เอกสารอ้างอิง

๑. Salter, G.R. "Structural Design and Fabrication in Shipbuilding." The welding institute, Cambridge, ๑๙๗๖.

๒. วิเชียร ปิ่นกุลบุตร การออกแบบเรือ. กรมยุทธศึกษาทหารเรือ, ๒๕๑๘.

๓. วิเชียร ปิ่นกุลบุตร การต่อเรือเหล็กเบื้องต้น. กรมยุทธศึกษาทหารเรือ, ๒๕๐๖.

๔. Ministry of Transport Oversea Shipbuilding Cooperation Center "Hull Construction Process." Ministry of Transport Oversea Shipbuilding Cooperation Center, Japan

๕. Hargroves, M.R., Teasdale, J.A. and Vaughan R. "The Strategic Development of Ship Production Technology, ๑๙๗๕.

๖. Buxton, I.L. "Engineering Economics and Ship Design." British Ship Research Association, ๑๙๗๖.

๗. วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคณะ การศึกษาการทำงาน. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ๒๕๒๔.

๘. สมพงษ์ ผาสุข การพัฒนาแรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิต และประสิทธิภาพของกรมอู่ทหารเรือ. เอกสารวิจัย วิทยาลัยการทัพเรือ รุ่นที่ ๑๓.

๙. De Rooij Mrina, G. Practical Shipbuilding. The Technical Publishing Company, Netherlands, ๑๙๖๑.

๑๐. อดิศักดิ์ วรรณะวัลย์ วิศวกรรมการเชื่อม. สำนักพิมพ์ประกอบเมไตร

๑๑. เชิดเชลง ชิตชวนกิจ และคณะ วิศวกรรมการเชื่อม. สมาคมส่งเสริมความรู้ด้านเทคนิคระหว่างประเทศ, ๒๕๒๔.

๑๒. เยก ทองอุ่น คู่มือการเชื่อมโลหะของโฮบาร์ท. ธีระการพิมพ์, ๒๕๒๕.

๑๓. Berthold Lundqvist. "Sandvik Welding Handbook." Sandvik Publication, Sweden, ๑๙๗๗.

๑๔. การไฟฟ้านครหลวง อัตราค่ากระแสไฟฟ้าใหม่ ปี ๒๕๒๔. กองเศรษฐกิจกำลังไฟฟ้า, แผนกอัตราค่าไฟฟ้า.

๑๕. Marks, S. "Standard Handbook for Mechanical Engineers." Mc Graw - Hill book Company, ๑๙๕๑.

๑๖. วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคณะ การวิจัยดำเนินงาน. สำนักพิมพ์ซีเอ็ด

๑๗. Teadale, J.A. "Environmental Protection Shipyard."

๑๘. LLoyd's Register of Shipping "Rules and Regulations for the Construction and Classification Steel Ships." Susses, England, ๑๙๗๕.

ภาคผนวก

ผนวก ก

คุณสมบัติทางเคมี และฟิสิกส์ของแผ่นเหล็กที่ใช้ต่อตัวเรือ (๑๘)

	เกรด			
	A	B	D	E
<u>คุณสมบัติทางเคมี</u> (ladle - analysis)				
คาร์บอน	๐.๒๓% สูงสุด	๐.๒๑% สูงสุด	๐.๒๑% สูงสุด หมายเหตุข้อ ๓, ๔	๐.๑๘% สูงสุด หมายเหตุข้อ ๓
แมงกานีส	ดูหมายเหตุ ๑ และ ๓	๐.๘๐% ต่ำสุด หมายเหตุข้อ ๒, ๓	๐.๗๐% ถึง ๑.๔๐% หมายเหตุข้อ ๓, ๔	๐.๗๐% ถึง ๑.๕๐% หมายเหตุข้อ ๓
ซิลิคอน	๐.๕๐% สูงสุด	๐.๕๐% สูงสุด หมายเหตุข้อ ๒, ๓	๐.๑๐% ถึง ๐.๕๐% สูงสุด	๐.๑๐% ถึง ๐.๕๐%
ซัลเฟอร์	๐.๐๔๐% สูงสุด	๐.๐๔๐% สูงสุด	๐.๐๔๐% สูงสุด	๐.๐๔๐% สูงสุด
ฟอสฟอรัส	๐.๐๔๐% สูงสุด	๐.๐๔๐% สูงสุด	๐.๐๔๐% สูงสุด	๐.๐๔๐% สูงสุด
อลูมิเนียม	—	—	๐.๐๑๕% ต่ำสุด (หมายเหตุข้อ ๕)	๐.๐๑๕% ต่ำสุด (หมายเหตุข้อ ๕)

ผนวก ก (ต่อ)

