเลตามพื้นที่ต่าง ๆ ของโลกขยายตัว จนส่งผลให้เกิดการขยายตัวของกองเรือพาณิชย์ ในบริเวณที่เรือเดินทะเลมีปริมาณหนาแน่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณเมืองท่าสำคัญ สิ่งอำนวยความสะดวกซึ่งจัดเตรียมไว้ที่บริเวณท่าเรือย่อมไม่เพียงพอ ทำให้เรือส่วนใหญ่ต้องลอยลำขนถ่ายสินค้าอยู่เป็นระยะเวลานานและต้องเดินเครื่องยนต์อยู่ตลอดเพื่อผลิตพลังงานใช้ภายในเรือระหว่างที่ลอยลำเทียบท่าอยู่ ณ ท่าเรือดังกล่าวเนื่องจากไม่สามารถอาศัยพลังงานจากแหล่งกำเนิดพลังงานชายฝั่งได้ ความต้องการพลังงานเพื่อใช้ในเรือเดินทะเลในระยะเวลาดังกล่าวนี้ นับเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศจากเรือเดินทะเลบริเวณชายฝั่งมีปริมาณเพิ่มขึ้น

2.2.2 มูลค่าของเทคโนโลยี เนื่องจากเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในการลดหรือบรรเทามลพิษทางอากาศส่วนมากเป็นเทคโนโลยีที่มีราคาแพง แม้ว่าในงานวิจัยของหลายประเทศทั้งในสหภาพยุโรปและขององค์การระหว่างประเทศ³⁵ จะสรุปผลไปในแนวทางเดียวกันว่า

³⁵ Davies, M.E., Plant G., Cosslet, C., Harrop, O.& Petts, J.W. (2000) "Study on the economic, legal, environmental and practical implications of a European Union System to reduce ship emissions of SO₂ and Nox" Final report for European

เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการลดและขจัดมลพิษนั้นมีประสิทธิภาพและคุ้มค่ากับมูลค่าเงินที่เสียไปก็ตาม แต่สำหรับบรรดาประเทศกำลังพัฒนาซึ่งมีเม็ดเงินไม่มากนักและมีระดับเทคโนโลยีพื้นฐานที่ต่ำกว่า จึงอาจทำให้หลายประเทศประสบปัญหาที่ไม่อาจสรรหาเทคโนโลยีในระดับที่มีประสิทธิภาพดีเลิศมาสนับสนุนแก่กองเรือพาณิชย์ภายในประเทศในราคาที่ยอมรับได้ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้แม้หลายประเทศจะมีความปรารถนาดีที่จะสนับสนุนการลดมลพิษจากไอเสียและก๊าซพิษต่าง ๆ ที่เกิดจากการขนส่งทางเรือก็ตาม แต่ก็ไม่สามารถดำเนินการให้ภาคเอกชนในประเทศของตนดำเนินการตามนโยบายดังกล่าวได้อย่างพร้อมเพรียงกัน ทั้งนี้ เนื่องมาจากข้อจำกัดด้านทุนทรัพย์ที่ไม่เท่าเทียมกัน จึงทำให้การลดมลพิษไม่เกิดประสิทธิภาพและยังคงมีการปล่อยมลพิษอยู่เช่นเดิม

2.2.3 ลักษณะของกิจกรรมในการขนส่งทางทะเลบางประการ ลักษณะของกิจกรรมตามปกติของเรือเดินทะเลบางประการอาจส่งผลโดยทางอ้อมที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศขึ้นได้ เช่น ขณะที่เรือเดินทะเลต่าง ๆ จอดเทียบท่า ณ ชายฝั่งเพื่อขนถ่ายสินค้าขึ้น-ลง ซึ่งอาจเป็นการแวะขนส่งระหว่างการเดินทาง โดยที่ยังมีสินค้าบางส่วนยังเก็บอยู่ภายในระวางเรือ แม้เรือดังกล่าวจะหยุดการเดินเครื่องจักรใหญ่ (main engine) ซึ่งใช้ในการเดินเรือปกติไปแล้ว แต่ก็ยังมีความจำเป็นที่จะต้องเดินเครื่องจักรช่วย (auxiliary engine) เพื่อผลิตกำลังไฟ และ/หรือพลังงานตามจำเป็น³⁶ ทั้งนี้ เพื่อวัตถุประสงค์ในการรักษาอุณหภูมิของสินค้า อุณหภูมิภายในห้องโดยสาร หรือสิ่งของสำหรับการอุปโภคบริโภค เช่น น้ำ หรืออาหารต่าง ๆ ที่เก็บรักษาไว้ในเรือตลอดระยะเวลาที่เรือเดินทะเลแต่ละลำจอดเทียบท่า ณ ท่าเรือชายฝั่งต่าง ๆ หรือขณะเข้าอู่ซ่อมบำรุง³⁷ ซึ่งจากลักษณะกิจกรรมบนเรือเดินทะเลที่กล่าวมานี้ เป็นที่เห็นได้ชัดว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงบนเรือซึ่งเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดก๊าซและ

Commission available on the internet at <http://ec.europa.eu/environment/enveco/studies2.htm#27> (July 2006), and see also, The Annex to Marine Environment Protection Committee 53rd Session Agenda item 4 (7th April 2005), "Reducing Shipping Emission of Air Pollution-Feasible and Cost-effective Options" Submit by Friends of the Earth International available on the internet at http://www.acidrain.org/pages/policy/NGO_submission_MEPC_July05.pdf (September 2006)

³⁶ The North Sea Foundation, Sea at Risk and The Swedish NGO Secretariat on Acid Rain, *supra note 12*, p. 8.

³⁷ Friends of the Earth International, *supra note 24*, p. 9.

สารมลพิษปนเปื้อนในบรรยากาศ และจะการปนเปื้อนดังกล่าวจะยิ่งมีความหนาแน่นสูง หากบริเวณท่าเรือดังกล่าวมีจำนวนเรือเดินทะเลขนส่งสินค้าขึ้น-ลงเป็นจำนวนมาก เนื่องจากเรือแต่ละลำต่างก็จะต้องเดินเครื่องจักรช่วยของตนไว้ตลอดระยะเวลาที่จอดเทียบท่า ณ เมืองท่าดังกล่าวจนกว่าจะเสร็จสิ้นการขนส่งเช่นกัน

2.3 สารมลพิษและผลของมลพิษทางอากาศจากเรือเดินทะเล

จากที่กล่าวมาแล้วว่าสาเหตุของมลพิษทางอากาศจากเรือเดินทะเลมักเกิดมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์เรือ ซึ่งส่งผลกระทบต่อโอกาสและปริมาณในการปนเปื้อนของสารมลพิษจากการขนส่งด้วยเรือเดินทะเล ทั้งนี้ การปนเปื้อนดังกล่าวอาจเนื่องมาจากสารมลพิษหลักดังต่อไปนี้

2.3.1 สารมลพิษทางอากาศส่วนใหญ่ที่เกิดจากเรือเดินทะเล ได้แก่³⁸

(1) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide-CO₂) เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงซึ่งทำให้อะตอมของคาร์บอนที่สะสมอยู่ในเชื้อเพลิงดังกล่าวถูกปล่อยออกมาสู่บรรยากาศ โดยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเชื้อเพลิงจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อเพลิงเป็นสำคัญ โดยทั่วไปการปล่อยก๊าซจำพวกคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้ในเรือ มักได้มาจากส่วนประกอบคาร์บอนในเชื้อเพลิงมากกว่าที่เกิดมาจากเครื่องยนต์หรือเทคโนโลยีในการเผาไหม้³⁹

(2) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon Monoxide: CO) เป็นก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของสารประกอบคาร์บอนในเชื้อเพลิง เป็นก๊าซที่ไม่มีรสและกลิ่น เบากว่าอากาศทั่วไป การควบคุมการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จึงควรจะทำทั้งขณะและหลังจากการเผาไหม้ โดยการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะสูงที่สุดเมื่อเชื้อเพลิงที่ใช้มีส่วนผสมที่เป็นก๊าซผสมอยู่ในปริมาณมาก เมื่อหายใจเอาก๊าซชนิดนี้เข้าไป ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะรวมตัวกับฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ในเม็ดเลือดแดงได้มากกว่าออกซิเจนถึง 200 – 250 เท่า ทำให้เกิดเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (Carboxyhemoglobin) ทำให้

³⁸ ดิเรกฤทธิ์ บัวเวช, อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ 24.

³⁹ Paul Jun, Micheal Gillenwater and wiley Barbour and reviewed by Kristin Rypdal, *supra note 17*, p. 75.

