การลดมลภาวะทางเรือด้วยเทคโนโลยีสะอาด

The Reduction Of Ship Pollution By Clean Technology

พนิศรัฐ บุษย์นิลเพชร [1]

1 บทนำ

ปัจจุบัน ปัญหามลภาวะได้ส่งผลกระทบไปทั่วโลก โดยมีสาเหตุสำคัญจากการใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลืองในการผลิต การขนส่ง และการอุปโภคบริโภคของมนุษย์ โดยมลภาวะที่สำคัญนั้น มีทั้งมลภาวะทางอากาศ มลภาวะทางน้ำ มลภาวะทางเสียง และมลภาวะทางความร้อน ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ทั้งในปัจจุบัน เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ และความเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อม และปัญหาที่คาดว่าจะเกิดในอนาคต เช่น การละลายของน้ำแข็งขั้วโลก และการเปลี่ยนแปลงสภาพธรณีวิทยา เป็นต้น ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้น นับวันยิ่งทวีความรุนแรง จนมนุษย์ต้องหาวิธีป้องกันแก้ไข และรณรงค์ร่วมมือกันทั่วโลก ด้วยการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าและลดลง การนำของใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ การลดใช้สารเคมี การใช้พลังงานรูปแบบใหม่ และการสังเคราะห์วัตถุดิบทดแทนทรัพยากรธรรมชาติ เป็นต้น ซึ่งการใช้เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology) เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในปัจจุบัน โดยเป็นแนวความคิดของการปรับปรุงกระบวนการหรือคุณภาพของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า และลดการปล่อยของเสียจากการผลิตออกสู่สภาพแวดล้อม

การใช้เรือเป็นกิจกรรมหนึ่งที่ก่อให้เกิดมลภาวะ เนื่องจากถูกใช้ในอุตสาหกรรมและการขนส่ง ซึ่งล้วนแต่เป็นกิจกรรมที่ปล่อยมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น ดังนั้น เทคโนโลยีสะอาดในการใช้เรือ จึงได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศที่มีชายฝั่งทะเล มีกิจการอู่เรือ และใช้การขนส่งทางทะเลเป็นหลัก เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป และประเทศในแถบเอเชีย เป็นต้น

ประเทศไทย เป็นประเทศที่มีพื้นที่ชายฝั่งทะเล มีกิจการอู่เรือในประเทศ และมีการขนส่งสินค้าทางน้ำกว่าร้อยละ 90 ของปริมาณสินค้าเข้าออกทั้งหมด โดยปัจจุบัน อุตสาหกรรมการต่อเรือและซ่อมเรือในประเทศ กำลังอยู่ระหว่างการพัฒนา ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีสะอาดในการใช้เรือควบคู่กันไปด้วย เนื่องจาก การวิจัยพัฒนาต้องใช้ระยะเวลาดำเนินการ รวมทั้งต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์ภายใต้ขีดความสามารถและข้อจำกัดของประเทศ และในฐานะที่ประเทศไทยเป็นสมาชิกขององค์กรระหว่างประเทศด้านสิ่งแวดล้อมหลายองค์กร จึงจำเป็นต้องให้ความร่วมมือปฏิบัติตามกฎระเบียบที่กำหนดไว้ ซึ่งการวิจัยพัฒนาจะเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยลดงบประมาณการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ และที่เหนือสิ่งอื่นใด คือ ได้ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมให้อยู่ควบคู่กับมนุษย์ไปตราบนานเท่านาน

2 ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก

ในช่วงปี พ.ศ.2500 มนุษย์เริ่มมีความกังวลในเรื่องปัญหาสภาพแวดล้อมของโลก โดยมีสาเหตุเกิดจากมลภาวะจากแหล่งอุตสาหกรรมที่มีเป็นจำนวนมาก แต่อย่างไรก็ตาม ปัญหาดังกล่าวก็ไม่ได้รับความสนใจมากนัก เนื่องจากหลายฝ่ายมีความเห็นว่า การเข้มงวดเรื่องสิ่งแวดล้อม ทำให้การแข่งขันทางการค้าในตลาดเสรีมีข้อจำกัด ไม่เกิดผลดีกับทั้งผู้ประกอบการ แรงงาน และผู้อุปโภคบริโภค

[1] แผนกออกแบบเครื่องกล, กองออกแบบกลจักร กรมแผนการช่าง กรมอู่ทหารเรือ

ต่อมาในช่วงปี พ.ศ.2516 ได้เกิดวิกฤติการณ์น้ำมันขึ้น ทำให้ทุกประเทศได้เริ่มหันมาสนใจศึกษาปัญหาด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างจริงจัง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การสำรวจมลภาวะที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของปัญหาสิ่งแวดล้อมประกอบกับในช่วงเวลาดังกล่าว จำนวนประชากรโลกได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ความต้องการปัจจัยพื้นฐานสำหรับการดำรงชีวิตเพิ่มมากขึ้น แต่ด้วยข้อจำกัดของปริมาณทรัพยากรธรรมชาติที่ตอบสนองความต้องการของมนุษย์มีจำนวนคงที่ ทำให้ทรัพยากรหลายอย่างลดลงหรือหมดไป นอกจากนี้ การใช้สารเคมีที่ก่อให้เกิดสารพิษตกค้าง ยิ่งก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม และเริ่มส่งผลกระทบที่รุนแรงเห็นได้ชัดมาตามลำดับ

ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลกที่สำคัญ ได้แก่ การทำลายป่าไม้ ความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำและดิน สภาพพื้นที่แห้งแล้ง การขาดแคลนพลังงาน และที่มีผลกระทบรุนแรงชัดเจนในปัจจุบัน คือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเกิดสภาวะโลกร้อน (Global Warming) ที่มีสาเหตุจากปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) ซึ่งส่งผลนานัปการต่อวิถีชีวิตมนุษย์และการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากการที่อุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้เกิดความแปรปรวนของภูมิอากาศ ฤดูกาล ปริมาณน้ำฝน ระดับน้ำทะเล และการไหลของกระแสน้ำในมหาสมุทร เป็นต้น

จากที่ได้กล่าวมา จะเห็นได้ว่าปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นสิ่งที่ทั่วโลกวิตกกังวลและพยายามหาแนวทางแก้ไข เพื่อให้สภาพแวดล้อมกลับคืนสู่สภาพที่มนุษย์ สามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันได้อย่างมีความสุข และจำเป็นอย่างยิ่งที่ทุกฝ่ายต้องร่วมมือกันป้องกันและแก้ไขอย่างต่อเนื่องจริงจัง

3 มลภาวะทางเรือ

มลภาวะทางเรือในบทความนี้ มีขอบเขตครอบคลุมทั้งมลภาวะที่เกิดขึ้นจากการใช้เรือเมื่ออยู่ในทะเล และมลภาวะที่เกิดขึ้นจากอู่เรือขณะที่มีการต่อเรือ ซ่อมบำรุงเรือ และกำจัดเรือ ดังนั้น มลภาวะทางเรือ จึงเกิดขึ้นได้ตลอดช่วงวงจรชีวิต (Ship Life Cycle) คือ เริ่มต้นตั้งแต่ขั้นการสร้างเรือ (Building Stage) ขั้นการใช้เรือ (Operational Stage) ขั้นการซ่อมบำรุง (Maintenance Stage) จนสิ้นสุดที่ขั้นการกำจัดเรือ (Disposal Stage)

จากการสำรวจ [1] พบว่า ในปี พ.ศ.2550 กองเรือพาณิชย์ของประเทศไทย มีเรือทั้งสิ้น 298 ลำ ขนาดรวม 2,913,000 พันเดทเวทตัน ใหญ่เป็นอันดับที่ 34 ของโลก ซึ่งคงจะต้องยอมรับว่า เรือพาณิชย์ไทย มีส่วนก่อให้เกิดมลภาวะทางเรือเช่นกัน จึงจำเป็นต้องมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมร่วมกับประเทศอื่นๆ ทั่วโลก ซึ่งโดยสรุปแล้วมลภาวะที่เกิดขึ้นตลอดทั้งวงจรชีวิตของเรือ มีดังนี้

1) มลภาวะทางน้ำ

มลภาวะทางน้ำเกิดจากการปล่อยมลพิษต่าง ๆ สู่น้ำ เช่น น้ำมัน น้ำท้องเรือ น้ำสุขภัณฑ์ น้ำชำระล้าง ขยะมูลฝอย เศษโลหะและสีตัวเรือ หรือสารเคมี เป็นต้น ทำให้สิ่งมีชีวิตได้รับอันตราย สูญพันธ์ หรือเปลี่ยนแปลงวิถีการดำเนินชีวิต โดยการปล่อยมลพิษดังกล่าว เกิดได้ทั้งจากการต่อเรือ การปล่อยทิ้งเพื่อลดการสะสมในเรือ การรั่วไหลจากการใช้เรือปกติหรือจากอุบัติเหตุ และการกำจัดเรือ

2) มลภาวะทางอากาศ

มลภาวะทางอากาศ เกิดจากการปล่อยควันไฟจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์และเครื่องจักรในเรือ เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อน รวมไปถึงคราบเขม่าควัน ที่เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ นอกจากนี้ การปล่อยสารดับเพลิง (Fire Extinguishing Agents) และสารทำความเย็นในเรือ (Refrigerants) ออกสู่บรรยากาศ ก็ยังทำลายโอโซน และก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนได้เช่นเดียวกัน

3) มลภาวะทางดิน

ในขณะที่เรือแล่นในน้ำ คลื่นที่เกิดขึ้นจากเรือจะทำลายและกัดเซาะพื้นที่ชายฝั่งหรือริมแม่น้ำ ทำให้ดินพังทลาย เสียพื้นที่และทรัพยากรที่จะนำมาใช้ประโยชน์ไป

4) มลภาวะทางเสียง

เมื่อมีการต่อเรือในโรงงาน หรือขณะที่เรือแล่นในแม่น้ำหรือบริเวณชายฝั่ง จะเป็นแหล่งกำเนิดเสียงที่รบกวนต่อชุมชนที่อาศัยในบริเวณใกล้เคียง

4 เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology) และเทคโนโลยีสีเขียว (Green Technology)

