แผนการวางสนามทุ่นระเบิด

(บทบ. ๑-๑)

กรมยุทธศึกษาทหารเรือ

พิมพ์ครั้งที่ ๑

สิงหาคม ๒๕๑๘

แผนการวางสนามทุ่นระเบิด

คำเตือนในการรักษาความปลอดภัย

ผู้ครอบครองบรรณสารเล่มนี้พึงระลึกไว้เสมอว่า ข้อความในบรรณสารที่จัดทำขึ้นนี้ จะต้องระมัดระวังไม่ให้รั่วไหลหรือตกไปอยู่ในความครอบครองของบุคคลชาติอื่น หรือบุคคลที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องก่อนที่จะได้รับอนุมัติจากกองทัพเรือ และจะต้องไม่ใช้ข้อความในบรรณสารนี้ทั้งหมดหรือบางส่วน เพื่อประโยชน์อย่างอื่น นอกเหนือไปจากกิจการทหาร ข้อความในบรรณสารนี้ต้องได้รับการรักษาความปลอดภัยตามขั้นการรักษาความปลอดภัยที่กำหนดไว้

กองทัพเรือ

๒๕๑๗

พิมพ์ครั้งแรก

อนุมัติบัตร

๑. ตามที่คณะกรรมการพิจารณาปรับปรุงบรรณสารการทุ่นระเบิดของ ทร. ซึ่งประกอบด้วย

พล.ร.ท.พอน พันธุทรัพย์	ประธานกรรมการ
พล.ร.ต.ทวิช บุณยรัตพันธุ์	รองประธานกรรมการ
น.อ.พเยาว์ สุนทรภัค	กรรมการ
น.อ.ทะแกล้ว ศรีสัมฤทธิ์	กรรมการ
น.อ.วิชิต วรรณวิไชย	กรรมการ
น.อ.อัศวิน หิญชีระนันทน์	กรรมการ
น.ท.จิรายุ โกมลฐิติ	กรรมการและเลขานุการ

ได้เรียบเรียงบรรณสาร "แผนการวางสนามทุ่นระเบิด" (บทบ ๑ – ๑) ขึ้นเรียบร้อยแล้ว และ ทร. ได้พิจารณาแล้ว เห็นว่า เหมาะสมที่จะใช้เพื่อการศึกษาและใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติได้ จึงอนุมัติให้ใช้บรรณสาร "แผนการวางสนามทุ่นระเบิด" (บทบ ๑ – ๑) นี้เพื่อพลางสำหรับการศึกษา และใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติได้

๒. ให้ ยก.ทร. เป็นผู้รับผิดชอบในการรักษาและแก้ไขบรรณสารนี้ให้ทันสมัยอยู่เสมอ

๓. ให้ผู้ที่พบข้อบกพร่อง หรือข้อที่ควรปรับปรุงของบรรณสารนี้ ให้ทันสมัยยิ่งขึ้น เสนอข้อคิดเห็นไปยัง ยก.ทร. เพื่อรวบรวมพิจารณาและเสนอขออนุมัติแก้ไขต่อ ทร.

๔. เมื่อ ทร. อนุมัติการแก้ไขแล้ว ให้ ยศ.ทร. ดำเนินการจัดพิมพ์การแก้ไข และให้ ยก.ทร. ดำเนินการแจกจ่ายตามรายการแจกจ่ายที่กำหนดไว้ในบรรณสารนี้ต่อไป

๕. กองทัพเรือขอชอบคุณในความวิริยะ อุตสาหะ ของคณะกรรมการ ฯ ตามที่ได้กล่าวนามมาแล้ว ในข้อ ๑. ที่ได้จัดทำบรรณสารนี้ขึ้นจนสำเร็จเรียบร้อย จึงขอประกาศชมเชยให้ทราบทั่วกัน ณ ที่นี้ด้วย.

ประกาศ ณ วันที่ ๑๔ พฤศจิกายน ๒๕๑๗

พล.ร.อ. (สงัด ชลออยู่)

ผบ.ทร.

สัน

สัน

ลับ

รายการหน้า

เรื่อง	หมายเลขหน้า	พิมพ์ครั้งที่/แก้ไขครั้งที่
คำเตือนในการรักษาความปลอดภัย	ก.	พิมพ์ครั้งแรก
อนุมัติบัตร	ข.	พิมพ์ครั้งแรก
รายการหน้า	ค.	พิมพ์ครั้งแรก
คำนำ	ง.	พิมพ์ครั้งแรก
บันทึกการเปลี่ยนแปลงแก้ไข	จ.	พิมพ์ครั้งแรก
สารบาญ	ฉ.	พิมพ์ครั้งแรก
การแจกจ่าย	ช.	พิมพ์ครั้งแรก
บทที่ ๑	๑ – ๑ ถึง ๑ – ๖	พิมพ์ครั้งแรก
บทที่ ๒	๒ – ๑ ถึง ๒ – ๒	พิมพ์ครั้งแรก
บทที่ ๓	๓ – ๑ ถึง ๓ – ๔	พิมพ์ครั้งแรก
บทที่ ๔	๔ – ๑ ถึง ๔ – ๓๖	พิมพ์ครั้งแรก
บทที่ ๕	๕ – ๑ ถึง ๕ – ๔	พิมพ์ครั้งแรก
ผนวก ก.	ก – ๑ ถึง ก – ๔	พิมพ์ครั้งแรก
ผนวก ข.	ข – ๑ ถึง ข – ๑๓	พิมพ์ครั้งแรก
ผนวก ค.	ค – ๑ ถึง ค – ๖	พิมพ์ครั้งแรก
ผนวก ง.	ง – ๑ ถึง ง – ๑๔	พิมพ์ครั้งแรก
ผนวก จ.	จ – ๑ ถึง จ – ๒๓	พิมพ์ครั้งแรก

ลับ

ต้น

ต้น

คำนำ

บรรณสารแผนการวางสนามทุ่นระเบิด บทบ ๑ – ๑ (Minefield Planning) นี้ คณะกรรมการปรับปรุงบรรณสารการทุ่นระเบิด ตามคำสั่งกองทัพเรือที่ ๘๒/๒๕๑๕ ได้เรียบเรียงขึ้นใช้ในราชการกองทัพเรือ เพื่อให้คำแนะนำทางเทคนิคแก่นายทหารฝ่ายเสนาธิการในการวางแผนสนามทุ่นระเบิด บรรณสารนี้ใช้คู่กับบรรณสารการปฏิบัติการวางทุ่นระเบิด (บทบ ๑) โดยเฉพาะในบทที่ ๖ การออกแบบสนามทุ่นระเบิด นอกจากนี้ผู้วางแผนควรจะมีความคุ้นเคยกับสิ่งที่เกี่ยวข้องในบรรณสารการปฏิบัติการตอบโต้ทุ่นระเบิดด้วย

ศัพท์ที่ใช้ในบรรณสารนี้บางคำยังไม่มีคำที่เหมาะสม จึงได้กำกับภาษาอังกฤษไว้ด้วย บรรณสารนี้อาจจะมีข้อผิดพลาดหรือเข้าใจยาก หากพบเห็นสิ่งใดที่ควรแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นแล้ว ขอได้กรุณาแจ้งให้กรมยุทธการทหารเรือทราบด้วย

พล.ร.ท. พอน พันธุ์ทรัพย์

(พอน พันธุ์ทรัพย์)

ประธานกรรมการปรับปรุงบรรณสารการทุ่นระเบิด

พิมพ์ครั้งแรก

ลับ

ลับ

บันทึกการเปลี่ยนแปลงแก้ไข

ครั้งที่	หลักฐานการแก้ไข	วันเดือนปี ที่ทำการแก้ไข	ผู้ทำการแก้ไข ยศ, นาม นามสกุล และตำแหน่ง (ตัวบรรจง) พร้อมด้วยลายเซ็น

ลับ

ลับ

ใบแก้คำผิด

บรรณสารแผนการวางสนามทุ่นระเบิด

หน้าที่	บรรทัดที่	ข้อความที่ผิด	แก้เป็น	หมายเหตุ
๑ - ๒	๑๓	อต	อัต	
๓ - ๒	๑๔	นอย	น้อย	
๔ - ๘	๑๐	น่	น่ำ	
๔ - ๑๑	๖	ท่าท	ท่า	
๔ - ๑๓	๔	ขวง	ของ	
๔ - ๒๐	๒๒	ท่	ท่า	
๔ - ๒	๑๓	กรร	การ	
๔ - ๒๔	๑๖	น้	น่ำ	
	๑๖	จ่าว	ข่าว	
	๒๑	ใข้	ให้	
๔ - ๒๗	๒๓	ยากที่วัด	ยากที่จะวัด	
๔ - ๓๘	๑๒	บบท	บท	
๔ - ๔๓	๑๔	วา	ว่า	
๔ - ๔๘	๑๒	ก	ก็	
๕ - ๔	๑๕	ซือง	ซ่อง	
๕ - ๕	๖	ตอ	ต่อ	
ข - ๒	๑๕	แบง	แบบ	
ค - ๑	๖	รวน	ฐาน	
ค - ๘	๔	ถ้า	ว่า	
ง - ๑	๑๒	ตอทุน	ต่อทุ่น	
ง - ๕	๑๖	Wdn	Wdeuks	
	๑๗	Wu	Wukn	
	๑๘	Gd	Gdekn	
		Gn	Gkn	

หน้าที่	บรรทัดที่	ข้อความที่ผิด	แก้เป็น	หมายเหตุ
ง - ๖	๑๕	กเร	กร	
	๒๔	ดวาด	กวาด	
ง - ๑๐	๑๗	าร	ท	
จ - ๒	๔	ผาน	ผ่าน	
จ - ๔	๘	เบด	เบิด	
จ - ๖	๓	ถาใชเครือง	ถ้าใช้เครื่อง	
จ - ๗	๓	บิด	เบิด	
	๕	พา	มา	
จ - ๑๑	๘	หรือ	หรือ	
จ - ๑๓	๖	ตือ	ต่อ	
จ - ๑๕	๓	อยูดวย	อยู่ด้วย	
จ - ๑๖	๓	คก	ดุก	
จ - ๑๗	๑๐	ไมเทา	ไม่เท่า	
จ - ๑๘	๑๑	เฉลียด	เฉียด	
จ - ๒๗	๙	ง	ข	

ลับ

แผนการวางสนามทุ่นระเบิด

สารบาญ

บทที่

๑. สนามทุ่นระเบิดป้องกันที่ไม่มีการกวาด
๒. สนามทุ่นระเบิดหวังผลในการทำลายที่ไม่มีการกวาดและวางอย่างเปิดเผย
๓. สนามทุ่นระเบิดที่วางไม่ให้ข้าศึกรู้ตัว
๔. สนามทุ่นระเบิดชนิดหวังผลต่อเนื่อง

ผนวก

ก. เครื่องหมายต่าง ๆ
ข. การแสดงวิธีวางแผนสนามทุ่นระเบิดชนิดหวังผลต่อเนื่อง
ค. ผลของการแบ่งทุ่นระเบิดและเรือกวาดทุ่นระเบิดต่าง ๆ กัน
ง. การขยายทฤษฎีการวางทุ่นระเบิดหวังผลต่อเนื่อง
จ. โชคของการจุดระเบิดและความเสียหาย

ลับ

ลับ

ลับ

ตารางแจกจ่าย

หน่วย	จำนวน

พิมพ์ครั้งแรก

บทที่ ๑

สนามทุ่นระเบิดป้องกันที่ไม่มีการกวาด

สารบาญ

๑๐๐. การวัดคุณค่า

๑๑๐. การคำนวณอัตราการดุกคามความเสียหายปานกลาง

๑๑๑. ทุ่นระเบิดที่วางอย่างไม่เป็นระเบียบในช่องทาง

๑๑๒. ทุ่นระเบิดที่วางอย่างไม่เป็นระเบียบในพื้นที่

๑๑๓. ทุ่นระเบิดวางเป็นแถว

๑๑๔. การเลือกรูปแบบวางทุ่นระเบิด

๑๑๕. การกำหนดตำบลที่แถวทุ่นระเบิด

๑๒๐. การวางทุ่นระเบิดป้องกันเรือคำน้ำ

๑๓๐. อัตราการดุกคามคิดเป็นร้อยละ

๑๔๐. การหาความกว้างความเสียหายและเนื้อที่ความเสียหายโดยประมาณ

บทที่ ๑

สนามทุ่นระเบิดป้องกันที่ไม่มีการกวาด

๑๐๐. การวัดคุณค่า

โดยปกติแล้วสนามทุ่นระเบิดป้องกันที่ไม่มีการกวาดมีความมุ่งหมายที่จะก่อให้เกิดความเสียหายต่อเรือข้าศึกจนทำให้เรือข้าศึกไม่สามารถปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อเป้าหมายที่สนามทุ่นระเบิดนั้นให้ความคุ้มครองอัตราการเสียหายปานกลาง(Moderate Damage) ก็เพียงพอที่จะขัดขวางมิให้ข้าศึกปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ฉะนั้นอัตราการลุกคามที่ก่อให้เกิดความเสียหายปานกลาง (Moderate Damage Threat) ก็คือโชคที่เรือเมื่อแล่นผ่านสนามทุ่นระเบิดนั้นแล้วจะได้รับความเสียหายอย่างน้อยก็อยู่ในอัตราปานกลาง จะเป็นเครื่องวัดคุณค่าของสนามทุ่นระเบิดนั้น ๆ ในบรรณสารอื่น ๆ อาจบรรยายถึงคุณลักษณะของทุ่นระเบิดชนิดต่าง ๆ และแสดงอัตราความเสียหายออกมาเป็นร้อยละ ในกรณีนี้ถือว่าอัตราการเสียหายปานกลางคืออัตราการเสียหายร้อยละ ๒๕

๑๑๐. การคำนวณอัตราการลุกคามความเสียหายปานกลาง

โดยเหตุที่ไม่มีการกวาดหรือการล่าทำลายทุ่นระเบิดในสนามทุ่นระเบิดป้องกันที่ไม่มีการกวาด จำนวนทุ่นระเบิดที่พร้อมจะระเบิด (ทุ่นระเบิดที่พร้อมระเบิดและมีเกณฑ์เรือผ่าน ๑) จะเท่ากับจำนวนทุ่นระเบิดที่วางได้อย่างถูกต้องในสนาม

๑๑๑. ทุ่นระเบิดที่วางอย่างไม่เป็นระเบียบในช่องทาง

ถ้า m เป็นจำนวนทุ่นระเบิดที่พร้อมระเบิดที่วางอย่างไม่เป็นระเบียบในช่องทางเดินเรือ ซึ่งมีความกว้าง B อัตราการลุกคามที่จะก่อให้เกิดความเสียหายปานกลาง T_{dm} ก็คือ

$$T_{dm}=1-(1-w_{dm}/B)^m \qquad \text{สมการ ๑ – ๑}$$

เมื่อ w_{dm} คือความกว้างอัตราความเสียหายปานกลาง (ดู จ – ๑๒๑ และ จ–๑๕๒ เพื่อชยายความสมการนี้และสมการต่อ ๆ ไป)

ตัวอย่าง สมมุติว่าวางทุ่นระเบิด ๓๐ ลูก อย่างไม่เป็นระเบียบลงไปในช่องทางซึ่งกว้าง ๑ ไมล์ และค่าของ w_{dm} เป็น ๖๐ ฟุต สำหรับสภาพการณ์นั้น (ดู จ – ๑๐๔ เพื่อพิจารณาสภาพการณ์ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดค่าของ w_{dm}) ดังนั้น

$$T_{dm}=1-\left(1-\frac{60}{6{,}000}\right)^{30}=.26,\text{ or }26\%$$

ตัวอย่างนี้หมายความว่าถ้าเรือเป้าพยายามแล่นฝ่าสนามทุ่นระเบิดเข้ามาจะมีโอกาสได้รับความเสียหายปานกลาง ๒๖ %

โนโมกราฟในรูป ๑ – ๑ อาจใช้คำนวณหาค่าตามสมการนี้ได้ โดยให้

$$\alpha=T_{dm},\ \beta=w_{dm}/B,\text{ and }\gamma=m.$$

ถ้า T มีค่าน้อย อาจหาโดยประมาณได้โดยสมการต่อไปนี้

$$T_{dm}\approx mw_{dm}/B \qquad \text{สมการ ๑ – ๒}$$

(T มีค่าน้อย)

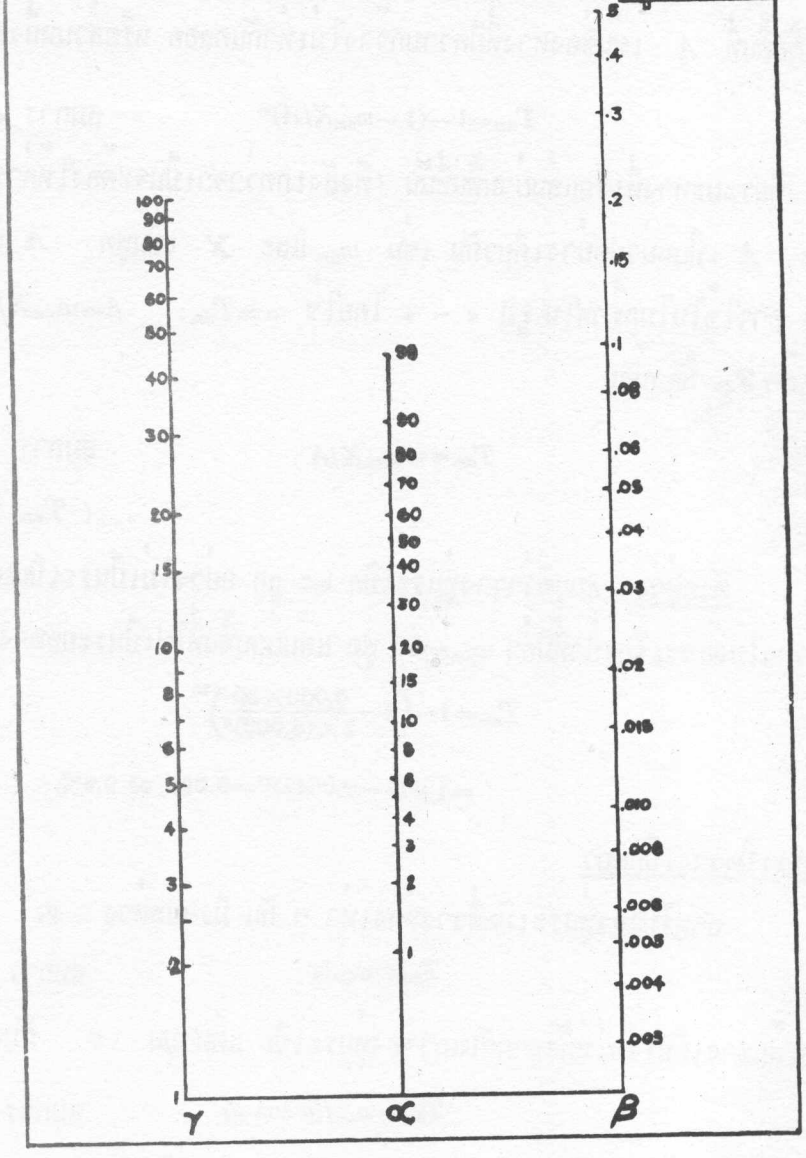
และค่านี้จะใกล้เคียงมาก ตามสมการ ๑ – ๒ ข้างบน เมื่อแทนค่าลงไปจะได้

$$T_{dm}\approx 30\times 60/6{,}000=.30\text{ or }30\%$$

ซึ่งละเอียดพอตามความมุ่งหมาย

โนโมกราฟ ของ $\alpha = 1-(1-\beta)^{\gamma}$

รูป. 1-1



ลับ

๑๑๒. ทุ่นระเบิดที่วางอย่างไม่เป็นระเบียบในพื้นที่

ถ้า m เป็นจำนวนทุ่นระเบิดที่พร้อมระเบิด ซึ่งวางอย่างไม่เป็นระเบียบในพื้นที่หนึ่งคือพื้นที่ A เช่นช่องทางที่มีความกว้างไม่เท่ากันตลอด หรือส่วนหนึ่งส่วนใดในทะเลเปิด

$$T_{dm}=1-(1-w_{dm}X/A)^m \qquad \text{สมการ ๑ – ๓}$$

X คือระยะทางที่เรือแล่นผ่านพื้นที่นั้น (พึงสังเกตว่าจำเป็นจะต้องให้ค่าของ w_{dm}, X, และ A เป็นหน่วยอย่างเดียวกัน เช่น w_{dm} และ X เป็นฟุต A ก็ต้องเป็นตารางฟุต) อาจใช้โนโมกราฟในรูป ๑ – ๑ โดยใช้ $\alpha=T_{dm}$; $\beta=w_{dm}X/A$; $\gamma=m$.

หรือถ้า T_{dm} มีค่าน้อย

$$T_{dm}\approx mw_{dm}X/A \qquad \text{สมการ ๑ – ๔}$$

(T_{dm} มีค่าน้อย)

ตัวอย่าง สมมุติว่าวางทุ่นระเบิด ๒๕ ลูก อย่างไม่เป็นระเบียบลงไปในพื้นที่ ๒ ตารางไมล์และเรือเป้าที่มีค่า $w_{dm}=50$ ฟุต แล่นผ่านพื้นที่ไปเป็นระยะทาง ๑ ไมล์ ฉะนั้น

$$T_{dm}=1-\left(1-\frac{6{,}000\times 50}{2\times(6{,}000)^2}\right)^{25}$$

$$=1-(1-0.0042)^{25}=0.099, \text{ or } 9.9\%$$

๑๑๓. ทุ่นระเบิดวางเป็นแถว

สำหรับแถวทุ่นระเบิดที่วางห่างเท่า ๆ กัน มีระยะห่าง g,

$$T_{dm}=w_{dm}/g \qquad \text{สมการ ๑ – ๕}$$

ถ้าเส้นทางเดินเรือไม่ตั้งฉากกับแถวของทุ่นระเบิด แต่ทำมุม ϕ กับเส้นตั้งฉากแล้ว

$$T_{dm}=w_{dm}/(g\cos\phi) \qquad \text{สมการ ๑ – ๖}$$

ถ้าทุ่นระเบิดมีจำนวนแถว r

$$T_{dm}=1-[1-w_{dm}/(g\cos\phi)]^r \qquad \text{สมการ ๑ – ๗}$$

ลับ

ลับ

อาจใช้โนโมกราฟในรูป ๑ – ๑ คำนวณค่าตามสมการนี้ได้โดยให้

$\alpha = T_{dm}$, $\beta = w_{dm}/(g \cos\cdot\phi)$, $\gamma = r$. ถ้า T_{dm} มีค่าน้อย

$T_{dm} \approx r w_{dm}/(g \cos\phi)$ สมการ ๑ – ๘

(T_{dm} มีค่าน้อย)

<u>ตัวอย่าง</u> ถ้าเรือที่มี $w_{dm} = 52$ฟุต แล่นผ่านทุ่นระเบิดที่วางไว้ ๓ แถว ซึ่งมีระยะห่างกัน ๓๐๐ ฟุต (g 300 ft) และเส้นทางเดินเรือทำมุม $\phi = 30°$ ตามสมการ ๑ – ๗ จะได้

$$T_{dm} = 1 - \left(1 - \frac{52}{300 \times \cos 30°}\right)^3$$

$$= 1 - (1 - 0.2)^3 = .49, \text{ or } 49\%$$

โดยใช้วิธีหาค่าโดยประมาณตามสมการ ๑ – ๘

$$T_{dm} = \frac{3 \times 52}{300 \times \cos 30°} = 0.6 \text{ or } 60\%$$

จะเห็นได้ว่าแม้ว่า T_{dm} จะมีค่ามากสูตรหาค่าโดยประมาณก็ยังให้ค่าใกล้เคียงพอสมควร สมการ ๑ – ๕, ๑ – ๖ และ ๑ – ๗ จะใช้ได้ก็ต่อเมื่อ $g \cos\phi$ มีค่าอย่างต่ำเป็นสองเท่าของระยะที่ทุ่นระเบิดจะทำความเสียหายแก่เรือในอัตราปานกลาง (หรือสองเท่าของระยะที่ไกลที่สุดที่จะทำให้ทุ่นระเบิดขึ้น และระยะนี้จะต้องน้อยกว่าระยะที่ทำให้เกิดความเสียหายปานกลาง) แม้ว่า ถ้า $g \cos\phi$ มีค่าไม่มาก อัตราการดุกตามของทุ่นระเบิดที่วางเป็นแถวอย่างน้อยจะมีค่าเท่ากับอัตราดุกตามที่คำนวณตามสมการ ๑ – ๑

๑๐๔. <u>การเลือกรูปแบบวางทุ่นระเบิด</u>

จะเห็นได้ว่าอัตราการดุกตามสูงสุดจะได้จากการวางทุ่นระเบิดทั้งหมดในสนามเป็นแถวเดียว อย่างไรก็ดีอัตราการดุกตามจากการวางทุ่นระเบิดเป็นรูปแบบต่างกันจะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เช่นตัวอย่าง ถ้าทุ่นระเบิด ๒๐ ลูก มีค่า $w_{dm} = 30$ ฟุต วางปิด

ลับ

ช่องทางกว้าง ๑ ไมล์ $T_{dm}=10\%$ ถ้าทุ่นระเบิดเหล่านี้วางแถวเดียว, และ $T_{dm}=9.75\%$ ถ้าวาง ๒ แถว ฉะนั้นการเลือกรูปแบบวางทุ่นระเบิดควรเลือกรูปแบบที่จะทำให้เรือเป้าตรวจพบและหลบหลีกได้ยาก หรือถ้าข้อพิจารณาอย่างอื่นทัดเทียมกันแล้วก็ควรเลือกรูปแบบที่วางได้ง่ายที่สุด

๑๑๕. <u>การกำหนดตำบลที่แถวทุ่นระเบิด</u>

ถ้าทุ่นระเบิดจำนวนหนึ่งวางเป็นแถวเดียว ขวางช่องทางเดินเรือที่มีความกว้างเท่ากัน ระยะห่างระหว่างลูกเท่ากัน มุมที่แนวทุ่นระเบิดกระทำกับเส้นทางเดินเรือไม่กระทบกระเทือนต่ออัตราการลูกคาม ด้วยเหตุนี้อาจวางแนวทุ่นระเบิดให้ทำมุมเล็กกับช่องทางโดยไม่ทำให้อัตราการลูกคามลดลง เพื่อประโยชน์ในการขยายระยะระหว่างลูกไม่ให้ต่ำกว่าเกณฑ์ต่ำสุด หรือเพื่อประโยชน์อย่างอื่น แนวทุ่นระเบิดที่วางทำมุมกับช่องทางควรเลือกที่วางได้สะดวก

๑๒๐. <u>การวางทุ่นระเบิดป้องกันเรือดำน้ำ</u>

ถ้าเป้าหมายคือเรือดำน้ำซึ่งอาจแล่นผ่านสนามทุ่นระเบิดในระดับลึกระดับหนึ่งระดับใดแล้ว พื้นที่ที่ก่อให้เกิดความเสียหายปานกลาง a_{dm}, หารด้วยความลึกของน้ำ D, ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหาย ต้องนำมาใช้แทนค่า w_{dm} ตามสูตรอัตราการลูกคามข้างต้น (ดูข้อ จ – ๑๓๑ และ จ – ๑๓๒ เพื่อพิจารณาใช้พื้นที่ระเบิดแทนความกว้างระเบิดเมื่อเรือเป้าเป็นเรือดำน้ำ และดูข้อ จ – ๑๕๒ เพื่อพิจารณาพื้นที่ความเสียหาย) เช่นตัวอย่างสมการ ๑ – ๑ จะกลายเป็น

$$T_{dm}=1\left(1-\frac{a_{dm}}{BD}\right)^{n} \qquad \text{สมการ ๑ – ๕}$$

ลับ

สมการ ๑ – ๒ จะกลายเป็น

$$T_{dm} \approx \frac{ma_{dm}}{BD}$$ สมการ ๑ – ๑๐

(T_{dm} มีค่าน้อย)

สมการ ๑ – ๓ จะกลายเป็น

$$T_{dm} = 1 - \left(1 - \frac{a_{dm}X}{AD}\right)$$ สมการ ๑ – ๑๑

และต่อ ๆ ไป

๑๓๐. <u>อัตราการคูณความคิดเป็นร้อยละ</u>

ถ้าในบรรณสารเรื่องทุ่นระเบิดให้อัตราความเสียหายเป็นร้อยละ ให้ถือว่าความเสียหายร้อยละ ๒๕ เป็นอัตราความเสียหายปานกลาง

๑๔๐. <u>การหาค่าความกว้างความเสียหายและเนื้อที่ความเสียหายโดยประมาณ</u>

ถ้าไม่ทราบความกว้างอัตราความเสียหายปานกลางหรือความกว้างอัตราความเสียหายเป็นร้อยละ ควรหาค่าของมันโดยประมาณโดยใช้วิธีที่อธิบายไว้ในข้อ จ – ๑๕๒ ในการหาค่านี้อาจเลือก Δy จากจุดใดก็ได้จนถึง ๓๐ ฟุต เพื่อให้สอดคล้องกับความกว้างระเบิดและความกว้างความเสียหายที่กำหนดให้

ลับ

ตัน

บทที่ ๒

สนามทุ่นระเบิดหวังผลในการทำลายที่ไม่มีการกวาดและวางอย่างเปิดเผย

สารบาญ

๒๐๐. การวัดคุณค่า

๒๑๐. การคำนวณอัตราการคุกคามความเสียหายร้ายแรง

พิมพ์ครั้งแรก

ลับ

ลับ

บทที่ ๒

สนามทุ่นระเบิดหวังผลในการทำลายที่ไม่มีการกวาดและวางอย่างเปิดเผย

๒๐๐. การวัดคุณค่า

โดยเหตุที่สนามทุ่นระเบิดชนิดนี้มีความมุ่งหมายที่จะจม หรือก่อความเสียหายแก่เรือข้าศึก หรือทำให้เรือข้าศึกไม่กล้าใช้น่านน้ำนั้น การวัดคุณค่าทางทฤษฎีของสนามทุ่นระเบิดชนิดนั้น เป็นการแสดงถึงอัตราความเสียหายของเรือข้าศึกที่คาดการไว้ อย่างไรก็ดีการวัดผลนี้แม้จะพัฒนาไปแล้วก็ยังไม่ถูกต้อง เพราะฉะนั้นอาจนำเอาอัตราความเสียหายร้ายแรงมาใช้แทนได้ โดยถือว่าจะมีเรือจำนวนหนึ่งได้รับความเสียหายร้ายแรงนอกเหนือไปจากเรือที่จม ถ้าไม่ทราบความกว้างความเสียหายร้ายแรงและพื้นที่ความเสียหายร้ายแรงเพื่อคำนวณหาอัตราคุกคามความเสียหายร้ายแรงแล้ว อาจใช้อัตราการคุกคามความเสียหายร้อยละที่เหมาะสมก็ได้ คิดอย่างหยาบ ๆ อัตราความเสียหาย ๑๐๐ % เท่ากับอัตราความเสียหายร้ายแรง อัตราความเสียหาย ๕๐ % เท่ากับอัตราความเสียหายหนัก อัตราความเสียหาย ๒๕ % เท่ากับอัตราความเสียหายปานกลาง

๒๑๐. การคำนวณอัตราคุกคามความเสียหายร้ายแรง

อาจคำนวณอัตราคุกคามความเสียหายร้ายแรงได้โดยแทนค่า w_{dm} ด้วยความกว้างความเสียหายร้ายแรง w_{dc} หรือแทนค่า a_{dm} ด้วยพื้นที่ความเสียหายร้ายแรง a_{dc} ในสมการในบทที่ ๑ เช่นตัวอย่าง ถ้าต้องการคำนวณอัตราคุกคามความเสียหายร้ายแรงของทุ่นระเบิดที่พร้อมจะระเบิดจำนวน m ลูก ที่วางอย่างไม่เป็นระเบียบในพื้นที่เปิด A และเรือเป้าคือเรือคำนำ จะใช้สมการ ๑ – ๑๑ แทนค่า a_{dm} ด้วย a_{dc} จะได้

$$T_{dc}=1-\left(\frac{1-a_{dc}X}{AD}\right)^m \qquad \text{สมการ ๒ – ๑}$$

ถ้าใช้อัตราคุกคามความเสียหายปานกลางแทนอัตราคุกคามความเสียหายร้ายแรง จะใช้สมการที่เหมาะสมในบทที่ ๑ แทนก็ได้

พิมพ์ครั้งแรก

ลับ

ลับ

บทที่ ๓

สนามทุ่นระเบิดที่วางไม่ให้ข้าศึกรู้ตัว

สารบาญ

๓๐๐. คุณค่าของสนาม

๓๑๐. โซคในการจุดระเบิด

๓๒๐. โซคการระเบิด

๓๓๐. การวางแผนการสงครามทุ่นระเบิด

ลับ

บทที่ ๓

สนามทุ่นระเบิดที่วางไม่ให้ข้าศึกรู้ตัว

๓๐๐. คุณค่าของสนาม

สนามทุ่นระเบิดหวังผลบางชนิดขึ้นอยู่กับการปกปิดเป็นความลับเพื่อหวังผลในการทำลายหรือทำให้เกิดความเสียหาย สนามชนิดนี้ไม่ว่าจะมีการกวาดหรือไม่ก็ตาม อาจวัดคุณค่าได้โดยคิดจากโชคในการเกิดระเบิดคูณด้วยโชคในการเกิดระเบิดที่ทำให้เกิดความเสียหายตามประสงค์

๓๑๐. โชคในการจุดระเบิด

สมมุติว่า Q เป็นหน่วยเวลาสูงสุดที่กำหนดให้เกิดการระเบิดในช่วงเวลานั้น กล่าวคือถ้าไม่เกิดการระเบิดใน Q หน่วยเวลา สนามทุ่นระเบิดนั้นจะหมดอำนาจเพราะทุ่นระเบิดหมดอายุ หรือเรือเป้าจะไม่แล่นผ่านสนามนั้นอีกต่อไป หรือสนามนั้นถูกกวาดหมดไป สมมุติว่าเรือประเภทที่มีความกว้างระเบิด w_1, จำนวน t_1 ลำแล่นผ่านสนามทุ่นระเบิดต่อหนึ่งหน่วยเวลา ดังนั้นในระยะเวลา Q หน่วยเวลาจะมีเรือประเภทนั้นแล่นผ่าน Qt_1 ลำ ระหว่างที่สนามทุ่นระเบิดยังมีอำนาจอยู่ โชคที่เรือประเภทนี้ลำหนึ่งลำใดจะไม่ทำให้ทุ่นระเบิดลูกหนึ่งระเบิดคือ $(1-w_1/B)$, และโชคที่เรือจำนวน Qt_1 ลำจะไม่ทำให้ทุ่นระเบิด m ลูกระเบิดคือ $(1-w_1/B)^{mQt_1}$. โดยทำนองเดียวกัน โชคที่เรือประเภทที่สอง จะไม่ทำให้ทุ่นระเบิด m ลูกระเบิดคือ $(1-w_2/B)^{mQt_2}$ และต่อ ๆ ไป สำหรับเรือทุกประเภทที่แล่นผ่านสนามทุ่นระเบิดที่ยังมีอำนาจอยู่ ดังนั้นโชคที่จะไม่มีการระเบิดเลยเมื่อเรือใด ๆ แล่นผ่านคือ $(1-w_1/B)^{mQt_1}(1-w_2/B)^{mQt_2}(1-w_3/B)^{mQt_3}$ . . . เพราะฉะนั้นโชคที่ทุ่นระเบิดอย่างน้อย ๑ ลูกจะระเบิดในช่วงระยะเวลา Q คือ

$$P_Q=1-[(1-w_1/B)^{mQt_1}(1-w_2/B)^{mQt_2}(1-w_3/B)^{mQt_3}\ldots] \qquad \text{สมการ ๓ – ๑}$$

แต่สมการนี้ไม่กระทัดรัดเพื่อการคำนวณ ฉะนั้นจึงให้

$$t=t_1+t_2+t_3+\ldots, \text{ and} \qquad \text{สมการ ๓ – ๒}$$

ลับ

$$w=(t_1w_1+t_2w_2+t_3w_3+\ldots)/t \qquad \text{สมการ } ๓-๓$$

ด้วยการหาค่าโดยประมาณจะได้

$$P_e \approx 1-(1-w/B)^{mQt} \qquad \text{สมการ } ๓-๔$$

ซึ่งได้ค่าถูกต้องพอ อาจใช้ในโมกราฟในรูป ๑-๑ คำนวณค่าตามสมการนี้ได้โดยให้

$$\alpha=P_e,\ \beta=w/B,\ \text{and}\ \gamma=mQt.$$

๓๒๐. <u>โชคการระเบิด</u>

โชค P_{dc} ที่ทุ่นระเบิดลูกหนึ่งลูกใดระเบิดขึ้นโดยเรือแล่นผ่าน และอย่างน้อยก่อให้เกิดความเสียหายร้ายแรง ก็คือ

$$P_{dc}=w_{dc}/w \qquad \text{สมการ } ๓-๕$$

เพราะฉะนั้นโอกาสที่ทุ่นระเบิดลูกหนึ่งจะระเบิดขึ้นในช่วงเวลา Q และทำความเสียหายร้ายแรงแก่เรือ ก็คือ

$$P_eP_{dc}=[1-(1-w/B)^{mQt}]w_{dc}/w \qquad \text{สมการ } ๓-๖$$

ถ้าต้องการความเสียหายนอกเหนือไปจากนี้อีก เช่น ความเสียหายที่มีเปอร์เซนต์สูง จะต้องใช้ความกว้างความเสียหายที่เหมาะสมมาแทนค่า w_d ในสมการในบทนี้

๓๓๐. <u>การวางแผนการส่งครามทุ่นระเบิด</u>

ในการวางแผนการส่งครามทุ่นระเบิด จะต้องพิจารณาตำบลที่ที่เหมาะสม รวมทั้งจำนวนทุ่นระเบิดที่มีอยู่ และการแบ่งทุ่นระเบิดไปวางที่ต่าง ๆ เพื่อให้

$$\sum_n (P_eP_{dc})_n=\sum_n\{[1-(1-w/B)_n^{m_nQ_nt_n}](w_{dc}/w)_n\} \qquad \text{สมการ } ๓-๗$$

มีค่าสูงสุด เมื่อ n หมายถึงตำบลที่ที่เหมาะสมแต่ละแห่ง และ $\sum_n$ หมายถึงผลรวมที่ได้จากตำบลที่ต่าง ๆ ที่เหมาะสม จากการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าสมการนี้จะได้ค่าสูงสุดต่อเมื่อ

$$m_n \approx \frac{\frac{\sum_n m_n + \sum_n \frac{ln(Qtw_{de}/B)_n}{-(Qtw/B)_n} + ln(Qtw_{ad}/B)_n}{\left(\sum_n \frac{1}{(Qtw/B)_n}\right)}}{(Qtw/B)_n} \qquad \text{สมการ ๓ – ๘}$$

(w/B มีค่าน้อย)

ซึ่งเป็นค่าโดยประมาณและจะใช้ได้ต่อเมื่อ w/B มีค่าน้อย ln หมายถึง Logarithm ฐาน e, ($lnX = 2.3 \log_{10} X$) and $\sum_n m_n$ เท่ากับจำนวนหุ่นระเบิดทั้งหมดที่วางได้ในพื้นที่ สมการ ๓ – ๘ อาจไม่กระทัดรัด ในบางกรณีจะมีค่าใกล้เคียงได้โดยให้ m_n เป็นปฏิภาคอย่างกลับ กับ $(Qtw/B)_n$,
นั่นคือ

$$m_n \approx \frac{1}{(Qtw/B)_n} \cdot \frac{\sum_n m_n}{\sum_n \frac{1}{(QtwB)_n}} \qquad \text{สมการ ๓ – ๙}$$

(w/B มีค่าน้อย)

แม้ว่าจะมีหุ่นระเบิดอยู่มากสำหรับวางที่หนึ่งที่ใดแต่ก็ควรจำกัด P_e ไว้เพียง ๕๐ % หรือน้อยกว่า เพราะจะต้องใช้หุ่นระเบิดมากมายถ้า P_e มีค่าเกิน ๕๐ % ในการคำนวณหาจำนวนหุ่นระเบิดที่จะต้องใช้ อาจใช้สมการ ๓ – ๘ หรือโนโมกราฟในรูป ๑ – ๑ ได้ ในกรณีทั่ว ๆ ไป หรือถ้าต้องการจะให้ $P_e = ๕๐$ % อาจใช้สมการที่ให้ค่าใกล้เคียงได้คือ

$$m_n \approx \left(\frac{2.3B}{Qtw}\right)_n \quad (w/B \text{ small}, P_{en} = 90\%) \qquad \text{สมการ ๓ – ๑๐}$$

ในสนามหุ่นระเบิดแต่ละสนาม ประเภทของสนามหุ่นระเบิด ความไว และการตั้งอื่น ๆ ควรเลือกใช้ เพื่อให้ $(P_e P_{de})_n$ มีค่าสูงสุด (ดูสมการ ๓ – ๖) เกณฑ์นี้อาจทำง่ายขึ้นมาก

ลับ

ถ้า P_{Qn} มีค่าน้อยหรือมีค่าใกล้ ๑ ถ้า P_{Qn} มีค่าน้อยแล้ว

$$(P_Q P_{dc}) \approx \left(\frac{mQtw}{B}\right)\left(\frac{w_{dc}}{w}\right)_n = (mQtw_{dc}/B)_n \qquad \text{สมการ ๓ – ๑๑ } (P_{Qn} \text{ มีค่าน้อย})$$

เพราะฉะนั้นควรจะเลือกทุ่นระเบิดและการตั้งต่าง ๆ ให้ w_{dc} มีค่ามากที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยไม่คำนึงว่า w_{dc}/w จะมีค่าน้อยเพียงใด ถ้า P_{Qn} มีค่าใกล้ ๑ แล้ว $(P_Q P_{dc})_n$ จะมีค่าสูงสุดเมื่อ $(w_{dc}/w)_n$ มีค่าสูงสุด เพราะฉะนั้นควรจะเลือกทุ่นระเบิดและการตั้งต่าง ๆ ให้ w_{dc}/w มีค่ามากที่สุดเท่าที่จะทำได้ พึงสังเกตว่า w_{dc}/w จะมีค่ามากเมื่อ w มีค่าน้อย ควรระมัดระวังอย่าลดค่าของ P_Q มากเกินไป ในกรณีที่ยังไม่แน่ใจควรใช้สมการ ๓ – ๖ โนโมกราฟในรูป ๑ – ๑ จะช่วยให้การคำนวณหาค่า P_Q ง่ายขึ้น

ลับ

บทที่ ๔

สนามทุ่นระเบิดชนิดหวังผลต่อเนื่อง

สารบาญ

๔๐๐. วิธีวางแผน

๔๐๑. การวัดประสิทธิผลของการวางทุ่นระเบิด

๔๐๒. สูตรคำนวณความเสียหาย

๔๐๓. Susceptibility เป็นเครื่องชี้ผลที่จะบังเกิดกับท่าเรือเมื่อวางทุ่นระเบิด

๔๑๐. การวางทุ่นระเบิดเป้าหมายรวมของข้าศึก

๔๑๑. การแบ่งทุ่นระเบิดวางตามท่าเรือต่าง ๆ

๔๑๒. การแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดไปปฏิบัติการตามท่าเรือต่าง ๆ

๔๑๓. ความเสียหายของเรือ

๔๑๔. จุด Minimax

๔๑๕. ผลตอบแทนสูงสุดที่จะได้รับต่อเที่ยวบิน

๔๑๖. ส่วนต่าง ๆ ของช่องทาง

๔๑๗. การแยกกำเนินสงครามทุ่นระเบิดกับเรือสินค้าและเรือกำน้ำ

๔๑๘. การเปลี่ยนหน่วยเพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณและทำตาราง

๔๒๐. The Susceptibility factor G

๔๒๑. จำนวนเที่ยวของการสัญจร

๔๒๒. ความยาวของส่วนต่าง ๆ ของช่องทางที่วางทุ่นระเบิดได้

๔๒๓. ความกว้างการจุดระเบิดของทุ่นระเบิด

๔๒๔. กำลังเรือกวาดทุ่นระเบิดของข้าศึก S

๔๒๕. อัตราการกวาด

๔๒๖. ความกว้างย่านกวาดของเรือกวาดทุ่นระเบิด

๔๒๗. การเลือกขนาดและชนิดของทุ่นระเบิดและการตั้งต่าง ๆ

๔๒๘. กรรมวิธีหาค่าเฉลี่ย

๔๓๐. กรรมวิธีการวางแผนทางใช้การสำหรับการดำเนินสงครามทุ่นระเบิดทางยุทธศาสตร์ทางรุก

๔๓๑. สถานการณ์ขั้นเปลี่ยนแปลงและขั้นอยู่ตัว

๔๓๒. แหล่งข่าวกรอง

๔๓๓. การเริ่มทำแผนขั้นสถานการณ์อยู่ตัว

๔๓๔. การประเมินผลการดำเนินสงคราม

๔๓๕. การแบ่งทุ่นระเบิดหรือเทียบิน

๔๓๖. ความร่วมมือของหน่วยต่าง ๆ ในการวางแผนขั้นสถานการณ์อยู่ตัว

๔๓๗. การวางแผนขั้นสถานการณ์เปลี่ยนแปลง

๔๔๐. อัตราการดูกคาม

๔๕๐. ข้อพิจารณาในการวางแผนถ้าคาดว่าข้าศึกกวาดทุ่นระเบิดไม่ได้

บทที่ ๔

สนามทุ่นระเบิดชนิดหวังผลต่อเนื่อง

๔๐๐. วิธีวางแผน

บทนี้แนะแนวทางการวางแผนและการปฏิบัติการวางทุ่นระเบิดชนิดหวังผลต่อเนื่อง วิธีใช้ในกรณีที่เรือกวาดทุ่นระเบิดข้าศึกสามารถกวาดได้มีกล่าวไว้ในข้อ ๔๑๐ ถึง ๔๔๐ วิธีต่าง ๆ เหล่านี้ถือหลัก "Area Concept" (อธิบายไว้ใน นทบ ๑) และ Susceptibility ของท่าเรือ วิธีใช้ในกรณีที่เรือข้าศึกจะไม่กวาดหรือกวาดด้วยเรือที่มีย่านกวาดแคบมีอธิบายไว้ในข้อ ๔๕๐ บทนี้จะย้ำให้เห็นว่าผลสุดท้ายปัญหาในการวางแผนวางทุ่นระเบิดใด ๆ ไม่ใช่ได้มาจากสูตรแต่จะต้องใช้เหตุผลที่ถูกต้องโดยอาศัยข่าวสารที่ได้มา

๔๐๑. การวัดประสิทธิผลของการวางทุ่นระเบิด

มีความจำเป็นที่จะต้องวัดประสิทธิผลของการดำเนินสงครามทุ่นระเบิดทั้งในด้านการแบ่งกำลังและการสนับสนุนด้านการส่งกำลังเป็นส่วนรวม เพื่อที่จะวัดประสิทธิผลของการวางทุ่นระเบิดในเมื่อข้าศึกยังคงทำการกวาดทุ่นระเบิดอยู่ตลอดเวลา จำเป็นที่ต้องทราบปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

๑. ปริมาณของเรือที่ผ่านน่านน้ำที่วางทุ่นระเบิดไว้
๒. จำนวนเรือกวาดทุ่นระเบิดที่ปฏิบัติงานอยู่ในน่านน้ำนั้น ๆ
๓. ความยาวของช่องทางที่วางทุ่นระเบิดไว้
๔. ความกว้างการจุดชนวนระเบิดที่หวังผลของทุ่นระเบิดที่ใช้
๕. ความลึกของน้ำในพื้นที่วางทุ่นระเบิด
๖. อัตราการกวาดของเรือกวาดทุ่นระเบิด

ถ้าทราบปัจจัยเหล่านี้ก็อาจประมาณประสิทธิผลของทุ่นระเบิดในท่าเรือหรือพื้นที่นั้น ๆ ได้

พิมพ์ครั้งแรก

ตั้งสมมุติฐานขึ้น ๒ ข้อ ข้อ ๑. ข้าศึกยังคงถือเอาเรือกวาดทุ่นระเบิดเป็นหลักในการตอบโต้ทุ่นระเบิดมากกว่าที่จะค้นหาและทำลาย ข้อ ๒. เรือที่แล่นผ่านน่านน้ำที่วางทุ่นระเบิดคือเรือกวาดทุ่นระเบิด และในการนี้เรือกวาดทุ่นระเบิดได้ทำการกวาดเป็นพื้นที่ ๆ เรือกวาดทุ่นระเบิดผ่านไปและทำให้ทุ่นระเบิดที่พร้อมจะระเบิดและมีเกณฑ์เรือผ่าน ๑ เกิดระเบิดขึ้น ทุ่นระเบิดไม่สามารถแบ่งแยกได้ว่าอิทธิพลใดมาจากเรือ หรือจากเครื่องมือกวาดทุ่นระเบิดที่มีประสิทธิภาพ

ถ้ายอมรับสมมุติฐานสองข้อนี้ จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนของทุ่นระเบิดที่ระเบิดโดยเรือแล่นผ่านต่อทุ่นระเบิดที่ระเบิดโดยเรือกวาดทุ่นระเบิด จะเท่ากับอัตราส่วนของพื้นที่ที่เรือแล่นผ่านไปต่อพื้นที่ที่เรือกวาดทุ่นระเบิดกวาดได้ ถ้าทุ่นระเบิดที่ระเบิดขึ้นโดยเรือแล่นผ่านสามารถนำมาคิดเป็นความเสียหายได้ อาจกล่าวได้ว่าความเสียหายทั้งหมดที่คาดไว้จะเท่ากับจำนวนทุ่นระเบิดที่วางอย่างได้ผลในช่องทางคูณด้วยพื้นที่ที่เรือแล่นผ่าน หารด้วยผลรวมของพื้นที่ที่เรือแล่นผ่านและพื้นที่ที่เรือกวาดทุ่นระเบิดกวาดได้ (พื้นที่กวาดได้ทั้งหมด) อีกนัยหนึ่งอาจกล่าวได้ว่าถ้าตั้งเกณฑ์เรือผ่านและเครื่องหน่วงเวลาพร้อมให้เหมาะสมแล้ว จะทำให้ข้าศึกต้องเปลี่ยนเส้นทางเดินเรือ ก่อนที่จะกวาดพื้นที่นั้นให้ปลอดภัย * และยังจะก่อให้เกิดสถานการณ์อันหนึ่งซึ่งแสดงว่าการกวาดทุ่นระเบิดไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะและส่วนสัดของสนามทุ่นระเบิด ในที่สุดทุ่นระเบิดทั้งหมดก็จะระเบิดโดยเรือแล่นผ่านและโดยเรือกวาดทุ่นระเบิดโดยเหตุที่ทุ่นระเบิดพร้อมในระยะเวลาต่าง ๆ กันและตั้งเกณฑ์เรือผ่านด้วย และทุ่นระเบิดไม่สามารถแยกอิทธิพลที่ได้รับว่ามาจากเรือหรือเครื่องกวาดทุ่นระเบิด (มิฉะนั้นแล้วการกวาดก็จะไม่ได้ผล) จำนวนทุ่นระเบิดที่ระเบิดขึ้นโดยเรือแล่นผ่านหรือโดยการกวาดต่อหน่วยเวลาจะเป็นปฏิภาคกับพื้นที่ที่เรือแล่นผ่านและพื้นที่ที่เรือกวาดทุ่นระเบิดกวาดได้

(* สถานการณ์ที่ว่าการกวาดไม่ทำให้คุณลักษณะและส่วนสัดของสนามทุ่นระเบิดเปลี่ยนไปก็เพราะว่าทุ่นระเบิดนั้นตั้งเกณฑ์เรือผ่านและเครื่องหน่วงเวลาพร้อม แม้ว่าจะกวาดทุ่นระเบิดไปแล้วก็ยังไม่แน่ว่าสนามนั้นจะปลอดภัย พื้นที่ทั้งหมดจึงยังคงมีอันตรายอยู่จนกว่าทุ่นระเบิดนั้นจะระเบิดขึ้นหรือถูกทำลายหมด)

๔๐๒. สูตรคำนวณความเสียหาย

ได้แสดงให้เห็นแล้วว่า (ข้อ ๔๐๑)

$$\text{ความเสียหาย} = \text{จำนวนทุ่นระเบิดที่วางในช่องทาง} \times \frac{\text{พื้นที่ที่เรือแล่นผ่าน}}{\text{พื้นที่ที่เรือแสนผ่าน} + \text{พื้นที่ที่เรือกวาด}} \times \text{ทุ่นระเบิดกวาดได้}$$

ถ้าสามารถคำนวณหาพื้นที่ตามสูตรนี้ได้ก็จะช่วยในการคำนวณผลตอบแทนจากการวางทุ่นระเบิดได้

ให้ C ความเสียหายของเรือต่อหน่วยเวลา (ต่อเดือน)

N จำนวนทุ่นระเบิดที่วางในพื้นที่เป้าหมายต่อหน่วยเวลา (ต่อเดือน)

F เศษส่วนของทุ่นระเบิดที่วางลงไปในช่องทางจริง ๆ ต่อทุ่นระเบิดทั้งหมดและไม่ด้าน

FN จำนวนทุ่นระเบิดที่วางลงในช่องทางอย่างถูกต้องต่อหน่วยเวลา (ต่อเดือน) (หมายเหตุ : F จะเปลี่ยนแปลงไปได้มากเพราะสิ่งแวดล้อมและจะประมาณค่าได้โดยพิจารณาจากคนประจำเครื่องบินวางทุ่นระเบิดและนายทหารที่ชำนาญการวางทุ่นระเบิด ค่า F นี้จะรวมปัจจัยความแน่นอนของตัวทุ่นระเบิดเองด้วย โดยปกติแล้วจะประมาณ ๘๐ % ค่าโดยประมาณของ F ในเมื่อช่องทางกว้าง ๕๐๐ หลา จะอยู่ระหว่าง $F=\frac{1}{10}$ ถึง $F=\frac{1}{3}$. ดูสมมุติฐานประการที่ ๔ ในข้อ ง – ๑๑๐ และข้อความต่อท้ายและดูข้อ ๔๓๗)

t การสัญจรผ่านน่านน้ำที่วางทุ่นระเบิดต่อหน่วยเวลา (ต่อเดือน)

L ความยาวของน่านน้ำที่วางทุ่นระเบิด (เป็นไมล์ทะเล)

w ความกว้างการจุดระเบิด (เป็นฟุต)

S จำนวนเรือกวาดทุ่นระเบิดข้าศึกที่ปฏิบัติงานในน่านน้ำที่วางทุ่นระเบิด

R เป็นไมล์ทะเลที่ข้าศึกกวาดอย่างได้ผลต่อหน่วยเวลา (ต่อเดือน)

W ความกว้างย่านกวาดของเรือกวาดทุ่นระเบิดข้าศึก (เป็นฟุต ไม่เกินความกว้างของช่องทาง)

ลับ

(หมายเหตุ : สิ่งที่กำหนดให้ช้างต้นนั้นใช้หน่วยเวลาเป็นเดือนซึ่งไม่มีกำหนดกฎเกณฑ์อะไร จะใช้หน่วยเวลาอื่นที่เหมาะสมก็ได้แต่จะต้องใช้หน่วยเวลาอย่างเดียวกันตลอด การคำนวณโดยปกติแล้ว ๑ เดือนเป็นหน่วยที่เหมาะเพราะมีระยะเวลานานพอที่จะได้ค่าเฉลี่ยที่ถูกต้อง และไม่นานเกินไปถ้าจะมีการเปลี่ยนแปลง)

ฉะนั้นอาจเขียนค่าของความเสียหายได้ดังนี้

$$C=FN\frac{tLw}{tLw+SRW} \qquad \text{สมการ ๔ – ๑}$$

เพราะว่า tLw เท่ากับพื้นที่ที่เรือแล่นผ่าน SRW คือพื้นที่ที่เรือกวาดทุ่นระเบิดกวาดได้ ถ้าเอา RW หารด้วยด้านขวาของสมการ ๔ – ๑ ทั้งเศษและส่วน ค่าจะไม่เปลี่ยนแปลง

$$C=FN\frac{\frac{tLw}{RW}}{\frac{tLw}{RW}+S}$$

ให้ $\frac{tLw}{RW}=G$ อาจเขียนสมการค่าความเสียหายได้ดังนี้

$$C=FN\frac{G}{G+S} \qquad \text{สมการ ๔ – ๒}$$

G เรียกว่า susceptibility factor และกำหนดให้มีค่า

$$G=\frac{tLw}{RW} \qquad \text{สมการ ๔ – ๓}$$

Susceptibility Factor G นี้ มีค่าเป็นตัวเลขธรรมดาไม่เป็นหน่วยใด ๆ ถ้านำไปใช้ร่วมกับ Susceptibility Factor ของท่าเรืออื่นอย่างเหมาะสมแล้ว จะได้ดรรชนีของความสามารถในการวางทุ่นระเบิด ซึ่งมีประโยชน์มากในการแบ่งกำลังวางทุ่นระเบิดไปใช้ตามท่าเรือต่าง ๆ ของข้าศึก และจะคาดคะเนความเสียหายได้ ไม่มีสูตรอื่นใดหรือกรรมวิธีที่ซับซ้อนในการใช้หลักการ Area Concept และ Susceptibility ค่าต่าง ๆ ตามสูตรอาจเปลี่ยนแปลงไปและอาจต้องคำนวณหาค่าของ G หลายค่าสำหรับท่าเรือแต่ละแห่ง อย่างไร

ลับ

ลับ

ก็ตามกรรมวิธีจะไม่ยุ่งยากซับซ้อนกว่าที่กล่าวมาแล้ว มีเงื่อนไขบางประการที่จะต้องนำไปปรับสูตรความเสียหายและ Susceptibility Factor จะได้ให้คำจำกัดความของคำเฉพาะต่าง ๆ และจะไม่พยายามเปลี่ยนแปลงแนวความคิด สูตรข้างต้นนี้จะใช้ได้เฉพาะสำหรับทุ่นระเบิดแบบใดแบบหนึ่งต่อเรือเป้าแบบเดียวโดยเฉพาะและในน้ำลึกระดับเดียวถ้าทุ่นระเบิดที่กล่าวถึงวางไว้ในช่องทางที่เรือและเรือกวาดทุ่นระเบิดแล่นผ่าน

ก่อนที่จะดำเนินเรื่องต่อไปควรจะได้พิจารณาเรื่องราวนี้ทุกแง่ทุกมุม จะเห็นว่าสูตรจะคงเป็นเช่นเดิม อัตราความเสียหายจะเท่ากับจำนวนทุ่นระเบิดที่พร้อมระเบิดคูณด้วยอัตราส่วนของพื้นที่เรือแล่นผ่านต่อพื้นที่ทั้งเรือและเรือกวาดทุ่นระเบิดแล่นผ่าน

ถ้า B เป็นความกว้างของช่องทาง เมื่อเรือแล่นผ่านหนึ่งเที่ยวจะกินเนื้อที่ของช่องทาง ถ้าเรือ t ลำแล่นผ่านช่องทางต่อหน่วยเวลา อัตราที่เรือ t ลำผ่านเป็นเนื้อที่ $t \times w/B$ จากนี้อาจหาอัตราที่เรือแล่นผ่านกินเนื้อที่เต็มช่องทางได้ เรือกวาดทุ่นระเบิดก็เช่นเดียวกันจะกวาดได้ระยะทาง $\frac{SR}{L}$ ต่อหน่วยเวลาและจะกวาดได้กว้าง $\frac{W}{B}$ ของความกว้างของช่องทางต่อหนึ่งเที่ยว เพราะฉะนั้นอัตราที่เรือกวาดทุ่นระเบิดจะกวาดได้พื้นที่เต็มช่องทางจะเท่ากับ $\frac{SR}{L} \times \frac{W}{B}$.

