



การวิเคราะห์ภาระและกำลังของระบบไฟฟ้าสำหรับเรือผิวน้ำ  
ELECTRIC SYSTEM LOAD AND POWER ANALYSIS  
FOR SURFACE SHIPS

**การวิเคราะห์ภาระและกำลังของระบบไฟฟ้าสำหรับเรือผิวน้ำ**  
**(ELECTRIC SYSTEM LOAD AND POWER ANALYSIS FOR SURFACE SHIPS)**

**1. เอกสารอ้างอิง**

- 1.1 MILITARY STANDARD DESIGN NAVAL SHIPBOARD SYSTEMS (MIL-STD-2189)  
SECTION 310-1 ELECTRIC SYSTEM LOAD AND POWER ANALYSIS FOR SURFACE SHIP
- 1.2 น.อ. เฉษฐา ยาวะประภาช เอกสารวิชาการ ระบบไฟฟ้าทั่วไปในเรือ กรมพัฒนาการช่าง กรมอุทการเรือ กรกฎาคม 2538
- 1.3 IEC 60092-350:2014 : Electrical Installation in Ships
- 1.4 IEEE Std 45-2002
- 1.5 IEC 60034-1:2017 RLV Rotating Electrical Machines
- 1.6 IEEE Demand Factor Values นำมาจาก IEEE Std 602-1996

**2. ความมุ่งหมาย**

- 2.1 เพื่อให้การวิเคราะห์ภาระไฟฟ้าเป็นไปอย่างถูกต้องและเป็นมาตรฐานเดียวกัน
- 2.2 เพื่อเป็นการกำหนดค่าตัวคูณประกอบของภาระไฟฟ้า (LOAD FACTOR)
- 2.3 เพื่อให้ทราบขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เหมาะสมกับการใช้งานในเรือ

**3. ขอบเขต**

คำแนะนำฉบับนี้ใช้ได้กับการวิเคราะห์ภาระและกำลังของระบบไฟฟ้าสำหรับเรือผิวน้ำเท่านั้น

**4. เนื้อเรื่อง**

การออกแบบระบบไฟฟ้าหากไม่คำนึงถึงสถานะการใช้งานที่แท้จริงของเรือ จะทำให้การกำหนดขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามักมีขนาดเล็กไม่เพียงพอต่อการใช้งาน หรือมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็นทำให้น้ำหนักของเรือเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะเป็นผลกระทบต่อความเร็วของเรือ ดังนั้นการวิเคราะห์ภาระไฟฟ้าจึงมีความจำเป็นต่อการออกแบบ เพื่อกำหนดขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เหมาะสมต่อการใช้งาน

การวิเคราะห์ภาระทางไฟฟ้าของเรือ ในอันดับแรก คือ จะต้องกำหนดค่าตัวแปรสำหรับภาระทางไฟฟ้า หรือ LOAD FACTOR ของระบบหรือกลุ่มอุปกรณ์หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิดก่อน โดยพิจารณาภายใต้สถานะการทำงานต่างๆ ของเรือ และรวมความต้องการกำลังไฟฟ้าของระบบกลุ่มอุปกรณ์หรืออุปกรณ์จากรายละเอียดคุณสมบัติเฉพาะ หรือข้อมูลที่เชื่อถือได้(CERTIFIED VENDOR INFORMATIONS) หรือแผ่นป้ายอุปกรณ์ (EQUIPMENT'S NAME PLATES) จากนั้นจึงคำนวณความต้องการกำลังไฟฟ้า โดยคูณ LOAD FACTOR เข้ากับขนาดกำลังไฟฟ้า(KW INPUT) จะได้ขนาดกำลังไฟฟ้าที่อุปกรณ์นั้นใช้ (DEMAND LOAD) ใน

แต่ละสภาวะการทำงาน และเมื่อรวมขนาดกำลังไฟฟ้าของแต่ละอุปกรณ์ใช้ ภายใต้สภาวะการทำงานหนึ่งๆเข้าด้วยกัน จะได้ขนาดไฟฟ้ารวมของเรือที่จำเป็นต้องใช้ ภายใต้สภาวะการทำงานนั้นๆ

ความต้องการกำลังไฟฟ้าของเรือ = ค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ X ค่าตัวคูณประกอบสำหรับภาระทางไฟฟ้า

(DEMAND LOAD)

(KW INPUT)

(LOAD FACTOR)

#### 4.1 หลักเกณฑ์ในการพิจารณากำหนดค่า LOAD FACTOR

โดยทั่วไปพิจารณาใน 2 ลักษณะ คือ พิจารณาลักษณะการทำงานของเรือในแต่ละสภาวะ และ พิจารณาลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

##### 4.1.1 การพิจารณาตามลักษณะการทำงานของเรือในแต่ละสภาวะ

4.1.1.1 เรือทอดสมอ (ANCHOR) เป็นสภาวะที่เรือจ่ายกำลังไฟให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดในขณะที่

เรือทอดสมอ

4.1.1.2 เรือเทียบท่า (SHORE) เป็นสภาวะที่ทำเทียบเรือจ่ายกำลังไฟให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดใน

ขณะที่เรือเทียบท่า

4.1.1.3 เรือเดิน (CRUISING) เป็นสภาวะ ที่เรือจ่ายกำลังไฟให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดขณะเรือเดิน

โดยไม่มีการใช้อาวุธ หรือประจำสถานีรบ

4.1.1.4 เรือปฏิบัติภารกิจ (FUNCTIONAL) เป็นสภาวะที่เรือจ่ายกำลังไฟให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด

ในขณะที่เรือปฏิบัติภารกิจ เช่น ทำการรบสำหรับเรือพิฆาตและเรือฟรีเกต การปฏิบัติการทางอากาศ