เทคโนโลยีสะอาด [2] ได้เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 โดยองค์กร United Nation Environment Program (UNEP) ได้ศึกษาปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากอุตสาหกรรมต่างๆ และต่อมาในปี พ.ศ.2528 ได้จัดตั้ง Industry and Environment Program Activity Centre (IE/PAC) เพื่อเป็นศูนย์กลางการแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม โดย UNEP ได้นำแนวความคิดเรื่องเทคโนโลยีสะอาดมาประยุกต์ใช้ โดยเริ่มโครงการเทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Program) ใน ปี พ.ศ.2533 และจัดให้มีการประชุมนานาชาติ ว่าด้วยเทคโนโลยีสะอาดครั้งแรกในปีดังกล่าว และต่อมาก็ได้จัดให้มีการประชุมอย่างต่อเนื่องในเดือน ต.ค. ของทุกปี ซึ่งกิจกรรมต่างๆ ที่ UNEP ดำเนินการ เช่น การจัดทำเอกสารข้อมูลข่าวสาร การจัดอบรมสัมมนา การสร้างโครงการสาธิต การจัดตั้งศูนย์เทคโนโลยีสะอาด เครือข่ายในประเทศต่างๆ เป็นต้น

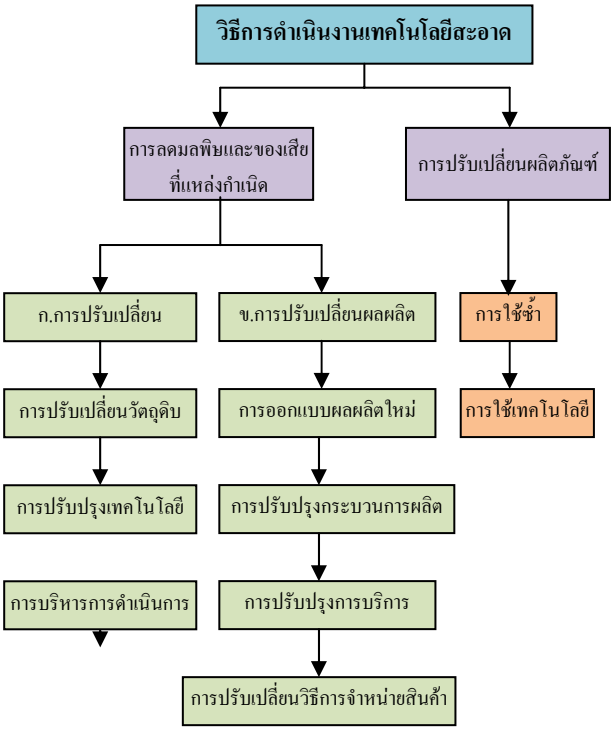
สำหรับในประเทศไทยนั้น [3] ในปี พ.ศ.2533 สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ได้ร่วมมือกับองค์กรเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Agency for International Development, USAID) ก่อตั้งโครงการจัดการสิ่งแวดล้อมด้านอุตสาหกรรม โดยมีเป้าหมายเพื่อรณรงค์ให้ภาคอุตสาหกรรมเกิดความตื่นตัวในปัญหาสิ่งแวดล้อม ต่อมาเมื่อความสนับสนุนจาก USAID สิ้นสุดลงในปี พ.ศ.2538 โครงการดังกล่าวได้ยกฐานะเป็น สำนักงานสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม และเป็นสถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2541 โดยมีหน้าที่ให้บริการทางวิชาการด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม การส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสะอาด รวมถึงการประสานความสัมพันธ์ระหว่างรัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน

ความหมายของเทคโนโลยีสะอาด [4] คือ การพัฒนาเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องของกระบวนการผลิต การบริการและการบริโภค โดยก่อให้เกิดผลกระทบหรือความเสี่ยงอันจะเกิดขึ้นต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ในขณะนั้น และต้องมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ด้วยวิธีการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด และการใช้ซ้ำ การนำกลับมาใช้ใหม่ โดยการมีส่วนร่วมของทุกคนในองค์กร

การนำเทคโนโลยีสะอาดไปใช้ [5] ครอบคลุมการดำเนินการต่างๆ คือ การขนส่ง การผลิต การจัดเก็บ การประหยัดทรัพยากรและพลังงาน การหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ การลดปริมาณของเสีย การเพิ่มผลผลิต การควบคุมและการกำจัดของเสีย การวางแผนการผลิตแบบครบรูปแบบ และการจัดการสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบัน มีคำว่าเทคโนโลยีสีเขียว (Green Technology) ซึ่งมีความหมายโดยรวมใกล้เคียงกับเทคโนโลยีสะอาด [6] คือ เป็นวิธีการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบที่มีจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด หรือการคิดค้นหากระบวนการต่างๆ เพื่อลดต้นทุน เพิ่มผลประโยชน์ กำไร และมูลค่า โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบในด้านลบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 แนวทางหลัก คือ การใช้พลังงานสีเขียว (Green Energy) อันประกอบด้วย แหล่งพลังงานสีเขียว (Green-power Generation) การขนส่งสีเขียว (Green Transportation) และแหล่งสะสมพลังงานสีเขียว (Green Energy Storage) และการใช้เครื่องจักรสีเขียว (Green Machine) ซึ่งหมายรวมทั้ง การใช้วัตถุดิบสีเขียว (Green Material) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycling) และการกำจัดของเสีย (Waste Disposal)

หลักการของเทคโนโลยีสะอาดนั้น [6] ประกอบด้วย การป้องกันหรือลดการเกิดมลพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม การใช้ทรัพยากรต่อวัตถุดิบอย่างมีคุณภาพ และการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต โดยมีวิธีการดำเนินงาน [7] ตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 วิธีการดำเนินงานเทคโนโลยีสะอาด

ส่วนประโยชน์ที่ได้รับ จากการใช้เทคโนโลยีสะอาด [4] คือ

1) ประโยชน์ต่อคน ได้แก่ มีสุขภาพแข็งแรงขึ้น ปลอดภัยจากสารพิษ ได้ใช้สินค้าที่มีคุณภาพสูง สภาพแวดล้อมความเป็นอยู่และคุณภาพชีวิตดีขึ้น และมีความภาคภูมิใจที่มีส่วนช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม

2) ประโยชน์ต่อชุมชน ได้แก่ สังคมมีความน่าอยู่ มีทรัพยากรใช้อย่างเพียงพอจากการจัดสรรและใช้อย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ และเกิดความสามัคคีเข้าใจอันดีระหว่างบุคคล ชุมชน และโรงงาน

3) ประโยชน์ต่อภาคอุตสาหกรรม ได้แก่ ประหยัดวัตถุดิบและพลังงาน เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและขีดความสามารถในการแข่งขัน ลดการเกิดมลพิษ เกิดของเสียน้อย ลดต้นทุนการบำบัดของเสีย เพิ่มผลกำไร และเกิดภาพพจน์ที่ดี

4) ประโยชน์ต่อภาครัฐ ได้แก่ แบ่งเบาภาระการติดตามตรวจสอบของภาครัฐ บรรลุตามเป้าหมายของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (ฉบับที่ 10) ส่งเสริมภาพพจน์ของประเทศในด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม และเพิ่มศักยภาพในการส่งออก

ปัจจุบัน มีการนำหลักการของเทคโนโลยีสะอาดและเทคโนโลยีสีเขียว มาประยุกต์ใช้ในการสร้างเรือ โดยเรือเหล่านี้ถูกเรียกว่า เรือสีเขียว (Green Ship) ซึ่งได้มีการวิจัยพัฒนาและสร้างเรือสีเขียวกันแล้วในต่างประเทศ แต่ยังเป็นเรือท่องเที่ยวหรือเรือประมงขนาดเล็ก เนื่องจากยังมีข้อจำกัดด้านพลังงาน ที่ไม่เพียงพอสำหรับนำไปใช้ในเรือขนาดใหญ่

5 นาวาสถาปัตยกรรมศาสตร์ (Naval Architecture) เพื่อการลดมลภาวะทางเรือ

นาวาสถาปัตยกรรมศาสตร์ (Naval Architecture) คือ เทคนิคว่าด้วยการออกแบบและการสร้างตัวเรือ ซึ่งมีความแตกต่างจากการออกแบบทั่วไป กล่าวคือ ต้องประกอบด้วยศาสตร์ในสิ่งที่จับต้องได้ คือลักษณะของตัวเรือ และศาสตร์ที่จับต้องไม่ได้ เช่น การทรงตัวและความแข็งแรงของเรือ รวมทั้งมีความเป็นศิลป์ ได้แก่ ความสวยงามและความเหมาะสมกับการใช้งาน เป็นต้น ซึ่งในการออกแบบเรือนั้น แม้ว่าจะไม่สามารถลดมลภาวะได้ในทางตรง แต่กลับเป็นขั้นตอนที่ส่งผลกระทบมากที่สุด เนื่องจาก การออกแบบตัวเรือและการจัดวางระบบต่างๆ ที่เหมาะสมแต่เริ่มต้น จะสามารถควบคุมการปล่อยมลพิษที่แหล่งกำเนิด รวมทั้งยังเป็นการเตรียมการรองรับปัญหาต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในภายหลัง ให้แก้ไขได้ง่าย โดยตามแนวคิดของเทคโนโลยีสะอาดนั้น การออกแบบเรือ เป็นการออกแบบผลผลิตใหม่ แต่อย่างไรก็ตาม มีข้อจำกัดที่สำคัญ คือ เรือมีพื้นที่จำกัดและมีวัตถุประสงค์เฉพาะในการใช้งาน ดังนั้น การออกแบบเรือ จะต้องไม่เสียขีดความสามารถตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ความยากของการออกแบบเรือ จึงอยู่ที่การออกแบบให้มีความเหมาะสมสอดคล้องระหว่างขีดความสามารถของเรือและการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในพื้นที่อันจำกัดของเรือ

การออกแบบเรือ เพื่อลดการสร้างมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม [8] มีแนวความคิดหลัก 2 แนวความคิด คือ การลดการแพร่กระจายก๊าซเสียจากการใช้เรือ (Operational Emission) โดยลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และการออกแบบตัวเรือ ให้

แข็งแรงทนทานไม่เสียหายเมื่อเกิดอุบัติเหตุ ทำให้ไม่มีน้ำมันหรือสารเคมีรั่วไหลจากเรือ ซึ่งจากแนวความคิดดังกล่าว จึงมีแนวทางการออกแบบเรือเพื่อลดมลภาวะ ดังนี้