จึงอาจเขียนสูตรความเสียหายได้ดังนี้

$$C = FN \frac{t \times \frac{w}{B}}{t \times \frac{w}{B} + \frac{SR}{L} \times \frac{W}{B}}$$

เอา LB คูณทั้งเศษและส่วน และหารผลลัพธ์ (หลังจากคูณด้วย LB แล้ว) ทั้งเศษและส่วนด้วย RW จะได้

$$C = FN \frac{\frac{tLw}{RW}}{\frac{tLw}{RW} + S}$$

$$C = FN \frac{G}{G+S}$$

พิมพ์ครั้งแรก

ลับ

ลับ

ถ้าทราบหลักการข้างต้นและเข้าใจ Area Concept Susceptibility factor G แล้ว ที่เหลือก็คือการพิจารณาว่าอะไรทำให้เกิด Susceptibility factor ท่าเรือไหนจะนำมาพิจารณา จะต้องหาค่า G กี่ค่า เพื่อหาจำนวนทุ่นระเบิดที่จะใช้วาง และวางที่ไหน

๔๐๓. Susceptibility เป็นเครื่องชี้ผลที่จะบังเกิดกับท่าเรือเมื่อวางทุ่นระเบิด

พึงสังเกตไว้อีกครั้งหนึ่งว่า Susceptibility factor G มีค่าเท่ากับ $\frac{tLw}{RW}$ ได้นำเอาปริมาณการสัญจรของท่าเรือนั้น ความยาวของพื้นที่ ๆ วางทุ่นระเบิดได้ และความกว้างเข้ามาพิจารณาแล้ว ขีดความสามารถของเรือกวาดทุ่นระเบิดข้าศึก คืออัตราที่เรือกวาดทุ่นระเบิดข้าศึกได้ ก็ได้นำมาพิจารณาแล้วด้วย โดยเหตุนี้ Susceptibility factor G จะเป็นดรรชนีชี้ประสิทธิภาพของสนามทุ่นระเบิดที่วาง ณ ท่าเรือแห่งนั้น ถ้านำค่าของ G มาใช้ให้ถูกต้อง ก็อาจแบ่งทุ่นระเบิดและกำลังวางทุ่นระเบิดได้อย่างดีที่สุด และจะคำนวณหาความเสียหายทางทฤษฎีที่จะเกิดขึ้นจากการใช้กำลังวางทุ่นระเบิดแต่ละหน่วย จำนวนตัวเลขต่าง ๆ ที่นำมาประกอบเป็นค่า Susceptibility factor ยังไม่พิจารณากันว่าเป็นเท่าใดแน่ ช่องทางเข้าออกของข้าศึกยังไม่ได้กำหนดแน่นอน รวมทั้งความแม่นยำในการวางทุ่นระเบิดกับตัวทุ่นระเบิดเองจะทำงานถูกต้องไว้ใจได้หรือไม่เพียงใด

อีกประการหนึ่งมักจะคิดเอาเองว่าสถานการณ์คงที่แล้ว (มีการเปลี่ยนแปลงน้อย) แต่ที่จริงการดำเนินสงครามทุ่นระเบิดยังไม่ได้เริ่มขึ้นเลย (ดูข้อ ๔๓๑) ข้อพิจารณาเหล่านี้จะต้องนำมาคิดในตอนต่อไปและสูตรมาตรฐานก็จะต้องปรับปรุงโดยนำเอาข้อพิจารณาเหล่านี้มาคิดด้วย

๔๑๐. การวางทุ่นระเบิดเป้าหมายรวมของข้าศึก

๔๑๑. การแบ่งทุ่นระเบิดวางตามท่าเรือต่าง ๆ

สมมุติอย่างง่าย ๆ ในขั้นนี้ว่า มีทุ่นระเบิดอยู่เพียงแบบเดียวสำหรับผู้วางแผน ดังนั้น G factor จึงมีค่าเดียวแต่ละท่าเรือของเป้าหมายรวมของข้าศึก และเรือเป้ามีแบบเดียว

พิมพ์ครั้งแรก

ลับ

เป้าหมายรวมของข้าศึกประกอบด้วยท่าเรือหลายแห่งที่วางทุ่นระเบิดได้ตามชายฝั่งและข้าศึกจำเป็นต้องใช้เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งในการทำสงคราม ตัวอย่าง เช่น ท่าเรือต่าง ๆ ทางฝั่งตะวันตกของประเทศไทย ตั้งแต่เหนือจดใต้ คือตั้งแต่ สมุทรปราการ ถึง นราธิวาส ซึ่งมีท่าเรือ สมุทรปราการ, ประจวบคีรีขันธ์, ชุมพร และสงขลา และท่าเรือเล็ก ๆ อื่น เช่น เกาะสมุย เป็นต้น

ในขณะนี้สมมุติว่าข้าศึกมีท่าเรือ ๑๐ แห่ง ประกอบเป็นเป้าหมายรวม อาจคำนวณหา Susceptibility Factor ของท่าเรือแต่ละแห่งได้ ถ้าทราบปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

๑. ปริมาณการสัญจรของเรือในท่าต่าง ๆ ต่อหน่วยเวลา

๒. ความยาวของพื้นที่ที่วางทุ่นระเบิดได้

๓. ความกว้างการจุดระเบิดของทุ่นระเบิดที่มีอยู่ต่อเรือเป้าแต่ละแบบ

๔. อัตราการกวาดของเรือกวาดทุ่นระเบิดข้าศึก

๕. ความกว้างย่านกวาดได้ผลของเรือกวาดทุ่นระเบิดข้าศึก

สมมุติว่าได้ค่าของ G ออกมาต่าง ๆ กันตามตารางข้างล่างนี้ และฝ่ายวางทุ่นระเบิด มีทุ่นระเบิดใช้วางในช่องทางของท่าเรือได้ ๒๐๐ ลูกต่อเดือน การแบ่งทุ่นระเบิดไปวางตามท่าเรือต่าง ๆ จะเป็นดังนี้

ท่าเรือ	G	$\%G$	จำนวนทุ่นระเบิด
๑.	.๒	$\frac{.๒}{๑๑} = ๑.๘๒$	๔
๒.	.๔	$\frac{.๔}{๑๑} = ๓.๖๔$	๗
๓.	.๖	$\frac{.๖}{๑๑} = ๕.๔๕$	๑๐
๔.	.๘	$\frac{.๘}{๑๑} = ๗.๒๗$	๑๕
๕.	๑.๐	$\frac{๑.๐}{๑๑} = ๙.๐๙$	๑๘
๖.	๑.๒	$\frac{๑.๒}{๑๑} = ๑๐.๙๑$	๒๒

ท่าเรือ	G		%G	จำนวนทุ่นระเบิด
๓.	๑.๔	$\frac{๑.๔}{๑๑}$	= ๑๒.๗๓	๒๖
๘.	๑.๖	$\frac{๑.๖}{๑๑}$	= ๑๔.๕๕	๒๙
๙.	๑.๘	$\frac{๑.๘}{๑๑}$	= ๑๖.๓๖	๓๓
๑๐.	๒.๐	$\frac{๒.๐}{๑๑}$	= ๑๘.๑๘	๓๖
รวม	๑๑.๐		๑๐๐.๐๐	๒๐๐

เขียนค่าของ G แต่ละท่าเรือลงไป จะหาค่า G รวมของเป้าหมายรวมได้ แล้วคิดค่า G แต่ละท่าเรือออกมาเป็นร้อยละดังแสดงไว้ข้างบน แบ่งทุ่นระเบิดทั้ง ๒๐๐ ลูก ไปวางตามท่าเรือต่าง ๆ ตามค่าร้อยละของ G ของท่าเรือนั้นโดยเหตุที่ Susceptibility factor G เป็นตัวสำคัญที่นำมาคิดจะต้องนำเอาปัจจัยหลักที่แสดงถึงผลจากการวางทุ่นระเบิดต่อท่าเรือมาใช้ เช่นการแบ่งทุ่นระเบิดตามที่แสดงไว้ข้างบน จะต้องใช้ ณ ที่ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายมากที่สุดและมีสมมุติฐานว่าข้าศึกจะแบ่งกำลังเรือกวาดทุ่นระเบิดไปใช้ตามท่าเรือต่าง ๆ เพื่อให้มีความเสียหายน้อยที่สุด ถ้าให้ i แทนคุณค่าของท่าเรือแต่ละท่าแล้ว $\sum G_i$ หมายถึงผลรวมของ Susceptibility ของท่าเรือทุกท่า กฎที่ว่าจำนวนร้อยละของทุ่นระเบิดทั้งหมดที่มี ที่จะใช้วาง ณ ท่าเรือแห่งหนึ่งแห่งใด จะเท่ากับจำนวนร้อยละของ Susceptibility รวมของท่าเรือทุกแห่งในเป้าหมายรวมของท่าเรือนั้น ๆ อาจแสดงได้โดยสมการต่อไปนี้

$$\frac{N_i}{\sum N_i} = \frac{G_i}{\sum G_i}$$ สมการ ๔ - ๔

๔๑๒. <u>การแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดไปปฏิบัติการตามท่าเรือต่าง ๆ</u>

อาจพิสูจน์ได้ว่าข้าศึกลดความเสียหายลงให้เหลือน้อยที่สุดได้ถ้าแบ่งเรือกวาดทุ่น

ลับ

ระเบิดไปปฏิบัติการตามท่าเรือต่าง ๆ ให้ได้ส่วนกับ Susceptibility ของท่าเรือแต่ละแห่ง ฉะนั้น จึงอาจเขียนกฎนี้ได้คือ

$$\frac{S_i}{\sum S_i}=\frac{G_i}{\sum G_i} \qquad \text{สมการ ๔ – ๕}$$

๔๑๓. <u>ความเสียหายของเรือ</u>

เพื่อแสดงให้เห็นความเสียหาย สมมุติว่าข้าศึกมีเรือกวาดทุ่นระเบิด ๔๐ ลำ ปฏิบัติการต่อต้านทุ่นระเบิดตามท่าเรือ ๑๐ ท่า ซึ่งรวมเป็นเป้าหมายรวม และสมมุติอีกว่ามีทุ่นระเบิดวางในช่องทางเดินเรือตามท่าเรือต่าง ๆ ๒๐๐ ลูก เราอาจคำนวณความเสียหายที่คาดคะเนได้ เพราะ $C=FN\frac{G}{G+S}$ แต่ละท่าเรือและความเสียหายรวมของทุกท่าเรือในเป้าหมายรวมจะเท่ากับผลบวกของความเสียหายแต่ละท่า หรือ

$$\sum C_i=F\sum\left(N_i\frac{G_i}{G_i+S_i}\right) \qquad \text{สมการ ๔ – ๖}$$

อย่างไรก็ดี อาจแสดงให้เห็นว่าเมื่อทุ่นระเบิดและเรือกวาดทุ่นระเบิดได้ถูกแบ่งไปใช้ตามท่าเรือต่าง ๆ ตามค่าของ Susceptibility ฉะนั้นจึงอาจเขียนสมการอย่างง่ายออกมาได้ดังนี้

$$\sum C_i=F(\sum N_i)\frac{\sum G_i}{\sum G_i+\sum S_i} \qquad \text{สมการ ๔ – ๗}$$

หรือ

$$C=FN\frac{G}{G+S} \qquad \text{สมการ ๔ – ๘}$$

เป็นที่เข้าใจกันแล้วว่า C คือความเสียหายทั้งหมดของเป้าหมายรวม (ท่าเรือ

พิมพ์ครั้งแรก

ลับ

ทุกแห่ง) ต่อเดือน, N คือจำนวนทุ่นระเบิดที่พร้อมระเบิดตามท่าเรือต่าง ๆ ในเป้าหมายรวมต่อเดือน, G คือผลบวกของ Susceptibility ของท่าเรือทุกแห่ง และ S คือจำนวนรวมของเรือกวาดทุ่นระเบิดที่ปฏิบัติการตามท่าเรือทุกแห่ง และถือว่า F มีค่าคงที่ทุกแห่งในเป้าหมายรวม (ถ้าไม่คงที่ ดูข้อ ๔๓๗ และผนวก ง.) จะหาความเสียหายรวมตามตัวอย่างในข้อ ๔๑๑ โดยแทนค่า F, G, S และ N ลงไปในสมการจะได้

$$C=1\times200\times\frac{11}{11+40}=\frac{2200}{51}=43.2$$

หรือพอที่จะคาดคะเนได้ว่าทุ่นระเบิด ๔๓ ลูก ในจำนวน ๒๐๐ ลูก จะระเบิดขึ้นโดยเรือแล่นผ่านและก่อให้เกิดความเสียหายนอกจากว่าปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้เปลี่ยนแปลงไป

๔๑๔. จุด Minimax

ถ้านำเอาความเสียหายทั้งหมดของท่าเรือทุกแห่งในพื้นที่นั้นไปพล็อตในกราฟสามมิติต่อจำนวนทุ่นระเบิดแบบเดียว ณ ท่าเรือแห่งหนึ่งโดยเฉพาะและต่อจำนวนเรือกวาดทุ่นระเบิดซึ่งกวาดทุ่นระเบิดแบบเดียวกันในท่าเรือเดียวกัน ผลก็คือพื้นบจะมีรูปร่างเหมือนพื้นด้านบนของอานม้า ซึ่งโค้งเว้าลงมา (ดู รูป ง – ๑ หัวและหางม้าจะชี้ไปทางหมายเลข ๑ และ ๒ ตามลำดับ) จุดซึ่งอยู่ตรงศูนย์กลางของอานม้านี้เรียกว่าจุด Minimax กล่าวคือถ้าลองนึกภาพอานม้าดูเส้นกึ่งกลางตามยาวซึ่งลากจากหัวม้าท้ายโค้งตามหลังอาน และเส้นกึ่งกลางตามขวางอีกเส้นหนึ่งลากจากโคลนข้างหนึ่งขึ้นไปยังโคลนอีกข้างหนึ่งไปตามหลังอาน จุดตัดที่เส้นทั้งสองนี้ตัดกันคือจุด Minimax เป็นจุดต่ำสุดของเส้นตามยาว และเป็นจุดสูงสุดของเส้นตามขวาง จากการศึกษาพิจารณากราฟ อาจหายุทธวิธีที่ได้ผลมากที่สุดในการแบ่งทุ่นระเบิดไปวางตามท่าเรือและการแบ่งกำลังเรือกวาดทุ่นระเบิด

เมื่อผู้วางแผนแบ่งทุ่นระเบิดตามกฎที่กล่าวแล้ว และข้าศึกแบ่งกำลังเรือกวาดทุ่นระเบิดไปตามท่าเรือต่าง ๆ โดยกฎเดียวกัน ทั้งสองฝ่ายก็จะบรรลุถึงจุด Minimax จุดเดียวกัน คือต่างฝ่ายต่างแบ่งกำลังของตนกระทำต่ออีกฝ่ายหนึ่งเพื่อให้ได้ผลดีที่สุด ผนวก ค.

ลับ

จะกล่าวถึงปัจจัยเหล่านี้และยุทธวิธีที่ดีที่สุด และตอนต่อไปจะกล่าวถึงผู้วางแผนวางทุ่นระเบิด จะสามารถลวงฝ่ายป้องกันให้แบ่งกำลัง (เรือกวาดทุ่นระเบิด) ผิดได้อย่างไร และใช้ประโยชน์จากข้อได้เปรียบนี้เพิ่มความเสียหายแก่ฝ่ายตรงข้ามได้มากขึ้น

อาจกล่าวได้ว่าทุ่นระเบิดจำนวนหนึ่งได้วางไว้ในพื้นที่ต่าง ๆ และช่องทางของท่าเรือนั้น และเรือกวาดทุ่นระเบิดจำนวนหนึ่งดำเนินการกวาดทุ่นระเบิดในพื้นที่นั้น ต่างฝ่ายต่างไม่ทราบว่าฝ่ายตรงข้ามแบ่งกำลังอย่างไร พื้นที่ปฏิบัติการคือท่าเรือต่าง ๆ และผลที่ฝ่ายรุกได้รับก็คือความเสียหายที่เกิดขึ้นกับฝ่ายตรงข้าม และผลที่ฝ่ายรับจะได้รับก็คือจำนวนทุ่นระเบิดที่กวาดได้ ซึ่งจะลดอัตราความเสียหายที่จะได้รับลง ท่าเรือแต่ละท่าไม่ว่าเล็กหรือใหญ่ จะมีส่วนสำคัญต่อยุทธศาสตร์ส่วนรวมของทั้งสองฝ่าย

๔๑๕. <u>ผลตอบแทนสูงสุดที่จะได้รับต่อเที่ยวบิน</u>

มีข้อคิดอีกประการหนึ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาในการหาวิธีแบ่งทุ่นระเบิดไปวางตามเมืองท่าต่าง ๆ ให้ได้ประโยชน์มากที่สุด โดยปกติแล้วข้อจำกัดในการดำเนินสงครามทุ่นระเบิดโดยใช้เครื่องบินก็คือเครื่องบินที่มีอยู่ ในสถานการณ์เช่นนี้ ผู้วางแผนวางทุ่นระเบิดควรพยายามทำให้เกิดความเสียหายแก่ข้าศึกให้มากที่สุดที่จะทำได้ด้วยจำนวนเที่ยวบินที่จำกัด ปัญหาก็คือการแบ่งเที่ยวบินที่จะนำทุ่นระเบิดไปวางตามเมืองท่าต่าง ๆ เพื่อก่อให้เกิดความเสียหายมากที่สุดมากกว่าการแบ่งทุ่นระเบิด

โดยเหตุที่ทุ่นระเบิดขนาดหนึ่งอาจเหมาะที่จะใช้กับท่าเรือแห่งหนึ่งอาจไม่เหมาะที่จะใช้กับท่าเรืออีกแห่งหนึ่ง เช่นความลึกของน้ำแต่ละท่าไม่เท่ากัน จำนวนทุ่นระเบิดที่บรรทุกไปวางตามท่าเรือต่าง ๆ แต่ละเที่ยวบินจึงแตกต่างกัน จำนวนทุ่นระเบิดที่บรรทุกได้แต่ละเที่ยวบินจะต้องนำมาพิจารณาจัดแบ่งเที่ยวบินเพื่อไปวางทุ่นระเบิดตามท่าเรือต่าง ๆ การแบ่งนี้จะดีที่สุดได้โดยเอา Susceptibility G ของท่าเรือแห่งหนึ่งคูณด้วยจำนวนทุ่นระเบิดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด สำหรับท่าเรือนั้น ซึ่งเครื่องบินสามารถบรรทุกได้ M_i ผลคูณนี้เรียกว่า Lead Susceptibility ซึ่งแทนค่าด้วย V_i:

$$V_i = M_i G_i \qquad \text{สมการ } ๔ - ๔$$

ลับ

อาจแสดงให้เห็นได้ว่าเมื่อการดำเนินสงครามทุ่นระเบิดถูกจำกัดด้วยจำนวนเที่ยวบินที่มีอยู่ จะทำให้เกิดความเสียหายสูงสุดได้ ถ้าแบ่งเที่ยวบินไปวางทุ่นระเบิดตามท่าเรือต่าง ๆ ให้ได้ส่วนสัมพันธ์กับ Load Susceptibility ของแต่ละท่า คือถ้า

$$\frac{A_i}{\sum A_i}=\frac{V_i}{\sum V_i} \qquad \text{สมการ ๔ – ๑๐}$$

A คือจำนวนเที่ยวบินที่บินไปวางทุ่นระเบิดแต่ละท่า สมการนี้ใช้เช่นเดียวกับสมการ ๔ – ๔

ผลประการหนึ่งในการแบ่งเที่ยวบินโดยวิธีนี้จะเป็นการเพิ่มจำนวนทุ่นระเบิดที่วางในบริเวณน้ำตื้นได้มากขึ้น เพราะทุ่นระเบิดขนาดเล็กก็ใช้ได้โดยเสียค่าใช้จ่ายเท่ากับการวางทุ่นระเบิดในบริเวณน้ำลึกเพราะในบริเวณน้ำลึกทุ่นระเบิดขนาดใหญ่เท่านั้นจึงจะใช้ได้ผล

เมื่อแบ่งเที่ยวบินให้ได้ผลดีที่สุดแล้วความเสียหายที่เกิดขึ้นแต่ละท่า คือ

$$C_i=FA_i\frac{V_i}{G_i+S_i} \qquad \text{สมการ ๔ – ๑๑}$$

และความเสียหายทั้งหมดในเป้าหมายรวม คือ

$$C=FA\frac{V}{G+S} \qquad \text{สมการ ๔ – ๑๒}$$

เมื่อ A คือจำนวนเที่ยวบินทั้งหมดที่บินได้ต่อเดือน และ V คือ ผลรวมของ Load – Susceptibility ทั้งหมดของเป้าหมายรวม

ผนวก ข.จะแสดงการดำเนินสงครามทุ่นระเบิดด้วยการแบ่งเที่ยวบินให้ได้ผลดีที่สุด

ลับ

ดูผนวก ง.ถ้าประสงค์จะทราบวิธีใช้ความกว้างความเสียหายเพื่อกำหนดปริมาณและชนิดของความเสียหายให้แน่ยิ่งขึ้น

๔๑๖. ส่วนต่าง ๆ ของช่องทาง

ความกว้างการจุดระเบิดของทุ่นระเบิดและแม้แต่ขนาดของทุ่นระเบิดที่ใช้จะเปลี่ยนแปลงไปตามความลึกของน้ำที่เปลี่ยนแปลงไป เพราะฉะนั้นแต่ละช่องทางย่อมจะแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ซึ่งแต่ละส่วนความลึกของน้ำจะใกล้เคียงกันตลอด การแบ่งส่วนของช่องทางมีอธิบายไว้ละเอียดในข้อ ๔๒๒

ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกับการแบ่งทุ่นระเบิดไปวางตามท่าเรือต่าง ๆ ทั่วทั้งเป้าหมายรวม แบ่งตาม Susceptibility ของท่าเรือแต่ละแห่ง (ดูข้อ ๔๑๑) ทุ่นระเบิดวาง ณ ท่าเรือแห่งหนึ่งแห่งใดก็ควรต้องแบ่งวางตามช่องทางตาม Susceptibility ของส่วนต่าง ๆ ของช่องทางคือ

$$C_n = FN_n \frac{G_n}{G_n + S_n}, \qquad \text{สมการ ๔ – ๑๓}$$

เมื่อ n ที่ใส่ไว้ข้างใต้หมายถึงส่วนของช่องทางเช่นเดียวกับ i หมายถึงท่าเรือ และสมการ ๔ – ๔, ๔ – ๕, ๔ – ๑๐ และ ๔ – ๑๑ อาจเขียนได้ใหม่ดังนี้

$$\frac{N_n}{\sum N_n} = \frac{G_n}{\sum G_n} \qquad \text{สมการ ๔ – ๑๔}$$

$$\frac{S_n}{\sum S_n} = \frac{G_n}{\sum G_n} \qquad \text{สมการ ๔ – ๑๕}$$

$$\frac{A_n}{\sum A_n} = \frac{V_n}{\sum V_n}, \qquad \text{สมการ ๔ – ๑๖}$$

และ

$$C_n = FA_n \frac{V_n}{G_n + S_n} \qquad \text{สมการ ๔ – ๑๗}$$

ลับ

ลับ

พึงสังเกตว่าผลบวกของ n อาจหมายรวมถึงส่วนต่าง ๆ ของช่องทางทั้งหมด ทั้งเป้าหมายรวมแทนที่จะเป็นส่วนของช่องทางหนึ่งช่องทางใด เพราะฉะนั้น $\sum G_n$ อาจถือว่าเท่ากับ G และค่าอื่น ๆ ก็เช่นเดียวกัน

๔๑๗. <u>การแยกคำเนินสงครามทุ่นระเบิดกับเรือสินค้าและเรือคำน้ำ</u>

เนื่องจากเรือคำน้ำนั้นถือว่าเป็นเป้าหมายสำคัญ เพราะเรือคำน้ำแตกต่างจากเรือผิวน้ำมาก ผู้วางแผนวางทุ่นระเบิดมักจะแบ่งกำลังวางทุ่นระเบิดเอาตามใจ เพื่อใช้วางทุ่นระเบิดต่อต้านเรือคำน้ำโดยเฉพาะหรืออีกนัยหนึ่งพูดอย่างง่าย ๆ ว่าผู้วางแผนไม่คำนึงถึงความเสียหายส่วนรวมสูงสุดหรือผู้วางแผนต้องการให้แน่ใจว่าจะต้องมีเรือคำน้ำจำนวนหนึ่งได้รับความเสียหาย แม้ว่าการกระทำเช่นนี้จะทำให้ความเสียหายส่วนรวมลดน้อยลง ในสถานการณ์เช่นนี้จำนวนทุ่นระเบิดทั้งหมด N จะถูกแบ่งเป็นสองจำนวน ตามใจชอบ จำนวนหนึ่งคือ $N^{(\text{sub})}$ ใช้สำหรับวางทำลายเรือคำน้ำ และอีกจำนวนหนึ่งคือ $N^{(mm)}$ ใช้สำหรับวางทำลายเรือสินค้า เที่ยวบินสำหรับวางทุ่นระเบิดทั้งสองจำนวนนี้ก็จะต้องแบ่งควบคู่กันไปด้วยเป็น $A^{(\text{sub})}$ และ $A^{(mm)}$. สมการการแบ่งเพื่อให้ได้ผลดีที่สุดต่อไปนี้ใช้ได้โดยประมาณเท่านั้น แต่ก็ละเอียดพอเพียงแล้ว (คำอธิบายละเอียดกว่านี้มีในข้อ ง – ๑๖๐) ทุ่นระเบิดทำลายเรือคำน้ำจะต้องแบ่งวางตามส่วนต่าง ๆ ของช่องทาง n ส่วนตาม

$$\frac{N_n^{(\text{sub})}}{\sum N_n^{(\text{sub})}} \approx \frac{G_n^{(\text{sub})}}{\sum G_n^{(\text{sub})}} \qquad \text{สมการ ๔ – ๑๘}$$

เมื่อ $G_n^{(\text{sub})}$ หมายถึง Susceptibility ซึ่งคำนวณสำหรับการสัญจรของเรือคำน้ำอย่างเดียวอันสัมพันธ์กับทุ่นระเบิดทำลายเรือคำน้ำแต่อย่างเดียว โดยทำนองเดียวกัน

$$\frac{N_n^{(mm)}}{\sum N_n^{(mm)}} \approx \frac{G_n^{(mm)}}{\sum G_n^{(mm)}} \qquad \text{สมการ ๔ – ๑๙}$$

ลับ

ลับ

เมื่อ $G_n^{(mm)}$ หมายถึง Susceptibility ที่คำนวณสำหรับการสัญจรของเรือสินค้าอย่างเดียวอันสัมพันธ์กับทุ่นระเบิดทำลายเรือสินค้าแต่เพียงอย่างเดียว หรืออีกนัยหนึ่งการแบ่งทุ่นระเบิดนี้เหมือนกับว่าการดำเนินสงครามต่อต้านเรือคำน้ำและทำลายเรือสินค้าต่างดำเนินไปอย่างอิสระไม่สัมพันธ์กัน โดยทำนองเดียวกัน

$$\frac{A_n^{(\text{ลนใจ})}}{\sum A_n^{(\text{ลพอย})}} \approx \frac{V_n^{(\text{รนอร})}}{\sum V_n^{(\text{รนอย})}} \qquad \text{สมการ ๔ – ๒๐}$$

และ

$$\frac{A_n^{(mm)}}{\sum A_n^{(mm)}} \approx \frac{V_n^{(mm)}}{\sum V_n^{(mm)}} \qquad \text{สมการ ๔ – ๒๑}$$

สมการต่อไปนี้ใช้สำหรับหาอัตราความเสียหายโดยประมาณเท่านั้น และจะใช้ได้เพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับสมมุติฐานต่อไปนี้

๑. ทุ่นระเบิดทำลายเรือคำน้ำมีประสิทธิภาพน้อยกว่าทุ่นระเบิดทำลายเรือสินค้ามากและความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเรือสินค้า เนื่องจากทุ่นระเบิดทำลายเรือคำน้ำนั้นน้อยมากจนไม่ต้องคำนึงถึงและทุ่นระเบิดทำลายเรือสินค้าก็มีประสิทธิภาพน้อยมากในการทำลายเรือคำน้ำและความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเรือคำน้ำ เนื่องจากทุ่นระเบิดทำลายเรือสินค้าก็ตัดทิ้งเสียได้

๒. การกวาดทุ่นระเบิดก็กวาดได้พื้นที่มากเมื่อเปรียบเทียบกับการผ่านของเรือสินค้าและเรือคำน้ำ สิ่งที่นำมาพิจารณาก็คือการกวาดทุ่นระเบิดเท่านั้น นั่นคือจะตัดทิ้งเสียได้เมื่อเปรียบเทียบกับ S.

พิมพ์ครั้งแรก

ลับ

ถ้าสมมุติฐานนี้ใช้ได้แล้ว

$$C^{(\text{ระบุ})} \approx FN^{(\text{ระบุ})} \frac{G^{(\text{ระบุ})}}{S} \qquad \text{สมการ ๔ – ๒๒}$$

หรือ $$C^{(\text{ระบุ})} \approx FA^{(\text{ระบุ})} \frac{V^{(\text{ระบุ})}}{S} \qquad \text{สมการ ๔ – ๒๓}$$

หรือ $$C^{(mm)} \approx FN^{(mm)} \frac{G^{(mm)}}{S} \qquad \text{สมการ ๔ – ๒๔}$$

หรือ $$C^{(mm)} \approx FA^{(mm)} \frac{V^{(mm)}}{S} \qquad \text{สมการ ๔ – ๒๕}$$

สมการเหล่านี้ประมาณค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นในช่องทางเกินความจริงไปบ้างแต่โดยปกติอาจมีเรือที่เดินออกนอกทางและได้รับความเสียหายพอคุ้มกับอัตราผิดนั้น

๔๑๘. <u>การเปลี่ยนหน่วยเพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณและทำตาราง</u>

เมื่อใช้หน่วยที่กำหนดให้ในข้อ ๔๐๒ ค่าของ Susceptibility factor B ส่วนมากมีค่าน้อยกว่าหนึ่ง (ดูตาราง ข – ๒ ถึง ข – ๕) ผู้วางแผนบางคนอาจเห็นว่าควรนำวิธีการต่อไปนี้มาใช้เพื่อตัวเลขต่าง ๆ มีค่ามากกว่าหนึ่ง

แทนที่จะใช้ค่าของ R เป็นไมล์ต่อเดือน ใช้หน่วย ๑๐๐๐ ไมล์ต่อเดือน และเรียกค่านี้ว่า R^* (R star) ซึ่งหมายถึง R ที่เปลี่ยนหน่วยไป เช่นตัวอย่างถ้าสมมุติว่าอัตราการกวาดทุ่นระเบิดเป็น ๑๐๐๐ ไมล์ต่อเดือน $R = 1{,}000$ และ $R^* = 1$.

แทนที่จะใช้ฟุตแทนหน่วยสำหรับ W, ใช้หน่วย ๑๐๐ ฟุต และเรียกจำนวนนี้ว่า W^* (W star) เพื่อให้รู้ว่า W, ที่ใช้หน่วยที่เปลี่ยนไป เช่นตัวอย่าง ถ้าสมมุติว่าความกว้างของการกวาดเป็น ๒๐๐๐ ฟุต $W = 2{,}000$ $W^* = 20$.

$G^* = tLw/R^*W^*$, และให้ $V^* = MG^*$. ดังนั้น

สมการ ๔ – ๑๓ ถึง ๔ – ๑๗ อาจเปลี่ยนไปใช้ G^* และ V^* ได้โดยตรง

$$C_n = FN_n \frac{G_n}{G_n + S_n} \qquad \text{สมการ ๔ – ๑๓}$$

$$= FN_n \frac{G_n/100{,}000}{(G_n^*/100{,}000) + S_n}$$

$$\frac{N_n}{\sum N_n} = \frac{G_n}{\sum G_n} = \frac{G_n^*}{\sum G_n^*} \qquad \text{สมการ ๔ – ๑๔}$$

$$\frac{S_n}{\sum S_n} = \frac{G_n}{\sum G_n} = \frac{G_n^*}{\sum G_n^*} \qquad \text{สมการ ๔ – ๑๕}$$

$$\frac{A_n}{\sum A_n} = \frac{V_n}{\sum V_n} = \frac{V_n^*}{\sum V_n^*} \qquad \text{สมการ ๔ – ๑๖}$$

$$C_n = FA_n \frac{V_n}{G_n + S_n} \qquad \text{สมการ ๔ – ๑๗}$$

$$= FA_n \frac{V_n^*/100{,}000}{(G_n^*/100{,}000) + S_n}$$

๔๒๐. The Susceptibility factor G

Susceptibility factor G มีค่า $\frac{tLw}{RW}$. ตัวประกอบต่าง ๆ ก็ได้กล่าวมาแล้ว แต่จำเป็นจะต้องกล่าวเพิ่มเติมอีก ตัวประกอบต่าง ๆ เหล่านี้จะต้องกำหนดให้ชัดลงไป และการพิจารณาตัวประกอบตัวหนึ่งตัวใด ก็จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงอย่างอื่น ๆ ด้วย เช่น ตัวอย่างถ้าพิจารณาค่าของ L, คือความยาวของน่านน้ำที่วางทุ่นระเบิดได้ ก็จะนำไปสู่ขอบเขตของน่านน้ำที่วางทุ่นระเบิดได้ความลึก ซึ่งทุ่นระเบิดจะมีประสิทธิภาพแตกต่างกันออกไปในระดับ

น้ำลึกต่าง ๆ กัน และความลึกนี้จะสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการวัดค่าความกว้างจุดระเบิดของทุ่นระเบิดในระดับน้ำลึกต่าง ๆ ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องอธิบายตัวประกอบเหล่านี้ให้ชัดเจน เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้มีหน้าที่วางแผนพูดภาษาเดียวกันเพื่อคำนวณค่าของ *G's* และวางแผนสนามทุ่นระเบิดหวังผลต่อเนื่อง

๔๒๑. <u>จำนวนเที่ยวของการสัญจร</u> *(t)*

เรือที่แล่นผ่านน่านน้ำที่วางทุ่นระเบิดหนึ่งครั้งเรียกว่าหนึ่งเที่ยว จำนวนเที่ยวเรือผ่านของเรือประเภทที่น่าจะพิจารณาอาจหาได้หลายวิธี โดยปกติการข่าวกรองจะให้จำนวนเรือเข้าออกท่าเรือเป็นรายเดือน ถ้าความประสงค์ของเรามุ่งแต่เฉพาะเรือสินค้ามากกว่าเรือรบ ก็นับเฉพาะเที่ยวของเรือสินค้า ถ้ามุ่งแต่จำนวนเที่ยวของเรือคำน้ำจะต้องหาสูตรคำนวณเที่ยวของเรือคำน้ำ

นอกเหนือจากจำนวนเที่ยวเรือผ่านแล้ว จะต้องหาขนาดของเรือ, ชนิดของเครื่องจักรที่ใช้ขับเคลื่อน, ความเร็ว, และการลบล้างอำนาจแม่เหล็ก เพื่อประโยชน์ในการคิดความกว้างการจุดระเบิด *w,* สำหรับหาค่า G factor

ก. จำนวนเที่ยวของเรือสินค้า แม้ว่าเรือสินค้าจะมีขนาดแตกต่างกันตั้งแต่เรือเดินชายฝั่งจนถึงเรือขนาดใหญ่ อาจถือเอาขนาด ๓๕๐๐ ตัน(GRT ระวางขับน้ำจดทะเบียน) เป็นขนาดเฉลี่ยและจะพิจารณาแต่เฉพาะเรือที่มีขนาดเกินกว่า ๑๐๐๐ ตันเท่านั้น แต่ละเที่ยวไม่ว่าเรือเล็กหรือใหญ่คิดว่าเป็นเรือขนาด ๓๕๐๐ ตัน มีการลบล้างอำนาจแม่เหล็ก (Degaussed) แล่นด้วยความเร็ว ๕ น็อต ถ้ารู้ลักษณะที่แท้จริงของเรือเป้า เช่น ขนาด, ความเร็ว, การลบล้างอำนาจแม่เหล็ก ฯลฯ แล้ว ก็จะหาความกว้างการจุดระเบิดได้ถูกต้อง

ถ้าการข่าวกรองไม่สามารถให้จำนวนเที่ยวเรือผ่านที่แท้จริงได้ อาจใช้วิธีประมาณจำนวนเที่ยวเรือผ่านดังนี้ ถ้าทราบขนาดของท่าเรือว่าสามารถรับเรือสินค้าได้กี่ตันต่อหน่วยเวลา และถ้าใช้หน่วยเวลาเป็นเดือน ก็จะหาได้ว่าท่าเรือจะรับเรือสินค้าได้กี่ตันต่อเดือน แต่ใช้ ๒๕ % ของความสามารถของท่าเรือต่อเดือนเท่านั้น เพราะโดยปกติท่าเรือจะใช้ขีดความสามารถเพียง ๒๕ % ของขีดความสามารถสูงสุด แล้วเอา ๓๕๐๐ ตันหาร จะได้ขีดความสามารถของท่าเรือว่าจะรับเรือเฉลี่ยเดือนละกี่ลำ ก็จะได้จำนวนเรือเฉลี่ยที่เข้าออกท่าเรือนี้ เอา ๒ คูณก็จะได้จำนวนเที่ยวของเรือต่อเดือน (เอา ๒ คูณเพราะเข้า ๑ เที่ยว ออก ๑ เที่ยว)

$$\text{จำนวน} = \frac{\text{ขีดความสามารถของท่าเรือเป็นตันต่อเดือน} \times ๒๕\% \times ๒}{๓๕๐๐}$$

$$= \frac{\text{ขีดความสามารถของท่าเรือเป็นตันต่อเดือน} \times ๒}{๓๕๐๐ \times ๔}$$

ข. จำนวนเที่ยวของเรือคำน้ำ ถ้าจะดำเนินสงครามทุนระเบิดต่อต้านเรือคำน้ำ จะต้องทราบจำนวนเที่ยวที่ทั้งเรือสินค้าและเรือคำน้ำผ่านเข้าออกท่าเรือนั้น โดยทั่วไปแล้วจะมีเรือคำน้ำจำนวนหนึ่งประจำอยู่ที่ท่าเรือแห่งนั้น เรือคำน้ำเหล่านี้จะออกฝึกในทะเลและปฏิบัติการลาดตระเวน เรือคำน้ำเหล่านี้มีขนาดต่าง ๆ กันและมีความสามารถอยู่ในทะเลได้นานแตกต่างกันด้วย

ถ้าไม่ทราบจำนวนเที่ยวผ่านเข้าออกของเรือคำน้ำแล้ว อาจใช้วิธีประมาณจำนวนเที่ยวผ่านของเรือคำน้ำได้ดังนี้ ห้าในหกของจำนวนเรือคำน้ำจะออกปฏิบัติการเป็นรอบซึ่งการฝึก ๒ ครั้ง การลาดตระเวน ๑ ครั้ง เรือคำน้ำจะมีการผ่านเข้าออก ๖ ครั้ง ต่อรอบ ระยะเวลาต่อรอบอาจถือหลักดังนี้

เรือคำน้ำชายฝั่ง	๑ เดือนต่อรอบ
เรือคำน้ำขนาดกลาง	๑ $\frac{๑}{๒}$ เดือนต่อรอบ
เรือคำน้ำขนาดใหญ่	๓ เดือนต่อรอบ

เมื่อทราบจำนวนและชนิดของเรือคำน้ำที่ประจำอยู่ที่ท่าเรือแห่งนั้น อาจคำนวณหาจำนวนเที่ยวของเรือคำน้ำที่ผ่านเข้าออกได้ตามหลักข้างบนนี้ ในกรณีที่ไม่ทราบชนิดของเรือคำน้ำอาจคำนวณได้โดยถือเอาเรือคำน้ำขนาดกลางเป็นหลัก

บัดนี้เราจะได้สูตรสำหรับคำนวณหาจำนวนเที่ยวของเรือคำน้ำต่อเดือน โดยให้

X = จำนวนเรือคำน้ำปฏิบัติการระยะไกล (ขนาดใหญ่) ประจำท่าเรือนั้น

Y = จำนวนเรือคำน้ำขนาดกลางที่ประจำท่าเรือนั้น

Z = จำนวนเรือคำน้ำขนาดเล็กประจำท่าเรือนั้น

จำนวนเที่ยวเรือผ่านของเรือดำน้ำขนาดใหญ่ต่อเดือน

$$=(5/6)\times X\times\ 6/3=1.67X$$

จำนวนเที่ยวเรือผ่านของเรือดำน้ำขนาดกลางต่อเดือน

$$=(5/6)\times Y\times 6/1.5=3.33Y$$

จำนวนเที่ยวเรือผ่านของเรือดำน้ำขนาดเล็กต่อเดือน

$$=(5/6)\times Z\times 6/1=5Z$$

จำนวนเที่ยวเรือผ่านของเรือดำน้ำขนาดใหญ่และขนาดกลางมักจะรวมกันเป็นจำนวนเที่ยวเรือผ่านของเรือดำน้ำเดินสมุทร (Oceangoing Submarines)

นอกจากการทราบจำนวนเที่ยวเรือผ่านของเรือดำน้ำแล้วจะต้องทราบสภาวะอย่างอื่นด้วย เช่น ความเร็ว เครื่องจักรที่ใช้ขับเคลื่อน การลบล้างอำนาจแม่เหล็ก สำหรับใช้หาความกว้างการจุดระเบิดต่อไป

สภาวะของเรือดำน้ำ มักจะถือว่ามีการลบล้างอำนาจแม่เหล็ก แล่นผิวน้ำด้วยความเร็ว ๕ น็อต ขับเคลื่อนด้วยกำลังแบตเตอรี่

การที่ถือหลักว่าเรือดำน้ำและเรือสินค้าใช้ความเร็วต่ำเช่นนี้ก็เพราะมีเหตุผลว่าเรือดำน้ำและเรือผิวน้ำจะใช้ความเร็วต่ำเพื่อป้องกันตนเองจากทุ่นระเบิด โดยทำนองเดียวกัน ผบ. เรือดำน้ำจะใช้กำลังแบตเตอรี่ขับเคลื่อนในน่านน้ำที่วางทุ่นระเบิดเพื่อป้องกันตนเองจากทุ่นระเบิดเสียง

๑๒. <u>ความยาวของส่วนต่าง ๆ ของช่องทางที่วางทุ่นระเบิดได้</u>

ข้อพิจารณาใด ๆ ที่เกี่ยวกับความยาวของน่านน้ำที่วางทุ่นระเบิดได้ L ย่อมนำไปสู่การพิจารณาความลึก ขอบเขตของความยาวและความลึก ความกว้างการจุดระเบิดของทุ่น

ระเบิดแบบที่ใช้ได้ผลและการแบ่งส่วนต่าง ๆ ของช่องทางออกเป็นตอน ๆ โดยอาศัยความลึกเป็นเครื่องแบ่ง เพื่อช่วยในการคำนวณ

สำหรับทุ่นระเบิดอิทธิพลที่วางกับพื้นท้องทะเลโดยใช้เครื่องบินวางนั้นถือว่าขอบเขตของความลึกคือเขตที่ลึกไม่เกิน ๒๗ $\frac{๑}{๒}$ วา แต่พึงระลึกไว้ว่าทุ่นระเบิดบางลูกอาจใช้ไม่ได้ผลในน้ำลึกระดับนี้

น่านน้ำที่วางทุ่นระเบิดได้คือน่านน้ำบริเวณท่าเทียบเรือ ท่าทอดจอดเรือ น่านน้ำจำกัดซึ่งมีความลึกตั้งแต่ ๒ $\frac{๑}{๒}$ วา ถึง ๒๗ $\frac{๑}{๒}$ วา ซึ่งข้าศึกจำเป็นต้องเจาะช่องทางผ่านเข้าออก น่านน้ำที่ควรนำมาพิจารณาด้วยก็คือน่านน้ำที่กว้างไม่เกิน ๑๐ ไมล์ และข้าศึกไม่สามารถหลบหลีกไปใช้เส้นทางอื่นได้ น่านน้ำจำกัดหมายถึงช่องทางระหว่างเกาะ ช่องแคบ หรือช่องทางระหว่างผืนแผ่นดินกับแนวหินหรือที่ตื้นนอกฝั่ง ซึ่งมีความกว้างใช้เดินเรือได้ไม่เกิน ๑๐ ไมล์

ความยาวของน่านน้ำที่วางทุ่นระเบิดได้โดยปกติวัดเป็นไมล์ทะเลจากท่าเทียบเรือออกจนถึงแนวน้ำลึก ๒๗ $\frac{๑}{๒}$ วา หรือจากท่าเทียบเรือออกไปในทะเล ๑๐ ไมล์ และมีความกว้างในการเดินเรือเกินกว่า ๑๐ ไมล์ แล้วแต่ว่าทางไหนจะใกล้กว่ากันก็คิดทางใกล้ ความยาวนี้วัดละเอียดจนถึง $\frac{๑}{๑๐}$ ของไมล์ทะเล และความยาวของท่าทอดจอดเรือหรือน่านน้ำจำกัดซึ่งข้าศึกไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้เท่านั้นที่จะต้องนำมาพิจารณา

โดยปกติแล้วจะไม่คำนวณหา **Susceptibility** ของช่องทางที่ยาวไม่เกิน ๑ ไมล์ แต่จะวางทุ่นระเบิดในช่องทางนี้สองสามลูกเพื่อให้ข้าศึกแยกกำลังเรือกวาดทุ่นระเบิดมาใช้ในช่องทางนี้

อย่างไรก็ดีในช่องทางที่มีระยะสั้น ๆ มาก ข้าศึกอาจใช้มาตรการพิเศษซึ่งไม่เหมาะที่จะใช้กับช่องทางยาว ๆ มาตรการดังกล่าวรวมทั้งวางเครื่องกวาดทุ่นระเบิดแม่เหล็กไว้ประจำที่เพื่อว่าเมื่อใดมีทุ่นระเบิดทิ้งลงมา เครื่องกวาดก็จะทำการกวาดต่อเนื่องกันตลอดเวลา หรือนำเรือดำน้ำผ่านออกโดยใช้ความเร็วต่ำที่สุด มาตรการต่อต้านพิเศษเหล่านี้จะทำให้การคำนวณโดยใช้ **Susceptibility** เป็นหลักในช่องทางระยะสั้น ๆ ใช้ไม่ได้ผล โดยเหตุที่ค่าของ w และ RW. เฉพาะตำบลที่นั้นเปลี่ยนไปมาก

ลับ

สำหรับการวางแผนเบื้องต้นอาจใช้คำแนะนำต่อไปนี้เป็นแนวทางเพื่อให้บรรลุความมุ่งหมายในการวางแผนได้ กล่าวคือข้าศึกจะกำหนดช่องทางเดินเรือในยามสงครามขึ้น คือช่องทางที่ใกล้ที่สุดจากท่าเทียบเรือไปสู่น่านน้ำที่ปลอดภัยจากทุ่นระเบิด หรือช่องทางที่น้ำลึกที่สุดไปสู่น่านน้ำที่ปลอดภัยจากทุ่นระเบิดหรือทั้งสองอย่างร่วมกันคือใกล้ที่สุดและลึกที่สุด

โดยปกติฝ่ายเราก็อาจพิจารณากำหนดช่องทางเช่นเดียวกันนี้ได้ โดยอาศัยข่าวสารที่ปรากฏในแผนที่เดินเรือ เช่น กระโจมไฟ หิน บริเวณที่ตื้น และลักษณะทางภูมิศาสตร์อื่น ๆ ข่าวสารที่มีคุณค่าเหล่านี้มีอยู่ใน

๑. คำแนะนำการเดินเรือ

๒. แผนที่นำร่อง

๓. นำร่องชายฝั่ง

๔. แผนที่ต่าง ๆ

๕. การสำรวจทางข่าวกรองแห่งชาติ

๖. ข้อมูลทางอุทกศาสตร์และสมุทรศาสตร์

ช่องทางที่ฝ่ายวางแผนวางทุ่นระเบิดคาดเอาเองอาจไม่ใช่ช่องทางที่แท้จริงของฝ่ายข้าศึกแต่ก็ใกล้เคียงสำหรับการวางแผนล่วงหน้าก่อนเริ่มสงคราม และสำหรับกำหนดค่าของ L เพื่อหา factor G เมื่อสงครามเกิดขึ้นเรือดำน้ำและเครื่องบินตรวจการณ์และแหล่งข่าวกรองอื่น ๆ คอยสังเกตเรือลำเลียงและเรือกวาดทุ่นระเบิดของข้าศึก ทำให้ทราบช่องทางเดินเรือที่ถูกต้องของข้าศึกได้ค่าของ t, R และ W จะไม่เปลี่ยนทุกส่วนของช่องทาง และถือว่าข้าศึกจะแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดไปปฏิบัติการตามส่วนต่าง ๆ ของช่องทางเพื่อให้เกิดความเสียหายน้อยที่สุด แต่ความกว้างการจุดระเบิดจะขึ้นอยู่กับความลึกของน้ำ ฉะนั้นจึงเปลี่ยนแปลงไปได้ทุกส่วนของช่องทาง แม้ว่าจะเปลี่ยนชนิดและขนาดของทุ่นระเบิดที่ลวรจะใช้ได้ก็ตาม เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นต้องทราบความลึกของน้ำตามส่วนต่าง ๆ ของช่องทางเพื่อคำนวณหา Susceptibility รวมทั้งความยาวของส่วนต่าง ๆ ของช่องทางด้วย ในหนังสือคู่มือทุ่นระเบิดของกรมสรรพาวุธจะให้ความกว้างการจุดระเบิดของทุ่นระเบิดทุก ๆ ๕ วา เพื่อสะดวกในการหาค่าตามตารางและ

ลับ

ลับ

การคำนวณโดยปกติจะแบ่งส่วนต่าง ๆ ของช่องทางออกตามความลึกของน้ำดังนี้

ส่วนที่ (น้ำลึกเป็นวา)	ความลึกที่ใช้คำนวณ (เป็นวา)
๒ ½ ถึง ๗ ½	๕
๗ ½ ถึง ๑๒ ½	๑๐
๑๒ ½ ถึง ๑๗ ½	๑๕
๑๗ ½ ถึง ๒๒ ½	๒๐
๒๒ ½ ถึง ๒๗ ½	๒๕

ดู **รูป** ข – ๑ เป็น**รูป** ตัวอย่างท่าเรือแห่งหนึ่งพร้อมด้วยช่องทางเข้าออกและแสดงการแบ่งส่วนต่าง ๆ ของช่องทางไว้ ความลึกของน้ำที่นำไปใช้คำนวณถือว่าเป็นความลึกเฉลี่ย จากนี้จะหาความกว้างจุดระเบิดเฉลี่ยได้และบันทึกไว้ใช้กับเรือเป้าที่เราต้องการสำหรับส่วนต่าง ๆ ของช่องทางที่มีความยาวน้อยกว่าครึ่งไมล์ ให้นำไปรวมกับส่วนที่อยู่ถัดไป ถ้าความลึกของน้ำตรงบริเวณเขตต่อของส่วนต่าง ๆ ไม่เปลี่ยนไปอย่างสม่ำเสมอแล้ว จะต้องแก้อัตราผิดเล็กน้อยโดยใช้ความกว้างการจุดระเบิดเฉลี่ยของส่วน ส่วนที่ต่อกันเช่น ๕ กับ ๑๐, ๑๐ กับ ๑๕ หรือ ๑๕ กับ ๒๐ เป็นต้น อย่างไรก็ตามอัตราผิดที่นำมาแก้จะไม่เกิน ๕ % ของแต่ละส่วน และจะต้องมาเฉลี่ยกันทั่วตลอดทั้งช่องทาง

๔๒๓. <u>ความกว้างการจุดระเบิดของทุ่นระเบิด</u>

เรื่องราวเกี่ยวกับความกว้างการจุดระเบิดต่อเรือเป้าที่ประสงค์ มีอยู่ในคู่มือทุ่นระเบิดแบบต่าง ๆ พึงระลึกว่าความกว้างการจุดระเบิดเฉลี่ยเป็นแต่เพียงตัวเลขจำนวนหนึ่งเพื่อใช้คำนวณหาโชคในการจุดระเบิดเท่านั้น จะไม่ตรงตามความกว้างการจุดระเบิดของทุ่นระเบิดนั้น หรือไม่ใช่ระยะที่แท้จริงจากเรือเป้า (ดูรายละเอียดว่าด้วยความกว้างการจุดระเบิดในผนวก จ.)

