วัฏจักรการออกแบบเรือ

*ดร.อัณณพ ปาลวัฒน์วิไชย N.A.**

1. กล่าวนำ

คำว่า "การออกแบบพื้นฐาน (Basic Design)" มีความหมายถึงการออกแบบคุณลักษณะหลักของเรือที่มีผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนและสมรรถนะการทำงาน ดังนั้นจึงเห็นได้ชัดเจนว่าการออกแบบพื้นฐานของเรือจึงประกอบไปด้วยการเลือกมิติรูปทรงตัวเรือ กำลังงาน (ทั้งขนาดและชนิดของเครื่องจักรที่ใช้) การจัดผังภายในทั้งส่วนตัวเรือและเครื่องจักรอุปกรณ์ทั้งหมด ฯลฯ ผลของการออกแบบพื้นฐานที่ดีจะทำให้ได้เรือซึ่งสามารถปฏิบัติภารกิจได้ตามที่วางไว้ อาทิเช่น มีความคงทนทางทะเล การบังคับเลี้ยว ความเร็ว รัศมีทำการ มีปริมาตรในระวางที่จะบรรทุกสินค้าได้น้ำหนักตามที่ต้องการ ฯลฯ และเมื่อมีการแก้ไขสิ่งบกพร่องในรายละเอียดเรียบร้อยแล้วเรือลำดังกล่าวก็จะมีขีดความสามารถได้ตามที่ต้องการไม่ว่าจะในแง่ของการทรงตัว การแบ่งห้องภายใน ความเร็วในการยกสินค้าขึ้น-ลงระวาง ฯลฯ เรือลำดังกล่าวก็จะเป็นเรือที่เพียบพร้อมและสมบูรณ์ต่อการใช้งานไม่ว่าจะเป็นระบบงานขนส่งสินค้าอุตสาหกรรม หรืองานบริการ

ในหัวข้อที่4 จะเป็นการกล่าวถึงขั้นตอนในการกำหนดความต้องการในการใช้งาน (Mission Requirement) ของเรือซึ่งจะต้องกระทำก่อนการออกแบบพื้นฐาน ขั้นตอนที่ว่านี้มีผลกระทบอย่างสูงต่อการออกแบบเรือที่จะเกิดขึ้นตามมา

---

* อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย

การออกแบบพื้นฐานจะมีด้วยกัน 2 ขั้นตอนคือ การออกแบบแนวความคิด (Concept Design) และการออกแบบเบื้องต้น (Preliminary Design) ดังนั้น ขั้นตอนสมบูรณ์ในการออกแบบเรือจึงอาจกล่าวได้ว่าเป็นวัฏจักรการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ

1. การออกแบบแนวความคิด (Concept Design)
2. การออกแบบเบื้องต้น (Preliminary Design)
3. การออกแบบสัญญา (Contract Design)
4. การออกแบบรายละเอียด (Detail Design)

ขั้นตอนที่ (1) และ (2) มีชื่อเรียกรวมกันว่าการออกแบบพื้นฐาน (Basic Design) ตามที่ได้กล่าวไปแล้ว จุดประสงค์ของการออกแบบพื้นฐานก็เพื่อให้ทราบถึงคุณลักษณะหลัก ๆ ของเรือที่ต้องการ เพื่อประโยชน์ในการประเมินราคาในเบื้องต้น และถ้าพิจารณาวัฏจักรของการออกแบบเรือจะเห็นได้ว่าภายหลังจากที่มีการออกแบบพื้นฐานเสร็จสิ้นแล้วจะต้องเตรียมทำการออกแบบสัญญาเพื่อให้ได้แบบแปลนและรายการคุณลักษณะของเรือที่ต้องการ เพื่อใช้ในการประมูลและการลงนามในสัญญาว่าจ้างต่อเรือ ยิ่งเตรียมเอกสารดีมากเพียงใดก็ยิ่งทำให้มีการเข้าใจผิดของผู้เข้าประมูลน้อยลงและส่งผลถึงราคาเรือที่ยุติธรรมแก่ทุกฝ่าย ส่วนการออกแบบรายละเอียด (Detail Design) จะเป็นหน้าที่ของอู่เรือหรือบริษัทที่รับออกแบบเรือโดยตรงที่จะใช้แบบแปลนและรายการคุณลักษณะของเรือจากการออกแบบสัญญานำมาพัฒนาให้เป็นงานเขียนแบบเพื่อใช้กับโรงงานภายในอู่เรือเพื่อการสร้างเรือลำดังกล่าว

ในรูปที่ (1-1) แสดงให้เห็นถึงวัฏจักรการออกแบบเรือซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังกล่าว วัฏจักรนี้ถูกคิดขึ้นมาให้เป็นรูปธรรมโดย J. Harvey Evans ตั้งแต่ปี

พ.ศ. 2502 และยึดถือปฏิบัติเป็นสากลมาจนทุกวันนี้ จากวัฏจักรจะเห็นได้ว่าการออกแบบเรือจะเป็นงานที่ทำกลับไปกลับมาและเกี่ยวโยงกันหมดในทุกขั้นตอน ตั้งแต่ทราบความต้องการในการใช้งานของเรือจนถึงการออกแบบในรายละเอียด ต่อไปจะเป็นการกล่าวถึงขั้นตอนทั้ง 4 ให้ชัดเจนขึ้น

ก. การออกแบบแนวความคิด (Concept Design)

ขั้นตอนนี้คือการแปรสภาพความต้องการในการใช้เรือมาเป็นคุณลักษณะทางนาวาสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม โดยเนื้อแท้แล้วขั้นตอนนี้ต้องทำการศึกษาเปรียบเทียบทางเทคนิค(Technical Feasibility Studies) เพื่อจะได้ทราบถึงมิติและคุณลักษณะหลักของเรือที่ต้องการอาทิเช่น ความยาว ความกว้าง ความลึก กินน้ำลึก กำลัง ฯลฯ เพื่อที่จะทำให้ได้เรือตามที่ตั้งวัตถุประสงค์เอาไว้ไม่ว่าด้านความเร็วระยะปฏิบัติการ ปริมาตรระวางน้ำหนักสินค้า ฯลฯ นาวาสถาปนิกส่วนใหญ่จะใช้ความสัมพันธ์ของเส้นโค้งหรือสูตรต่างๆ บวกกับประสบการณ์เพื่อหาน้ำหนักเรือเบา (Light-Ship weight) ออกมาให้ได้ บางทีอาจมีการออกแบบเผื่อเลือก (Alternative Design) ขึ้นมาอีกชุดหนึ่งเพื่อใช้เปรียบเทียบทางเศรษฐศาสตร์และดูลำดับความสำคัญของพารามิเตอร์ควบคุม (Controlling Parameters) ที่ใช้เป็นหลักในการออกแบบ เมื่อเลือกได้เรือที่ต้องการแล้วก็จะใช้เป็นตุ๊กตาในการประเมินราคาค่าก่อสร้าง ซึ่งเป็นดรรชนีสำคัญในการใช้ตัดสินใจว่าจะออกแบบขั้นตอนต่อไปหรือไม่

ข. การออกแบบเบื้องต้น (Preliminary Design)

ขั้นตอนนี้เป็นการกลั่นกรองข้อมูลที่ได้จากการออกแบบแนวความคิดให้มีความละเอียดยิ่งขึ้นโดยพิจารณาจากต้นทุนการก่อสร้างและสมรรถนะของเรือเป็น

ประเด็นหลัก จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ควบคุม (Controlling Parameters) เช่น ความยาว ความกว้าง กำลังเครื่องยนต์ และน้ำหนักบรรทุกของสินค้า ฯลฯ อีกแล้ว ดังนั้นขั้นตอนนี้จะให้ภาพของเรือที่ได้ชัดเจนขึ้นและใช้เป็นแนวทางในการทำขั้นตอนต่อไปคือ การออกแบบสัญญาและรายการคุณลักษณะของเรือ

ค. การออกแบบสัญญา (Contract Design)

ขั้นตอนนี้จะได้แบบแปลนหลักพร้อมทั้งเอกสารรายการคุณลักษณะของเรือซึ่งจะกลายมาเป็นส่วนหนึ่งของสัญญาว่าจ้างต่อเรือในภายหลัง ในขั้นตอนนี้จะหนักไปทางเอกสารชี้แจงถึงรายละเอียดของการทำการออกแบบเรือ จะมีการกำหนดถึงวิธีในการให้ลายเส้นเรือ วิธีการในการหากำลังขับเคลื่อนของเรือจากผลการทดลอง ตลอดจนพฤติกรรมและการหันเลี้ยวของเรือ วิธีการศึกษาถึงผลกระทบของจำนวนใบจักรต่อรูปทรงของเรือ รายละเอียดของโครงสร้างภายใน กำหนดเกรดของวัสดุที่ใช้ต่อเรือ ระบบกง ระยะห่างกง ประเด็นที่สำคัญในทางเทคนิคของการออกแบบเรือในขั้นตอนนี้ก็คือการประเมินน้ำหนักและตำแหน่งจุดศูนย์กลางความถ่วงของเรือ ตลอดจนกระจายน้ำหนักปริมาณมากๆ ของตัวเรือ ดังนั้นแบบเรียบเรียงทั่วไป(General Arrangement Plan) ของเรือจะต้องได้ในขั้นตอนนี้ ผลที่ตามมาก็คือ อุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าเครื่องจักรช่วยต่างๆ จะถูกกำหนดตายตัวไว้ในขั้นตอนนี้