1) การออกแบบตัวเรือให้มีความแข็งแรง (Hull Strength) สามารถทนทานต่อการชนหรือกระแทกได้ดี ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Method, FEM) รวมไปถึงการออกแบบตัวเรือให้ลอยลำอยู่ได้หลังจากเกิดอุบัติเหตุ ด้วยการทำนายรูปแบบและทิศทางของอุบัติเหตุที่น่าจะเกิด แล้วออกแบบเรือเพื่อลดความเสียหายหรือการรั่วไหลของน้ำมันและสารเคมีต่างๆ

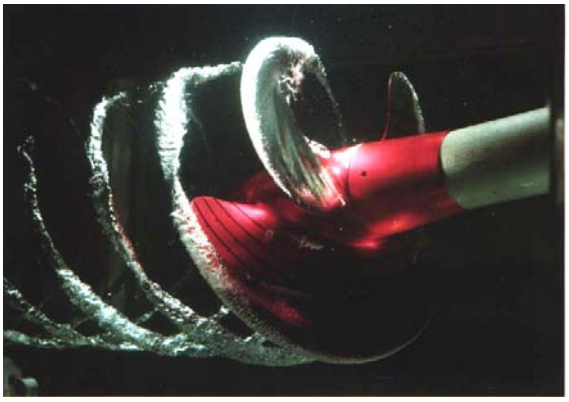
2) การป้องการกัดกร่อน (Corrosion) ให้กับตัวเรือและท่อทางต่างๆ โดยปกติแล้วเรือทุกลำจะเกิดการกัดกร่อนแบบกัลวานิก (Galvanic Corrosion) เนื่องจาก ส่วนต่างๆ ของเรือซึ่งทำจากโลหะต่างชนิดกัน จะสัมผัสกับน้ำทะเลซึ่งเป็นสารละลายที่นำไฟฟ้า (Electrolyte) ทำให้เกิดการไหลของอิเล็คตรอน และเป็นที่มาของการกัดกร่อน โดยผลที่เกิดขึ้น คือ ตัวเรือจะทะลุ ทำให้น้ำมันและสารเคมีรั่วไหลลงสู่ทะเล

แนวทางการป้องกัน คือ ในการออกแบบตัวเรือ จะต้องกำหนดวิธีการต่าง ๆ เพื่อป้องกันการกัดกร่อน เช่น การทาสีกันการกัดกร่อน (Anti-corrosion Coating) หรือการติดโลหะกันการกัดกร่อน (Sacrificial Anode) ตามตำแหน่งต่างๆ ที่ท้องเรือและท่อน้ำทะเล ซึ่งหากจะให้ผลดีที่สุดแล้ว จะต้องมีการวิจัยหาชนิดของโลหะกันการกัดกร่อน ที่เหมาะสมกับเรือแต่ละลำ ซึ่งมีขนาด ชนิดวัสดุตัวเรือ เส้นทางเรือเดิน และสถานที่จอดเรือแตกต่างกันออกไป

3) การออกแบบรูปทรงตัวเรือ (Hull Form) ที่สร้างความต้านทานการเคลื่อนที่เรือให้น้อยที่สุด ทำให้ใช้เครื่องยนต์ที่มีขนาดกำลังขับน้อย มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้ำมันต่ำ และผลที่ตามมาคือ ปล่อยควันออกสู่บรรยากาศในปริมาณลดลง

4) การลดการชะล้างจากคลื่น (Wave Wash Generation) ด้วยการออกแบบตัวเรือ ที่ก่อให้เกิดคลื่นในรูปแบบที่ทำความเสียหายกับชายฝั่งหรือริมตลิ่งน้อยที่สุด ซึ่งในการทำนายรูปแบบของคลื่นและการชะล้างนั้น ต้องใช้เทคนิคที่ซับซ้อน เช่น วิธีการสังเกตจากการทดลอง (Empirical Method) ใช้ซอฟต์แวร์ที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งต้องใช้ความรู้ด้านธรณีวิทยาประกอบการศึกษา จึงจะได้ลักษณะตัวเรือที่เหมาะสม สำหรับเรือแต่ละประเภทและแต่ละพื้นที่การใช้งาน

5) การลดเสียงและการสั่นสะเทือนจากเรือ (Ship Noise and Vibration) ซึ่งโดยทั่วไป เสียงและการสั่นสะเทือนมีสาเหตุจากการหมุนของใบจักร โดยเฉพาะการหมุนของใบจักรที่เกิดโพรงอากาศ (Cavitation) ซึ่งการแก้ไขขั้นต้น คือ การเลือกใบจักรที่เหมาะสมกับลักษณะตัวเรือ (Hull-Propeller Interaction) ซึ่งนอกจากจะช่วยลดเสียงและการสั่นสะเทือนแล้ว ยังช่วยลดการสึกกร่อนของใบจักร ทำให้มีอายุการใช้งานนานขึ้น โดยสามารถใช้การวิเคราะห์พลังงานเชิงสถิติ (Statistical Energy Analysis, SEA) เพื่อศึกษาวิธีลดความสั่นสะเทือน หรือการวิจัยออกแบบลักษณะใบจักรที่มีประสิทธิภาพ ลดการเกิดโพรงอากาศได้ดี



รูปที่ 2 การเกิดโพรงอากาศ (Cavitation) ที่ใบจักร [9]

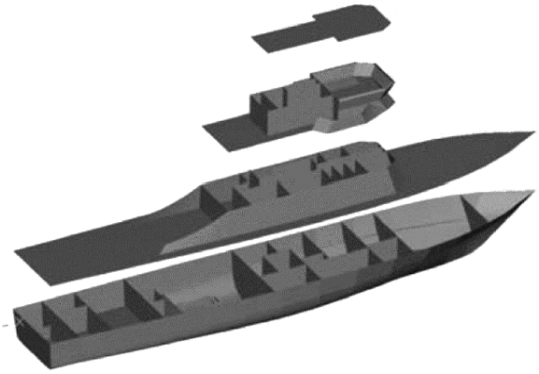
6 การเลือกใช้วัสดุสร้างตัวเรือและการเลือกใช้เครื่องจักรกลเรือ

การเลือกใช้วัสดุตัวเรือและเครื่องจักรกลเรือ เป็นแนวความคิดการปรับเปลี่ยนวัตถุดิบตามหลักการของเทคโนโลยีสะอาด โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.1 การเลือกใช้วัสดุสร้างตัวเรือ

ตัวเรือ (Hull) เป็นโครงสร้างที่มีความสำคัญที่สุดของเรือ เนื่องจากเป็นส่วนที่ลอยตัวอยู่ในน้ำ เป็นที่อยู่อาศัยของลูกเรือ ติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ แล้วนำพาทุกสิ่งทุกอย่างขับเคลื่อนไปในน้ำ ดังนั้น ในการออกแบบตัวเรือจึงต้อง

ใช้องค์ความรู้หลายด้านประกอบกัน เช่น การทรงตัว ความต้านทานและความแข็งแรงของตัวเรือ การผลักดันของใบจักร การป้องกันความเสียหาย เป็นต้น



รูปที่ 3 โครงสร้างตัวเรือ [10]

การเลือกใช้วัสดุสร้างตัวเรือ มีจุดมุ่งหมายสำคัญ คือ การลดน้ำหนักของเรือ เพื่อใช้เครื่องยนต์ที่มีขนาดกำลังขับน้อย มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำ และปล่อยควันออกสู่บรรยากาศน้อยที่สุด โดยปัจจุบัน วัสดุที่นิยมนำมาใช้ทำตัวเรือเพื่อลดน้ำหนัก มี 3 ชนิด [11] ซึ่งแต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติ ข้อดี และข้อเสียแตกต่างกันออกไป ดังนี้

1) เหล็กกล้าความแข็งสูง (High Strength Steels, HSS)

ปัจจุบันมีเหล็กกล้าความแข็งสูงหลายชนิดที่ถูกนำมาใช้สร้างตัวเรือ โดยมีข้อดีคือ มีความแข็งแรงสูง มีความเหนียว (Ductile) ขยายตัวทุกทิศทางเท่ากัน (Isotropic) ขึ้นรูปและผสมกับโลหะชนิดอื่นง่าย ทนความร้อนสูง และจัดหาได้ทั่วไปในท้องตลาด ส่วนข้อเสีย คือ นำความร้อน กัดกร่อนง่าย หากมีขนาดบางมากจะมีความทนทานต่อความล้า (Fatigue) ต่ำ และมีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็ก

ด้วยคุณสมบัติความเบาและหาได้ง่าย ทำให้นิยมใช้เหล็กกล้าความแข็งสูงทำตัวเรือมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม ต้องมีระบบป้องกันการกัดกร่อนที่ดี รวมทั้งจากการที่มีความล้าสูง ทำให้การใช้เหล็กกล้าความแข็งสูงทำแผ่นเสริมกำลัง ยังไม่เหมาะสมนัก

2) อลูมินัมอัลลอย (Aluminum Alloy)

วัสดุที่นิยมนำมาใช้ทำตัวเรือรองลงมา คือ อลูมินัมอัลลอย ซึ่งมีคุณสมบัติโดดเด่น คือ น้ำหนักเบา นอกจากนี้ ยังทนต่อการกัดกร่อนได้ดี ขึ้นรูปง่าย มีความเหนียว (Ductile) ไม่เป็นแม่เหล็ก และกำหนดคุณสมบัติตามความต้องการได้ เนื่องจากเป็นโลหะผสม

สำหรับข้อเสียที่สำคัญของอลูมินัมอัลลอย คือ มีความแข็งแรงน้อยกว่าเหล็ก มีความทนทานต่อความล้า (Fatigue) และจุดหลอมเหลว (Melting Point) ต่ำ จึงไม่สามารถทนความร้อนได้สูง และมีราคาแพง

3) วัสดุคอมโพสิต (Composite Material)

วัสดุคอมโพสิต คือ วัสดุที่ประกอบด้วยวัสดุตั้งแต่ 2 ประเภทขึ้นไป ที่มีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน โดยที่นิยมใช้ทำตัวเรือ คือ พลาสติกเสริมแรงด้วยเส้นใย (Fiber-reinforced plastic, FRP) หรือ พลาสติกเสริมแรงด้วยแก้ว (Glass-reinforced plastic, GRP) โดยทั้ง 2 ชนิดมีข้อดี คือ ไม่เป็นแม่เหล็ก ไม่นำไฟฟ้า ไม่นำความร้อน ไม่ผุพัง มีความทนทานต่อความล้า ขึ้นรูปทรงตามความต้องการง่าย ทนการกัดกร่อน น้ำหนักเบา และนำมาใช้ใหม่ (Recycling) ได้