สำหรับเรือบรรทุกเครื่องบิน การขนถ่ายสินค้าสำหรับเรือสินค้า และการส่งกำลังบำรุงสำหรับเรือช่วยรบ

4.1.1.5 เรือในสภาวะฉุกเฉิน (EMERGENCY) เป็นสภาวะที่เรือจ่ายกำลังโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ฉุกเฉินให้กับอุปกรณ์ที่จำเป็นต่อชีวิต การบังคับเรือ และการใช้อาวุธ สำหรับเรือแต่ละประเภทอย่างน้อย

จะต้องจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

4.1.1.5.1 เรือรบผิวน้ำ จ่ายให้กับอุปกรณ์บังคับเรือ และอาวุธที่จำเป็น

4.1.1.5.2 เรือบรรทุกเครื่องบิน จ่ายให้กับอุปกรณ์บังคับเรือ อาวุธที่จำเป็น และการปฏิบัติการทางอากาศที่

## จำเป็น

4.1.1.5.3 เรือยกพลขึ้นบก จ่ายให้กับอุปกรณ์บังคับเรือ และอุปกรณ์ระบายพลที่จำเป็น

4.1.1.5.4 เรือลำทำลายพ่นระเบิดและเรือตรวจการณ์ จ่ายให้กับอุปกรณ์บังคับเรือ

4.1.1.5.5 เรือช่วยรบ จ่ายให้กับไฟเรือเดิน และอุปกรณ์สื่อสารที่จำเป็น

อุปกรณ์บังคับเรือในสภาวะฉุกเฉิน (EMERGENCY SHIP CONTROL) จะต้องมีอุปกรณ์อย่างน้อยดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์ถือท้าย
2. เครื่องจักรช่วยที่มีความสำคัญต่อระบบขับเคลื่อน เช่น
  - 2.1 ปัมเครื่องไฟฟ้าเทอร์ไบน์
  - 2.2 ปัมน้ำมันหล่อลื่นหรือสำรอง
  - 2.3 ปัมน้ำมันเชื้อเพลิง
  - 2.4 พัดลมเป่า (รอบต่ำ)
  - 2.5 มอเตอร์ขับเคลื่อนตัดไอน้ำ
  - 2.6 ปัมสูบลำ
3. อุปกรณ์ระบายอากาศ ชั้น (W)
4. ไฟแสงสว่างฉุกเฉิน
5. อุปกรณ์สื่อสารฉุกเฉิน
6. เรดาร์ตรวจการณ์พื้นน้ำ
7. ปัมสูบน้ำดับเพลิง
8. อุปกรณ์สื่อสารภายใน
9. เครื่องจักรช่วยของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน เช่น
  - 9.1 ปัมกระตุ้น
  - 9.2 ปัมลมเดินเครื่อง
  - 9.3 มอเตอร์พัดลมระบายอากาศ
  - 9.4 ปัมสูบลำน้ำมันเชื้อเพลิง

### 4.1.2 การพิจารณาตามลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

4.1.2.1 โหลดต่อเนื่อง (CONTINUOUS LOAD) คือ การใช้งานโหลดที่คงที่หรือเกือบคงที่ในช่วงระยะเวลาอันยาวนานและไม่จำกัด เช่น โหลดที่มีกระแสคงที่ไหลผ่านตั้งแต่ 3 ชั่วโมง ขึ้นไป

4.1.2.2 โหลดเป็นระยะ (INTERMITTENT LOAD) คือ การใช้งานโหลดแบบเป็นช่วงระยะสลับกันไป

4.1.2.3 โหลดไม่ใช้งานบ่อย (SELDOM USED LOAD) คือ การใช้งานในระยะสั้นๆ ไม่ใช้งานบ่อยและโดยปกติจะไม่ใช้พร้อมกับโหลดที่สำคัญอื่น ๆ

### 4.2 การกำหนดค่าตัวคูณประกอบ (LOAD FACTOR)

#### 4.2.1 โหลดต่อเนื่อง (CONTINUOUS LOAD) อาจกำหนดจาก

4.2.1.1 อัตราส่วนระหว่างกำลังงานที่อุปกรณ์นั้นๆ ใช้งานจริง (ACTUAL OPERATING LOAD) ต่อกำลังงานอุปกรณ์นั้นๆ ตามที่ระบุไว้บนแผ่นป้ายอุปกรณ์ หรือจากข้อมูล ต่างๆ (CONNECTED LOAD OF KW INPUT)

เช่น NAMEPLAT ระบุ 1000 W แต่ใช้งานจริงเพียง 600 W

$$\text{ดังนั้น LOAD FACTOR} = \frac{600}{1000} = 0.6$$

4.2.1.2 ค่าร้อยละของกำลังงานที่เป็นไปได้มากที่สุด ที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องจ่ายให้อุปกรณ์นั้น ๆ ในช่วง ระยะเวลา 24 ชั่วโมง

4.2.1.3 ใช้ค่าเฉลี่ยประมาณ 0.8-0.9 สำหรับอุปกรณ์ทุกชนิดที่พิจารณาแล้วว่ามีลักษณะการทำงานแบบโหลดต่อเนื่อง

#### 4.2.2 โหลดเป็นระยะ (INTERMITTENT LOAD) อาจกำหนดจาก

4.2.2.1 อัตราส่วนระหว่างกำลังงานที่อุปกรณ์นั้นๆ ใช้งานจริง ต่อกำลังงานของอุปกรณ์นั้น ๆ ตามระบุไว้บนแผ่นป้าย โดยคำนึงถึงผลกระทบจากการทำงานเป็นช่วงๆ ของอุปกรณ์นั้นๆ ที่มีต่อการจ่ายพลังงานไฟฟ้าและลักษณะการทำงานของอุปกรณ์นั้นๆ ในแต่ละสภาวะการทำงาน