รายการคุณลักษณะของเรือจะเป็นเอกสารที่กำหนดมาตรฐานทางคุณภาพของตัวเรือ และส่วนประกอบตัวเรือตลอดจนสมรรถนะของเครื่องจักรและอุปกรณ์ทุกชิ้นที่จะใช้ นอกจากนี้ยังระบุไปถึงวิธีการทดสอบและการทดลองในทะเล

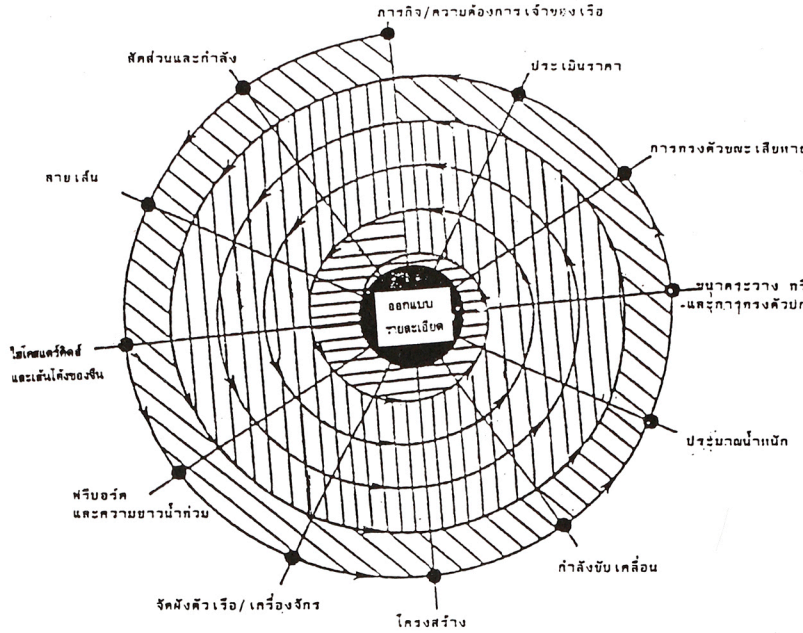
(Sea Trials) ที่จะต้องทำเพื่อหาสมรรถนะของเรือทั้งลำก่อนที่จะมีการรับหรือส่งมอบ

ตารางที่ (1-1) แสดงรายชื่อแปลนเรือที่จะต้องทำขึ้นมาในขั้นตอนนี้สำหรับเรือขนาดใหญ่ ถ้าเป็นเรือขนาดเล็กจะมีจำนวนแปลนน้อยลงทั้งนี้ก็เพราะมีความซับซ้อนน้อยกว่า แต่สิ่งที่อยากให้สังเกตจากตารางข้างต้นก็คือระดับของรายละเอียดในขั้นตอนการออกแบบเรือ ส่วนตารางที่ (1-2) เป็นตารางที่แสดงถึงหัวข้อที่จะถูกระบุไว้ในรายการคุณลักษณะของเรือสินค้าที่ใช้กันทั่วไป

ง. การออกแบบรายละเอียด (Detail Design)

ขั้นตอนนี้เป็นการออกแบบขั้นสุดท้ายของเรือเพื่อใช้ในการก่อสร้าง แปลนเรือที่ได้จึงเป็นแปลนเพื่อการก่อสร้าง (Working Plans) ซึ่งจะให้รายละเอียดของการติดตั้งและผลิตสำหรับใช้ภายในอู่เรือแก่ช่างทุกระดับ (ช่างเชื่อม ช่างประกอบ ช่างโลหะ ช่างท่อ ช่างยนต์ ฯลฯ) ขั้นตอนนี้ไม่ถือเป็นการออกแบบพื้นฐานอีกต่อไปแล้ว แต่เป็นการส่งผ่านข้อมูลจากกลุ่มวิศวกรรมหนึ่งไปสู่อีกกลุ่มหนึ่ง และในระหว่างการส่งผ่านของข้อมูลจะไม่มีการแก้ไขหรือดัดแปลงของวิศวกรต่างกลุ่มกัน ดังนั้นผลงานที่ได้จึงถือว่าเป็นผลผลิตสุดท้ายที่สามารถสร้างได้และใช้งานได้จริงตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้

กล่าวโดยสรุปหัวข้อนี้เป็นการกล่าวถึงขั้นตอนการออกแบบเรือโดยรวมเพื่อให้ทราบถึงกลไกในการทำงานทั้ง 4 ขั้นตอน การออกแบบพื้นฐาน (Basic Design) จะเป็นขั้นตอนที่กำหนดช่วงต้นทุนการก่อสร้างและราคาขายของเรือภายใต้ประสิทธิภาพและสมรรถนะที่กำหนดให้



ขั้นตอน	ปริมาณ คน-วัน (Man-Day) ที่ใช้ในการออกแบบเรือสินค้าโดยประมาณ
1. การออกแบบแนวความคิด	20
2. การออกแบบเบื้องต้น	300
3. การออกแบบสัญญา	5,000
4. การออกแบบรายละเอียด	20,000

รูป (1-1)

วัฏจักรการออกแบบเรือ (Design Spiral) สำหรับเรือสินค้า

ขนาด 25,000 เดทเวทตัน

ตาราง (1-1) รายชื่อแปลนเรือที่ทำขึ้นในขั้นตอนการออกแบบสัญญา (Contract Design)

Outboard Profile, General Arrangement

Inboard Profile, General Arrangement

General Arrangement of All Decks and Holds

Arrangement of Crew Quarters

Arrangement of Commissary Spaces

Lines

Midship Section

Steel Scantling Plan

Arrangement of Machinery - Plan Views

Arrangement of Machinery - Elevations

Arrangement of Machinery - Sections

Arrangement of Main Shafting

Power and Lighting System - One Line Diagram

Fire Control Diagram by Decks and Profile

Ventilation and Air Conditioning Diagram

Diagrammatic Arrangements of all Piping Systems

Heat Balance and Steam Flow Diagram

Electric Load Analysis

Capacity Plan

Curves of Form

Floodable Length Curves

Preliminary Trim and Stability Booklet

Preliminary Damage Stability Calculations

ตารางที่ (1-2) รายการคุณลักษณะของเรือสินค้าจำแนกตามหัวข้อ

General	Joiner Work and Interior	General Requirements for
Structural Hull	Decoration	Machinery Piping Systems
Houses and Interior Bulkheads		Insulation-Lagging for Piping and
Sideports, Doors, Hatches,	Stabilization Systems	Machinery
Manholes	Container Stowage and Handling	Emergency Generator Engine
Hull Fittings	Main and Auxiliary Machinery	Auxiliary Turbines
Deck Corerings	Main Turbines	Tanks-Miscellaneous
Insulation, Lining, and Battens	Reduction Gears-Main Propulsion	Landders, Gratings, Floor Plates,
Kingposts, Booms, Masts,Davits	Main Shafting, Bearings, and Propeller	Platform and Walkways im
Machinery Scaces		
Vacuum Equipment	Engineers and Electricians Workshop,	Rigging ans Lines
Distilling Plant	Stores and Repair Equipment	Ground Tackle
Fuel Oil System	Hull Machinery	Piping Hull Systems
Lubrication Oil System	Instruments and Miscellancous Gauge	Air Conditioning, Heating, and
Sea Water System	Boards-Mechaincal	Ventilation
Fresh Water System	Spares-Engineering	Fire Detection and Extinguishing
Feed and Condensate Systems	Electrical Systems, General	Painting and Cementing
Steam Generating Plant	Switchboards	Life Saving Equipment
Steam and Exhaust Systems	Electrical Distribution	Comminssary Spaces
Machinery Space Ventilation	Auxiliary Motors and Controls	Utility Spaces and Workshops
Air Conditioniry Pefrigeration Equipment	Lighting	Furniture and Furnishings
Ship's Service Refrigeration	Radio Equipment	Plumving Fixtures and
Cargo Refrigeration-Derect Expansion	Navigation Equipment	Accessories
System	Interior Communications	Hardware
Liquid Cargo System	Storage Batteries	Protection Covers
Cargo Hold Dehumidification System	Test Equipment, Electrical	Miscellaneous Equipment and

2. ภาพรวมของพัฒนาการในการออกแบบเรือ

ในช่วงประมาณปี พ.ศ. 2505 เป็นต้นมาจนกระทั่งราวปี พ.ศ. 2515 ได้มีพัฒนาการของรูปแบบเรือจำนวนมากเกิดขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากสถานการณ์ทางเศรษฐกิจและความเจริญทางเทคโนโลยีของโลก สิ่งสำคัญที่ควรกล่าวถึงก็คือคอมพิวเตอร์ที่เข้ามามีบทบาทในการออกแบบเรือ คำถามสำคัญ 2 คำถามจึงเกิดขึ้นเมื่อนำคอมพิวเตอร์มาใช้

1. จะทำอย่างไรในการออกแบบพื้นฐานของเรือ?