ส่วนข้อเสีย คือ ไม่สามารถทนความร้อนได้สูง ต้องทาด้วยสีชนิดพิเศษ มีความแข็งตึง (Stiffness) ต่ำ มีส่วนผสมของเรซินทำให้มีสารตกค้างเมื่อทำลายทิ้ง กระบวนการผลิตยุ่งยาก และเกิดผงฝุ่น และมีราคาสูง

ด้วยความแตกต่างที่กล่าวมา การเลือกใช้วัสดุทำตัวเรือจึงควรเลือกวัสดุที่เหมาะสม โดยพิจารณาความสอดคล้องกันในทุกๆ ด้าน เช่น จุดประสงค์ของการใช้เรือ การไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ ขีดความสามารถของผู้ผลิต และต้นทุนการดำเนินการ เป็นต้น

6.2 การเลือกใช้เครื่องจักรกลเรือ

เครื่องจักรกลเรือ (Marine Equipments) หมายถึง เครื่องยนต์ เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ทางกลที่ใช้งานในเรือ เพื่อสร้างแรงขับเคลื่อนและสร้างความสะดวกสบายให้กับลูกเรือ เช่น เครื่องยนต์เรือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เกียร์ เครื่องปรับอากาศ ปั๊มต่างๆ เป็นต้น ซึ่งการเลือกใช้เครื่องจักรกลเรือที่เหมาะสม มีจุดประสงค์คือ ทำให้ใช้ทรัพยากรต่างๆ อย่างประหยัดและคุ้มค่า ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ และปล่อยมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด โดยการเลือกใช้เครื่องจักรกลเรือที่เหมาะสม มีข้อควรคำนึง [12] คือ

1) มีขนาดกำลัง (Power) หรือขีดความสามารถ (Capacity) ที่เหมาะสมกับภาระการทำงาน (Load) ที่ต้องการ

2) มีเสียงและการสั่นสะเทือนต่ำ

3) มีความเชื่อถือได้ (Reliability) และความคงทน (Endurance) สามารถใช้งานได้นาน ไม่ชำรุดง่าย และมีวงรอบการซ่อมบำรุงนาน

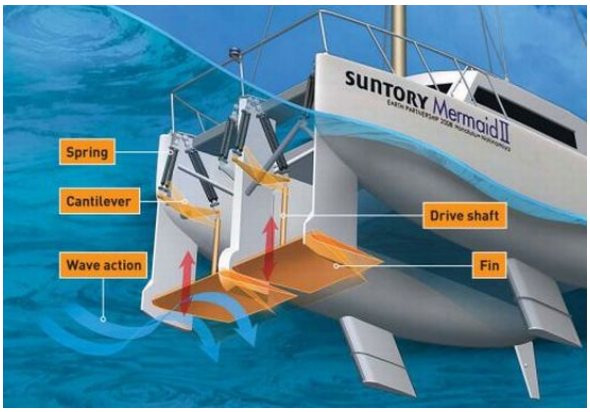
4) มีขนาดเล็กและน้ำหนักน้อย

5) ในกรณีที่เครื่องจักรกล เป็นอุปกรณ์ที่ปล่อยมลพิษขณะใช้งาน เช่น เครื่องยนต์สูบน้ำ เครื่องเรือเล็ก ระบบดับเพลิง ฯลฯ หรือเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดของเสีย เช่น เครื่องบำบัดของเสีย เครื่องแยกน้ำ-น้ำมันท้องท้องเรือ ฯลฯ ต้องพิจารณาเลือกใช้เครื่องที่ผ่านการรับรองมาตรฐานขององค์กรสิ่งแวดล้อมสากล

6) การติดตั้งเครื่องจักรกลเรือ ควรออกแบบให้ติดตั้งในตำแหน่งที่มีการเดินท่อทางและสายไฟน้อยที่สุด เพื่อลดความสิ้นเปลืองวัตถุดิบ แต่ทั้งนี้ต้องไม่เสียประสิทธิภาพการทำงานของเรือ

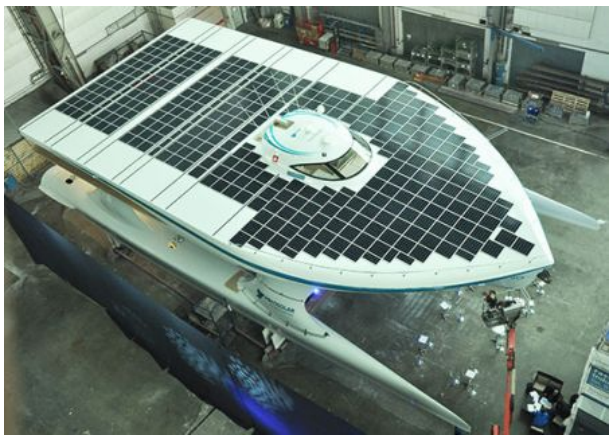
ปัจจุบัน มีการวิจัยพัฒนาและสร้างเครื่องต้นกำลังขับ (Prime Mover) ชนิดที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะแก่สิ่งแวดล้อม เพื่อใช้เป็นระบบขับเคลื่อนหลัก (Main Propulsion) หรือระบบขับเคลื่อนแบบผสม (Hybrid Propulsion) หรือใช้ขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ของเรือ โดยอาศัยพลังงานจากแหล่งที่ไม่เป็นพิษ เช่น พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานคลื่น เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell) หรือเป็นเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงชนิดที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ เช่น ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น ซึ่งสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซพิษจากเรือได้มาก

สำหรับในประเทศไทย ยังไม่มีการศึกษาวิจัยเรื่องนี้มากนัก เนื่องจากต้องอาศัยความรู้และความร่วมมือจากหลายฝ่าย แต่ก็เป็นแนวทางที่เป็นไปได้สูง โดยเฉพาะกับเรือขนาดเล็กที่ไม่ใช้พลังงานมากนัก โดยในต่างประเทศ ได้สร้างเรือที่ใช้แหล่งพลังงานธรรมชาติในการขับเคลื่อนแล้ว เช่น เรือท่องเที่ยว“Suntory Mermaid II” [13] ขนาด 3 ตัน สร้างโดยบริษัท Tsuneishi Forestry Construction Company ประเทศญี่ปุ่น เมื่อปี พ.ศ.2550 เป็นเรือที่ใช้พลังงานคลื่น แล่นได้เป็นระยะทางประมาณ 7,800 กิโลเมตร จากเมืองโฮลูลู (Honolulu) รัฐฮาวาย ไปยังคลองคิอิ (Kii Channel) ประเทศญี่ปุ่น โดยใช้เวลา 110 วัน



รูปที่ 6 เรือ Suntory Mermaid II

หรือเรือท่องเที่ยว “Türanor” [14] ขนาด 85 ตัน ความเร็ว 7.5 นอต สร้างที่เมือง Kiel firth ประเทศเยอรมัน ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นแหล่งพลังงาน ปล่อยลงน้ำไปเมื่อเดือนเมษายน พ.ศ.2553 ปัจจุบันอยู่ระหว่างการทดลองเรือเป็นต้น



รูปที่ 7 เรือ “Türanor”

จากที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าการเลือกใช้วัสดุสร้างตัวเรือและการเลือกใช้เครื่องจักรกลเรือ ล้วนแล้วแต่มีส่วนช่วยลดมลภาวะทางเรือทั้งสิ้น ซึ่งการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อผลิตวัสดุที่มีคุณภาพและสร้างเครื่องจักรกลเรือที่เหมาะสมยังคงเปิดกว้างและมีความต้องการอยู่อย่างต่อเนื่อง

6 การใช้เทคโนโลยีสะอาดเพื่อลดมลภาวะทางเรือ

7.1. การลดมลภาวะจากการต่อเรือ

ในบทความนี้ จะกล่าวถึงเฉพาะการลดมลภาวะจากการต่อเรือเหล็ก ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ และสร้างมลภาวะจำนวนมาก โดยในการต่อเรือเหล็ก จะเกิดของเสียและสารเคมีต่างๆ มากมาย เช่น เศษเหล็ก เศษวัสดุ เศษสายไฟ คราบสี คราบน้ำมัน ละอองของเหลว ผงฝุ่น ควัน ก๊าซเสีย เป็นต้น ซึ่งหากสิ่งเหล่านี้ ถูกปล่อยออกสู่แหล่งน้ำหรือบรรยากาศ ก็จะก่อให้เกิดมลภาวะทางน้ำและทางอากาศได้

ตัวอย่างกิจกรรมในการต่อเรือที่ก่อให้เกิดมลภาวะอย่างชัดเจน คือ ขั้นตอนการพ่นทราย (Sandblasting) เพื่อเตรียมพื้นที่ผิวก่อนทาสี ซึ่งจะเกิดเสียงดังและผงทรายในบริเวณใกล้เคียงจำนวนมาก

รูปที่ 4 การพ่นทราย (Sand Blasting) [15]

ในการต่อเรือนั้น [8] โดยทั่วไปมีกระบวนการเช่นเดียวกับอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ เช่น การตัด การดัด การเชื่อม การขึ้นรูป การขัดโลหะ และการทาสี ซึ่งกิจกรรมต่างๆ เหล่านี้ ล้วนแล้วแต่ก่อให้เกิดมลภาวะทั้งสิ้น โดยการที่จะลดมลภาวะเหล่านี้นั้น ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจของผู้ปฏิบัติงาน และที่สำคัญคือ การปรับปรุงกระบวนการผลิต ด้วยการใช้เทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ทันสมัย เพื่อลดการเกิดมลภาวะ เช่น การเชื่อมแบบพลาสม่าใต้น้ำ (Underwater Plasma Welding) การเชื่อมด้วยลำอิเล็กตรอน (Electron Beam Welding) การเชื่อมภายใต้แรงเสียดทาน (Friction Stir Welding) การตัดโลหะด้วยเลเซอร์ (Laser Cutting) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีและอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้ ล้วนแล้วแต่มีราคาสูง จึงเป็นข้อจำกัดของผู้ประกอบการที่ยังไม่สามารถดำเนินการ เพื่อช่วยลดการเกิดมลภาวะจากการต่อเรือได้