เมื่อดัดแปลงไม่สามารถรับออกซิเจนได้ตามปกติ⁴⁰ เมื่อร่างกายรับออกซิเจนได้น้อยลงจะทำให้หัวใจต้องสูบฉีดโลหิตมากขึ้นและปอดทำงานหนักมากขึ้น จึงเป็นสาเหตุให้เกิดอาการ วิงเวียนศีรษะ หายใจอึดอัด คลื่นไส้ อาเจียน ปวดศีรษะ มึนงง หากร่างกายได้รับคาร์บอนไดออกไซด์มาก อาจช็อกหมดสติหรือตายได้

(3) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (Nitrous Oxides: NO_2) เป็นก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ในสถานะที่ไนโตรเจนซึ่งลอยอยู่อากาศหรือที่ผสมในเชื้อเพลิงทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (oxidation) ในขณะที่เครื่องยนต์มีอุณหภูมิสูง⁴¹ การเกิดก๊าซชนิดนี้มีส่วนสัมพันธ์กับชนิดของเชื้อเพลิงและเครื่องยนต์ที่ใช้ในเรือเดินทะเล แม้ว่าการเกิดก๊าซไนตรัสออกไซด์จะยังมีปริมาณไม่มากนัก แต่หากขาดกระบวนการควบคุมการเกิดปฏิกิริยาภายหลังการเผาไหม้แล้ว ก็มีแนวโน้มที่จะมีการปล่อยทิ้งก๊าซชนิดนี้มากยิ่งขึ้นเช่นเดียวกัน

(4) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (Nitrogen Oxides: NO_x) ซึ่งรวมถึงก๊าซจำพวกไนโตรเจน และไนตรัสออกไซด์ด้วย เป็นสารที่ก่อให้เกิดโอโซนในบริเวณบรรยากาศชั้นโทรโปสเฟียร์⁴² (troposphere) หรือโอโซนระดับพื้นดิน (ground-level ozone) ซึ่งเป็นโอโซนชนิดที่ไม่ดีและเป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์หากหายใจเอาโอโซนชนิดนี้เข้าไปในปริมาณมาก การปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์นี้มีความสัมพันธ์กับส่วนผสมที่เป็นก๊าซของเชื้อเพลิง อุณหภูมิในการเผาไหม้ และเทคโนโลยีที่ใช้ในการควบคุมการปล่อยทิ้งทางอากาศ นอกจากนี้ยังเป็นผลจากชนิดของเชื้อเพลิงและประเภทของเครื่องยนต์ที่ใช้อีกด้วย

(5) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulphur Dioxide: SO_2) ซึ่งปกติแล้วก๊าซซัลเฟอร์ออกไซด์ (SO_x) จะประกอบด้วย ก๊าซจำพวกซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และกรดซัลฟูริก (SO_3) โดยซัลเฟอร์ไดออกไซด์นี้เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่ติดไฟ มีกลิ่นแสบจมูก ละลายน้ำได้ดีและสามารถเปลี่ยนเป็นกรดซัลฟูริกได้และเป็นส่วนผสมหลักในเชื้อเพลิง โดยเฉลี่ยแล้วน้ำมันดีเซลที่ได้จากการกลั่น (distillate diesel fuel) จะมีปริมาณกำมะถันประกอบประมาณร้อยละ 0.3 - 0.5 และสำหรับ

⁴⁰ ดิเรกฤทธิ์ บัวเวช, อ่างแล้ว เริงอรรถที่ 24.

⁴¹ Paul Jun, Micheal Gillenwater and wiley Barbour and reviewed by Kristin Rypdal, *supra note* 17, p. 75.

⁴² บรรยากาศโลกโดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 4 ชั้นโดยแบ่งตามความสูงจากพื้นโลก โดยบรรยากาศชั้นโทรโปสเฟียร์ (troposphere) เป็นบรรยากาศชั้นล่างสุดอยู่สูงจากผิวโลกขึ้นไปตั้งแต่ 0-12 กิโลเมตร เป็นชั้นที่มีความหนาแน่นมากที่สุดและใกล้ผิวโลกมากที่สุด

น้ำมันเชื้อเพลิงประเภทที่มีสารตกค้าง (residual fuel oil) จะมีปริมาณกำมะถันอยู่ที่ประมาณร้อยละ 2.3 - 3.0⁴³ สำหรับการลดปริมาณการปล่อยทิ้งก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์นี้อาจทำได้โดยการใช้เชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของกำมะถันในปริมาณต่ำ หรือการใช้วิธีการฟอกน้ำทะเล (seawater scrubbing) เป็นต้น

(6) โอโซน (Ozone: O₃) โดยทั่วไปแล้ว โอโซนมี 2 ประเภท โอโซนตามธรรมชาติ (Good Ozone) ซึ่งอยู่ในบรรยากาศระดับสูงซึ่งทำหน้าที่ป้องกันอันตรายจากรังสีอัลตราไวโอเล็ตซึ่งไม่เป็นพิษ จัดว่าเป็นโอโซนที่ดี ซึ่งได้แก่ โอโซนที่อยู่ในระดับสูงกว่าพื้นดินมากกว่า 40 กิโลเมตรขึ้นไป และประเภทที่สอง เป็นโอโซนที่เป็นพิษในอากาศ จัดเป็นโอโซนที่ไม่ดี ซึ่งหากมนุษย์หายใจเข้าไปจะส่งผลกระทบต่อมนุษย์ ได้แก่ โอโซนที่อยู่ในระดับสูงกว่าพื้นดินไม่เกิน 2 กิโลเมตรหรือที่เรียกกันว่าโอโซนระดับพื้นดิน (ground-level ozone) ซึ่งจัดเป็นโอโซนที่ไม่ดีส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ โดยโอโซนที่มีความเข้มข้น 0.25 ppm⁴⁴ ขึ้นไปจะทำให้เกิดความระคายเคืองต่อตา จมูก และทำลายเนื้อเยื่อปอด เกิดความระคายเคืองเมื่อหายใจเข้าไป และหากมีปริมาณมากอาจทำให้เสียชีวิตได้ สำหรับสาเหตุที่ทำให้เกิดโอโซนในระดับพื้นดิน นอกจากจะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติโดยมีแสงสว่างเป็นตัวเร่งแล้ว ยังอาจเกิดจากปัจจัยอื่นอีก เช่น แสงแดดที่มากเกินไป กระบวนการเผาไหม้ หรือมลพิษจากอุตสาหกรรมขนส่งต่าง ๆ ทั้งทางบก เรือ และอากาศ โดยโอโซนระดับพื้นดินนี้ยังเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาโฟโตเคมี (Photochemical Smog /reaction)⁴⁵ อีกด้วย

(5) อนุภาคมลสาร (Particular Matter: PM) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “ฝุ่นละออง” ประกอบด้วยสารต่าง ๆ ทั้งที่เป็นของแข็ง และของเหลวที่กระจายอยู่ในบรรยากาศมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1 ไมครอนไปจนถึงหลายร้อยไมครอน เช่น คาร์บอน เขม่า ฝุ่น ซัลเฟอร์ คาร์บอน ละอองน้ำ น้ำมันต่าง ๆ โดยอาจแยกออกเป็นประเภทได้ตามขนาด อาทิ ฝุ่นละเอียด (fine dust) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 100 ไมครอน ฝุ่นหยาบ (coarse dust) มีขนาดเส้นผ่าน

⁴³ Paul Jun, Micheal Gillenwater and wiley Barbour and reviewed by Kristin Rypdal, *supra note 17*, p. 76.