และ 2. อะไรคือปัญหาในการออกแบบพื้นฐานของเรือ?

สถานการณ์ทางเศรษฐกิจที่กล่าวถึงก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของเรือจากที่เคยเป็นการบรรทุกในระวาง (Breakbulk) มาเป็นคอนเทนเนอร์ในธุรกิจเรือประจำ (Liners) และก่อให้เกิดการเพิ่มขนาดขึ้นอย่างรวดเร็วในเรือบรรทุกน้ำมันเพราะโลกมีการใช้พลังงานสูงขึ้นจากเดิมมากในขณะที่ต้องการลดต้นทุนการขนส่ง

มนุษย์ยังคงไล่ล่าเอาทรัพยากรธรรมชาติจากทะเลขึ้นมาใช้เพิ่มมากขึ้นจากการขุดน้ำมัน และก๊าซธรรมชาติจากอ่าวเม็กซิโกซึ่งเป็นอุตสาหกรรมเล็ก ๆ ก็ได้แพร่ขยายกลายเป็นอุตสาหกรรมยักษ์และมีการขุดในทะเลลึกมากขึ้นเกือบทั่วโลก จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงในการออกแบบฐานเจาะบ่อน้ำมันและก๊าซตลอดจนเรือบริการทั้งหลาย (เรือลากจูงความเร็วสูง เรือวางท่อใต้ทะเล เรือขนส่งเจ้าหน้าที่ฐานเจาะ ฯลฯ อีกมากมาย) จึงเป็นการยากที่จะกล่าวถึงอนาคตของการออกแบบเรือ

แต่อย่างไรก็ดีมนุษย์ก็ยังคงดิ้นรนนำเอาทรัพยากรจากทะเลมาใช้เพิ่มมากขึ้น เรือและยานพาหนะทางน้ำใหม่ๆ ก็จะต้องเกิดขึ้นในอนาคตอย่างแน่นอน ผู้เขียนคงจะไม่สามารถพยากรณ์ถึงรูปแบบในอนาคตได้อย่างถูกต้องในขณะนี้ แต่ความยุ่งยากของการออกแบบขั้นพื้นฐานของเรือในอนาคตก็ขึ้นอยู่กับความห่างไกลของรูปแบบเรือในอดีตและอนาคตนั่นเอง

บริษัทเจ้าของเรือในปัจจุบันบางแห่งไม่ค่อยยอมให้มีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบเรือไปมากจากที่เคยใช้ เพราะเรือที่ใช้อยู่ก็ประสบความสำเร็จในเชิงธุรกิจอยู่แล้ว เรือใหม่ที่เข้ามาทดแทนหมู่เรือเดิมจึงมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนักจนยากจะสังเกตเห็นได้ชัด การเปลี่ยนแปลงในขั้นตอนการออกแบบพื้นฐานของเรือจึงมุ่งไปที่กำลังเครื่องยนต์ การจัดห้องภายใน และมิติบ้างไม่มากนัก

ในทางกลับกันถ้าหากว่าภารกิจของเรือถูกเปลี่ยนโฉมหน้าไปเลยเช่นการขนส่งก๊าซธรรมชาติ (LNG) จะทำให้นาวาสถาปนิกต้องเริ่มการออกแบบจากกระดาษเปล่า หนทางเดียวที่จะทำได้ก็คือ การใช้หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Rational Design Engineering Principle) ซึ่งแน่นอนว่าจะต้องใช้สมมุติฐานอย่างหยาบๆ มาช่วยกำหนดขอบข่ายของงานและก็ต้องเตรียมใจรับกับความเจ็บปวดที่อาจเกิดขึ้นได้ในภายหลัง

3. การแบ่งประเภทของเรือในแง่ของการออกแบบ

ตารางที่ (1-3) แสดงการแบ่งประเภทของยานพาหนะทางน้ำออกเป็น 3 กลุ่มคือ:-

(1) กลุ่มเรือสินค้า (Commercial Vessel Group) ..... ใช้ขนส่งสินค้าและผู้โดยสาร

(2) กลุ่มเรืออุตสาหกรรม (Industrial Vessel Group)... ใช้ปฏิบัติหน้าที่พิเศษในทะเล อาทิเช่น การประมงการวางท่อเจ้าหน้าที่บนเรือจะต้องมีความชำนาญงานค่อนข้างสูง

(3) กลุ่มเรือบริการ (Service Vessel Group) ..... ใช้สนับสนุนหรือให้บริการแก่เรือใน 2 กลุ่มแรก

ภารกิจ (Missions) ที่เรือนั้นปฏิบัติคือเกณฑ์ที่ใช้จำแนกในการออกแบบเรือ กลุ่มเรือสินค้าจึงถูกควบคุมการออกแบบปริมาณสินค้า และหลักเศรษฐศาสตร์อย่างเต็มที่ ส่วนกลุ่มเรืออุตสาหกรรมและเรือบริการอาจมีสินค้าที่ต้องบรรทุกด้วยหรือไม่ก็ได้แต่จะถูกภารกิจเป็นตัวกำหนดรูปร่างหน้าตาของเรือ ในเอกสารนี้มิได้กล่าวถึงกลุ่มเรือที่ใช้ในการป้องกันประเทศ ซึ่งถ้าหากจะนับรวมเข้าไปก็จะเป็นกลุ่มที่ 4

ตารางที่ (1-3) ตัวแทนกลุ่มเรือจำแนกตามภาระหน้าที่เพื่อประโยชน์ในการออกแบบเรือ

ก) กลุ่มเรือสินค้า

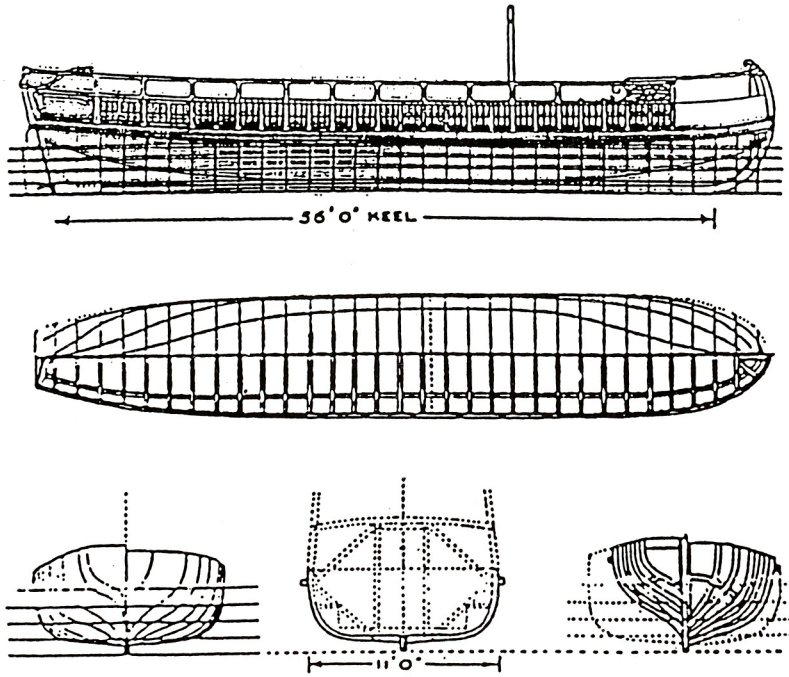
General Cargo Ship	Intergrated Tug/Barges
Containerships	Roll-on/Roll-off Ships
Tankers	Ferries
Liquefied Gas Carriers	Barge Carriers
Bulk Carriers	Heavy-Lift Ships
Ore/Bulk/Oil (OBO) Carriers	Chemical Carriers
Towboats with barges	
Passenger Ships	

ข.) กลุ่มเรืออุตสาหกรรม

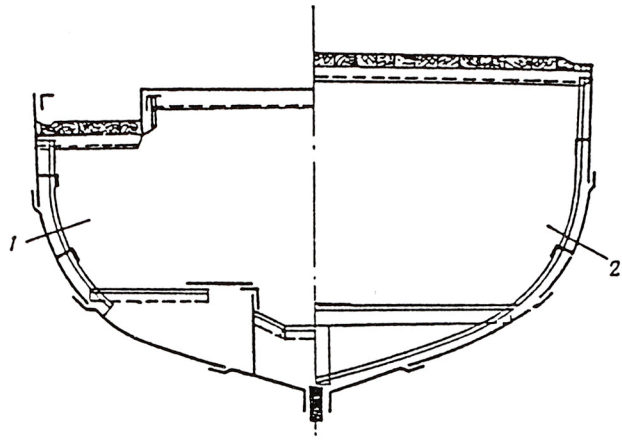
Suction Dredges	FisheriesResearch Vessels
Pipe-laying Vessels	Oceanographic Research Vessels
Drilling Vessels	Hydrographic Survey Vessels
Semi-Sebmersibles	Ocean Mining Vessels
Hopper Dredges	Seismic Exploration Vessels
Fish Processing Vessels	Fish Catching Vessels