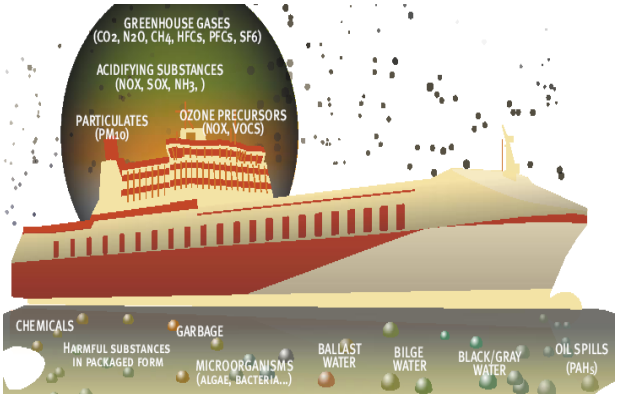
นอกจากนี้ อีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดมลภาวะจากการต่อเรือ คือ การบริหารการดำเนินการผลิตที่เหมาะสม เช่น การกำหนดปริมาณและระยะเวลาการส่งวัตถุดิบ เพื่อช่วยลดความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและไอเสียจากการขนส่ง การกำหนดขนาดของวัตถุดิบ เพื่อลดปริมาณการตัดและการเชื่อมโลหะ การกำหนดแนวทางการนำวัสดุที่เหลือมาใช้ใหม่ รวมถึงการฝึกอบรมช่างให้มีความชำนาญ เพื่อลดความผิดพลาดและการดำเนินการใหม่ เป็นต้น ซึ่งสิ่ง เหล่านี้ ถึงแม้ว่าจะช่วยลดปริมาณของเสียได้ไม่มากนัก แต่ก็ถือเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยลดการเกิดมลภาวะได้ และที่สำคัญ คือ เป็นการฝึกและเสริมสร้างจิตสำนึกความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมให้กับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกิจกรรมการต่อเรือ

จากที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่า การลดมลภาวะในการต่อเรือนั้น ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีที่ทันสมัยซึ่งมีราคาสูงเป็นสำคัญ ดังนั้น หากประเทศไทย มีการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีที่ช่วยลดมลภาวะจากอุตสาหกรรมได้เอง ก็จะช่วยลดงบประมาณการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศได้มาก

7.2 การลดมลภาวะขณะใช้เรือ

ในขณะที่เรือถูกใช้งาน เป็นช่วงเวลาที่ก่อให้เกิดมลภาวะมากที่สุด เนื่องจาก เรือมีอายุการใช้งานนาน เรือบางลำมีอายุการใช้งานกว่า 50 ปี โดยตลอดช่วงเวลาดังกล่าว ก็ได้ปล่อยมลพิษต่างๆ ตลอดเวลา ซึ่งเมื่อรวมกันแล้ว ก็เป็นปริมาณมากเพียงพอที่ทำให้เกิดมลภาวะได้ โดยจากการสำรวจ [16] พบว่า มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากการใช้เรือ ถึงร้อยละ 3.3 ของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดในโลก

มลพิษที่ถูกปล่อยขณะใช้เรือ ประกอบด้วย มลพิษทางอากาศ (Emissions) ของเสีย (Waste) น้ำท้องเรือ (Bilge Water) น้ำสุขภัณฑ์ (Black Water) น้ำชำระล้าง (Grey Water) และน้ำอับเฉา (Ballast Water)



รูปที่ 5 มลพิษที่เกิดจากเรือ [17]

สำหรับแนวทางการลดมลภาวะขณะใช้เรือนั้น จะต้องเริ่มตั้งแต่ในขั้นการออกแบบและการสร้างเรือ โดยเลือกใช้เครื่องยนต์ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่เหมาะสม ไม่ปล่อยของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม สอดคล้องตามหลักการของเทคโนโลยีสะอาดในเรื่องการปรับปรุงและเปลี่ยนเทคโนโลยี โดยผลจากการใช้อุปกรณ์ที่ดีตั้งแต่ต้น หรือการดัดแปลงปรับปรุงระบบต่างๆ เพิ่มเติมให้กับเรือในภายหลัง ช่วยลดมลภาวะที่เกิดขึ้นจากการใช้เรือได้ดังนี้ [17] คือ

7.2.1. มลพิษทางอากาศ (Emissions)

ควันที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ในเรือ และถูกปล่อยสู่บรรยากาศ มีส่วนผสมของมลพิษที่สำคัญ และมีเทคโนโลยีที่ใช้ลดปริมาณมลพิษดังกล่าว ดังนี้

a. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) สามารถลดได้โดยการใช้เครื่องต้นกำลังขับ ชนิดที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะแก่สิ่งแวดล้อม การใช้พลังงานไฟฟ้าจากท่าเรือเมื่อเรือเทียบท่า (Ship-to-shore Power) เพื่อลดการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้า รวมทั้ง การใช้ระบบนำพลังงานความร้อนที่เหลือจากเครื่องยนต์กลับมาใช้ใหม่ (Waste Heat Recovery System) ก็เป็นการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าเช่นกัน

b. สารประกอบออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_X) ซึ่งโดยปกติแล้ว กำมะถันหรือซัลเฟอร์จะเป็นองค์ประกอบในน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งเมื่อเผาไหม้ก็จะกลายเป็นสารประกอบออกไซด์ของซัลเฟอร์ ที่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม โดยแนวทางการลดปริมาณสารประกอบชนิดนี้ ทำได้โดยการใช้เครื่องต้นกำลังขับ ชนิดที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะแก่สิ่งแวดล้อม การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีกำมะถันต่ำ การใช้เครื่องดักจับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2-scrubbers) เป็นต้น

c. สารประกอบออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_X) ซึ่งเป็นผลมาจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงที่อุณหภูมิสูง ดังนั้น การลดปริมาณสารประกอบชนิดนี้ จึงทำได้โดยการควบคุมอุณหภูมิการเผาไหม้ไม่ให้สูงเกินไป เช่น การใช้เครื่องยนต์ที่มีระบบการเผาไหม้ที่มีประสิทธิภาพ (Miller Cycle, 2-Stage Turbocharging, Fuel Injection Valves and Combustion Pumps) การใช้เครื่องยนต์ที่มีระบบลดอุณหภูมิการเผาไหม้ (Humid Air Motors, Direct Water Injection, Exhaust Gas Recirculation, Fuel-Water Emulsification) หรือการใช้เครื่องยนต์ที่มีระบบควบคุมการเผาไหม้แบบอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

d. คราบเขม่าควันไฟ สามารถลดได้โดยการใช้เครื่องแยกผงฝุ่นแบบไซโคลน (Cyclone Separator) หรือ เครื่องดักฝุ่นด้วยไฟฟ้า (Electrostatic Precipitator, EP) เป็นต้น

7.2.2. ของเสีย (Waste)

a. ของเสีย หมายถึง สิ่งที่เหลือทิ้งจากการผลิตการอุปโภคและบริโภค ซึ่งไม่ต้องการใช้หรือเสื่อมสภาพจนไม่สามารถใช้การได้แล้ว ซึ่งหากแบ่งประเภทตามมลพิษที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ของเสียทั่วไป (General Waste) ซึ่งมีอันตรายน้อย เช่น เศษอาหาร เศษกระดาษ เศษผ้า เศษพลาสติก เป็นต้น และของเสียอันตราย (Hazardous Waste) ซึ่งเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยอาจมีสารพิษ ติดไฟหรือระเบิดง่าย หรือปนเปื้อนเชื้อโรค เช่น ไฟแช็ก กระป๋องสเปรย์ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ สำลีหรือผ้าพันแผล เป็นต้น

ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทิ้งของเสียจากเรือลงแหล่งน้ำ คือ ทำให้น้ำเสีย มีกลิ่นเหม็น สิ่งมีชีวิตในน้ำได้รับอันตรายจากการดูดซับสารพิษหรือการบริโภคโดยตรง เศษแห อวน พันรัดสัตว์น้ำทำให้ขึ้นมาหายใจไม่ได้ นอกจากนี้ เศษแก้วที่อยู่ใต้พื้นน้ำหรือถูกพัดมาที่ชายฝั่ง ยังเป็นอันตรายต่อมนุษย์ รวมทั้งของเสียที่สะสมเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดภาพที่ไม่สวยงามอีกด้วย โดยปัจจุบัน มีเทคโนโลยีที่ช่วยลดการปล่อยของเสียลงทะเลได้ เช่น การใช้เครื่องอัดของเสีย (Waste Compressor)

เพื่อบีบอัดขยะมูลฝอยให้มีปริมาตรเล็กลงพอที่จะเก็บไว้ในเรือ ตลอดช่วงระยะเวลาที่อยู่ในทะเล หรือ การใช้เทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค (Plasma Arc) ซึ่งสามารถเปลี่ยนขยะมูลฝอยให้เป็นแก๊สที่เป็นเชื้อเพลิงได้ เป็นต้น

7.2.3. น้ำท้องเรือ (Bilge Water)

น้ำท้องเรือ คือ น้ำสกปรกที่รวมขังอยู่ที่ท้องเรือ ซึ่งมาจากการรั่วไหลตามอุปกรณ์และท่อทางต่างๆ น้ำจากกลั่นตัว น้ำชำระล้างเครื่องจักร หรือแม้กระทั่งน้ำที่รั่วไหลเข้ามาในเรือ โดยน้ำท้องเรือจะมีความสกปรกและมีคราบน้ำมันปะปนอยู่ ซึ่งหากปล่อยออกนอกเรือโดยตรงก็จะก่อให้เกิดมลภาวะได้ ดังนั้น จึงมีแนวทางต่างๆ สำหรับควบคุมและจัดการน้ำท้องเรือ เช่น การติดตั้งเครื่องแยกน้ำ-น้ำมันท้องเรือ (Oily-Water Separator) เพื่อแยกน้ำปล่อยออกนอกเรือ ส่วนคราบน้ำมันและสิ่งสกปรกจะถูกกักเก็บไว้รอส่งขึ้นทิ้งบนบกเมื่อเรือกลับเทียบท่า การใช้ถุงดูดซับน้ำมัน (Bilge Socks) เพื่อดูดน้ำมันออกจากน้ำท้องเรือ หรือแม้กระทั่งการออกแบบเรือให้มีถังเก็บตะกอน (Sludge Tank) ที่มีขนาดเพียงพอสามารถกักเก็บน้ำท้องเรือไว้ได้ โดยไม่ต้องปล่อยทิ้งออกนอกเรือ ตลอดช่วงเวลาที่เรือเดิน เป็นต้น