4.2.2.2 อัตราส่วนระหว่างระยะเวลาที่อุปกรณ์นั้น ๆ ทำงานจริงในช่วงคาบเวลาของการทำงาน ต่อช่วงระยะเวลาหนึ่งคาบ เช่น มอเตอร์สูบน้ำมันเข้าถังกักน้ำมันเชื้อเพลิงใช้การ จะใช้เวลา 1 ชม.ในการสูบน้ำมันเข้าเต็มถัง และน้ำมันในถังใช้งานได้นาน 12 ชม.ค่า LOAD FACTORS สำหรับมอเตอร์สูบน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับตัวนี้ จะมีค่า =  $\frac{1}{12} = 0.1$  เป็นต้น

4.2.2.3 ใช้ค่า LOAD FACTORS เท่ากับ 0.3-0.5 สำหรับอุปกรณ์ทุกชนิดที่พิจารณาแล้วว่ามีลักษณะการทำงานในลักษณะเป็นช่วง ๆ

4.2.3 โหลดไม่ใช้งานบ่อย (SELDOM USED LOAD) ใช้ค่า LOAD FACTORS เท่ากับ 0 สำหรับอุปกรณ์ทุกชนิด และในทุกสภาวะการทำงานดังกล่าว เช่น ANCHOR WINDLESS, CAPSTAN BOAT WINCHES , STAND-BY EQUIPMENTS เป็นต้น

#### ตัวอย่าง การคำนวณค่าตัวคูณประกอบ (LOAD FACTORS)

เช่น ค่าตัวคูณประกอบของเครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ (POTABLE WATER PUMP) ตามตารางสำหรับสภาวะเรือทอดสมอ เรือเทียบท่า เรือเดิน เรือปฏิบัติการกิจ และเรือในสภาวะถูกฉีก มีค่าเท่ากับ

0.3,0.2,0.3,0.3 และ 0 ตามลำดับ ถ้ากำลังไฟฟ้าของเครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่เป็น 19.1 KW ค่าภาระไฟฟ้าในแต่ละสภาวะการทำงานจะได้ดังนี้

- เรือทอดสมอ = 5.7 KW (0.3 x 19.1 KW)
- เรือเทียบท่า = 3.8 KW (0.2 x 19.1 KW)
- เรือเดิน = 5.7 KW (0.3x 19.1 KW)
- เรือปฏิบัติการกิจ = 5.7 KW (0.3 x 19.1 KW)
- เรือในสภาวะถูกฉีก = 0 KW (0 x 19.1 KW)

#### 4.3 ข้อกำหนดตัวคูณประกอบสำหรับภาระทางไฟฟ้า

การกำหนดค่าตัวคูณประกอบให้ถูกต้องตามลักษณะการใช้งานที่เป็นจริง จะต้องใช้วิจรรย์ญาณประกอบในการปรับแต่งค่า โดยมีข้อพิจารณา ดังนี้

4.3.1 สัดส่วนของขนาดมอเตอร์ขับเคลื่อนกับเครื่องจักรช่วยในการเลือกขนาดมอเตอร์ขับเคลื่อนที่มีขนาดกำลังงานมากกว่าเครื่องจักรช่วยเนื่องจาก

4.3.1.1 ในการออกแบบเครื่องจักรช่วยจะต้องเผื่อกำลังที่สูญเสีย ดังนั้นจึงต้องคำนวณให้ขนาดของมอเตอร์ใหญ่กว่าเครื่องจักรช่วยโดยใช้ตัวคูณประกอบ

4.3.1.2 ในการเลือกขนาดของมอเตอร์จะเลือกขนาด (FRAME SIZE) ตามมาตรฐานที่ผลิตหรือขนาดที่ใหญ่กว่า

หมายเหตุ การเลือกขนาดของมอเตอร์ที่ใหญ่กว่าไม่มีผลกระทบต่อกำลังงานของเครื่องจักรช่วย

4.3.2 สำหรับอุปกรณ์เดี่ยว (INDIVIDUAL LOAD) ค่าตัวคูณประกอบของภาระไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์เดี่ยวที่ทำงานคงที่ในสภาวะการทำงานขงเรือให้คิดจากอัตราส่วนของกำลังไฟฟ้าที่ใช้จริงต่อกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ ซึ่งจะมีค่าเป็นจุดทศนิยม ถ้าอุปกรณ์ที่ทำงานเป็นช่วย ๆ เช่น มอเตอร์ เครื่องอัดอากาศให้คิดค่าตัวคูณประกอบดังนี้

ก. อัตราส่วนของกำลังไฟฟ้าที่ใช้จริงต่อกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ และ

ข. พิจารณาผลกระทบเกี่ยวกับการทำงานเป็นช่วง ๆ ของอุปกรณ์ ซึ่งจะมีผลต่อภาระของเครื่องกำหนดไฟฟ้า รวมทั้งขั้นตอนการปฏิบัติการกิจของเรือ และคุณสมบัติการทำงานเฉพาะของอุปกรณ์นั้น ๆ เป็นต้น

4.3.3 สำหรับอุปกรณ์กลุ่ม (GROUP OF LOAD) ค่าตัวคูณประกอบของกลุ่มอุปกรณ์ให้กำหนดเพียงค่าเดียวในกรณีดังต่อไปนี้

4.3.3.1 กลุ่มอุปกรณ์ตั้งแต่ 2 อุปกรณ์ขึ้นไปโดยมีลักษณะการทำงานที่สัมพันธ์กันและทราบค่าภาระไฟฟ้าที่แน่นอน เช่น กลุ่มมอเตอร์ที่ใช้ในการหัน กระจก บรรจุกะสุนปืน