⁴⁴ ppm. = อัตราส่วนต่อล้านส่วน

⁴⁵ ปฏิกิริยาโฟโตเคมี เป็นวิธีการหนึ่งที่สารตั้งต้นซึ่งมีพลังงานเพิ่มสูงขึ้นพยายามที่จะจัดการกับพลังงานส่วนเกิน โดยทั่วไปมี 5 แบบ คือ Photolysis Photocycloaddition Photoisomerization Photorearrangement และ Photoreduction

ศูนย์กลางมากกว่า 100 ไมครอน ไอ (fume) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.001-1 ไมครอน หมอก (mist) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1-10 ไมครอน เป็นต้น

(6) สารอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds: VOCs) เป็นกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยเป็นไอได้ง่ายที่อุณหภูมิและความดันปกติ โมเลกุลประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นสำคัญ โดย VOCs มักพบได้จากควันจากการเผาไหม้ น้ำมันเชื้อเพลิง แก๊สโซลีน สารฟอกสี น้ำยาซักแห้ง สารฆ่าแมลง เป็นต้น ซึ่งมักส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์หลายประการ เช่น ส่งผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกันทำให้ประสิทธิภาพลดลง ส่งผลกระทบต่อระบบประสาท โดยมีฤทธิ์กดประสาทและทำลายระบบประสาทส่วนกลาง นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อระบบพันธุกรรม ระบบฮอร์โมน ระบบสืบพันธุ์ ทั้งยังอาจก่อให้เกิดโรคมะเร็งและยังทำให้เกิดอัตราการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรมากขึ้นด้วย

2.3.2 ผลของมลพิษทางอากาศจากเรือเดินทะเล

(1) ผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

การเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซลในเรือเดินทะเลเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดฝุ่นละอองหรืออนุภาคมลสารละเอียด ($PM_{2.5}$) ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) และซัลเฟอร์ออกไซด์ (SO_x) โดยที่ไนโตรเจนออกไซด์และซัลเฟอร์ออกไซด์นั้นสามารถแปลงสภาพกลายเป็นกลุ่มละอองซัลเฟต (กรดเกลือกำมะถัน) และไนเตรต (กรดเกลือไนตริก) ได้อีกด้วย โดยฝุ่นละอองหรืออนุภาคมลสาร (PM) ที่มีขนาดเล็กเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ การเสียชีวิตก่อนวัยอันควรด้วยโรคหัวใจและโรคมะเร็งปอด ทำให้เกิดความผิดปกติต่อระบบหัวใจและระบบทางเดินหายใจ เช่น อาจเกิดอาการหัวใจวาย หัวใจเต้นผิดปกติ เกิดการสะสมไขมันในหลอดเลือด ทำให้จังหวะการหายใจผิดปกติถาวร เป็นต้น จากการประเมินขององค์การอนามัยโลก (The World Health Organization : WHO) พบว่าอนุภาคมลสารละเอียดนี้เป็นสาเหตุที่นำไปสู่การเสียชีวิตก่อนวัยอันควรถึง 100,000 คนต่อปีของประชากรในสหภาพยุโรป⁴⁶

นอกจากนี้ สารมลพิษดังกล่าวโดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ถือเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดโอโซนระดับพื้นดิน (ground-level ozone) มากขึ้น เมื่อมนุษย์หายใจเอาโอโซนระดับพื้นดินเข้าไปจะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยทั้งในระยะสั้นและระยะยาว สำหรับผลกระทบในระยะสั้น กลุ่มก๊าซโอโซนจะส่งผลกระทบต่อระบบการหายใจทำให้หายใจติดขัด ส่งผลต่อการทำงานของเนื้อเยื่อในปอด รวมทั้งทำให้อาการของโรคหอบหืดรุนแรงขึ้น ส่วนผลกระทบใน

⁴⁶ Friends of the Earth International, *supra* note 24, p. 7.

ระยะยาว โอโซนระดับพื้นดินทำให้การตอบสนองในการทำงานของปอดไม่สม่ำเสมอ การหายใจ ติดขัดไม่สม่ำเสมอ ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมกรรมการแสดงออก ติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ ปอดอักเสบ ทำให้ภูมิคุ้มกันโรคของมนุษย์ลดลง รวมทั้งยังเป็นสาเหตุนำไปสู่การเสียชีวิตก่อนวันอันควรอีกด้วย⁴⁷

สำหรับไอเสียต่าง ๆ จากเรือเดินทะเลทั่วไปและสารมลพิษที่ได้จากเครื่องยนต์ดีเซล ส่วนใหญ่มีความเป็นพิษสูง เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นอนุภาคสารประกอบและก๊าซที่เป็นอันตราย ซึ่งล้วนแต่เป็นสารก่อมะเร็งทั้งสิ้น และจากการศึกษาทางการแพทย์เกี่ยวกับการแพร่กระจายของโรคหลายชิ้นที่แสดงให้เห็นว่าสารมลพิษที่ได้จากการปล่อยทิ้งของเครื่องยนต์ดีเซลนั้นมีความสัมพันธ์อย่างมากต่อปริมาณการเกิดโรคมะเร็งในมนุษย์⁴⁸ โดยสารประกอบที่เป็นพิษส่วนใหญ่มาจากการปล่อยทิ้งจากเรือเดินทะเลที่เดินด้วยเครื่องยนต์ดีเซล ได้แก่ VOCs ที่เป็นสารอินทรีย์ซึ่งประกอบด้วยโมเลกุลของคาร์บอนเป็นหลัก เช่น สารฟอร์มัลดีไฮด์ (formaldehyde) โพลีอะโรมาติก (polyaromatic) ไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbons) ซึ่งเหล่านี้ล้วนเป็นสารก่อมะเร็งทั้งสิ้น

(2) ผลต่อสภาพแวดล้อม

นอกจากที่กล่าวมาแล้วสารมลพิษจากเรือเดินทะเลยังทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมไปเกือบทั่วทั้งโลกในหลายรูปแบบด้วยกัน อันได้แก่ การเกิดฝนกรด (acid rain) เกิดปรากฏการณ์ eutrophication⁴⁹ ซึ่งมีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ นอกจากนี้ยังส่งผลต่อการทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศซึ่งเป็นสาเหตุนำไปสู่การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (greenhouse effect) และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั่วโลกในที่สุด ทำให้เกิดการสีกร้อนของวัตถุหรือสิ่งก่อสร้าง การสะสมของกลุ่มก๊าซและอนุภาคที่เป็นพิษ ส่งผลต่อทัศนียภาพและการมองเห็นเนื่องจากการเกิดกลุ่มควันอนุภาคมลสาร (smog) และเนื่องจากการเติบโตของสภาพเศรษฐกิจ การค้า และอุตสาหกรรมขนส่งทางทะเลระหว่างประเทศนี้เอง จึงทำให้มีสารมลพิษปกคลุมไปทั่วทุกมหาสมุทรโดยเฉพาะอย่างยิ่งก๊าซซัลเฟอร์ออกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์ โดยมีการสำรวจพบว่าการขนส่งทางทะเลเป็นแหล่งมลพิษที่ใหญ่ที่สุดที่ทำให้เกิดการสะสมความเป็นกรดและสารเคมีในบรรยากาศเหนือประเทศส่วนใหญ่ในสหภาพยุโรป⁵⁰

⁴⁷ Ibid.

⁴⁸ Ibid, p. 8.

⁴⁹ การทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตบนผิวน้ำโดยมีสาเหตุมาจากสารเคมีที่ติดมากับฝนซึ่งส่งผลต่อระบบสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศน์

⁵⁰ Friends of the Earth International, *supra* note 24, p. 8.

3. วิธีการทางเทคโนโลยีที่ใช้ในการลดมลพิษทางอากาศจากเรือเดินทะเล

ปกติแล้ว เครื่องยนต์ของเรือเดินทะเลขนาดใหญ่จะมีอายุการใช้งานโดยเฉลี่ย ใช้ได้นาน 20 ถึง 30 ปีขึ้นไปทำนองเดียวกับอายุการใช้งานเฉลี่ยของโรงไฟฟ้า⁵¹ จึงทำให้ความพยายามที่จะลดไอเสียจากเครื่องยนต์เรือรุ่นใหม่ ๆ อาจจะต้องใช้ระยะเวลายาวนานกว่าที่กองเรือพาณิชย์จะมีการติดตั้งเครื่องยนต์ใหม่หรือซื้อเรือลำใหม่อีกครั้งหนึ่ง ดังนั้น การจะลดผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมจากเรือ จึงควรเริ่มจากการลดไอเสียหรือสารมลพิษจากเรือและเครื่องยนต์เรือที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเสียก่อน มากกว่าที่จะหวังผลเลิศจากการเข้าไปควบคุมเครื่องยนต์เรือรุ่นใหม่ ๆ โดยอาจใช้มาตรการต่าง ๆ รวมกัน เช่น การใช้เชื้อเพลิงที่สะอาดกว่าเดิม การปรับปรุงเครื่องยนต์ การเปลี่ยนอะไหล่เพิ่มเติม และมาตรการอื่น ในขณะเดียวกัน ก็ควรจะต้องเริ่มควบคุมและลดการปล่อยไอเสียจากเครื่องยนต์เรือรุ่นใหม่ด้วย ซึ่งในปัจจุบันนานาชาติประเทศต่างสรรหาวิธีการทางเทคโนโลยีเพื่อช่วยให้ลดการปล่อยไอเสียและสารมลพิษจากเรือเดินทะเลมาใช้กับกองเรือพาณิชย์ของตน โดยเน้นวิธีการที่คุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ ซึ่งจากการสำรวจแล้วพบว่าวิธีการที่แพร่หลายและถือว่าได้ผลสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ดังกล่าวมากที่สุด ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มตามชนิดของสารมลพิษที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อมมากที่สุดเป็นสำคัญ ดังนี้⁵²