ค) กลุ่มเรือบริการ

Tugboats Without Barges	Diving Support Ships
Offshore Supply Boats	Fire Boats
Crewboats	Pilot Boats
Crane Support Ships Towboat	Without Tow



รูป (1-2) เรือลำแรกของโลกที่สร้างเหล็กหล่อใช้การย้ำหมุดเพื่อยึดชิ้นส่วน
ต่างให้ติดกัน เรือลำนี้ออกแบบโดย เซอร์ จอห์น โรบินสัน
ต่อที่ประเทศอังกฤษ มีความยาวของกระดูกงู 17.07
เป็นเรือลำเลียง ไม่มีเครื่องจักรขับเคลื่อนเรือนี้ได้ชื่อว่า "วัลแคน
ซึ่งก็คือนามพระวิษณุกรรม เทพเจ้าแห่งช่างของยุโรป



รูป (1-3) ภาพตัดขวาง เรือลำแรกของโลกที่ใช้การเชื่อมประสาน (เรือลากจูง) ออกแบบโดยศาสตราจารย์โวโรดิน ซึ่งเป็นชาวรัสเซีย เมื่อปี พ.ศ. 2472 มีระวางขับน้ำ 30 ตัน

1. ห้องเครื่องจักร

2 ส่วนพักอาศัย

4. ความต้องการในการใช้งาน (Mission Requirements)

การวิเคราะห์ระบบ ก่อนที่นาวาสถาปนิกจะเริ่มการออกแบบพื้นฐานของเรือจะต้องทำความเข้าใจกับเจ้าของเรือเพื่อระบุถึงภารกิจที่แน่นอนของเรือให้ได้เสียก่อน ถ้าทราบภารกิจแล้วจะสามารถกำหนดขนาดและความเร็วของเรือได้ ถ้าย้อนกลับไปดูภาพวัฏจักรการออกแบบของเรือจะเห็นได้ว่าภารกิจของเรือจะอยู่ในอันดับแรกของวงจรที่ใช้ออกแบบ ดังนั้นนาวาสถาปนิกจึงต้องออกแบบเรือให้ปฏิบัติภารกิจได้และเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ปัจจัยที่ใช้ในการออกแบบเรือจึงมี 2 ประเภท กล่าวคือประเภทแรกจะเป็นพารามิเตอร์ที่มาจากคุณลักษณะของเรือ ประเภทที่สองจะเป็นปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์

โดยทั่วไปแล้วเจ้าของเรือจะต้องการให้ออกแบบเรือตามประเด็นใดประเด็นหนึ่งต่อไปนี้:-

* ออกแบบเรือใหม่เพื่อทดแทนเรือเก่าที่ล้าสมัย

* ออกแบบเรือเก่าที่มีอยู่แล้วเพื่อเปลี่ยน/ดัดแปลงภารกิจของเรือเดิม
* ออกแบบเรือใหม่เพื่อขยายงานหรือธุรกิจการขนส่งให้กว้างไกลขึ้นโดยใช้เส้นทางเดิม
* ออกแบบเรือเพื่อเพิ่มการให้บริการหรือขนส่งสินค้าต่างชนิดในเส้นทางเดิมโดยมีจุดประสงค์ในการขยายการค้า
* ออกแบบเรือเพื่อประกอบอุตสาหกรรมในทะเลทั้งอุตสาหกรรมเก่าและใหม่
* ออกแบบเรือเพื่อให้บริการต่อเรือสินค้าและยานพาหนะทางน้ำในงานทางด้านเทคโนโลยีสมุทรศาสตร์

ในทุกประเด็นเจ้าของเรือจะพบกับปัญหาและการตัดสินใจถึงเรื่องจำนวนลำ ประเภทขนาด และความเร็วอยู่เสมอ ซึ่งความจริงแล้วจำนวนลำจะขึ้นอยู่กับปริมาณสินค้าที่ต้องการขนต่อปี และ ความเร็วกับขนาดของเรือที่ใช้

เรือประเภทอุตสาหกรรมและบริการก็จำต้องทำการวิเคราะห์ภารกิจเช่นเดียวกับเรือสินค้าแต่ถ้าใช้เรือเพียงลำเดียวในระบบแล้ว ต้นทุนในการต่อหรือซื้อเรือจะเป็นปัจจัยควบคุม

สำหรับระบบที่ยุ่งยากมากๆ จะใช้วิธีสร้างทางเลือกจากทุกสถานการณ์ที่เป็นไปได้ของระบบเรียกได้ว่าเป็นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หลายๆแบบเท่าที่มีความเป็นไปได้ จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์แบบจำลองเพื่อหาว่าแบบใดให้ผลตอบแทนที่ดีที่สุด จึงเลือกแบบจำลองนั้นมาใช้

เจ้าของเรือส่วนมากจะมีทางเลือกหรือแบบจำลองหลักๆ อยู่ในใจอยู่เพียง 1 หรือ 2 แบบเท่านั้นโดยคิดจากปัจจัยที่มีผลกระทบมากที่สุด ทั้งนี้เพราะมีประสบการณ์และรู้ข้อมูลทางธุรกิจดีอยู่แล้ว จากจุดนี้เองจึงดูเหมือนว่าเจ้าของเรือส่วนใหญ่จะใช้เพียงปริมาณสินค้าที่ขนต่อปี จำนวนเที่ยวเวลาในแต่ละเที่ยว และประเภทของเรือเป็นตัวตัดสินรูปแบบของระบบที่ใช้ จากนั้นจึงประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น ด้วยการรวมค่าใช้จ่ายต่างๆ (Required Freight Rate, RFR) ในแต่ละรูปแบบของระบบและเลือกรูปแบบที่ให้ผลตอบแทนดีที่สุด

การนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ส่งผลให้ทำการวิเคราะห์ได้สะดวกรวดเร็วขึ้น และที่ดียิ่งกว่านั้นคือการเพิ่มจำนวนพารามิเตอร์เข้าไปในแบบจำลองได้มากขึ้นกว่าเดิมหลายเท่าตัว โปรแกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้จะขึ้นกับความซับซ้อนของปัญหาและวงเงินที่หมุนเวียนในระบบของแต่ละโครงการ

ในปัจจุบันจึงเห็นแนวโน้มของงานวิจัยทางด้านการขนส่งทางทะเลส่วนหนึ่งถูกดึงไปในเรื่องของการวิเคราะห์ระบบที่สามารถให้คำตอบออกมาในรูปของสเปคตรัมของคุณลักษณะของเรือที่จะมารองรับภารกิจที่กำหนดให้ โดยเริ่มจากจำนวนลำ ขนาด ความเร็ว ฯลฯ จนถึงรายละเอียดความต้องการใช้เรือและข้อจำกัด นาวาสถาปนิกจึงควรให้ความสำคัญกับสิ่งเหล่านี้และไม่ควรมองข้าม

ไม่ว่าเรือที่ออกแบบมาจะดีเพียงใดสำหรับภารกิจที่ตั้งไว้ แต่ถ้าภารกิจที่ตั้งไว้ไม่ถูกต้องตามจริงหรือคลาดเคลื่อนไป เรือที่ออกแบบไว้ก็อาจถือได้ว่าล้มเหลวในการออกแบบ ตารางที่(1-4) สรุปให้เห็นถึงความต้องการใช้เรือและภารกิจของเรือซึ่งแยกได้เป็นพารามิเตอร์ทางเศรษฐศาสตร์และข้อจำกัด

ตาราง (1-4) ความต้องการในการใช้งานเรือ

(ก) พารามิเตอร์ทางเศรษฐศาสตร์

1. จำนวนลำ
2. อายุทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ - ปี
3. ตารางการเดินเรือ-รวมไปถึงสภาพการขนส่งสินค้าขึ้นและลงจากเรือ (ใช้เป็นฐานในการหาความเร็วใช้การและกำลังขับเคลื่อนการขนถ่ายสินค้า ปริมาณน้ำจืดสำรอง)
4. ปริมาณเดทเวทและเบลคิวบิค (Bale Cubic) - ถ้าเป็นสินค้าเทกอง เจ้าของเรือนิยมใช้เดทเวทมากที่สุดในการใช้การทางเศรษฐศาสตร์ภายใต้ข้อจำกัดกินน้ำลึกของเรือ
5. เดทเวทและปริมาตรระวางสำหรับสินค้าแช่แข็ง จำนวนตู้ที่ใช้และระดับอุณหภูมิที่ต้องการ
6. เดทเวทและปริมาตรระวางสำหรับสินค้าเหลว ประเภทของถังลึก เช่น แบบปกติหรือมีห้องว่าง มีน้ำหล่อเย็นหรือไม่มี ฯลฯ
7. จำนวนผู้โดยสารและเจ้าหน้าที่บนเรือ มาตรฐานความเป็นอยู่บนเรือ
   * พื้นที่ต่อคน
   * จำนวน ห้องเดี่ยว ห้องคู่ ฯลฯ