7.2.4. น้ำสุขภัณฑ์ (Black Water) และน้ำชำระล้าง (Grey Water)

น้ำสุขภัณฑ์ (Black Water) คือ น้ำเสียจากห้องส้วมและโถปัสสาวะ ส่วนน้ำชำระล้าง (Grey Water) คือ น้ำเสียจากการอาบน้ำ การซักผ้า และการล้างจาน ซึ่งหากถูกปล่อยสู่แหล่งน้ำก็จะก่อให้เกิดมลภาวะได้ทั้งสิ้น ซึ่งแนวทางการจัดการน้ำสุขภัณฑ์และน้ำชำระล้าง สามารถกระทำได้โดยการติดตั้งชุดบำบัดน้ำเสีย (Sewage Treatment Plant) บำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยออกนอกเรือ ซึ่งปัจจุบัน มีให้เลือกใช้หลายระบบ เช่น ระบบแรงเหวี่ยงและเคมี (Physical-Chemical System) ระบบชีวภาพและเคมี (Bio-Chemical System) ระบบเมมเบรน (Membrane) เป็นต้น

7.2.5. น้ำถ่วงเรือ (Ballast Water)

น้ำถ่วงเรือ หรือน้ำอับเฉา (Ballast Water) หมายถึง น้ำที่สูบเข้าหรือถ่ายออกจากเรือ เพื่อรักษาการทรงตัว โดยใช้ชดเชยการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสินค้าบนเรือ โดยในน้ำถ่วงเรือจะประกอบไปด้วยสิ่งมีชีวิตต่างๆ ทั้งพืชและสัตว์ เช่น แบคทีเรีย (Bacteria) ไวรัส (Viruses) แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) แพลงก์คอนสัตว์ (Zooplankton) สาหร่าย (Seaweed) ปลา (Fish) สัตว์หน้าดิน (Benthic Organisms) ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านี้เมื่อถูกเปลี่ยนถ่ายลงสู่แหล่งน้ำในสภาพแวดล้อมและภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน จะทำให้เกิดปัญหาการนำเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อการแพร่กระจายพันธุ์ และคุกคามสิ่งมีชีวิตพันธุ์ท้องถิ่นอันจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ได้ โดยสำหรับการบำบัดน้ำถ่วงเรือก่อนปล่อยออกนอกเรือ สามารถกระทำได้โดยการใช้ระบบบำบัดแบบต่างๆ เช่น ระบบบำบัดแบบเคมี แบบใช้ความร้อน แบบการกรอง หรือแบบการใช้แสงอุลตร้าไวโอเล็ตเป็นต้น

จากแนวทางการมลภาวะขณะใช้เรือที่กล่าวมานั้น ปัจจัยสำคัญที่จะทำให้การปฏิบัติตามแนวทางต่างๆ ประสบความสำเร็จอย่างแท้จริง คือ ความสำนึก ความมีระเบียบวินัยของลูกเรือ ที่จะใช้เครื่องมือ เครื่องจักร หรืออุปกรณ์อย่างถูกต้อง รวมทั้งพฤติกรรมส่วนบุคคลที่มีจิตสำนึกในการรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การไม่ทิ้งของเสียลงสู่แหล่งน้ำ การใช้ทรัพยากรในเรืออย่างคุ้มค่าและประหยัด การปฏิบัติตามกฎหมายทางทะเลว่าด้วยการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างเคร่งครัด เป็นต้น

7.3 การลดมลภาวะเมื่อซ่อมบำรุงเรือ

หลังจากที่เรือใช้งานมาระยะหนึ่ง ต้องเข้ารับการซ่อมบำรุงตัวเรือ ทุก 2-5 ปี ขึ้นกับประเภทของเรือ และซ่อมบำรุงเครื่องจักรต่างๆ เป็นระยะ ตามชนิดของเครื่องจักร ซึ่งการซ่อมบำรุงแต่ละครั้ง จะเกิดมลภาวะ เช่นเดียวกับมลภาวะที่เกิดจากการต่อเรือ เนื่องจากมีกระบวนการปฏิบัติคล้ายคลึงกัน ซึ่งการใช้แนวความคิดของเทคโนโลยีสะอาด เพื่อลดมลภาวะที่เกิดขึ้น เป็นแนวความคิดการปรับเปลี่ยนวัตถุดิบ และการบริหารการดำเนินการ โดยมีวิธีการต่างๆ ดังนี้

1. การเลือกใช้สีกันเพรียง (Anti-fouling Coat) [18]

เมื่อเรือถูกใช้งานในระยะหนึ่ง จะมีเพรียงเกาะที่ท้องเรือ ทำให้เกิดแรงต้านทาน เครื่องยนต์ใช้กำลังขับ สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและปล่อยก๊าซเสียมากขึ้น ดังนั้น เรือจึงต้องเข้ารับการซ่อมบำรุงด้วยการพ่นทรายทำความสะอาดท้องเรือ และทาสี

กันเพรียง เพื่อป้องกันไม่ให้เพรียงกลับมาเกาะท้องเรือในเวลาอันสั้น โดยสีกันเพรียงแบบเดิม จะมีส่วนผสมของสารประกอบของตะกั่ว (Tributyl Tins, TBTs) ซึ่งเมื่อหลุดลอกลงสู่แหล่งน้ำจะเป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อสัตว์น้ำ ในปัจจุบัน องค์กรทางทะเลระหว่างประเทศ (International Maritime Organization, IMO) ได้กำหนดให้ประเทศสมาชิก ห้ามใช้สีกันเพรียงที่มีส่วนผสมของสารประกอบของตะกั่ว ตั้งแต่ปี พ.ศ.2551 แล้ว

สีกันเพรียงที่นิยมใช้ในปัจจุบัน มี 4 ชนิด คือ

- Self Polishing Copolymer (SPC) เป็นชนิดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ทำความสะอาดตัวเองได้ (Self Polishing) อายุการใช้งานมากกว่า 60 เดือน

- Hybrid SPC/Controlled Depletion Polymer (CPD) มีประสิทธิภาพดี ทำความสะอาดตัวเองได้

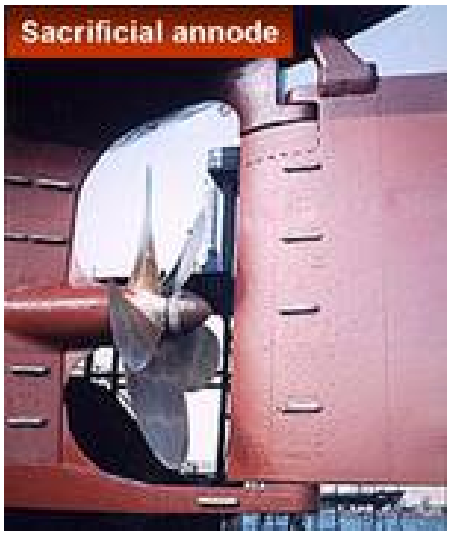
- Contact Leaching (CL) มีอายุการใช้งานประมาณ 36 เดือน

- Foul Release Technology (FR) มีข้อดี คือ ไม่มีโลหะผสม แต่ไม่สามารถทำความสะอาดตัวเองได้

ในการซ่อมบำรุงและทาสีท้องเรือใหม่ทุกครั้ง ผู้ประกอบการจึงควรตระหนักและให้ความร่วมมือในการรักษาสิ่งแวดล้อม ด้วยการเลือกใช้สีกันเพรียงที่เหมาะสมและไม่สร้างมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม แต่อย่างไรก็ตาม สีกันเพรียงที่ทำความสะอาดตัวเองได้ ยังมีส่วนผสมของพอลิเมอร์ (Polymer) และทองแดง ซึ่งยังเป็นอันตรายกับสัตว์น้ำ และอาจจะถูกห้ามใช้ในระยะเวลาอันใกล้ ดังนั้น การวิจัยพัฒนาสีกันเพรียงที่มีประสิทธิภาพและไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม จึงเป็นเรื่องสำคัญที่ควรดำเนินการต่อไป

2. การเปลี่ยนโลหะกันกร่อน (Sacrificial Anode) [19]

ในการนำเรือเข้าซ่อมบำรุงทุกครั้ง จะต้องตรวจสอบและเปลี่ยนโลหะกันกร่อน เพื่อป้องกันการทะลุของตัวเรือ และการรั่วไหลของน้ำมันและสารเคมีลงสู่แหล่งน้ำ โดยในปัจจุบันโลหะกันกร่อนที่ใช้มีหลายชนิด เช่น สังกะสีกันกร่อน อลูมิเนียมกันกร่อน แมกนิเซียมกันกร่อน เป็นต้น โดยสังกะสีกันกร่อน เป็นวัสดุที่นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากป้องกันการกัดกร่อนในน้ำทะเลได้ดี แต่ป้องกันการกัดกร่อนในน้ำกร่อยไม่ดีจนถึงไม่ได้เลย โดยปัญหาดังกล่าว สามารถแก้ไขได้โดยใช้อลูมิเนียมกันกร่อน ซึ่งมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้ในน้ำกร่อย แต่ในประเทศไทย ยังมีองค์ความรู้และผลิตอลูมิเนียมกันกร่อนค่อนข้างน้อย ต้องอาศัยการนำเข้าจากต่างประเทศและสูญเสียรายได้เป็นจำนวนมาก



รูปที่ 8 การติดโลหะกันกร่อนที่ตัวเรือ [20]

การวิจัยพัฒนาสร้างโลหะกันกร่อนในประเทศ เป็นที่ต้องการมากในอุตสาหกรรมทางทะเล เนื่องจาก คุณสมบัติของโลหะกันกร่อนที่เหมาะสมนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นชนิดและความแตกต่างของโลหะที่เกิดการกัดกร่อน พื้นที่ที่เรือแล่น รวมทั้งสภาพความเค็มของน้ำทะเลที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ดังนั้น คุณสมบัติของโลหะกันกร่อนจึงแตกต่างกันออกไปตามลักษณะและการใช้งานของเรือแต่ละลำ ซึ่งต้องอาศัยการวิจัยพัฒนาที่เฉพาะเจาะจงและต่อเนื่อง

3. ระบบการวางแผนการซ่อมบำรุงเรือ (Ship Maintenance Planning System)