	เกรด			
	A	B	D	E
การทดสอบแรงดึง				
Yield Stress (Min)	๒๓.๕ ก.ก./ม.ม.^{๒} (หมายเหตุข้อ ๖)	๒๓.๕ ก.ก./ม.ม.^{๒} (หมายเหตุข้อ ๖)	๒๔ ก.ก./ม.ม.^{๒}	๒๔ ก.ก./ม.ม.^{๒}
Tensile - Strength	๔๑ ถึง ๕๐ ก.ก./ม.ม.^{๒}	๔๑ ถึง ๕๐ ก.ก./ม.ม.^{๒}	๔๑ ถึง ๕๐ ก.ก./ม.ม.^{๒}	๔๑ ถึง ๕๐ ก.ก./ม.ม.^{๒}
การยืดตัว (% ต่ำสุด) ความหนาของชิ้นงานที่ทดลอง (ม.ม.)				
> ≤				
≤ ๕	๑๕	๑๕	๑๕	๑๕
๕ ๑๐	๑๖	๑๖	๑๖	๑๖
๑๐ ๑๕	๑๗	๑๗	๑๗	๑๗
๑๕ ๒๐	๑๘	๑๘	๑๘	๑๘
๒๐ ๒๕	๑๙	๑๙	๑๙	๑๙
๒๕ ๓๕	๒๐	๒๐	๒๐	๒๐
๓๕	๒๑	๒๑	๒๑	๒๑

หมายเหตุ

๑. สำหรับเกรด A ที่ความหนามากกว่า ๑๒.๕ ม.ม. (๐.๕ นิ้ว) ส่วนผสมของแมงกานีสต้องไม่น้อยกว่า ๒.๕ เท่าของส่วนผสมของคาร์บอน

๒. สำหรับเกรด B เมื่อส่วนผสมของซิลิคอนเท่ากับ หรือมากกว่า ๐.๑๐ เปอร์เซนต์ จำนวนส่วนผสมต่ำสุดของแมงกานีสอาจจะลดลงเป็น ๐.๖๐ เปอร์เซนต์

๓. สำหรับทุกเกรด ผลบวกของส่วนผสมของคาร์บอนกับ ๑/๖ ของส่วนผสมของแมงกานีส จะต้องไม่มากกว่า ๐.๔๐ เปอร์เซนต์

๔. สำหรับเกรด D ที่ความหนาเท่ากับ หรือน้อยกว่า ๒๒.๕ ม.ม. (๑ นิ้ว) จำนวนส่วนผสมต่ำสุดของแมงกานีสอาจลดลงเป็น ๐.๖๐ เปอร์เซนต์

๕. จำนวนส่วนผสมทั้งหมดของอลูมิเนียม อาจจะหาได้จากปริมาณการแทนที่ของ acid soluble ซึ่งโดยวิธีนี้ จำนวนส่วนผสมทั้งหมดของอลูมิเนียมจะต้องไม่น้อยกว่า ๐.๐๒๐ เปอร์เซนต์

๖. สำหรับเกรด A และ B ที่ความหนามากกว่า ๒๕.๕ ม.ม. (๑ นิ้ว) ค่า Min. Yield Stress เท่ากับ ๒๒.๕ ก.ก./ม.ม.^{๒}

ผนวก ช

การทาสีห้องต่าง ๆ ของเรือยนต์รักษาฝั่ง

สถานที่	ห้องต่าง ๆ	การทาสี		
		ฝาข้างเรือ	เพดาน	พื้นห้อง
เก๋งผนึกน้ำ (superstructure)	ห้องถือท้าย	เขียวแก่	เขียวอ่อน	ปูกระเบื้องยางสีเขียว
	ห้องวิทยุ	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	ปูกระเบื้องยางสีเขียว
	ห้องครัว	ขาว	ขาว	เทา (หมอกแก่)
ห้องต่าง ๆ ภายในตัวเรือ	ห้องเก็บของหัวเรือ	ขาว	ขาว	เทา
	ห้องกลาสีหัวเรือ	ขาว	ขาว	เทา
	ห้องน้ำ – ส้วม (ทหาร)	ขาว	ขาว	เทา
	คลังกระสุนหัว – ท้าย	ขาว	ขาว	เทา
	ห้องพันจ่า	เขียวอ่อน	ขาว	ปูกระเบื้องยางสีเขียว
	ห้องเครื่องจักร	ขาว	ขาว	ปูกระเบื้องยางสีเขียว
	ห้องควบคุมเครื่องจักร	ขาว	ขาว	ปูกระเบื้องยางสีเขียว
	ห้องผู้บังคับการเรือ	เขียวอ่อน	ขาว	ปูกระเบื้องยางสีเขียว

ผนวก ข (ต่อ)