3.1 วิธีการทางเทคโนโลยีในการลดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂)

3.1.1 การลดปริมาณกำมะถันในเชื้อเพลิง (lower sulphur)

จากที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 2.1.2 ว่าเชื้อเพลิงที่ใช้ในเรือเดินทะเลสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ เชื้อเพลิงประเภทที่มีสารตกค้าง (residual fuel oil) ได้แก่ เชื้อเพลิงจำพวก น้ำมันเตาหนัก (Heavy Fuel Oil หรือ “HFO”) ซึ่งบางครั้งเรียกกันอีกอย่างหนึ่งว่า “Bunker Fuel” และเชื้อเพลิงที่ได้จากการกลั่น (Distillate diesel fuel) ได้แก่ เชื้อเพลิงจำพวก gas oil เช่น น้ำมันดีเซลสำหรับเรือ (Marine Diesel Oil หรือ “MDO”) และ Marine gas oil (หรือ “MGO”) โดยกลุ่มแรกเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในเรือเดินทะเลขนาดใหญ่ ในขณะที่เชื้อเพลิงกลุ่มที่สอง

⁵¹ *Ibid.*,

⁵² *Ibid.*,

นั้นเป็นเชื้อเพลิงที่มักใช้ในเรือขนาดเล็กบริเวณชายฝั่งและในเครื่องจักรช่วยเพื่อผลิตพลังงานใช้ ขณะจอดเทียบท่า ณ ท่าเรือหรือขณะเข้าอู่ซ่อมบำรุง⁵³ โดยปริมาณเฉลี่ยของกำมะถันในเชื้อเพลิงชนิดแรกนั้นอยู่ที่ประมาณร้อยละ 2.7 ในขณะที่เชื้อเพลิงชนิดที่สองที่ใช้กันทั่วไปในเรือเดินทะเลจะมีปริมาณกำมะถันผสมอยู่ที่เกินกว่าร้อยละ 1

วิธีการที่ง่ายที่สุดในการที่จะเริ่มลดไอเสียหรือสารมลพิษจากอุตสาหกรรมทางขนส่งทางทะเลจึงได้แก่ การลดระดับของกำมะถันในเชื้อเพลิงสำหรับเรือเดินทะเลนั่นเอง เนื่องจากซัลเฟอร์ออกไซด์ของกำมะถันที่เป็นสารมลพิษซึ่งปล่อยออกมาจากเรือเดินทะเลมีส่วนสัมพันธ์อย่างยิ่งกับปริมาณของกำมะถันที่ผสมอยู่ในเชื้อเพลิงที่เรือใช้ในการเผาไหม้ ด้วยเหตุนี้เองการลดปริมาณหรือสัดส่วนของกำมะถันที่เป็นองค์ประกอบในเชื้อเพลิงลงจึงย่อมเป็นการลดปริมาณของซัลเฟอร์ออกไซด์ (SO_x) ที่จะได้รับการปล่อยออกมาด้วยในขณะเดียวกัน นอกจากนี้วิธีการลดปริมาณส่วนผสมที่เป็นกำมะถันยังเป็นวิธีการที่สามารถใช้ลดมลพิษทางอากาศจากเรือได้ทั้งจากเครื่องยนต์ชนิดที่มีใช้กันอยู่เดิมในกองเรือพาณิชย์และเครื่องยนต์ชนิดที่มีการติดตั้งในภายหลังหรือสร้างขึ้นใหม่ด้วย พร้อมกันนี้ยังเป็นการช่วยลดสารมลพิษประเภทอื่น เช่น ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) และอนุภาคมลสารหรือฝุ่นละออง (PM) ไปในตัวอีกด้วย ทั้งนี้ แม้จะมีวิธีการทางเทคโนโลยีอื่นช่วย แต่หากยังคงใช้เชื้อเพลิงที่มีปริมาณกำมะถันที่สูงแล้วก็อาจส่งผลให้ผลของการลดมลพิษที่ได้ไม่เกิดประสิทธิภาพเท่าที่ควร ดังนั้น มาตรการที่จะได้ผลในการลดมลพิษจึงควรใช้มาตรการหลายๆ วิธีร่วมกันจึงจะได้ผลคุ้มค่าที่สุด

สำหรับวิธีการที่ใช้ในการลดปริมาณกำมะถันในเชื้อเพลิงแบ่งออกเป็น 3 วิธีการหลัก⁵⁴ โดยเรียงลำดับจากราคาที่เพิ่มขึ้นของเชื้อเพลิงที่ได้จากวิธีการดังกล่าวจากวิธีการที่ทำให้เชื้อเพลิงมีราคาเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด ไปหาวิธีการที่ทำให้เชื้อเพลิงมีราคาเพิ่มขึ้นมากที่สุด ดังนี้

วิธีการแรก คือ การผสมเชื้อเพลิงใหม่ (re-blending) โดยจะทำให้ราคาเชื้อเพลิงที่ได้เพิ่มขึ้นประมาณ 10 ถึง 16 ยูโรต่อเชื้อเพลิง 1 ตัน⁵⁵ แต่วิธีการนี้อาจทำให้ประสิทธิภาพส่วนสำคัญของเชื้อเพลิงกำมะถันต่ำลงต่ำกว่าปกติ

⁵³ Friends of the Earth International, *supra* note 24, p. 9.

⁵⁴ *Ibid*, pp. 9-10.

⁵⁵ The North Sea Foundation, *Sea at Risk* and The Swedish NGO Secretariat on Acid Rain, *supra* note 12, p. 7.

วิธีการที่สอง คือ กระบวนการลดปริมาณกำมะถันในน้ำมันดิบ (crude oil) วิธีการนี้ส่งผลให้ราคาเชื้อเพลิงที่ได้เพิ่มขึ้น 40 ถึง 45 ยูโรต่อเชื้อเพลิง 1 ตัน⁵⁶

วิธีการที่สาม คือ การลดปริมาณกำมะถันในเชื้อเพลิงประเภทที่มีสารตกค้าง (residual fuel oil) จำพวกน้ำมันเตาหนัก (HFO) วิธีการนี้ส่งผลให้ราคาเชื้อเพลิงที่ได้เพิ่มขึ้น 50 ถึง 90 ยูโรต่อเชื้อเพลิง 1 ตัน⁵⁷ โดยวิธีการนี้จะต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในเรื่องการลดกำมะถันโดยโรงกลั่นเพื่อผสมกับกากเชื้อเพลิงที่เปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ที่เบากว่าเดิม

3.1.2 วิธีการการฟอกน้ำทะเล (seawater scrubbing)

การฟอกน้ำทะเลเป็นอีกวิธีการหนึ่งในการลดการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ออกไซด์ ตัวฟอกจะเปลี่ยนสภาพซัลเฟอร์ออกไซด์จากสถานะที่เป็นก๊าซไอเสียให้กลายเป็นน้ำ ภายหลังการฟอก น้ำดังกล่าวจะถูกกรองเอาอนุภาคมลสารหรือฝุ่นละอองต่าง ๆ ซึ่งจับและสะสมอยู่ภายในสารมลพิษขณะที่ปล่อยออกมา และน้ำที่ผ่านขั้นตอนการกรองแล้วจะถูกปล่อยกลับลงสู่ทะเล โดยในสถานะดังกล่าวกำมะถันจะกลายเป็นสารละลายจำพวกซัลเฟตที่เป็นสารประกอบทั่วไปของน้ำทะเลตามธรรมชาติอยู่แล้วตามปกติจึงไม่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม วิธีการนี้สามารถลดการปล่อยซัลเฟอร์ออกไซด์ได้ถึงร้อยละ 95 และสามารถลดฝุ่นละอองหรืออนุภาคมลสารได้ประมาณร้อยละ 80⁵⁸

3.2 วิธีการทางเทคโนโลยีในการลดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x)

⁵⁶ Beicip-Franlab (2003), "Advice on Marine Fuel; Potential price premium for 0.5% marine fuel," Final Report, European Commission (October 2003), available on the internet at <http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/beicipfranlab_report.pdf>, (August 2006), pp. 12-13

⁵⁷ *Ibid*,

⁵⁸ The North Sea Foundation, Sea at Risk and The Swedish NGO Secretariat on Acid Rain, *supra note 12*, p. 8.