ลับ

ผู้วางแผนสนามทุ่นระเบิดจะสนใจต่อสภาวะต่าง ๆ ของเรือเป้า คือ ความเร็ว, การขับเคลื่อน และการลบล้างอำนาจแม่เหล็ก เพื่อคำนวณหา Susceptibility จึงอาจจำเป็นต้องมีข่าวสารเกี่ยวกับเรื่องนี้โดยเฉพาะ ถ้าไม่มี ให้ถือว่าเรือสินค้ามีขนาด ๓๕๐๐ ตัน มีการลบล้างอำนาจแม่เหล็ก แล่นด้วยความเร็ว ๕ นอต และถ้าเป็นเรือคำน้ำ มีการลบล้างอำนาจแม่เหล็ก แล่นผิวน้ำด้วยเครื่องยนต์ไฟฟ้า (Electric Motor) ด้วยความเร็ว ๕ นอต การนำภาวะเช่นนี้มาใช้เป็นการตัดสินใจเอาเอง บางกรณีใช้ตัวเลขอื่นจะเหมาะสมกว่า

ความกว้างการจุดระเบิดของทุ่นระเบิดจะต้องปรับแต่งจนกระทั่งเมื่อทุ่นระเบิดเกิดระเบิดขึ้นโดยเรือแล่นผ่าน เรือเป้าจะต้องอยู่ในระยะที่จะเกิดความเสียหายคุ้มค่ากับการระเบิดมิฉะนั้นการระเบิดนั้นจะไร้ประโยชน์ (ดูข้อ ๔๒๗ ข.)

๔๒๔. <u>กำลังเรือกวาดทุ่นระเบิดของข้าศึก S.</u>

แม้ว่าจำนวนเรือกวาดทุ่นระเบิดของข้าศึกที่อยู่ตามท่าเรือแต่ละแห่งไม่เท่ากัน แต่ถือว่าจำนวนเรือกวาดทุ่นระเบิดรวมในพื้นที่นั้นจะไม่เปลี่ยนแปลงในชั่วระยะเวลาหนึ่ง และแม้ว่าจะมีการสร้างเรือกวาดทุ่นระเบิดขึ้นมา แต่เรือเก่าก็จะสูญเสียไป และตำบลที่ทางภูมิศาสตร์ก็ไม่เปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน ถ้าข้าศึกนำเรือกวาดทุ่นระเบิดจากพื้นที่อื่นมาเสริมกำลัง พื้นที่เหล่านั้นก็จะไม่มีกำลังเรือกวาดทุ่นระเบิด โดยปกติการข่าวกรองจะให้ข่าวสารเกี่ยวกับกำลังเรือกวาดทุ่นระเบิดของข้าศึกและจะมีการแก้ไขอยู่บ่อย ๆ แต่ในทางปฏิบัติถือว่าจำนวนรวมของเรือกวาดทุ่นระเบิดข้าศึกคงที่กล่าวในที่นี้หมายถึง เรือกวาดทุ่นระเบิดที่สามารถกวาดทุ่นระเบิดอิทธิพลที่วางกับพื้นท้องทะเลได้ ถ้าส่วนใหญ่ของทุ่นระเบิดที่ใช้วางเป็นทุ่นระเบิดอิทธิพล เครื่องมือที่จำเป็นในการกวาดทุ่นระเบิดแม่เหล็กแบบชักนำ ทุ่นระเบิดเสียง และทุ่นระเบิดแม่เหล็กกับความดัน มีราคาแพง เสียเวลาในการจัดหา (สร้าง) ติดตั้ง และบำรุงรักษา โดยเหตุนี้ฝ่ายรุกจะต้องทราบจำนวนเรือกวาดทุ่นระเบิดของฝ่ายรับและชนิดของเครื่องกวาดด้วย

เรือกวาดทุ่นระเบิดเองก็มีขีดความสามารถแตกต่างกันมาก เรือกวาดทุ่นระเบิดของสหรัฐอเมริกามีเรือ **MSO, MSF, MSC(0) MSC, MSI, MSB, MSL,** และ **MHC.** เรือแต่ละแบบมีอัตราการกวาดและความกว้างย่านกวาดได้ผลแตกต่างกัน เราจะต้องเอาแบบ

ใดแบบหนึ่งมาเป็นตัวเกณฑ์คิดหรือคิดเฉลี่ยอัตราการกวาดและความกว้างย่านกวาดได้ผล ซึ่งจะตรงกับชีดความสามารถของเรือ MSC. เรือกวาดทุ่นระเบิดข้าศึกที่กวาดทุ่นระเบิดอิทธิพลได้ไม่ว่าจะเป็นแบบใด ถือเป็นแบบเดียวและจะประมาณอัตราการกวาดเฉลี่ยและความกว้างย่านกวาดได้ผลเฉลี่ยได้ดังที่อธิบายไว้ข้างล่างนี้ ในกรณีที่ไม่สามารถหาข่าวสารที่ถูกต้องได้ ต้องถือว่าเรือกวาดทุ่นระเบิดทุกแบบสามารถกวาดทุ่นระเบิดอิทธิพลทุกชนิดที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้พร้อมกัน ถ้ามีข่าวสารที่ถูกต้องก็คิดไปตามที่เป็นจริง ถ้าเรือกวาดทุ่นระเบิดแบบหนึ่งแบบใดโดยเฉพาะสามารถกวาดทุ่นระเบิดชนิดที่ใช้อยู่ได้ เรือกวาดทุ่นระเบิดแบบนั้นเท่านั้นที่จะนำมาคิดใน S_n เพื่อประมาณความเสียหาย สำหรับทุ่นระเบิดชนิดนั้น ตามสมการ ๔ – ๑๓. ๔ – ๑๗ และ ๔ – ๒๓

๔๒๕. อัตราการกวาด R

เรือกวาดทุ่นระเบิดทั้งหลายย่อมมีภาวะการณ์ต่าง ๆ บังคับ อันมีผลกระทบกระเทือนต่อตัวเรือ และเครื่องจักร กล่าวคือตัวเรือและเครื่องจักรต้องได้รับการซ่อมแซมและบำรุงรักษา คนประจำเรือก็ต้องได้รับการฝึก และมีเวลาพักผ่อน และเวลาก็สูญเสียไปในเมื่อการกวาดทุ่นระเบิดยังไม่เสร็จ เรือกวาดทุ่นระเบิดขนาดใหญ่กวาดได้นานกว่าและเร็วกว่าเรือกวาดทุ่นระเบิดขนาดเล็ก เมื่อคิดเวลาที่สูญเสียไปตามที่สหรัฐนาวิใช้อยู่ในระหว่างสงคราม ถือว่าเรือกวาดทุ่นระเบิดกวาดทุ่นระเบิดเฉลี่ยวันละ ๖ ชั่วโมง ด้วยความเร็ว ๖ นอต เมื่อเอา ๓๐ คูณ จะได้ ๑๐๘๐ หรือคิดคร่าว ๆ ได้ว่าเรือกวาดทุ่นระเบิดกวาดได้เดือนละ ๑๐๐๐ ไมล์ทะเล สมมุติว่าเรือกวาดทุ่นระเบิดข้าศึกมีชีดความสามารถเช่นเดียวกันคือ มีอัตราการกวาดต่อเดือน R = 100 ไมล์ทะเลต่อเดือน อัตรานี้คิดเวลาที่สูญเสียไปตามที่กล่าวไว้ข้างบนนี้แล้วและเป็นอัตราเฉลี่ยรวมของเรือกวาดทุ่นระเบิดทุกขนาด แต่ถ้าทราบอัตรากวาดของเรือกวาดทุ่นระเบิดของข้าศึกแน่นอนก็ควรใช้อัตรานั้น

๔๒๖. ความกว้างย่านกวาดของเรือกวาดทุ่นระเบิด W

ความกว้างย่านกวาดของเรือกวาดทุ่นระเบิดเป็นสิ่งที่ยากที่วัดหรือกำหนดค่าของมันได้ เพราะมีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้ความกว้างย่านกวาดเปลี่ยนแปลงไปเช่นชนิดและประเภทของเรือ

ลับ

กวาดทุ่นระเบิด ชนิดของเครื่องกวาด ชนิดของเครื่องตั้งความไวของทุ่นระเบิด ลักษณะของพื้นท้องทะเล ส่วนประกอบต่าง ๆ และอาการของทุ่นระเบิดและเครื่องกวาดทุ่นระเบิดที่เปลี่ยนแปลงไปโดยอิทธิพลจากภายนอก ไม่สามารถจะคาดคะเนได้ว่าความกว้างย่านกวาดของเรือกวาดทุ่นระเบิดจะเป็นเท่าใดนอกจากจะทราบปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวแล้วและปัจจัยอื่น ๆ อีกหลายอย่าง แต่อย่างไรก็ตามควรต้องพยายามหาความกว้างย่านกวาดของเรือกวาดทุ่นระเบิดข้าศึกให้ใกล้เคียงความจริงและเหมาะกับทุ่นระเบิดอิทธิพลชนิดต่าง ๆ ที่คิดไว้ โดยปกติถือว่าความกว้างย่านกวาดไม่เปลี่ยนแปลงทุกระดับลึก ซึ่งไม่ค่อยถูกต้องนักสำหรับทุ่นระเบิดและเครื่องกวาดทุ่นระเบิดสมัยนี้ ความกว้างย่านกวาดจะมีค่าประจำในช่วงระดับลึกที่นำมาพิจารณา โดยเหตุที่ต้องทราบหรือประมาณค่า W เพื่อนำมาหาค่า G เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบค่า G ของเป้าหมายหนึ่งกับอีกเป้าหมายหนึ่งได้ จึงควรใช้ค่าของ W ต่อไปนี้ (เว้นไว้แต่ว่าจะทราบค่าของ W ถูกต้องกว่า) ทุกระดับลึกในการคำนวณ **Susceptibility** (อย่างไรก็ตามการจะเลือกใช้ค่าเท่าใดนั้นต้องแล้วแต่การตกลงใจของผู้บังคับบัญชา)

W	(แม่เหล็ก)	๒๐๐๐ ฟุต
W	(เสียง)	๑๐๐๐ ฟุต
W	(ความดัน – ผสม)	๒๐๐ ฟุต

๔๒๙. <u>การเลือกขนาดและชนิดของทุ่นระเบิดและการตั้งต่าง ๆ</u>

ก. หลักในการเลือก การผสมผสานของขนาดของทุ่นระเบิด ชนิดของเครื่องกลไกระเบิด การตั้งต่าง ๆ เช่น ความไวและ **Interlook dead period** และอื่น ๆ ควรจะเลือกให้ก่อความเสียหายให้มากที่สุดต่อจำนวนทุ่นระเบิดที่บรรทุกแต่ละเที่ยวบิน (ถ้าการดำเนินสงครามถูกจำกัดด้วยจำนวนเครื่องบินที่มีใช้)

อัตราความเสียหาย C_{Mn} ที่คาดต่อจำนวนทุ่นระเบิดชนิดหนึ่งที่บรรทุกในหนึ่งเที่ยวบินและวางในส่วนหนึ่งของช่องทางที่มีความลึกตามที่กำหนดต่อเรือเป้าชนิดหนึ่ง คือ

$$C_{Mn}=FA_n\frac{V_n}{G_n+S_n}=\left(FA\frac{MtLw/RW}{tLw/RW+S}\right) \qquad \text{สมการ ๔ – ๒๖}$$

ลับ

ถ้าพิจารณาแต่ทุ่นระเบิดขนาดเดียวคือทุ่นระเบิดที่มี load factor M เท่ากัน จะเห็นได้ว่าถ้าจะให้อัตราความเสียหายสูงสุดตามสมการ ๔ – ๒๖ แล้ว ทุ่นระเบิดชนิดและขนาดนี้ รวมทั้งการตั้งต่าง ๆ จะต้องให้ w/RW มีค่าสูงสุดในระดับลึกที่กำหนด แต่มีเงื่อนไขว่าระยะห่างที่ทุ่นระเบิดจะระเบิดเมื่อเรือแล่นผ่านจะต้องไม่เกินระยะหวังผลของดินระเบิดในตัวทุ่นระเบิด หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าทุ่นระเบิดที่มีค่า w/RW สูงสุดเป็นทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดเฉพาะขนาดนั้นสำหรับใช้ในน้ำลึกที่กำหนดต่อเรือเป้าที่กำหนดให้ (ถ้าสมมุติว่าข้าศึกมีชีดความสามารถรักษาอัตราการกวาด R ต่อทุ่นระเบิดแต่ละชนิดไว้ได้สม่ำเสมอแล้ว R ก็ตัดทิ้งเสียได้และใช้แต่ w/W โดยใช้กฎเกณฑ์เดียวกันเราอาจหาทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดแต่ละขนาดได้ ดังนั้นทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดทุกขนาดที่จะใช้ส่วนต่างๆ ของช่องทางคือ ทุ่นระเบิดที่มีค่า Mw_d/RW สูงสุดเพราะทุ่นระเบิดนี้จะก่อให้เกิดความเสียหายต่อเที่ยวบินมากกว่าทุ่นระเบิดอย่างอื่น (เกณฑ์ที่ดีกว่าคือ Mw/RW ตามที่อธิบายละเอียดไว้ในผนวก ง.)

ข. ความกว้างการจุดระเบิดจำกัดด้วยระยะระเบิดหวังผล ความไวของทุ่นระเบิดควรจะตั้งให้ระเบิดเมื่อเรือแล่นผ่านในระยะที่ดินระเบิดจะทำความเสียหายให้คุ้มค่า และไม่เกินระยะนี้ ทุ่นระเบิดที่สามารถรับอาการจากเรือเป้าได้ในระยะ ๖๐๐ ฟุต ก็ไม่มีประโยชน์อะไรถ้าดินระเบิดที่บรรจุในทุ่นระเบิดนั้นจะก่อให้เกิดความเสียหายได้ในระยะ ๒๐๐ ฟุตเท่านั้น ระยะระเบิดที่ไกลเกินไปนั้นก็ไม่ใช่สิ่งที่พึงประสงค์ เพราะจะทำให้ความกว้างย่านของเรือกวาดทุ่นระเบิด W ในการวางทุ่นระเบิดนั้นกว้างเกินกว่าที่ควรจะเป็น ระยะที่จะก่อให้เกิดความเสียหายอย่างคุ้มค่านั้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของดินระเบิด ความลึกของน้ำ โครงสร้างของเรือเป้า และปัจจัยอื่น ๆ ระยะระเบิดหวังผลของทุ่นระเบิดชนิดต่าง ๆ มีอยู่ในคู่มือว่าด้วยคุณลักษณะของทุ่นระเบิดนั้น ๆ จึงควรตั้งความไวของกลไกระเบิดให้ได้ส่วนสัมพันธ์กันให้ดีเท่าที่เครื่องกลไกระเบิดนั้นจะตั้งได้ ทุ่นระเบิดบางชนิดตั้งความไวโดยอัตโนมัติ โดยจะปรับความไวตามความลึกของน้ำ ตำบลที่วางทุ่นระเบิด (เป็นวิธีที่ดีในการพิจารณาอัตราความเสียหายเพื่อใช้ความกว้างความเสียหายดังที่อธิบายไว้ในผนวก ง.)

ลับ

ค. การเปลี่ยนแปลงของทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดที่มีต่อเรือเป้าและความลึกของน้ำ คุณค่าของทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดอาจเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของเรือเป้าและความลึกของน้ำ พึงสังเกตว่าที่ใดที่มีเรือหลายชนิดที่เป็นเป้าหมายในการดำเนินสงครามทุ่นระเบิดใช้ส่วนต่าง ๆ ของช่องทางจะมีทุ่นระเบิดชนิดหนึ่งที่ดีที่สุดที่จะก่อให้เกิดความเสียหายรวมได้มากที่สุด ควรจะใช้ทุ่นระเบิดชนิดนี้เป็นหลัก

ในสถานการณ์เช่นนี้ความกว้างเป้าเฉลี่ยคือ

$$w=\sum(t_u w_u)/\sum t_u \qquad \text{สมการ ๔ – ๒๗}$$

เมื่อ u หมายถึงชนิดต่าง ๆ ของเรือเป้าในการหาค่า Mw/RW เพื่อหาทุ่นระเบิดที่ดีที่สุด ผู้วางทุ่นระเบิดไม่ควรวางทุ่นระเบิดหลายชนิดที่ดีที่สุดสำหรับเรือเป้าชนิดต่าง ๆ ผสมกัน เช่นตัวอย่างถ้าเรือที่ผ่านเข้าออกในช่องทางมีขนาด ๑๐๐๐ ตัน และ ๑๐,๐๐๐ ตัน ทางที่ดีที่สุดคือวางทุ่นระเบิดชนิดเดียวที่สุดสำหรับเรือเป้าทุกขนาด ไม่ใช่วางทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดสำหรับเรือเป้าขนาด ๑๐๐๐ ตันบ้าง สำหรับขนาด ๑๐,๐๐๐ ตันบ้าง

สำหรับเรือดำน้ำนั้นบางทีก็แยกการวางแผนดำเนินสงครามไว้ต่างหาก (ดูข้อ ๔๑๗) ในทางทฤษฎีแล้วควรใช้สมการ ๔ – ๒๗ (เมื่อ n หมายถึงเรือดำน้ำประเภทต่าง ๆ) หาความกว้างการจุดระเบิดเฉลี่ยและจะหาทุ่นระเบิดชนิดที่ดีที่สุดสำหรับแต่ละส่วนของช่องทางได้ แต่ในทางปฏิบัติจะปรากฏว่าทุ่นระเบิด (สหรัฐ) **Mark 25 Mod 0** เมื่อตั้งความไวสูงสุดจะใช้ได้ทุกกรณี เว้นไว้แต่ว่าในส่วนของช่องทางที่น้ำตื้นมีเรือดำน้ำขนาดใหญ่ (เดินสมุทร) ผ่านเข้าออกมากกว่าเรือดำน้ำขนาดเล็ก ในกรณีนี้จะต้องลดความไวของทุ่นระเบิดลง โดยเหตุนี้การคำนวณต่าง ๆ สำหรับเรือดำน้ำตามผนวก ข.จะง่ายกว่า (ดู ข – ๑๒๓)

ง. วิธีการที่ใช้ในกรณีที่เรือกวาดทุ่นระเบิดข้าศึกไม่สามารถกวาดทุ่นระเบิดทั้งหมดได้พร้อมกัน เพื่อความมุ่งหมายในการวางแผนยามสงบ มักจะตั้งสมมุติฐานว่าเรือกวาดทุ่นระเบิดข้าศึกสามารถกวาดทุ่นระเบิดทุกชนิดได้พร้อมกัน สมมุติฐานนี้ก็จำเป็นเพื่อใช้เกณฑ์

ลับ

Mw/RW หาทุ่นระเบิดชนิดที่ดีที่สุด ถ้าทราบว่าเรือกวาดทุ่นระเบิดบางประเภทกวาดทุ่นระเบิดได้บางชนิดเท่านั้น ควรใช้สมการ ๔ – ๒๖ เป็นเกณฑ์เลือกชนิดทุ่นระเบิดและตั้งเกณฑ์ต่าง ๆ สำหรับทุ่นระเบิดแต่ละแบบ S_n ควรจะเท่ากับจำนวนเรือกวาดทุ่นระเบิดที่กวาดทุ่นระเบิดแบบนั้นได้เท่านั้น (ดูวิธีการละเอียดในผนวก ง.)

จ. พื้นที่ที่สิ่งแวดล้อมไม่อำนวย พื้นที่ในโลกนี้บางแห่งมีสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสมสำหรับทุ่นระเบิดบางชนิด ตัวอย่าง เช่น บางแห่งพายุแม่เหล็กแรงมาก จนทำให้เส้นแรงแม่เหล็กโลกแปรปรวนทำให้ทุ่นระเบิดแม่เหล็กที่มีความไวมากระเบิดขึ้นเอง ในที่บางแห่งเสียงของน้ำและปลาบางครั้งก็ดังพอที่จะทำให้ทุ่นระเบิดเสียงระเบิดได้ คลื่นและคลื่นใต้น้ำบางอย่างอาจไม่ไวต่ออาการของคลื่นนี้ ข่าวสารเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมไม่อำนวยนี้หาได้จากคู่มือทุ่นระเบิดชนิดต่าง ๆ และเอกสารด้านอุทกศาสตร์และสมุทรศาสตร์ ฉะนั้นจะต้องศึกษาพิจารณาภาวะการณ์เฉพาะแห่งของแต่ละช่องทางที่มีผลกระทบกระเทือนต่อทุ่นระเบิดที่จะวางด้วย

ฉ. วิธีการที่ใช้ในกรณีที่ไม่สามารถใช้ทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดได้ เมื่อหาได้ว่าทุ่นระเบิดชนิดใดดีที่สุดสำหรับน่านลึกแต่ละระดับแล้ว ก็จะใช้ทุ่นระเบิดดังกล่าวทุกแห่งในเป้าหมายรวม แต่บางส่วนของช่องทางก็ใช้ทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดไม่ได้ อาจจะเป็นเพราะสิ่งแวดล้อมไม่อำนวยหรือมีจำนวนทุ่นไม่เพียงพอก็ตาม ในกรณีเช่นนี้ควรใช้ทุ่นระเบิดที่มีค่า Mw/RW สูงที่สุดที่มีอยู่ตามทฤษฎีแล้วจะต้องแบ่งเที่ยวบินที่บรรทุกทุ่นระเบิดชนิดรองไปวางตามส่วนต่าง ๆ ของช่องทางให้ได้ส่วนกับ **Load – susceptibility** ของทุ่นระเบิดชนิดรอง แต่ถ้าทุ่นระเบิดชนิดรองที่จะใช้มีจำนวนน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดที่ดีที่สุดแล้ว อาจจะแบ่งทุ่นระเบิดชนิดรองตามส่วนของ **Load – susceptibility** ของทุ่นระเบิดที่ดีสุดก็ได้โดยไม่กระทบกระเทือนต่อผลของการดำเนินสงคราม (ดูผนวก ค.และผนวก ง. เรื่องผลอันเนื่องมาจากการแบ่งทุ่นระเบิด)

ช. การตั้งเครื่องหน่วงเวลาพร้อม เครื่องหน่วงเวลาพร้อมจะต้องตั้งให้สัมพันธ์กับกำหนดเวลาเที่ยวบินที่จะเข้าวางทุ่นระเบิดเพื่อให้ทุ่นระเบิดที่วางตามช่องทางต่าง ๆ มีจำนวนทุ่นระเบิดที่พร้อมสม่ำเสมอกัน แต่ถ้าจำนวนทุ่นระเบิดพร้อมจะแตกต่างกันไปบ้างก็ไม่เสียผล

ลับ

อะไร ตราบใดที่ข้าศึกไม่สามารถคาดคะเนได้ ข้อสำคัญมีอยู่ว่าเวลาที่ทุ่นระเบิดพร้อมต้องเป็นเวลาต่าง ๆ กัน และข้าศึกทายไม่ถูก และข้าศึกไม่สามารถกำหนดเวลากวาดและเวลาให้เรือผ่านเข้าออกให้เสี่ยงภัยแต่น้อยได้ ข้อที่ต้องระวังเป็นพิเศษก็คือเวลาที่ทุ่นระเบิดพร้อมแต่ละวันนั้น ต้องไม่ใช่เวลาเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน เพราะจะทำให้ข้าศึกจับได้ว่าทุ่นระเบิดจะพร้อมเวลาใด เพราะจำนวนทุ่นระเบิดที่กวาดได้ในช่วงเวลานั้น มีจำนวนสูง และจะกำหนดเวลาเรือเข้าออกไม่ให้ตรงกับเวลานั้น

ช. การตั้งเกณฑ์เรือผ่าน เพื่อป้องกันมิให้ข้าศึกกวาดทุ่นระเบิดที่พร้อมส่วนใหญ่ได้ก่อนที่จะเปิดให้เรือผ่านเข้าออกได้ สนามทุ่นระเบิดคุกคามถาวรจะต้องมีทุ่นระเบิดที่ตั้งเกณฑ์เรือผ่านตั้งแต่ ๑, ๒, ๓ ฯลฯ จนถึงเกณฑ์เรือผ่านที่สูงพอที่ข้าศึกจะไม่สามารถกวาดได้ก่อนจะปล่อยให้เรือผ่านเข้าออกไว้จำนวนเท่า ๆ กัน อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าในการที่จะให้สนามทุ่นระเบิดมีทุ่นระเบิดที่ตั้งเกณฑ์เรือผ่านต่าง ๆ จำนวนเท่า ๆ กัน ทุ่นระเบิดที่วางในสนามจะต้องตั้งเกณฑ์เรือผ่านสูงสุดในเมื่อมีการกวาดและมีเรือผ่าน ผลจากการที่ทุ่นระเบิดลูกนั้นบางลูกนี้บางรับอาการจากเรือกวาดและเรือแล่นผ่านจะทำให้ทุ่นระเบิดในสนามนั้นมีจำนวนทุ่นระเบิดที่มีเกณฑ์เรือผ่านตั้งแต่ ๑, ๒, ๓ จนถึงเกณฑ์สูงสุดมีจำนวนเท่า ๆ กัน เพราะฉะนั้นตามกฎทั่ว ๆ ไป ทุ่นระเบิดที่วางในสนามคุกคามถาวรควรจะตั้งเกณฑ์เรือผ่านให้สูงพอที่จะไม่ให้ข้าศึกปล่อยให้เรือผ่านเข้าออกได้ แม้ว่าจะกวาดหลายเที่ยวแล้วก็ตาม การตั้งเกณฑ์เรือผ่านสูง ๆ ไม่เสียหายอะไร นอกจากว่าจะทำให้สนามทุ่นระเบิดมีอันตรายช้าลงไปเล็กน้อย การตั้งเกณฑ์เรือผ่านต่ำจะทำให้ความเสียหายที่คาดไว้ลดลง เว้นแต่กรณีพิเศษ เมื่อต้องการให้สนามมีอันตรายในทันทีอาจตั้งเกณฑ์เรือผ่านให้ต่ำ อย่างไรก็ดีในช่องทางที่มีการสัญจรหนาแน่น เรือที่แล่นผ่านรวมทั้งเรือกวาดทุ่นระเบิดจะทำให้เกณฑ์เรือผ่านลดลงเหลือ ๑ ในเวลาเพียงสองสามวันเท่านั้น พึงระลึกว่าจำเป็นต้องตั้งเครื่องหน่วงเวลาพร้อมต่าง ๆ กัน และตั้งเกณฑ์เรือผ่านสูงเพื่อให้ฤกฎ และสมการ **Susceptibility** ใช้ได้ถูกต้องตามเกณฑ์

ฌ. การใช้ทุ่นระเบิดอิทธิพลทุกชนิด แม้ว่าจะไม่ใช้ทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดก็ตามควรใช้ทุ่นระเบิดอิทธิพลทุกชนิดเพื่อบังคับให้ข้าศึกต้องกวาดอิทธิพลทุกชนิดด้วยข้อสำคัญที่จะต้องพิจารณา

ลับ

ก็คือถ้าวางทุ่นระเบิดอีกชนิดหนึ่งเพิ่มเติมลงไปแล้ว ข้าศึกจะต้องกวาดอีกแบบหนึ่งหรือไม่ เช่น ตัวอย่างถ้าวางทุ่นระเบิดแม่เหล็กชนิดที่หนึ่งไปแล้วและข้าศึกก็กำลังกวาดอยู่และถ้าวางทุ่นระเบิดแม่เหล็กชนิดที่สองลงไปและคาดว่าข้าศึกจะกวาดได้โดยใช้เครื่องกวาดทุ่นระเบิดแม่เหล็กชนิดเดียวกันนั้นก็ไม่มีประโยชน์อะไร โดยทั่วไปแล้วถ้าวางทุ่นระเบิดชนิดใดลงไปในช่องทางแล้วก็ไม่จำเป็นต้องพิจารณาถึงทุ่นระเบิดชนิดอื่นอีก ขนาดของทุ่นระเบิดก็เช่นเดียวกัน ถ้าวางทุ่นระเบิดขนาด ๑๐๐๐ ปอนด์ไว้ในช่องทางแล้วก็ไม่ต้องวางขนาด ๒๐๐๐ ปอนด์ ที่มีเครื่องกลไกระเบิดอย่างเดียวกันลงไปอีก การบังคับให้ข้าศึกทำการกวาดอิทธิพลทุกชนิดมีความสำคัญโดยเฉพาะในกรณีที่ข้าศึกไม่สามารถกวาดอิทธิพลทุกชนิดได้พร้อมกัน เพราะในการที่ข้าศึกต้องแบ่งกำลังจากการกวาดอิทธิพลชนิดหนึ่งไปกวาดอิทธิพลอีกชนิดหนึ่ง ถ้าข้าศึกไม่กวาดหรือไม่สามารถกวาดทุ่นระเบิดชนิดใดได้ก็ควรวางทุ่นระเบิดชนิดนั้นให้มาก เพราะจะให้ผลมากจนกว่าข้าศึกจะเริ่มกวาดทุ่นระเบิดชนิดนี้

ฎ. การทำลายการกวาดและเรือกวาดทุ่นระเบิด มีข้อที่ควรระลึกไว้ในใจว่าในสถานการณ์แวดล้อมบางกรณี การกวาดทุ่นระเบิดและเรือกวาดทุ่นระเบิดข้าศึกเป็นเป้าหมายที่มีค่าเหมือนกัน เพราะเมื่อการกวาดทุ่นระเบิดและเรือกวาดทุ่นระเบิดถูกทำลายไป จะทำให้เกิดการเปลี่ยนค่าของจำนวนเรือกวาดทุ่นระเบิด S หรืออัตราการกวาด R ได้มากพอที่จะเพิ่มอัตราความเสียหายขึ้นมาก ความไว Interlook deed period และการตั้งอื่น ๆ อาจปรับแต่งให้เพิ่มโชคในการทำลายการกวาดทุ่นระเบิดและเรือกวาดทุ่นระเบิดได้ ควรพิจารณาใช้เครื่องป้องกันการกวาด จะต้องวิเคราะห์ดูว่าประโยชน์ที่จะได้รับจากการแบ่งกำลังจากการวางทุ่นระเบิดทำลายการเดินเรือโดยตรงมาทำลายการกวาดทุ่นระเบิดและเรือกวาดทุ่นระเบิดเสียบ้างจะให้ผลส่วนรวมอย่างไร เพื่อเลือกหางปฏิบัติที่ได้ประโยชน์มากที่สุด

ฏ. หน่วยดัดแปลงทุ่นระเบิด ในเวลาสงครามจะมีหน่วยงานเล็ก ๆ ประกอบด้วยช่างทางเทคนิคซึ่งได้รับการฝึกมาอย่างดี มีความรู้ เครื่องมือและอำนาจหน้าที่ที่จะดัดแปลงคุณลักษณะของทุ่นระเบิด เครื่องกลไกระเบิดเพื่อความมุ่งหมายพิเศษบางประการ เช่น หน่วยงานนี้อาจดัดแปลงทุ่นระเบิดเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นสำหรับเป้าหมายพิเศษหรือให้ข้าศึกกวาดได้ยากเป็นพิเศษ หรืออาจสร้างทุ่นระเบิดชนิดใหม่ขึ้นได้ง่ายเพื่อลวงข้าศึก

หน่วยดัดแปลงทุ่นระเบิดจะมีประโยชน์มากที่สุดในการออกแบบสร้างทุ่นระเบิดแบบที่ต้องการความไว และคุณลักษณะอื่น ๆ สำหรับกิจเฉพาะ

๔๒๙. กรรมวิธีหาค่าเฉลี่ย

จะสังเกตได้ว่าข้อความในบทนี้ใช้คำว่า "เฉลี่ย" หรือ "ตามเกณฑ์" บ่อย ๆ เมื่อพูดถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้คำนวณหา Susceptibility และคำว่า "ตามเกณฑ์" หาใช่ค่าที่คิดเอาเองไม่แต่มีหลักในการคิดโดยอาศัยประสบการณ์ เช่นท่าเรือแห่งหนึ่งมีขีดความสามารถรับเรือได้คราวละ ๑๐๐,๐๐๐ ตัน แต่จากประสบการณ์เรือที่ใช้ท่าเรือนี้คราวละประมาณ ๒๕,๐๐๐ ตัน เท่านั้น จึงใช้ ๒๕ % เป็นเกณฑ์คิด

ขอย้ำว่าสงครามทุ่นระเบิดนั้นเป็นศิลปมากกว่าเป็นวิทยาการ Susceptibility Factor อัตราการเปลี่ยนแปลงที่คาดไว้ และแม้แต่ค่าต่าง ๆ ที่ทำให้ทุ่นระเบิดเกิดระเบิดขึ้น หาใช่จำนวนที่แท้จริงหรือตัวเลขที่แน่นอนไม่แต่เป็นเครื่องนำไปสู่วิถีทางปฏิบัติที่ชอบด้วยเหตุผล

มีการใช้ขนาดของเรือตามเกณฑ์ ความกว้างการจุดระเบิดและความกว้างย่านกวาดเฉลี่ย และคุณลักษณะของเรือกวาดทุ่นระเบิดและอัตราการกวาดเฉลี่ย กรรมวิธีหาค่าเฉลี่ยเหล่านี้หาได้ทำให้ Susceptibility Factor หมดคุณค่าไปไม่ แต่ยังคงใช้ได้อยู่ ถ้าถือเสียว่า Susceptibility factor เป็นค่าสัมพันธ์ที่มีประโยชน์ช่วยให้ผู้วางแผนบรรลุถึงข้อตกลงใจในการแบ่งจำนวนทุ่นระเบิดอย่างถูกต้อง เมื่อถึงขั้นสุดท้ายในการเลือกชนิดและจำนวนทุ่นระเบิดที่จะใช้วาง ณ ท่าเรือแห่งหนึ่งแห่งใด จะต้องพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ เช่น จะวางทุ่นระเบิดได้หรือไม่ คุณค่าทางยุทธศาสตร์ของเป้าหมายและปัจจัยอื่น ๆ อย่างไรก็ตามถ้าใช้หลัก Area concept และ Susceptibility factor เป็นแนวทางจะได้ผลดีที่สุดสำหรับการดำเนินสงครามทุ่นระเบิดระยะยาว

๔๓๐. กรรมวิธีการวางแผนทางใช้การสำหรับการดำเนินสงครามทุ่นระเบิดทางยุทธศาสตร์ทางรุก

หลักมูลฐานของ Area Concept โดยใช้ Susceptibility factorนั้นได้พัฒนามาแล้วในตอนก่อน ๆ ข้อนี้จะขยายหลักการรวมทั้งนำเอาทฤษฎีต่าง ๆ ไปใช้ และจะ

ให้แนวทางกว้าง ๆ ในการเตรียมทำแผน

แบบฟอร์มและความมุ่งหมายของแผนนั้นต้องแล้วแต่ว่าจะทำแผนยามสงบหรือแผนยามสงคราม เมื่อเริ่มสงครามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมักจะไม่ตรงตามหลักฐานในแผนยามสงบจำเป็นจะต้องแก้รากฐานของแผนทันที อีกประการหนึ่งความสำคัญในการเปลี่ยนแผนจาก สถานการณ์คงที่ที่ได้พิจารณาไว้ตั้งแต่ในยามสงบนั้นไม่แต่เพียงจะต้องติดตามให้ทันสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ยังจะต้องใช้ความผิดพลาดของข้าศึกให้เป็นประโยชน์และลวงข้าศึกให้ทำการผิดพลาดด้วย (ดูผนวก ค.) แม้ว่าแผนยามสงบจะมีข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับการ ปฏิบัติ การจริงในยามสงครามก็ตามแต่ก็จำเป็นต้องมีเพราะเหตุผลหลายประการคือแผนนี้จะช่วย

๑. บอกหลักมูลฐานของสงคราม ฝึกซ้อมการทำแผนเพื่อว่าจะได้ทำแผนยามสงครามได้รวดเร็วและดีขึ้น

๒. ให้ข่าวสารที่จำเป็นเมื่อเกิดสงครามกับเครื่องบิน คลังทุ่นระเบิด หน่วยเตรียมทุ่นระเบิดและหน่วยอื่น ๆ แผนยามสงบที่ดีจะทำให้มีกำลังที่มีขีดความสามารถ ในการวางทุ่นระเบิดอย่างแท้จริงไว้ในมืออย่างพอเพียง ซึ่งสามารถนำไปดัดแปลงใช้ในยามสงครามได้ง่ายกว่าและเร็วกว่าที่จะทำให้กำลังใหม่ทั้งหมดพร้อมที่จะปฏิบัติงานได้

๓. ช่วยให้แน่ใจว่าการปฏิบัติยามสงครามจะไม่ล้มเหลว เพราะมองข้าม องค์ประกอบเล็ก ๆ น้อย ๆ ที่สำคัญไปเสียและไม่พร้อม

โดยทั่วไปแล้วแผนนี้อาจเป็นแผนขีดความสามารถหรือแผนความต้องการ (อาจต้องทำข้อพิจารณาซึ่งไม่ใช่แผนด้วย) แผนขีดความสามารถคือแผนการใช้กำลังที่มอบหมายให้สำหรับภารกิจการวางทุ่นระเบิดซึ่งมีอยู่ในมือหรือกำหนดไว้ว่าจะระดมเข้ามา แผนนี้ถือหลักว่ากำลังเหล่านี้จะต้องปฏิบัติงานจริงได้ และจะต้องชำนาญในการใช้ทุ่นระเบิดและเครื่องมือประกอบทุ่นระเบิดเพื่อทำให้ทุ่นระเบิดนั้นพร้อมรวมทั้งเครื่องบินชนิดที่มีอยู่และขีดความสามารถของเครื่องบินด้วย แผนความต้องการคือแผนปรับปรุงแก้ไขอุปสรรคต่าง ๆ ในปัจจุบันที่ทำให้ไม่สามารถปฏิบัติงานยามสงครามได้เช่น การขาดแคลนเครื่องบิน ทุ่นระเบิดและเครื่องมือประกอบทุ่นระเบิด และปัจจัยที่จำเป็นอื่น ๆ เมื่อวางกำหนดการปรับปรุงแก้ไขอุปสรรคต่าง ๆ

แล้ว แผนนี้ก็จะเป็นแผนขีดความสามารถ ลักษณะการวางสนามทุ่นระเบิดหวังผลต่อเนื่องเป็นการวางทางยุทธศาสตร์ ฉะนั้นแนวในการวางแผนจะต้องถือยุทธศาสตร์เป็นหลักมากกว่ายุทธวิธี

ข้อพิจารณาทางยุทธศาสตร์ขั้นมูลฐานข้อหนึ่งก็คือปัญหาความหมดเปลืองในการวางสนามทุ่นระเบิดหวังผลต่อเนื่อง คำตอบของปัญหานี้ก็คือจำนวนเครื่องบินที่ผู้บังคับบัญชาหน่วยเหนือจะตัดสินใจมอบให้สำหรับใช้วางทุ่นระเบิด การอนุมัติให้ทรัพยากรของชาติในการสงครามแบบต่าง ๆ ก็เห็นได้ชัดว่าเป็นปัญหาที่สลับซับซ้อน แต่อาจให้คำแนะนำเล็ก ๆ น้อย ๆ เกี่ยวกับการมอบกำลังที่ใช้วางทุ่นระเบิดได้ การตัดสินใจนั้นจะต้องแล้วแต่ว่ากำลังทั้งหมดมีอยู่เท่าใด สถานการณ์ทางยุทธศาสตร์เป็นอย่างไรและปัจจัยอื่น ๆ อย่างไรก็ตามขอแนะนำว่าไม่ว่าเหตุการณ์จะเป็นอย่างไรอย่างน้อยก็ควรมีการวางทุ่นระเบิดเพื่อให้ข้าศึกต้องมีภาระการกวาดทุ่นระเบิด การปฏิบัติเช่นนี้จะทำให้ข้าศึกต้องสิ้นเปลืองอย่างมากมาย และถ้าข้าศึกไปทำการกวาด การวางทุ่นระเบิดก็จะได้ผลอย่างมาก

โอกาสในการทำแผนของผู้บังคับบัญชาจะช่วยให้สมมุติฐานขั้นมูลฐานและความมุ่งหมายของแผนแคบลง ตัวอย่างการวางแผนชนิดต่าง ๆ มีดังนี้

๑. เมื่อได้รับมอบเครื่องบินสำหรับใช้วางทุ่นระเบิดมาจำนวนหนึ่ง ก็จะต้องทำแผนการใช้เครื่องบินเหล่านั้นให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด ตัวอย่างการทำแผนชนิดนี้มีในผนวก ช.จากจำนวนเครื่องบินที่มีอยู่อาจประมาณความเสียหายของเรือข้าศึกได้

๒. เมื่อประสงค์จะก่อให้เกิดความเสียหายแก่เรือข้าศึกระดับหนึ่ง จะต้องทำแผนเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์โดยวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด จากระดับความเสียหายที่ประสงค์ อาจหาจำนวนเครื่องบินที่จำเป็นต้องใช้ได้

๓. เมื่อได้รับมอบกำลังแล้ว จะต้องพิจารณาให้กว้างขวางว่าในสถานการณ์เช่นนี้จะทำอะไรให้สำเร็จประสงค์ได้บ้าง การพิจารณาเช่นนี้ไม่จำเป็นต้องมีรายละเอียดเหมือนทำแผนจริง

ลับ

พึงสังเกตว่าความเสียหายอาจไม่ใช่ความมุ่งหมายหลักของการวางสนามทุ่นระเบิดหวังผลต่อเนื่อง เช่นตัวอย่าง ในการวางแผนวางทุ่นระเบิดทำลายเรือดำน้ำ จะเห็นได้ชัดว่าข้าศึกอาจทำให้อัตราความเสียหายต่ำได้ โดยย้ายเรือดำน้ำไปอยู่ฐานทัพที่วางทุ่นระเบิดได้น้อย ถ้าฐานทัพเหล่านี้ไม่สะดวกและอยู่ห่างไกลแต่ข้าศึกจำเป็นต้องย้ายไปแล้ว การวางทุ่นระเบิดก็คุ้มค่าแม้ว่าเมื่อย้ายไปแล้วเรือดำน้ำจะไม่จมเลยก็ตาม ในกรณีเช่นนี้อัตราความเสียหายที่ใช้ในการคำนวณหาว่าจะต้องใช้กำลังในการวางทุ่นระเบิดเท่าใด คืออัตราความเสียหายที่เชื่อว่าจะทำให้ข้าศึกต้องย้ายเรือดำน้ำไปไว้ฐานทัพอื่น

โดยเหตุที่การวางทุ่นระเบิดหวังผลต่อเนื่องมีลักษณะเป็นการวางทางยุทธศาสตร์และถือหลัก **Area Concept** จะต้องวางแผนการสงครามทุ่นระเบิดหวังผลต่อเนื่อง ณ ระดับฝ่ายอำนวยการที่รับผิดชอบพื้นที่นั้น ๆ ผู้วางแผนพื้นที่นั้นเป็นผู้กำหนดจำนวนและชนิดของทุ่นระเบิดที่จะวางตามส่วนต่าง ๆ ของช่องทาง ความไวของเครื่องกลไกระเบิด เครื่องหน่วงเวลาพร้อม และเครื่องกำหนดอายุทุ่นระเบิด ผู้บังคับหน่วยเป็นผู้กำหนดแผนการบรรทุก ผู้บังคับหน่วยบินหรือผู้บังคับฝูงบินเป็นผู้กำหนดวิธีเข้าวางทุ่นระเบิด แนวทางและความเร็วของเครื่องบิน ความสูงในการปล่อยทุ่นระเบิด เครื่องพยุงทุ่นระเบิด (ร่มชูชีพ) เวลาวางที่แน่นอน และปัญหาทางยุทธวิธีอื่น ๆ จะเห็นได้ชัดว่าจะต้องมีการร่วมมือกันระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ เป็นอย่างดีก่อนที่จะทำแผนละเอียดได้สำเร็จ ตัวอย่างอันหนึ่งที่แสดงให้เห็นว่ามีอะไรเกี่ยวข้องกันบ้างคือมีหลายกรณีที่การประกอบทุ่นระเบิดเพื่อนำไปใช้วางจะต้องตั้งเครื่องหน่วงเวลาพร้อมและเครื่องกำหนดอายุทุ่นระเบิด การตั้งทั้งสองอย่างนี้ นายทหารฝ่ายอำนวยการในพื้นที่เป็นผู้กำหนด แต่การติดเครื่องพยุงทุ่นระเบิด (ไม่ให้กระทบน้ำแรงเกินไป) ผู้บังคับฝูงบินเป็นผู้กำหนด ภายหลังเมื่อกำหนดว่าจะประกอบทุ่นระเบิดจำนวนเท่าใด แล้วจะต้องให้นายทหารฝ่ายส่งกำลังบำรุงรับรองว่ามีทุ่นระเบิดชนิดนั้นพอเพียง ท้ายที่สุดจะต้องเสนอแผนให้ผู้บังคับบัญชาชั้นสูงอนุมัติแผน และอนุมัติจ่ายทุ่นระเบิดและอื่น ๆ แต่ละขั้นตอนจะต้องมีการแก้ไขปรับปรุงแผน

ลับ

ลับ

โดยเหตุที่สงครามจะไม่ดำเนินไปตามที่วางแผนไว้ทั้งแผนยิดความสามารถและแผนความต้องการจะต้องมีทุ่นระเบิดชนิดต่าง ๆ สำรองไว้เพื่อว่าเมื่อสถานการณ์เปลี่ยนแปลงไปทุ่นระเบิดก็จะไม่ขาดแคลน

๘๓๑. สถานการณ์ขั้นเปลี่ยนแปลงและขั้นอยู่ตัว

การดำเนินสงครามทุ่นระเบิดหวังผลต่อเนื่องมีสองขั้น คือขั้นสถานการณ์เปลี่ยนแปลง และขั้นสถานการณ์อยู่ตัว

ขั้นสถานการณ์เปลี่ยนแปลง คือตอนเริ่มสงครามทั้งฝ่ายรุกและฝ่ายรับก็ยังไม่ได้จัดกำลังของตน ขนาดและยิดความสามารถของกำลังแต่ละฝ่ายจะเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว รวมทั้งที่ตั้งของกำลังเหล่านั้นด้วย เรือกวาดทุ่นระเบิดก็อาจมีเครื่องมือไม่ครบ คนประจำเรือยังไม่ได้บรรจุเต็มที่ การข้าวกรองก็ยังไม่ยืนยันตำบลที่ของทางกวาดของข้าศึกและข้าศึกกำหนดไว้หรือไม่ก็ยังไม่ทราบการทำแผนวางทุ่นระเบิดในขั้นนี้จะได้กล่าวละเอียดในข้อ ๘๓๗. สมการต่าง ๆ ที่หาได้มาในบทนี้ ก็จะนำไปใช้ในขั้นสถานการณ์เปลี่ยนแปลงนี้ได้ลำบากเพราะสถานการณ์เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทำให้ยากที่จะกำหนดค่ากลางของปัจจัยต่าง ๆ

เมื่อการสงครามดำเนินต่อไปก็คาดได้ว่าสถานการณ์คงจะเข้ารูปเข้ารอยการเปลี่ยนแปลงก็จะเป็นไปอย่างช้า ๆ ทำให้คาดการล่วงหน้าได้ดีขึ้น อาจกำหนดค่าของตัวเปลี่ยนต่าง ๆ (Variables) ที่แสดงการตอบโต้ทุ่นระเบิดของข้าศึกได้ถูกต้องขึ้น ข้าศึกจะเริ่มใช้ช่องทางกวาด และอาจทราบตำบลที่ของช่องทางกวาดนี้ได้ นี่ก็เป็นขั้นสถานการณ์อยู่ตัว ในขั้นนี้เองก็จะใช้สมการต่าง ๆ ได้ ไม่มีเส้นแบ่งเขตที่แน่ชัดลงไปว่าตอนไหนเป็น ขั้นสถานการณ์เปลี่ยนแปลงตอนไหนเป็นขั้นสถานการณ์อยู่ตัว ในช่องทางที่กว้างที่สุดและสำคัญที่สุดอาจมีการปฏิบัติการอย่างรวดเร็ว จนทำให้สถานการณ์เปลี่ยนไปเป็นขั้นอยู่ตัวได้ในเวลาเพียงสองสามวัน ขณะเดียวกันในที่อื่น ๆ กว่าจะทราบตำบลที่ของช่องทางกวาดก็กินเวลาแรมเดือน