สถานที่	ห้องต่าง ๆ	การทาสี		
		ฝาช้างเรือ	เพดาน	พื้นห้อง
	ห้องนายทหาร	เขียวอ่อน	ขาว	ปูกระเบื้องยางสีเขียว
	ห้องน้ำ – ส้วม (นายทหาร)	ขาว	ขาว	เทา
	ห้องหางเสือ	ขาว	ขาว	เทา
	ช่องทางเดิน	ขาว	ขาว	ปูกระเบื้องยางสีเขียว

ผนวก ค

รายการพัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ในการต่อตัวเรือ ๑ ลำ

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
๑	<u>เหล็กแผ่นต่อเรือ</u>	แผ่น	
	๑.๑ ขนาด ๑" x ๕' x ๒๐' แผ่น	๒	ผลิตภัณฑ์ต่างประเทศ
	๑.๒ ขนาด ๑/๒" x ๕' x ๒๐' แผ่น	๑	"
	๑.๓ ขนาด ๓/๘" x ๕' x ๒๐' แผ่น	๒	"
	๑.๔ ขนาด ๕/๑๖" x ๕' x ๒๐' แผ่น	๒๐	"
	๑.๕ ขนาด ๑/๔" x ๕' x ๒๐' แผ่น	๔๖	"
	๑.๖ ขนาด ๓/๑๖" x ๕' x ๒๐' แผ่น	๑๒๐	"
๒	<u>เหล็กกงฉากต่อเรือ</u>	ท่อน	
	๒.๑ ขนาด ๑/๔" x ๓ x ๑ ๑/๒" ยาว ๖ เมตร	๕๐	"
	๒.๒ ขนาด ๓/๑๖" x ๒" x ๒" ยาว ๖ เมตร	๔๐	"
	๒.๓ ขนาด ๑/๔" x ๒ ๑/๒" x ๑ ๑/๒" ยาว ๖ เมตร	๑๔๕	"
๓	<u>เหล็กเส้นแบนต่อเรือ</u>	ท่อน	
	๓.๑ ขนาด ๑" x ๖" ยาว ๖ เมตร	๓	"
	๓.๒ ขนาด ๑" x ๕" ยาว ๖ เมตร	๒	"
	๓.๓ ขนาด ๓/๔" x ๓" ยาว ๖ เมตร	๔	"
	๓.๔ ขนาด ๑/๔" x ๓" ยาว ๖ เมตร	๓	"

ผนวก ก (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
	๓.๕ ขนาด ๓/๑๖" x ๓" ยาว ๖ เมตร	๕๐	ผลิตภัณฑ์ต่างประเทศ
	๓.๖ ขนาด ๓/๔" x ๔" ยาว ๖ เมตร	๒	"

หมายเหตุ

เหล็กแผ่น และกงฉากเป็นพัสดุที่ใช้ในการต่อเรือ มีคุณสมบัติทางเคมี และพิสิกส์ เป็นไปตามกฎของ Lloyds โดยมีเครื่องหมายตราประทับบนแผ่นเหล็ก และมีเอกสารรับรองจากบริษัทผู้ผลิตในต่างประเทศ

อลูมิเนียมแอลลอยด์ต่อเรือ

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
๑	<u>แผ่นอลูมิเนียมแอลลอยด์ต่อเรือ</u>	แผ่น	
	๑.๑ ขนาด ๑ มม. x ๔′ x ๘′	๔๐	ผลิตภัณฑ์ต่างประเทศ
	๑.๒ ขนาด ๒ มม. x ๔′ x ๘′	๕	"
	๑.๓ ขนาด ๓.๑๔ มม. x ๔′ x ๘′	๕	"
	๑.๔ ขนาด ๔ มม. x ๔′ x ๘′	๔๐	"
	๑.๕ ขนาด ๔.๘ มม. x ๔′ x ๘′	๑๐	"
	๑.๖ ขนาด ๖ มม. x ๔′ x ๘′	๕	"
๒	<u>แผ่นอลูมิเนียมแอลลอยด์กันลื่น</u>	แผ่น	
	ขนาด ๔.๘ มม. x ๔′ x ๘′	๑๐	"
๓	<u>กงฉากอลูมิเนียมแอลลอยด์</u>	ท่อน	
	๓.๑ ขนาด ๔.๘ มม. x ๒"x ๒" ยาว ๖ เมตร	๔๐	"
	๓.๒ ขนาด ๔.๘ มม. x ๓" x ๒" ยาว ๖ เมตร	๒๐	"
๔	<u>อลูมิเนียมแอลลอยด์เส้นกลม</u>	เส้น	
	๔.๑ ขนาด ๓/๘" ยาว ๖ เมตร	๕	"
	๔.๒ ขนาด ๕/๘" ยาว ๖ เมตร	๕	"
	๔.๓ ขนาด ๗/๘" ยาว ๖ เมตร	๕	"
๕	<u>แป็บอลูมิเนียมแอลลอยด์</u>	ท่อน	
	๕.๑ ขนาดโตนอก ๔" ยาว ๖ เมตร	๒	"