วิธีการที่แตกต่างซึ่งให้ผลที่คุ้มค่าและมีประสิทธิภาพที่มักนำมาใช้ในการลดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์จากเรือเดินทะเลมีทั้งสิ้น 3 วิธีการ ดังนี้⁵⁹

3.2.1 วิธีการใช้น้ำฉีดหรือใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย (water injection and water/fuel emulsions)

วิธีการนี้จะใช้น้ำฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้ หรือผสมเข้ากับเชื้อเพลิงเพื่อที่จะลดอุณหภูมิในการเผาไหม้ ซึ่งจะทำให้ลดการเกิดไนโตรเจนออกไซด์ไปในตัว วิธีการนี้สามารถที่จะลดการก่อสารมลพิษได้ประมาณร้อยละ 50 แต่ในขณะเดียวกันก็ทำให้เรือต้องเพิ่มปริมาณการใช้เชื้อเพลิงมากขึ้นด้วย

3.2.2 วิธีการอัดละอองน้ำ (Humid Air Motor: HAM)

วิธีการนี้เป็นเทคนิคในการลดการเกิดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ในระหว่างการเผาไหม้โดยการอัดละอองน้ำเข้าไปในห้องเผาไหม้ วิธีการนี้จะไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำมันดิบหรือการทำงานของเครื่องยนต์แต่อย่างใด วิธีการแบบ HAM ช่วยลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่นได้มากกว่าวิธีการแบบ SCR จึงเป็นการลดต้นทุนในการทำงานลงไปอีก วิธีการนี้สามารถลดการก่อให้เกิดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ได้ร้อยละ 70 ถึงร้อยละ 80 ของมูลค่าทั้งหมดเช่นเดียวกับวิธีการที่สามซึ่งจะกล่าวต่อไป

3.2.3 วิธีการลดปฏิกิริยา บางอย่าง (Selective Catalytic Reduction: SCR)

วิธีการนี้เป็นวิธีการสำหรับลดการเกิดก๊าซหรือไอเสียหลังจากการเผาไหม้ ซึ่งจะสามารถลดการเกิดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ได้มากกว่าร้อยละ 90 ซึ่งหากจะให้ได้ผลดีที่สุดคือจะต้องวิธีการนี้ควบคู่ไปกับการใช้เชื้อเพลิงที่มีกำมะถันต่ำด้วย วิธีการนี้จะใช้ยูเรียและแอมโมเนียฉีดพ่นเข้าไปในก๊าซหรือไอเสียที่ได้จากการเผาไหม้เพื่อทำให้ไนโตรเจนออกไซด์จะถูกลดทอนและเปลี่ยนสถานะเป็นก๊าซ คือ ก๊าซไนโตรเจน และนำก๊าซที่ได้ไปผ่านอุปกรณ์ดูดอากาศเพื่อลดมลพิษ (catalytic converter) วิธีการนี้สามารถช่วยประหยัดต้นทุนสำหรับมูลค่าในการลดการเกิดไนโตรเจนออกไซด์ได้ต่ำกว่า 600 ยูโรต่อตัน ซึ่งจะสามารถลดต้นทุนลงได้มากกว่านี้หากเป็นการติดตั้งระบบ SCR นี้มากับเรือตั้งแต่ขั้นตอนการต่อเรือ ปัจจุบันมีเรือที่ใช้วิธีการลดมลพิษแบบ SCR นี้อยู่เป็นจำนวน 50 ลำซึ่งเกินกว่าครึ่งของจำนวนทั้งหมดเป็นเรือสัญชาติสวีเดน

⁵⁹ Ibid.

3.3 วิธีการทางเทคโนโลยีในการลดอนุภาคมลสารหรือฝุ่นละออง (PM)

สำหรับวิธีการที่นิยมนำมาใช้ในการลดอนุภาคมลสารหรือฝุ่นละอองมีดังนี้⁶⁰

3.3.1 การวิธีการลดกำมะถันในเชื้อเพลิง

วิธีการต่าง ๆ ที่นำมาใช้เพื่อลดปริมาณการเกิดก๊าซซัลเฟอร์ออกไซด์ดังที่กล่าวมาข้างต้นเป็นวิธีการสามารถลดปริมาณการเกิดอนุภาคมลสารหรือฝุ่นละอองในอากาศจากเรือเดินทะเลได้เช่นเดียวกัน อาทิ วิธีการฟอกน้ำทะเล (seawater scrubbing) และการลดปริมาณกำมะถันในเชื้อเพลิง ซึ่งวิธีการหลังนับว่าเป็นวิธีการที่ช่วยลดการเกิดอนุภาคมลสารหรือฝุ่นละอองจากการเผาไหม้ได้ในอย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ

3.3.2 วิธีการ Advanced diesel oxidation catalysts

วิธีการนี้เป็นวิธีการเดียวกันกับที่ใช้กันแพร่หลายในการลดปริมาณการเกิดอนุภาคมลสารหรือฝุ่นละอองจากแหล่งมลพิษทางบก วิธีการนี้สามารถลดปริมาณฝุ่นละอองได้ประมาณร้อยละ 20 ถึงร้อยละ 50 ของจำนวนฝุ่นละอองที่ได้จากปริมาณ 500 ถึง 2000 ppm ของเชื้อเพลิงกำมะถันต่ำ (low sulphur fuel)

3.3.3 การใช้การใช้ตัวกรองละอองน้ำมันดีเซล (catalyze diesel particular filters)

เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการแรกที่กล่าวมาซึ่งให้ผลในการลดอนุภาคมลสารหรือฝุ่นละอองได้ถึงร้อยละ 99 ของจำนวนฝุ่นละอองที่ได้จากปริมาณ 15 ppm ของเชื้อเพลิงที่มีกำมะถันในปริมาณต่ำเป็นพิเศษ (ultra-low sulphur fuel)

3.4 การใช้แหล่งพลังงานทางเลือกอื่น (Alternative Power Sources)

การใช้พลังงานทางเลือกอื่นซึ่งนอกเหนือไปจากน้ำมันเชื้อเพลิง นับเป็นอีกวิธีการหนึ่งในการลดมลพิษทางอากาศจากเรือเดินทะเล ซึ่งตัวอย่างของวิธีการนำพลังงานทางเลือกอื่นมาใช้ในปัจจุบัน ได้แก่⁶¹

⁶⁰ *Ibid.*

⁶¹ Friends of the Earth International, *supra note 24*, p. 15.

3.4.1 การใช้พลังงานจากก๊าซธรรมชาติ (natural gas)

เครื่องยนต์พลังงานก๊าซธรรมชาติมีการใช้กันมานานหลายสิบปีแล้วแต่ข้อมูลการปล่อยมลพิษจากเรือที่เดินด้วยเครื่องยนต์ประเภทนี้ไม่มีจำนวนมากนัก แต่เนื่องจากอุปสรรคหลักด้านราคาและการขาดแคลนเชื้อเพลิงพื้นฐานที่จะนำมาใช้กับเครื่องยนต์ประเภทนี้จึงทำให้การใช้เครื่องยนต์ประเภทนี้ไม่เป็นที่แพร่หลายเท่าที่ควร

3.4.2 การใช้พลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิง (fuel cell)

เรือที่เดินด้วยเครื่องยนต์ที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิงนี้จะให้ผลที่สะอาดกว่าเครื่องยนต์อื่น แต่เครื่องยนต์ชนิดนี้ยังไม่เป็นที่แพร่หลายในปัจจุบัน ในอนาคตเครื่องยนต์ประเภทนี้อาจกลายเป็นเครื่องผลิตพลังงานที่สะอาดและมีประสิทธิภาพสำหรับกองเรือพาณิชย์ต่อไปก็เป็นได้

3.4.3 การใช้พลังงานไฟฟ้าจากชายฝั่ง (shore-side electricity)