4.3.3.2 กลุ่มอุปกรณ์ที่ไม่สามารถทราบความสัมพันธ์ของการทำงานได้ชัดเจน เช่น อุปกรณ์ประกอบอาหาร

4.3.3.3 กลุ่มอุปกรณ์ที่มีกำลังไฟฟ้าต่ำติดตั้งบริเวณเดียวกัน ให้ประมาณเพียงค่าเดียว เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

4.3.4 สำหรับอุปกรณ์หรือกลุ่มอุปกรณ์ที่ทราบค่าภาระไฟฟ้าแน่นอน ในแต่ละสภาวะการทำงานแล้วให้นำค่านั้นมาคำนวณ โดยไม่ต้องใช้ตัวคูณประกอบ

4.3.5 สำหรับอุปกรณ์หม้อแปลงไฟฟ้าให้ใช้ค่าประสิทธิภาพ (EFFICIENCY) แทนค่าตัวคูณประกอบ

4.4 ค่าตัวคูณประกอบสำหรับเรือผิวน้ำ (OPERATING LOAD FACTORS FOR SURFACE SHIPS) ที่แสดง ตามตารางใน ผนวก ก. เป็นค่าตัวคูณประกอบที่กำหนดโดย MIL-STD-2189 และตารางผนวก ข. เป็นตัวอย่างการคำนวณความต้องการภาระไฟฟ้าในสภาวะต่างๆ ของเรือ ต. 991 เพื่อกำหนดขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ผนวก ก

ตารางตัวอย่างค่าตัวคุณประกอบของเรือผิวน้ำ

ESWBS Group 2 –Propulsion plant	SHIP OPERATING CONDITIONS				
	ANCHOR	SHORE	CRUISING	FUNCTIONAL	EMERGENCY
General					
Auxiliary seawater circulating pump	0.3	0.3	0.6	0.6	0
Blow in door heater, gas turbine	0	0	0.9	0.9	0
Cpch propulsion hydraulic oil heater	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Cpch propulsion hydraulic oil pump	0	0	0.9	0.9	0
Cpch propulsion hydraulic oil purifier heater	0.1	0	0.1	0	0
Cpch propulsion hydraulic oil purifier	0.3	0	0.3	0.3	0
Electric propulsion equipment space heaters	0.9	0.9	0	0	0
Electric propulsion exciter	0	0	0.9	0.9	0
Emergency feed booster and transfer pump	0	0	0	0	0
Fuel service pump	0.4	0.1	0.9	0.9	0
Inlet louver heater, gas turbine	0	0	0.9	0.9	0
Lighting off forced draft blower	0.1	0	0	0	0
Lube oil purifier	0.3	0	0.3	0.3	0
Main circulating MO valve	0	0	0	0	0
Main circulating pump	0	0	0.9	0.9	0
Main condensate pump	0	0	0.9	0.9	0
Main engine cooling fan, gas turbine	0	0	0.9	0.9	0

ESWBS Group 2 –Propulsion plant	SHIP OPERATING CONDITIONS				
	ANCHOR	SHORE	CRUISING	FUNCTIONAL	EMERGENCY
Main engine prelube pump	0	0	0	0	0
Main feed booster pump	0.1	0	0.9	0.9	0.5
Main turbine gland exhaust	0	0	0.9	0.9	0
Main vacuum pump	0	0	0.9	0.9	0
Main feed lube pump	0.2	0	0.9	0.9	0
Module equipment, gas turbine	0.4	0.4	0.2	0.2	0
Port fuel oil service pump	0	0.1	0	0	0
Port use forced draft blower	0.2	0	0	0	0
Propulsion control console	0.5	0.2	0.6	0.8	0
Propulsion motor lubricating oil pump	0	0	0.9	0.9	0
Propulsion motor ventilation fan	0	0	0.9	0.9	0
Reserve feed transfer pump	0.2	0.2	0.2	0	0
Seawater booster pump	0	0	0.3	0.9	0
Shaft turning gear	0.1	0.1	0	0	0.1
Standby rden gear lubricating oil pump	0	0	0	0	0.2
Standby lubricating oil service pump	0	0	0	0	0.2



ESWBS Group 3 –Electric plant	SHIP OPERATING CONDITIONS				
	ANCHOR	SHORE	CRUISING	FUNCTIONAL	EMERGENCY
General					
Electrical plant control console	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Emergency gen salt water booster pump	0	0	0	0	0.9
Forklift battery charger	0.2	0.2	0.3	0.3	0
Generator space heaters	0.9	0.9	0	0	0
Gas turbine gen enclosure cooling fan	0.9	0	0.9	0.9	0
Gas turbine salt water pump	0.9	0	0.9	0.9	0
Lighting machinery spaces	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Lighting outside machinery spaces	0.6	0.4	0.6	0.6	0.4
Ship battery charger	0.2	0.2	0.2	0.2	0
STGEN circulating pump	0.5	0	0.5	0.9	0
STGEN condensate pump	0.5	0	0.5	0.9	0
STGEN start-up lubricating oil pump	0	0	0	0	0.9
STGEN vacuum pump	0.5	0	0.5	0.9	0
Uninterruptable power supply battery charger	0.2	0.2	0.2	0.3	0
Aircraft carriers					
Aircraft & helicopter start	0.1	0	0.1	0.5	0
101C M/G set	0.2	0.2	0.5	0.7	0.5
NTDS computer M/G	0.2	0.2	0.5	0.7	0.2
SS frequency changer	0.2	0.2	0.5	0.7	0.2