อลูมิเนียมแอลลอยด์ต่อเรือ (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
	๕.๒ ขนาดโตนอก ๑.๔" ยาว ๖ เมตร	๔๕	ผลิตภัณฑ์ต่างประเทศ
	๕.๓ ขนาดโตนอก ๑.๕" ยาว ๖ เมตร	๕	"
	๕.๔ ขนาดโตนอก ๑" ยาว ๖ เมตร	๑๕	"
	๕.๕ ขนาดโตนอก ๗/๘" ยาว ๖ เมตร	๑๕	"

พัสดุสำหรับใช้ทำส่วนประกอบตัวเรือ

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
๑	<u>ไม้สัก</u>	แผ่น	
	๑.๑ ขนาด ๓/๔" x ๑ ๑/๒" ยาว ๒.๕ เมตร	๕๐๐	
	๑.๒ ขนาด ๑" x ๓" ยาว ๒.๕ เมตร	๓๐	
	๑.๓ ขนาด ๑" x ๓" ยาว ๑.๕ เมตร	๒๐	
	๑.๔ ขนาด ๑ ๑/๒" x ๓" ยาว ๒.๐ เมตร	๒๕	
	๑.๕ ขนาด ๑ ๑/๒" x ๓" ยาว ๒.๕ เมตร	๑๐	
๒	<u>ไม้อัด</u>	แผ่น	
	๒.๑ ไม้อัดสักชนิดกาวพิเศษ ๖ มม. x ๔' x ๘'	๑๕	
	๒.๒ ไม้อัดยางชนิดกาวพิเศษ ๔ มม. x ๔' x ๘'	๔๕	
๓	เหล็กเส้นกลมขนาดโต ๑/๒" ยาว ๖ เมตร	๕	
๔	<u>เหล็กปรุรูสำเร็จรูป</u>	แผ่น	
	ขนาด ๑/๓๒" x ๔' x ๘' ปรุรูโต ๓/๑๖"		

พัสดุสำหรับใช้ทำส่วนประกอบตัวเรือ (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
	ทั่วแผ่น	๔๐	
๕	กระจก	แผ่น	
	๕.๑ กระจก Marine Flexi Glass ขนาด ๔.๕ x ๔๐๐ x ๑,๐๐๐ มม.	๗	
	๕.๒ ยางรองขอบกระจก ขนาดรอง ๔.๕ มม.	๓๐	
๖	เกลียวผ่อนแรง	อัน	
	เกลียวผ่อนแรง ๘" เป็นห่วงข้างหนึ่ง และเป็นขอข้างหนึ่ง	๒๔	
๗	ลวด Stainless steel	เมตร	
	ลวด Stainless steel ขนาดโต ๓/๘"	๓๐๐	

ผนวก ง

การคำนวณชั่วโมงแรงงานที่ใช้ในการต่อตัวเรือแบบบล็อก

แรงงานที่ใช้ในการต่อตัวเรือขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้ คือ

๑. ความสามารถในการผลิต

๒. ชนิด และขนาดของเรือ

สูตรการประมาณแรงงานในการต่อตัวเรือแบบบล็อก (๖)

$$\text{Manhours} = k\,(\text{steelmass})^{x}$$

k และ x เป็นค่า Constant ที่ได้จากการทดลอง

สำหรับอู่ต่อเรือในประเทศอังกฤษ

$x = ๐.๗$

$k = ๘๐๐ - ๑๐๐๐$ สำหรับเรือที่รูปร่างตัวเรือมีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมยาว เช่น เรือบรรทุกน้ำมัน

ในกรณีที่เรือมีโครงสร้างที่สลับซับซ้อน เช่น เรือโดยสาร หรือเรือรบ ค่า k จะสูงขึ้นประมาณ ๕๐ - ๑๐๐ เปอร์เซนต์

ดังนั้นในกรณีสำหรับเรือยนต์รักษาฝั่ง ซึ่งถือว่าเป็นเรือที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อน เนื่องจากเป็นเรือรบ จึงกำหนดให้ $k = ๒๐๐๐$