เนื่องจากขณะที่เรือจอดเทียบท่าอยู่ในท่าเรือแล้ว เรือจะต้องหยุดการเดินเครื่องจักรใหญ่ไว้ แต่ไม่ว่าอย่างไรก็ตาม เรือก็ยังคงที่จะต้องเดินเครื่องจักรช่วย (auxiliary engines) ไว้เพื่อผลิตพลังงานไว้ใช้สำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในเรือ เช่น เครื่องทำความเย็น ดวงไฟและอุปกรณ์ให้ความสว่างอื่น เครื่องสูบน้ำและสูบลม เป็นต้น ซึ่งการเดินเครื่องจักรช่วยนี้มักใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงประเภทที่มีกำมะถันในปริมาณสูงจำพวกน้ำมันเตาหนัก (HFO) เป็นส่วนมากซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ มีเพียงบางกรณีเท่านั้นที่จะใช้เชื้อเพลิงที่มีกำมะถันปริมาณต่ำจำพวก Marine gas oil⁶² วิธีการใช้พลังงานไฟฟ้าจากชายฝั่งนี้เป็นวิธีการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการปล่อยมลพิษทางอากาศจากเรือในบริเวณชายฝั่ง การเชื่อมระบบไฟฟ้าบริเวณริมชายฝั่งให้ไปใช้บนเรือเดินทะเลจะทำให้เรือไม่ต้องเดินเครื่องจักรช่วยเพื่อผลิตพลังงานเป็นระยะเวลานาน ๆ อีกต่อไป

อย่างไรก็ดี วิธีการนี้มีข้อจำกัดหลายประการ นั่นคือ แม้ว่าจะช่วยลดมลพิษที่เกิดขึ้นได้ แต่ในขณะเดียวกันการใช้กระแสไฟฟ้าจากชายฝั่งจำเป็นต้องมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพื่อปรับปรุงบริเวณท่าเรือและระบบบนเรือด้วย นอกจากนี้ระบบไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในเรือแต่ละลำส่วนใหญ่เป็นระบบเก่าที่ไม่ได้รับการปรับปรุงซึ่งได้รับการใช้งานมาหลายสิบปีและแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องยนต์เรือแต่ละประเภทนั้นอาจแตกต่างกัน ดังนั้น การใช้พลังงานชายฝั่งจึงอาจจะง่ายสำหรับเรือรุ่นใหม่และอาจเป็นปัญหาสำหรับเรือรุ่นเก่า

⁶² The North Sea Foundation, Sea at Risk and The Swedish NGO Secretariat on Acid Rain, *supra* note 12, p. 9.

4. องค์การระหว่างประเทศ

ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมและป้องกันปัญหามลพิษทางอากาศจากเรือเดินทะเล

องค์การระหว่างประเทศต่าง ๆ มีบทบาทสำคัญในแง่ที่ริเริ่มและผลักดันให้รัฐต่าง ๆ ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหามลพิษจากเรือเดินทะเล รวมทั้งการควบคุมและป้องกันปัญหาจากมลพิษดังกล่าว โดยดำเนินการผ่านทางที่ประชุมระหว่างประเทศเพื่อวางกฎเกณฑ์และมาตรฐานระหว่างประเทศในการแก้ไขและควบคุมปัญหามลพิษจากเรือขึ้นในรูปของสนธิสัญญา ระหว่างประเทศ และความร่วมมือต่างๆ เพื่อให้การแก้ไขและควบคุมปัญหามลพิษเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและมีความเป็นเอกภาพ โดยองค์การระหว่างประเทศที่มีบทบาทสำคัญ ได้แก่ องค์การสหประชาชาติ (United Nations: UN) และองค์การทางทะเลระหว่างประเทศ (International Maritime Organization: IMO)

4.1 องค์การสหประชาชาติ (United Nations: UN)⁶³

4.1.1 ประวัติความเป็นมาของ UN

องค์การสหประชาชาติก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 24 ตุลาคม ค.ศ. 1954 ภายหลังจากสงครามโลกครั้งที่สองสิ้นสุดลง มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญคือ อำนวยไว้ซึ่งสันติภาพและความมั่นคงระหว่างประเทศ การส่งเสริมสิทธิมนุษยชน การเคารพในหลักความยุติธรรมและกฎหมายระหว่างประเทศ การส่งเสริมความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและสังคม ของประชากรโลก ตลอดจนส่งเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างประเทศ โดยมีสำนักงานใหญ่อยู่ที่นิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา ประกอบด้วย 6 องค์การหลัก ได้แก่ สมัชชา (General Assembly) คณะมนตรีความมั่นคง (Security Council) คณะมนตรีเศรษฐกิจและสังคม (Economic and Social Council: ECOSOC) คณะมนตรีภาวะทรัสตี (Trusteeship Council) ศาลยุติธรรมระหว่างประเทศ (International Court of Justice: ICJ) และสำนักเลขาธิการ (Secretariat) โดยในปัจจุบันองค์การสหประชาชาติมี

⁶³ The United Nations, <http://www.un.org/aboutun/> (October 2007).

สมาชิกทั้งสิ้น 192 ประเทศ⁶⁴ และประเทศไทยได้เข้าเป็นสมาชิกขององค์การสหประชาชาติในลำดับที่ 55 โดยเข้าเป็นสมาชิกเมื่อวันที่ 16 ธันวาคม ค.ศ.1946

องค์การสหประชาชาติได้เริ่มให้ความสนใจด้านสิ่งแวดล้อมนับตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 1970 เรื่อยมา โดยได้จัดให้มีการประชุมระหว่างประเทศที่กรุงสตอร์คโฮล์ม ประเทศสวีเดน จนเป็นที่มาของปฏิญญากรุงสตอร์คโฮล์มว่าด้วยสิ่งแวดล้อมของมนุษยชาติ ค.ศ. 1972 ในที่สุด ซึ่งมีผลทำให้ประเด็นเรื่องสิ่งแวดล้อมได้รับความสนใจจากนานาประเทศ และทำให้เกิดการจัดตั้งองค์การชำนาญพิเศษขององค์การระหว่างประเทศและหน่วยงานเฉพาะในแต่ละประเทศเพื่อสำหรับรับผิดชอบด้านสิ่งแวดล้อมในเวลาต่อมา โดยองค์การสหประชาชาติได้ก่อตั้งโครงการสิ่งแวดล้อมของสหประชาชาติ (United Nations Environmental Programme: UNEP)⁶⁵ ขึ้นโดยการริเริ่มในที่ประชุมสหประชาชาติ ค.ศ. 1972 ว่าด้วยสิ่งแวดล้อมของมนุษยชาติ ณ กรุงสตอร์คโฮล์ม เพื่อทำหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงเกี่ยวกับการคุ้มครองและรักษาสิ่งแวดล้อม โดยมีภารกิจหลักในการอำนวยความสะดวกด้านความร่วมมือระหว่างประเทศเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ตลอดจนพิจารณาและทบทวนสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ของโลกเพื่อสรรหาแนวทางแก้ไข รวมทั้งส่งเสริม การประเมินและแลกเปลี่ยนความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมระหว่างรัฐสมาชิก UNEP จะเน้นการคุ้มครองและรักษาสิ่งแวดล้อมใน 5 กรณีคือ ข้อเสนอทางด้านสิ่งแวดล้อม ประสานงานภายใต้กรอบอนุสัญญาด้านสิ่งแวดล้อมรวมทั้งตราสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ประเด็นเรื่องน้ำจืด อุตสาหกรรมและการถ่ายทอดเทคโนโลยี และการให้การสนับสนุนแก่ทวีปแอฟริกา

4.1.2 อนุสัญญาระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับภาวะมลพิษที่เกิดจากเรือ ของ UN อนุสัญญาระหว่างประเทศสำคัญซึ่งเกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศจากเรือเดินทะเลที่สำคัญซึ่งองค์การ สหประชาชาติมีส่วนสำคัญในการริเริ่ม ได้แก่ อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยกฎหมายทะเล ค.ศ. 1982 (United Nations Convention on the Law of the Sea, 1982 – UNCLOS) โดยได้วางข้อกำหนดในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความคุ้มครองและรักษาสิ่งแวดล้อมทางทะเลไว้ในภาค 12 (Part XII) ของอนุสัญญาดังกล่าว

⁶⁴ The United Nations, <http://www.un.org/members/list.shtml> (June 2008).

⁶⁵ The United Nations Environmental Programme: UNEP Organization Profile available on the internet at, <http://www.unep.org/PDF/UNEPOrganizationProfile.pdf> (October 2007).