ESWBS Group 3 –Electric plant	SHIP OPERATING CONDITIONS				
	ANCHOR	SHORE	CRUISING	FUNCTIONAL	EMERGENCY
Aircraft carriers					
SS 400 Ha M/G set	0.2	0.2	0.5	0.7	0.2
Amphibious ships					
Helicopter starting rectifier	0	0	0.1	0.1	0.1
SS frequency changer	0.2	0.1	0.3	0.4	0.3
Ss 400 Hz M/G set	0.2	0.1	0.3	0.4	0.3
Auxiliary ships					
Helicopter & elex M/G set	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Helicopter starting rectifier	0	0	0	0	0
SS frequency changer	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
SS 400 Hz M/G set	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Cruisers-destroyers-frigates					
Helicopter starting rectifier	0	0	0	0	0
SS frequency changer	0.2	0.2	0.5	0.7	0.4
SS 400 Hz M/G set	0.2	0.2	0.5	0.7	0.4

ESWBS Group 4–Command and surveillance	SHIP OPERATING CONDITIONS				
	ANCHOR	SHORE	CRUISING	FUNCTIONAL	EMERGENCY
General					
Bathymograph winch	0	0	0	0	0
Combat information center	0.2	0	0.4	0.7	0
Degaussing system	0.8	0	0.8	0.8	0
Electronic countermeasures	0	0	0.4	0.7	0.5
Electronic cooling system	0.4	0.2	0.7	0.7	0.5
Entertainment system	0.1	0.1	0.3	0	0
IC system	0.2	0.2	0.4	0.7	0.4
Lighting navigation	0.6	0.4	0.6	0.4	0.2
Missile fire control	0.1	0	0.1	0.6	0
Movie projector	0	0	0	0	0
NTDS	0.2	0	0.4	0.7	0.4

ESWBS Group 4--Command and surveillance	SHIP OPERATING CONDITIONS				
	ANCHOR	SHORE	CRUISING	FUNCTIONAL	EMERGENCY
Radio and teletype	0.2	0.1	0.4	0.7	0.4
Searchlight	0	0	0	0.2	0
Sonar	0	0	0.4	0.4	0
Amphibious ships					
Fire control	0.2	0.1	0.3	0.4	0.4
Auxiliary ships					
Fire control	0	0	0	0	0.6
Cruisers-destroyers-frigates					
Fire control	0.2	0.1	0.4	0.7	0.4

ESWBS Group 5--Auxiliary systems	SHIP OPERATING CONDITIONS				
	ANCHOR	SHORE	CRUISING	FUNCTIONAL	EMERGENCY
General					
A/C Chilled water pump	0.7	0.5	0.7	0.7	0.4
A/C compressor	0.7	0.5	0.7	0.7	0.4
A/C purge recovery unit	0.3	0.3	0.3	0.3	0
A/C sea water circulating pump	0.7	0.5	0.7	0.7	0.4
Anchor windlass	0	0	0	0	0
Auxiliary boiler	0.5	0	0	0	0
Auxiliary turbine gland exhauster	0.5	0	0.5	0.9	0
Bilge & fuel tank stripping	0.1	0.1	0.1	0	0
Bilge pump	0.1	0.1	0.1	0.1	0
Boat winch	0	0	0	0	0
Capstan	0	0	0	0	0
Cargo refrigerator compressor	0.3	0.3	0.3	0.3	0
Cathodic protection	0.9	0.9	0.9	0	0
Class circle W ventilation	0.9	0.9	0.9	0.9	0.4
Class circle Z ventilation	0.7	0.7	0.7	0	0
Class W ventilation	0.9	0.9	0.9	0.9	0.4
Class X and Y ventilation	0.7	0.7	0.7	0	0

Class Z ventilation	0.9	0.9	0.9	0	0
Control air compressor	0.2	0	0.6	0.6	0
Disinfectant agent pump	0.1	0.1	0.1	0.1	0
Distiller plant	0.5	0	0.7	0.7	0
Drinking fountain	0.4	0.4	0.4	0.4	0
Duct heater class Z	0.9	0.9	0.9	0	0

ESWBS Group 5–Auxiliary systems	SHIP OPERATING CONDITIONS				
	ANCHOR	SHORE	CRUISING	FUNCTIONAL	EMERGENCY
Duct heater class W	0.9	0.9	0.9	0.9	0
Duct heater class circle W	0.9	0.9	0.9	0.9	0
Dumbwaiter	0.1	0.1	0.1	0	0
Fire pump	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4
Fuel str, drain and transfer pump	0.3	0	0.3	0.3	0
Fuel transfer pump	0.1	0.1	0.1	0.1	0
Fuel transfer pump purifier	0.3	0	0.3	0	0
Fuel tank stripping pump	0	0	0	0	0
Flushing system	0	0	0.1	0.1	0
Fresh water drain cltg tank pump	0.3	0.1	0.6	0	0
General service pump	0	0	0.1	0.1	0
Gas turbine wash down pump	0	0	0	0	0
Gas turbine water wash tank heater	0.1	0.1	0.1	0.1	0
High pressure air compressor	0.1	0.1	0.1	0.1	0
Hot water circulating pump	0.3	0.3	0.6	0.6	0
HP air compressor air dryer	0.1	0.1	0.1	0.1	0
LAMPS equipment	0	0	0.1	0.5	0.5
Lubricating oil transfer pump	0.1	0.1	0.1	0	0
Main steering gear pump	0	0	0.3	0.3	0.3
O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> plant	0	0	0.1	0.1	0
PRAIRIE/MASKER compressor	0	0	0.9	0.9	0
Potable water booster pump	0.3	0.2	0.3	0.3	0
Potable water priming pump	0	0	0	0	0
Potable water pump	0.3	0.2	0.3	0.3	0