ในการวางแผนยามสงบ สถานการณ์ Minimax ในขั้นอยู่ตัวเป็นสิ่งที่น่าสนใจที่สุด เพราะจะเป็นหลักนำไปคิดแบ่งทุ่นระเบิดและประมาณค่าความเสียหายในระยะยาว ถ้าข้าศึกพยายามกวาดทุ่นระเบิดตลอดเวลาเพื่อให้มีเกิดความเสียหายน้อยที่สุดเพราะฉะนั้นการวางแผน

ยามสงบ จึงถือสมการ Susceptibility เป็นหลักซึ่งจะใช้ได้ในสถานการณ์ Minimax แม้ว่าจะต้องทำแผนให้ละเอียดสำหรับขั้นสถานการณ์เปลี่ยนแปลง เพื่อให้แน่ใจว่าการปฏิบัติการจะเป็นไปด้วยความราบรื่นในช่วงระยะเวลานั้น

อย่างไรก็ตามขอย้ำว่าในเวลาสงครามนั้น คำว่า "อยู่ตัว" ในขั้นสถานการณ์อยู่ตัวไม่ได้หมายความว่าอาจจะอยู่ตัว แต่จะต้องเป็นการอยู่ตัวชนิดไม่คงที่ (เปลี่ยนแปลงได้) ฉะนั้นจะต้องไม่คิดว่าการสงครามนั้นสถานการณ์คงที่เป็นเช่นเดียวกันตลอดไป หรือสถานการณ์ไม่เปลี่ยนแปลง ผู้วางแผนควรสังวรณ์ไว้ว่าการวางทุ่นระเบิดเป็นศิลป ตัวอย่างเช่นการถือประโยชน์จากการที่ข้าศึกปฏิบัติการผิดพลาดไปจากหลักการให้สูญเสียน้อยที่สุด (Minimax Point) ซึ่งจะอธิบายต่อไปในผนวก ค. เมื่อสถานการณ์แวดล้อมเป็นเช่นนี้ Susceptibility และสมการต่าง ๆ จะเป็นประโยชน์ในการแสดงให้เห็นว่าหนทางปฏิบัติที่เลือกไว้จะก่อให้เกิดผลอย่างไรในการดำเนินสงคราม และโดยวิธีนี้จะทำให้สามารถเลือกหนทางปฏิบัติที่ดีที่สุดได้

ในการทำแผนยามสงบและการเริ่มดำเนินสงคราม วิธีที่ดีที่สุดก็คือ พิจารณาว่าสถานการณ์ขั้นเปลี่ยนแปลงนั้นมีอะไรแตกต่างจากสถานการณ์ขั้นอยู่ตัวบ้าง แล้วทำแผนขั้นสถานการณ์เปลี่ยนแปลงโดยถือแผนขั้นสถานการณ์อยู่ตัวเป็นหลัก กรรมวิธีนี้จะได้อธิบายต่อไป และมีแสดงไว้ในผนวก ข. กล่าวคือจะต้องทำแผนขั้นสถานการณ์อยู่ตัวก่อนแล้วดัดแปลงแผนนี้เป็นแผนขั้นสถานการณ์เปลี่ยนแปลง

๔๓๒. <u>แหล่งข่าวกรอง</u>

ในการทำแผน ข่าวกรองทางยุทธศาสตร์จะมีประโยชน์มาก เพราะข่าวกรองทางยุทธศาสตร์จะให้ข่าวสารอย่างกว้างขวางครอบคลุมพื้นที่ปฏิบัติการทั่วทุกแห่ง แต่อย่างไรก็ตามจะต้องมีข่าวกรองทางยุทธวิธีและข่าวกรองที่ทันสมัยประกอบด้วยแผนที่เดินเรือและข้อมูลทางอุทกศาสตร์และสมุทรศาสตร์ เช่น อุณหภูมิของน้ำ กระแสน้ำ คลื่น คลื่นใต้น้ำ ลักษณะพื้นท้องทะเล สัตว์และพืชในน้ำ รวมทั้งการรบกวนของเสียงและแม่เหล็กจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ วางแผน ข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ จะต้องรวบรวมไว้โดยแยกเป็นพื้นที่ ๆ และเก็บไว้เป็นเอกสารอ้างอิง และจะต้องแก้ไขให้ทันสมัยอยู่เสมอ บุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนจะต้องมีความ

เข้าใจข้อมูลเหล่านี้เป็นอย่างดี ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการสำรวจจะเป็นประโยชน์มากในการวางแผนวางทุ่นระเบิด

๔๓๓. <u>การเริ่มทำแผนขั้นสถานการณ์อยู่ตัว</u>

ไม่ว่าความมุ่งหมายหรือขอบเขตของแผนจะมีว่าอย่างไร กรรมวิธี - มูลฐานโดยทั่วไปก็คล้ายคลึงกัน จุดเริ่มต้นที่ดีที่สุดก็คือทำบัญชีท่าเรือทุกแห่งไว้ไม่ว่าท่าเล็กหรือท่าใหญ่และบริเวณน่านน้ำจำกัดในพื้นที่ที่พิจารณาวางแผน (โดยปกติแล้วจะเขียนขอบเขตของพื้นที่หรือ เป้าหมายรวมไว้แยกให้เห็นชัดว่าเป็นพื้นที่ซึ่งข้าศึกไม่สามารถถอนหรือเสริมกำลังเรือกวาดทุ่นระเบิดได้ หรือเป็นพื้นที่ที่จะวางทุ่นระเบิดโดยใช้กำลังเพียงหน่วยเดียว) จะต้องศึกษาพิจารณาข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดเกี่ยวกับการผ่านเข้าออกของเรือในพื้นที่เหล่านี้ และทำตารางการผ่านเข้าออกของเรือเป้าที่เราสนใจไว้

พื้นที่ใดที่เห็นได้ชัดว่าไม่คุ้มค่าหรือไม่เหมาะสมที่จะวางทุ่นระเบิดหวังผลต่อเนื่องก็ตัดทิ้งเสียได้ หรือถ้าประสงค์จะคงไว้เป็นที่สำหรับวางทุ่นระเบิดเล็ก ๆ น้อย ๆ ราวเดือนละหนึ่งเที่ยวบิน เพื่อกระจายกำลังตอบโต้ทุ่นระเบิดข้าศึกก็ได้ หรือจะย้ายพื้นที่เหล่านี้ไปไว้ในบัญชีพื้นที่สำหรับวางทุ่นระเบิดหวังผลชั่วคราวก็ได้ ไม่มีกฎตายตัวหรือแน่นอนเพื่อตัดสินว่าถ้าวางทุ่นระเบิดท่าเรือใดไปแล้วไม่คุ้มค่าจะต้องย้ายท่าเรือนั้นจากบัญชีวางทุ่นระเบิดหวังผลต่อเนื่อง เว้นไว้แต่ว่าถ้า Susceptibility ต่ำมากจนคำนวณส่วนแบ่งกำลังวางทุ่นระเบิดได้น้อยกว่าหนึ่งเที่ยวบินต่อเดือนแล้ว ก็ไม่จำเป็นต้องเอาท่าเรือนั้นคงไว้ในบัญชีวางทุ่นระเบิดหวังผลต่อเนื่อง โดยทั่วไปแล้วการตรวจสอบตัวเลขของการผ่านเข้าออกของเรือ ความยาวของช่องทาง และลักษณะโดยทั่วไปอย่างคร่าว ๆ ก็จะบอกได้ว่าท่าเรือนั้นควรจะอยู่ในบัญชีวางทุ่นระเบิดหวังผลต่อเนื่องหรือไม่ อย่างไรก็ตามพึงสังเกตว่าในการปฏิบัติการจริงยามสงคราม การวางทุ่นระเบิดท่าเรือเล็ก ๆ อาจมีประโยชน์มาก เพราะทุ่นระเบิดนี้จะมีประสิทธิผลสูงถ้าข้าศึกไม่กวาด และถ้าข้าศึกส่งเรือกวาดทุ่นระเบิดมาประจำท่าเรือนี้ ก็จะทำให้ข้าศึกเกิดผิดพลาดในการแบ่งกำลังกวาดทุ่นระเบิดแทนที่จะใช้ให้ได้ผลคุ้มค่า

ลับ

ตาราง ข – ๑ เป็นตัวอย่างตารางรวมตำบลเป้าหมายทั้งหมดในเป้าหมายรวมที่จะวางทุ่นระเบิดหวังผลต่อเนื่อง และการผ่านเข้าออกของเรือเป้าแต่ละประเภททุกช่องทาง ถ้ามีข่าวกรองเกี่ยวกับเรือกวาดทุ่นระเบิดก็ควรเพิ่มเข้าไปด้วย สำหรับการวางแผนยามสงบนั้น ถ้าทราบจำนวนรวมของเรือกวาดทุ่นระเบิดในพื้นที่นั้นแล้ว รายละเอียดการแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดไปไว้ตามตำบลที่เป้าหมายต่าง ๆ ก็ไม่สำคัญ เพราะเมื่อสงครามเกิดขึ้นข้าศึกก็จะแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดไปตามท่าเรือต่าง ๆ ให้ได้ประโยชน์มากที่สุด (คือแบ่งตาม Susceptibility) อย่างไรก็ตามในเวลาสงครามข่าวสารรายละเอียดเกี่ยวกับการแบ่งกำลังเรือกวาดทุ่นระเบิดของข้าศึกก็เป็นสิ่งที่ต้องการอย่างยิ่ง เพื่อจะได้ใช้ประโยชน์จากความผิดพลาดในการแบ่งกำลังของข้าศึก ดังที่แสดงไว้ในผนวก ค.

ต่อไปนี้ก็คือเรื่องช่องทางเข้าออกแต่ละพื้นที่เป้าหมาย จะเป็นช่องทางที่ทราบแน่นอนหรือที่กะคร่าว ๆ ก็ตาม จะต้องเขียนลงไปในแผนที่ ๆ เหมาะสมและแบ่งเป็นส่วน ๆ ตามความลึก ดังที่อธิบายไว้ในข้อ ๔๒๒. ส่วนต่าง ๆ ของช่องทางของแต่ละพื้นที่เป้าหมายจะต้องทำเป็นตารางบอกความลึกและความยาวไว้ ตัวอย่างเช่นในภาพ ข – ๑

จะหาทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดที่จะใช้ในแต่ละส่วนของช่องทางได้โดยวิธีที่อธิบายไว้ในข้อ ๔๒๗. สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้นำไปใช้หาค่า w/RW และ Mw/RW สำหรับทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดแต่ละส่วนของช่องทางและจะคำนวณหา Susceptibility และ Load -Susceptibility เฉพาะส่วนของช่องทางได้ง่าย ๆ โดยเอาความยาวและจำนวนเที่ยวเรือผ่านคูณเข้า ตัวอย่างรายละเอียดการคำนวณมีในตาราง ข – ๒, ข – ๓ และ ข – ๔

๔๓๔. <u>การประเมินผลการดำเนินสงคราม</u>

จากผลรวมเหล่านี้เราอาจหาความเสียหายที่คาดว่าเกิดขึ้นจากการใช้กำลังที่กำหนดให้ หรือหากำลังที่จำเป็นต้องใช้เพื่อได้เกิดความเสียหายตามอัตราที่กำหนดให้ ทั้งนี้ต้องแล้วแต่ความต้องการของแผน สมการที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้คือสมการ ๔ – ๘, ๔ – ๑๒ และ ๔ – ๒๒ ในทางทฤษฎีแม้ว่า Susceptibility ของทุ่นระเบิดทำลายเรือดำน้ำที่มีต่อเรือสินค้าจะเข้าไปรวมอยู่กับการประมาณความเสียหายของเรือดำน้ำก็ตาม เนื่องจากเรือสินค้า

ลับ

จะกวาดทุ่นระเบิดทำลายเรือดำน้ำด้วย (แล่นผ่านทำให้ทุ่นระเบิดระเบิด) แต่โดยปกติและผลของความเสียหายที่จะบังเกิดขึ้นกับทั้งเรือดำน้ำและเรือสินค้านั้นน้อยมากอาจตัดทิ้งเสียได้ โดยทำนองเดียวกันผลของความเสียหายจากทุ่นระเบิดทำลายเรือสินค้าที่เกิดขึ้นกับทั้งเรือสินค้า และเรือดำน้ำก็ตัดทิ้งเสียได้เช่นเดียวกัน ตัวอย่างการประมาณความเสียหายมีอยู่ในตอนล่างของตาราง ข - ๕

จะต้องไม่ลืมว่าการประมาณความเสียหายหรือกำลังที่ต้องการนั้นอย่างดีก็อย่างคร่าวๆ เท่านั้น และก็ไม่ดีไปกว่าสมมุติฐานและข่าวกรองที่นำไปใส่ค่าแต่ละ factor เช่นความกว้างย่านกวาด จำนวนเที่ยวเรือผ่าน และ factor อื่น ๆ อย่างไรก็ตามการประมาณความเสียหายก็ยังมีประโยชน์ใช้วัดค่าของการดำเนินสงครามทุ่นระเบิดอย่างหยาบ ๆ จนกว่าสถานการณ์จะเปลี่ยนเมื่อสถานการณ์เปลี่ยนไปจะต้องประมาณความเสียหายใหม่

ตอนนี้จะต้องทบทวนสถานการณ์ทางยุทธศาสตร์มูลฐาน และแนวความคิดมูลฐานของแผนอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้แน่ใจว่าการประมาณความเสียหายหรือกำลังที่ต้องการรับกันกับแผนตัวอย่าง เช่น จำนวนความเสียหายอาจมากกว่าหรือน้อยกว่าที่จำเป็นจะให้บรรลุความมุ่งหมายของแผน อาจมอบหมายให้กำลังบางส่วนไปปฏิบัติกิจอื่นหรืออาจต้องทำแผนความต้องการกำลังเพิ่มเติมแล้วแต่กรณี

๔๓๕. <u>การแบ่งทุ่นระเบิดหรือเที่ยวบิน</u>

ถ้าการประมาณความเสียหายของเรือสินค้าและเรือดำน้ำต่อเดือน หรือกำลังที่ต้องการเป็นไปอย่างถูกต้องจนสามารถใช้เป็นหลักดำเนินการตามแผนต่อไปได้ ขั้นต่อไปก็คือแบ่งกำลังไปปฏิบัติการตามช่องทางและส่วนของช่องทางต่าง ๆ

จะต้องตรวจสอบและตกลงใจว่า รายการทุ่นระเบิดที่ใช้วางแต่ละช่องทางนั้นควรจะวางทุ่นระเบิดชนิดอื่นนอกเหนือไปจากทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดเพิ่มเติมเพื่อให้ข้าศึกกระจายกำลังเรือกวาดหรือไม่ (ดูข้อ ๔๒๗ ฌ) ถ้าเห็นว่าควรวางก็ควรแบ่งมอบกำลังหน่วยย่อยให้ไปทำตามความมุ่งหมายนั้น จะต้องคิดรวมกำลังหน่วยย่อยทุกหน่วยที่ปฏิบัติงานตามช่องทางต่าง ๆ ในเป้าหมาย

รวมแล้วนำไปหักออกกำลังทั้งหมดที่มีอยู่ พึงระมัดระวังว่าการมอบกำลังส่วนย่อยให้ไปวางทุ่นระเบิดเพื่อกระจายกำลังเรือกวาดข้าศึกนั้นไม่ใช่จะมอบให้ไปอย่างไร้เหตุผลโดยไม่คำนึงถึงกำลังทั้งหมดที่มีอยู่ ปกติแล้วไม่ควรเกิน ๑๐ % ของกำลังทั้งหมด

ต่อไปคิดรวมกำลังที่มอบให้ไปวางทุ่นระเบิดท่าเรือที่มี Susceptibility น้อยทุกแห่งเข้าด้วยกัน ตามที่อธิบายไว้ในข้อ ๔๓ แล้วนำไปหักออกจากกำลังทั้งหมดที่มีอยู่เช่นกัน แบ่งกำลังที่เหลือไปวางทุ่นระเบิดตามที่หมายต่าง ๆ ในเป้าหมายรวม แล้วแบ่งกำลังที่ได้รับมอบให้วางทุ่นระเบิดแต่ละช่องทางย่อยลงไปอีก เพื่อให้วางทุ่นระเบิดตามส่วนต่าง ๆของช่องทางนั้น ๆ ถ้าจะแบ่งจำนวนทุ่นระเบิดไปวางตามตำบลที่และส่วนต่าง ๆ ของช่องทางควรจะแบ่งให้ได้ส่วนสัมพันธ์กับ Susceptibility ตามสมการ ๔ – ๑๔ หรือ ๔ – ๑๘ และ ๔ – ๑๙ ถ้าจะแบ่งเป็นเที่ยวบินเพื่อให้ไปวางตามตำบลที่และส่วนต่าง ๆ ของช่องทางควรแบ่งตาม Load - Susceptibility ตามสมการ ๔ – ๑๖ หรือ ๔ – ๒๐ และ ๔ – ๒๑ การดำเนินสงครามทุ่นระเบิดทำลายเรือสินค้าและทำลายเรือคำน้ำ ควรแยกต่างหากจากกันตัวอย่างการแบ่งกำลังไปใช้ตามช่องทางต่าง ๆ มีในตาราง ข – ๕ ตัวอย่างการแบ่งกำลังย่อยลงไปตามส่วนต่าง ๆ ของช่องทางมีในตาราง ข – ๓ และ ข – ๔

๔๓b. <u>ความร่วมมือของหน่วยต่าง ๆ ในการวางแผนขั้นสถานการณ์อยู่ตัว</u>

จากจำนวนเที่ยวบินทั้งหมดที่ใช้ไปวางทุ่นระเบิดแต่ละส่วนของช่องทางและความจุของเครื่องบิน ในการบรรทุกแต่ละเที่ยวบิน ก็อาจทำตารางบอกจำนวนทุ่นระเบิดแต่ละชนิดที่จะวางในแต่ละส่วนของช่องทางได้ ในขั้นนี้โดยปกติแล้วตารางดังกล่าวจะไม่มีหมายเลขการประกอบบอกไว้ แต่ก็นับว่าละเอียดพอสำหรับความมุ่งหมายในการวางแผนกว้าง ๆ แล้ว แต่ถ้าทำแผนขีดความสามารถจะต้องเปรียบเทียบดูว่ายอดรวมของทุ่นระเบิดแต่ละชนิดตามแผนเป็นเท่าใดและที่มีอยู่จริงเท่าใด ถ้าจำเป็นจะต้องปรับแต่ก็ต้องกระทำ

ถ้าจำเป็นจะต้องทำแผนให้ละเอียดขึ้นไปอีก ขั้นต่อไปอาจต้องเปลี่ยนไปตามความสัมพันธ์ในการบังคับบัญชาของหน่วยในพื้นที่ต่าง ๆ ฉะนั้นจะต้องเขียนเป็นกลาง ๆ จำเป็นจะ

ต้องมีการร่วมมือกันระหว่างหน่วยกำลังทางอากาศที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการวางทุ่นระเบิดและหน่วยส่งกำลังบำรุงหรือหน่วยอื่นที่รับผิดชอบในการจัดหาและเตรียมทุ่นระเบิดให้พร้อมที่จะใช้วางได้

หน่วยต่าง ๆ ที่รับผิดชอบในการวางทุ่นระเบิดจะต้องพิจารณาเพิ่มเติมปัจจัยที่เกี่ยวกับวิธีการยุทธวิธี และกำหนดเวลาวางทุ่นระเบิดลงไปในแผนปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ได้แก่

ก. เครื่องพยุงทุ่นระเบิด การจะใช้เครื่องพยุงทุ่นระเบิดชนิดใดย่อมแล้วแต่ยุทธวิธีการวางทุ่นระเบิดและแบบของเครื่องบินที่จะใช้ ดังนั้นจึงมีผลต่อหมายเลขทุ่นระเบิดที่จะประกอบด้วย

ข. เครื่องหน่วงเวลาพร้อม การตั้งเครื่องหน่วงเวลาพร้อม และเครื่องกำหนดอายุทุ่นระเบิด ย่อมขึ้นอยู่กับรายละเอียดกำหนดเวลาวางทุ่นระเบิดและมีผลต่อหมายเลขทุ่นระเบิดที่จะประกอบด้วย

ค. การป้องกันภัยทางอากาศของข้าศึก ถ้าส่วนหนึ่งส่วนใดของช่องทางหรือท่าเรือใด มีการป้องกันภัยทางอากาศอย่างเข้มแข็งจนไม่สามารถวางทุ่นระเบิดได้ จะต้องแบ่งกำลังที่มอบให้ไปปฏิบัติการ ณ ช่องทางหรือท่าเรือนั้นไปปฏิบัติการ ณ ช่องทางหรือท่าเรือแห่งอื่น

ง. น้ำหนักบรรทุกและระยะทาง การประมาณการเกี่ยวกับน้ำหนักบรรทุกที่สามารถนำไปได้ตามระยะทางต่าง ๆ อาจต้องเปลี่ยนแปลงเมื่อได้ตรวจสอบปัจจัยต่าง ๆ ในการวางทุ่นระเบิดโดยละเอียดแล้ว

จ. กำหนดเวลาการบรรทุกตามเที่ยวบิน กำหนดเวลาการบรรทุกตามเที่ยวบินจะบอกให้ทราบปริมาณของงานและขนาดของทุ่นระเบิดที่หน่วยเตรียมทุ่นระเบิดจะต้องเตรียมให้พร้อมเพื่อสนับสนุนแผนนี้

เพราะฉะนั้น ในการที่จะทำแผนชี้ดความสามารถและแผนความต้องการยามสงบให้สำเร็จ ผู้วางแผนประจำพื้นที่และผู้บังคับหน่วยบินที่รับผิดชอบในการวางทุ่นระเบิดจะต้องร่วมมือกันทำกำหนดการเกี่ยวกับทุ่นระเบิดขึ้นโดยบอกจำนวนที่จะต้องประกอบและกำหนดวันที่คาดว่าจะใช้ให้ละเอียดเพียงพอตามความต้องการในการส่งกำลังบำรุง ในกำหนดการนี้จะต้องเพิ่มจำนวนทุ่นระเบิดลงไปให้มีสำรองไว้ให้ชี้ดความสามารถยืดหยุ่นตัวได้เพียงพอเพื่อเผชิญกับสถานการณ์ ที่คาด

ว่าจะต้องเปลี่ยนไปในระหว่างการทำแผนจนถึงเวลาใช้จริง ข้อพิจารณาในแผนจะช่วยประมาณจำนวนทุ่นระเบิดที่จำเป็นต้องมีเพิ่มขึ้นเพื่อให้รับสถานการณ์ที่เปลี่ยนไปได้ หมายเลขลำดับการประกอบทุ่นระเบิดและกำหนดเวลาใช้จะพาดพิงไปถึงการส่งกำลังบำรุง และหน่วยสนับสนุน เพื่อจะให้แน่ใจได้ว่ามีขีดความสามารถในการขนส่ง ประกอบ และเตรียมทุ่นระเบิดสนับสนุนแผนนี้ได้ ที่จุดนี้อาจต้องปรับปรุงแผนขีดความสามารถเสียใหม่เพราะยังขาดขีดความสามารถทางการส่งกำลังบำรุง สำหรับแผนความต้องการนั้นจะต้องเพิ่มรายละเอียดการสนับสนุนการส่งกำลังบำรุงเข้าไปให้พอ เพื่อว่าจะได้บรรลุผลตามความมุ่งหมายของแผนในอนาคต

เมื่อได้เสนอแผนขึ้นไปตามสายการบังคับบัญชา จะต้องมีหมายเลขลำดับการประกอบทุ่นระเบิดและกำหนดเวลาใช้ที่ละเอียดพอเพื่อจะได้ไม่ต้องเป็นห่วงว่ามีทุ่นระเบิดพอหรือไม่ถ้ามีไม่พอ ก็จะได้จัดหามาไว้ นำไปเก็บไว้ยังที่ ๆ เหมาะ กำหนดการลำเลียงขนส่งและเรื่องอื่น ๆ

ในยามสงครามกำหนดการละเอียดเกี่ยวกับทุ่นระเบิดจะยิ่งมีความสำคัญมากขึ้น จึงควรมีการเตรียมเสียแต่ในยามสงบตามสมควร แต่ละเที่ยวบินจะต้องมีแผนรายละเอียดที่สมบูรณ์เกี่ยวกับยุทธวิธีแนวทิ้งทุ่นระเบิด จุดทิ้ง ชนิดของทุ่นระเบิดและการตั้งทุ่นระเบิดที่จะนำไปติดตามที่ติดลูกระเบิดบนเครื่องบินแต่ละแห่ง จะต้องส่งกำหนดการต่าง ๆ เหล่านี้ให้หน่วยประกอบและเตรียมทุ่นระเบิดทราบเพื่อจะได้ตั้งทุ่นระเบิดชนิดนั้น ๆ ตามที่กำหนดไว้ให้พร้อมที่จะนำไปบรรทุกบนเครื่องบินได้ และจะต้องทำกำหนดการบรรทุกไว้ด้วยเพื่อให้หน่วยบริการเครื่องบินบรรทุก ทุ่นระเบิดตามชนิดตามแผงติดระเบิดได้ถูกต้อง

๔๓. <u>การวางแผนขั้นสถานการณ์เปลี่ยนแปลง</u>

การวางแผนขั้นสถานการณ์เปลี่ยนแปลงไม่ค่อยมีหลักเกณฑ์ แผนนี้ใช้เหตุผลใดหรือจะยืดหยุ่นอย่างไรก็ใช้ได้ โดยเฉพาะการวางแผนยามสงบในเมื่อไม่สามารถทำนายเหตุการณ์ ที่จะเกิดในยามสงครามได้ถูกต้อง การวางแผนขั้นสถานการณ์เปลี่ยนแปลงทำได้ง่ายโดยถือเอาแผนขั้นสถานการณ์อยู่ตัวเป็นหลัก

ลักษณะอันหนึ่งของแผนขั้นสถานการณ์เปลี่ยนแปลงก็คือ ยังไม่ทราบตำบลที่ของช่องทางเดินเรือของข้าศึก เพราะฉะนั้นผู้วางแผนจึงไม่ทราบแน่ว่าจะวางทุ่นระเบิดตรงไหน ทราบแต่

เพียงว่าจะวางทุ่นระเบิดในน่านน้ำที่เดินเรือได้เท่านั้น ถ้า H เป็นความกว้างของน่านน้ำที่เดินเรือได้ และ B เป็นความกว้างของน้ำที่เรือใช้จริง ๆ (ความกว้างของเรือ) โชคที่ทุ่นระเบิดที่วางในน่านน้ำที่เดินเรือได้ จะเข้าไปอยู่ในช่องที่เรือแล่นจริง ๆ จะเท่ากับ B/H เพราะฉะนั้น F ส่วนหนึ่งของทุ่นระเบิดทั้งหมดในน่านน้ำที่เดินเรือได้ ที่เข้าไปอยู่ในช่องทางเดินเรือ และเป็นทุ่นระเบิดใช้ได้ (ไม่ด้าน) จะเป็นปฏิภาคอย่างกลับกับ H ซึ่งตรงข้ามกับสมมุติฐานที่ว่า F เป็นตัวประจำในสมการ Susceptibility ในขั้นสถานการณ์อยู่ตัวเมื่อถือว่าทราบตำบล ที่ช่องทางเดินเรือและ F จะขึ้นอยู่กับความแม่นยำในการวางทุ่นระเบิดเท่านั้น เมื่อคิดว่า F เป็นตัวเปลี่ยน (Variable) จะได้อัตราความเสียหายสูงสุดต่อเมื่อแบ่งทุ่นระเบิดไปวางตามส่วนของช่องทางให้ได้ส่วนกับ F กับ Susceptibility เพราะฉะนั้นหลักทั่วไปในการวางทุ่นระเบิดขั้นสถานการณ์เปลี่ยนแปลงอาจสรุปได้ดังนี้ ในขั้นสถานการณ์เปลี่ยนแปลงควรมุ่งวางทุ่นระเบิดหรือจัดเที่ยวบินวางทุ่นระเบิดในส่วนของทางที่มีน่านน้ำการเดินเรือแคบมาก และวางในส่วนของช่องทางที่มีน่านน้ำการเดินเรือกว้างให้น้อยจนกว่าจะทราบช่องทางเดินเรือที่แท้จริง

บางครั้งในขั้นแรกผู้วางแผนมักจะมีความคิดโน้มเอียงไปในทางที่ว่าควรใช้หลักการตรงข้าม คือที่ใดที่มีน่านน้ำการเดินเรือกว้างก็ควรจะวางทุ่นระเบิดมากเพื่อมีโชคในการทำลายสูงเต็มความกว้างซึ่งจะบังคับให้ข้าศึกกำหนดช่องทางกวาดขึ้น หลักการนี้ผิด เพราะไม่แต่เพียงจะทำให้ความเสียหายน้อยลง ยังไม่ได้คำนึงถึงข้อเท็จจริงจากประสบการณ์ที่ว่าฝ่ายป้องกันจะได้รับความกดดันอย่างรุนแรงที่จะต้องกำหนดช่องทางกวาดขึ้นแม้ว่าจะวางทุ่นระเบิดเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องวางทุ่นระเบิดจำนวนมากเพียงเพื่อบังคับให้ข้าศึกกำหนดช่องทางกวาดขึ้นเท่านั้น

วิธีการวางแผนทางปฏิบัติขั้นสถานการณ์เปลี่ยนแปลง อาจใช้แผนที่ช่องทาง ตารางการแบ่งเที่ยวบินให้ไปวางทุ่นระเบิดตามส่วนต่าง ๆ ของช่องทางของแผนขั้นสถานการณ์อยู่ตัวเป็นแนวแบ่งเที่ยวบินที่มีอยู่ไปวางทุ่นระเบิดตามส่วนต่างของช่องทางที่แคบและมี Load - Susceptibility สูงได้ การแบ่งควรได้ส่วนคร่าว ๆ กับ FL ถ้าในตอนเริ่มสงครามมีจำนวนเที่ยวบินน้อย การวางทุ่นระเบิดควรเจาะจงแต่ช่องทางที่แคบที่สุดและมีเรือเข้าออกมากที่สุดโดยเฉพาะเมื่อสิ่งบอกเหตุว่าข้าศึกมีมาตรการต่อต้านไม่เพียงพอ

ลับ

ขนาด ชนิด หมายเลขทุ่นระเบิดและการตั้งทุ่นระเบิดที่จะใช้วางในแต่ละส่วนของช่องทาง โดยทั่วไปแล้วควรเป็นเช่นเดียวกับที่ใช้ในสถานการณ์อยู่ตัว เพราะฉะนั้นแผนการส่งกำลังบำรุงก็จะมีอยู่พร้อมแล้ว โดยใช้แผนขั้นสถานการณ์อยู่ตัวเป็นหลัก

ในช่วงเวลาขั้นสถานการณ์เปลี่ยนแปลงนี้ การประสานงานระหว่างหน่วยที่มีอยู่ การเตรียมการ และการวางทุ่นระเบิดยากที่จะทำให้สำเร็จได้ เพราะฉะนั้นควรระมัดระวังปัญหาข้อนี้ให้มาก ทั้งในการวางแผนยามสงบและในเวลาปฏิบัติการจริงยามสงคราม

แผนยามสงบขั้นสถานการณ์เปลี่ยนแปลงจำจะต้องให้ยืดหยุ่นได้เท่าที่ควร เพื่อให้สามารถเผชิญกับสถานการณ์แวดล้อมที่ไม่คาดคิดมาก่อนได้เป็นอย่างดี เพราะในขั้นสถานการณ์เปลี่ยนแปลงนั้น สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ๆ มักจะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และไม่อาจทำนายได้ จึงไม่ควรคาดคะเนความเสียหายไว้ตั้งแต่ยามสงบ ความไม่แน่นอนของตำบลที่ช่องทางเดินของข้าศึกในน่านน้ำที่เดินเรือได้ มักจะทำความเสียหายลดลงจากที่คาดไว้ในขั้นสถานการณ์อยู่ตัว แต่ความไม่พร้อมของกำลังต่อต้านของข้าศึกอาจลบล้างความเสียหายส่วนที่ลดลงนี้ได้

๔๔๐. <u>อัตราการคุกคาม</u>

บางทีเราอาจต้องการทราบว่าโอกาสที่เรือขนาดกลาง ๆ (เฉลี่ย) เมื่อแล่นผ่านสนามทุ่นระเบิดหวังผลต่อเนื่อง จะทำให้ทุ่นระเบิดระเบิดขึ้นได้มากน้อยเพียงใด โอกาสนั้นก็คือโชคในการทำลายซึ่งมีค่า

$$T=\sum_j C_j/t, \qquad \text{สมการ ๔ – ๒๘}$$

หรือ $$T\sim\frac{F}{t}\sum_j\frac{N_jG_j}{G_j+S_j} \qquad \text{สมการ ๔ – ๒๙}$$

(เมื่อ T มีค่าน้อย)

เมื่ออักษร j ที่อยู่ข้างล่างหมายถึงส่วนต่าง ๆ ของช่องทางที่ประกอบกันเป็นสนามทุ่นระเบิด และเราต้องการหาโชคในการทำลายของสนามทุ่นระเบิดทั้งสนาม ถ้ามีการข่าวกรอง

ลับ

เกี่ยวกับความเสียหายและอัตราการผ่านเข้าออกของเรือข้าศึกดี สมการ ๔ – ๒๘ จะประมาณโชคในการทำลายได้ถูกต้องมากที่สุด ถ้าสมมุติว่าข้าศึกแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดไปปฏิบัติการตามช่องทางได้ส่วนกับ **Susceptibility** ของส่วนของช่องทางนั้น ๆ สมการ ๔ – ๒๙ ก็จะเป็น

$$T \approx \frac{F\left(\sum_j N_j\right)\left(\sum_j G_j\right)}{t\left(\sum G_j + \sum S_j\right)}$$ สมการ ๔ – ๓๐

(เมื่อ T มีค่าน้อย)

ถ้าต้องการหาโชคในการทำลาย T_u สำหรับเรือประเภท u ซึ่งผิดไปจากขนาดเฉลี่ยของเรือมาก

$$T_u \approx F\sum_j \left(N_j \frac{w_{uj} L_j / RW}{G_j + S_j}\right)$$ สมการ ๔ – ๓๑

(เมื่อ T_u มีค่าน้อย)

เมื่อ w_{uj} เป็นความกว้างการจุดระเบิดเฉลี่ยของเรือประเภท u ในช่องทาง j

๔๕๐. ข้อพิจารณาในการวางแผนถ้าคาดว่าข้าศึกกวาดทุ่นระเบิดไม่ได้

บางครั้งอาจคาดคะเนได้ว่าข้าศึกไม่สามารถ**กวาดทุ่นระเบิดที่วางไว้ได้เช่นในกรณีที่วางทุ่นระเบิดความดันแม่เหล็กเพื่อใช้ทำลายเรือขนาดใหญ่ในน่านน้ำ** ในสถานการณ์เช่นนี้ สมการ ๔ – ๑ ก็จะกลายเป็นสมการที่ง่าย คือ

$$C = FN$$ สมการ ๔ – ๓๒

นั่นคือ อัตราความเสียหายที่คาดจะเท่ากับอัตราทุ่นระเบิดที่ใช้การได้ที่อยู่ในช่องทาง **Susceptibility factor** จะกลายเป็น **infinity** และไม่มีค่าสำหรับความมุ่งหมายของแผน การแบ่งทุ่นระเบิดไปวางตามท่าเรือต่าง ๆ ก็จะต้องพิจารณาด้วยสามัญสำนึกเท่านั้นเช่น

๑. ไม่จำเป็นต้องแบ่งทุ่นระเบิดไปวางตามท่าเรือ ตามส่วนของการผ่านเข้าออกอาจวางใกล้ท่าเรือหรือที่ ๆ วางได้ง่ายให้มาก อย่างไรก็ตามการวางทุ่นระเบิดท่าเรือใด ๆ ไม่ควร

ลับ

วางให้มากเกินกว่าจำนวนเรือเป้าที่จะทำทุ่นระเบิดระเบิดได้ หรือไม่ให้มากเกินไปจนทำให้ข้าศึกเปลี่ยนระบบการสัญจรใหม่ นอกจากว่าเจาะจงจะให้เป็นอย่างนั้น

๒. ถ้าคาดว่าข้าศึกจะไม่สามารถกวาดทุ่นระเบิดได้เฉพาะบางแห่งเท่านั้นการวางทุ่นระเบิด ณ ตำบลที่เช่นนี้จะต้องประสานกับการวางทุ่นระเบิด ณ ตำบลที่เช่นเดียวกับแห่งอื่นด้วยโดยคิดเป็นพื้นที่รวม และคิดเสียว่าการที่ข้าศึกไม่สามารถกวาดทุ่นระเบิด ณ ตำบลดังกล่าวได้เป็นการแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดท่าเรือเหล่านี้ให้มาก แต่ก็ไม่ให้มากเกินไปโดยไม่มีเหตุผล

โชคในการทำลาย ณ ช่องทางหนึ่งช่องทางใดสำหรับเรือเป้าขนาดเฉลี่ยที่สามารถทำให้ทุ่นระเบิดระเบิดได้ จะมีค่าหยาบมากคือ

$$T=C_j/t_j \approx N_j F_j/t_j$$

สมการ ๔ – ๓๓
(เมื่อ T มีค่าน้อย)

เมื่อ t_j เป็นจำนวนเที่ยวเรือผ่านต่อหน่วยเวลาของเรือที่สามารถทำให้ทุ่นระเบิดระเบิดได้ โชคการทำลาย T_u สำหรับเรือประเภท u ที่ผิดจากขนาดเฉลี่ยของเรือซึ่งสามารถทำให้ทุ่นระเบิดได้จะมีค่าอย่างหยาบ ๆ คือ

$$T_u \approx F_j N_j \frac{w_{uj}}{\sum_u t_{uj} w_{uj}}$$

สมการ ๔ – ๓๔
(เมื่อ T มีค่าน้อย)

เมื่อรวมจำนวนเที่ยวเรือผ่านของเรือที่สามารถทำให้ทุ่นระเบิดระเบิดได้ทั้งหมดเข้าด้วยกัน ถ้าข้าศึกไม่สามารถกวาดทุ่นระเบิดได้ อาจมีทางที่จะทำให้ข้าศึกเลิกล้มความพยายามที่จะใช้ช่องทางนั้น ในกรณีเช่นนี้จะต้องออกแบบสนามทุ่นระเบิดเช่นเดียวกับสนามทุ่นระเบิดป้องกันที่มีการกวาด ดังจะได้อธิบายใน **ข้อที่** ๕๒๐

ลับ

ลับ

ลับ

บทที่ ๕

สนามทุ่นระเบิดป้องกันที่มีการกวาด

สารบาญ

๕๐๐. กล่าวทั่วไป

๕๑๐. สนามทุ่นระเบิดที่ต่อต้านได้สำเร็จ

๕๒๐. สนามทุ่นระเบิดที่ต่อต้านไม่สำเร็จ

ลับ

ลับ

บทที่ ๕

สนามทุ่นระเบิดป้องกันที่มีการกวาด

๕๐๐. กล่าวทั่วไป

สนามทุ่นระเบิดป้องกันที่มีการกวาด คือสนามทุ่นระเบิดที่วางใกล้เส้นทางเดินเรือหรือใกล้บริเวณยกพลขึ้นบกเพื่อป้องกันการโจมตีของข้าศึกรวมทั้งมาตรการต่อต้านของข้าศึกด้วย อย่างไรก็ตามในฐานะฝ่ายเสียเปรียบ สนามทุ่นระเบิดป้องกันนี้หมายรวมถึงสนามทุ่นระเบิดที่วางในช่องทางเข้าออกของท่าเรือข้าศึก หรือของแคบที่อยู่ใต้การควบคุมของข้าศึกเพื่อขัดขวางหรือกันมิให้กำลังของข้าศึกออกมาโจมตีการเดินเรือของฝ่ายพันธมิตร ตามแนวความคิดสนามทุ่นระเบิดชนิดนี้แยกจากสนามทุ่นระเบิดหวังผลซึ่งมีความมุ่งหมายหลักที่จะก่อให้เกิดความเสียหาย

การวัดคุณค่าของสนามทุ่นระเบิดป้องกันที่มีการกวาดนี้วัดได้จากโชคในการทำลายปานกลาง อย่างไรก็ตามจะต้องมั่นใจได้ว่าสนามนี้จะยังคงมีโชคในการทำลายอยู่แม้ว่าข้าศึกจะทำการกวาดก็ตาม ข้อพิจารณาในการออกแบบสนามทุ่นระเบิดชนิดนี้จะต้องแล้วแต่ว่าข้าศึกจะสามารถกวาดทุ่นระเบิดหรือใช้มาตรการต่อต้านอย่างอื่นได้สำเร็จหรือไม่ ถ้าข้าศึกต่อต้านได้สำเร็จแล้ว จะต้องใช้ทุ่นระเบิดจำนวนมากและจะมีโชคในการทำลายเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สนามทุ่นระเบิดชนิดนี้มีอธิบายไว้ในข้อ ๕๑๐.

ถ้าข้าศึกต่อต้านไม่สำเร็จแล้วใช้ทุ่นระเบิดเพียงเล็กน้อยก็มีโชคในการทำลายสูง สถานการณ์เช่นนี้มีอยู่ในข้อ ๕๒๐. พึงสังเกตว่าการโจมตีกำลังต่อต้านทุ่นระเบิดของข้าศึกอาจมีผลในการทำให้ลำบากในการกวาด เช่นเดียวกับวางทุ่นระเบิดชนิดที่กวาดยากและการนำเอาเครื่องกลไกระเบิดแบบใหม่มาใช้ แม้ว่าจะไม่ยากต่อการกวาดนักแต่อย่างน้อยก็ยากสำหรับข้าศึกจนกว่าข้าศึกจะสามารถเก็บทุ่นระเบิดขึ้นมาวิเคราะห์ออกแบบสร้างเครื่องมือกวาดและแจกจ่ายเครื่องมือไปให้กำลังต่อต้านทุ่นระเบิด

๕๑๐. สนามทุ่นระเบิดที่ต่อต้านได้สำเร็จ

เมื่อสนามทุ่นระเบิดซึ่งประกอบด้วยทุ่นระเบิดซึ่งข้าศึกสามารถต่อต้านได้สำเร็จโดยไม่ยาก สนามนั้นจะต้องออกแบบทำนองเดียวกับสนามทุ่นระเบิดหวังผลต่อเนื่องตามที่กล่าวไว้ในบทที่ ๔ อาจประมาณโชคการทำลายปานกลางของเรือประเภท u ได้ใกล้เคียงดังนี้

$$T_{dmu} \approx \sum_{j,K} \left(F_j N_{jK} \frac{w_{dmuKj}}{\sum_u (t_u w_{uKj}) + \delta_{Kj} w_{Kj}} \right) \qquad \text{สมการ ๕ – ๑}$$

(เมื่อ T_{dmu} มีค่าน้อย)

ซึ่งไม่ควรใช้ถ้า T_{dmu} มีค่ามากกว่า ๐.๕ ในที่นี้หน่วย j ครอบคลุมเฉพาะช่องทางหรือพื้นที่ของสนามทุ่นระเบิด ส่วนที่เรือข้าศึกใช้จริงเท่านั้น ผลรวมของ u คือเรือทุกประเภทที่คาดว่าจะพยายามแล่นฝ่าสนามทุ่นระเบิดนี้

ถ้าการกวาดทุ่นระเบิดมีช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ก็ไม่ต้องตั้งเครื่องหน่วงเวลาพร้อมตั้งแต่เกณฑ์เรือผ่านอย่างเดียว และตั้งให้กระจายกันอย่างมีระเบียบตั้งแต่หนึ่งจนถึงเกณฑ์สูงสุด สำหรับสถานการณ์เช่นนี้สมการหาโชคการทำลายที่ถูกต้องไม่มีแต่ผู้วางแผนจะหาได้ไม่ผิดมากนักว่าใช้ค่าโชคในการทำลายที่น้อยกว่าค่าที่หาได้จากสมการ ๕ – ๑ หรือจากสมการ

$$T_{dmu} \approx \sum_{j,K} m_{Kj} w_{dmuKj} / B_j \qquad \text{สมการ ๕ – ๒}$$

(เมื่อ T_{dmu} มีค่าน้อย)

ในเมื่อ m เป็นจำนวนทุ่นระเบิดที่พร้อมจะระเบิด (ทุ่นระเบิดพร้อมที่มีเกณฑ์เรือผ่านหนึ่ง) ในช่องทางซึ่งกว้าง B และคาดว่าเรือข้าศึกจะใช้ช่องทางนี้จริง ๆ โดยเหตุที่เกณฑ์เรือผ่านตั้งไว้อย่างมีระเบียบตั้งแต่หนึ่งจนถึงเกณฑ์สูงสุด

$$m_{Kj} = \frac{\text{จำนวนทุ่นระเบิดแบบ } K \text{ ในส่วนของช่องทาง } j}{\text{เกณฑ์เรือผ่านสูงสุดที่ตั้ง}} \qquad \text{สมการ ๕ – ๓}$$

ลับ

๕๒๐. สนามทุ่นระเบิดที่วางทุ่นระเบิดที่ต่อต้านไม่สำเร็จ

ในสนามทุ่นระเบิดป้องกันที่มีการกวาด ถ้าทุ่นระเบิดที่วางไว้ไม่สามารถกวาดได้หรือกวาดได้ด้วยความยากลำบากอย่างยิ่งแล้ว สนามนั้นก็มีลักษณะเช่นเดียวกับสนามทุ่นระเบิดป้องกันที่ไม่มีการกวาดซึ่งอธิบายไว้ในบทที่ ๑ สมการและโนโมกราฟในบทที่ ๑ อาจนำมาใช้หาอัตราความเสียหายปานกลางได้

อย่างไรก็ดีข้อเท็จจริงที่ว่าข้าศึกอยู่ในฐานะที่จะต้องพยายามต่อต้านสนามทุ่นระเบิดนั้น และมีความปรารถนาที่จะฝ่าสนามเข้าไปมากกว่าฝ่าสนามทุ่นระเบิดป้องกันที่มีการกวาด ทำให้จำเป็นที่ผู้วางแผนจะต้องแน่ใจว่ามีทุ่นระเบิดอยู่ในสนามมากพอเพื่อรักษาโชคในการทำลายไว้ ตัวอย่างเช่น ทุ่นระเบิดหนึ่งลูกที่วางในช่องทางที่แคบมาก อาจมีโชคในการทำลายสูง แต่ถ้ามีทุ่นระเบิดแต่เพียงลูกเดียวในช่องทางนั้นก็ไม่อาจป้องกันกองเรือข้าศึกทั้งกองได้ ถ้าข้าศึกตั้งใจจะฝ่าเข้าไป

วิธีที่จะนำไปสู่ปัญหานี้มีดังต่อไปนี้ สมมุติว่า B เป็นความกว้างของช่องทางกวาดที่แคบที่สุดที่ข้าศึกหวังจะใช้เป็นประจำ ถือว่าภายในระยะ ๑ ไมล์ จากฝั่งกว้าง ๒๕๐ หลา ท่อน ๆ กว้าง ๕๐๐ หลา แต่ตัวเลขเหล่านี้ไม่ค่อยมีหลักเกณฑ์นัก ความกว้างที่แท้จริง จะเปลี่ยนไปตามสภาพแวดล้อม ให้ m เป็นจำนวนทุ่นระเบิดที่เชื่อว่าจะเข้าไปในช่องทางกวาด (วางมากกว่านั้น) เพื่อป้องกันมิให้ข้าศึกใช้ช่องทางนั้น คือจำนวนทุ่นระเบิดที่จะทำให้ข้าศึกไม่กล้าผ่านเข้าไปหรือทำให้ข้าศึกสำนึกว่าควรจะลองใช้ช่องทางอื่นดูเผื่อว่าจะมีทุ่นระเบิดอยู่น้อยจำนวนทุ่นระเบิดนี้ปราศจากหลักเกณฑ์โดยสิ้นเชิง ผู้วางแผนจะต้องหายใจข้าศึกเอาเอง จำนวนทุ่นระเบิดนี้ต้องถือหลักจากการพิจารณาว่าหน่วยทำลายทุ่นระเบิดจะตรวจพบและทำลายเสียจำนวนเท่าใด ทุ่นระเบิดเกิดระเบิดขึ้นโดยเรือแล่นผ่านหรือระเบิดขึ้นโดยบังเอิญจำนวนเท่าใด ข้าศึกยอมเสียสละให้เรือระเบิดเพื่อฝ่าเข้าไปให้ได้จำนวนเท่าใด และอื่น ๆ ถ้าความกว้างของน่านน้ำที่เดินเรือได้เป็น H จำนวนทุ่นระเบิดอย่างน้อยที่สุดที่วางในสนามจะหาได้ง่าย ๆ คือ

จำนวนทุ่นระเบิดในสนามทั้งหมด $= mH/B$ สมการ ๕ – ๔

พิมพ์ครั้งแรก

ลับ

โชคในการทำลายไม่ว่าขณะใดจะหาได้ตามในบทที่ ๑ โดยใช้จำนวนทุ่นระเบิดที่ประมาณว่าจะคงเหลืออยู่ในช่องทาง พึงสังเกตว่าถ้าข้าศึกนำเรือผ่านช่องทาง จำนวนที่เรือที่จะได้รับความเสียหายปานกลางหรือเสียหายมากกว่านั้นจะไม่ใช่ m, ลำ แต่จะเป็น $m\ w_{dm}/w$. มากกว่า

จะเห็นได้ชัดว่าในสถานการณ์เช่นนี้การที่จะให้สนามทุ่นระเบิดมีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่องได้จะขึ้นอยู่กับว่าจะคงหาข่าวเกี่ยวกับการปฏิบัติการของข้าศึกในสนามทุ่นระเบิดนั้นและเสริมตามที่จำเป็นได้เพียงใด เมื่อมีเครื่องกลไกระเบิดแบบใหม่ที่ข้าศึกจะต่อต้านได้ยากก็ควรนำมาใช้

ผนวก ก.