4.2 องค์การทางทะเลระหว่างประเทศ (International Maritime Organization: IMO)

4.2.1 ประวัติความเป็นมาของ IMO

IMO หรือองค์การทางทะเลระหว่างประเทศ มีชื่อเต็มว่า International Maritime Organization โดยแต่เดิมใช้ชื่อว่า “องค์การที่ปรึกษาทางทะเลระหว่างรัฐบาลด้านกิจการทางทะเล - The Inter-Governmental Maritime Consultative Organization” หรือ IMCO ซึ่งเป็นองค์กรชำนาญพิเศษขององค์การสหประชาชาติ ที่ได้รับการจัดตั้งจากการประชุมเกี่ยวกับทะเลขององค์การสหประชาชาติ (United Nations Maritime Conference) ที่นครเจนีวาในปี ค.ศ. 1948⁶⁶

IMCO นั้นมีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการเดินเรือทางทะเลและความปลอดภัยในการเดินเรือ การกำหนดเส้นทางเดินเรือต่างๆ โดยทำหน้าที่ประสานงานระหว่างรัฐบาลของประเทศต่างๆ ในเรื่องกฎข้อบังคับและวิธีการปฏิบัติต่าง ๆ ในเรื่องพาณิชย์นาวี โดยจะเห็นได้ว่าหน้าที่ของ IMCO นั้นไม่ได้มีหน้าที่โดยตรงเกี่ยวกับการป้องกันมลภาวะในทะเล แต่เนื่องจากเป็นองค์กรที่เกี่ยวข้องกับกิจการทางทะเล ดังนั้น เมื่อมีปัญหามลภาวะทางทะเลเพิ่มมากขึ้น สนธิสัญญาและอนุสัญญาระหว่างประเทศต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางทะเลจึงได้กำหนดให้องค์กร IMCO เป็นองค์กรที่มีหน้าที่ในการควบคุมและป้องกันมลพิษทางทะเลที่เกิดขึ้นดังกล่าวด้วย

ด้วยเหตุดังกล่าวจึงทำให้งานขององค์กร IMCO นั้นเพิ่มมากขึ้น ซึ่งผิดไปจากวัตถุประสงค์เดิมที่จัดตั้งขึ้นในครั้งแรก จึงได้มีการเปลี่ยนชื่อใหม่เป็นองค์การทางทะเลระหว่างประเทศ (IMO) ตั้งแต่ ค.ศ. 1975 เป็นต้นมา โดยปัจจุบันองค์การทางทะเลระหว่างประเทศ มีสมาชิกทั้งสิ้น 167 ประเทศ⁶⁷ และประเทศไทยได้เข้าสมาชิกเมื่อปี ค.ศ. 1973⁶⁸

⁶⁶ สุชาติ ว่องไว , “มารู้จักอนุสัญญาและพิธีสารต่างๆขององค์การทางทะเลระหว่างประเทศกันเถอะ”, นิตยสารการท่าเรือ, น. 1.

⁶⁷ IMO Member States, <http://www.imo.org/About/mainframe.asp?topic_id=315>, (May 2008)

⁶⁸ IMO Member States with year of joining, http://www.imo.org/home.asp?topic_id=315&doc_id=840, (May 2008)

4.2.2 ภารกิจและหน้าที่หลักของ IMO⁶⁹ มีดังต่อไปนี้

- 1) ควบคุมดูแลความปลอดภัยในการเดินเรือทะเลระหว่างประเทศให้เป็นไปอย่างมีระเบียบเรียบร้อย
- 2) ส่งเสริมความร่วมมือระหว่างรัฐบาลของประเทศต่างๆ เพื่อยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยทางทะเลให้สูงขึ้น
- 3) เผยแพร่ข้อมูลข่าวสาร กฎ ระเบียบ ข้อตกลงสากลต่างๆ ที่สำคัญให้ประเทศสมาชิกและองค์กรต่างๆทราบและถือปฏิบัติโดยทั่วกัน
- 4) จัดให้มีการประชุมผู้แทนจากประเทศสมาชิกหรือองค์กรต่าง ๆ เพื่อพิจารณาร่างกฎ ระเบียบ ข้อตกลงต่างๆ รวมทั้งปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมให้ทันสมัยและเหมาะสมกับสถานการณ์อยู่เสมอ
- 5) ให้คำปรึกษาแนะนำและความช่วยเหลือทางวิชาการแก่บรรดาประเทศสมาชิก
- 6) ประสานงานกับองค์กรระหว่างประเทศ สถาบัน และหน่วยงานอื่นๆ

4.2.3 อนุสัญญาระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับภาวะมลพิษที่เกิดจากเรือ ของ IMO องค์กรทางทะเลระหว่างประเทศ (International Maritime Organization-IMO) ได้มีการประชุมเพื่อออกอนุสัญญาและพิธีสาร (Convention and Protocol) ต่าง ๆ มากมาย โดยสามารถแบ่งเป็น 4 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ⁷⁰ เรื่องความปลอดภัยทางทะเล (Marine Safety) มลพิษทางทะเล (Marine Pollution) ความรับผิดชอบและการชดใช้ความเสียหาย (Liability and Compensation) และเรื่องอื่นๆ (Other Subjects) เช่น การอำนวยความสะดวกในการเดินเรือ การวัดขนาดเรือ เป็นต้น

สำหรับอนุสัญญาและพิธีสารซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับการควบคุมและป้องกันมลพิษที่เกิดจากเรือออกมามากมายหลายอนุสัญญาด้วยกัน ซึ่งจนถึงปัจจุบันมีอนุสัญญาที่เกี่ยวข้องกับภาวะมลพิษจากเรือทั้งสิ้น⁷¹

⁶⁹ Introduction to IMO, <<http://www.imo.org/home.asp>>, (May 2008).

⁷⁰ สุชาติ ว่องไว, อ่างแล้ว เริงรรมที่ 53, น. 1.

⁷¹ Introduction to IMO, Marine Environment, <<http://www.imo.org/home.asp>>, (May 2008).

(1) อนุสัญญาว่าด้วยการป้องกันภาวะมลพิษทางทะเลอันเกิดจากน้ำมัน ค.ศ. 1954 และพิธีสาร ค.ศ. 1962 และ 1969 (The International Convention for the Prevention of Pollution of the sea by Oil of 1954 and the Protocol of 1962 and 1969 - OILPOL)

มีภาคีสมาชิกทั้งสิ้น 71 รัฐ⁷² เป็นอนุสัญญาที่มีเนื้อหาเพื่อออกมาควบคุมกรณีมลพิษน้ำมันทางทะเลที่เกิดขึ้นมาจากกรณีการปฏิบัติการตามปกติในเรือเดินทะเลโดยไม่ครอบคลุมไปถึงกรณีมลพิษที่เกิดจากอุบัติเหตุในการเดินเรือต่าง ๆ ซึ่งมีความรุนแรงและก่อความเสียหายมากในระยะหลัง จึงทำให้ถูกแทนที่ด้วยอนุสัญญาว่าด้วยการป้องกันภาวะมลพิษทางทะเลจากเรือและสิ้นผลบังคับไปในที่สุด

(2) อนุสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยการป้องกันภาวะมลพิษทางทะเลที่เกิดจากเรือ ค.ศ. 1973 และพิธีสาร 1978 (International Convention for the Prevention of Marine of Pollution from ships of 1973 and the protocol of 1978 – MARPOL 73/78)

อนุสัญญานี้มีผลใช้บังคับแล้ว ตั้งแต่วันที่ 2 ตุลาคม พ.ศ. 2536 มีภาคีสมาชิก จำนวน 167 รัฐ⁷³ อนุสัญญานี้เป็นอนุสัญญาระหว่างประเทศเกี่ยวกับมาตรฐานเพื่อการลดและจำกัดการก่อให้เกิดภาวะมลพิษทางทะเลที่เกิดจากเรือ ทั้งที่เกิดขึ้นโดยจงใจหรือโดยอุบัติเหตุ อนุสัญญานี้ได้กำหนดหลักเกณฑ์เกี่ยวกับภาวะมลพิษแต่ละประเภทเอาไว้โดยละเอียดตามแต่ละภาคผนวกของอนุสัญญา อาทิ มลพิษน้ำมัน มลพิษจากการทิ้งเท มลพิษจากขยะ สิ่งโสโครก ของเหลวอันตรายในระวาง และมลพิษทางอากาศ เป็นต้น ซึ่งแต่ละส่วนมีเนื้อหาค่อนข้างละเอียดมาก โดยเรื่องมลพิษทางอากาศนั้นมีปรากฏอยู่ในภาคผนวกที่ 6 ซึ่งได้จัดทำขึ้นภายหลังจากที่ภาคผนวกอื่น ๆ ใช้บังคับไปหลายปีแล้วโดยจัดทำเพิ่มเติมขึ้นในรูปของ พิธีสาร ค.ศ. 1997 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมอนุสัญญา MARPOL 73/78 ทั้งนี้ รัฐภาคีของอนุสัญญา MARPOL เดิมมิได้ถือว่าเป็นภาคีของพิธีสารที่เพิ่มเติมภาคผนวกใหม่ดังกล่าวด้วยแต่อย่างใด ดังนั้น รัฐภาคีเดิมจึงต้องพิจารณาอีกครั้งว่าจะลงนามเป็นภาคีในพิธีสารดังกล่าวหรือไม่ด้วย

(3) อนุสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยการแทรกแซงในทะเลหลวงกรณีของความเสียหายจากมลภาวะน้ำมัน ค.ศ. 1969 (The International Convention Relating to

⁷² Membership, <<http://sedac.ciesin.org/entri/texts/pollution.of.sea.by.oil.1954.html>>, (May 2008).