ESWBS Group 5–Auxiliary systems	SHIP OPERATING CONDITIONS				
	ANCHOR	SHORE	CRUISING	FUNCTIONAL	EMERGENCY
Sewage macerator	0.1	0.1	0.1	0.1	0
Sewage pump	0	0	0.1	0.1	0
Ship service air compressor	0.1	0.1	0.1	0.1	0
Soluble fog foam	0	0	0	0	0
Space heater class W	0.9	0.9	0.9	0.9	0
Space heater class Z	0.9	0.9	0.9	0	0
SS air compressor air dryer	0.1	0.1	0.1	0.1	0
SS refrigerator compressor	0.3	0.3	0.3	0.3	0
Steering auxiliary heater	0.9	0.9	0	0	0
Steering gear control	0	0	0.5	0.5	0.5
Steering gear servo pump	0	0	0.5	0.5	0.1
Standby steering gear pump	0	0	0	0	0
Steering gear fill & drain pump	0	0	0	0	0
Towing machine	0	0	0	0.3	0
Unit coolers	0.2	0.2	0.2	0.2	0
Ventilation, no class	0.9	0.7	0.9	0.9	0.4
Aircraft carriers					
Aircraft clg and hydr test unit	0	0	0	0.5	0
Aircraft elevator side door	0	0	0	0.1	0
Aircraft component elevator	0	0.1	0.1	0.2	0
Aircraft cooling carts	0	0	0	0.5	0
Aircraft xxxxx	0	0	0	0	0
Aircraft elevator main pump	0	0	0.2	0.2	0
Aircraft elevator sump pump	0	0	0.1	0.1	0

ESWBS Group 5–Auxiliary systems	SHIP OPERATING CONDITIONS				
	ANCHOR	SHORE	CRUISING	FUNCTIONAL	EMERGENCY
Aircraft positioner	0	0	0.1	0.1	0
Arresting gear system	0	0	0	0.2	0.2
Aviation gasoline pump	0	0	0	0.1	0.9
Barricade stby hydr pump pkg	0	0	0	0.1	0
Catapult system	0	0	0	0.2	0
Cut bridle arrestor cont ckt	0	0	0	0.2	0.2
Decanning boom hoist	0.1	0.1	0.1	0	0
Elevator platform gate valve	0	0	0.2	0.2	0
Hanger division doors	0	0	0	0.1	0
Island elevator	0.2	0.2	0.2	0.2	0
Jet blast deflector hydr pump	0	0	0	0.2	0
JP-5 defueling pump	0	0	0	0.2	0
JP-5 purifier	0	0	0	0.2	0
JP-5 service pump	0	0	0	0.2	0
JP-5 tank drain str pump	0	0	0	0	0
Personnel elevators	0.2	0.1	0.2	0.2	0
Replenishment-at-sea-system	0	0	0.2	0	0
Stem hoist, flammable liquid	0.2	0.2	0	0	0
Stores conveyor	0.1	0.1	0.1	0	0
Amphibious ships					
Aircraft crane	0	0	0	0	0
Aircraft elevator main pump	0	0	0.2	0.2	0
Aircraft elevator sump pump	0	0	0.2	0.2	0
Aircraft engine hoist	0.2	0.2	0.2	0.2	0

ESWBS Group 5–Auxiliary systems	SHIP OPERATING CONDITIONS				
	ANCHOR	SHORE	CRUISING	FUNCTIONAL	EMERGENCY
Automotive gas defueling pump	0.2	0.2	0	0	0.2
Aviation gasoline pumps	0	0	0.2	0.2	0.2
Automotive gasoline pump	0.2	0.2	0	0.2	0.2
Avionics outlets	0	0	0	0	0
Cargo elevator	0.2	0.2	0	0.2	0.2
Cargo elev emer hoist	0	0	0	0	0
Deck edge door	0	0	0.2	0.2	0
Jib crane hoist	0.2	0.2	0	0	0
JP-5 cargo stripping pump	0	0	0	0	0
JP-5 defueling pump	0	0	0.2	0.2	0
JP-5 Purifier	0	0	0.2	0.2	0
JP-5 service pump	0	0	0.2	0.2	0
JP-5 transfer pump	0.2	0.2	0.1	0.1	0
Replenishment-at-sea system	0	0	0.2	0	0
Stores conveyor	0.2	0.2	0.1	0	0
Wire rope hoist	0.2	0.2	0.2	0.2	0
Auxiliary ships					
Cargo crane	0.3	0.3	0.1	0.3	0
Cargo crane heater	0.2	0.2	0.2	0	0
Cargo elevator	0.2	0.2	0	0.3	0
Cargo elevator door	0.1	0.1	0.1	0.1	0
Cargo fuel stripping pump	0	0	0	0	0
Component transfer lift	0	0	0	0.2	0
Highline winch	0	0	0	0.6	0

Helicopter boom	SHIP OPERATING CONDITIONS				
	0	0	0	0	0
<b>ESWBS Group 5-Auxiliary systems</b>	ANCHOR	SHORE	CRUISING	FUNCTIONAL	EMERGENCY
JP-5 priming pump	0	0	0	0	0
JP-5 purifier	0	0	0.1	0.3	0
JP-5 service pump	0	0	0.1	0.3	0
JP-5 transfer pump	0	0	0	0	0
Outbd and inbd saddle winch	0	0	0	0.3	0
Outhaul and inhaul winch	0	0	0	0.3	0
Package conveyor	0	0.7	0	0.5	0
Power operated hangar door	0	0	0	0	0
Rammer cart	0	0	0	0.2	0
Retrieving line winch	0	0	0	0.3	0
Retrieving line winch heater	0	0	0	0	0
Sliding block power unit	0	0	0	0.3	0
Snaking winch	0	0	0	0.3	0
Span wire winch	0	0	0	0.6	0
Cruisers-destroyers-frigates					
Fan fare streaming winch	0	0	0	0	0
Fast elevator system	0.1	0.1	0.1	0	0
Helicopter winch	0	0	0	0	0
JP-5 purifier	0	0	0.1	0	0
JP-5 service pump	0	0	0.1	0	0
JP-5 transfer pump	0	0	0	0	0
Package conveyor	0	0.3	0.1	0	0
Torpedo hatch cover	0	0	0	0	0