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่า เรือต้องเข้ารับการซ่อมบำรุงตามช่วงเวลา เพื่อให้มีความพร้อมและใช้งานได้นาน ซึ่งการซ่อมบำรุงในอู่เรือแต่ละครั้ง จะเกิดของเสียที่ก่อให้เกิดมลภาวะ เช่น เศษโลหะ คราบน้ำมัน ผงฝุ่น และสิ่งต่างๆ รวมทั้งมลภาวะทางเสียง เช่นเดียวในขั้นการต่อเรือ ดังนั้น แนวความคิดของการลดมลภาวะจากการซ่อมบำรุงเรือ คือ พยายามทำให้ระยะเวลาที่เรือเข้ารับการซ่อมบำรุงในอู่เรือ มีน้อยที่สุด

ปกติแล้ว การซ่อมบำรุงเรือแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ การซ่อมบำรุงที่วางแผนไว้แล้ว โดยขึ้นกับวงรอบการใช้งานของตัวเรือและเครื่องจักร และการซ่อมบำรุงที่ไม่ได้วางแผนไว้ ซึ่งโดยมากเกิดจากการชำรุดเสียหายของอุปกรณ์และการเกิดอุบัติเหตุของเรือ ดังนั้น การลดจำนวนการเข้าอู่ของเรือที่สามารถกระทำได้ คือ การลดการซ่อมบำรุงที่ไม่ได้วางแผนไว้ให้มากที่สุด

ปัญหาการชำรุดเสียหายของอุปกรณ์ในเรือ สามารถลดได้ด้วยการซ่อมบำรุงที่มีประสิทธิภาพทุกครั้งที่เรือเข้าอู่เพื่อซ่อมบำรุงตามแผน โดยแผนการซ่อมบำรุงที่ดี จะต้องถูกจัดทำขึ้นก่อนที่จะนำเรือเข้าอู่ ซึ่งมีรายละเอียดต่างๆ ที่สอดคล้องกัน ไม่ว่าจะเป็นรายการซ่อมบำรุง พัสดุอะไหล่ที่ต้องการ ระยะเวลาการดำเนินการ ความพร้อมของแรงงานและเครื่องมือ รวมทั้ง การจัดหาอะไหล่ไว้ประจำเรือตามชนิดและจำนวนที่เหมาะสม ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้ นอกจากจะลดจำนวนครั้งของการนำเรือเข้าซ่อมบำรุงที่ก่อให้เกิดมลภาวะแล้ว ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายของเจ้าของเรือ และลดการใช้ทรัพยากรลงได้อีกด้วย

ปัจจุบัน มีเทคนิคและวิธีการวางแผนการซ่อมบำรุงต่างๆ สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก เช่น เทคนิคเพิร์ท/ซีพีเอ็ม (PERT/CPM) การวางแผนความต้องการวัสดุ (Material Requirement Planning, MRP) การวางแผนทรัพยากรองค์กร (Enterprise Resource Planning, ERP) รวมทั้งการควบคุมคุณภาพ (Quality Control) เป็นต้น ซึ่งเทคนิคเหล่านี้ มีความแตกต่างกันออกไปในแต่ละอุตสาหกรรม ซึ่งในอุตสาหกรรมซ่อมเรือของประเทศไทย หลายองค์กรยังคงต้องการรูปแบบและวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการซ่อมบำรุงเรือของตนเองอยู่เป็นจำนวนมาก

7.4 การลดมลภาวะเมื่อกำจัดเรือ

เมื่อเรือถูกใช้งานเป็นระยะเวลานาน จนมีสภาพชำรุดทรุดโทรม และไม่คุ้มค่าในการซ่อมทำเพื่อใช้งานต่อไปแล้ว เรือจะถูกนำเข้าสู่การกำจัด (Ship Disposal or Ship Dismantling) ซึ่งในปัจจุบันมีวิธีการต่างๆ ในการกำจัดเรือ [21] คือ การตัดแยกชิ้นส่วนเรือ (Ship Breaking) การจมเรือเพื่อสร้างแนวปะการังเทียม (Artificial Reef) การบริจาค (Donation) การขาย การใช้เป็นโกดังเก็บวัตถุดิบ ซึ่งวิธีการที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ การตัดแยกชิ้นส่วน เนื่องจากสามารถนำชิ้นส่วนที่ตัดแยกไปขายหรือนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycling) ได้ แต่อย่างไรก็ตาม การตัดแยกชิ้นส่วนเรือ ก็เป็นวิธีการที่สร้างมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดกว่าวิธีอื่นๆ

อุตสาหกรรมการตัดแยกชิ้นส่วนเรือ มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วไปพร้อมๆ กับอุตสาหกรรมการต่อเรือของโลก โดยในสมัยก่อน อุตสาหกรรมนี้ ดำเนินการมากที่ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศในทวีปยุโรป เช่น ประเทศตุรกี แต่ต่อมาเมื่อมีการเข้มงวดด้านสิ่งแวดล้อมและสภาพความเป็นอยู่ของมนุษย์โดยเฉพาะการประกาศบังคับใช้ของอนุสัญญาบาเซิล (Basel Convention) ในปี พ.ศ.2535 ทำให้อุตสาหกรรมการตัดแยกชิ้นส่วนเรือ ได้ถูกเคลื่อนย้ายมาดำเนินการในประเทศแถบเอเชีย เช่น อินเดีย บังคลาเทศ ปากีสถาน และจีน เป็นต้น

ในการตัดแยกชิ้นส่วนเรือ มีกระบวนการโดยทั่วไป คือ การทำความสะอาดสิ่งสกปรกที่ตกค้างในเรือ (Pre-cleaning) การถอดอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องจักรขนาดเล็กและเฟอร์นิเจอร์ การถอดอุปกรณ์เครื่องจักรขนาดใหญ่ และการตัดแยกชิ้นส่วนเรือ ซึ่งในกระบวนการดังกล่าวนั้น ก่อให้เกิดของเสียที่เป็นมลพิษ คือ คราบตะกอนน้ำมัน คราบสกปรก คราบสี เศษวัสดุ เศษโลหะ เศษพลาสติก สารเคมี แร่ใยหิน (Asbestos) สารอินทรีย์ที่มีคลอรีนเป็นส่วนประกอบหลัก (Polychlorinated Biphenyls, PCBs) สารประกอบของตะกั่ว (Tributyl Tins, TBTs) น้ำเสีย น้ำท้องเรือ น้ำถ่วงเรือ เศษสายไฟ ไอระเหย สารทำความเย็น สารดับเพลิง เป็นต้น นอกจากนี้ ในขณะที่ถอดและตัดแยกชิ้นส่วนของเรือ ยังก่อให้เกิดมลพิษอื่นๆ เช่น ก๊าซเสีย ความร้อน และเสียง ซึ่งนอกจากจะทำให้เกิดมลภาวะแล้ว ยังทำให้สุขภาพร่างกายและจิตใจของคนงานและผู้ที่อาศัยบริเวณใกล้เคียงเสื่อมโทรม รวมทั้งต้องสูญเสียพื้นที่จำนวนมากเพื่อวางเศษซากเรือด้วย

รูปที่ 9 อุตสาหกรรมการตัดแยกชิ้นส่วนเรือ [22]

การลดมลภาวะจากอุตสาหกรรมการตัดแยกชิ้นส่วนเรือ จะต้องเริ่มวางแผนตั้งแต่การสร้างโรงงาน โดยพิจารณาถึงสภาพของโรงงานที่เหมาะสม ทั้งในด้านทำเลที่ตั้ง สภาพชุมชนแวดล้อม สภาพภูมิอากาศ สภาพความปลอดภัย รวมทั้งการจัดเตรียมเครื่องมือเครื่องจักร และโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับการทำอุตสาหกรรม นอกจากนี้ ยังต้องฝึกอบรมพนักงาน ให้มีความรู้ความเข้าใจก่อนปฏิบัติงานด้วย โดยของเสียต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นสามารถนำเทคโนโลยีมาช่วยลดการเกิดมลภาวะ [23] ดังนี้

1. เศษโลหะ (Metals) สามารถนำเทคโนโลยีการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle Technology) มาใช้ เช่น การแยกวัสดุที่เป็นโลหะ (Metallic Materials) ออกจากวัสดุที่ไม่เป็นโลหะ (Non-metallic Materials) การแยกทองแดงออกจากสายไฟโดยไม่ใช้การเผา การแยกตะกั่วออกจากแบตเตอรี่ เป็นต้น

2. น้ำมัน (Oil and Fuel) จะต้องถูกเก็บไว้ในถังที่แข็งแรง ไม่รั่วไหล ภายใต้อุณหภูมิที่เหมาะสม ก่อนที่จะใช้การแยกน้ำออกจากน้ำมันก่อนนำไปทิ้ง หรือนำไปกลั่นเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่

3. น้ำท้องเรือและน้ำถ่วงเรือ (Bilge and Ballast Water) จะต้องผ่านกระบวนการทำความสะอาด ฆ่าเชื้อโรค และกำจัดตะกอน ก่อนปล่อยกลับคืนสู่แหล่งน้ำ

4. สีทาเรือ (Paints and Coatings) จะถูกลอกออกจากแผ่นเหล็ก ก่อนที่จะนำเหล็กกลับไปใช้ โดยวิธีการแบบเดิมนั้น จะใช้การขัดสี ซึ่งทำให้ผงฝุ่นสี ฟุ้งกระจายออกสู่อากาศหรือลงสู่แหล่งน้ำ ในปัจจุบัน มีเทคโนโลยีที่ใช้ลอกสีออกจากแผ่นเหล็ก โดยไม่ทำอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม เช่น เทคโนโลยี Rough Paint Treatment (RPT) ของบริษัท Zhongxin ประเทศจีน เป็นต้น