steelmass ของเรือยนต์รักษาฝั่ง = ๕๕ ตัน

แทนค่า

$$\text{Manhours} = ๒๐๐๐\,(๕๕)^{๐.๗}$$

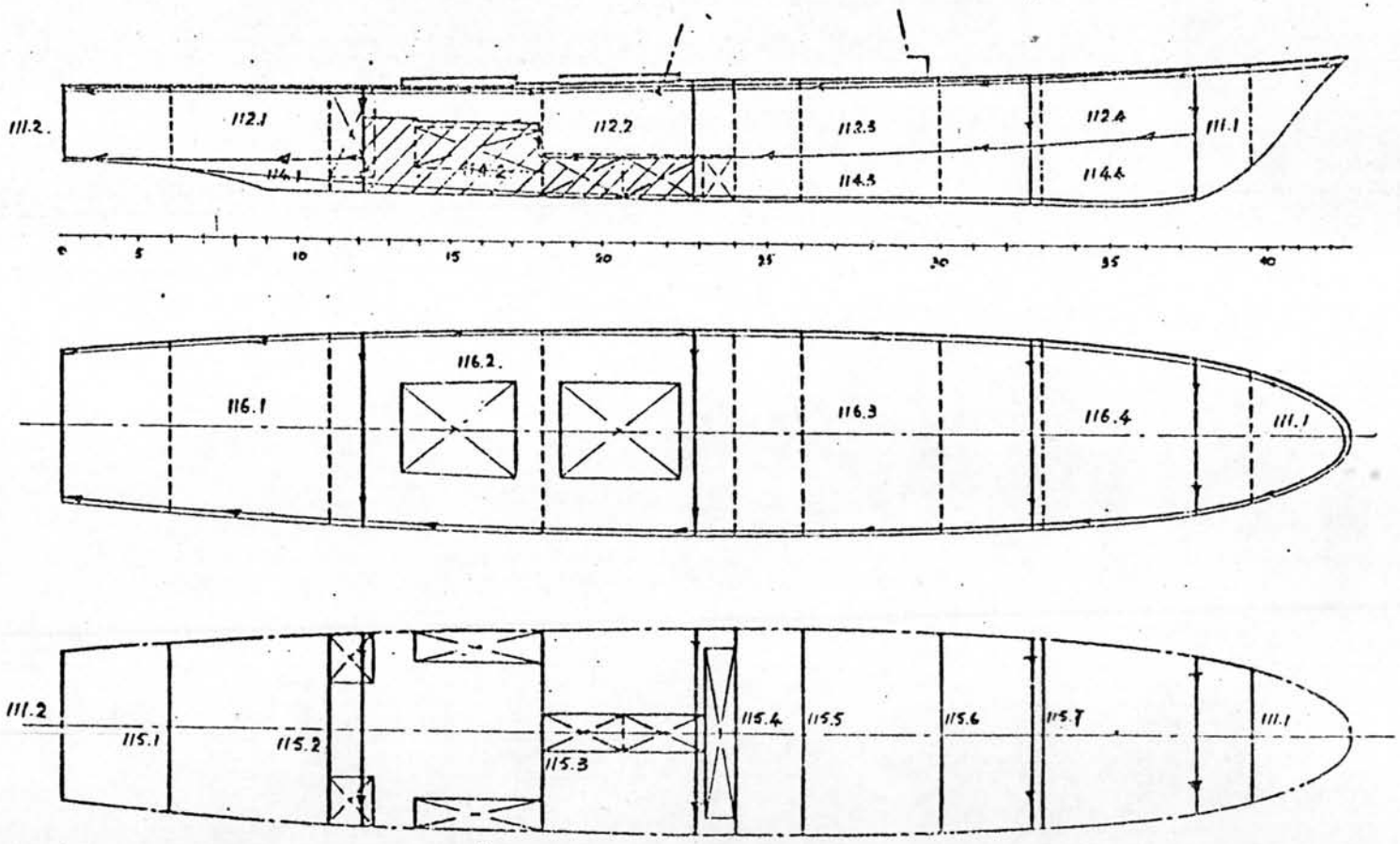
$$= ๓๓๐๕๘ \text{ ชั่วโมง}$$

ดังนั้นแรงงานโดยประมาณสำหรับการต่อตัวเรือแบบบล็อกของเรือยนต์รักษาฝั่ง โดยคำนวณจากสูตรนี้ จะใช้แรงงานประมาณ ๓๓๐๕๘ ชั่วโมง

จะเห็นได้ว่าการประมาณแรงงานที่ใช้ในการต่อตัวเรือจากสูตรนี้ มีค่าต่ำมากเมื่อเทียบกับการต่อตัวเรือแบบบล็อกจากบริษัทอู่กรุงเทพ จำกัด ทั้งนี้เป็นเพราะเครื่องจักร และอุปกรณ์ของอู่ต่อเรือในประเทศอังกฤษ รวมทั้งฝีมือแรงงาน และประสบการณ์ของช่างดีกว่าอู่ต่อเรือในประเทศไทยมาก สูตรนี้จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้มาคำนวณแรงงานโดยประมาณในการต่อตัวเรือแบบบล็อกของอู่ต่อเรือในประเทศไทย