* จำนวนเตียงสำรองนอกเหนือจากปกติ เพื่อความสะดวกต่อการจองตั๋วล่วงหน้า
* พื้นที่ส่วนกลางทั้งปริมาณและประเภท
* ลิฟต์โดยสาร

หมายเหตุ ความต้องการในข้อนี้ไม่ใช้กับเรือสินค้าที่มีผู้โดยสารน้อยกว่า 12 คน ในปัจจุบันแทบจะไม่มีการต่อเรือโดยสารหรือกึ่งโดยสารอีกแล้ว ดังนั้นการออกแบบเรือโดยสารจึงเปรียบเสมือนศาสตร์ที่กำลังจะสูญหายแต่นาวาสถาปนิกก็จำเป็นที่ต้องรู้เอาไว้

8. ขีดจำกัดเรื่องต้นทุนราคาเรือ
9. ปริมาตรบรรทุกสินค้าเทกองแห้งและค่าแฟคเตอร์การบรรทุก (Stowage Factor)
10. ห้องนิรภัยสำหรับสินค้าพิเศษ ทั้งปริมาตรและน้ำหนักบรรทุกที่ต้องการ
11. จำนวน น้ำหนัก และขนาด ของยานพาหนะที่ต้องการบรรทุกในเรือ
12. การจัดระวางพิเศษเพื่อการบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ทั้งจำนวนและประเภท ขนาดและน้ำหนัก บรรจุไว้ในโครงสร้างเซลสี่เหลี่ยมหรือวางซ้อนบนดาดฟ้า ถ้าวางบนดาดฟ้าจะต้องรู้จำนวนตู้ที่ซ้อนกัน
13. ระบบพิเศษใช้กับสินค้าเหลว อาทิเช่น ก๊าซเหลวธรรมชาติ แอมโมเนีย สารเคมี ฯลฯ
14. สำหรับเรือบรรทุกน้ำมันเท่านั้น

* อัตราการสูบของเครื่องสูบ

* จำนวนและประเภทของน้ำมันที่ต้องใช้ถังคัด หรือแยกต่างหาก

15. ชนิดของอุปกรณ์ลดอาการโคลงของเรือ (ถ้ามี)
16. ตำแหน่งของท่าเรือที่ใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้เรือหรือ ตำแหน่งของการทำประมง หรือ โครงการทางอุตสาหกรรมที่เรือให้บริการ
17. ชนิดของเครื่องจักรขับเคลื่อนเรือ (เจ้าของเรือจะค่อนข้างมองความสำคัญในเรื่องอนาคตของจำนวนเจ้าหน้าที่บนเรือและการซ่อมบำรุง)

ข. ข้อจำกัด

1. ขีดจำกัดในด้านความยาว กว้าง และ ลึก ของแม่น้ำ ช่องแคบ ท่าเทียบเรือ ฯลฯ ที่อยู่ในเส้นทางเดินเรือ
2. ระยะห่างของอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าเทกองที่หน้าท่าเทียบเรือ
3. ขีดจำกัดความสูงของอุปกรณ์ขนถ่ายเทสินค้าเทกองหรือเครนยกตู้คอนเทนเนอร์ที่หน้าท่าเทียบเรือ
4. ช่วงการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทุกท่าเทียบ
5. ขีดจำกัดของอู่ซ่อมเรือที่จะใช้บริการ
6. ความลึกของน้ำที่เรือประเภทอุตสาหกรรมมีขีดจำกัดอยู่
7. สภาพทางภูมิศาสตร์ของท้องทะเล เพื่อการวิเคราะห์และหาการเคลื่อนไหวและการตอบสนองของเรือ
8. แปลนแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าของท่าเทียบเรือถ้าหากมีการต้องยกสินค้าหนักหรือพิเศษ รวมทั้งผลกระทบที่อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลหน้าท่า ฯลฯ
9. มาตรฐานการแบ่งห้องภายใน (Compartment)

10. ขีดจำกัดเรื่องตันเนจ
11. กฎว่าด้วยการบรรทุก (Loadline Rules)
12. กฎ ระเบียบ ฯลฯ ที่เกี่ยวข้องของแต่ละประเทศว่าด้วยการขนส่งทางทะเล
13. ความต้องการของสมาคมจัดชั้นเรือ
14. สำหรับเรือบรรทุกน้ำมันเท่านั้น
    * ระเบียบปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการบรรทุกสินค้าอันตราย
    * การจำกัดขนาดของเรือบรรทุกน้ำมันที่เข้าเทียบท่า (บางประเทศ)

5. บทเรียนจากประวัติศาสตร์ของการออกแบบ

นาวาสถาปนิกที่ดีควรจับตาดูถึงความคิดและพัฒนาการใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้น ความรู้เกี่ยวกับประวัติศาสตร์ของการออกแบบเรือก็เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยมิให้เดินหลงทางและเสียเวลา ประวัติศาสตร์มิได้บอกให้ทราบถึงเรื่องราวในอดีตแต่เพียงอย่างเดียวแต่ยังบอกให้รู้ถึงพัฒนาการและเหตุผลของการเกิดความคิดและประดิษฐกรรมตามลำดับของเวลาที่ผ่านมาการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญของเรือเกิดขึ้นในอดีตเมื่อมีการนำเอาเหล็กเหนียวมาสร้างตัวเรือและใช้เครื่องจักรไอน้ำในการขับเคลื่อนทั้งในเรือรบและเรือสินค้า แนวความคิดหลายอย่างในยุคนั้นอาจถือได้ว่าเป็นของใหม่และเป็นประโยชน์อย่างมาก ถึงแม้บางอย่างอาจไม่เคยถูกนำมาใช้ในเรือเลยก็ตาม ทั้งนี้เป็นเพราะผู้ที่เสนอความคิดเหล่านั้นขึ้นมาไม่เคยมีความรู้ใน

เรื่องการออกแบบเรือ มีแนวความคิดส่วนน้อยเท่านั้นถูกนำมาใช้ได้และเป็นประโยชน์ในเรือแต่ความคิดเหล่านี้ก็กลายมาเป็นแรงผลักดันให้มีความก้าวหน้าที่ยิ่งใหญ่ตามมาในภายหลัง กาลเวลาที่เปลี่ยนไปเช่นเดียวกับศาสตร์ของการออกแบบเรือที่ไม่เคยหยุดนิ่ง แนวความคิดที่ถูกพิจารณาว่าไม่มีประโยชน์เมื่อ 20;30 หรือ 40 ปีก่อนอาจกลับกลายมาเป็นสิ่งที่ทรงคุณประโยชน์ในวันนี้ เนื่องเพราะสถานการณ์เปลี่ยนไป ความรู้เกี่ยวกับประวัติศาสตร์ของพัฒนาการในอดีตจึงทำให้ผู้ที่รู้ในเรื่องนี้กลายเป็นผู้รอบรู้

อดีตและอนาคตถูกปัจจุบันเชื่อมโยงอยู่ ผู้ที่กำลังศึกษาถึงการออกแบบเรือไม่ควรที่จะคิดเอาเองว่าเรือชนิดใดชนิดหนึ่งได้บรรลุถึงการออกแบบได้อย่างสมบูรณ์แล้ว เพราะนั่นหมายถึงการหยุดนิ่งของความคิดได้เกิดขึ้นแล้ว บุคคลใดที่ปราศจากจินตนาการย่อมไม่เหมาะสมที่จะเป็นนาวาสถาปนิกผู้ประสบความสำเร็จได้ จินตนาการที่กล่าวถึงนี้จะต้องนำไปสู่การปฏิบัติได้ซึ่งเป็นผลมาจากการนำเอาความจริงของปัจจุบันผนวกเข้ากับต้นกำเนิดจากในอดีตที่ผ่านมา อาจไม่จำเป็นที่จะต้องมองไปไกลถึง 50 หรือ 100 ปีจากวันนี้แต่ก็ควรที่จะเน้นถึงเวลาเพียง 5 หรือ 10 ปีก็พอเพียง หลักการก็คือนาวาสถาปนิกจะต้องมองไปข้างหน้าเสมอ ปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ภาพที่เห็นมีความผิดพลาดน้อยที่สุดก็คือความรู้ที่สะสมมาจากอดีต