5. แร่ใยหิน (Asbestos) เป็นวัสดุที่ใช้ทำฉนวนกันความร้อนภายในตัวเรือ มีคุณสมบัติ คือ ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่และย่อยสลายยาก ดังนั้น จึงเป็นวัสดุอันตราย หากผงฝุ่นของแร่ใยหินเข้าสู่และตกค้างในระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ รวมทั้ง จากการที่ย่อยสลายยาก จึงกำจัดได้ด้วยการฝังกลบเท่านั้น ทำให้เกิดปัญหามลภาวะทางดินและเสียพื้นที่ใช้งานตามมา โดยการป้องกันอันตรายเมื่อทำงานรื้อถอนแร่ใยหินนั้น ในขั้นแรก ผู้ปฏิบัติงานต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal Protective Equipments, PPE) นอกจากนี้ ยังต้องใช้วิธีการอื่นๆ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยสูงสุด เช่น การทำแร่ใยหินให้เปียกชื้น การควบคุมความดันและการระบายอากาศในพื้นที่ทำงาน การกรองหรือทำความสะอาดผงแร่ใยหิน เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีการที่ยุ่งยากและมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้น แนวทางอื่นที่จะช่วยควบคุมและลดปริมาณการใช้แร่ใยหินได้ คือ การวิจัยพัฒนาวัสดุชนิดใหม่เพื่อใช้ทดแทน หรือ พัฒนาระบบกำจัดฝุ่นแร่ใยหินในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีประสิทธิภาพ เป็นต้น

6. สารอินทรีย์ที่มีคลอรีนเป็นส่วนประกอบหลัก (Polychlorinated Biphenyls, PCBs) [24] ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติการเป็นฉนวนไฟฟ้า คงสภาพทางเคมี และทนต่อความร้อนสูง จึงนิยมนำมาใช้โดยตรงและใช้ในรูปของสารผสมในอุปกรณ์ต่างๆ เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) สารหล่อลื่น (Lubricant) ตัวเก็บประจุ (Capacitor) รีแอคเตอร์ (Reactor) กาว (Adhesive) สารระบายความร้อนในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger Coolant) เป็นต้น ซึ่งวัสดุอุปกรณ์เหล่านี้ ประเทศไทยไม่สามารถผลิตได้ ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และเมื่อใช้งานจนชำรุดเสื่อมสภาพแล้ว ก็ไม่สามารถกำจัดได้เอง ต้องเก็บรวบรวมให้มีปริมาณมากเพียงพอแล้วส่งกลับไปทำลายในต่างประเทศ

จากที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่า อุตสาหกรรมการตัดแยกชิ้นส่วนเรือ ก่อให้เกิดมลภาวะและสารตกค้างเป็นจำนวนมาก ซึ่งในประเทศไทย ก็มีแนวโน้มที่จะเกิดอุตสาหกรรมนี้ขึ้น โดย

บริษัท Greendock BV ประเทศเนเธอร์แลนด์ [25] มีแผนที่จะลงทุนสร้างอุตสาหกรรมการตัดแยกชิ้นส่วนเรือที่จังหวัดระยอง หรือประจวบคีรีขันธ์ โดยอยู่ระหว่างการศึกษาความเป็นไปได้ ซึ่งแม้ว่าบริษัทจะมีระบบจัดการของเสียที่มีประสิทธิภาพ แต่ประเทศไทยก็จำเป็นต้องมีการศึกษาเตรียมการรองรับผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น หากเกิดอุตสาหกรรมการตัดแยกชิ้นส่วนเรือขึ้นในอนาคต

8 สรุป

การใช้หลักการของเทคโนโลยีสะอาดเพื่อพัฒนาแนวทางการลดมลภาวะที่เกิดจากเรือนั้น สามารถประยุกต์ใช้ได้ตั้งแต่ในการต่อเรือ การใช้เรือ การซ่อมบำรุงเรือ จนถึงการกำจัดเรือ โดยอาศัยการออกแบบเรือที่ดี เป็นพื้นฐานสำคัญเพื่อลดการเกิดมลพิษและสร้างมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม โดยในปัจจุบัน มีเทคโนโลยีทางเรือหลายอย่างที่ใช้แนวความคิดตามหลักการของเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งประเทศไทย ยังต้องนำเข้าเทคโนโลยีเหล่านั้นจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ดังนั้น การวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีสะอาดในการใช้เรือในประเทศ จึงเป็นสิ่งที่ควรส่งเสริม เพราะนอกจากจะช่วยลดการเกิดมลภาวะ และได้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการใช้งานในประเทศแล้ว ยังจะช่วยลดการนำงบประมาณออกนอกประเทศ รวมทั้ง เป็นการพัฒนาความรู้ของบุคลากร และเสริมสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศอย่างยั่งยืนตลอดไป

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักส่งเสริมการขนส่งทางน้ำและการพาณิชยนาวี กรมการขนส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี กรมเจ้าท่า. (2548). ยุทธศาสตร์การพัฒนากองเรือพาณิชย์ไทย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.md.go.th/ marine_knowledge/ knowledge/ship-strategic.pdf. (วันที่ค้นข้อมูล : 14 สิงหาคม 2553).

[2] เอกพงศ์ มุสิกะเจริญ. (2543). “เทคโนโลยีสะอาด เทคโนโลยีรักษ์สิ่งแวดล้อม”. วารสารเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. เมษายน-มิถุนายน : 29-31.

[3] สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2544). ความเป็นมา. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://ftiweb.off.fti.or.th/iei/aboutus.asp. (วันที่ค้นข้อมูล : 1 กันยายน 2553).

[4] ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (ม.ป.ป.). เทคโนโลยีสะอาด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.ertc.deqp.go.th/ertc/images/ stories/user/ct/ct2/ct_1.pps. (วันที่ค้นข้อมูล : 1 กันยายน 2553).

[5] การจัดการของเสียอันตราย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.engineerthailand.com/hazardwaste.html. (วันที่ค้นข้อมูล : 1 กันยายน 2553).

[6] กองบรรณาธิการ. (2551). “Green Technology : Technology for The Clean Planet”. วารสารส่งเสริมเทคโนโลยี. ปีที่ 35 (197) : 7-8.

[7] สภาอุตสาหกรรม. (2548). คู่มือการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาด สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร. กรุงเทพ ฯ : สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม.

[8] Hayman, B., Dogliani, M., Kvale, I., Fet, A.M.. (2000). Technologies for reduced environmental impact from ships - Ship building,maintenance and dismantling aspects. [Online]. Avaiable : http://websterii.iot.ntnu.no/ users/fet/Publi-Forfatterskap/publikasjoner/Neca2-00.pdf. (Access date : Sep 1, 2010).

[9] Department of Environmental & Ocean Engineering. (2000). Photographs and Movies of Cavitation. [Online]. Avaiable : http://www.fluidlab.naoe.t.u-tokyo.ac.jp/ Research/CavPictures/index.html.en. (Access date : Sep 1, 2010).

[10] ณัฐกร สุพัฒนะกรกิจ. (2551). “โปรแกรม Tribon กับการสร้างเรือตรวจการณ์ใกล้ฝั่ง ต.991”. วารสารกรมอู่ทหารเรือ. 2551 (1) : 68.

[11] Aksu S., Cannon S., Gardiner C., Gudze M.. (2002). Hull Material Selection for Replacement Patrol Boats-An

Overview. Australia : DSTO Aeronautical and Maritime Research Laboratory.

[12] Hong He-ping. (2008). The Development Trend of Green Ship Building Technology. [Online]. Avaiable : http://www.asef2007.com/pdf/document_2nd/14%20General(The%20trend%20of%20green%20ship%20Building%20technology,%20China).pdf. (Access date : Sep 1, 2010).

[13] TSUNEISHI GROUP. (2008). Go For It!! Keinichi Hoie!! SUNTORY mermaid 2. [Online]. Avaiable : http://www.tsuneishi.co.jp/english/horie/index.html. (Access date : Sep 9, 2010).

[14] Connolly K.. (2010). Solar-powered boat Türanor raises hopes of a sun-fuelled future. [Online]. Avaiable : http://www.guardian.co.uk/environment/2 0 1 0 / apr/0 1 / turanor-solar-power-yacht-launch. (Access date : Sep 9, 2010).

[15] สิงหลักษณ์ กล่ำเสถียร. (2551). “การทาสีเรือ”. วารสารกรมอู่ทหารเรือ. 2551 (1) : 166.

[16] International Maritime Organization. (2009). Second IMO GHG Study 2009. United Kingdom : CPI Books Limited.

[17] European Marine Equipment Council (2009). Green Ship Technology Book. [Online]. Avaiable : www.econav.org IMG/ pdf/emec_gstb.pdf. (Access date : Sep 1, 2010).

[18] อนิวัตร ปัสสาโก. (2549). เทคโนโลยีของสีกันเพรียง (Technology of Antifouling Paint). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.navy.mi.th/science/document-sci5 0 / techpaint.html. (วันที่ค้นข้อมูล : 9 กันยายน 2553).

[19] พินัย มุ่งสันติสุข. (2551). “การศึกษาและผลิตอลูมิเนียมกันกร่อนสำหรับการใช้งานในกองทัพเรือ”. วารสารสำนักประสานงานโครงการวิจัย ชุดโครงการ อุตสาหกรรมป้องกันประเทศ. 1 (1) : 5.

[20] DecRen. (n.d.). Scale, rust, corrosion removal. [Online]. Avaiable : http://www.dwc-water.com/technologies/scale-rust-corrosion-removal/index.html. (Access date : Sep 9, 2010).

[21] Wikipedia. (n.d.). Ship Disposal. [Online]. Avaiable : http://en.wikipedia.org/wiki/Ship_disposal. (Access date : Sep 9, 2010).

[22] Guermani A.. (n.d.). View of ship breaking yard where hazardous materials onboard ships cause pollution and endanger workers. [Online]. Avaiable : http://www.greenpeace.org/international/en/multimedia/photos/view-of-ship-breaking-yard-whe/. (Access date : Sep 9, 2010).

[23] United Nations Environment Programme (UNEP). (2002). TECHNICAL GUIDELINES FOR THE ENVIRONMENTALLY SOUND MANAGEMENT OF THE FULL AND PARTIAL DISMANTLING OF SHIPS. [Online]. Avaiable : http://www.minenv.gr/anakyklosi/v.menu/plia/00/basel.convention.guidelines.on.ESM.ship.dismandling.pdf. (Access date : Sep 9, 2010).

[24] กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2547). POLYCHLORINATED BIPHENYLS (PCBs). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.pcd.go.th/info_serv/air_PCBsThai.htm. (วันที่ค้นข้อมูล : 15 กันยายน 2553).

[25] WIRIYAPONG N. (2008). Green ship dismantling looks to Thailand as ideal location. [Online]. Avaiable : http://www.readbangkokpost.com/business/entrepreneurs_and_business_plans/green_ship_dismantling_looks_t.php. (Access date : Sep 15, 2010).