ผนวก จ
ตัวอย่างการต่อตัวเรือแบบบล็อกจากอู่ต่อเรือประเทศสิงคโปร์

ลำดับขั้นตอนของการประกอบตัวเรือ



SEQUENCE OF ASSEMBLING

1) 114.2, 114.3

2) 115.3, 115.4, 115.5, 115.6

3) 114.1, 114.4

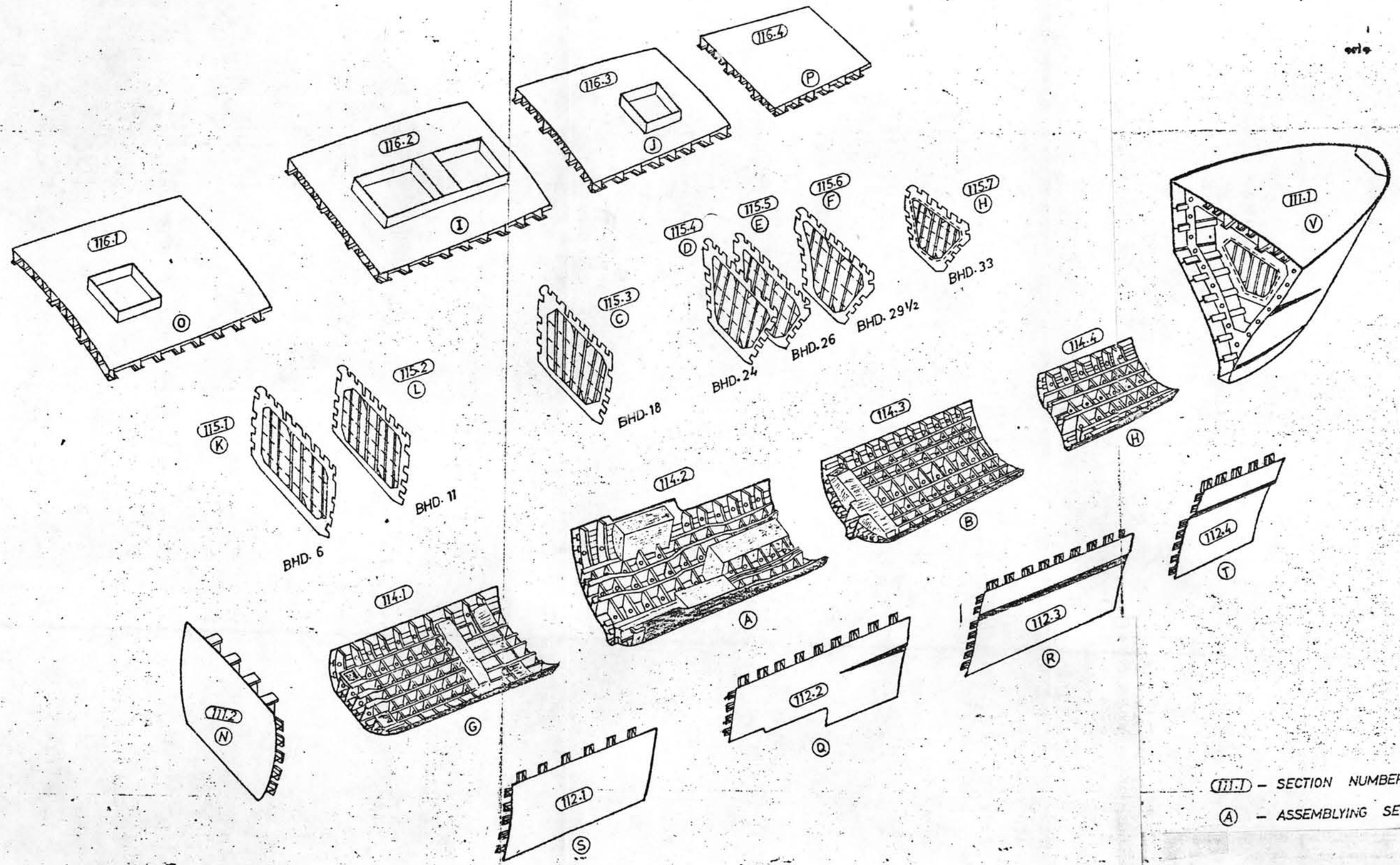
4) 116.2, 116.3

5) 115.1, 115.2, 115.7, 111.2

6) 116.1, 116.4

7) 112.2, 112.3, 112.1, 112.4

8) 111.1.