เครื่องหมายต่าง ๆ

เครื่องหมาย	ความหมาย
a	เนื้อที่การจุดระเบิดเฉลี่ยของเรือ (ดูข้อ จ – ๑๓๒)
a_d	เนื้อที่ความเสียหายร้อยละ d เฉลี่ยของเรือ (ดูข้อ จ – ๑๕๒)
a_{do}	เนื้อที่ความเสียหายร้ายแรงเฉลี่ยของเรือ (ดูข้อ จ – ๑๕๒)
a_{dd}	เนื้อที่ความเสียหาย d เฉลี่ยของเรือ (ดูสมการ จ – ๓๔)
a_{dm}	เนื้อที่ความเสียหายปานกลางเฉลี่ยของเรือ (ดูข้อ จ – ๑๕๒)
A	(๑) เนื้อที่ว่างทุ่นระเบิด (ดูบทที่ ๑ และ ๒ และผนวก จ.) (๒) (โดยปกติมีตัวอักษรข้างใต้) จำนวนเที่ยวบินที่มอบให้ไปวางทุ่นระเบิดท่าเรือแห่งหนึ่งหรือส่วนของช่องทางหนึ่งต่อหน่วยเวลา (ดูบทที่ ๔ และผนวก ข. และ ง.) (๓) (ไม่มีตัวอักษรข้างใต้) จำนวนรวมของเที่ยวบินต่อหน่วยเวลาสำหรับวางทุ่นระเบิดเป้าหมายรวม (ดูบทที่ ๔ และผนวก ข. และ ง.)
B	ความกว้างของน่านน้ำที่เรือใช้จริง ๆ เป็นช่องทางเดินเรือ
c	ตัวอักษรที่หมายถึงความเสียหายร้ายแรง
C	จำนวนทุ่นระเบิดที่ระเบิดโดยเรือแล่นผ่านต่อหน่วยเวลา
C_a	จำนวนเรือที่ได้รับความเสียหายร้อยละ d หรือมากกว่าต่อหน่วยเวลา
C_{do}	จำนวนเรือที่ได้รับความเสียหายร้ายแรงต่อหน่วยเวลา
C_{dm}	จำนวนเรือที่ได้รับความเสียหายปานกลางเป็นอย่างน้อยต่อหน่วยเวลา
d	ตัวอักษรที่ใส่ข้างใต้ที่บ่งความหมายว่าความเสียหายอย่างน้อยที่เกิดขึ้นกับเรือถ้าทุ่นระเบิดระเบิดขึ้น (ดูข้อ จ – ๑๕๒)

เครื่องหมาย	ความหมาย
dx, dy, dz	ระยะที่น้อยมากใกล้กับศูนย์ทางด้าน x,y หรือ z (ดูข้อความมัดจากสมการ ๑ – ๑)
D	ขอบเขตทางตั้งของสนามทุ่นระเบิดที่วางทำลายเรือน้ำ
f	โชคการจุดระเบิดเฉลี่ยของทุ่นระเบิดต่อหน่วยระยะทางยาวจากเรือ (ดูข้อ ๑ – ๑๐ฅ)
F	เศษส่วนของทุ่นระเบิดทั้งหมดที่วางในพื้นที่ซึ่งระเบิดขึ้นในช่องทางเดินเรือโดยเรือแล่นผ่านหรือโดยการกวาด
g	ระยะห่างระหว่างลูกของทุ่นระเบิดในแถว
G	(๑) Susceptibility (ดูข้อ ๔๐ฆ) (๒) ผลรวมของ Susceptibilityในเป้าหมายรวม
G^*	การเปลี่ยนค่าของหน่วย (ดูข้อ ๔๑๔)
G_{dc}	Susceptibility ความเสียหายร้ายแรง (ดูข้อ ง – ๑๓ฆ)
h	จำนวนเลขที่อาจใช้เลือกทุ่นระเบิดชนิดและการตั้งที่ต่ำสุด (ดูข้อ ง – ๑๔๐)
H	ความกว้างรวมของน่านน้ำเดินเรือ
i	(๑) หมายถึงท่าเรือท่าใดท่าหนึ่งหรือช่องทางเดินเรือช่องใดช่องหนึ่ง (ดูข้อ ๔๑๑) (๒) หมายถึงตัวเลขที่เปลี่ยนแปลงได้ซึ่งอธิบายไว้ในตอนนั้น ๆ
j	ส่วนหนึ่งส่วนใดของช่องทางเดินเรือ
k	ชนิดและคุณลักษณะของทุ่นระเบิดโดยเฉพาะ
K	ทุ่นระเบิดชุดหนึ่งชุดใดที่อาจกวาดได้พร้อมกันโดยใช้เรือกวาดทุ่นระเบิดลำเดียว (ดูข้อ ง – ๑๓๓)
L	ความยาวของช่องทางหรือส่วนของร่องทาง (ดูข้อ ๔ฅ๓ และ ๔ฅ๓๓)
m	จำนวนทุ่นระเบิดที่พร้อมจะระเบิดในช่องทางที่เรือเดินจริง ๆ

เครื่องหมาย	ความหมาย
M	จำนวนทุ่นระเบิดชนิดที่กำหนดให้ที่สามารถบรรทุกได้ต่อเที่ยวบิน
n	(๑) หมายถึงส่วนหนึ่งส่วนใดของช่องทางโดยเฉพาะ (ดูข้อ ๔๒๒)
N	(๒) หมายถึงตัวเลขที่เปลี่ยนแปลงได้ซึ่งอธิบายไว้ในตอนนั้น ๆ
	(๑) (โดยปกติมีอักษรข้างใต้) จำนวนรวมของทุ่นระเบิดที่วางในพื้นที่เป้าหมายหนึ่งโดยเฉพาะต่อหน่วยเวลา
	(๒) (ไม่มีตัวอักษรข้างใต้) จำนวนรวมของทุ่นระเบิดที่ใช้การได้ซึ่งวางในเป้าหมายรวมต่อหน่วยเวลา
p	โชคการจุดระเบิดเฉลี่ย คือโชคที่ทุ่นจะระเบิดขึ้นโดยเรือแล่นผ่านซึ่งมีระยะห่างทางข้างและทางตั้งที่กำหนดให้ (ดูข้อ จ – ๑๐๕)
P_{da}	โชคที่เรือจะแล่นผ่านทุ่นระเบิดที่พร้อมจะระเบิดโดยมีระยะห่างทางข้างและทางตั้งที่กำหนดให้ จะทำให้ทุ่นระเบิดนั้นระเบิดขึ้นและทำความเสียหายให้อย่างน้อยเท่ากับ (ดูข้อ จ – ๑๕๒)
P_{de}	โชคที่ถ้าทุ่นระเบิดลูกหนึ่งระเบิดขึ้นโดยเรือแล่นผ่านจะทำให้เกิดความเสียหายร้ายแรง (ดูสมการ ๓ – ๕)
P_{da}	โชคที่ทุ่นระเบิดที่พร้อมจะระเบิดลูกหนึ่งซึ่งวางอยู่ในระดับลึกที่กำหนดให้จะทำความเสียหายอย่างน้อยเท่ากับ d ถ้าเรือแล่นผ่าน (ดูสมการ จ–
P_f	โชคที่ทุ่นระเบิดลูกหนึ่งในช่องทางจะระเบิดขึ้นโดยเรือแล่นผ่าน (ดูสมการ จ – ๒)
P_g	โชคของการระเบิดของทุ่นระเบิดในช่วงระยะเวลา g (ดูข้อ ๓๑๐)
Q	อายุสูงสุดที่ควรจะเป็นของสนามทุ่นระเบิดชนิดที่วางไม่ให้ข้าศึกรู้ตัว
r	จำนวนแถวของทุ่นระเบิด
R	ระยะทางที่เรือกวาดทุ่นระเบิดได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อหน่วยเวลา
R^*	การเปลี่ยนค่าของหน่วย (ดูข้อ ๔๒๘)

เครื่องหมาย	ความหมาย
s	จำนวนเที่ยวกวาดต่อหน่วยเวลา
S	(๑) (โดยปกติมีอักษรข้างใต้) จำนวนเรือกวาดทุ่นระเบิดที่ได้รับมอบหมายให้กวาดทุ่นระเบิดในช่องทางแห่งหนึ่งส่วนของช่องทาง (๒) (ไม่มีตัวอักษรข้างใต้) จำนวนรวมของเรือกวาดทุ่นระเบิดที่มีอยู่ในเป้าหมายรวม
t	จำนวนเที่ยวเรือผ่านเที่ยวเดียวต่อหน่วยเวลา
t_u	จำนวนเที่ยวเรือผ่านเที่ยวเดียวของเรือประเภท u ต่อหน่วยเวลา
T	อัตราการถูกคามคือโชคที่เรือลำหนึ่งแล่นผ่านสนาม ทุ่นระเบิดจะทำให้
T_k	ทุ่นระเบิดลูกหนึ่งระเบิดขึ้น (ดูข้อ ๙ - ๑๑๐ และข้อความถัดไป) อัตราถูกคามความเสียหายคือโชคที่เรือลำหนึ่งแล่นผ่านสนามทุ่นระเบิดจะทำให้ทุ่นระเบิดลูกหนึ่งระเบิดขึ้นและได้รับความเสียหายอย่างน้อยที่กำหนดไว้ (ดูข้อ ๙ - ๑๕๒)
T_{d_0}	อัตราถูกคามความเสียหายร้ายแรงคือโชคที่เรือลำหนึ่งแล่นผ่านสนามทุ่นระเบิดทำให้ทุ่นระเบิดลูกหนึ่งระเบิดขึ้นและได้รับความเสียหายร้ายแรง (ดูข้อ ๙ - ๑๕๒)
T_{d_m}	อัตราถูกคามความเสียหายปานกลาง (ดูข้อ ๙ - ๑๕๒)
u	หมายถึงเรือประเภทหนึ่งที่กำหนดให้
U	ขนาดเป็นตันของเรือประเภทที่กำหนดให้ (ดูข้อ ง - ๑๓๗)
v	ค่าสัมพันธ์ของเรือไม่ว่าจะเป็นทางยุทธศาสตร์, ยุทธวิธีหรือทางเศรษฐกิจ (ดูข้อ ง - ๑๓๗)
V	Lead - Susceptibility และจำนวนทุ่นระเบิดที่สามารถบรรทุกได้ต่อหนึ่งเที่ยวบิน (ดูข้อ ๔๑๕)
V^*	การเปลี่ยนค่าของหน่วย (ดูข้อ ๔๑๘)

ลับ

เครื่องหมาย	ความหมาย
V_{dc}	Load - Susceptibility ความเสี่ยหายร้ายแรง (ดูข้อ ง – ๑๓b)
w	ความกว้างการจุดระเบิดเฉลี่ย (ดูข้อ จ – ๑๐๔)
w_{dc}	ความกว้างความเสียหายร้ายแรงเฉลี่ย (ดูข้อ จ – ๑๕๒)
w_{dd}	ความกว้างความเสียหาย d เฉลี่ย (ดูข้อ จ – ๑๕๒)
w_{dm}	ความกว้างความเสียหายปานกลางเฉลี่ย (ดูข้อ จ – ๑๕๒)
W	ความกว้างย่านกวาดของเรือกวาดทุ่นระเบิด
W^*	การเปลี่ยนค่าของหน่วย (ดูข้อ ๔๑๘)
x	ระยะทางทางหน้าของเรือวัดจากกลางลำ
X	ระยะทางที่เรือแล่นไปในสนามทุ่นระเบิด
y	ระยะทางข้างของเรือวัดจากเส้นกลางลำ
z	ระยะใต้เรือวัดจากแนวน้ำ
δ	(อักษรกรีกเคลตาเล็ก) ความเสียหายเฉลี่ยที่เกิดขึ้นกับเรือเมื่อทุ่นระเบิดระเบิดขึ้น ณ ตำบลที่กำหนดอันสัมพันธ์กับเรือ (ดูข้อ จ – ๑๕๒)
$\Delta x, \Delta y, \Delta z$	(อักษรกรีกเคลตาใหญ่) ส่วนย่อยของระยะทางด้าน x,y และ z (เช่นตัวอย่างในข้อ จ – ๑๐๓)
ϕ	(ตัวอักษรกรีกไฟ) มุมระหว่างเส้นทางเดินเรือกับเส้นตั้งฉากของแถวทุ่นระเบิด
	(อักษรกรีกพาย) ใช้แทนผลคูณของจำนวนต่าง ๆ ถัดไปที่มีตัวอักษรข้างใต้ซึ่งมีความหมายต่าง ๆ กัน (ดูข้อ จ – ๑๔๒)
Σ	(อักษรกรีกซิกมา) ใช้แทนผลบวกของจำนวนถัดไปซึ่งมีอักษรข้างใต้เช่นเดียวกับอักษรข้างใต้ Σ ซึ่งมีความหมายต่าง ๆ กัน (ดูข้อ ๔๑๑)
$\int$	เครื่องหมายอินทิกราล

ลับ

ลับ

ลับ

ลับ

ผนวก ข.

การแสดงวิธีวางแผนสนามทุ่นระเบิดชนิดหวังผลต่อเนื่อง

สารบาญ

ข - ๑๐๐ ขอบเขต
ข - ๑๑๐ สมมุติฐาน
ข - ๑๒๐ ขั้นตอนในการเตรียมการเพื่อคำนวณ Susceptibility
ข - ๑๒๑ การวิเคราะห์การสัญจร
ข - ๑๒๒ การวิเคราะห์ช่องทาง
ข - ๑๒๓ การพิจารณาทุ่นระเบิดที่มีอยู่
ข - ๑๓๐ การคำนวนหา Susceptibility
ข - ๑๔๐ การใช้ทุ่นระเบิดเพื่อให้ข้าศึกใช้กำลังการกวาดเพิ่มขึ้น
ข - ๑๕๐ การใช้ Susceptibility
ข - ๑๕๑ แผ่นรายการรวมเที่ยวบินสำหรับเป้าหมายรวม
ข - ๑๕๒ การประมาณความเสียหายต่อเดือน
ข - ๑๕๓ การแบ่งเที่ยวบินและทุ่นระเบิด
ข - ๑๖๐ การร่วมมือกับหน่วยอื่น
ข - ๑๗๐ ความจำเป็นที่ต้องมีแผนความต้องการ

พิมพ์ครั้งแรก

ลับ

ลับ

ลับ

ผนวก ช.

การแสดงวิธีวางแผนสนามทุ่นระเบิดหวังผลต่อเนื่อง

ช – ๑๐๐ ขอบเขต

ผนวกนี้จะแสดงตัวอย่าง แผนที่, ตาราง, และขั้นตอนที่จำเป็นในการวางแผนวางทุ่นระเบิดหวังผลต่อเนื่อง เพื่ออธิบายหลักการและกรรมวิธี ตามบทที่ ๔

ช – ๑๑๐ สมมุติฐาน

๑. อาจเกิดสงครามขึ้นได้ระหว่างฝ่ายเรากับฝ่าย "ดำ" (สมมุติ) และจำเป็นต้องทำแผนชิดความสามารถเพื่อวางทุ่นระเบิดฝั่งทะเลของฝ่ายดำ ฝั่งทะเลนี้จะต้องมีอยู่จริงในแผนที่ (ไม่ใช่สมมุติ) เพื่อว่าท่าเรือต่าง ๆ ตามฝั่งทะเลนี้จะได้ประกอบกันเป็นเป้าหมายรวมในการวางทุ่นระเบิดอย่างสมเหตุสมผล จุดมุ่งอันแรกในการดำเนินสงครามทุ่นระเบิดก็คือเรือดำน้ำของฝ่ายดำทั้งประเภทเดินสมุทร และประเภทชายฝั่ง ซึ่งคาดว่าจะรบกวนเส้นทางคมนาคมทางทะเลของฝ่ายพันธมิตร อย่างไรก็ดีกำลังฝ่ายเราเกือบเท่า ๆ กันก็ได้รับคำสั่งให้ไปดำเนินการต่อการเดินเรือสินค้าของฝ่ายดำ เพื่อดึงเรือกวาดทุ่นระเบิดให้พ้นไปจากบริเวณที่วางทุ่นระเบิดทำลายเรือดำน้ำ และเพื่อลดชิดความสามารถในการทำสงครามของฝ่ายดำ

๒. เครื่องบินที่มอบให้ใช้วางทุ่นระเบิดเป็นเครื่องบินแบบ P2V จำนวน ๑๕ เครื่อง และมีกำหนดว่าจะเพิ่มให้เป็น ๒๐ เครื่อง ภายในสามเดือนหลังจากเกิดสงครามและต่อจากนั้นจะไม่มีเพิ่มอีก สมมุติว่าในระหว่างเวลาหลังจากเกิดสงครามได้สามเดือน จะมีเครื่องบินใช้วางทุ่นระเบิดเป้าหมายรวมได้เดือนละ ๑๔๕ เที่ยวบิน

๓. เนื่องจากไม่มีข่าวกรองละเอียดเกี่ยวกับขนาดเฉลี่ยของเรือสินค้าข้าศึก จึงถือว่าเรือสินค้าข้าศึกมีขนาดเฉลี่ย ๓๕๐๐ ตัน มีเครื่องลบล้างอำนาจแม่เหล็กเรือแล่นด้วยความเร็ว ๕ นอต แต่มีข่าวกรองเกี่ยวกับจำนวนเที่ยวเรือผ่าน

ลับ

๔. มีข่าวกรองเกี่ยวกับจำนวนเรือคำน้ำที่ประจำแต่ละฐานทัพ จำนวนเที่ยวเรือผ่านของเรือคำน้ำคำนวณได้จากกรอบของการใช้เรือที่อธิบายไว้ในข้อ ๔๒๑. สภาพของเรือคำน้ำนั้นสมมุติว่าแล่นผิวน้ำ, มีการลยล้างอำนาจแม่เหล็กตัวเรือ, แล่นด้วยความเร็ว ๕ น็อต ใช้เครื่องจักรไฟฟ้า

๕. ตามข่าวกรองฝ่ายคำมีเรือกวาดทุ่นระเบิด ๒๕ ลำ อยู่ตามชายฝั่ง เรือกวาดทุ่นระเบิดเหล่านี้ ถือว่าสามารถกวาดทุ่นระเบิดทุกชนิดได้พร้อมกันและมีอัตราการกวาด ๑๐๐๐ ไมล์ ต่อเดือนและมีความกว้างย่านกวาดตามตาราง ข – ๒ (ตารางทั้งหมดอยู่ท้ายผนวก ข.)

๖. ทุ่นระเบิดชนิดที่มีอยู่ และความกว้างการจุดระเบิดตามตาราง ข – ๒

๗. ใช้ขั้นสถานการณ์อยู่ตัว ทุ่นระเบิดที่วางตามช่องทางจะมีเพียงหนึ่งในสามเท่านั้นที่เข้าไปอยู่ในช่องทางและเป็นทุ่นระเบิดที่ใช้ได้ (ไม่ด้าน)

ข – ๑๒๐ <u>ขั้นตอนในการเตรียมการเพื่อคำนวณ Susceptibility</u>

ข – ๑๒๑ <u>การวิเคราะห์การสัญจร</u>

ขั้นแรกในการทำแผนก็คือต้องพิจารณารายงานข่าวกรอง, ข้อมูลการผ่านเข้าออก, และแผนที่เพื่อจะได้ทราบว่าควรจะวางทุ่นระเบิดที่ใดบ้าง การพิจารณานี้จะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นตารางเหมือนตาราง ข – ๑ ซึ่งมีรายการตำบลที่ที่จะวางทุ่นระเบิดแต่ละแห่ง และจำนวนการผ่านเข้าออกต่อเดือนของเรือแต่ละประเภท ที่บางแห่งอาจไม่เหมาะที่วางทุ่นระเบิดหรือไม่มีความสำคัญมากพอที่จะรวมกับที่อื่นๆ เพื่อคำนวณหา Susceptibility แต่ควรวางทุ่นระเบิดเป็นครั้งคราว ๆ ละเที่ยวบินตามที่อธิบาย ไว้ในข้อ ๔๓๓. ในตัวอย่างนี้สมมุติว่ามีที่ดังกล่าวแล้วห้าแห่ง แต่ละแห่งจะให้เครื่องบินไปวางทุ่นระเบิดแห่งละหนึ่งเที่ยวบินต่อเดือน

ข – ๑๒๒ <u>การวิเคราะห์ช่องทาง</u>

ขั้นต่อไปก็คือเขียนช่องทางช่องเดียวหรือหลายช่องของแต่ละเป้าหมายที่ข้าศึกควรจะใช้ลงไปในแผนที่ (ดูคำอธิบายและข้อแนะนำเกี่ยวกับเรื่องนี้ในข้อ ๔๒๒) รูป ข – ๑ เป็นตัวอย่างของแผนที่เป้าหมายมีช่องทางและส่วนของช่องทางที่มีเครื่องหมายกำกับไว้แต่ละส่วนและมีตารางความยาวและความลึกของแต่ละส่วนของช่องทางอยู่ด้วย

ลับ

ข – ๑๒๓ การพิจารณาทุ่นระเบิดที่มีอยู่

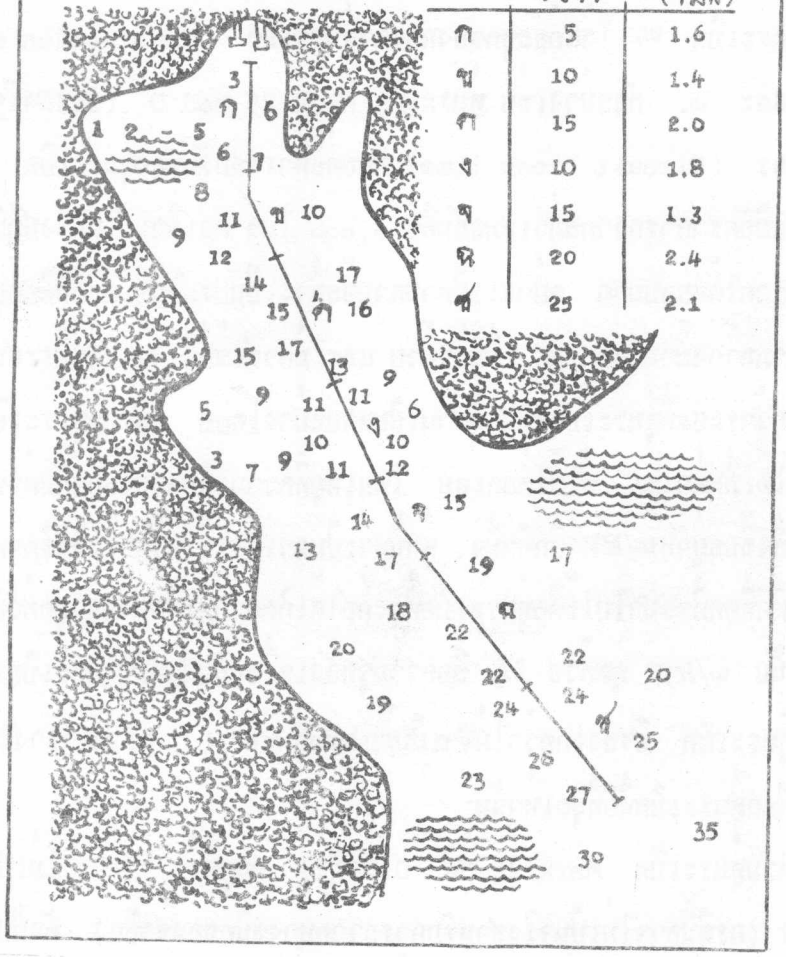
ขั้นสุดท้ายในการรวบรวมข้อมูลเพื่อเตรียมคำนวณหา Susceptibility ก็คือพิจารณาคุณลักษณะของทุ่นระเบิดชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่เพื่อตกลงใจว่าชนิดใดดีที่สุดที่จะใช้กับเรือเป้าแต่ละระดับความลึกของน้ำ ข้อมูลต่าง ๆ ตามคู่มือทุ่นระเบิดอาจทำเป็นตารางรวมไว้ดังตัวอย่างตาราง ข – ๒ (หมายเหตุ ตัวเลขที่ให้ไว้ในตารางเป็นแต่เพียงตัวอย่างวิธีทำตารางเท่านั้นไม่ใช่ค่าที่แท้จริง) ควรทำตารางแยกข้อมูลต่าง ๆ ออกไปตามความลึกแต่ละระดับ, และแยกเป็นเรือสินค้า และเรือคำน้ำถ้าเรือทั้งสองประเภทนี้เป็นเป้าหมายในการดำเนินสงครามทุ่นระเบิด ทำรายการอัตราการกวาด R, ความกว้างย่านกวาด W, และความกว้างการจุดระเบิด w, ไว้แต่ละชุดของการตั้งทุ่นระเบิด (Combination of setting) ที่มีผลต่อ $R, W,$ และ w. ตัวอย่างเช่น ทุ่นระเบิด Mark 25 Mod 0 (ของสหรัฐ) การตั้งความไวและเวลาปลดวงจร (Circuit break time) มีผลต่อการตอบรับของทุ่นระเบิด สมมุติว่าเรือกวาดทุ่นระเบิดทุกประเภทมีอัตราการกวาดสม่ำเสมอกันคือ ๑,๐๐๐ ไมล์ ต่อเดือน ในทางปฏิบัติส่วนมากประมาณความกว้างย่านกวาดได้หยาบมาก อย่างไรก็ตามข้อที่จะเป็นประโยชน์มากก็คือต้องจำไว้ว่าถ้าเพิ่มความไว ก็จะทำให้ความกว้างย่านกวาด W เพิ่มขึ้นด้วย และไม่ควรใช้ค่า w ให้มีระยะจุดระเบิดมากกว่าระยะจุดระเบิดมากกว่าระยะที่ทุ่นระเบิดจะทำความเสียหายอย่างได้ผล เพราะทุ่นระเบิดที่ไวมากจะเพิ่มค่า W เท่านั้นไม่ได้เพิ่มค่า w. ที่ใช้ได้ผลเลย โดยเหตุที่ความเสียหายขึ้นอยู่กับค่าของ Susceptibility G ซึ่งขึ้นอยู่กับ w/RW อีกทีหนึ่ง, ค่านี้ทำเป็นตารางไว้ใช้วัดประสิทธิภาพของทุ่นระเบิดแต่ละชนิด ทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดที่จะนำไปใช้คือทุ่นระเบิดที่จะก่อให้เกิดความเสียหายสูงสุดต่ออัตราบรรทุกหนึ่งเที่ยวบิน, เพราะฉะนั้น w/RW คูณด้วย M, คือความจุของเครื่องบินสำหรับทุ่นระเบิดชนิดนั้น ก็จะได้เกณฑ์การเลือกทุ่นระเบิด พึงสังเกตว่าไม่จำเป็นต้องกรอกค่าต่าง ๆ ลงในตารางให้ครบ กรอกแต่ที่จำเป็นสำหรับเลือกทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดเท่านั้น

สำหรับทุ่นระเบิด Mark 25 Mod 0(สหรัฐ) สมมุติว่า W ไม่เปลี่ยนแปลงถ้าเปลี่ยนเวลาปลอดวงจร (กรณีนี้อาจไม่เป็นจริงสำหรับการกวาดบางชนิดของข้าศึก) ดังนั้นเมื่อ w เพิ่มขึ้นโดยที่เวลาปลดวงจรสั้นลง w/RW จะมีค่าสูงขึ้นจนถึง .๐๐๐๔๖๓ เมื่อความไวเพิ่มขึ้นจากหมายเลข ๔ เป็นหมายเลข ๓ ถือว่า W แม้จะไม่ทราบค่าแน่นอนก็ต้องเพิ่มขึ้น แต่ w ไม่เพิ่มเพราะจำกัดด้วย

แผนที่เป้าหมาย

รูป ข - 1

ส่วนที่	ความลึก (วา)	ความยาว (ไมล์)
ก	5	1.6
ข	10	1.4
ค	15	2.0
ง	10	1.8
จ	15	1.3
ฉ	20	2.4
ช	25	2.1



ระยะระเบิดหวังผลซึ่งความไวหมายเลข ๔ ก็ให้ค่า w สูงสุดแล้ว เพราะฉะนั้น w/RW จึงมีค่าน้อยกว่า .๐๐๐๔๖๓ จึงไม่จำเป็นต้องคิดอะไรต่อไปอีกสำหรับทุ่นระเบิด **Mark 25 Mod 0** เพราะเห็นได้ชัดแล้วว่า การตั้งความไวหมายเลข ๔ และเวลาปลดวงจร ๖ วินาที เป็นการตั้งที่ดีสุดสำหรับใช้กับเรือเป้าที่ความลึกระดับนี้ ตามที่สมมุติว่าเครื่องบินที่มีใช้เพื่อการดำเนินสงครามทุ่นระเบิดเป็นเครื่องบินแบบ **P 2V** ซึ่งมีอัตราบรรทุกเต็มที่คือทุ่นระเบิดขนาด ๒๐๐๐ ปอนด์ ๔ ลูก หรือทุ่นระเบิดขนาด ๑๐๐๐ ปอนด์ ๘ ลูก ดังนั้นตัวเลข .๐๐๐๔๖๓ ซึ่งเป็นค่าของ w/RW สำหรับการตั้งทุ่นระเบิด **Mark 25 Mod 0** ที่ดีที่สุด คูณด้วย M ซึ่งเท่ากับ ๔ คืออัตราบรรทุกทุ่นระเบิด **Mark 25 Mod 0** ของเครื่องบิน P2V จะได้ .๐๐๐๑๘๕ ตัวเลขนี้จะนำไปใช้เปรียบเทียบกับทุ่นระเบิดชนิดอื่น

โดยทำนองเดียวกันอาจหาการตั้งที่ดีที่สุดสำหรับทุ่นระเบิดชนิดอื่นได้ สำหรับทุ่นระเบิด **Mark 36 Mod 0** (สหรัฐ) การตั้ง **Shunt 0** ดีที่สุดได้ค่า $w/RW = .0013$ และได้ค่า $Mw/RW = .๐๑๐๔๐$ ค่านี้สูงกว่าทุ่นระเบิดชนิดอื่น ๆ เพราะฉะนั้นทุ่นระเบิด **Mark 36 Mod 3** ตั้ง **Shunt 0** จึงเป็นทุ่นระเบิดที่ดีที่สุด (ตามตัวอย่างนี้) ที่จะนำมาใช้กับเรือสินค้า ในระดับน้ำลึก ๕ วา เมื่อใช้เครื่องบิน P2V แม้ว่าทุ่นระเบิด **Mark 36 Mod 3** หนึ่งลูกซึ่งมีค่า $w/RW = .0013$ จะไม่ดีเท่าทุ่นระเบิด **Mork 25 Mod 2** หนึ่งลูกซึ่งมีค่า $w/RW = .0015$ เครื่องบิน P 2 V บรรทุกทุ่นระเบิด **Mark 36 Mod 3** ได้ ๘ ลูก แต่บรรทุกทุ่นระเบิด **Mark 25 Mod 2** ได้เพียง ๔ ลูก จึงทำให้ทุ่นระเบิด **Mark 36 Mod 3** ดีกว่าเพราะได้ค่า $Mw/RW = .๐๑๐๔$ เมื่อเปรียบเทียบกับค่า Mw/RW ของทุ่นระเบิด **Mark 25 Mod 2** ซึ่งเท่ากับ .๐๐๐๖๐ สำหรับเครื่องบินแบบอื่น ทุ่นระเบิดชนิดอื่นอาจดีกว่า

แผนจำเป็นจะต้องแยกการดำเนินสงครามต่อเรือดำน้ำ และเรือสินค้าออกต่างหากจากกัน (ดูสมมุติฐาน ๑ ในข้อ ข – ๑๑๐) เพราะฉะนั้นจะหาได้ว่าทุ่นระเบิดชนิดใดดีที่สุดสำหรับใช้ทำลายเรือดำน้ำ ตามทฤษฎี สมการ ๔ – ๒๗ ที่มีอักษร u ข้างใต้ หมายความถึงเรือดำน้ำประเภทต่าง ๆ ควรจะใช้สำหรับความกว้างการจุดระเบิดเฉลี่ยในค่า Mw/RW เพื่อหาว่าทุ่นระเบิดชนิดใดที่ดีที่สุดในแต่ละส่วนของช่องทาง อย่างไรก็ดีตามตัวอย่างนี้ ปรากฏว่าทุ่นระเบิด **Mark 25 Mod 0** ที่ตั้งความไวหมายเลข 0 และเวลาปลดวงจร ๖ วินาที เป็นทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดนอกจากในระดับน้ำลึก ๕ วาและไม่มีเรือดำน้ำประเภทเดินชายฝั่ง ในกรณีเช่นนี้ก็ใช้ทุ่นระเบิดชนิดเดียวกันนี้แต่ลดความไวลง การคำนวณจะ

ลับ

ทำได้เร็วขึ้นถ้าแยกความสว้างการจุดระเบิด และจำนวนเที่ยวเรือผ่านของเรือคำน้ำเดินสมุทรและเรือคำน้ำชายฝั่งออกจากกันเสียและแยกคำนวณหา Load Susceptibility ดังจะได้แสดงให้เห็นต่อไปในตาราง ข – ๔ ในการนี้จะประมาณความเสียหายของเรือคำน้ำเดินสมุทรและเรือคำน้ำชายฝั่งแยกจากกัน

ด้วยเหตุผลต่าง ๆ อาจเป็นไปได้ว่าในที่บางแห่งทุ่นระเบิดที่มีค่า Mw/RW สูงสุดอาจใช้ไม่ได้ ในกรณีเช่นนี้ควรนำทุ่นระเบิดที่ใช้ได้ที่มีค่า Mw/RW สูงสุดมาใช้แทน ตามตัวอย่างในตาราง ข – ๒ ถ้าในท่าเรือบางแห่งใช้ทุ่นระเบิดความดันไม่ได้ เพราะมีคลื่นใต้น้ำรุนแรงแล้ว ทั้งทุ่นระเบิด Mark 36 Mod 3 และ Mark 25 Mod 2 ก็ใช้ไม่ได้ เพราะฉะนั้นก็ต้องใช้ทุ่นระเบิด Mark 36 Mod 1 เพราะว่าใช้ได้และมีค่า Mw/RW สูงสุด คือมีค่า .๐๐๓๒๐ อาจเป็นไปได้ว่าทุ่นระเบิดที่มีอยู่ในคลังมีจำนวนจำกัด ดังนั้นทุ่นระเบิดชนิดที่ดีที่สุดอาจมีประมาณไม่พอเพียง

ข – ๑๓๐ <u>การคำนวณหา Susceptibility</u>

เมื่อหาและทำรายการคุณลักษณะของช่องทาง, การผ่านเข้าออก และทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดที่จะใช้ในช่องทางนั้นได้แล้วก็จะคำนวณหา Susceptibility ได้ การทำรายการนี้ทำได้ง่ายโดยการทำเป็นแผ่นช่องทางชนิดทุ่นระเบิด และแยกแผ่นแต่ละช่องทาง และแยกแผ่นสำหรับเรือสินค้าและเรือคำน้ำ ตัวอย่างเช่นแผ่นรายการช่องทางชนิดทุ่นระเบิดสำหรับช่องทาง CHARLIE ตามที่แสดงในตาราง ข – ๓ และ ข – ๔ ความยาวและความลึกของส่วนต่าง ๆ ของช่องทางคัดลอกมาจากแผนที่เป้าหมาย CHARLIE ทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดและการตั้งรวมทั้งค่า w/RW หาได้จากตารางข้อมูลทุ่นระเบิดสำหรับเรือสินค้าจะต้องคูณด้วย t_1 เสียก่อน เพราะ t_1 เป็นตัวประจำจนได้ค่ารวม สำหรับเรือคำน้ำจะต้องคูณ w/RW ด้วย t_1 ที่มีค่าเหมาะสม รวมทั้ง L_1 แต่ละส่วนของช่องทางด้วย ถ้าจะคำนวณหาความเสียหายก็จำเป็นต้องได้ค่าของ G ด้วย ในช่องเที่ยวบินและทุ่นระเบิดให้เว้นว่างไว้ก่อน จนกว่าจะทำแผ่นรายการเที่ยวบินรวมของเป้าหมายรวมเสร็จแล้ว และทราบจำนวนเที่ยวบินที่กำหนดให้ สำหรับเป้าหมาย CHARLIE

ข – ๑๔๐ <u>การใช้ทุ่นระเบิดเพื่อให้ข้าศึกใช้กำลังการกวาดเพิ่มขึ้น</u>

เมื่อได้กรอกรายการต่าง ๆ ในแผ่นช่องทางชนิดทุ่นระเบิด ทั้งของเรือสินค้าและเรือคำน้ำ

ลับ

สำหรับท่าเรือที่กำหนดให้ลงไปแล้ว จะต้องตรวจสอบชนิดของทุ่นระเบิดที่จะใช้ว่าชนิดใดใช้น้อยมากตัดทิ้งเสียได้ และควรนำไปใช้วางเพื่อบังคับให้ข้าศึกต้องทำการกวาดทุ่นระเบิดชนิดนั้นด้วย เช่นตัวอย่างของเป้าหมาย CHARLIE ถ้าพิจารณารายการในแถวทุ่นระเบิดและการตั้งตามตาราง ข – ๓ และ ข – ๔ จะเห็นได้ว่าทุ่นระเบิดที่ใช้คือทุ่นระเบิดแม่เหล็กและทุ่นระเบิดผสม แม่เหล็กความกัน ไม่ได้ใช้ทุ่นระเบิดที่ใช้กลไกระเบิดแบบเสียงเลย เพราะฉะนั้นควรจะแบ่งกำลังเล็กน้อยกะคร่าว ๆ ประมาณหนึ่งเที่ยวบินสำหรับวางทุ่นระเบิดเสียงเพื่อบังคับให้ข้าศึกต้องกวาดทุ่นระเบิดเสียงด้วย ตัวอย่างตารางอยู่ตอนท้ายตาราง ข – ๓ โดยทั่วไปแล้วควรจะมีกำลังวางทุ่นระเบิดได้เล็กน้อย เพื่อวางทุ่นระเบิดในสนามให้มีทุ่นระเบิดอิทธิพลครบทุกชนิด อีกประการหนึ่งควรพิจารณาใช้เครื่องป้องกันการกวาดด้วย เพื่อทำให้การกวาดทุ่นระเบิดยุ่งยากยิ่งขึ้น

ข – ๑๕๐ <u>การใช้ Susceptibility</u>

ข – ๑๕๑ <u>แผ่นรายการรวมเที่ยวบินสำหรับเป้าหมายรวม</u>

เมื่อได้กรอกรายการของพื้นที่ทุกแห่งในเป้าหมายรวมลงในแผ่นรายการ ช่องทางชนิดทุ่นระเบิดแล้ว ถ้าต้องการประมาณความเสียหาย ก็คัดลอก Lead Susceptibility และ Susceptibility ลงไปในแผ่นรายการรวมเพื่อบินสำหรับเป้าหมายรวม สำหรับเรือสินค้าและเรือคำน้ำทำแยกกัน ตัวอย่างแผ่นรายการรวมเที่ยวบินสำหรับเป้าหมายรวมแสดงไว้ในตาราง ข – ๕ จำนวนเที่ยวบินที่ต้องการใช้ เพื่อให้ข้าศึกต้องกวาดทุ่นระเบิดเสียง (ขบ ข – ๑๔๐) ก็ต้องคัดลอกลงไปด้วย รวมจำนวนเที่ยวบินที่ใช้ในการนี้เข้าด้วยกันแล้วนำไปลบจำนวนเที่ยวบินทั้งหมดที่จะใช้สำหรับเป้าหมายรวมต้องนำจำนวนเที่ยวบินที่จะใช้วางทุ่นระเบิดท่าเรือที่มี Susceptibility ต่ำ (ดูข้อ ข – ๑๓๑) มาลบจำนวนเที่ยวบินที่มีอยู่ทั้งหมดด้วย ตามตัวอย่างในตาราง ข – ๕ มีเที่ยวบินที่จัดไว้สำหรับวางทุ่นระเบิดเสียงรวม ๑๐ เที่ยวบิน สำหรับวางทุ่นระเบิดท่าเรือที่มี Susceptibility ต่ำ ๕ เที่ยวบิน เดิมมีเที่ยวบินอยู่ ๑๔๕ เที่ยวบิน จึงเหลือเที่ยวบินที่จะใช้ดำเนินสงครามทำลายเรือสินค้าและเรือคำน้ำอยู่ ๑๓๐ เที่ยวบิน จะต้องตรวจดูว่าเที่ยวบินที่จัดไว้สำหรับวางทุ่นระเบิดเสียงนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนเที่ยวบินที่มีอยู่ทั้งหมดแล้วสมควรหรือไม่ ๑๐ ต่อ ๑๔๐ นั้น นับว่าไม่เกินสมควร (เมื่อสงคราม

ลับ

ดำเนินไปจะต้องคอยตรวจดูข่าวกรองเพื่อให้แน่ใจว่าข้าศึกทำการกวาดทุ่นระเบิดเสียงจริง ถ้าไม่ได้กวาดควรวางทุ่นระเบิดเสียงเพิ่มขึ้นถือประโยชน์จากความผิดพลาดในการแบ่งกำลังของข้าศึก) ท้ายที่สุดก็ตกลงใจแบ่งเที่ยวบิน ๑๓๐ เที่ยว ที่เหลือไปใช้วางทุ่นระเบิดทำลายเรือสินค้าเสีย ๖๐ เที่ยวบิน ทำลายเรือคำน้ำ ๗๐ เที่ยวบิน

ข – ๑๕๒ <u>การประมาณความเสียหายต่อเดือน</u>

บัดนี้ผู้วางแผนก็สามารถประมาณจำนวนเรือข้าศึกที่จะได้รับความเสียหายต่อเดือนจากการวางทุ่นระเบิดได้ โดยใช้สมการ ๔ – ๒๓ และ ๔ – ๒๕ แต่ต้องสอบดูสมมุติฐานที่ยึดถือเป็นหลักนั้นเสียก่อนว่ายังคงใช้ได้อยู่ จากตาราง ข – ๖ จะเห็นได้ว่า Load Susceptibility ของทุ่นระเบิด Mark 36 Mod 0 ที่จะใช้กับเรือสินค้าสูงกว่า Load Susceptibilityของทุ่นระเบิด Mark 25 Mod 0 เมื่อลดความไวเป็นห้าเท่าตัว และความแตกต่างนี้จะยิ่งเพิ่มมากขึ้น ถ้าทุ่นระเบิด Mark 25 Mod 0 ตั้งความไวให้มากเช่นที่ใช้ต่อต้านเรือคำน้ำ อีกประการหนึ่งความเสียหายมักจะเกิดขึ้นในบริเวณน้ำตื้นเพราะมีทุ่นระเบิดวางไว้หนาแน่น ฉะนั้นจึงสรุปได้ว่าความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเรืออันเนื่องมาจากทุ่นระเบิดทำลายเรือสินค้า จะสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับความเสียหายของเรืออันเนื่องมาจากทุ่นระเบิดทำลายเรือคำน้ำ ทุ่นระเบิด Mark 36 Mod 0จะใช้ไม่ได้ผลกับเรือคำน้ำที่แล่นช้า ๆ เพราะฉะนั้นความเสียหายของเรือคำน้ำอันเนื่องมาจากทุ่นระเบิดทำลายเรือสินค้า จะน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับความเสียหายอันเนื่องมาจากทุ่นระเบิดทำลายเรือคำน้ำ ในที่สุดจำนวนเรือกวาดทุ่นระเบิด ๕ เท่ากับ ๒๕ ในเมื่อ Susceptibility รวม G สูงสุดในตาราง ข – ๕ สำหรับการดำเนินสงครามทำลายเรือสินค้า เท่ากับ ๓.๐๔ เพราะฉะนั้นจึงไม่ต้องคำนึงถึงค่า G ฉะนั้นจึงใช้สมการ ๔ – ๒๓ และ ๔ – ๒๕ ประมาณอัตราความเสียหายอย่างหยาบ ๆ ได้ พึงสังเกตว่าโดยเหตุที่ไม่ต้องคำนึงถึงค่าของ G ก็ไม่ต้องคำนวณหาค่าของมันอีกเมื่อแผนเปลี่ยน ถ้ารากฐานที่สัมพันธ์กับค่าของ G และ S ไม่เปลี่ยนตัวอย่างการคำนวณอยู่ตอนล่างของตาราง ข – ๕ ในเมื่อข้าศึกมีเรือกวาดทุ่นระเบิด ๒๕ ลำ ทั้งเป้าหมายรวม, เรามีเครื่องบินใช้วางทุ่นระเบิดทำลายเรือสินค้าได้ ๖๐ เที่ยวบินต่อเดือน และ Load Susceptibility สำหรับเรือสินค้าเท่ากับ ๑๗.๔๔ ดังนั้นจึงคาดคะเนได้คร่าว ๆ ว่าเรือสินค้าข้าศึกจะจมหรือได้รับความเสียหายเดือนละประมาณ ๑๔ ลำ โดยทำนองเดียวกันจะประมาณ

ลับ

จำนวนเรือคำน้ำเดินสมุทรและเรือคำน้ำชายฝั่งที่จะจมหรือได้รับความเสียหายได้คือประมาณ ๐.๘ และ ๐.๐๔ ตามลำดับ จะต้องไม่ลืมข้อจำกัดในความหมายของอัตราความเสียหาย (ดูข้อ ๔๓๔)

ข – ๑๕๓ การแบ่งเที่ยวบินและทุ่นระเบิด

ถ้าการแบ่งมอบกำลังตามหลักการและความเสียหายที่ประมาณไว้ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ การวางแผนก็จะดำเนินต่อไปตามหลักการนั้น ขั้นต่อไปก็คือการแบ่งจำนวนเที่ยวบินสำหรับวางทุ่นระเบิดตำบลที่เป้าหมายต่าง ๆ เที่ยวบินสำหรับวางทุ่นระเบิดทำลายเรือสินค้าแบ่งตามส่วน Lead Susceptibility ของเรือคำน้ำรวมกันทั้งเรือคำน้ำเดินสมุทรและเรือคำน้ำชายฝั่ง ตามตัวอย่างในตาราง ข – ๕ เป้าหมาย CHARLIE จะได้รับส่วนแบ่ง ๑๔ % หรือ ๘ เที่ยวบินจากจำนวนเที่ยวบินวางทุ่นระเบิดเรือสินค้าทั้งหมด ๖๐ เที่ยวบิน และได้รับเที่ยวบินวางทุ่นระเบิดทำลายเรือคำน้ำ ๒๒ % หรือ ๑๖ เที่ยวบินจากทุ่นระเบิดทำลายเรือคำน้ำทั้งหมด ๗๐ เที่ยวบิน กับอีกหนึ่งเที่ยวบินสำหรับวางทุ่นระเบิดเสียง

ตอนนี้ผู้วางแผนก็หวนกลับมาดูแผ่นช่องทางชนิดทุ่นระเบิดแล้วแบ่งจำนวนเที่ยวบินที่กำหนดให้แต่ละตำบลที่เป้าหมายย่อยลงไปตามส่วนต่าง ๆ ของช่องทาง จากจำนวนเที่ยวบินสำหรับแต่ละช่องทางและ factor M อาจคำนวณหาจำนวนทุ่นระเบิดที่จะวางในแต่ละส่วนของช่องทางและทำเป็นตารางไว้ได้ (แสดงไว้ในตาราง ข – ๓ และ ข – ๔) เที่ยวบินที่บรรทุกทุ่นระเบิดเสียงนั้นอาจมอบหมายให้วางในส่วนใดส่วนหนึ่งของช่องทางได้ตามใจชอบ หรือจะวางกระจายไปทุกส่วนของช่องทางก็ได้ ในทางปฏิบัติจริง ๆ นั้น ทุ่นระเบิดเสียงมักจะปนเข้าไปในจำนวนทุ่นระเบิดที่ใช้มากที่สุดหลายเที่ยวบิน

จากการตรวจดูช่องทางของท่าเรือที่มี Susceptibility น้อย และจากการพิจารณาทุ่นระเบิดที่ใช้ตามท่าเรือที่มี Susceptibility สูง ก็จะสามารถหาจำนวน, ชนิดของทุ่นระเบิด และตำบลที่จะวางสำหรับเป้าหมาย KILO, LIMA, MIKE, NOVEMBER และ OSCAR

จากตารางจำนวนและชนิดของทุ่นระเบิดที่จะใช้ในแต่ละเป้าหมาย ทำตารางรวมจำนวนและชนิดของทุ่นระเบิดที่จะใช้ทางเป้าหมายรวม จำนวนรวมเหล่านี้จะต้องรวมเอาทุ่นระเบิดที่จะวางเพื่อบังคับให้ข้าศึกต้องทำการกวาดและทุ่นระเบิดที่จะใช้วางตามท่าเรือที่มี Susceptibility น้อยด้วย ต่อไปก็เอาจำนวนรวมเหล่านี้ไปเปรียบเทียบกับจำนวนทุ่นระเบิดที่มีอยู่ในคลัง และสามารถเตรียมให้พร้อม

ลับ

สำหรับวางไว้ ตอนนี้อาจจำเป็นต้องแก้ไขแผนเพื่อให้สอดคล้องกับขีดความสามารถในการส่งกำลังบำรุง จะเป็นโดยลดจำนวนหุ่นระเบิดที่จะวางลงหรือใช้หุ่นระเบิดที่มีประสิทธิภาพน้อยกว่าก็ได้แต่ต้องเป็น หุ่นระเบิดที่มีอยู่

ข – ๑๖๐ <u>การร่วมมือกับหน่วยอื่น</u>

ถ้าปรากฏว่าการส่งกำลังบำรุงตามแผนทำได้ในขั้นต้นนี้ ผู้วางแผนก็ทำแผนละเอียดเพิ่มเติมต่อไป ในการร่วมมือกับหน่วยบินซึ่งรับผิดชอบในการวางหุ่นระเบิด, จะต้องคำนึงถึงหมายเลขการ ประกอบหุ่นระเบิดดังอธิบายไว้ในข้อ ๔๓๖ อาจรวมกำหนดการเสริมกำลังและขั้นสถานการณ์เปลี่ยนแปลงของแผนเข้าไปด้วยดังที่อธิบายไว้ในข้อ ๔๓๗ รายละเอียดต่าง ๆ เหล่านี้จะต้องละเอียดพอเพื่อว่าจะได้ทำรายละเอียดการสนับสนุนทางการส่งกำลังบำรุงได้ รายละเอียดที่ต้องการย่อมแปรเปลี่ยนไป สำหรับแผนขีดความสามารถยามสงบอาจไม่จำเป็นต้องทำรายละเอียดทางยุทธวิธี, กำหนดการบรรทุกหุ่นระเบิดและอื่น ๆ ให้ครบถ้วน แม้ว่าจะต้องทำแผนละเอียดแต่ละเที่ยวบิน เมื่อถึงเวลาปฏิบัติการจริงก็ตามอาจเป็นไปได้ว่าสำหรับเดือนแรกหรือหลัง D – Dayจะต้องมีกำหนดการละเอียดเพื่อให้การระดมกำลัง และการใช้กำลังวางหุ่นระเบิดและการสนับสนุนสอดคล้องกัน อย่างไรก็ตามกำหนดการใช้เป็นรายเดือนและหมายเลขประกอบหุ่นระเบิดก็จะมีให้ครบถ้วนหลังจากนั้น จะบรรจุหุ่นระเบิดที่จำเป็นต้องมีเผื่อไว้ในยามสงครามไว้ในแผนด้วย แต่แยกต่างหากจากจำนวนรวมที่จะใช้ เพราะถ้าขาดหุ่นระเบิดนี้หรือขาดสิ่งอำนวยความสะดวกและกำลังพลที่จะประกอบหุ่นระเบิดให้พร้อมแล้วก็จะทำให้แผนขีดความสามารถไม่เป็นแผนที่สมบูรณ์

ต่อจากนั้นในการร่วมมือกับหน่วยสนับสนุนและหน่วยส่งกำลังบำรุง, แผนการสะสม, การสำเลียง, การประกอบและการทำให้หุ่นระเบิดพร้อมจะเรียบร้อยและประสานกับแผนการสนับสนุนที่เหมาะสม

ข – ๑๗๐ <u>ความจำเป็นที่ต้องมีแผนความต้องการ</u>

ท้ายที่สุดถ้าในการทำแผนปรากฏว่าจำเป็นต้องแก้แผนเพราะขาดขีดความสามารถและถ้าประสงค์จะให้ขีดความสามารถที่ขาดไปมีขึ้นในอนาคตแล้วก็จะต้องทำแผนความต้องการขึ้นเพื่อความมุ่งหมายนี้

ลับ

เป้าหมายในการวางทุ่นระเบิด

ตาราง ช – ๑

ตำแหน่งเป้าหมาย	เที่ยวผ่านของเรือสินค้าต่อเดือน	เที่ยวผ่านของเรือคำน้ำต่อเดือน	
		เรือคำน้ำเดินสมุทร	เรือคำน้ำชายฝั่ง
ALFA	60	33	- - -
BRAVO	44	- - -	- - -
CHARLIE	36	27	40
DELTA	28	- - -	- - -
ECHO	8	- - -	- - -
FOXTROT	14	13	50
GOLF	20	- - -	- - -
HOTEL	16	39	- - -
INDIA	4	- - -	- - -
JULIETT	2	14	- - -
KILO	- - -	- - -	- - -
LIMA	- - -	- - -	- - -
MIKE	- - -	- - -	- - -
NOVEMBER	- - -	- - -	- - -
OSCAR	- - -	- - -	- - -

ลับ

พิมพ์ครั้งแรก

ลับ

ภาคผนวก ข – ๑

(ตัวอย่างการกรอกข้อมูลเรือดำน้ำ)

ลำดับที่	ชื่อเรือดำน้ำ	ประเภท	ปีที่ต่อเสร็จ	ระวางขับน้ำ (ตัน)	ความเร็ว (นอต)	ความลึกในการดำ (เมตร)	ความลึกสูงสุดที่ดำได้ (เมตร)	ความยาว (เมตร)	ความกว้าง (เมตร)	กินน้ำลึก (เมตร)	ระบบขับเคลื่อน	ระบบอาวุธ	ระบบตรวจการณ์	ระบบสื่อสาร	ระบบอำนวยการรบ	ระบบสนับสนุนการรบ	หมายเหตุ
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
๑	ตัวอย่าง	๒	๒๕๒๐	๒๕๐๐	๒๐	๒๐๐	๒๐๐	๗๐.๐	๗.๐	๕.๐	ดีเซลไฟฟ้า	ตอร์ปิโด ๖ ท่อยิง	โซนาร์	วิทยุ	ระบบ C๔I	ระบบสนับสนุนการรบ	

ประเภทเรือดำน้ำ

ตัวย่อ	ความหมาย
๑	๑ – ๕๐๐ ตัน
๒	๕๐๑ – ๑,๐๐๐ ตัน
๓	๑,๐๐๑ – ๒,๐๐๐ ตัน
๔	๒,๐๐๑ – ๓,๐๐๐ ตัน
๕	๓,๐๐๑ – ๔,๐๐๐ ตัน
๖	๔,๐๐๑ – ๕,๐๐๐ ตัน
๗	๕,๐๐๑ –

ตารางแสดงรายละเอียดทุ่นระเบิด

ตาราง ข – ๒

เป้าหมาย : เรือสินค้า ๓๐๐๐ ตัน, ชดคีเกาส์ – M, ความเร็ว ๕ น็อต

ความลึก : ๕ วา

(อัตราการกวาดกำหนดให้เป็นไมล์ต่อเดือน)

(ความกว้างทางกวาดและความกว้างจุดระเบิดเป็นฟุต)

ทุ่นระเบิด	อัตราการกวาด (R)	ความกว้างการกวาด (W)	RW	ความกว้างจุดระเบิด (w)	w/RW	PEV บรรทุกเต็มที่ ทุ่นระเบิด	PEV บรรทุกเต็มที่ Mw/RW	PEV ระยะไกล ทุ่นระเบิด	PEV ระยะไกล Mw/RW
๒๕ – ๐ ความไว ๔, ๑๒"	๑๐๐๐	๕๔๐	๕๔๐,๐๐๐	๒๓๐	.๐๐๐๔๒๕	๔			
ความไว ๔, ๘"	๑๐๐๐	๕๔๐	๕๔๐,๐๐๐	๒๔๐	.๐๐๐๔๔๕				
ความไว ๔, ๖"	๑๐๐๐	๕๔๐	๕๔๐,๐๐๐	๒๕๐	.๐๐๐๔๖๓		.๐๐๑๘๕		
ความไว ๓, ๑๒"	๑๐๐๐	๕๔๐	๕๔๐,๐๐๐	๒๕๐	.๐๐๐๔๖๓				
๒๕ – ๑	๑๐๐๐	๖๐๐	๖๐๐,๐๐๐	๕๐	.๐๐๐๐๘๓	๔	.๐๐๐๓๓		
๒๕ – ๒ ความฉานทาน ๐	๑๐๐๐	๑๐๐	๑๐๐,๐๐๐	๑๕๐	.๐๐๑๕๐๐	๔	.๐๐๖๐๐		
ความคานทาน ๑									
๓๖ – ๑	๑๐๐๐	๕๐๐	๕๐๐,๐๐๐	๒๐๐	.๐๐๐๔๐๐	๘	.๐๐๓๒๐		
๓๖ – ๒	๑๐๐๐	๖๐๐	๖๐๐,๐๐๐	๕๐	.๐๐๐๐๘๓	๘	.๐๐๐๖๖		
๓๖ – ๓ ความฉานทาน ๐	๑๐๐๐	๑๐๐	๑๐๐,๐๐๐	๑๓๐	.๐๐๑๓๐๐	๘	.๐๑๐๔๐		
ความคานทาน ๑	๑๐๐๐								

(หมายเหตุ : ตัวเลขในตารางนี้เป็นการแสดงเท่านั้นไม่ใช่ค่าจริง)

แผนแสดงรายการช่องทาง – ชนิดทุ่นระเบิด (สำหรับเรือสินค้า)

ตาราง ข – ๓

ตำแหน่งเป้าหมาย
เรือเป้า : เรือสินค้า (๓,๕๐๐ ตัน, ขดคีเกาสส์ – M , ความเร็ว ๕ น็อต)
เทียวเรือผ่านของเป้า/เดือน : ๓๖
เครื่องบินแบบ : P2V
การบรรทุก : เต็มที่
จำนวนทุ่นระเบิด (M) { 500 #: / 1000 #: 8 / 2000 #: 4

ส่วนที่	ความลึก (fms)	ความยาว (n.mi)	ทุ่นระเบิดการตั้ง	w/RW	Lw/RW	MLw/RW	%ML/RW (or%V)	จำนวนเที่ยว (A n)	ทุ่นระเบิด (N n)
ก	๕	๑.๖	๓๖ – ๓ ความต้านทาน o	.๐๐๑๓๐	.๐๐๒๐๘	.๐๑๖๖	๒๓.๓	๒	๑๖
ข	๑๐	๑.๔	๓๖ – ๓ ความต้านทาน o	.๐๐๑๑๐	.๐๐๑๕๔	.๐๑๒๓	๑๓.๓	๑	๘
ค	๑๕	๒.๐	๒๕ – ๒ ความต้านทาน o	.๐๐๑๕๐	.๐๐๓๐๐	.๐๑๒๐	๑๖.๘	๑	๔
ง	๑๐	๑.๘	๓๖ – ๓ ความต้านทาน o	.๐๐๑๑๐	.๐๐๑๔๘	.๐๑๕๘	๒๒.๒	๒	๑๖
จ	๑๕	๑.๓	๒๕ – ๒ ความต้านทาน o	.๐๐๑๕๐	.๐๐๑๔๕	.๐๐๗๘	๑๑.๐	๑	๔
ฉ	๒๐	๒.๔	๒๕ – o ความไว ๑,๖"	.๐๐๐๔๕	.๐๐๑๐๘	.๐๐๔๓	๖.๐	๓/๔	๓
ช	๒๕	๒.๑	๒๕ – o ความไว ๐.๖"	.๐๐๐๒๘	.๐๐๐๕๕	.๐๐๒๔	๓.๔	๑/๔	๑
ซ	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –
ฌ	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –
ญ	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –
ฎ	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –
ฏ	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –
รวม					.๐๑๒๒๒	.๐๗๑๒	๑๐๐.๐	๘	๕๒

จำนวนทุ่นระเบิดรวม

แบบ	จำนวน
๓๖ – ๓	๔๐
๒๕ – o	๔
๒๕ – ๒	๘
๓๖ – ๒*	๘*

SUSCEPTIBILITY : G = t × total Lw/RW = 36× .01222 = .440
LOAD – SUSCEPTIBILITY : V = 36 × total MLw/RW = 36 × .0712 = 2.56
เพื่อให้การกวาดยากขึ้น : เพิ่มการวางอีก ๑ เที่ยว ในส่วน A,B หรือ D ด้วยทุ่นระเบิด MK 36 – 2 จำนวน ๘ ลูก

แผนรายการจำนวนเที่ยวรวม

ตาราง ข – ๕

เครื่องบินแบบ

ตำแหน่งเป้าหมาย	ตอตานเรือสินค้า				ตอตานเรือคำนำ						จำนวนเที่ยวเมื่อมีการกวาด
	G	V	%V	จำนวนเที่ยว	รวม G	OCEAN V	ชายฝั่ง V	รวม V	%V	จำนวนเที่ยว	
ก	๐.๔๖๓	๒.๒๘	๑๓	๘	๐.๐๒๒๖	๐.๐๔๐๔	- - -	๐.๐๔๐๔	๔.๓	๖	๑
ข	๐.๕๕๓	๓.๘๔	๒๒	๑๓	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	๑
ค	๐.๔๔๐	๒.๕๖	๑๔	๘	๐.๐๕๔๓	๐.๑๘๑๖	๐.๐๓๕๖	๐.๒๑๗๒	๒๒.๔	๑๖	๑
ง	๐.๓๒๐	๑.๗๔	๑๐	๖	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	๑
จ	๐.๐๔๑	๐.๔๐	๒	๑	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	๑
ฉ	๐.๔๐๒	๒.๒๕	๑๒	๗	๐.๐๗๐๘	๐.๒๒๐๘	๐.๐๖๒๔	๐.๒๘๗๒	๒๔.๒	๒๐	๑
ช	๐.๒๑๗	๑.๑๓	๖	๔	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	๑
ซ	๐.๔๐๔	๒.๘๖	๑๖	๑๐	๐.๐๖๗๒	๐.๒๖๘๘	- - -	๐.๒๖๘๘	๒๗.๘	๒๐	๒
ฌ	๐.๑๑๕	๐.๗๒	๔	๒	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	๑
ญ	๐.๐๗๒	๐.๑๖	๑	๑	๐.๐๒๗๗	๐.๑๐๕๒	- - -	๐.๑๐๕๒	๑๑.๓	๘	๐
รวม	๓.๐๔๒	๑๗.๔๔	๑๐๐	๖๐	๐.๒๔๒๒	๐.๘๗๐๘	๐.๐๕๘๐	๐.๔๖๘๘	๑๐๐.๐	๗๐	๑๐

ตำแหน่งเป้าเมื่อ... ต่ำ Susceptibility	
ตำแหน่งเป้าหมาย	จำนวนเที่ยว
ก	๑
ค	๑
ฉ	๑
ท	๑
ช	๑
รวม	๕

จำนวนเที่ยวรวม	
ชนิด	จำนวน
เมื่อ susceptibility ต่ำ	๕
เมื่อมีการกวาด	๑๐
ตอตานเรือสินค้า	๖๐
ตอตานเรือคำนำ	๗๐
รวม	๑๔๕

ความเสียหายต่อเดือนที่คาดโดยประมาณ

เรือสินค้า : C ~ $\frac{๑}{๓}$ × ๖๐ × ๑๗.๔๔/๒๕ = ๑๔

เรือคำน้ำขนาดกลาง : C ~ $\frac{๑}{๓}$ × ๗๐ × ๐.๘๗๐๘/๒๕ = ๐.๘๑

เรือคำน้ำชายฝั่ง : C ~ $\frac{๑}{๓}$ × ๗๐ × ๐.๐๔๘/๒๕ = ๐.๐๔๑

ผนวก ค.