⁷³ IMO, Status of Conventions, <http://www.imo.org/Conventions/mainframe.asp?topic_id=247>, (May 2008).

Intervention on the High Seas in case of Oil Pollution Casualties หรือ Intervention Convention, Brussels 1969

อนุสัญญานี้มีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 6 พฤษภาคม 1975 มีจำนวนรัฐภาคีทั้งสิ้น 85 รัฐ⁷⁴ และต่อมาอนุสัญญานี้ได้มีการแก้ไขโดยพิธีสารลอนดอนเมื่อปี 1984 ให้ครอบคลุมเพิ่มขึ้นถึงกรณีสารเคมีเป็นพิษอื่น ๆ นอกเหนือไปจากน้ำมันด้วย

(4) อนุสัญญากรุงลอนดอนว่าด้วยการทิ้งทะเลของเสียและสารอื่น ค.ศ. 1972 (Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter 1972 and 1996 หรือ London Convention 1972) พร้อมทั้งพิธีสาร ค.ศ. 1996 ว่าด้วยการป้องกันภาวะมลพิษทางทะเลจากการทิ้งทะเลของเสียและสารอื่น (1996 Protocol to the Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter)⁷⁵

เป็นอนุสัญญาระหว่างประเทศฉบับแรกที่มุ่งคุ้มครองสิ่งแวดล้อมทางทะเลจากกิจกรรมของมนุษย์และมีผลใช้บังคับเมื่อปี ค.ศ. 1975 ปัจจุบันมีสมาชิกทั้งสิ้น 81 รัฐ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการควบคุมแหล่งภาวะมลพิษทางทะเลทุกชนิดและจัดการอย่างเป็นขั้นตอนต่อการป้องกันมลพิษทางทะเลที่เกิดจากการทิ้งทะเลของเสียและสารอื่น

(5) อนุสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยการเตรียมการพร้อมปฏิบัติและความร่วมมือเพื่อขจัดภาวะ มลพิษน้ำมัน ค.ศ. 1990 (International Convention of Oil Pollution, Preparedness, Response and Cooperation of 1990 – OPRC)⁷⁶

มีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม ค.ศ. 1995 มีภาคีสมาชิก ทั้งสิ้น 91 รัฐ อนุสัญญานี้เป็นอนุสัญญาระหว่างประเทศที่มีวัตถุประสงค์เพื่อบรรเทาผลกระทบจากมลภาวะน้ำมันที่มีสาเหตุมาจากเรือ แท่นขุดเจาะ ท่าเรือ และท่าขนถ่ายน้ำมัน โดยมีเป้าหมายเพื่ออำนวยความสะดวกสำหรับความร่วมมือระหว่างประเทศและความช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการ

⁷⁴ *Ibid.*

⁷⁵ International Maritime Organization (IMO), <http://www.imo.org/home.asp?topic_id=1488>, (May 2008)

⁷⁶ International Maritime Organization (IMO), <http://www.imo.org/Conventions/mainframe.asp?topic_id=258&doc_id=682>, (May 2008).

เตรียมการและป้องกันมลภาวะจากน้ำมัน รวมทั้งส่งเสริมให้ประเทศต่างๆ มีความพร้อมในการป้องกันและขจัดมลภาวะน้ำมัน

(6) พิธีสาร ค.ศ. 2000 ว่าด้วยการเตรียมการพร้อมปฏิบัติและความร่วมมือเพื่อขจัดภาวะมลพิษจากสารพิษและสารเคมีอันตราย (Protocol on Preparedness, Response and Co-operation to pollution Incidents by Hazardous and Noxious Substances, 2000-HNS Protocol)⁷⁷

พิธีสารฉบับนี้จะเริ่มมีผลใช้บังคับในวันที่ 14 มิถุนายน ค.ศ. 2007 เป็นพิธีสารที่ออกโดยอาศัยหลักการอย่างเดียวกับอนุสัญญา OPRC โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความร่วมมือกันในระดับนานาชาติเพื่อจัดการต่อการคุกคามของภาวะมลพิษทางทะเลประเภทสารพิษและสารเคมีอันตราย

(7) อนุสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยการต่อต้านการใช้ระบบป้องกันสิ่งสกปรกที่เป็นอันตรายในเรือ ค.ศ. 2001 (International Convention on the control of Harmful Anti-fouling System on Ships 2001-AFS Convention 2001)⁷⁸

เป็นอนุสัญญาเกี่ยวกับการต่อต้านการใช้ระบบป้องกันสิ่งสกปรกในเรือที่เป็นอันตรายทุกชนิด เช่น การใช้สี สารเคลือบ หรือผลิตภัณฑ์ดูแลพื้นผิวใด ๆ ทาทำองเรือทั้งนี้ เพื่อป้องกันมิให้สัตว์ทะเลมาติดท้องเรือ ซึ่งเป็นสาเหตุให้เรือแล่นได้ช้าลงและทำให้เรือกินน้ำมันมากขึ้น เป็นต้น อนุสัญญานี้จะเริ่มมีผลใช้บังคับในวันที่ 17 พฤศจิกายน 2008 ซึ่งปัจจุบันมีรัฐต่าง ๆ ให้สัตยาบันแล้วจำนวนทั้งสิ้น 28 รัฐซึ่งคิดเป็นร้อยละ 43.79 ของกองเรือพาณิชย์โลก⁷⁹

(8) อนุสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยการควบคุมและการจัดการน้ำอับเฉาและกากของเสียจากเรือ ค.ศ. 2004 (International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments 2004-BWM Convention 2004)⁸⁰

⁷⁷ International Maritime Organization (IMO), <http://www.imo.org/home.asp?topic_id=258&doc_id=683>, (May 2008)

⁷⁸ International Maritime Organization (IMO), <http://www.imo.org/dynamic/mainframe.asp?topic_id=223>, (May 2008).

⁷⁹ supra note 73.

⁸⁰ IMO, <http://www.imo.org/Conventions/mainframe.asp?topic_id=867>, (May 2008).

อนุสัญญาที่ยังไม่มีผลใช้บังคับ⁸¹ โดยจะเริ่มมีผลใช้บังคับต่อเมื่อมีรัฐต่าง ๆ ให้สัตยาบันเป็นภาคี 30 รัฐหรือมีระวางเรือรวมกัน คิดเป็นร้อยละ 35 ของกองเรือพาณิชย์โลกขึ้นไป ซึ่งปัจจุบันมีรัฐต่าง ๆ ให้สัตยาบันแล้วจำนวนทั้งสิ้น 13 รัฐ คิดเป็นร้อยละ 3.62 ของกองเรือพาณิชย์โลก⁸²

จะเห็นได้ว่า อนุสัญญาระหว่างประเทศซึ่งองค์การทางทะเลระหว่างประเทศมีส่วนสำคัญในการริเริ่มที่ได้วางหลักเกณฑ์เรื่องการควบคุมและป้องกันมลพิษทางอากาศจากเรือเดินทะเลโดยตรงนั้น ปัจจุบันมีเพียงฉบับเดียว คือ อนุสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยมลพิษทางทะเลที่เกิดจากเรือ ค.ศ. 1973 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพิธีสาร ค.ศ. 1978 (MARPOL 73/78) โดยปรากฏอยู่ในพิธีสาร ค.ศ. 1997 แก้ไขเพิ่มเติมอนุสัญญา MARPOL 73/78 โดยกำหนดข้อกำหนดเรื่องการป้องกันมลพิษทางอากาศจากเรือขึ้นใหม่เป็นภาคผนวกที่ 6 ของอนุสัญญา MARPOL โดยรายละเอียดและหลักเกณฑ์อื่นเป็นสาระสำคัญของการป้องกันมลพิษทางอากาศจากเรือเดินทะเลในทางพาณิชย์ระหว่างประเทศตามอนุสัญญา MARPOL ดังที่กล่าวข้างต้น งานเขียนฉบับนี้จะได้ทำการศึกษาไว้ในบทถัดไป

⁸¹ *supra note 73.*

⁸² *Ibid.*