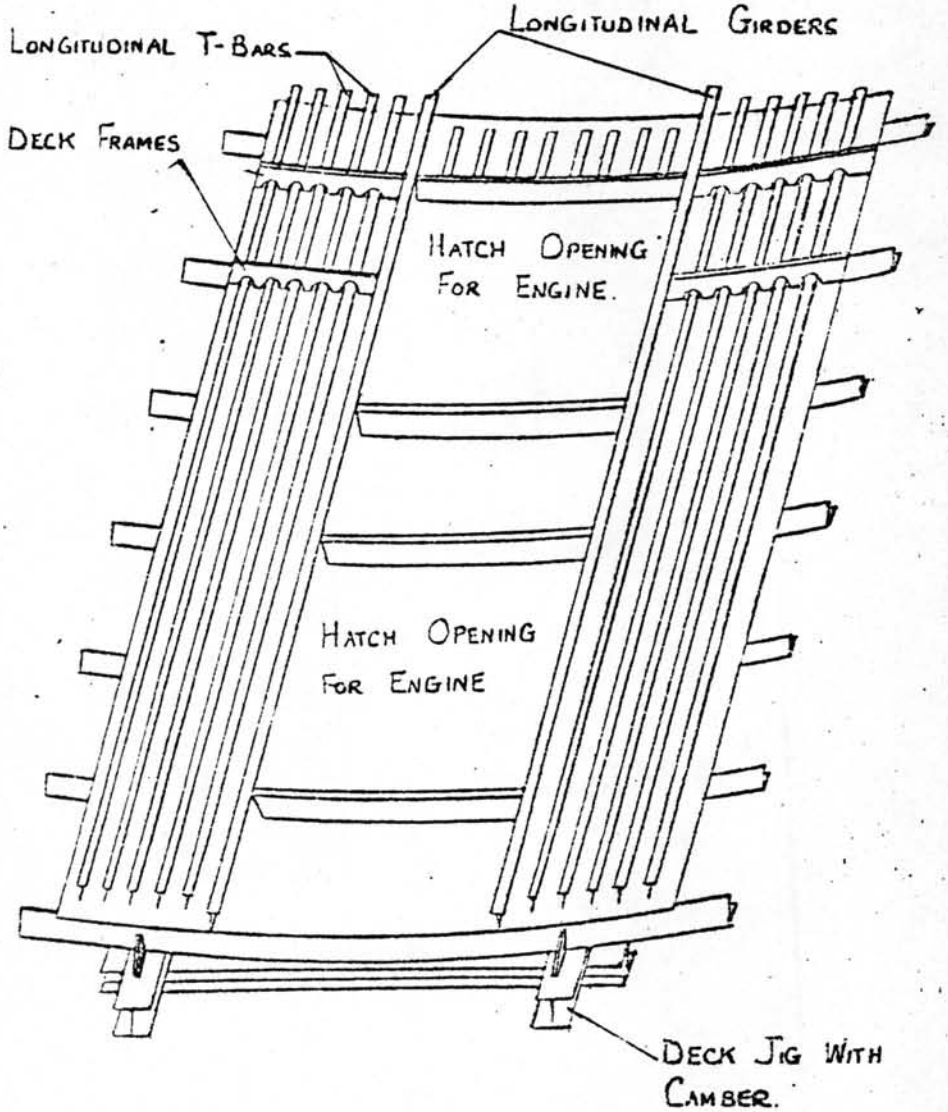


(111.1) – SECTION NUMBER

(A) – ASSEMBLYING SEQUENCE

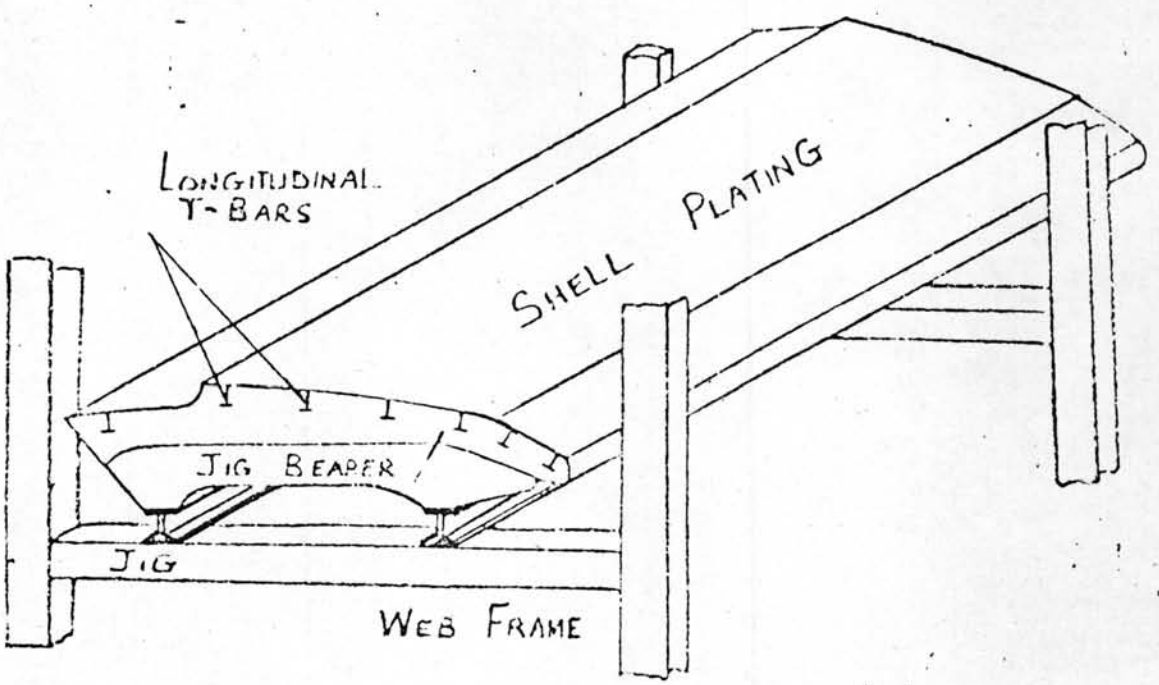
รูปการแบ่งตัวเรือออกเป็นส่วนๆตลอดลำ

การประกอบดาดฟ้าเรือบริเวณห้องเครื่องจักร

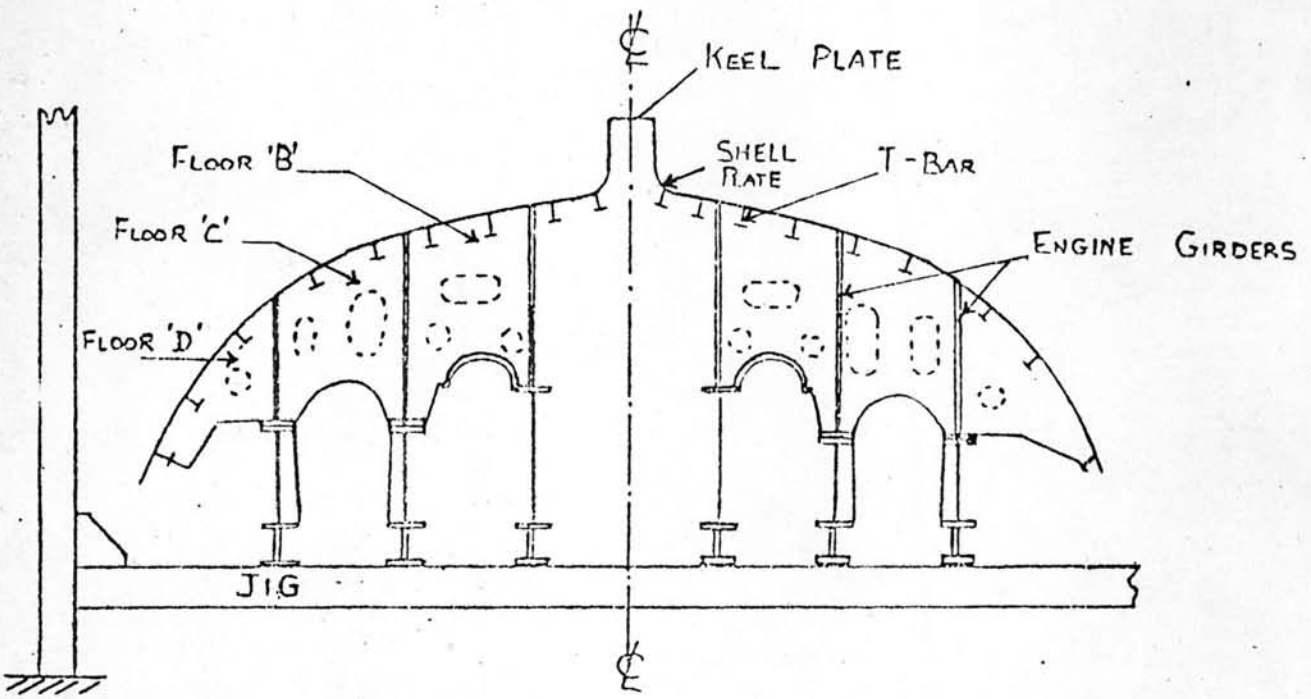


DECK SECTION ASSEMBLY

การประกอบส่วนด้านข้างของตัวเรือ



การประกอบส่วนของท้องเรือบริเวณห้องเครื่องจักร



ENGINE ROOM BOTTOM SECTION

ประวัติ

เรือเอก พิสิฐ อยู่รอด เกิดเมื่อวันที่ ๑๑ ตุลาคม พ.ศ. ๒๔๔๐ ที่อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี จบการศึกษาได้รับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต จากโรงเรียนนายเรือสมุทรปราการ เมื่อปี ๒๕๑๕

ปัจจุบันรับราชการในกองทัพเรือ ตำแหน่งวิศวกรแผนกการโรงงาน กองบริหารงานซ่อมสร้าง กรมอู่ทหารเรือ