ผลของการแบ่งทุ่นระเบิดและเรือกวาดทุ่นระเบิดต่าง ๆ กัน

สารบาญ

ค – ๑๐๐ ขอบเขต

ค – ๑๐๑ สภาพของปัญหาตัวอย่าง

ค – ๑๐๒ กฎมูลฐานสำหรับการแบ่งทุ่นระเบิด

ลับ

ผนวก ค.

ผลของการแบ่งทุ่นระเบิดและเรือกวาดทุ่นระเบิดต่าง ๆ กัน

ค – ๑๐๐ ขอบเขต

เพื่อชี้ให้เห็นผลอันเกิดจากการแบ่งทุ่นระเบิดต่าง ๆ กัน จะได้วิเคราะห์ปัญหาตัวอย่างข้างล่างนี้ ซึ่งมีการแบ่งทุ่นระเบิดและเรือกวาดทุ่นระเบิดต่าง ๆ กัน ในตัวอย่างนี้จะพิจารณาทุ่นระเบิดแต่เพียงชนิดเดียวเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามกรรมวิธีนี้ใช้ได้กับทุ่นระเบิดทุกชนิดและทุกขนาด

ค – ๑๐๑ สภาพของปัญหาตัวอย่าง

พันหทจะวางทุ่นระเบิดมีท่าเรือรวม ๑๐ แห่ง ซึ่งมี Susceptibility รวม (G) เท่ากับ ๕.๕๐๐ ท่าเรือแต่ละแห่งมี Susceptibility ต่าง ๆ กัน จาก ๑.๐๐๐ ถึง ๐.๑๐๐ มีทุ่นระเบิดสำหรับใช้วาง ๒๐๐๐ ลูกต่อเดือน หนึ่งในสามของทุ่นระเบิดที่วางเข้าไปอยู่ในช่องทางที่ใช้เดินเรือจริง ๆ และเป็นทุ่นระเบิดที่ใช้ได้ (F = .33) ข้าศึกมีเรือกวาดทุ่นระเบิดรวม ๕๕ ลำ แบ่งไปอยู่ตามท่าเรือต่าง ๆ ตารางต่อไปนี้จะให้ค่า G ของท่าเรือแต่ละท่าและคิดเป็นร้อยละของ G รวม จำนวนเที่ยวผ่านเข้าออกของเรือเป้าต่อเดือน (t) จำนวนทุ่นระเบิด (N) ที่วางแต่ละท่าเรือ ต่อเดือน และจำนวนเรือกวาดทุ่นระเบิด (S) N และ S แบ่งไปตามท่าเรือตามส่วนของ Susceptibility ของท่าเรือนั้น ๆ

ท่าเรือ	G_i	%	t_i	N_i	S_i
ท่าเรือที่ ๑.....	๑.๐๐๐	๑๘.๒	๔๐๐	๓๖๔	๑๐
ท่าเรือที่ ๒.....	๐.๔๐๐	๑๖.๔	๓๕๐	๓๒๗	๔
ท่าเรือที่ ๓.....	๐.๘๐๐	๑๔.๕	๓๐๐	๒๔๑	๘
ท่าเรือที่ ๔.....	๐.๗๐๐	๑๒.๗	๒๕๐	๒๕๕	๗
ท่าเรือที่ ๕.....	๐.๖๐๐	๑๐.๙	๒๐๐	๒๑๘	๖
ท่าเรือที่ ๖.....	๐.๕๐๐	๙.๑	๑๕๐	๑๘๒	๕

พิมพ์ครั้งแรก

ลับ

ลับ

ท่าเรือ	G_i	%	t	N_i	S_i
ท่าเรือที่ ๗.....	๐.๔๐๐	๗.๓	๑๐๐	๑๔๖	๔
ท่าเรือที่ ๘.....	๐.๓๐๐	๕.๕	๗๕	๑๐๙	๓
ท่าเรือที่ ๙.....	๐.๒๐๐	๓.๖	๕๐	๗๓	๒
ท่าเรือที่ ๑๐.....	๐.๑๐๐	๑.๘	๒๕	๓๖	๑
	๕.๕๐๐	๑๐๐.๐	๑๔๐๐	๒๐๐๐	๕๕

อาจคำนวณหาค่าความเสียหายจากสภาพการณ์ข้างบนนี้ได้ดังต่อไปนี้โดยใช้

สูตร $C_i = \frac{FN_i\ G_i}{S_i + G_i}$

ท่าเรือที่ ๑ : $C = \frac{1.000 \times 364 \times .33}{10 + 1.000} = 11.0$

ท่าเรือที่ ๒ : $C = \frac{0.900 \times 327 \times .33}{9 + 0.900} = 9.9$

ท่าเรือที่ ๓ : $C = \frac{0.800 \times 291 \times .33}{8 + 0.800} = 8.8$

ท่าเรือที่ ๔ : $C = \frac{0.700 \times 255 \times .33}{7 + 0.700} = 7.7$

ท่าเรือที่ ๕ : $C = \frac{0.600 \times 218 \times .33}{6 + 0.600} = 6.6$

ท่าเรือที่ ๖ : $C = \frac{0.500 \times 182 \times .33}{5 + 0.500} = 5.5$

ท่าเรือที่ ๗ : $C = \frac{0.400 \times 146 \times .33}{4 + 0.400} = 4.4$

ท่าเรือที่ ๘ : $C = \frac{0.300 \times 109 \times .33}{3 + 0.300} = 3.3$

ลับ

ท่าเรือที่ ๙ : $C = \frac{0.200 \times 72 \times .33}{2 + 0.200} = 2.2$

ท่าเรือที่ ๑๐ : $C = \frac{0.100 \times 36 \times .33}{1 + 0.100} = 1.10$

ความเสียหายรวม = 60.5

ตัวเลขนี้แสดงถึงความเสียหายรวมที่คาดไว้โดยที่ตั้งทุ่นระเบิดและเรือกวาดทุ่นระเบิดแบ่งตรงตามส่วนของ Susceptibility ของท่าเรือแต่ละแห่ง วิธีนี้คือ Minimax

สมมุติว่าแบ่งทุ่นระเบิดเสียใหม่ดังนี้

ท่าเรือ	N_i	S_i	
ท่าเรือที่ ๑.....	๖๐๐	๑๐	C = 18.1
ท่าเรือที่ ๒.....	๖๐๐	๙	C = 18.1
ท่าเรือที่ ๓.....	๓๐๐	๗	C = 9.1
ท่าเรือที่ ๔.....	๒๕๐	๗	C = 7.6
ท่าเรือที่ ๕.....	๒๐๐	๖	C = 6.1
ท่าเรือที่ ๖.....	๑๐	๕	C = .3
ท่าเรือที่ ๗.....	๑๐	๔	C = .3
ท่าเรือที่ ๘.....	๑๐	๓	C = .3
ท่าเรือที่ ๙.....	๑๐	๒	C = .3
ท่าเรือที่ ๑๐.....	๑๐	๑	C = .3

ความเสียหายรวม = 60.5

พึงสังเกตว่าความเสียหายรวมคงที่แต่ความเสียหายบังเกิดขึ้นกับท่าเรือที่ ๑ และท่าเรือที่ ๒ เพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ความเสียหายที่เพิ่มขึ้นในท่าเรือที่ ๑ และท่าเรือที่ ๒ จะทำให้ฝ่ายศัตรูต้องจัดกำลังเรือกวาดทุ่นระเบิดใหม่โดยขยายกำลังเรือกวาดทุ่นระเบิดท่าเรือที่ ๑ และท่าเรือที่ ๒ เรื่องนี้เป็นตัวอย่าง

ลับ

แสดงให้เห็นการแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดเพื่อให้เกิดความเสียหายน้อยที่สุด (Minimax) ถ้าฝ่ายป้องกันแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดได้ส่วนตรงตาม Susceptibility ของท่าเรือแต่ละท่า การแบ่งนั้น จะทำให้เกิดความเสียหายน้อยที่สุด (Minimax) ซึ่งเป็นผลดีที่สุด (Optimum) สำหรับฝ่ายนั้น ดังนั้นผู้วางแผนจึงไม่ได้รับผลสูงสุดในเมื่อข้าศึกแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดได้ส่วนตรงตาม Susceptibility อย่างไรก็ตามถ้าข้าศึกแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดไม่ได้ส่วนตาม Susceptibility ผู้วางแผนวางทุ่นระเบิดอาจถือโอกาสใช้ประโยชน์จากความผิดพลาดของข้าศึกเพิ่มความเสียหายแก่ข้าศึกดังตัวอย่างในย่อหน้าต่อไป

ถ้าข้าศึกแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดเสียใหม่ตามตารางต่อไปนี้โดยมุ่งเพิ่มเรือกวาดในท่าเรือที่มีอัตราความเสียหายสูงแล้ว ความเสียหายรวมจะเป็นดังนี้

ท่าเรือ	N_i	S_i	
ท่าเรือที่ ๑.....	๖๐๐	๐๕	C = 12.5
ท่าเรือที่ ๒.....	๖๐๐	๐๖	C = 13.9
ท่าเรือที่ ๓.....	๓๐๐	๐๐	C = 7.4
ท่าเรือที่ ๔.....	๒๕๐	๖	C = 8.7
ท่าเรือที่ ๕.....	๒๐๐	๖	C = 15.3
ท่าเรือที่ ๖.....	๑๐	๖	C = .7
ท่าเรือที่ ๗.....	๑๐	๖	C = .6
ท่าเรือที่ ๘.....	๑๐	๖	C = .4
ท่าเรือที่ ๙.....	๑๐	๖	C = .3
ท่าเรือที่ ๑๐.....	๑๐	๖	C = .2
	ความเสียหายรวม		= 60.0

ความเสียหายรวมลดลงเล็กน้อย

คราวนี้กลับไปหาการแบ่งทุ่นระเบิดที่ได้ผลมากที่สุดโดยคิดจาก Susceptibility ของ

ลับ

ท่าเรือแต่ละท่า จะได้ผลความเสียหายดังนี้

ท่าเรือ	N_i	S_i	
ท่าเรือที่ ๑	๓๖๔	๑๕	C = 7.6
ท่าเรือที่ ๒	๓๓๗	๑๒	C = 7.6
ท่าเรือที่ ๓	๒๔๑	๑๐	C = 7.2
ท่าเรือที่ ๔	๒๕๕	๖	C = 7.7
ท่าเรือที่ ๕	๒๑๔	๒	C = 16.6
ท่าเรือที่ ๖	๑๔๒	๒	C = 12.1
ท่าเรือที่ ๗	๑๔๖	๒	C = 8.1
ท่าเรือที่ ๘	๑๐๔	๒	C = 4.8
ท่าเรือที่ ๙	๓๒	๒	C = 2.2
ท่าเรือที่ ๑๐	๓๖	๒	C = .6

ความเสียหายรวม = 74.5

ความเสียหายรวมสูงขึ้นมากเนื่องจากแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดผิด

ดังนั้นสมมติว่าแบ่งทุ่นระเบิดเสียใหม่โดยถือประโยชน์จากการแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดผิด

ท่าเรือ	N_i	S_i	
ท่าเรือที่ ๑	๑๐๐	๑๕	C = 2.1
ท่าเรือที่ ๒	๑๐๐	๑๒	C = 2.3
ท่าเรือที่ ๓	๑๐๐	๑๐	C = 2.5
ท่าเรือที่ ๔	๕๐๐	๖	C = 17.4
ท่าเรือที่ ๕	๔๐๐	๒	C = 30.8
ท่าเรือที่ ๖	๓๐๐	๒	C = 20.0

ลับ

ท่าเรือ	N_i	S_i	
ท่าเรือที่ ๗.....	๒๕๐	๒	C = 13.9
ท่าเรือที่ ๘.....	๒๐๐	๒	C = 8.7
ท่าเรือที่ ๙.....	๒๕	๒	C = .8
ท่าเรือที่ ๑๐.....	๒๕	๒	C = .4
	ความเสียหายรวม		= 98.9

ความเสียหายรวมสูงขึ้นอย่างชัดเจน

ตัวอย่างสุดท้ายนี้ไม่ได้แสดงถึงการแบ่งทุ่นระเบิดทางทฤษฎีที่ได้ผลดีที่สุด เพราะความเสียหายสูงสุดจะมีขึ้นได้โดยการไม่วางทุ่นระเบิดท่าเรือที่มีเรือกวาดทุ่นระเบิดเกินกว่าจำนวนเรือกวาดทุ่นระเบิดที่คิดตาม Susceptibility ของท่าเรือนั้น อย่างไรก็ดีในทางปฏิบัติควรจะวางทุ่นระเบิดท่าเรือทุกแห่งบ้างเพื่อกระจายกำลังเรือกวาดทุ่นระเบิดข้าศึก

จะเห็นได้จากตัวอย่างข้างบนนี้แล้วว่าผู้วางแผนอาจได้ประโยชน์และมีความริเริ่มที่จะเพิ่มความเสียหายให้แก่ข้าศึกโดยแบ่งกำลังวางทุ่นระเบิดเสียใหม่ตามเป้าหมายที่มีจุดอ่อน ในเวลาเดียวกัน มาตรการการต่อต้านของข้าศึกก็ทำได้ไม่สะดวกเรือกวาดทุ่นระเบิดมีความเร็วต่ำการโยกย้ายกำลังจึงทำได้ช้า นอกจากนั้นจะต้องเสียเวลาการกวาดไปในการโยกย้ายกำลังแต่ละครั้ง ความหยุ่นตัวในการวางทุ่นระเบิดจะเป็นข้อได้เปรียบสำหรับผู้วางแผนที่อาจเปลี่ยนรูปแบบของการวางทุ่นระเบิดเพียงเล็กน้อย โดยไม่ลดอัตราความเสียหายของเรือข้าศึก แต่ทำให้ข้าศึกเสียหลัก (แบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดผิด) (เรื่องนี้อธิบายไว้ละเอียดในข้อ ง - ๑๕๐)

ก - ๑๐๒ กฎมูลฐานสำหรับการแบ่งทุ่นระเบิด

สรุปหลักการของกฎมูลฐานมีดังต่อไปนี้

๑. เริ่มทำเนินสงครามทุ่นระเบิดด้วยการวางทุ่นระเบิดท่าเรือข้าศึกทุกแห่งโดยแบ่งวางทุ่นระเบิดตามส่วนของ Susceptibility ของท่าเรือแต่ละแห่งในพื้นที่ (โดยถือหลักว่าท่าเรือใดมีเรือผ่านเข้าออกต้องวางทุ่นระเบิด)

ลับ

๒. เฝ้าดูการแบ่งกำลังเรือกวาดทุ่นระเบิดของข้าศึก

๓. ถ้าข้าศึกแบ่งกำลังเรือกวาดทุ่นระเบิดตาม Susceptibility เพิ่มอัตราส่วนทุ่นระเบิดที่วางในท่าเรือที่มี Susceptibility สูงให้มากขึ้น ความเสียหายรวมจะไม่เปลี่ยนแปลงแต่ความเสียหายเฉพาะท่าเรือที่วางทุ่นระเบิดมากจะสูงขึ้นอย่างชัดเจน จะทำให้ข้าศึกจัดแบ่งกำลังเรือกวาดทุ่นระเบิดเสียใหม่เพื่อลดอัตราความเสียหายให้น้อยลง

๔. ถ้าข้าศึกแบ่งกำลังเรือกวาดทุ่นระเบิดไม่ได้ส่วนตาม Susceptibility เพิ่มอัตราส่วนทุ่นระเบิดที่วางในท่าเรือที่มีเรือกวาดทุ่นระเบิดน้อยกว่าเกณฑ์ให้สูงขึ้นวางทุ่นระเบิดท่าเรือที่มีเรือกวาดทุ่นระเบิดมากกว่าเกณฑ์ให้น้อยลง ความเสียหายจะสูงขึ้นมาก แต่อย่างไรก็ตามอัตราความเสียหายในท่าเรือแห่งหนึ่งแห่งใดจะไม่สูงกว่าอัตราการผ่านเข้าออกของท่าเรือนั้น จงสังเกตข้าถ้าข้าศึกคุ้มกันเรือกวาดทุ่นระเบิดในท่าเรือใดมากเป็นผิดปกติเครื่องแสดงว่าข้าศึกมุ่งป้องกันเรือที่มีความสำคัญทางยุทธศาสตร์และยุทธวิธีเป็นพิเศษ จึงเป็นการคุ้มค่าที่จะระดมกำลังวางทุ่นระเบิดท่าเรือแห่งนั้น ในกรณีเช่นนี้ควรปรึกษาหารือกับหน่วยข่าวกรอง

๕. คำนวณหา Susceptibility ของท่าเรือทุกแห่งในพื้นที่ตลอดเวลา และแบ่งทุ่นระเบิดเสียใหม่ตามความจำเป็นเพื่อใช้ประโยชน์จาก Susceptibility ที่เปลี่ยนไป

๖. ตรวจสอบการแบ่งกำลังเรือกวาดทุ่นระเบิดของข้าศึกตลอดเวลา

จะได้ผลลอบแทนต่ำที่สุดในเมื่อข้าศึกแบ่งกำลังเรือกวาดทุ่นระเบิดไม่ได้ตามส่วนของ Susceptibility เพราะฉะนั้นจะต้องคอยเฝ้าดูว่าเมื่อใดข้าศึกจะแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดผิด ถ้าไม่ปรากฏว่าข้าศึกทำผิดพลาด ก็ต้องพยายามทำให้ข้าศึกทำการการผิดโดยแบ่งจำนวนทุ่นระเบิดเสียใหม่ ถ้าความเสียหายที่ท่าเรือใดสูงขึ้นผิดปกติก็เป็นธรรมดาอยู่เองที่ข้าศึกจะต้องเพิ่มจำนวนเรือกวาดทุ่นระเบิดที่ท่าเรือนั้น และจังหวะนี้เองที่ผู้วางแผนควรจะนำมาใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินสงครามทุ่นระเบิด

ผนวก ง.

การขยายหลักการวางทุ่นระเบิดหว่างผ่อเนื่อง

สารบาญ

ง – ๑๐๐ ขอบเขต

ง – ๑๑๐ สมมุติฐาน

ง – ๑๒๐ ส่วนต่าง ๆ ของช่องทาง

ง – ๑๓๐ สมการ

ง – ๑๓๑ สมการความเสียหาย

ง – ๑๓๒ ความเสียหาย

ง – ๑๓๓ การจัดชุดทุ่นระเบิด

ง – ๑๓๔ การแบ่งเรือสินค้าทุ่นระเบิด

ง – ๑๓๕ การทำให้เกิดความเสียหายร้ายแรงสูงสุดต่อทุ่นระเบิดที่วาง

ง – ๑๓๖ การทำให้เกิดความเสียหายร้ายแรงสูงสุดต่อเที่ยวบิน

ง – ๑๓๗ การทำให้เกิดความเสียหายร้ายแรงสูงสุดต่อจำนวนเรือหรือการสัญจรที่มีค่าทางยุทธศาสตร์

ง – ๑๔๐ การเลือกทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดและการตั้งต่าง ๆ

ง – ๑๕๐ ผลจากการแบ่งตามอัตราความเสียหาย

ง – ๑๖๐ การแยกดำเนินสงครามกับเรือสินค้าและเรือดำน้ำ

ง – ๑๗๐ อัตราการถูกกวน

ผนวก ง.

การขยายทฤษฎีการวางทุ่นระเบิดหวังผลต่อเนื่อง

ง – ๑๐๐ ขอบเขต

บทที่ ๔ แสดงถึงหลักการทฤษฎี Susceptibility ของการวางทุ่นระเบิดหวังผลต่อเนื่อง อย่างไรก็ดีบางครั้งก็มีปัญหาที่ทฤษฎีง่าย ๆ ไม่สามารถให้คำตอบได้ เพราะฉะนั้นผนวกนี้จึงได้เพิ่มสมการกว้าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้ใช้กับสถานการณ์ที่ยุ่งยากสลับซับซ้อนได้ สมการนี้ใช้ได้ทั่วไปสำหรับเรือทุกประเภท ทุ่นระเบิดทุกชนิดและความเสียหายแบบต่าง ๆ

ง – ๑๑๐ สมมุติฐาน

จะต้องตั้งสมมุติฐานขึ้นดังต่อไปนี้

๑. มาตรการต่อต้านหลักคือการกวาดทุ่นระเบิดแม้จะมีการล่าทำลายทุ่นระเบิดบางก็ตาม

๒. ทุ่นระเบิดทุกลูกที่วางตั้งเกณฑ์เรือผ่านสูงมากจนข้าศึกไม่กวาดอีกก่อนที่จะให้เรือผ่านสนามทุ่นระเบิด (หลังจากทุ่นระเบิดทำงานแล้ว)

๓. ทุ่นระเบิดทั้งหมดตั้งให้เริ่มทำงานในเวลาต่าง ๆ กัน (ดูข้อความต่อไปเกี่ยวกับอัตราการเริ่มทำงานของทุ่นระเบิด)

๔. ค่า FN ซึ่งแทนจำนวนทุ่นระเบิดที่ระเบิดขึ้นในช่องทางโดยเรือแล่นผ่านหรือโดยการกวาดต่อหน่วยเวลา

ถ้าตั้งสมมุติฐานข้อที่ ๔ แล้ว ไม่มีกำหนดกฎเกณฑ์ว่าจะเลือกหน่วยเวลาน้อยที่สุดเท่าใด แต่จะต้องให้มีความหมายต่ออัตราที่ใช้ในสมการ เพราะฉะนั้นจึงไม่จำเป็นที่การสงครามจะต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอหรือคงที่ การสงครามอาจเปลี่ยนแปลงไปได้มาก (ควรพิจารณาทัศนะของนายทหารทุ่นระเบิดด้วย)

เช่นตัวอย่างที่ควรสังเกตคือเราต้องให้อัตราทุ่นระเบิดเริ่มทำงานคงที่ แต่ตามทฤษฎีแล้วไม่จำเป็นต้องเป็นเช่นนั้น ถ้าอัตราทุ่นระเบิดเริ่มทำงานลดลงและทราบอัตราการลด อัตราความเสียหายของเรือก็ลดลงไปด้วย อัตราที่ลดลงนี้จะหาได้จากสมการที่ใช้กับอัตราคงที่ อีกนัยหนึ่งอัตราความเสียหายเป็นปฏิภาคโดยตรงกับอัตราทุ่นระเบิดเริ่มทำงาน แต่ไม่จำเป็นต้องคงที่

ลับ

สมมุติฐานข้อที่ ๔ ยังยอมให้คิดผลจากการที่ทุ่นระเบิดที่เสียไปโดยการล่าทำลาย เพราะทุ่นระเบิดที่เสียไปโดยการล่าทำลายอาจนำมาคิดได้โดยลดค่า FN ลงให้เหมาะสมแล้วจะได้ค่าคือจำนวนทุ่นระเบิดที่ระเบิดขึ้นโดยเรือแล่นผ่านหรือโดยการกวาดต่อหน่วยเวลา

ถ้าสมมุติฐานข้อที่ ๑,๒ และ ๓ ใช้ได้ ลำดับการกวาดและการนำเรือผ่านของข้าศึกจะไม่มีผลต่ออัตราความเสียหาย ข้าศึกอาจจัดลำดับการกวาดและการนำเรือผ่านอย่างใดและเวลาใดก็ได้ตามแต่จะสะดวกกับฝ่ายข้าศึก อีกประการหนึ่งผู้วางแผนจะไม่ได้อัตราความเสียหายสูงขึ้นจากการใช้เกณฑ์เรือผ่าน เครื่องหน่วงเวลาพร้อมอย่างอื่นเลยนอกจากว่าข้าศึกยังคงยืนกรานจัดลำดับหรือเวลาการกวาด และการนำเรือผ่านอย่างหนึ่งอย่างใดโดยเฉพาะ

ง – ๑๒๐ <u>ส่วนต่าง ๆ ของช่องทาง</u>

ในบทที่ ๔ ช่องทางแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ โดยอาศัยหลักความลึกของน้ำแต่อย่างเดียว ส่วนของช่องทางอาจมีความลึกเท่ากันแต่สมมุติฐานต่างกัน เช่นความอ่อนแข็งของพื้นท้องทะเล ลักษณะคลื่นใต้น้ำ เสียงปลา และอื่น ๆ ซึ่งอาจมีผลต่อคุณค่าของทุ่นระเบิดชนิดที่ใช้ เพราะฉะนั้นในกรณีที่เป็นปัญหา จะต้องแบ่งช่องทางออกเป็นส่วน ๆ ให้คุณลักษณะของทุ่นระเบิดที่จะใช้ในแต่ละส่วนไม่เปลี่ยนแปลง ถ้าสภาพความลึกของน้ำเปลี่ยนแปลงไปตามทางกว้างของช่องทาง ก็อาจแบ่งส่วนของช่องทางย่อยลงไปอีกได้ แต่ไม่สมควรนำมาคิดเนื่องจากกรรมวิธียุ่งยากมาก โดยเฉพาะข้าศึกมักจะใช้แนวทางผ่านแนวเดียวที่ได้ประโยชน์มากที่สุด

ง – ๑๓๐ <u>สมการ</u>

ง – ๑๓๑ <u>สมการความเสียหาย</u>

โดยเหตุผลเช่นเดียวกับข้อ ๔๐๑ ในบทที่ ๔ โอกาสที่ทุ่นระเบิดลูกหนึ่งชนิด K ในส่วนที่ n ของความยาวของช่องทาง L_n, จะระเบิดขึ้นโดยเรือแล่นผ่านมากกว่าที่จะระเบิดโดยการกวาดจะเป็นอัตราส่วนของเนื้อที่พื้นท้องทะเลซึ่งเรือแล่นผ่านไปต่อหน่วยเวลาคือระยะทางที่แล่นไปคูณด้วยความกว้างการจุดระเบิดจากอิทธิพลของเรือที่มีต่อทุ่นระเบิดชนิด K ต่อเนื้อที่ทั้งหมดที่เรือและเรือกวาดทุ่นระเบิดแล่นผ่านไปต่อหน่วยเวลาคือระยะทางที่เรือแล่นผ่านคูณด้วยความกว้างการจุดระเบิดของเรือรวม

ลับ

กับเนื้อที่เรือกวาดทุ่นระเบิดกวาดได้คือระยะทางที่เรือกวาดทุ่นระเบิดแล่นผ่านไปคูณด้วยความกว้างย่านกวาดสำหรับทุ่นระเบิดชนิด K ให้ t_1 เป็นจำนวนเรือประเภทที่ ๑ แล่นผ่านส่วนที่ของช่องทางต่อหน่วยเวลา t_2 เป็นจำนวนเรือประเภทที่ ๒ ที่แล่นผ่านและต่อ ๆ ไป ดังนั้นเนื้อที่พื้นท้องทะเลที่เรือทุกประเภทแล่นผ่านต่อหน่วยเวลาก็คือ

$$(t_1w_1+t_2w_2+t_3w_3\ \ldots)_{kn}L_n$$

เนื้อที่นี้อาจเขียนเสียใหม่ได้เป็น $\sum_u t_u W_{ukn} L_n$ เมื่อ u หมายถึงประเภทของเรือ โดยทำนองเดียวกันเนื้อที่พื้นท้องทะเลที่เรือทุ่นระเบิดกวาดได้สำหรับทุ่นระเบิดชนิด K ต่อหน่วยเวลาก็คือ $s_{kn}W_{kn}L_n$, ในเมื่อ s เป็นจำนวนเที่ยวกวาดต่อหน่วยเวลา ถ้า N_{Kn} เป็นจำนวนทุ่นระเบิดชนิด K ที่พร้อมต่อหน่วยเวลาในส่วนที่ n ของช่องทางแล้วจำนวนทุ่นระเบิดที่อยู่ในแนวทางที่เรือใช้แล่นจริง ๆ จะระเบิดขึ้นต่อหน่วยเวลาโดยเรือแล่นผ่านหรือโดยการกวาดจะเป็น F_nN_{kn}. จำนวนทุ่นระเบิดชนิด K ที่ระเบิดโดยเรือแล่นผ่านต่อหน่วยเวลาในส่วนที่ n ของช่องทางจะเท่ากับ

$$C_{kn}=F_nN_{kn}\frac{\sum_u(t_{un}w_{ukn}L_n)}{\sum_u(t_{un}w_{ukn}L_n)+s_{kn}W_{kn}L_n} \qquad \text{สมการ ง – ๑}$$

ถ้าให้ $s_{kn}L_n=S_{kn}R_k$ สมการ ง – ๒

เมื่อ S เป็นจำนวนเรือกวาดทุ่นระเบิดและ R เป็นระยะทางเฉลี่ยที่เรือทุ่นระเบิด ๑ ลำ กวาดได้ต่อหน่วยเวลา และ

$$G_{kn}=\sum_u(t_{un}w_{ukn}L_n)/R_kW_{kn} \qquad \text{สมการ ง – ๓}$$

ในเมื่อ G_{Kn} คือ Susceptibility ของส่วนที่ n ของช่องทางสำหรับทุ่นระเบิดชนิด K แล้ว

$$C_{kn}=F_nN_{kn}\frac{G_{kn}}{G_{kn}+S_{kn}} \qquad \text{สมการ ง – ๔}$$

ลับ

ง – ๑๐๒๓ ความเสียหาย

สมการต่าง ๆ ในข้อก่อนจะบอกให้ทราบถึงจำนวนทุ่นระเบิดที่ระเบิดขึ้นโดยเรือแล่นผ่าน แต่ที่เราสนใจจริง ๆ ก็คือจำนวนเรือที่ได้รับความเสียหายจริง ในบทที่ ๔ ได้สมมุติว่าการระเบิดทุกครั้งจะให้เกิดความเสียหาย และข้อ ๔๓๓ ข ให้ข้อควรระวังในการตั้งทุ่นระเบิดว่าถ้าเกินไปการระเบิดบางครั้งอาจไม่ทำให้เรือได้รับความเสียหาย ทางที่ดีควรใช้ความกว้าง ความเสียหายที่รวบรวมไว้ (ในคู่มือหรือเอกสารอื่น ๆ) แทนความกว้างการจุดระเบิดในเศษของสมการ ง – ๑ ความกว้างการจุดระเบิดที่ดีที่สุดตามทฤษฎีก็คือความกว้างการจุดระเบิดที่จะทำให้ผลความเสียหายรวมที่เกิดขึ้นกับข้าศึกสูงสุด ซึ่งเป็นผลที่เราประสงค์ อย่างไรก็ดีเพราะเหตุว่าในทางปฏิบัติไม่สามารถจะหาค่าความกว้างการจุดระเบิดเช่นว่านี้ได้ก็อาจใช้ความกว้างความเสียหายร้ายแรงหรือความกว้างความเสียหายร้ายแรงหรือความเสียหายปานกลางไม่ได้จะใช้ความกว้างความเสียหายเป็นร้อยละแทนก็ได้ ถ้าหาความกว้างเช่นว่า ไม่ได้เลย ก็ควรที่จะประมาณคร่าว ๆ เช่นเดียวกับที่อธิบายไว้ในข้อ ๓ – ๑๕๑ และ ๓ – ๑๕๒ ในการหาโดยวิธีนี้นั้นอาจเลือกค่า Δy ระยะใด ๆ ก็ได้อาจเป็น ๒๐ หรือ ๓๐ ฟุต เพื่อให้สะดวกต่อการใช้ข้อมูลความเสียหายและการจุดระเบิด ถ้าใช้ความกว้างความเสียหายร้ายแรง อัตราความเสียหายที่ได้ออกมาก็จะเป็นอัตราความเสียหายร้ายแรง C_{dc} จะมีเรืออีกจำนวนหนึ่งได้รับความเสียหายต่อหน่วยเวลา สมการที่เหลือในผนวกนี้จะได้ขยายออกไปโดยใช้ความกว้างความเสียหายร้ายแรงตามความเหมาะสม การขยายสมการก็เช่นเดียวกับความเสียหายอย่างอื่น ๆ

ถ้าใช้ความกว้างความเสียหายร้ายแรง w_{dcskn} แทนค่า w_{skn} ในสมการ ง – ๓ ก็จะได้ Susceptibility ความเสียหายร้ายแรง G_{dskn} ดังนั้นจะหาอัตราความเสียหายร้ายแรง C_{dskn} คือจำนวนเรือที่ได้รับความเสียหายร้ายแรงต่อหน่วยเวลาในส่วนที่ n ของช่องทางซึ่งเกิดขึ้นโดยทุ่นระเบิดชนิด K ได้โดยเอา G_{dskn} ไปแทนค่า G_{kn} ที่เศษ (ไม่ใช่ที่ส่วน) ของสมการ ง – ๔ จำนวนเรือที่ได้รับความเสียหายร้ายแรง รวมต่อหน่วยเวลาในพื้นที่ทั้งหมดต่อหน่วยเวลาก็จะเท่ากับผลรวมของจำนวนเรือที่ได้รับความเสียหายร้ายแรง จากทุ่นระเบิดทุกชนิดทุกส่วนของช่องทาง

$$C_{ds} = \sum_{n,k} C_{dskn} = \sum_{n,k} \left(F_n N_{kn} \frac{G_{dskn}}{G_{kn} + S_{kn}} \right) \qquad \text{สมการ ง – ๕}$$

ลับ

ง – ๑๓๓ การจัดชุดทุ่นระเบิด

ปัญหาก็คือจะแบ่งทุ่นระเบิดอย่างไรจึงจะทำให้ข้าศึกได้รับความเสียหายมากที่สุด เรื่องนี้จะต้องพิจารณาว่าข้าศึกจะทำอย่างไร เช่น ข้าศึกจะจัดเที่ยวการกวาดอย่างไร ที่จุดนี้ปัญหาจะยุ่งยากมากโดยที่การแบ่งเที่ยวการกวาดนั้นไม่ใช่ว่าจะทำได้ตามใจชอบ แม้แต่จะกะเอาโดยประมาณก็ได้ ตัวอย่างเช่น สมมุติว่าเรือกวาดทุ่นระเบิดลำหนึ่งใช้เครื่องกวาดทุ่นระเบิดแม่เหล็ก และเครื่องกวาดทุ่นระเบิดเสียงชนิด Sonic ไปพร้อมกัน การกวาดที่มีประสิทธิภาพนั้นต้องกวาดทั้งแม่เหล็กและกวาดเสียงชนิด Sonic ไปพร้อมกัน แต่เมื่อกระทำเช่นนี้ก็ไม่สามารถแยกกวรกวาดเสียงออกจากการกวาดแม่เหล็กได้โดยอิสระ ในด้านประสิทธิภาพของการวางทุ่นระเบิดนั้นจะเห็นได้ชัดว่าถ้าข้าวกรอง แสดงว่าเรือกวาดทุ่นระเบิดข้าศึกแต่ละลำกวาดทุ่นระเบิดแม่เหล็กและเสียงพร้อมกัน ก็ควรจะมีทุ่นระเบิดที่มีประสิทธิภาพสูงสุดทั้งสองชนิดเป็นส่วนใหญ่และวางทุ่นระเบิดที่มีประสิทธิภาพน้อยสักเล็กน้อยเพื่อจูงใจให้ข้าศึกยังคงใช้เครื่องมือกวาดอย่างนั้นต่อไป เพราะถ้าข้าศึกกวาดไม่ได้ก็จะเลิกใช้เครื่องกวาดชนิดนี้และใช้เครื่องกวาดที่กวาดได้พร้อมกันชนิดอื่น สมมุติว่าทุ่นระเบิดทุกชนิดจัดเป็นชุดให้มีจำนวนชุดน้อยที่สุดในทำนองที่กวรกวาดทุ่นระเบิดแต่ละชุดจะกระทำได้โดยเรือกวาดทุ่นระเบิดลำเดียวหรือหมู่เดียว ถ้าใช้เรือกวาดทุ่นระเบิดหลายลำถ้าทราบข้าวกรองเกี่ยวกับวิธีการกวาดของข้าศึกก็ควรเลือกชุดที่สอดคล้องกับวิธีการกวาดนั้น ถ้าไม่ทราบวิธีการกวาดของข้าศึก การจัดชุดควรจะจัดอย่างที่จะให้ผลน้อยที่สุดใน การดำเนินสงครามคล้ายกับชุดที่ข้าศึกเลือกเอง การที่จะแบ่งทุ่นระเบิดออกเป็นชุดตายตัวนั้นอาจทำไม่ได้ตัวอย่างเช่น ข้าศึกมักจะใช้เครื่องกวาดแม่เหล็กชนิดธรรมดา แต่ใช้เครื่องกวาดพิเศษสำหรับกวาด ทุ่นระเบิดแม่เหล็กความกัน ซึ่งจะมีผลต่อทุ่นระเบิดแม่เหล็กธรรมดาด้วย แต่ก็ไม่ต้องคำนึงถึงเพราะการแบ่งทุ่นระเบิดผิดเล็กน้อยจะไม่ทำให้ความเสียหายผิดไปมากนัก

เมื่อถึงขั้นที่ว่าอาจแบ่งทุ่นระเบิดชนิดต่าง ๆ ออกเป็นชุด การวิเคราะห์ก็จะดำเนินต่อไปได้ เพราะทุ่นระเบิดชนิดที่ใช้นั้นจำกัดความสำคัญอยู่ที่ทุ่นระเบิดชนิดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในแต่ละชุด เท่านั้น อักษร K ที่ใส่ไว้ข้างใต้จะเป็นเครื่องหมายแสดงได้ทั้งเรือกวาดทุ่นระเบิดที่กวาดทุ่นระเบิดชุด K หรือทุ่นระเบิดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในชุด K และ K จะแสดงผลรวมของทุกชุด ดังนั้นอาจแบ่งกำลังที่ใช้ในการกวาดทุ่นระเบิดที่มีประสิทธิภาพได้โดยอิสระจากกำลังที่ใช้กวาดทุ่นระเบิดชนิดอื่น และจะขึ้นอยู่กับข้อจำกัดเพียงอย่างเดียวคือ

$$\sum_{K} S_{K_n} = S$$ สมการ ง – ๖

เมื่อ S คือจำนวนเรือกวาดทุ่นระเบิดทั้งหมดที่มีอยู่ในพื้นที่ต่อไป จะเห็นได้ชัดว่าในการวางแผนการดำเนินสงครามนั้น เราอาจจัดการกับปัญหาทั้งหมดได้โดยพิจารณาทุ่นระเบิดทุกชนิดมากกว่าที่จะพิจารณาทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดในแต่ละชุดและโดยถือเอาการกวาดทุ่นระเบิดของข้าศึกที่กระทำจริง ๆ เป็นข้อผิดพลาดในการแบ่งกำลังการกวาดทุ่นระเบิด ผลก็คงจะเดิมแต่สำหรับความมุ่งหมายในการวิเคราะห์รู้สึกว่าการใช้ชุดจะทำได้ง่ายกว่า

ง – ๑๓๔ <u>การแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิด</u>

ให้ N_{Kn} เป็นจำนวนทุ่นระเบิดชนิดที่ดีที่สุดในชุด K ซึ่งวางในส่วน n ของช่องทางต่อหน่วยเวลา และให้ S_{Kn} เป็นจำนวนเรือกวาดทุ่นระเบิดที่กวาดทุ่นระเบิดชนิดนั้น ดังนั้นจะวิเคราะห์สถานการณ์ได้ดังนี้ สำหรับการแบ่งทุ่นระเบิดตามใจชอบ คือ N_{Kn} มีค่าประจำ อาจแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดเพื่อให้จำนวนเรือที่ได้รับความเสียหายร้ายแรงน้อยที่สุด อาจแสดงให้เห็นการแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดที่มีผลดีที่สุดได้ดังนี้

$$S_{doKn}=\sqrt{F_n A_{Kn} V_{doKn}}\left(\frac{S+\sum_{n,K} G_{Kn}}{\sum_{n,K}\sqrt{F_n A_{Kn} V_{doKn}}}\right)-G_{Kn} \qquad \text{สมการ ง – ๗}$$

เมื่อ S_{doKn} คือจำนวนเรือกวาดทุ่นระเบิดชนิด K ซึ่งควรจะแบ่งมากวาดในส่วนที่ n ของช่องทาง เพื่อทำให้เรือที่รับความเสียหายร้ายแรงน้อยลงมากที่สุด จะเห็นได้ชัดว่า S_{doKn} ตามความเป็นจริงแล้วจะมีค่าเป็นลบไม่ได้ ถ้าสมการ ง – ๗ ให้ค่า S_{doKn}, เป็นลบแล้วควรตัดส่วนของช่องทางนี้ออกจากการวิเคราะห์และไม่ต้องมีเรือกวาดทุ่นระเบิดหรืออีกนัยหนึ่งถ้าไม่มีเรือกวาดทุ่นระเบิดในส่วนของช่องทางนั้นก็จะทำให้ทุ่นระเบิดมีประสิทธิภาพมาก ผู้วางแผนควรพิจารณาข้อได้เปรียบที่อาจเป็นได้ในสถานการณ์เช่นนี้

ง – ๑๓๕ การทำให้เกิดความเสียหายร้ายแรงสูงสุดต่อทุ่นระเบิดที่วาง ถ้าฝ่ายป้องกันแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดตามสมการ ง – ๗ อาจแสดงให้เห็นว่าจะเกิดความเสียหายร้ายแรงมากที่สุดเมื่อแบ่งทุ่นระเบิดให้

$$N_{doKn}=N\frac{F_n G_{doKn}}{\sum_{n,K}(F_n G_{doKn})} \qquad \text{สมการ ง – ๘}$$

(เรือกวาดทุ่นระเบิดแบ่งอย่างได้รับประโยชน์มากที่สุด)

เมื่อ N_{dcKn} เป็นจำนวนทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดในชุด K ซึ่งจะวางในส่วนที่ n ของช่องทางเพื่อให้บังเกิดความเสียหายร้ายแรงสูงสุดทั้งเป้าหมายรวม สำหรับการแบ่งทุ่นระเบิดเช่นนี้ สมการ ง – ๗ จะเป็น

$$S_{dcKn}=F_nG_{dcKn}\frac{(S+\sum_{n,K}G_{Kn})}{(\sum_{n,K}F_nG_{dcKn})}-G_{Kn}$$

สมการ ง – ๙
(ทุ่นระเบิดแบ่งอย่างได้ประโยชน์มากที่สุด)

จงสังเกตว่าในสมการนี้มีทั้ง G_{Kn} และ G_{dcKn} สำหรับการแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดเช่นนี้ จำนวนที่ไดรับความเสียหายร้ายแรงรวมต่อหนวยเวลา ทั้งเป้าหมายรวมคือ

$$C_{dc}=N\frac{\sum_{n,K}(F_nG_{dcKn})}{S+\sum_{n,K}G_{Kn}}$$

สมการ ง – ๑๐
(เรือกวาดทุ่นระเบิดคงที่ตามสมการ ง – ๙)

ควรจะสังเกตว่าแม้ว่าการแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดจะตายตัวและตามสมการ ง – ๙ จะไม่มีผลอะไร ถึงจะแบ่งทุ่นระเบิดอย่างใด ๆ อัตราความเสียหายจะคงที่เสมอแม้การแบ่งทุ่นระเบิดจะเปลี่ยนไป

ง – ๑๓b <u>การทำให้เกิดความเสียหายร้ายแรงสูงสุดแก่เรือต่อเที่ยวบิน</u>

ข้อ ง – ๑๓c ได้ให้ข้อแนะนำสำหรับการทำให้เกิดความเสียหายร้ายแรงแก่เรือทั้งเป้าหมายรวมต่อจำนวนทุ่นระเบิดที่วาง ข้อแนะนำนี้มีประโยชน์ ตัวอย่างเช่น ถ้าการวางทุ่นระเบิดจำกัดจำนวนทุ่นระเบิดที่มีอยู่ แต่ขอบเขตของการวางทุ่นระเบิดจะยิ่งถูกจำกัดมากขึ้นโดยจำนวนเที่ยวบินที่จะสามารถ ใช้ได้ ในสถานการณ์เช่นนี้เราประสงค์ที่จะแบ่งเที่ยวบินที่มีใช้อยู่ A ไปวางทุ่นระเบิดตามส่วนต่าง ๆ ของช่องทางเพื่อให้เกิดความเสียหายร้ายแรงสูงสุด ก็ต้องให้ Lead - Susceptibility ความเสียหายร้ายแรง (Critical damage lead - susceptibility)

$$V_{dcKn}=M_{Kn}G_{dcKn}$$

สมการ ง – ๑๑

ลับ

เมื่อ M_{Kn} เป็นจำนวนทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดในชุด K ซึ่งสามารถบรรทุกได้ต่อเที่ยวบินเพื่อไปวางในส่วนที่ n ของช่องทาง ดังนั้น

$$C_{deKn}=F_n A_{Kn}\frac{V_{deKn}}{S_{Kn}+G_{Kn}} \qquad \text{สมการ ง – ๑๒}$$

และการแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดที่ได้ประโยชน์มากที่สุดคือ

$$S_{deKn}=\sqrt{F_n N_{Kn} G_{deKn}}\left(\frac{S+\sum_{n,K} G_{Kn}}{\sum_{n,K}\sqrt{F_n N_{Kn} G_{deKn}}}\right)-G_{Kn} \qquad \text{สมการ ง – ๑๓}$$

เมื่อ A_{kn} เป็นจำนวนเที่ยวบินบรรทุกทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดในชุด K ไปวางในส่วนที่ n ของช่องทาง ถ้าเรือกวาดทุ่นระเบิดแบ่งตามสมควรนี้แล้ว ถ้าจะให้เกิดความเสียหายร้ายแรงสูงสุดต่อเที่ยวบิน จะต้องแบ่งเที่ยวบินไปวางทุ่นระเบิดตามส่วนต่าง ๆ ของช่องทางตามสมการต่อไปนี้

$$A_{deKn}=A\frac{F_n V_{deKn}}{\sum_{n,K}(F_n V_{deKn})} \qquad \text{สมการ ง – ๑๔}$$