นาวาสถาปนิกจะต้องมีความเข้าใจเป็นอย่างดีถึงหลักการสำคัญของการออกแบบทั้งเรือสินค้าและเรือรบในกรณีของเรือรบต้องเข้าใจถึงยุทธศาสตร์และยุทธวิธีที่ใช้กัน ส่วนเรือสินค้าก็ต้องรู้ไปถึงธุรกิจการสั่งเข้าและส่งออกของสินค้า ความรู้ดังกล่าวยังรวมความไปถึงหลักกฎหมายตลอดจนข้อเด่นและข้อด้อยของระบบต่าง ๆ ที่ใช้กันในวงธุรกิจ ทั้งนี้เพื่อมิให้ตกหลุมพรางที่เกิดจากการมองข้าม

หรือเน้นในจุดหนึ่งจุดใดมากเกินไป ตัวอย่างเช่น มีการติดตั้งเครื่องชน (Ram) ไว้ที่หัวเรือรบในสงครามลิสซ่า (Battle of Lissa) และใช้งานอย่างได้ผล จึงทำให้นาวาสถาปนิกในยุคนั้นและยุคต่อมาออกแบบเครื่องชนติดไว้ที่เรือรบแทบจะเรียกได้ว่าทุกลำ แต่เครื่องชนที่ว่านี้ก็ไม่เคยถูกใช้อีกเลยในยุทธนาวีต่อๆ มา แต่เป็นที่ยอมรับเป็นมาตรฐานอาวุธที่ใช้ทำลายเรือผิวน้ำ ในสงครามโลกทั้งสองครั้งกลับมีการติดตั้งเครื่องชนอีกครั้งในเรือดำน้ำและใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในทำนองเดียวกันนาวาสถาปนิกที่ออกแบบเรือสินค้าก็ต้องรู้ถึงปัญหาของผู้ใช้เรือและเจ้าหน้าที่บนเรือเป็นอย่างดี เงื่อนไขของธุรกิจขนส่งสินค้าทางทะเลในปัจจุบันก็คือผลพวงของหลายสิ่งหลายอย่างซึ่งมีจุดกำเนิดมาจากอดีต

บทเรียนที่สำคัญที่สุดดูได้จากประวัติศาสตร์ของแบบเรือใหม่ทั้งเรือรบและเรือสินค้าซึ่งเป็นผลพวงของพัฒนาการเทคโนโลยีในสาขาของนาวาสถาปัตยกรรมเองและในสาขาอื่น ศตวรรษที่ผ่านมาเป็นช่วงเวลาที่นาวาสถปนิกได้หยิบยืมความรู้ทางวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ประยุกต์สาขาอื่นมาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อวงการเรือมากที่สุดเพื่อเพิ่มขีดความสามารถให้กับยานพาหนะทางน้ำ เริ่มตั้งแต่การนำเอาเหล็กหล่อมาใช้ให้เป็นประโยชน์จากนักโลหะวิทยา และเมื่อมีการค้นคิดเหล็กเหนียวได้ตลอดจนเหล็กเหนียวผสม ก็มีการนำเอาโลหะเหล่านี้มาดัดแปลงใช้เป็นโครงสร้างเรือและต่อมายังมีการนำเอาโลหะผสมน้ำหนักเบามาใช้ในส่วนที่มิได้รับความเค้นมากนักของเรืออีกด้วย ความต้องการของนาวาสถาปนิกเกี่ยวกับโครงสร้างต้านไฟก็ถูกพัฒนาขึ้นมาเป็นรูปธรรมให้เห็นทุกวันนี้ในรูปของวัสดุสังเคราะห์หลากหลายรูปแบบ

การเชื่อมประสานด้วยไฟฟ้าก็ถูกพัฒนาขึ้นมาทดแทนการย้ำหมุดใน

การเชื่อมประสานด้วยไฟฟ้าก็ถูกพัฒนาขึ้นมาทดแทนการย้ำหมุดในโครงสร้างเรือ หลังจากที่ได้รับการยอมรับให้ใช้เพื่อการผลิต

ความทางด้านเทอร์โมไดนามิคส์ในช่วง 200 ปีที่ผ่านมาทำให้ได้เห็นพัฒนาการของเครื่องกังหันไอน้ำ เครื่องยนต์ดีเซล ฯลฯ ทำให้แลเห็นน้ำหนักต่อแรงม้าที่ใช้ในการขับเคลื่อนเรือที่มีค่าน้อยลงๆ จนกระทั่งได้เห็นเรือที่มีความเร็วสูงขึ้นผิดกันไกลกับยุคของเรือที่ใช้เครื่องจักรไอน้ำ นอกจากนี้ผลพวงของการมีประสิทธิภาพความร้อนของเครื่องจักรใหญ่ที่ดีขึ้นทำให้รัศมีทำการของเรือยืดออกไปได้ไกลเทียบกับเดิมได้หลายเท่าตัว

พัฒนาการทางเทคโนโลยีอีกอันหนึ่งที่มีผลกระทบกับการออกแบบเรือก็คือการประยุกต์ใช้วิชาไฮโดรไดนามิคส์ในการออกแบบรูปทรงตัวเรือตลอดจนใบจักรและหางเสือของเรือ นอกจากนี้ยังมีการนำเอาความรู้เรื่องพลังงานมาใช้กับห้องเย็น การระบายอากาศ/ปรับอากาศ ในเขตพักอาศัยของเจ้าหน้าที่บนเรือ จนทำให้มาตรฐานการดำรงชีวิตในเรือสูงขึ้นจากเดิมมาเมื่อเทียบกับศตวรรษที่ผ่านมา

เกือบจะเรียกได้ว่ามีการนำเอาพัฒนาการแทบทุกอย่างที่ประสบความสำเร็จจากการใช้บนบกมาใช้ประโยชน์กับเรือ และอาจกล่าวได้ว่าการเพิ่มขึ้นของเรือในแง่ ความเร็ว ขนาด รัศมีทำการ ความคงทนทะเล สภาพการดำรงชีวิต ฯลฯ ได้มาจากพัฒนาการทางเทคนิคที่มาจากต่างสาขาซึ่งนาวาสถาปนิกได้นำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเรือ

ประวัติศาสตร์ของการออกแบบเรือรบได้สอนให้รู้ว่าการออกแบบมีผลอย่างรุนแรงต่อวิธีการโจมตีข้าศึก พัฒนาการของตอร์ปิโดและตอร์ปิโดได้ส่งผลกระทบไปถึงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบหลักของเรือรบหลายประเภทที่ออกแบบสร้างขึ้นในช่วงเวลาสงครามโลกครั้งที่ 1 และเมื่อสงครามโลกครั้งที่ 2 เกิดขึ้นได้แลเห็นพัฒนาการของประสิทธิภาพการรบเมื่อมีการนำเรือบรรทุกเครื่องบินเข้ามาใช้ส่งผลให้การออกแบบเรือรบอีกหลายประเภทเปลี่ยนแปลงไป จำนวนและชนิดของปืนบนเรือก็ถูกกำหนดขึ้นจากวัสดุใหม่ที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ต้านทานการถูกโจมตีในรูปแบบใหม่ ทั้งนี้รวมถึงความหนาและตำแหน่งของเกราะที่หุ้มตัวเรืออยู่ด้วย บทเรียนอีกบทหนึ่งที่สำคัญก็คือเรื่องของทุ่นระเบิด (โดยเฉพาะทุ่นระเบิดแม่เหล็ก) ซึ่งมีผลต่อรูปแบบของการโจมตีซึ่งในทางกลับกันก็มีผลต่อการออกแบบเรือรบในยุคต่อมา

พัฒนาการของการออกแบบเรือยังส่งผลกระทบไปถึงการเปลี่ยนแปลงท่าเทียบเรือและอุปกรณ์ใช้งานในท่า ไม่ว่าจะเป็นวิธีขนถ่ายสินค้า วิธีการสต๊อกสินค้า ฯลฯ ล้วนเป็นผลมาจากการออกแบบเรือรุ่นใหม่ ๆ ทั้งเรือบรรทุกผู้โดยสารและสินค้าต่างๆ จะสังเกตเห็นได้ชัดจากเรือบรรทุกสินค้าเทกองแห้งที่มีพัฒนาการค่อนข้างสูง มีการนำเอาอุปกรณ์ขนถ่ายใหม่ ๆ มาใช้กันอย่างแพร่หลายเปรียบได้กับในกรณีของเรือรบซึ่งมีพัฒนาการทั้งวิธีการโจมตีและการป้องกัน

บทเรียนอีกบทหนึ่งซึ่งมีการศึกษากันน้อยมากก็คือ ในเรื่องของความเสียหายที่เกิดขึ้น ถึงแม้ภาพของความเสียหายดูเหมือนจะเป็นภาพที่ติดลบในสายตาของนาวาสถาปนิกก็ตาม แต่อย่างไรความเสียหายก็เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจริงและยังคงจะเกิดอีกในอนาคตจึงควรค่าต่อการศึกษาทั้งในเรื่องของการออกแบบเรือรบและเรือสินค้า