ESWBS Group 6–Outfit and furnishings	SHIP OPERATING CONDITIONS				
	ANCHOR	SHORE	CRUISING	FUNCTIONAL	EMERGENCY
General					
ABC welders ac/dc	0.1	0.1	0.1	0.1	0
Bake oven	0.2	0.2	0.2	0	0
Bakery chilled water	0.3	0.2	0.3	0.1	0
Bread slicer	0.3	0.2	0.3	0.1	0
Cash register	0	0	0	0	0
Centrifuge	0	0	0	0	0
Coffee maker	0.3	0.2	.3	0.3	0
Coil winder	0.2	0.2	0.2	0	0
General					
Deep fat fryer	0.4	0.4	0.4	0	0
Dishwasher	0.3	0.2	0.3	0.2	0
Drill press	0.1	0.1	0.1	0	0
Dryer	0.2	0.2	0.2	0	0
Finisher	0.2	0.2	0.2	0	0
Flatwork ironer	0.2	0.2	0.2	0	0
Fry kettle	0.4	0.2	0.4	0.4	0
Garbage disposal	0.2	0.2	0.2	0	0
Garbage grinder	0.2	0.2	0.2	0	0
Generator test stand	0.1	0.1	0.1	0.1	0
Griddle	0.3	0.2	0.3	0.3	0
Grinder	0.1	0.1	0.1	0	0
Hand iron	0	0	0	0	0
Heated glass	0	0	0	0	0

ESWBS Group 6–Outfit and furnishings	SHIP OPERATING CONDITIONS				
	ANCHOR	SHORE	CRUISING	FUNCTIONAL	EMERGENCY
Hydraulic test stand	0.1	0.1	0.1	0.1	0
Ice cream equipment	0.3	0.2	0.3	0.2	0
Ice maker	0.3	0.2	0.3	0.3	0
Lathe	0.2	0.2	0.2	0	0
Lube unit	0.1	0.1	0.1	0	0
Meat preparation equipment	0.3	0.2	0.3	0	0
Milling machine	0.1	0.21	0.1	0	0
Mixer	0.2	0.2	0.2	0.2	0
Oven	0.4	0.2	0.4	0.4	0
Photo equipment	0.1	0.1	0.1	0.1	0
Planer and joiner	0.1	0.1	0.1	0	0
Power saw	0.1	0.1	0.1	0	0
Prerinse booster pump	0.3	0.2	0.3	0.2	0
Range	0.4	0.2	0.4	0.4	0
Recharge pump	0.2	0.2	0.2	0	0
Refr/Freezer combination	0.5	0.5	0.5	0.5	0
Refrigerator-small	0.3	0.3	0.3	0.3	0
Sewing machine	0.2	0.2	0.2	0	0
Shearing machine	0.2	0.2	0.2	0	0
Shirt folding machine	0.2	0.2	0.2	0	0
Shop hoist	0.1	0.1	0.1	0	0
Sterilizer-dressing	0	0	0.1	0.7	0.1
Sterilizer-instrument	0.1	0.1	0.1	0.7	0.1
Stitcher	0.2	0.2	0.2	0	0

ESWBS Group 6–Outfit and furnishings	SHIP OPERATING CONDITIONS				
	ANCHOR	SHORE	CRUISING	FUNCTIONAL	EMERGENCY
Test switchboard	0.1	0.1	0.1	0.1	0
Toaster	0.3	0.2	0.3	0	0
Trash burner fan	0.1	0	0.1	0	0
Ultrasonic cleaner	0.1	0.1	0.1	0	0
Valve replacer	0.2	0.2	0.2	0	0
Vegetable cutter	0.2	0.1	0.2	0	0
Vegetable peeler	0.2	0.1	0.2	0	0
Vertical sleeve	0.2	0.2	0.2	0	0
Waffle iron	0.1	0.1	0.1	0	0
Washer extractor	0.2	0.2	0.2	0	0
Water heater	0.1	0.1	0.5	0.5	0.1
Window wipers	0	0	0	0	0
X-ray machine	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
<b>Aircraft carriers</b>					
Accommodation ladder	0	0	0	0	0
Photo equipment	0.4	0	0.4	0.4	0

ESWBS Group 7–Armament	SHIP OPERATING CONDITIONS				
	ANCHOR	SHORE	CRUISING	FUNCTIONAL	EMERGENCY
General					
ASROC launcher	0.1	0	0.1	0.5	0
ASROC toading crane	0	0	0.5	0.5	0
ASROC system pumps	0	0	0.5	0.5	0
Gun mounts	0	0	0	0.6	0.6
Magazine bridge crane	0.2	0.2	0.1	0.1	0
Missile launcher	0.2	0	0.2	0	0
Weapons elevator	0.2	0.2	0	0.7	0
Weapons handling hoist	0.2	0.2	0	0.7	0

## หมายเหตุ

- ก. กำหนดค่าตัวคูณประกอบเท่ากับ 0 สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้งานน้อยเป็นครั้งคราว
- ข. กำหนดค่าตัวคูณประกอบเท่ากับ 0.9 สำหรับอุปกรณ์มอเตอร์ที่ใช้งานเต็มกำลังอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน
- ค. กำหนดค่าตัวคูณประกอบเท่ากับ 0 สำหรับอุปกรณ์สำรองที่ไม่ได้ใช้งาน
- ง. กำหนดค่าตัวคูณประกอบเท่ากับ 0 สำหรับมอเตอร์ขนาดใหญ่ที่ไม่ได้ใช้งานขณะเรือจอด เช่น มอเตอร์กวนสมอ
- จ. การวิเคราะห์ค่าภาระไฟฟ้าสำหรับเรือที่เลี้ยง ให้พิจารณาภาระไฟฟ้าของเรือที่ให้บริการด้วย
- ฉ. สำหรับอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่เกือบเท่ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ไม่ต้องคิดค่าตัวคูณประกอบ
- ช. กำหนดค่าตัวคูณประกอบให้พิจารณาที่อุณหภูมิใช้งานปกติ