(เรือกวาดทุ่นระเบิดแบ่งให้ได้ประโยชน์มากที่สุด)

เมื่อ $A_{deKn\,n}$ คือการแบ่ง A_{Kn} ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายร้ายแรงสูงสุดทั่วทั้งเป้าหมายรวมสำหรับการแบ่งเที่ยวบินเช่นนี้

$$S_{deKn}=F_n V_{deKn}\frac{(S+\sum_{n,K} G_{Kn})}{\sum_{n,K} F_n V_{deKn}}-G_{Kn} \qquad \text{สมการ ง – ๑๕}$$

(เที่ยวบินแบ่งอย่างได้ประโยชน์มากที่สุด)

ถ้าเรือกวาดทุ่นระเบิดแบ่งตามสมการ ง – ๑๕

$$C_{dc}=A\frac{\sum_{n,K}(F_n V_{deKn})}{S+\sum_{n,K} G_{Kn}}$$

ลับ

ควรสังเกตว่าการแบ่งเที่ยวบิน (สมการ ง – ๑๔) ไม่ได้ขึ้นอยู่กับการแบ่งและจำนวนเรือกวาดทุ่นระเบิดที่มีอยู่ เกินจากสมมุติฐานที่ว่า จะแบ่งเที่ยวบินในทางที่จะได้ประโยชน์มากที่สุด โดยทำนองเดียวกันการแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิด (สมการ ง – ๑๕) ก็ไม่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนหรือการแบ่งเที่ยวบินเกินจากสมมุติฐานที่ว่าจะแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดตามสมการ ง – ๑๔ อีกประการหนึ่งอาจหาจำนวนเรือที่ได้รับความเสียหายร้ายแรงได้ (สมการ ง – ๑๖) โดยไม่ต้องคำนวณรายละเอียดการแบ่งทุ่นระเบิดหรือเรือกวาดทุ่นระเบิดคราบใดที่ยังสมมุติว่าเรือกวาดทุ่นระเบิดแบ่งตามสมการ ง – ๑๕

ง – ๑๓ <u>การทำให้เกิดความเสียหายร้ายแรงสูงสุดต่อจำนวนเรือหรือการสัญจรที่มีค่าทางยุทธศาสตร์</u>

อาจใช้สมการแบบเดียวกันสำหรับการวิเคราะห์อย่างอื่น ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการจะทำให้เกิดความเสียหายร้ายแรงสูงสุดแก่เรือต่อหน่วยเวลา ให้ U_u เป็นจำนวนตันของเรือประเภทแล้วแทนค่าผลคูณของ $U_u w_{duuKn}$ ด้วย w_{duuKn} โดยทำนองเดียวกันถ้าการสัญจรบางแห่งของข้าศึกมีค่าทางยุทธวิธีหรือทางยุทธศาสตร์สูงกว่าการสัญจรแห่งอื่น ให้ v_{un} แทนค่าสัมพันธ์ของเรือประเภท u ในส่วนที่ n ของช่องทาง และแทนค่า $v_{un}w_{duuKn}$ ด้วย w_{duuKn}

ถ้าต้องการจะพิจารณาค่าสัมพันธ์ของเที่ยวบินต่อส่วนต่าง ๆ ของช่องทาง โดยวัดจากเวลาที่เสียไปสำหรับเที่ยวบิน การสูญเสียเครื่องบิน หรือการวัดอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น โอกาสในการสูญเสียเครื่องบินในส่วนหนึ่งของช่องทางสูงเป็นสองเท่าของอีกส่วนหนึ่ง ก็จะต้องเพิ่มเที่ยวบินให้กับส่วน ของช่องทางที่ปลอดภัยกว่า อาจนำค่าของเที่ยวบินมาคิดแต่เพียงคร่าว ๆ ตามวิธีต่อไปนี้ ค่าสัมพันธ์ของเที่ยวบินที่บรรทุกทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดในชุด K ไปวางในส่วนที่ x_n ของช่องทางจะต้องให้เป็นตัวเลขอย่างหนึ่งอย่างใดและตัวเลขนี้ควรเป็นค่าสัมพันธ์มากกว่าค่าที่แท้จริง (asbsolute) ดังนั้นเรือจำนวนสูงสุดจะได้รับความเสียหายร้ายแรงในเป้าหมายรวมจากค่ารวมของเที่ยวบิน ถ้าแบ่งเที่ยวบินตามสมการ ง – ๑๔ โดยเอาจำนวน $(F_n/Cost_{Kn})$ แทนค่า F_n ทั้งเศษและส่วน

ง – ๑๔๐ <u>การเลือกทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดและการตั้งต่าง ๆ</u>

ทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดในแต่ละชุดสำหรับของช่องทางส่วนหนึ่งส่วนใดและการตั้งความไว Inter look dead period และการตั้งอื่น ๆ ที่ดีที่สุด คือทุ่นระเบิดที่คาดว่าจะก่อให้เกิดความ

ลับ

เสียหายร้ายแรงแก่เรือได้มากที่สุดในส่วนของช่องทางนั้น จะเห็นได้จากสมการ ง – ๑๒ ว่าถ้ามี การกวาดทุ่นระเบิดอย่างกว้างขวางจนอาจตัด G_{Kn} ทิ้งเสียได้เมื่อเปรียบเทียบกับ S_{Kn}, C_{doKn} ค่า A ที่กำหนดจะมีค่ามากที่สุดเมื่อ $M_{Kn}\sum(t_{un}w_{deuKn})/R_K W_{Kn}$ มีค่ามากที่สุด นอกจากนั้นโดยเหตุที่ในที่นี้เราจะเลือกทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดในชุดเดียวเท่านั้น และ R_K ก็จะเหมือนกันหมดสำหรับทุ่นระเบิดทุกชนิดในชุดนั้น ปัญหานี้ก็ง่ายคือหาทุ่นระเบิดและการตั้งชนิดที่ทำให้ $M_{Kn}\sum(t_{un}w_{deuKn})/W_{Kn}$ มีค่ามากที่สุด

ควรสังเกตว่าเมื่อเราสมมุติว่าข้าศึกอาจกวาดทุ่นระเบิดทุกชนิดได้พร้อมกัน จึงมีทุ่นระเบิดอยู่เพียงชุดเดียว คือทุ่นระเบิดทั้งหมดนั่นเอง และมีทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดอยู่เพียงลูกเดียวในแต่ละส่วนของช่องทาง อีกนัยหนึ่งถ้าไม่มีสมมุติฐานนี้ จำนวนทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดในแต่ละช่องทางก็จะเท่ากับจำนวนชุดของทุ่นระเบิด และควรจะใช้ทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดเหล่านั้นในส่วนของช่องทางให้มีจำนวนเที่ยวบินได้ส่วนกับ Lead – susceptibility ความเสียหายร้ายแรงตามสมการ ง – ๑๔

ถ้ากวาดระเบิดเกิดขึ้นจากเรือแล่นผ่านมีจำนวนที่ไม่อาจตัดทิ้งได้ เมื่อเปรียบเทียบกับการระเบิดที่เกิดจากการกวาด การเลือกทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดให้ถูกต้องนั้น ตามทฤษฎีแล้วง่ายแต่อาจไม่ง่ายในทางปฏิบัติ สำหรับการแบ่งทุ่นระเบิดและเรือกวาดทุ่นระเบิดตามใจชอบนั้นเลือกทุ่นระเบิดให้ $G_{deKn}/(G_{Kn}+S_{Kn})$ หรือ $V_{deKn}/(G_{Kn}+S_{Kn})$ มีค่าสูงสุดก็พอ แต่เมื่อ S_{Kn} มีค่าเป็น Minimax ก็ยากที่จะคาดให้ถูกว่าทุ่นระเบิดชนิดไหนและตั้งอย่างไรจึงจะดีที่สุด วิธีเดียวที่หาว่าทุ่นระเบิดชนิดไหนและการตั้งอย่างไรดีที่สุดก็คือกะค่าของ $\sum_{n,K}(F_n G_{deKn})$ และ $\sum_{n,K} G_{Kn}$ อย่างคร่าว ๆ และหาค่า

$$h=\frac{\sum_{n,K}(F_n G_{deKn})\ \text{(predicted)}}{S+\sum_{n,K} G_{Kn}\ \text{(predicted)}}$$

สมการ ง – ๑๗

เพราะเชื่อว่าทุ่นระเบิดและการตั้งอย่างนี้จะดีที่สุด จากนั้นถ้าเลือกทุ่นระเบิดชนิดอื่นในชุดเดียวกัน (หรือทุ่นระเบิดชนิดเดียวกันแต่ตั้งต่างกัน) ทำให้ค่า $F_n G_{deKn}$ เปลี่ยนไป ซึ่งตามทางพีชคณิตแล้วมีค่ามากกว่าผลคูณของ $h\times$ (ค่า G_{Kn} ที่เปลี่ยนไป) แล้วก็ควรเลือกทุ่นระเบิดชนิดนี้ ถ้าได้ค่า

ลับ

ลับ

ไม่สูงกว่า ก็ต้องคงถือว่าทุ่นระเบิดชนิดแรกดีที่สุด ถ้าระวางบรรทุกของเครื่องบินสำคัญก็ต้องเอา V_{dcKn} n มาแทนค่า G_{dcKn} ถ้าหาค่าของทุ่นระเบิดทั้งสองชนิดออกมาได้ใกล้เคียงกันอาจจะใช้ทั้งสองชนิดผสมกันก็ได้

ตัวอย่าง สมมุติว่าทุ่นระเบิดชนิด A เป็นทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดที่คิดไว้ ซึ่งมี

$$F_n = \frac{1}{3}$$

$$G_{dcAn} = .210$$

$$G_{An} = .320$$

และตามที่ประมาณครั้งแรก

$$\sum_{n,K} F_n G_{dcKn} = 2.50$$

และ

$$\sum_{n,K} G_{Kn} = 12.50$$

และถ้ามีเรือกวาดทุ่นระเบิดในพื้นที่อยู่ ๒๐ ลำ

$$h = \frac{2.50}{20 + 12.50} = .0769$$

สมมุติว่าทุ่นระเบิดชนิด B

$$G_{dcBn} = .190$$

และ

$$G_{Bn} = .220$$

ดังนั้นถ้าใช้ทุ่นระเบิดชนิด B แทนชนิด A จะทำให้ค่าของ G_{dcKn} เปลี่ยนไป -๑๕๐ – .๒๑๐ – .๐๒๐ และค่า G_{Kn} เปลี่ยนไป .๒๒๐ – .๐๒๐ – .๑๐๐ ค่า $F_n G_{dcKn}$ เปลี่ยนไป $\frac{1}{3}$ (– .๐๒๐) – .๐๐๖๗ ซึ่งตามทางพีชคณิตและมากกว่า $h \times$ (ค่า G_{Kn} ที่เปลี่ยน) ซึ่งเท่ากับ .๐๓๖๕ (– .๑๐๐) ๐ – .๐๐๓๗ เพราะฉะนั้นควรใช้ทุ่นระเบิดชนิด B ในส่วนที่ n ของช่องทางแทนชนิด A ตรงไหนที่ใช้ขนาดเฉลี่ยของเรือเป็นเกณฑ์ ก็ใช้ความกว้างเป้าเฉลี่ยได้

พิมพ์ครั้งแรก

ลับ

การเลือกทุ่นระเบิดและการตั้งที่ตั้งที่สูงในแต่ละชุด ถือเป็นมาตรฐานตามส่วนความลึกของน้ำ มาตรฐานของทุ่นระเบิดที่ตั้งที่สูงนี้จะช่วยให้การคำนวณค่า G_{Kn}, G_{dcKn}, และอื่นง่ายขึ้น

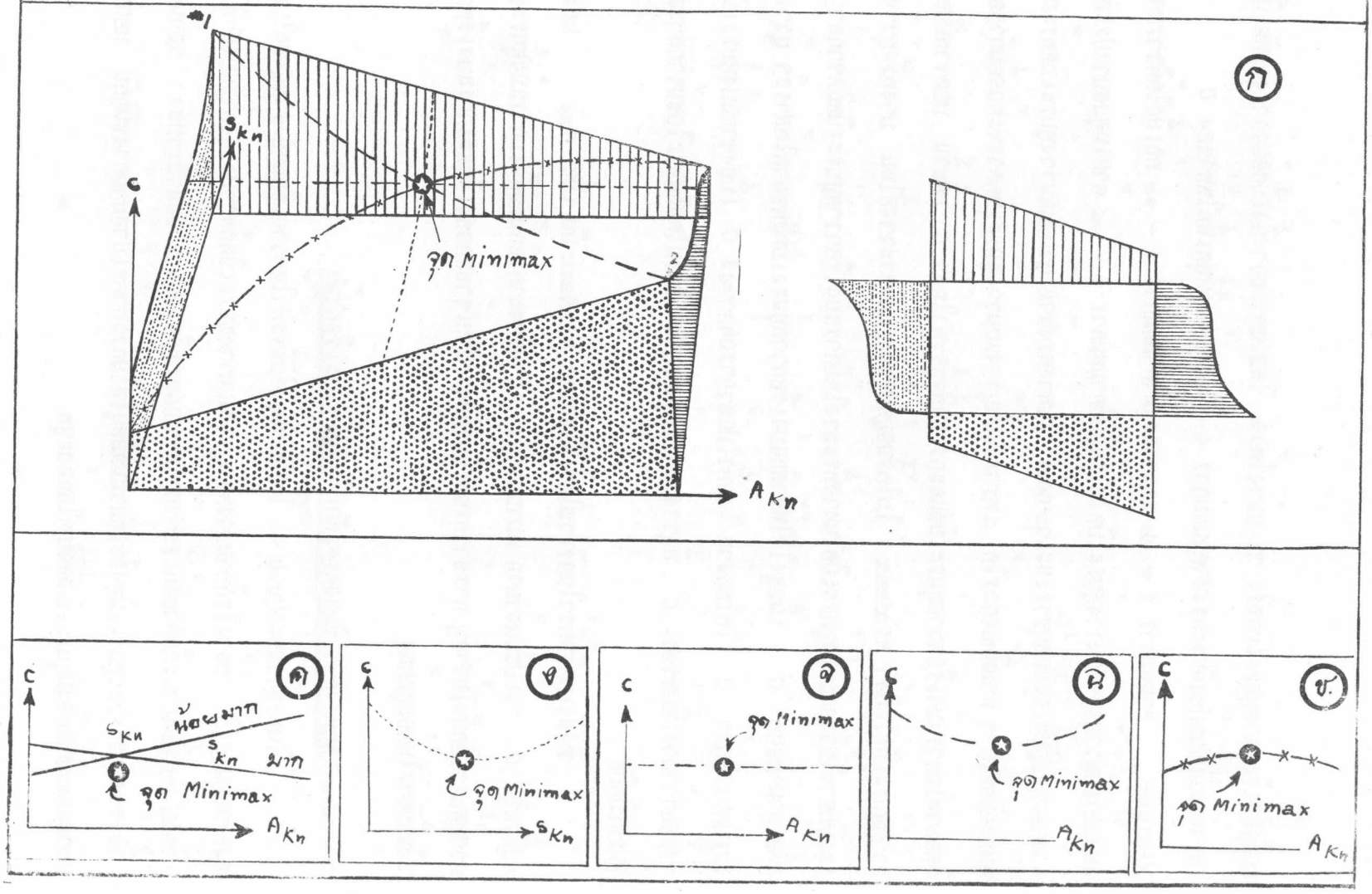
ง – ๑๕๐ ผลจากการแบ่งตามอัตราความเสียหาย

ในตอนนี้จะกล่าวถึงผลของการแบ่งทุ่นระเบิดและเรือกวาดทุ่นระเบิดตามอัตราความเสียหายให้ละเอียดกว่าที่อธิบายไว้ในฝนวก ก. รูป ง – ๑ ก. แสดงถึงค่า C รวม (ไม่ใช่ C_{Kn}) จะเปลี่ยนไปอย่างไร เมื่อ S_{Kn} และ A_{Kn}, คือจำนวนเรือกวาดทุ่นระเบิด และจำนวนเที่ยวบิน ที่กำหนดให้ในส่วนของช่องทางเปลี่ยนไปไม่ผิดจากค่าสูงสุดมากนัก สมมุติว่าจำนวนเรือกวาดทุ่นระเบิดและเที่ยวบินประเภทอื่นและหรือในส่วนอื่นของช่องทางเปลี่ยนไปตามส่วนของค่าสูงสุด S และ A จะมีค่าที่ ค่าสูงสุดระหว่าง S_{Kn} และ A_{Kn} ที่หาได้จากสมการ ง – ๑๔ และ ง – ๑๕ จะอยู่ที่จุด Minimax ในรูป ง – ๑ ก. ถ้า A_{Kn} เปลี่ยนไปตามใจชอบจากจุด Minimax และ S มีค่าตามที่ให้ในสมการ ง – ๑๓ แล้ว ค่าของ C จะเปลี่ยนไปตามเส้นที่หมายไว้ด้วย $x = - x_{km} - x$ ใน รูป ง – ๑ ก. เส้นนี้เขียนให้ชัดใน รูป ง – ๑ ข. ถ้า S_{Kn} เปลี่ยนไปให้มีค่ามากกว่าค่า Minimax ตามใจชอบแล้ว ไม่ควรวางทุ่นระเบิดที่ตำบลนั้นดังจะเห็นได้จาก รูป ง – ๑ ค. ถ้า S_{Kn} เปลี่ยนไปให้มีค่าน้อยกว่าค่า Minimax ตามใจชอบแล้วก็ควรมุ่งเที่ยวบินวางทุ่นระเบิดชนิด K ที่ตำบลนั้นให้มากขึ้นตามสมควรเพราะค่าของ C จะเพิ่มขึ้นดังจะเห็นได้จาก รูป ง – ๑ ค. ถ้า A_{Kn} มีค่าประจำที่จุด Minimax และ S_{Kn} เปลี่ยนค่าไปจากจุด Minimax จะหาค่าของ C ได้จากเส้นจุด ๆ ในภาพ ง – ๑ ก. ซึ่งเขียนไว้ให้ชัดใน รูป ง – ๑ ง. ถ้า S_{Kn} มีค่าประจำที่จุด Minimax และ A_{Kn} เปลี่ยนไปจากค่า Minimax จงหาค่าของ C ได้ตามเส้นจุดขีดใน รูป ง – ๑ ก. ซึ่งเขียนไว้ให้ชัดในภาพ ง – ๑ จ. หมายความว่า ถ้า S_{Kn} มีค่าประจำที่จุด Minimax ค่าของ C จะไม่ขึ้นอยู่กับว่าจะวางทุ่นระเบิดที่ไหน รูป ง – ๑ ฉ. แสดงถึงเส้นผากลางอากาศดังที่อธิบายไว้ในข้อ ๔๐๔

โดยทั่วไปแล้วข้าศึกจะต้องรักษาการแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดไว้ไม่ให้ผิดจากค่า Minimax เพราะจะต้องเสียเวลามากพอสมควรในระหว่างการตัดสินใจเปลี่ยนย้ายเรือกวาดทุ่นระเบิดและการ

ความเสียหาย ต่อ การแบ่งจำนวนเรือกวาดและจำนวนเที่ยวบิน

รูป ง-1



ลับ

เปลี่ยนที่เรือกวาดทุ่นระเบิดจริง ๆ อย่างได้ผล โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้องการฐานทัพเป็นส่วนใหญ่ เพราะฉะนั้นฝ่ายป้องกันจะกระทำตามสมการ ง – ๑๕ อย่างดีที่สุดเพื่อให้ค่าของ C คงที่จุด Minimax ตามสมการ ง – ๑๖ และจะกระทำตามสมการ ง – ๑๗ ต่อเมื่อได้พิจารณาอย่างรอบคอบแล้วเห็นว่าผู้วางแผนวางทุ่นระเบิดไม่ได้ปฏิบัติตามสมการ ง – ๑๔ ด้วยเหตุผลบางประการและมีที่ท่าว่าจะคงปฏิบัติเช่นนั้นอยู่ชั่วระยะเวลาหนึ่ง ในทางตรงข้าม ผู้วางแผนวางทุ่นระเบิดพร้อมที่ จะวางทุ่นระเบิดที่ใด ๆ ตามที่ต้องการได้ เพราะฉะนั้นผู้วางแผนวางทุ่นระเบิดควรจะต้องตื่นตัวคอยดู ความผิดพลาดในการแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดและกระทำสิ่งที่จะทำให้ค่า C เพิ่มขึ้น นอกจากนั้นการแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดให้มีค่า Minimax ไม่ได้ขึ้นอยู่กับทุ่นระเบิดว่าจะวางที่ไหน บางครั้งผู้วางแผนวางทุ่นระเบิดอาจใช้วิธีการแบ่งทุ่นระเบิดในทางที่จะลวงให้มีการแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดผิดจากค่า Minimax เพื่อพยายามลดค่า C เมื่อรู้ใจให้ข้าศึกแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดผิดพลาดได้สำเร็จ ผู้วางแผนวางทุ่นระเบิดจะเพิ่มค่า C ได้โดยง่าย โดยทั่วไปแล้วการลดค่าของ C เนื่องจากแบ่งทุ่นระเบิดผิดนั้นมักจะน้อยกว่าการเพิ่มค่าของ C ที่ผู้วางแผนวางทุ่นระเบิดจะได้รับโดยถือประโยชน์จากการแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดผิด

พึงสังเกตให้ดีว่าในบริเวณใกล้เคียงกับจุด Minimax นั้น เมื่อ A_{K_m} และ S_{K_m} เปลี่ยนไป C จะเปลี่ยนช้ามาก หมายความว่า ความผิดพลาดเล็กน้อยทั้งในการแบ่งทุ่นระเบิดและเรือกวาดทุ่นระเบิดนั้นไม่สำคัญ การข่าวกรองเกี่ยวกับการผ่านเข้าออกของเรือและการแบ่งเรือกวาดทุ่นระเบิดก็มักจะไม่คอยถูกต้อง

ง – ๑๖ <u>การแยกกำเนินสงครามกับเรือสินค้า และเรือกำน้ำ</u>

ในตอนก่อนของผนวก ง. ได้อธิบายถึงวิธีที่จะทำให้ความเสียหาย รวมสูงสุดในการดำเนินสงครามทุ่นระเบิด อย่างไรก็ตามบางครั้งผู้วางแผนวางทุ่นระเบิดก็อาจประสงค์จะแบ่งกำลังวางทุ่นระเบิดไปเพื่อเพิ่มความเสียหายแก่เรือกำน้ำแม้ว่ามันหมายถึงลดความเสียหายรวมลง สถานการณ์เช่นนี้เกี่ยวข้องกับการมอบทุ่นระเบิดหรือเที่ยวบินที่มีอยู่ให้ไปกระทำต่อเป้าหมายต่างชนิดกัน นอกจากนั้นเป้าหมายแต่ละชนิดก็จะมีทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดในแต่ละชุด

ลับ

ถ้าใช้ตัวย่อ oge แทนเรือดำน้ำเดินสมุทร (Ocean going submarine) จำนวนความเสียหายร้ายแรงของเรือดำน้ำเดินสมุทรในส่วนที่ n ของช่องทางคือ

$$C_{oge\,n} = \sum_K C_{oge\,Kn} = F_n \sum_K \left(\frac{N_{Kn} G_{oge\,Kn}}{G_{Kn} + S_{Kn}} \right) = F_n \sum_K \left(\frac{A_{Kn} V_{oge\,Kn}}{G_{Kn} + S_{Kn}} \right)$$ สมการ ง – ๑๘

เมื่อ K คือผลรวมของทุ่นระเบิดทุกชนิดที่วางในช่องทาง (ไม่ใช่แต่เพียงทุ่นระเบิดทำลายเรือดำน้ำเท่านั้น) และ G^{oge} และ V^{oge} กำหนดให้

$$V_{oge\,Kn} = M_{Kn} G_{oge\,Kn} = M_{Kn} \sum_{s\,oge} (t_{sn} w_{s\,Kn} L_n / R_s W_{Kn}$$ สมการ ง – ๑๙

จงสังเกตว่า G_{Kn} ทางด้านส่วนของสมการ ง – ๑๘ คือผลบวกของ G_{Kn} ของเรือทุกประเภท (ไม่ใช่เฉพาะแต่เรือดำน้ำเดินสมุทร) สมการเช่นเดียวกันนี้ ใช้สำหรับเรือประเภทอื่นที่ได้รับความเสียหายร้ายแรงเช่นเรือดำน้ำชายฝั่งและเรือสินค้าด้วย

ปัญหาการแบ่งกำลังวางทุ่นระเบิดทำลายเรือสินค้าและเรือดำน้ำ เพื่อที่จะให้เรือสินค้าและเรือดำน้ำได้รับความเสียหายมากที่สุดยังไม่ได้แก้ ความยุ่งยากมีอยู่สองประการ ประการแรกทุ่นระเบิดทำลายเรือสินค้า จะทำให้เรือดำน้ำได้รับความเสียหายด้วย และทุ่นระเบิดทำลายเรือดำน้ำ จะทำให้เรือสินค้าได้รับความเสียหายด้วย เรื่องนี้ทำให้ปัญหาการแบ่งกำลังยุ่งยาก ประการที่สองจำนวนทุ่นระเบิดของแต่ละชุดที่กวาดได้ไม่สามารถแยกกันได้อย่างชัดเจนว่าเป็นชนิดทำลายเรือสินค้า หรือเรือดำน้ำ ถ้าสมมุติว่าทุ่นระเบิดที่กวาดได้จริง ๆ ไม่ผิดไปจากการแบ่งที่ได้ผลสูงสุดมากนักจนเกินควร และถ้าตกลงใจจะแบ่งกำลังวางทุ่นระเบิดทำลายเรือสินค้า เพื่อว่ากำลังวางทุ่นระเบิดทำลายเรือสินค้าอย่างเดียว จะทำให้อัตราความเสียหายของเรือสินค้าสูงสุด (และทำนองเดียวกันก็แบ่งกำลังวางทุ่นระเบิดทำลายเรือดำน้ำให้กำลังวางทุ่นระเบิดทำลายเรือดำน้ำอย่างเดียวทำให้อัตราความเสียหายของเรือดำน้ำสูงสุด) การแบ่งเที่ยวบินอย่างคร่าว ๆ จะเป็นดังนี้

$$A_{oge\,K\,(oge)\,n} \approx A^{oge} \frac{F_n V^{oge}_{oge\,K\,(oge)\,n}}{\sum_{n,K(oge)} F_n V^{oge}_{oge\,K\,(oge)\,n}}$$ สมการ ง – ๒๐

ลับ

เมื่อ $K(ogs)$ หมายถึงทุ่นระเบิดที่ดีที่สุดในชุด K สำหรับทำลายเรือคำน้ำเดินสมุทร และ A^{ogs} คือจำนวนเที่ยวบินทั้งหมดที่ผู้วางแผนตกลงใจจะใช้วางทุ่นระเบิดทำลายเรือคำน้ำเดินสมุทร จะยึดถือสมการเช่นเดียวกันนี้สำหรับการสัญจรประเภทอื่นด้วย อาจเขียนสมการที่คล้ายคลึงกันสำหรับแบ่งจำนวนทุ่นระเบิดแทนที่จะเป็นเที่ยวบินได้โดยง่าย

โดยอาศัยหลักจากสมมุติฐานในย่อหน้าก่อน จะหาอัตราความเสียหายร้ายแรงรวมของเรือคำน้ำเดินสมุทรที่ได้รับจากทุ่นระเบิดทุกชนิดในพื้นที่ทั้งหมดอย่างคร่าว ๆ ได้ดังนี้

$$C_{ogs} \approx \frac{A^{ogs} \sum_{n,K(ogs)} (F_n V^{ogs}_{doK\,(ogs)n})}{S + \sum_{n,K(ogs)} G_{K(ogs)n}} + \frac{A^{mm} \sum_{n,K(mm)} F_n V^{ogs}_{doK\,(mm)n}}{S + \sum_{n,K(mm)} G_{K(mm)n}} + \cdots$$ สมการ ง – ๒๑

เมื่ออักษรย่อ mm ใช้เช่นเดียวกันกับ ogs เพื่อแสดงถึงการสัญจรประเภทอื่น ๆ เช่นเรือ สินค้า ซึ่งมีการแบ่งเที่ยวบินให้มากวางทุ่นระเบิดทำลายการสัญจรประเภทนี้ จงสังเกตว่า G แต่ละตัวทางด้านส่วนใช้สำหรับเรือทุกประเภทแต่ใช้สำหรับทุ่นระเบิดชนิดเดียว และ G ทุกตัวรวมกันได้เฉพาะทุ่นระเบิดชนิดเดียวกัน จะยึดถือสมการที่คล้ายคลึงกันสำหรับใช้กับการสัญจรประเภทอื่นที่ได้รับความเสียหายร้ายแรงจากทุ่นระเบิดที่วางทำลายเฉพาะการสัญจรประเภทนั้น ๆ

ในการตรวจสอบตัวเลขจริง ๆ ของค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจะแสดงว่าจำนวนความเสียหายร้ายแรงของการสัญจรประเภทหนึ่งอันเกิดจากทุ่นระเบิดที่วางทำลายการสัญจรอีกประเภทหนึ่ง น้อยมากอาจตัดทิ้งเสียได้ ตัวอย่างเช่น จำนวนเรือคำน้ำเดินสมุทรที่ได้รับความเสียหายร้ายแรงจากทุ่นระเบิดทำลายเรือสินค้า อาจตัดทิ้งเสียได้เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนเรือคำน้ำเดินสมุทรที่ได้รับความเสียหายร้ายแรงจากทุ่นระเบิดทำลายเรือคำน้ำ ในลักษณะเช่นนี้อาจตัด G ตามชนิดและประเภทออกเสียได้ และสมการ ง – ๒๑ ก็จะกลายเป็น

$$C^{ogs}_{do} \approx \frac{A^{ogs} \sum_{n,K(ogs)} (F_n V^{ogs}_{doK\,(ogs)n})}{S + \sum_{n,K(ogs)} G^{ogs}_{K(ogs)n}}$$ สมการ ง – ๒๒

ผลลัพธ์ก็จะเป็นเช่นเดียวกับผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้สมการ ง – ๑๖ ตามสมมุติฐานที่ว่าสงครามต่อต้านเรือคำน้ำอาจแยกจากสงครามต่อต้านเรือสินค้าได้โดยเด็ดขาด

ลับ

ลับ

ในบางกรณีจะพบว่า $\sum_{n,K(ogs)} G^{ogj}_{K(ogs)n}$ อาจตัดทิ้งเสียได้เมื่อเปรียบเทียบกับ S และในลักษณะเช่นนี้ก็อาจเขียนสมการ ง – ๒๒ ได้ง่ายเข้าเป็น

$$C^{ogs}_{ogj} \approx A^{ogs} \sum_{n,K(ogs)} (F_n V^{ogs}_{ogK(ogs)n})/S \qquad \text{สมการ ง – ๒๗}$$

อาจถือสมการเช่นเดียวกันเป็นหลักใช้สำหรับทุ่นระเบิดที่จะใช้วางต่อต้านการสัญจรประเภทอื่น ๆ หากว่าค่าต่าง ๆ ตามชนิดและประเภทอาจตัดทิ้งได้เช่นเดียวกัน

ในการประมาณความเสียหายควรระลึกไว้ว่าไม่ว่าความเสียหายที่ประมาณไว้จะเป็นจริงหรือไม่ก็ตามย่อมไม่แน่นอน เพราะฉะนั้นการประมาณอย่างหยาบ ๆ ก็มีประโยชน์เช่นเดียวกับการประมาณอย่างละเอียดซึ่งเสียเวลามากแม้ว่าการประมาณอย่างละเอียดจะถูกต้องกว่าตามหางทฤษฎีก็ตาม

ง – ๑๗๐ <u>อัตราการคุกคาม</u>

บางครั้งอาจต้องการทราบอัตราการคุกคามของสนามทุ่นระเบิดหวังผลต่อเนื่องตามที่อธิบายไว้ในข้อ ๔๔๐ ของบทที่ ๔ อัตราการคุกคามเฉลี่ยที่มีต่อเรือประเภท u โดยประมาณคือ

$$T_u \approx \sum_{j,K} \left(F_j N_{Kj} \frac{w_{uKj}}{\sum (t_u w_{uKj}) + s_{Kj} W_{Kj}} \right) \qquad \text{สมการ ง – ๒๔}$$
(เมื่อ T_u มีค่าน้อย)

หรือ

$$T_u \approx \sum_{j,K} \left(F_j N_{Kj} \frac{w_{uKj} L_j / R_K W_{Kj}}{G_{Kj} + S_{Kj}} \right) \qquad \text{สมการ ง – ๒๕}$$
(เมื่อ T_u มีค่าน้อย)

อาจเขียนสมการเช่นเดียวกันนี้สำหรับใช้กับอัตราคุกคามความเสียหายร้ายแรงได้ โดยเอาความกว้างความเสียหายร้ายแรงที่เหมาะสมแทนค่า W_{uKj} ในด้านเศษไม่ใช่ด้านส่วนของสมการ ง – ๒๔ และ ง – ๒๕

ลับ

ผนวก จ.

โชคของการจุดระเบิดและความเสียหาย

สารบาญ

จ – ๑๐๐ โชคของการจุดระเบิด

จ – ๑๐๑ ปัจจัยที่มีผลต่อการจุดระเบิด

จ – ๑๐๒ ระบบพิกัด

จ – ๑๐๓ คำจำกัดความของโชคการจุดระเบิดเฉลี่ย

จ – ๑๐๔ ความหมายของคำว่า "เฉลี่ย"

จ – ๑๐๕ โชคการจุดระเบิด

จ – ๑๐๖ เส้นโค้งแสดงการจุดระเบิดเป็นร้อยละ

จ – ๑๐๗ เส้นโค้งโชคของการจุดระเบิด

จ – ๑๐๘ โชคการจุดระเบิดของหุ่นระเบิดในช่องทาง

จ – ๑๐๙ ความกว้างการจุดระเบิดเฉลี่ย

จ – ๑๑๐ อัตราการคุกคามของสนามหุ่นระเบิด

จ – ๑๒๐ อัตราการคุกคามต่อเรือผิวน้ำ

จ – ๑๒๑ อัตราการคุกคามสำหรับหุ่นระเบิดที่วางอย่างไม่เป็นระเบียบในช่องทาง

จ – ๑๒๒ อัตราการคุกคามสำหรับหุ่นระเบิดที่วางเป็นแถวมีระยะห่างระหว่างลูกเท่ากัน

จ – ๑๒๓ อัตราการคุกคามสำหรับหุ่นระเบิดวางหลายแถว

จ – ๑๒๔ อัตราการคุกคามสำหรับสนามหุ่นระเบิดที่วางเป็นพื้นที่ไม่จำกัดรูปร่าง

จ – ๑๒๕ อัตราการคุกคามสำหรับหุ่นระเบิดที่วางห่างเท่า ๆ กันในพื้นที่

จ – ๑๓๐ อัตราการคุกคามต่อเรือดำน้ำ

จ – ๑๓๑ โชคการจุดระเบิด (เรือดำน้ำ)

จ – ๑๓๒ เนื้อที่การจุดระเบิดเฉลี่ย

จ – ๑๓๓ อัตราการคุกคามของสนามทุ่นระเบิดชนิดต่าง ๆ

จ – ๑๔๐ ผลของปัจจัยอื่น ๆ

จ – ๑๔๑ เกณฑ์เรือผ่านและเครื่องหน่วงเวลาพร้อม

จ – ๑๔๒ สนามทุ่นระเบิดผสมและระดับลึกต่างกัน

จ – ๑๕๐ ลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้น

จ – ๑๕๑ ความเสียหายเฉลี่ย

จ – ๑๕๒ ความกว้างความเสียหายและอัตราคุกคามความเสียหาย

จ – ๑๕๓ เส้นโค้งการจุดระเบิดรวม

ผนวก จ.

โชคของการจุดระเบิดและความเสียหาย

จ – ๑๐๐ โชคของการจุดระเบิด

จ – ๑๐๑ ปัจจัยที่มีผลต่อการจุดระเบิด

เมื่อเรือแล่นผ่านไปใกล้ทุ่นระเบิดอิทธิพล ทุ่นระเบิดจะระเบิดหรือไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ คือ

๑. ลักษณะของทุ่นระเบิด เช่น สนามอิทธิพลที่ใช้ ความไวของทุ่นระเบิด

๒. ลักษณะของเรือ เช่น ประเภท ความเร็ว เข็ม

๓. ลักษณะของสิ่งแวดล้อม เช่น ความลึกของน้ำ ลักษณะพื้นท้องทะเล ลักษณะคลื่น

๔. ลักษณะทางเรขาของเรือที่แล่นเข้าหาทุ่นระเบิด เช่น ตำบลที่และอาการ ของเครื่องกลไกในตัวทุ่นระเบิดที่สัมพันธ์กับเรือ

ถ้าทราบปัจจัยเหล่านี้ซึ่งอธิบายลักษณะเรือเข้าหาทุ่นระเบิด ก็จะสามารถบอกได้แน่นอนว่าทุ่นระเบิดจะระเบิดหรือไม่หรืออย่างน้อยก็บอกได้ตามหลักการ ในทางทฤษฎีปัจจัยต่าง ๆ ที่อาจทราบได้มีเพียงสองสามอย่างเท่านั้น เช่น ประเภทของเรือทั่วไป ความเร็วโดยประมาณ ชนิดของทุ่นระเบิดและความลึกของน้ำ เมื่อเป็นเช่นนี้ก็เห็นได้ชัดว่า การระเบิดของทุ่นระเบิดนั้นต้องถือว่าเป็น โชค มากกว่าจะเป็นเหตุการณ์ที่ต้องเกิดแน่นอน อาจทำนายเหตุการณ์ได้แต่เพียงว่า มีโอกาสหรือโชคที่ทุ่นระเบิดจะระเบิดขึ้นได้

จ – ๑๐๒ ระบบพิกัด

โดยเหตุที่โชคของการระเบิดของทุ่นระเบิดส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับระยะทางจากทุ่นระเบิดถึงเรือ จำเป็นต้องใช้พิกัดชุดหนึ่งเพื่อแสดงระยะทางนี้ พิกัดที่แสดงในภาพ จ – ๑ ใช้ได้สะดวกดี ในที่นี้ x เป็นระยะห่างทางทิศหัวเรือ วัดจากจุดกลางลำเรือ y เป็นระยะห่างทางขวา (ด้านข้าง) ของเรือ วัดจากเส้นกลางลำเรือ และ z เป็นระยะห่างใต้ลำเรือ (ทางลึก) วัดจากแนวน้ำ ดังนั้นเมื่อเรือแล่นเข้าหาทุ่นระเบิดแล้วแล่นผ่านไป ระยะห่างทางข้าง y และระยะห่างทางลึก z จะไม่เปลี่ยนแต่ระยะทางตามยาว x จะเปลี่ยนจากค่าสูงทางบวกไปหาศูนย์และจากศูนย์ไปทางค่าลบมากขึ้น

ลับ

จ – ๑๐๓ <u>คำจำกัดความของโชคการจุดระเบิดเฉลี่ย</u>

สำหรับเหตุผลที่อธิบายไว้ในข้อ จ – ๑๐๑ นั้น เราไม่อาจคาดคะเนได้ว่าทุ่นระเบิดพร้อมจะระเบิดขึ้นเมื่อมีระยะห่างทางยาวจากเรือเท่าใดแน่ แต่อย่างไรก็ตามอาจหาโชคที่ทุ่นระเบิดจะระเบิดขึ้นในส่วนหนึ่งส่วนใดของระยะห่างทางยาวได้ โดยคิดว่าระยะห่างทางยาวจากทุ่นระเบิดถึงเรือนั้นแบ่งเป็นส่วนย่อยเท่า ๆ กันหลายส่วนคือ Δx_a, Δx_b, Δx_c, Δx_d, และต่อ ๆ ไป ตลอดความยาว Δx (ดูรูป จ – ๑) อาจหาโชคที่ทุ่นระเบิดจะระเบิดในส่วน Δx_n ของความยาวนี้ได้คือ $f(x_n, y, z)\Delta x$, เมื่อ x_n เป็นระยะทางตามยาวของส่วนย่อยของระยะทาง และ f เป็นโชคการจุดระเบิดเฉลี่ยต่อหน่วยระยะทางตามยาว (f จะขึ้นอยู่กับระยะ x_n, y, และ z สภาพที่จะใช้ได้จะต้องกล่าวไว้ตามที่จะได้อธิบายในข้อต่อไป

จ – ๑๐๔ <u>ความหมายของคำว่า "เฉลี่ย"</u>

ค่าของ f จะขึ้นอยู่กับสภาพการณ์ที่จะประสบ เช่น ลักษณะของเรือ ตำบลที่ เข็มเรือ ลักษณะพื้นท้องทะเล และลักษณะอาการภายในของทุ่นระเบิด ลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ จะต้องกล่าวไว้ให้ชัดเจนโดยถือเป็นส่วนหนึ่งของข้อกำหนด (Specification) ของ f ในทางปฏิบัติทุกกรณีค่าเฉลี่ยของเรือลำหนึ่งแล่นผ่านหลายเที่ยว หรือค่าเฉลี่ยของเรือหลายลำในประเภทเดียวกัน หรือเรือแล่นเข็มต่าง ๆ กัน หรือสำหรับอาการภายในของทุ่นระเบิดและอื่น ๆ ต่าง ๆ กัน หรือจากกรรมวิธีหาค่าเฉลี่ยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับค่าของ f เพราะฉะนั้นจึงเรียก f ว่า function โชคการจุดระเบิดเฉลี่ยและจะต้องมีรายการกรรมวิธีหาค่าเฉลี่ยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องรวมอยู่ในรายการลักษณะปัจจัยต่าง ๆ ที่รวมเป็นข้อกำหนดค่าของ f โดยทำนองเดียวกันในข้อ ต่อไปนั้น ถือว่าข้อกำหนดทางใช้การของค่าของ f จะต้องบอกลักษณะของปัจจัยต่าง ๆ และค่าเฉลี่ยที่เกี่ยวข้องด้วย

จ – ๑๐๕ <u>โชคการจุดระเบิด</u>

โชครวม $P(y, z)$ ที่ทุ่นระเบิดซึ่งมีระยะห่างจากเรือทางข้าง y และระยะห่างทางลึก z จะระเบิดขึ้นเมื่อเรือแล่นผ่านก็คือผลบวกของโชคที่จะเกิดการระเบิดขึ้นในส่วนต่าง ๆ ของระยะ

ลับ

ลับ

ภาพที่ ๑-๗ ตัวอย่างการใช้ระยะหน้าที่ปรับแล้วในการยิงปืนใหญ่สนามแบบยิงตรง

ลับ

ลับ

ห่างทางยาว Δx_a, Δx_b, Δx_c และต่อ ๆ ไป คือ $p(y, z) = f(x_a, y, z)\Delta x + f(x_b, y, z)\Delta x + f(x_c, y, z)\Delta x + \ldots$ และต่อ ๆ ไป จนกระทั่งครบทุกส่วน เมื่อ f ไม่มีค่าเป็นศูนย์ ถ้าใช้เครื่องหมาย Σ แทนผลบวก ดังนั้นจะเขียนค่าของ $p(y, z)$ ได้ดังนี้

$$p(y, z) = \sum_n f(x_n, y, z)\Delta x \qquad \text{สมการ จ – ๑}$$

(ถ้าถือว่าส่วนย่อยของระยะทางยาวมีความยาวน้อยมากหรือใกล้กับศูนย์ แล้วเครื่องหมาย Δx ก็จะกลายเป็น dx, และเครื่องหมาย Σ ก็จะกลายเป็น $\int$ ดังนั้น

$$p(y, z) = \int_{-\infty \text{ ถึง } +\infty}^{0} f(x, y, z)\,dx$$

และผลบวกเรียกว่า (Integral)

โดยเหตุที่ p เป็นผลรวมค่าของ x ทั้งหมด ไม่เกี่ยวข้องกับระยะห่างทางยาว x ระยะหนึ่งระยะใดโดยเฉพาะ แต่ว่าขึ้นอยู่กับระยะห่างทางข้าง y และระยะห่างทางลึก z โดยเฉพาะค่าของ p เรียกว่าโชคการจุดระเบิดหรือโชคการเกิดระเบิด

จ – ๑๐b <u>เส้นโค้งแสดงการจุดระเบิดเป็นร้อยละ</u>

วิธีแสดงข้อมูลการจุดระเบิดก็คือเขียนเส้นชั้น (Contour) ของโชคการจุดระเบิดไว้ โดยปกติใช้เส้นชั้นร้อยละ ๒๕, ๕๐ และ ๗๕ เป็น function ของ y และ z รูป จ – ๒ แสดงเส้นชั้นดังกล่าวซึ่งเรียกว่าเส้นโค้งการจุดระเบิดเป็นร้อยละหรือเส้นโค้งการเกิดระเบิดเป็นร้อยละ

จ – ๑๐๗ <u>เส้นโค้งโชคของการจุดระเบิด</u>

วิธีจะแสดงข้อมูลการจุดระเบิดอีกวิธีหนึ่งก็คือ พล็อตโชคของการจุดระเบิดสำหรับระยะห่างทางลึก z ซึ่งเป็น function ของระยะห่างทางข้าง y รูป จ – ๓ แสดงภาพดังกล่าว เรียกว่าเส้นโค้งโชคของการจุดระเบิดหรือเส้นโค้งของการเกิดระเบิด

ลับ

จ – ๑๐๘ <u>โชคการจุดระเบิดของทุ่นระเบิดในช่องทาง</u>

โดยปกติเรายอมทราบความลึกของน้ำ ณ ตำบลที่ทุ่นระเบิดวางอยู่ หรืออย่างน้อยก็โดยประมาณ แต่ไม่มีทางที่จะทำนายได้ว่าเรือจะผ่านเข้ามาใกล้ทุ่นระเบิดมากน้อยเพียงใดคือไม่ทราบระยะห่างทางข้าง y เพราะฉะนั้นในการหาโชคที่เรือในช่องทางจะทำให้ทุ่นระเบิดระเบิดได้นั้น ไม่แต่เพียงคิดโชคที่ทุ่นระเบิดจะระเบิดเมื่อเรือผ่านเข้ามาในระยะ y เท่านั้น จะต้องคิดโชคที่เรือจะผ่านเข้ามาในระยะนั้นด้วย คิดเสียว่าระยะทางข้าง (ซึ่งเป็นระยะตามขวางของช่องทาง) แบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ หลายส่วนคือ $\Delta y_a, \Delta y_b, \Delta y_c$ และต่อ ๆ ไป ซึ่งเป็นส่วนที่มีระยะเท่า ๆ กันของ Δy (ดู รป. จ – ๔) ดังนั้นถ้าความกว้างของช่องทางเป็น B จำนวนส่วนของ Δy ในช่องทางนั้นก็คือ $B/\Delta y$ ถ้าสมมุติว่าเส้นกลางลำเรืออยู่ในส่วนหนึ่งส่วนใดของระยะห่างทางข้างได้ (เห็นได้ชัดว่าสมมุติฐานนี้ไม่ได้คิดถึงข้อเท็จจริงที่ว่าเรือจะไม่แล่นใกล้ขอบของช่องทางซึ่งน่านน้ำบริเวณนั้นเดินเรือไม่ได้) โชคที่เส้นกลางลำเรือจะอยู่ในส่วนของ Δy ก็คือ $1/(B/\Delta y) = \Delta y/B$ ดังนั้นโชคที่เส้นกลางลำเรือจะผ่านส่วนของระยะห่างทางข้าง Δy_n และทำให้ทุ่นระเบิดระเบิดขึ้นเมื่อแล่นผ่านก็คือ $(\Delta y/B)\ p(y_n, z)$ เมื่อ y คือระยะห่างทางข้างจากทุ่นระเบิดถึงเรือเมื่อเส้นกลางลำเรือผ่านส่วนของระยะทางข้าง Δy_n

ดังนั้นโชครวม P_f ที่เรือจะทำให้ทุ่นระเบิดระเบิดขึ้นเมื่อแล่นผ่านช่องทางก็คือ ผลรวมของโชคของส่วนต่าง ๆ ของระยะทางข้าง $\Delta y_a, \Delta y_b, \Delta y_c$ และต่อ ๆ ไป นั่นคือ

$$P_f = (\Delta y/B)p(y_a, z) + (\Delta y/B)p(y_b, z) + (\Delta y/B)p(y_c, z) + \cdots$$

และต่อ ๆ ไป จนครบทุกส่วนซึ่ง p ไม่ได้มีค่าเป็นศูนย์ หรือ

$$P_f = \sum_n (\Delta y/B)p(y_n, z) = \frac{1}{B}\sum_n p(y_n, z)\Delta y \qquad \text{สมการ จ – ๒}$$

(หรือถ้าถือว่าส่วนของระยะทางข้างมีค่าน้อยมาก

$$P_f = \frac{1}{B}\int_{-y \text{ at } p=0}^{+y \text{ at } p=0} p(y, z)\,dy$$

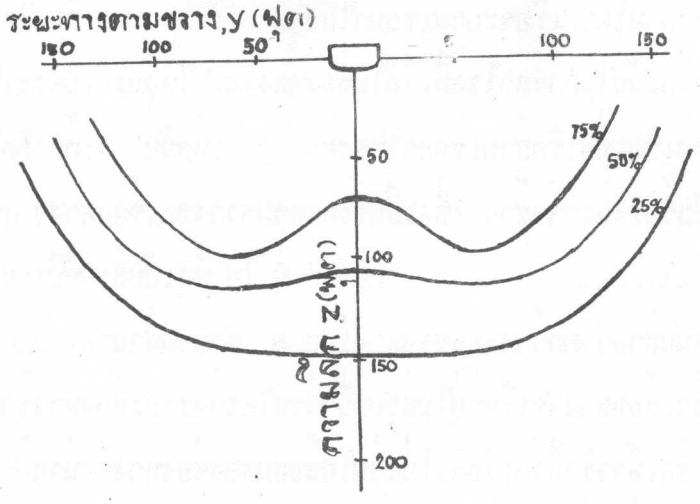
เมื่อเขียนแบบ Integral)

จ – ๑๐๙ <u>ความกว้างการจุดระเบิดเฉลี่ย</u>

ลับ

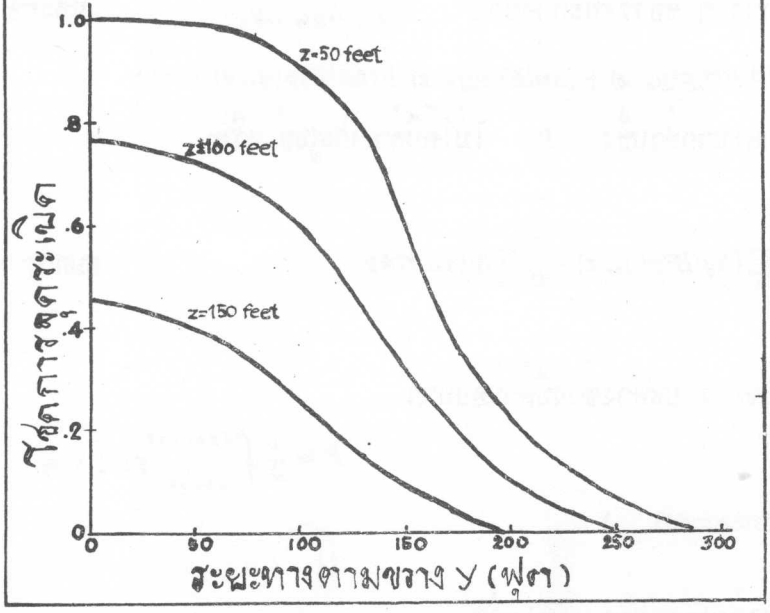
เส้นโค้งแสดงการจุดระเบิดเป็นเปอร์เซนต์

รูป จ-2

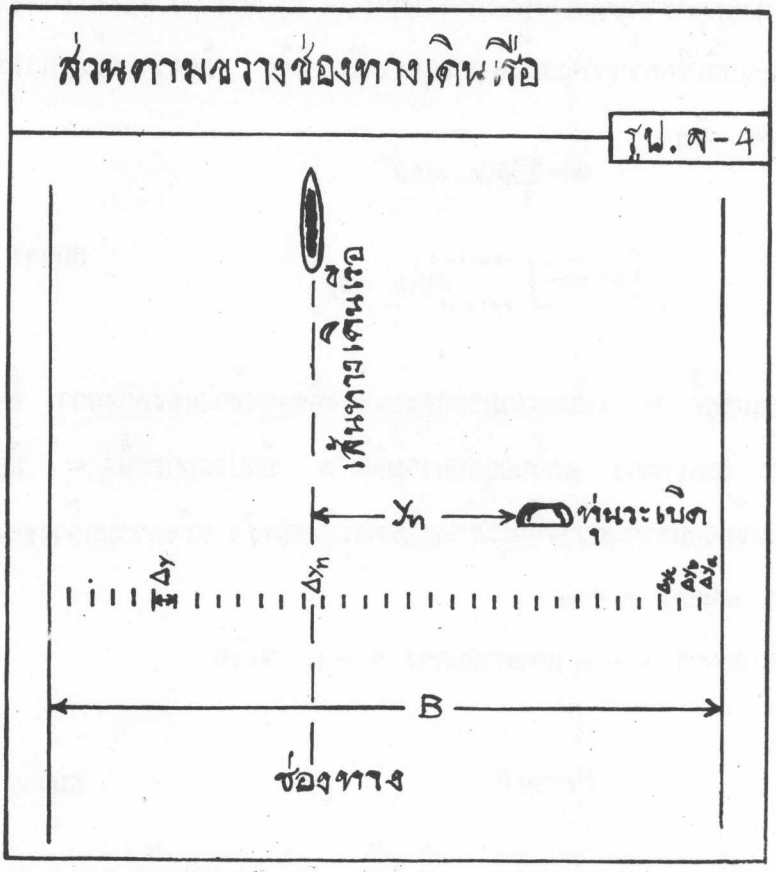


เส้นโค้งโซคการจุดระเบิด

รูป จ-3



ลับ


ส่วนตามขวางช่องทางเดินเรือ
รูป ค-4
เส้นกลางเดินเรือ
Xn
หุ่นระเบิด
ΔXn
B
ช่องทาง

ลับ

ผลบวกตามสมการ จ – ๒ เป็นจำนวนเลขที่มีประโยชน์เป็นพิเศษ เพราะถ้าเอาความกว้างของช่องทางไปหารจำนวนของช่องทางไปหารจำนวนเลขนี้แล้ว จะได้โชคของการจุดระเบิด ของทุ่นระเบิด ผลบวกนี้เรียกว่าความกว้างการจุดระเบิดเฉลี่ย หรือความกว้างการระเบิดเฉลี่ย ซึ่งใช้แทนด้วยอักษร w คือ

$$w=\sum_{n} p(y_m, z)\Delta y$$

$$\left[\text{or } w=\int_{-y \text{ at } p=0}^{+y \text{ at } p=0} p(y, z)dy\right] \qquad \text{สมการ จ – ๓}$$