เครื่องมือช่วยในการออกแบบเรือ

ความสามารถของนาวาสถาปนิกแต่ละคนในการที่จะมองเห็นถึงแนวโน้มและเงื่อนไขต่างๆอย่างเป็นระบบได้เพื่อใช้ในการพัฒนาการออกแบบเรือขึ้นอยู่อย่างมากกับความรู้และภูมิหลังทางประวัติศาสตร์ อุปสรรคต่าง ๆที่จะเอาชนะเพื่อการปรับปรุงแบบเรือให้ดีขึ้นขึ้นอยู่กับความเข้าใจและความสามารถในการวิเคราะห์จากอดีตทั้งสิ้น จะสังเกตเห็นได้ว่ามีการประยุกต์ความรู้ที่ได้จากเทคโนโลยีทางอุตสาหกรรมที่ดีที่สุดในแต่ละยุคสมัยมาใช้กับการออกแบบเรือในเวลาไม่นานนัก หลังจากนั้นจึงจะมีปรับปรุงให้ดีขึ้นอีกถ้าหากว่ายังคงต้องใช้ความรู้นั้นอยู่ต่อไปหรือจากความต้องการของผู้ที่ปฏิบัติหน้าที่บนเรือ และข้อขัดข้องต่าง ๆ ที่เกิดตามมาจะต้องมีการศึกษาและวิเคราะห์อย่างจริงจังเพื่อแก้ไขให้ลุล่วงไป ยกตัวอย่างเช่น กังหันไอน้ำที่นำมาใช้ขับเคลื่อนเรือจะมีพัฒนาการค่อนข้างช้า ทั้งนี้เพราะมีรอบหมุนที่ช้ามากในขณะที่ใบจักรต้องการรอบหมุนที่สูงกว่ามากจึงจะมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเดิมได้ อุปสรรคอันนี้ผ่านพ้นลงไปได้เมื่อมีการนำเอาเกียร์ทดสอบเข้ามาใช้เพื่อส่งผ่านกำลังสูงจากเครื่องจักรได้สำเร็จ

แนวความคิดดี ๆ จากในอดีตอาจดูเหมือนล้มเหลว ทั้งนี้เพราะพัฒนาการทางวัสดุศาสตร์ยังก้าวตามไม่ทัน หรือประชาชนในสังคมยังไม่ยอมรับต่อความคิดนั้น บางครั้งเมื่อสภาพการณ์หรือเงื่อนไขเปลี่ยนไปจึงมีการหยิบยกแนวความคิดจากอดีตนี้เอากลับเข้ามาใช้ใหม่อีกครั้งโดยมีผู้ที่รอบรู้เรื่องราวในประวัติศาสตร์อาทิเช่นการนำเอาระบบกงตามยาวเข้ามาใช้ในการออกแบบเรือลำที่โด่งดังในประวัติศาสตร์ลำหนึ่งคือ เดอะเกรทอีสเทิร์น (The Great Eastern) ซึ่งต่อในปี พ.ศ. 2402 แต่ปรากฏว่าไม่มีใครนำเอาระบบกงตามยาวมาใช้อีกเลยหลังจากนั้น

ไม่ว่าจะเป็นเรือรบหรือเรือสินค้าก็ตาม 40 ปีต่อมาระบบกงตามยาวจึงถูกหยิบกลับมาใช้ใหม่และเรียกชื่อเสียใหม่ให้ดูทันสมัยว่าระบบกงอิชเชอร์วูด (Isherwood System) ในการต่อเรือรบ ตัวอย่างนี้อธิบายถึงเหตุผลให้ทราบว่าทำไมสิ่งที่ดูเหมือนเป็นความผิดพลาดในอดีตจึงถูกหยิบยกมาปัดฝุ่นเพื่อใช้ใหม่และประสบความสำเร็จอย่างงดงามภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกันของกาลเวลา

ความหลากหลายของรูปแบบใหม่ภายใต้ความคิดเก่าดูเหมือนจะมีอยู่มากมายไม่มีที่สิ้นสุดในยุคนี้ ความเข้าใจถึงประวัติการพัฒนารูปแบบเรือจึงเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้นาวาสถาปนิกได้หยิบยกความคิดเก่าออกมาใช้ได้อีกในรูปแบบใหม่ ถ้าหากเงื่อนไขยังไม่เอื้ออำนวยต่อการนำมาใช้ให้ได้ผลอย่างเต็มที่ก็อาจจำเป็นต้องแก้ไขหรือดัดแปลงเพื่อให้ใช้งานได้ ลองพิจารณาและศึกษาดูจากทั้งความสำเร็จและล้มเหลวในอดีตของการออกแบบเรือที่ผ่านมา ประสบการณ์ของนาวาสถาปนิกแต่ละคนเมื่อบวกกับความรอบรู้ในภูมิหลังของประวัติศาสตร์จะเป็นครึ่งหนึ่งของการเป็นนาวาสถาปนิกที่ดีได้ อีกครึ่งหนึ่งจะมาจากความรู้ในวิชาการร่วมกับจรรยาบรรณของวิชาชีพนาวาสถาปัตยกรรมศาสตร์ซึ่งถือเป็น ธรรมนูญสูงสุดของวิชาชีพที่มีเกียรติยิ่งนี้

บิดาวิชานาวาสถาปัตยกรรมศาสตร์

ปิแอร์ บูเก้ (พ.ศ. 2241 - 2301)

PIERRE BOUGUER (ค.ศ. 1698 - 1758)

"ประสบการณ์น่าจะเป็นเครื่องมือที่ดีที่สุดต่อการสร้างเสริมวิชานาวาสถาปัตยกรรมศาสตร์-ถ้าหากเป็นไปได้ แต่ก็ได้ผ่านการพิสูจน์หลายครั้งแล้วว่าถึงแม้ประสบการณ์จะมีส่วนช่วยในการส่งเสริมวิชานี้อยู่บ้างก็ตาม ทฤษฎีต่างหากที่มีส่วนมากมายเป็นอนันต์ในการจุดประกายสว่างไสวให้กับวิชานี้"

6. จรรยาบรรณของนาวาสถาปนิกและวิศวกรเครื่องกลเรือ

หลักจรรยาบรรณซึ่งเป็นที่ยอมรับกันสากลนี้ เริ่มใช้มาตั้งแต่วันที่ 9 พฤศจิกายน 2466 โดยสมาคมนาวาสถาปนิกและวิศวกรเครื่องกลเรือของสหรัฐ-อเมริกา มีข้อพึงปฏิบัติและละเว้นทั้งหมด 10ประการดังต่อไปนี้

จรรยาบรรณแห่งวิชาชีพ
ของ
นาวาสถาปนิกและวิศวกรเครื่องกลเรือ

1. นาวาสถาปนิกและวิศวกรเครื่องกลเรือจะดำรงตนอยู่ในวิชาชีพด้วยความยุติธรรมต่อผู้ร่วมงาน ลูกค้า ผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้าง และผู้รับเหมา มีความจงรักภักดีและซื่อสัตย์ต่อประเทศชาติของตน เคารพต่อ เกียรติยศและเกียรติภูมิส่วนบุคคล

2. นาวาสถาปนิกและวิศวกรเครื่องกลเรือจะไม่ยอมให้ใช้ชื่อของตนในนามของหน่วยงานหรือองค์กรที่มีพฤติกรรมอันเป็นที่น่าสงสัย

3. นาวาสถาปนิกและวิศวกรเครื่องกลเรือจะประชาสัมพันธ์ตนเองได้เฉพาะแต่ในทางที่เป็นไปด้วยเกียรติเท่านั้น พึงหลีกเลี่ยงข้อความอันอาจนำไปสู่ความเข้าใจผิดหรือคลาดเคลื่อนได้

4. ข้อมูลทางธุรกิจหรือกรรมวิธีทางเทคนิคใดซึ่งนาวาสถาปนิกและวิศวกรเครื่องกลเรือได้รับจากลูกค้าหรือผู้ว่าจ้างให้ถือเสมือนเป็นความลับอันควรแก่

การปกปิด

5. นาวาสถาปนิกและวิศวกรเครื่องกลเรือพึงแจ้งให้ลูกค้าหรือผู้ว่าจ้างที่มีความเกี่ยวข้องและผูกพันทางธุรกิจอื่นใดให้ทราบถึงผลกระทบอันอาจพึงมีขึ้นจากการตัดสินใจหรือคุณภาพของงานบริการที่ได้จากตน

6. นาวาสถาปนิกและวิศวกรเครื่องกลเรือจะต้องไม่ใช้วิธีการซึ่งไม่เหมาะสมหรือไม่เป็นที่ยอมรับกันในวิชาชีพเพื่อสร้างงาน และจะต้องปฏิเสธที่จะจ่ายหรือรับค่าตอบแทนเพื่อผลแห่งการยอมรับหรือปฏิเสธผลงานชิ้นนั้น