## 5. การแจกจ่าย



8	WATER SEPARATER	1	2190	2190	0.1	219	0.1	219	0.1	219	0.1	219
9	DISTILLING PLANT	1	3000	3000	0	0	0	0	0.8	2400	0.8	2400
10	FUELS OIL TRANSFER PUMP NO.1	1	750	750	0.1	75	0.1	75	0.1	75	0.1	75
11	FUELS OIL TRANSFER PUMP NO.2	1	750	750	0	0	0	0	0	0	0	0
12	AIR COMPRESSED NO.1	1	5500	5500	0.1	550	0.1	550	0.1	550	0.1	550
13	AIR COMPRESSED NO.2	1	4400	5500	0	0	0	0	0	0	0	0
14	FUEL OIL PURIFIER PUMP	1	1500	1400	0.1	140	0.1	140	0.3	420	0.3	420
	<b>TOTAL</b>			<b>79730</b>		<b>10905</b>		<b>10905</b>		<b>13585</b>		<b>13585</b>
	<b>CATEGORY 3</b>											
	<b>DECK MACHINERY</b>											
1	ANCHOR WINDLASS	1	7500	7500	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>			<b>7500</b>		<b>0</b>		<b>0</b>		<b>0</b>		<b>0</b>
	<b>CATEGORY 4</b>											
	<b>SHOP</b>											
1	BATTERY CHARGER (BC1 - BC2)	2	3000	6000	0.2	1600	0.2	1600	0.2	1600	0.2	1600
2	RECIFIER	1	2400	2400	0	0	0	0	0	0	0	0
3	TRANSFORMER											
	<b>TOTAL</b>			<b>8400</b>		<b>1600</b>		<b>1600</b>		<b>1600</b>		<b>1600</b>



	<b>ORDANCE SYSTEM</b>											
1	POWER FOR 40/70 GUN	2	5000	10000	0	0	0	0	0.1	1000	0.3	3000
2	OPTONIC	1	5000	5000				0	0.1	500	0.3	1500
	<b>TOTAL</b>			<b>15000</b>		<b>0</b>		<b>0</b>		<b>1500</b>		<b>4500</b>
	<b>CATEGORY 7</b>											
	<b>HOTEL</b>											
1	LIGHTING MACHINERY SPACE	1	1400	1400	0.9	1260	0.9	1260	0.9	1260	0.9	1260
2	LIGHTING OUTSIDE MACHINERY SPACE	1	9660	9660	0.8	7728	0.8	7728	0.8	7728	0.8	7728
3	LIGHTING EMERGENCY	1	915	915	0	0	0	0	0	0	0	0
4	NAVIGATION LIGHT	1	540	540	0	0	0	0	0.5	270	0.5	270
5	SINGNAL LIGHT	2	1000	2000	0	0	0.2	400	0.1	200	0.2	400
6	SEARCH LIGHT	1	1000	1000	0	0	0.1	100	0.1	100	0.1	100
7	GALLEY EQUIPMENTS	1	15000	15000	0.3	4500	0.3	4500	0.3	4500	0.3	4500
8	REFRIGERATOR	1	1500	1500	0.8	1200	0.8	1200	0.8	1200	0.8	1200
9	FREEZER	1	2000	4000	0.8	3200	0.8	3200	0.8	3200	0.8	3200
10	WASHER	1	3400	3400	0.5	1700	0.3	1020	0.3	1020	0	0
11	HAND IRON	1	2000	2000	0.5	1000	0.3	600	0.3	600	0	0
	<b>TOTAL</b>			<b>41415</b>		<b>20588</b>		<b>20008</b>		<b>20078</b>		<b>18658</b>



CATEGORY 8												
AIR CONDITIONING												
1	AIR CONDITIONING UNIT No. 1	1	30000	30000	0.5	15000	0.8	24000	0.8	24000	0.8	24000
2	AIR CONDITIONING UNIT No. 2	1	30000	30000	0	0	0	0	0	0	0	0
3	A/C COOLING PUMP No. 1	1	3000	3000	0.5	1500	0.8	2400	0.8	2400	0.8	2400
4	A/C COOLING PUMP No. 2	1	3000	3000	0	0	0	0	0	0	0	0
5	A/C CHILLED WATER PUMP No. 1	1	5500	5500	0.5	2750	0.8	4400	0.8	4400	0.8	4400
6	A/C CHILLED WATER PUMP No. 2	1	5500	5500	0	0	0	0	0	0	0	0
7	VENTILATION SYSTEM	1	14430	14430	0.9	12987	0.9	12987	0.9	12987	0.9	12987
8	FAN COIL	1	9000	9000	0.5	4500	0.8	7200	0.8	7200	0.8	7200
	<b>TOTAL</b>			<b>100430</b>		<b>36737</b>		<b>50987</b>		<b>50987</b>		<b>50987</b>
CATEGORY 9												
POWER CONVERSION EQUIPMENT												
1	STATIC CONVERTER			0	0	0	0	0	0.1	0	0.3	0
	<b>TOTAL</b>			0		0		0		0		0
	<b>GRAND TOTAL</b>			283929		70630		84634		96035		98993
	<b>SAFTY FACTOR x 1.25</b>					88288		105793		120044		123742