7. นาวาสถาปนิกและวิศวกรเครื่องกลเรือสามารถรับผลประโยชน์ตอบแทนสำหรับงานบริการของตนได้จากเพียงแหล่งเดียวเท่านั้น ยกเว้นในกรณีที่งานนั้นเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปจากสาธารณชน

8. นาวาสถาปนิกและวิศวกรเครื่องกลเรือจะไม่ใช้วิธีการที่ไม่เป็นธรรม หรือปิดโอกาสต่อนาวาสถาปนิกและวิศวกรเครื่องกลเรือผู้อื่นเพื่อผลแห่งชัยชนะในวงวิชาชีพและการว่าจ้าง

9. นาวาสถาปนิกและวิศวกรเครื่องกลเรือมีหน้าที่ส่งเสริมวิชาชีพแห่งนาวา-สถาปัตยกรรมและวิศวกรรมเครื่องกลเรือโดยการแลกเปลี่ยนข้อมูล ความรู้ตลอดจนประสบการณ์ต่อเพื่อนร่วมวิชาชีพนาวาสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมเครื่องกลเรืออื่นตลอดจนผู้ที่กำลังศึกษาทางด้านนี้ ต้องมีส่วนร่วมช่วยเหลือต่องานของสมาคมวิชาชีพ สถาบันการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ประยุกต์ และวารสารทางเทคนิค

10. นาวาสถาปนิกและวิศวกรเครื่องกลเรือพึงให้ความสนใจต่อสวัสดิภาพของส่วนรวมในฐานะที่พร้อมจะประยุกต์ความรู้ ความชำนาญพิเศษของตนเพื่อประโยชน์แห่งมนุษยชาติ

อนึ่ง เพื่อเป็นการเปรียบเทียบกับจรรยาบรรณของวิชาชีพวิศวกรรม จึงใคร่ขออนุญาตนำข้อความแปลของ ศาสตราจารย์ ดร. มงคล เดชนครินทร์ จากภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ว่าด้วยคำปฏิญญาสากลของวิศวกรลงไว้ด้วย คัดจากวารสารวิศวกรรมสาร ปีที่ 47 เล่มที่ 2 ประจำเดือนกุมภาพันธ์ 2537 และจรรยาบรรณวิศวกรของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ทั้งนี้เพราะนาวาสถาปนิกและวิศวกรเครื่องกลก็ยังคงเป็นวิศวกรสาขาหนึ่งเช่นเดียวกัน

คำปฏิญาณของวิศวกร

ข้าพเจ้ามีความภูมิใจอย่างยิ่งกับอาชีพของข้าพเจ้า แต่ทั้งนี้มิใช่เพราะความอหังการข้าพเจ้ามีพันธกรณีที่จะต้องปฏิบัติตามโดยดุษฎีซึ่งข้าพเจ้าเองก็กระหายใคร่จะปฏิบัติอยู่แล้ว

ในฐานะที่เป็นวิศวกร ข้าพเจ้าจะเข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องเฉพาะในงานที่สุจริตเท่านั้น ผู้ใดก็ตามที่มารับบริการจากข้าพเจ้าไม่ว่าเขาจะเป็นนายจ้าง หรือลูกค้าของข้าพเจ้า เขาย่อมได้รับบริการที่ดีที่สุด ด้วยความซื่อตรง เที่ยงตรง เที่ยงธรรมอย่างที่สุด

เมื่อถึงคราวที่จำเป็น ข้าพเจ้าจะทุ่มเทความรู้และทักษะของข้าพเจ้าให้กับกิจการที่เป็นประโยชน์แก่สาธารณะอย่างเต็มกำลัง เพราะใครคนใดมีความสามารถพิเศษด้านใด เขาคนนั้นย่อมมีพันธกรณีที่จะต้องใช้ความสามารถด้านนั้นอย่างดีเพื่อประโยชน์แก่มวลมนุษย์ ข้าพเจ้าขอรับความท้าทายตามนัยนี้

ด้วยความมุ่งมั่นที่จะธำรงไว้ซึ่งเกียรติภูมิแห่งงานอาชีพของข้าพเจ้า ข้าพเจ้าจะพยายามปกป้องผลประโยชน์และชื่อเสียงของวิศวกรทุกคน ที่ข้าพเจ้ารู้ดีว่าสมควรจะได้รับความปกป้องคุ้มครอง พร้อมกันนี้ข้าพเจ้าก็จะไม่หลบเลี่ยงภาระหน้าที่ที่จะต้องเปิดเผยความจริงเกี่ยวกับบุคคลใดก็ตามที่ได้กระทำผิดทำนองคลองธรรมซึ่งก็เป็นการแสดงให้เห็นว่าเขาไม่มีศักดิ์ศรีพอที่จะอยู่ในวงงานอาชีพวิศวกรรมได้

ความเจริญก้าวหน้าของมนุษย์ได้เริ่มมีมาตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์ ก็เพราะอัจฉริยภาพของบรรพชนในวงงานอาชีพของข้าพเจ้า ท่านเหล่านั้นได้นำทรัพยากรวัสดุและพลังงานมากมายในธรรมชาติออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์แก่เพื่อนมนุษย์ด้วยกัน หลักการทางวิทยาศาสตร์และความรู้ทางเทคโนโลยีที่ได้มีการพัฒนาและนำมาปฏิบัติตราบเท่าทุกวันนี้ก็ล้วนแต่เป็นผลงานของบรรพชนทั้งหลายเหล่านั้น ถ้าปราศจากมรดกตกทอดที่เป็นประสบการณ์สั่งสมเหล่านี้ ผลงานจากความเพียรพยายามของข้าพเจ้าก็คงจะต่ำต้อยด้อยคุณค่าลงไปมาก ข้าพเจ้าจึงอุทิศตนเพื่อการเผยแพร่ความรู้ทางวิศวกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการแนะนำสั่งสอน ให้สมาชิกรุ่นหลัง ๆ ในวงงานอาชีพของข้าพเจ้าได้เรียนรู้ถึงศิลปะและขนบธรรมเนียมประเพณีทุกอย่างในงานอาชีพนี้

ข้าพเจ้าขอให้คำมั่นสัญญาต่อเพื่อนร่วมอาชีพของข้าพเจ้าอย่างแข็งขัน เช่นเดียวกับที่ข้าพเจ้าเรียกร้องจากพวกเขาว่า ข้าพเจ้าจะดำรงไว้ซึ่งความซื่อสัตย์สุจริตและยุติธรรม ความอดทนและการเคารพต่อผู้อื่น อีกทั้งการอุทิศตนเพื่อมาตรฐานและศักดิ์ศรีแห่งอาชีพวิศวกรรมของเรา ทั้งนี้ด้วยการระลึกอยู่เสมอว่าความเชี่ยวชาญพิเศษของพวกเราที่เป็นวิศวกรนั้นมีพร้อมกับพันธกรณีที่จะต้องรับใช้มนุษยชาติด้วยความจริงใจถึงที่สุด

จรรยาบรรณวิศวกร
ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
ในพระบรมราชูปถัมภ์

1. วิศวกรต้องรับผิดชอบและให้ความสำคัญเป็นอันดับแรกต่อสวัสดิภาพ สุขภาพ และความปลอดภัยของสาธารณชน และต่อสิ่งแวดล้อม
2. วิศวกรต้องแสดงความคิดเห็น และให้ข้อเท็จจริงตามหลักวิชาการตามที่ตนทราบอย่างถ่องแท้แก่สาธารณชนด้วยความซื่อสัตย์จริง
3. วิศวกรต้องดำรงและส่งเสริมความซื่อสัตย์สุจริต เกียรติยศ และศักดิ์ศรีของวิชาชีพวิศวกรรม
4. วิศวกรต้องปฏิบัติงานในสาขาที่ตนมีความรู้ความสามารถเพียงพอเท่านั้น
5. วิศวกรต้องสร้างชื่อเสียงในวิชาชีพจากคุณค่าของงาน และต้องไม่แข่งขันกันอย่างไม่ยุติธรรม
6. วิศวกรต้องรับผิดชอบต่องานและผลงานในวิชาชีพของตน
7. วิศวกรต้องใช้ความรู้และความชำนาญในงานวิชาชีพของตน เพื่อผลประโยชน์ของผู้ว่าจ้าง หรือลูกค้า ซึ่งตนปฏิบัติงานให้เหมือนเป็นตัวแทนที่ซื่อตรง หรือเป็นผู้ที่ได้รับความไว้วางใจ

8. วิศวกรต้องพัฒนาและเผยแพร่ความรู้ทางวิชาชีพของตนตลอดเวลาที่ประกอบอาชีพวิศวกรรมและต้องช่วยเหลือส่งเสริมอย่างจริงจังเพื่อเพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์ให้แก่วิศวกรในความดูแลของตน