โดยเหตุที่ w เป็นผลรวมของระยะห่างทั้งทางข้างและทางยาว ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับระยะ x หรือ y โดยเฉพาะ แต่ขึ้นอยู่กับความลึก z อีกประการหนึ่ง w มีขนาดเป็นความกว้าง แต่ว่าไม่ได้เกี่ยวข้องกับความกว้างที่มีรูปร่างเป็นตัวเป็นตนจริง หรือความกว้างของสนามอิทธิพล แต่เป็นผลบวกที่ได้จาก สมการ จ – ๓

เอาสมการ จ – ๓ แทนค่าสมการ จ – ๒ จะได้

$$P_r=w/B \qquad \text{สมการ จ – ๔}$$

ดูคำอธิบาย Integral เส้นโค้งการจุดระเบิดในข้อ จ – ๑๕๓

จ – ๑๑๐ <u>อัตราการคุกคามของสนามทุ่นระเบิด</u>

ในข้อก่อนได้คำนวณหาโชคที่ทุ่นระเบิดลูกหนึ่งในช่องทางจะระเบิดขึ้นเมื่อเรือแล่นผ่านไปโดยไม่มีกำหนดว่าจะผ่านส่วนใด โดยปกติแล้วสนามทุ่นระเบิดมีทุ่นระเบิดวางอยู่หลายลูกซึ่งทุ่นระเบิดลูกหนึ่งลูกใดอาจระเบิดขึ้นได้ ที่สำคัญต่อจากนั้นก็คือต้องคำนวณหาโชคที่เรือแล่นผ่านตลอดสนามทุ่นระเบิด หนึ่งครั้ง จะทำให้ทุ่นระเบิดอย่างน้อยหนึ่งลูกระเบิด โชคนี้เรียกว่าอัตราคุกคามของสนามทุ่นระเบิดซึ่งอาจเขียนออกมาในรูปของความกว้างจุดระเบิดเฉลี่ยของทุ่นระเบิดที่ใช้ จำนวนทุ่นระเบิด และลักษณะทางเรขาของสนามทุ่นระเบิด

จ – ๑๒๐ <u>อัตราการคุกคามต่อเรือผิวน้ำ</u>

ลับ

จ – ๑๒๑ อัตราการคุกคามสำหรับทุ่นระเบิดที่วางอย่างไม่มีระเบียบในช่องทาง

ขั้นแรกขอให้พิจารณาสนามทุ่นระเบิดซึ่งมีทุ่นระเบิดที่พร้อมจะระเบิดอยู่ m ลูก วางกระจายกันอย่างไม่เป็นระเบียบ ณ ความลึก D และสมมุติต่อไปว่าทุ่นระเบิดเหล่านี้เป็นชนิดเดียวกันตามคุณลักษณะคือ มีความกว้างการจุดระเบิดเฉลี่ย w ที่ความลึก D ต่อเป้าที่ต้องการอย่างเดียวกัน โอกาสที่ทุ่นระเบิดลูกหนึ่งลูกใดระเบิดขึ้นคือ P_f; โอกาสที่ทุ่นระเบิดนั้นจะไม่ระเบิดก็คือ $(1-P_f)$. โดยเหตุที่การระเบิดของทุ่นระเบิดแต่ละลูกไม่ขึ้นอยู่กับทุ่นระเบิดอื่น ๆ ทุกลูก โอกาสที่ทุ่นระเบิดจำนวน m ลูกจะไม่ระเบิดแต่ละลูกทั้ง m ลูก หรือ $(1-P_f)^m$ โดยเหตุนี้โอกาสที่ทุ่นระเบิดอย่างน้อยหนึ่งลูกจะระเบิดหรืออัตราการคุกคามของสนามทุ่นระเบิดจะหาได้จาก

$$T=1-(1-P_f)^m \qquad \text{สมการ จ – ๕}$$

เอาสมการ จ – ๔ แทนค่าในสมการ จ – ๕ จะได้

$$T=1-(1-w/B)^m \qquad \text{สมการ จ – ๖}$$

โนโมกราฟในภาพ ๑ – ๑ อาจใช้หาค่า T ได้โดยให้ $\alpha=T$, $\beta=w/B$, และ $\gamma=m$ หรือถ้า w มีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับ B ก็อาจใช้ค่าโดยประมาณ

$$T\approx m\,w/B \qquad \text{สมการ จ – ๗ (เมื่อ } w \text{ มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับ B)}$$

ค่าโดยประมาณนี้จะใกล้เคียงมากเมื่อ $m\,w/B$ มีค่าน้อยกว่า .๑๐ และอาจใช้ได้สำหรับอัตราการคุกคามที่สูงขึ้นไปถึงร้อยละ ๓๐ หรือ ๔๐ ถ้าจำนวนทุ่นระเบิดมีประมาณ ๑๐ หรือมากกว่านั้น อาจใช้สมการต่อไปนี้หาค่าโดยประมาณคือ

$$T\approx 1-e^{-m\,w/B} \qquad \text{สมการ จ – ๘ (เมื่อ } m \text{ มีค่ามาก)}$$

ลับ

จ – ๑๒๒ <u>อัตราการดูกคามสำหรับทุ่นระเบิดวางเป็นแถวมีระยะห่างระหว่างลูกเท่ากัน</u>

ในข้อ จ – ๑๒๑ ได้กล่าวถึงทุ่นระเบิดที่วางในช่องทางอย่างไม่เป็นระเบียบ ถ้าทุ่นระเบิดวางขวางช่องทางอย่างเป็นระเบียบมีระยะห่างระหว่างลูกเท่า ๆ กัน สมการอัตราการดูกคาม ก็จะแตกต่างออกไป สำหรับทุ่นระเบิดที่วางมีระยะห่างระหว่างลูกเท่า ๆ กันนั้น ให้ถือว่าช่องทางนั้นแบ่งเป็น m แถบ (Strip) ซึ่งจะมีความกว้างแถบละ B/m และทุ่นระเบิดวางอยู่กลางแถบ (ดูภาพ จ – ๕ ความกว้างของแถบ B/m เท่ากับ g คือระยะห่างระหว่างลูกของทุ่นระเบิด ถ้าระยะห่างระหว่างลูกกว้างมากจนเส้นโค้งโชคการจุดระเบิดของทุ่นระเบิดลูกหนึ่งไม่เหลื่อม (overlap) กับเส้นโค้งการจุดระเบิดของทุ่นระเบิดลูกข้างเคียงแล้ว จะมีทุ่นระเบิดเพียงลูกเดียวที่จะระเบิดเมื่อเรือเส้นผ่านกล่าวคือทุ่นระเบิดลูกที่อยู่กลางแถบของช่องทางที่เส้นกลางลำเรือผ่าน อาจถือว่าแถบนี้เป็น "ช่องทาง" และอาจใช้สมการ จ – ๔ หาโชคการจุดระเบิดได้ จะเห็นได้ชัดว่าโชคนี้เป็นอัตราดูกคามของสนามทุ่นระเบิดด้วย เพราะฉะนั้น

$$T = P_f = w/(B/m) = mw/B = w/g$$ สมการ จ – ๕

ลับ

อาจสังเกตได้ว่าสำหรับอัตราการคุกคามที่มีค่าน้อยใช้สมการ จ – ๗ และ จ – ๘ เพราะฉะนั้นอัตราการคุกคามในทางปฏิบัติแล้วจะเหมือนกันไม่ว่าจะวางอย่างเป็นระเบียบหรือไม่เป็นระเบียบ ก็ตาม สำหรับอัตราการคุกคามที่มีค่าสูง ๆ นั้น ถ้าจะให้ได้อัตราการคุกคามที่กำหนดจะต้องวางให้มีระยะห่างระหว่างลูกเท่า ๆ กัน จึงจะใช้ทุ่นระเบิดจำนวนน้อยกว่าวางอย่างไม่เป็นระเบียบ ถ้าเส้นโค้งการจุดระเบิดของทุ่นระเบิดลูกข้างเคียงค่า w ที่ได้ผลจะลดลง แม้ว่าจะวางทุ่นระเบิดให้มีระยะห่างระหว่างลูกเท่ากันก็ดีแต่จะให้อัตราการคุกคามมีค่าเดียวไม่เปลี่ยนแปลงก็คือเมื่อแน่ใจว่าทุ่นระเบิดทุกลูกระเบิดเมื่อเรือผ่านเข้ามาในระยะอย่างน้อยครึ่งหนึ่งของระยะห่างระหว่างลูก อีกนัยหนึ่งอัตราการคุกคามอย่างน้อยจะมีค่าเท่ากับอัตราการคุกคามที่หาได้โดยใช้สมการ จ – ๖ เสมอ ถ้าเส้นทางเรือเดินไม่ตั้งฉากกับแถวของทุ่นระเบิด แต่ทำมุม ϕ กับเส้นตั้งฉาก ฉะนั้นเรือจะแล่นผ่านส่วนหนึ่งของแถวทุ่นระเบิดเป็นระยะทางตามยาว

เพราะฉะนั้นสมการ จ – ๙ ก็จะเป็น

$$T=\frac{mw}{B\cos\phi}=\frac{w}{g\cos\phi} \qquad \text{สมการ จ – ๑๐}$$

จ – ๑๒๓ <u>อัตราการคุกคามสำหรับทุ่นระเบิดวางหลายแถว</u>

ถ้ามีทุ่นระเบิด r แถว ระยะห่างระหว่างแถวโดยปกติจะห่างพอที่เรือเป้าจะแล่นผ่านแถวถัดไปตรงไหนก็ได้ เพราะฉะนั้นต้องถือว่าแต่ละแถวไม่ขึ้นอยู่กับกันและกัน ดังนั้นโชคที่เรือจะไม่ทำให้ทุ่นระเบิดระเบิดในแถวหนึ่งแถวใด คือ (๑ – อัตราการคุกคามของแถวนั้น) และโชคที่เรือจะไม่ทำให้ทุ่นระเบิดระเบิดในจำนวน r แถวจะเท่ากับ (๑ – อัตราการคุกคามของแต่ละแถว)^r เพราะฉะนั้นโชคที่เรือจะทำให้ทุ่นระเบิดระเบิดอย่างน้อยหนึ่งลูก ซึ่งคืออัตราการคุกคามนั่นเองคือ

$$T=1-- \quad (\text{๑ – อัตราการคุกคามของแต่ละแถว})^r \qquad \text{สมการ จ – ๑๑}$$

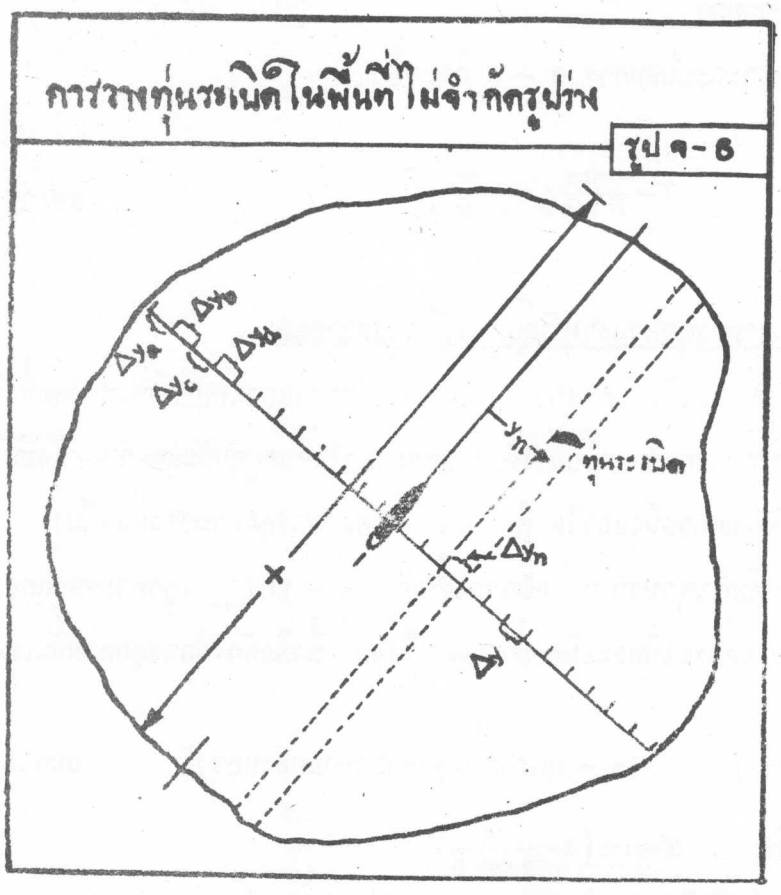
หรือ $$T=1-\left(1-\frac{w}{g\cos\phi}\right)^r$$

อาจใช้โนโมกราฟในรูป ๑ – ๑ คำนวณหา T ได้

ลับ

๑ – ๑๒๔ อัตราการคุกคามสำหรับสนามทุ่นระเบิดที่วางเป็นพื้นที่ไม่จำกัดรูปร่าง

ในข้อก่อนได้กล่าวถึงอัตราการคุกคามของทุ่นระเบิดที่วางในช่องทางที่มีความกว้างเท่ากันตลอด ที่นี้เรามาพิจารณาการวางทุ่นระเบิดในพื้นที่ซึ่งมีรูปร่างอย่างใด ๆ ก็ได้เช่น ช่องทางที่ความกว้างไม่เท่ากันหรือพื้นที่ในทะเลเปิด สมมุติว่าพื้นที่วางทุ่นระเบิดคือพื้นที่ A และเรือแล่นผ่านตลอดพื้นที่เป็นระยะทาง X (รูป ๑ – ๖) คิดเสียว่าพื้นที่นี้แบ่งเป็นแถบ ๆ a, b, c และต่อ ๆ ไป ขนานกับแนวทางเรือเดิน แต่ละแถบมีความกว้าง Δy ถ้ามีทุ่นระเบิดอยู่ในพื้นที่หนึ่งลูก ไม่ทราบตำบลที่โชคที่ทุ่นระเบิดนี้จะเข้าไปอยู่ในแถบที่ n คือ เนื้อที่ของแต่ละแถบหารด้วยเนื้อที่ทั้งหมด หรือ $X\Delta y/A$. และโชคที่ทุ่นระเบิดนั้นจะระเบิดเมื่อเรือแล่นผ่าน ถ้าทุ่นระเบิดนั้นอยู่ในแถบที่ n ก็คือ $p(y_n, z)$ เพราะฉะนั้นโชคที่ทุ่นระเบิดนี้จะเข้าไปอยู่ในแถบที่ n และระเบิดขึ้นคือ $p(y_n, z)\, X\Delta y/A$. ดังนั้น



ลับ

ลับ

โชคร่วมที่ทุ่นระเบิดหนึ่งลูกในพื้นที่ A จะระเบิดโดยเรือแล่นผ่าน คือผลบวกของโชคของทุกแถบหรือ $P_f = p(y_a, z)X\Delta y/A + p(y_b, z)X\Delta y/A + p(y_c, z)X\Delta y/A + \ldots$ และบวกต่อ ๆ ไป จนครบทุกแถบซึ่งไม่มี p เท่าศูนย์รวมอยู่ด้วย หรือ $P_f = \sum p(y_n, z)X\Delta y/A$, หรือใช้สมการ จ – ๓

$$P_f = wX/A$$

สมการ จ – ๑๒

(เห็นได้ชัดว่าในที่นี้ถือว่าเรือไม่ได้แล่นผ่านใกล้ขอบพื้นที่จน p ไม่มีค่าเป็นศูนย์นอกพื้นที่) โดยเหตุผลอย่างเดียวกับที่ใช้ใน ข้อ จ – ๑๒๑ จะเห็นได้ว่าอัตราการคุกคามในพื้นที่วางทุ่นระเบิดอย่างไม่มีระเบียบ จำนวน m ลูกคือ

$$T = 1 - (1 - wX/A)^m$$

สมการ จ – ๑๓

อาจใช้โนโมกราฟในรูป ๑ – ๑ หาค่าของ T ได้ ถ้าอัตราการคุกคามน้อย อาจใช้ค่าโดยประมาณได้คือ

$$T \approx mwX/A$$

สมการ จ – ๑๔
(T มีค่าน้อย)

หรือถ้าจำนวนทุ่นระเบิดมีมากก็อาจใช้ค่าโดยประมาณดังนี้

$$T \approx 1 - e^{-mwX/A}$$

สมการ จ – ๑๕
(m มีค่ามาก)

จ – ๑๒๕ <u>อัตราการคุกคามสำหรับทุ่นระเบิดที่วางห่างเท่า ๆ กันในพื้นที่</u>

ถ้าพื้นที่แห่งหนึ่งมีทุ่นระเบิดวางเป็นแถวและมีระยะห่างระหว่างลูก g เท่ากัน อัตราการคุกคามของแต่ละแถวใช้ตามสมการ จ – ๑๐ โดยทำนองเดียวกันถ้าเรือแล่นผ่านตลอดพื้นที่ต้องผ่านทุ่นระเบิด r แถว อัตราการคุกคามก็จะเป็นไปตามสมการ จ – ๑๑ ถ้าเส้นโค้งการจุดระเบิดของทุ่นระ

พิมพ์ครั้งแรก

ลับ

ลับ

เบิดลูกที่อยู่ข้างเคียงกันเหลื่อมกันค่าของ w จะลดลง แต่อย่างไรก็ตามอัตราการคุกคามก็จะมีค่าเท่าที่คำนวณได้ตามสมการ จ – ๑๓ เสมอ

จ – ๑๓๐ อัตราการคุกคามต่อเรือดำน้ำ

จ – ๑๓๑ โชคการจุดระเบิด (เรือดำน้ำ)

ตามที่อธิบายไว้ในข้อก่อน ๆ นั้น ถือว่าทราบระยะทางตั้ง z ระหว่างเรือกับทุ่นระเบิด ถ้าเรือที่ผ่านเป็นเรือดำน้ำก็ไม่ทราบระยะ z ได้ และไม่อาจทำนายระยะห่างทางข้าง y ได้เช่นเดียวกัน ในสภาพเช่นนี้จะต้องคิดระยะ z เช่นเดียวกับที่คิดระยะ y ในข้อ จ – ๑๐๔ พิจารณาช่องทางเอาเองตามความนึกคิดให้มีความลึก D และกว้าง B (ดูรูป จ – ๗) คิดเสียว่าระยะ y และ z แบ่งออกเป็นส่วนเล็ก ๆ เท่า ๆ กันคือ Δy และ Δz โชคที่เส้นกลางลำของเรือดำน้ำจะเข้ามาอยู่ในส่วนย่อยของสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ $\Delta y_i \Delta z_n$ ก็คืออัตราส่วนของเนื้อที่สี่เหลี่ยมเล็ก ๆ นั้น กับเนื้อที่หน้าตัดของช่องทาง หรือ $\Delta y \Delta z / BD$. (เราไม่ได้พิจารณาความจริงที่ว่าเรือดำน้ำจะไม่แล่นลึกจนเฉียดพื้นท้องทะเลในช่องทาง) โชคที่เส้นกลางลำเรือดำน้ำจะเข้าไปอยู่ในสี่เหลี่ยม i, n และทำให้ทุ่นระเบิดระเบิดขึ้นคือ $(\Delta y \Delta z / BD)\, p(y_i, z_n)$, เมื่อ y_i และ z_n เป็นระยะทางข้างและห่างออกจากจุดกึ่งกลางของเรือดำน้ำ โชครวมที่เรือดำน้ำจะผ่านและทำให้ทุ่นระเบิดระเบิด คือผลรวมของโชคสำหรับสี่เหลี่ยมเล็กทั้งหมดหรือ

$$P_r = (\Delta y \Delta z / BD) p(y_a, z_a) + (\Delta y \Delta z / BD) p(y_b, z_a) + \ldots + (\Delta y \Delta z / BD) p(y_a, z_b) + (\Delta y \Delta z / BD) p(y_b, z_b) + \ldots$$

และบวกต่าง ๆ จนครบสี่เหลี่ยมทุกรูป สำหรับเมื่อ P ไม่เท่ากับศูนย์ หรือ

$$P_r = \sum_{i,n} p(y_i, z_n) \Delta y \Delta z / (BD) \qquad \text{สมการ จ – ๑๖}$$

หรือถ้า Δy และ Δz มีระยะน้อยมากใกล้กับศูนย์

$$P_r = \frac{1}{BD} \int_{-z \text{ at } p=0}^{+z \text{ at } p=0} \int_{-y \text{ at } p=0}^{+y \text{ at } p=0} p(y, z)\, dy\, dz \Big]$$

ลับ

สมการ จ – ๑๖ ใช้ได้ทั้งทุ่นระเบิดทอดประจำที่และทุ่นระเบิดวางกับพื้นท้องทะเล ในทางปฏิบัติจะต้องนำความจริงที่ว่าเรือคำน้ำจะไม่ผ่านจนเฉียดพื้นท้องทะเลหรือขอบของช่องทางมาพิจารณา อาจตัดทิ้งหรือไม่ตัดก็ได้

จ – ๑๓๒ <u>เนื้อที่การจุดระเบิดเฉลี่ย</u>

ผลบวกตามสมการ จ – ๑๖ มีประโยชน์มาก เพราะเมื่อหารด้วยเนื้อที่หน้าตัดของช่องทางแล้วจะได้โชคการจุดระเบิดของทุ่นระเบิด ผลบวกนี้เรียกว่าเนื้อที่การจุดระเบิดเฉลี่ยหรือเนื้อที่การเกิดระเบิดเฉลี่ย และใช้แทนด้วยอักษร a; คือ

$$a=\sum_{i,n} p(y_i, z_n)\,\Delta y\,\Delta z \qquad \text{สมการ จ – ๑๗}$$

[หรือ $a=\int_{z_{min}}^{z_{max}}\int_{y_{min}}^{y_{max}} p(y, z)\,dy\,dz,$ เมื่อ z_{max} และ z_{min} คือค่าสูงสุดและต่ำสุดของ z เมื่อ p ไม่เท่ากับศูนย์ และ y_{max} และ y_{min} คือค่าสูงสุดและต่ำสุดของ y เมื่อ p ไม่เท่ากับศูนย์

จ – ๑๓๓ <u>อัตราการคุกคามของสนามทุ่นระเบิดชนิดต่าง ๆ</u>

เอาสมการ จ – ๑๗ แทนค่าสมการ จ – ๑๖ จะได้

$$P_s=a/(BD) \qquad \text{สมการ จ – ๑๘}$$

ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกับข้อ จ – ๑๒๑ ถึง จ – ๑๒๕ เราจะได้สมการอัตราการคุกคามของเรือคำน้ำในสภาพแวดล้อมเช่นเดียวกัน สมการนี้ออกมาเช่นเดียวกับสมการที่ใช้กับเรือผิวน้ำโดยใช้ a/D แทนค่า w. โดยเหตุนี้ สำหรับทุ่นระเบิดที่วางอย่างไม่เป็นระเบียบในช่องทางสมการ จ – ๖ จะนำไปสู่

$$T=1-\left(1-\frac{a}{DB}\right)^m, \qquad \text{สมการ จ – ๑๙}$$

พิมพ์ครั้งแรก

ลับ

และโดยประมาณของสมการ จ – ๗ จะนำไปสู่

$$T \approx ma/DB$$ สมการ จ – ๒๐

ซึ่งสมการนี้จะใช้ได้ถ้า ma มีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับ DB. สำหรับอัตราการลุกลามของทุ่นระเบิดที่วาง r แถว สมการ จ – ๑๑ จะนำไปสู่

$$T = 1 - \left(1 - \frac{a}{Dg \cos \phi}\right)^r$$ สมการ จ – ๒๑

สำหรับพื้นที่ทุ่นระเบิดวางอยู่อย่างไม่เป็นระเบียบ สมการ จ – ๑๓ จะนำไปสู่

$$T = 1 - \left(1 - \frac{aX}{DA}\right)^m$$ สมการ จ – ๒๒

ในการใช้สมการ จ – ๑๔ ถึง จ – ๒๒ มีข้อควรระวังอยู่สองข้อ ข้อแรกคือต้องแน่ใจว่าทุ่นระเบิดนั้นวางไว้ทุกระดับ ซึ่งเรือคำน้ำมักจะแล่นในระดับนั้น ๆ เพราะจะเห็นได้ชัดว่าถ้าทุ่นระเบิดวางเพียงระดับเดียวแล้ว เรือคำน้ำแล่นอีกระดับหนึ่ง เรือคำน้ำก็จะไม่ได้รับอันตรายเลย แม้ว่าสมการนั้นจะใช้ได้ตามทางทฤษฎีข้อสองจะต้องพิจารณาความจริงที่ว่าเรือคำน้ำจะไม่แล่นเฉลี่ยพื้นท้องทะเลจนเกินไปซึ่งจะมีผลต่อค่า โดยเฉพาะสำหรับทุ่นระเบิดชนิดวางกับพื้นท้องทะเล ยังมีข้อเท็จจริงอีกข้อหนึ่งคือเรือคำน้ำไม่อาจแล่นบนขอบของช่องทางหรือขอบของพื้นที่ซึ่งเป็นน่านน้ำที่ใช้เดินเรือไม่ได้ หรือจะไม่แล่นบนผิวน้ำ แต่ในทางทฤษฎีส่วนมากมักไม่คำนึงถึงข้อนี้ อาจใช้โนโมกราฟใน รูป ๑ – ๑ คำนวณหาอัตราการลุกลามได้

ทุ่นระเบิดทอดประจำที่ใช้สายดักทั้งบนและล่างจะช่วยใช้โชคในการทำลายเรือคำน้ำดีกว่าทุ่นระเบิดที่ไม่มีสายดักหลายเท่า ผลรวมที่เกิดขึ้นคือความยาวของสายดักจะเพิ่มค่าของ Δz ในภาพ จ – ๗ โดยเหตุที่ค่าของ Δz ที่ควรจะเป็นตามเหตุผลก็คือ ๒๐ ฟุต เมื่อสายดักบนยาว ๘๐ ฟุตและสายดักล่างยาว ๕๐ ฟุต ค่าของ Δz เพิ่มจากเดิม ๒๐ ฟุต เป็น ๑๕๐ ฟุต คือ ๗.๕ เท่า การครอบคลุมทางดิ่งเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด สถานการณ์ที่ใกล้เคียงกันนี้อาจเกิดขึ้นเมื่อใช้ทุ่นระเบิดพวง (String mines คือทุ่นระเบิดหลายลูกใช้สายยึดเส้นเดียวกัน)

ลับ

ลับ

จ – ๑๔๐ ผลของปัจจัยอื่น ๆ

จ – ๑๔๑ เกณฑ์เรือผ่านและเครื่องหน่วงเวลาพร้อม

การตั้งเกณฑ์เรือผ่านสูงกว่าหนึ่งและการตั้งเครื่องหน่วงเวลาพร้อมให้นานจะใช้ไม่ได้สำหรับสนามทุ่นระเบิดเกือบทุกชนิดที่คำนวณตามสมการที่หามาได้ในผนวกนี้ แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าทุ่นระเบิดทุกลูกไม่พร้อมที่จะระเบิด ก็เอาแต่ทุ่นระเบิดที่พร้อม m ไปคำนวณหาอัตราการคุกคามโดยใช้สมการเหล่านี้

จ – ๑๔๒ สนามทุ่นระเบิดผสมและระดับลึกต่างกัน

สนามทุ่นระเบิดมักจะมีทุ่นระเบิดมากกว่าหนึ่งชนิด อีกประการหนึ่งแม้ทุ่นระเบิดทั้งหมดจะมีคุณลักษณะคล้ายคลึงกันก็ตาม ก็ย่อมจะมีความแตกต่างในตำบลที่ทุ่นระเบิดวางอยู่คือบริเวณน้ำลึกต่างกันหรือในกรณีที่เป็นทุ่นระเบิดทอดประจำที่ก็ย่อมจะมีความแตกต่างกันในทางระดับคือระยะที่ลอยสูงจากพื้นท้องทะเลเป้าหมายของเราคือเรือคำน้ำ ความแตกต่างเหล่านี้จะทำให้ทุ่นระเบิดแต่ละลูกมีความกว้างการจุดระเบิดเฉลี่ยหรือเนื้อที่การจุดระเบิดเฉลี่ยแตกต่างกันไป สมมุติว่าในช่องทางแห่งหนึ่งมีทุ่นระเบิดวางอยู่อย่างไม่เป็นระเบียบ มีทุ่นระเบิดชนิดที่มีความกว้างการจุดระเบิด w_1 พร้อมอยู่ m_1 ลูก ทุ่นระเบิดชนิดที่มีความกว้างการจุดระเบิด w_2 พร้อมอยู่ m_2 ลูก และต่อ ๆ ไป โอกาสที่ทุ่นระเบิดชนิดแรกจะไม่ระเบิดเลยเมื่อเรือเป้าแล่นผ่านคือ $(1-w_1/B)^{m_1}$, โอกาสที่ทุ่นระเบิดชนิดที่สองจะไม่ระเบิดเลยคือ $(1-w_2/B)^{m_2}$ และต่อ ๆ ไป ดังนั้นโอกาสที่ทุ่นระเบิดทั้งหมดจะไม่ระเบิดเลยคือผลคูณของ$(1-w_1/B)^{m_1}$ $(1-w_2/B)^{m_2}$ $(1-w_3/B)^{m_3}$ . . . เพราะฉะนั้นอัตราการคุกคามหรือโอกาสที่ทุ่นระเบิดชนิดหนึ่งชนิดใดอย่างน้อยหนึ่งลูกจะระเบิดคือ

$$T=1-(1-w_1/B)^{m_1}(1-w_2/B)^{m_2}(1-w_3/B)^{m_3}\ \ .\ .\ .$$ สมการ จ – ๒๓

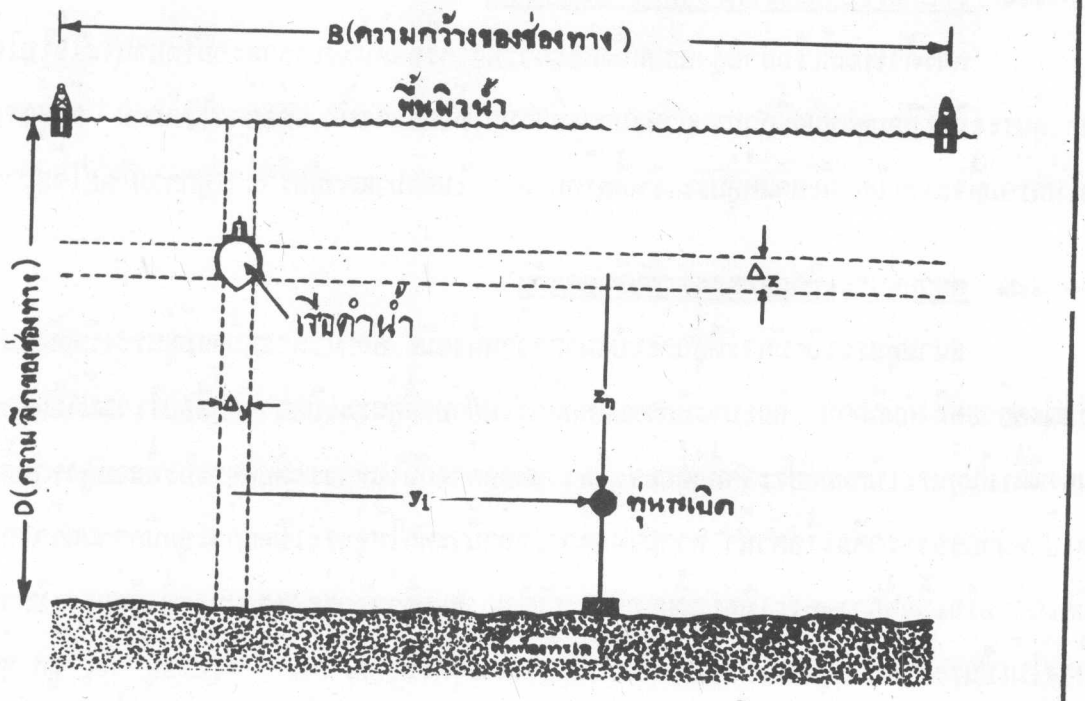
โดยทำนองเดียวกันสำหรับทุ่นระเบิดที่วางอย่างไม่มีระเบียบตลอดพื้นที่

$$T=1-(1-w_1X/A)^{m_1}(1-w_2X/A)^{m_2}\ .\ .\ .$$ สมการ จ – ๒๔

ลับ

การแบ่งช่องทางในทางระดับและทางดิ่ง

รูป ๑-7



สำหรับทุ่นระเบิดที่วางเป็นแถวแต่ละแถว w และ g มีค่าคงที่

โอกาสที่ทุ่นระเบิดในแถวแรกจะไม่ระเบิดเลยคือ

$$1-\frac{w_1}{g_1 \cos \phi},$$

โอกาสที่ทุ่นระเบิดในแถวที่สองจะไม่ระเบิดเลยคือ

$$1-\frac{w_2}{g_2 \cos \phi},$$

และต่อ ๆ ไป เพราะฉะนั้น

$$T=1-\left(1-\frac{w_1}{g_1 \cos \phi}\right)\left(1-\frac{w_2}{g_2 \cos \phi}\right)\left(1-\frac{w_3}{g_3 \cos \phi}\right) \ldots \qquad \text{สมการ ๑ – ๒๕}$$

จงสังเกตว่าผลอันเกิดจากทุ่นระเบิดวางอยู่ในระดับลึกต่างกัน อาจแก้ได้โดยใช้ค่า ที่เหมาะสมต่าง ๆ กัน

สำหรับเรือเป้าเป็นเรือคำน้ำใช้สมการต่อไปนี้ สำหรับทุ่นระเบิดที่วางอย่างไม่เป็นระเบียบในช่องทาง

$$T=1-\left(1-\frac{a_1}{BD_1}\right)^{m_{11}}\left(1-\frac{a_2}{BD_1}\right)^{m_{21}}\left(1-\frac{a_3}{BD_1}\right)^{m_{31}}\cdots$$
$$X\left(1-\frac{a_1}{BD_2}\right)^{m_{12}}\left(1-\frac{a_2}{BD_2}\right)^{m_{22}}\left(1-\frac{a_3}{BD_2}\right)^{m_{32}}\cdots \qquad \text{สมการ ๑ – ๒๖}$$
$$X\left(1-\frac{a_1}{BD_3}\right)^{m_{13}}\cdots$$
$$X\ldots$$

เมื่อ $m_{i,n}$ หมายความถึงจำนวนทุ่นระเบิดในเนื้อที่จุดระเบิด a_i ซึ่งวางอยู่ระดับลึก D_n จะเป็นทุ่นระเบิดที่มีอันตราย ถ้าเครื่องหมาย $\prod_{i,n}$ ใช้แทนผลคูณของจำนวนต่างที่มี i, และ n ร่วมกัน อาจเขียนสมการ ๑ – ๒๖ ได้ดังนี้

$$T=1-\prod_{i,n}\left(1-\frac{a_i}{BD_n}\right)^{m_{i,n}} \qquad \text{สมการ ๑ – ๒๗}$$

สมการ ๑ – ๒๖ และ ๑ – ๒๗ จะให้ค่าโดยละเอียดแต่การคำนวณทางปฏิบัติจะหาค่าเฉลี่ยโดยประมาณของ a และ D ได้ หรืออย่างเลวที่สุดก็คำ a และ D สองสามค่าเพื่อหาค่าของ T โดยประมาณ ซึ่งจะสนองความต้องการของผู้วางแผนได้ จงสังเกตว่าสมการเหล่านี้รวมทั้งสมการ ๑ – ๒๘ และ ๑ – ๒๙ ข้างล่างนี้จะใช้ได้ในทางปฏิบัติเท่านั้น ถ้าเรือคำน้ำแล่นในระดับลึกที่จะได้รับอันตรายจากทุ่นระเบิด

โดยทำนองเดียวกันสำหรับทุ่นระเบิดที่วางอย่างไม่เป็นระเบียบเป็นพื้นที่

$$T=1-\prod_{i,n}\left(1-\frac{a_iX}{AD_n}\right)^{m_{i,n}} \qquad \text{สมการ ๑ – ๒๘}$$

ท้ายที่สุดสำหรับทุ่นระเบิดที่วาง r แถวคือแถวที่ ๑,๒ ..... r ซึ่ง a, D,และ g มีค่าประจำในแต่ละแถว

$$T=1-\left(1-\frac{a_1}{g_1D_1\cos\phi}\right)\left(1-\frac{a_2}{g_2D_2\cos\phi}\right)\cdots\left(1-\frac{a_r}{g_rD_r\cos\phi}\right) \qquad \text{สมการ ๑ – ๒๙}$$

ลับ

จ – ๑๕๐ ลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้น

บางครั้งการระเบิดเกิดขึ้นห่างจากเรือเป้ามากจนทำให้เรือเป้าได้รับความเสียหายน้อยมาก หรือไม่เสียหายเลย เพราะฉะนั้นจะต้องมีวิธีประเมินความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเรือเป้าเมื่อแล่นผ่านสนามทุ่นระเบิด ความต้องการในการวัดความเสียหายมีอยู่สองประเภทแล้วแต่ความมุ่งหมายของสนามทุ่นระเบิดนั้น ๆ

จ – ๑๕๑ ความเสียหายเฉลี่ย

ตามทางทฤษฎี ความต้องการในการวัดความเสียหายประเภทแรกก็คือความเสียหายเฉลี่ยที่จะเกิดขึ้น การวัดประเภทนี้มักจะใช้ประโยชน์ในการวางแผนสนามทุ่นระเบิดหวังผลแต่ในปัจจุบันเรายังไม่มีความรู้เรื่องความเสียหายอันเกิดจากการระเบิดดีพอที่จะคำนวณค่าเฉลี่ยตามความหมายของมันได้เพราะฉะนั้นจึงนำความกว้างความเสียหาย และอัตราคุกคามความเสียหายที่ได้ในข้อ จ – ๑๕๒ มาใช้ และประมาณความเสียหายแทนการวัดความเสียหายเฉลี่ย

จ – ๑๕๒ ความกว้างความเสียหายและอัตราคุกคามความเสียหาย

การวัดความเสียหายประเภทที่สองที่ต้องการคือการวัดที่อ้างอิงโชคที่อย่างน้อยความเสียหายจำนวนหนึ่งจะเกิดขึ้น การวัดประเภทนี้มีประโยชน์สำหรับใช้กับสนามทุ่นระเบิดทางรับ เมื่อประสงค์ว่าถ้ามีเรือเข้ามาในสนามทุ่นระเบิดก็จะได้รับความเสียหายอย่างน้อยก็พอที่จะไม่ให้ปฏิบัติการอย่างมีประสิทธิภาพต่อไปได้ การวัดประเภทนี้ทำได้ดังนี้ สมมุติว่าความเสียหายอย่างน้อยที่สุดที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับเรือ เมื่อมีสิ่งแวดล้อมอันหนึ่งมีปริมาณเท่ากับ d ให้ (x, y, z) เป็นปริมาณความเสียหายเฉลี่ยที่เกิดขึ้นเมื่อทุ่นระเบิดขึ้นที่จุด x, y, z ตามข้อ จ – ๑๐๓ จะเห็นได้ว่าโชค p_{dd} ที่เรือลำหนึ่งแล่นผ่านทุ่นระเบิดลูกหนึ่งมีระยะห่าง y และ z จะทำให้ทุ่นระเบิดระเบิดขึ้นและทำความเสียหายให้อย่างน้อยเท่ากับ d นั้น จะหาได้โดยรวม $f(x_n, y, z)$ เข้าด้วยกันเฉพาะส่วนที่ $\delta(x_n, y, z)$ เท่ากับ d หรือมากกว่า นั่นคือ

$$p_{dd}(y, z) = \sum_{\delta} f(x_n, y, z)\Delta x, \qquad \text{สมการ จ – ๓๐}$$

ลับ

ลับ

เมื่อ $\sum_{n,d}$ หมายถึงส่วนของพื้นที่เฉพาะที่ s เท่ากับ d หรือมากกว่านั้น จะหาโชค P_{dz} ที่ทุ่นระเบิดที่พร้อมลูกหนึ่งวางอยู่ในระดับลึก z ในช่องทางจะทำความเสียหายอย่างน้อยเท่ากับ d ถ้าเรือแล่นผ่านได้ตามหลักฐานอ้างอิงในข้อ จ – ๑๐๔ คือ

$$P_{dz}=\frac{1}{B}\sum_{i}p_{dz}(y_i, z)\Delta y \qquad \text{สมการ จ – ๓๑}$$

ผลบวกในสมการ จ – ๓๑ เรียกว่าความกว้างความเสียหาย (w_d และในกรณีนี้โดยเหตุความเสียหายที่เจาะจงคือความเสียหายที่เท่ากับ d หรือมากกว่านั้น คือความกว้างความเสียหาย d ซึ่งใช้แทนด้วย w_{dz} คือ

$$w_{dz}(z)=\sum_{i}p_{dz}(y_i, z)\Delta y=\sum_{i}\left(\sum_{n,d}f(x_n, y_i, z)\Delta x\right)\Delta y \qquad \text{สมการ จ – ๓๒}$$

หรือ

$$\left[\text{or } w_{dz}(z)=\int_{-y\text{ at }p_{dz}=0}^{+y\text{ at }p_{dz}=0}\int_{-x\text{ at }s=d}^{+x\text{ at }s=d}f(x, y, z)\,dx\,dy.\right]$$

บางทีก็ใช้ค่าโดยประมาณ คือ

$$w_{dz}\approx\sum p(y_i, z)\Delta y \qquad \text{สมการ จ – ๓๓}$$

เมื่อส่วนของ y เฉพาะที่ (x = o, y, z) เท่ากับ d หรือมากกว่า ค่าโดยประมาณนี้ใช้ได้เฉพาะทุ่นระเบิดที่ระเบิดใกล้กลางลำเรือเท่านั้น โดยทำนองเดียวกัน เนื้อที่ความเสียหาย คือ

$$a_{dz}=\sum_{i,k}p_{dz}(y_i\ z_k)\Delta y\Delta z \qquad \text{สมการ จ – ๓๔}$$

พิมพ์ครั้งแรก

ลับ

ลับ

บางทีก็ใช้ค่าโดยประมาณเช่นเดียวกับค่า w_{dd} (ดูสมการ จ – ๓๔)
เอา w_{dd} หรือ a_{dd} ไปแทนค่า w หรือ a ในสมการอัตราการคุกคามต่าง ๆ จะได้อัตราการคุกคามความเสียหาย T_d และเฉพาะในกรณีนี้จะได้อัตราการคุกคามความเสียหายคือโชคที่เรือลำหนึ่ง เมื่อแล่นผ่านสนามทุ่นระเบิดจะได้รับความเสียหายอย่างน้อยเท่ากับ

ขอบเขตของปริมาณความเสียหายต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับตำบลที่ที่เกิดระเบิดอันสัมพันธ์กับเรือมีแสดงไว้ในคู่มือทุ่นระเบิดนั้น ๆ ตัวอย่างขอบเขตความเสียหายมีอยู่ในรูป จ – ๔ ความเสียหายที่คาดในแต่ละเขตสำหรับเรือพาณิชย์และเรือคำน้ำกำหนดไว้แตกต่างกัน (ทั้งสองกรณีนี้กำหนดไว้แตกต่างจากข้อกำหนดมาตรฐานซึ่งกำหนดเพื่อความมุ่งหมายทางการควบคุมความเสียหาย)

ก. <u>ขอบเขตความเสียหายสำหรับเรือสินค้า</u>

(๑) ความเสียหายเกินกว่าทำให้จม (เขต ส) การระเบิดในเขตนี้จะทำให้ตัวเรือและฝากั้นห้องแตกอย่างมากมาย ตัวเรือเสียกำลังยึดเหนี่ยวทางยาวบางส่วนหรือทั้งหมด น้ำรั่วเข้าเรือตลอดลำไม่สามารถควบคุมได้

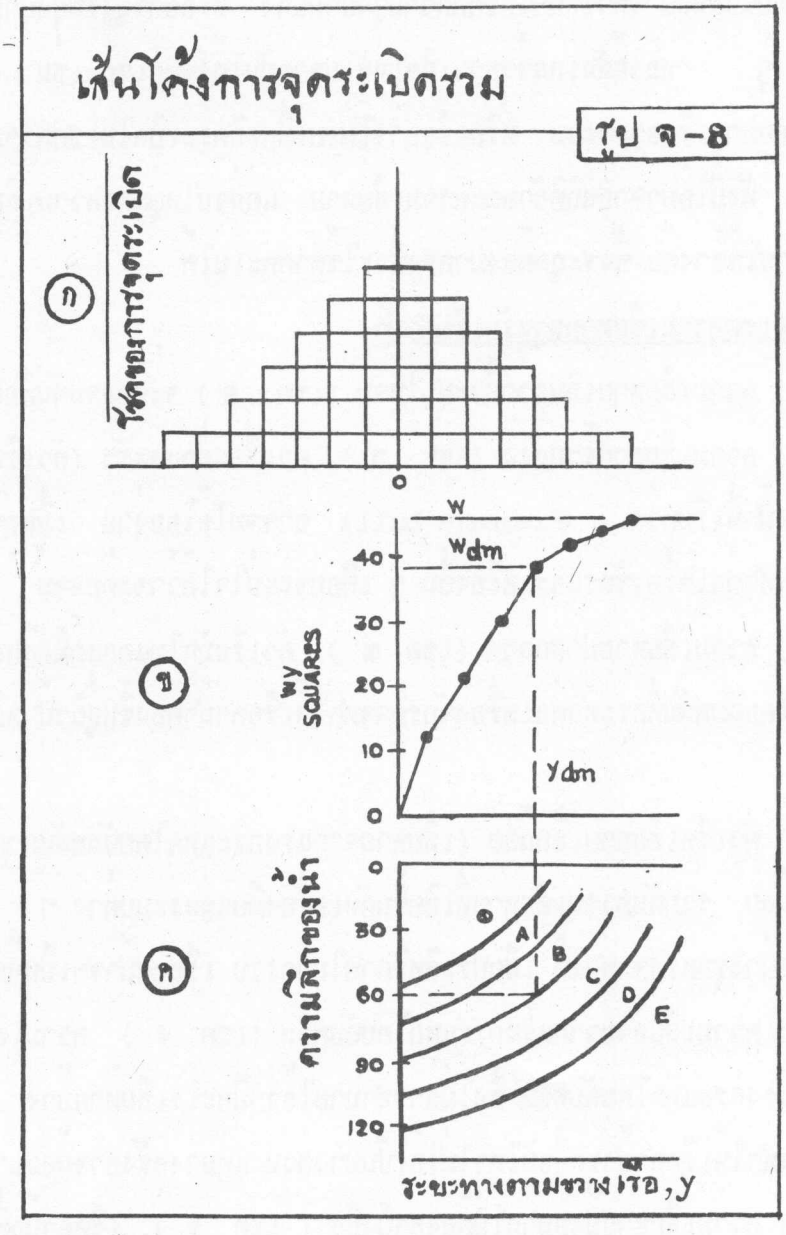
(๒) ความเสียหายร้ายแรง (เขต ก) สภาพความเสียหายชนิดนี้คือ ตัวเรือและฝากั้นห้องรั่วมาก น้ำเข้าเรือมากและอาจจมได้โดยง่าย กำลังยึดเหนี่ยวทางขวางลดลงอย่างมากและเครื่องจักรได้รับเสียหายหนัก

(๓) ความเสียหายปานกลาง (เขต ข) มีรูรั่วที่ตัวเรือ น้ำเข้าเรือปริมาณจำกัดความเสียหายน้อยกว่าในเขต ดังนั้นจึงไม่คาดว่าเรือจะจม แม้ว่าตัวเรือจะแตกฝากั้นห้องทางขวางยังกันน้ำได้ รูรั่วจำกัดอยู่แต่เพียงห้องเดียวหรือสองห้องและสามารถที่จะควบคุมได้โดยใช้เครื่องสูบน้ำ หรือมาตรการอื่น อาการกระแทกโดยฉับพลัน (Shock) อาจทำให้เครื่องมือควบคุมความเสียหาย ชำรุดอาจทำให้เรือจมได้ และอาการกระแทกโดยฉับพลันนี้อาจเครื่องจักรใช้การไม่ได้

(๔) ความเสียหายเล็กน้อย (เขต ค) ตัวเรือบนและได้รับแรงกระแทกโดยฉับพลันอย่างรุนแรง ตัวเรือไม่รั่วแต่จะต้องเข้าซ่อมทำในอู่ แรงกระแทกโดยฉับพลันอาจทำให้เรือแล่นไม่ได้

(๕) ความเสียหายน้อยมาก (เขต ง) ตัวเรือไม่จำเป็นต้องได้รับความเสียหาย แต่การที่เครื่องจักรและเครื่องมือเครื่องใช้ได้รับแรงกระแทกจะทำให้ปฏิบัติการไม่ได้เต็มที่

ลับ


เส้นโค้งการจุดระเบิดรวม
รูป จ-8
ก
โค้งของการจุดระเบิด
0
ข
W
Wdm
40
30
20
10
0
Wy SQUARES
ydm
ค
ความลึกของน้ำ
0
30
60
90
120
A
B
C
D
E
ระยะทางตามขวางเรือ, y

ลับ

(๖) ความเสียหายที่ไม่ต้องคำนึงถึง (เขต จ) เขตนี้ถือว่าเป็นเขตปลอดภัย เว้นไว้แต่ว่าแรงกระแทกโดยฉับพลันอาจทำให้ก่อให้เกิดความยุ่งยากบ้าง หรืออาจถึงขั้นยุ่งยากมากก็ได้

หมายเหตุ ขอให้สังเกตว่าอาจเกิดเหตุไม่คาดฝันได้ในทุกเขต เช่น เมื่อเกิดระเบิดในเขตความเสียหายน้อยมากเรืออาจจะจม หรือเรืออาจไม่จมเมื่อเกิดระเบิดในเขตความเสียหายเกินกว่าจะทำให้จม เป็นต้น ทั้งนี้ได้มาจากสถิติลักษณะความเสียหาย แต่ส่วนใหญ่แล้วความเสียหายที่เกิดขึ้น มักจะเป็นไปตามที่อธิบายไว้ข้างต้น ซึ่งจะถูกต้องมากพอที่จะใช้คาดคะเนได้

ข. <u>ขอบเขตความเสียหายสำหรับเรือคำน้ำ</u>

(๑) ความเสียหายเกินกว่าที่จะทำให้จม (เขต ศ) จะต้องจมทันทีอย่างแน่นอน

(๒) ความเสียหายร้ายแรง (เขต ก) ตัวเรือแตกและรั่ว (ตัวเรือของเรือคำน้ำคือส่วนที่รับกำลังดันของน้ำที่เรียกว่า Pressure hull) อาจจมได้โดยง่าย เมื่อรวมกับอาการกระแทกโดยฉับพลันที่กระทำต่อเครื่องจักรและเครื่องอื่น ๆ เกือบจะแน่ใจได้ว่าจะต้องจม

(๓) ความเสียหายปานกลาง (เขต ข) ตัวเรือมักไม่แตกแต่มีเล็กน้อยบริเวณที่อัดกันน้ำ แรงกระแทกโดยฉับพลันที่กระทำต่อเครื่องจักรอาจทำให้เรือคำน้ำต้องขึ้นสู่ผิวน้ำหรืออาจแล่นไม่ได้และหรือจมในที่สุด

(๔) ตัวเรือเสียหายเล็กน้อย (เสียหายจากแรงกระแทกโดยฉับพลันมาก (เขต ค) ตัวเรือผิดรูปไปเล็กน้อย รวมกับความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเครื่องมือและระบบต่าง ๆ เนื่องจากแรงกระแทกโดยฉับพลันอย่างรุนแรงจะทำให้ เสียประสิทธิภาพในการรบ เรือคำน้ำจำเป็นต้องกลับฐานทัพ

(๕) ความเสียหายจากแรงกระแทกโดยฉับพลัน (เขต ง) ความเสียหายจำกัดอยู่แต่เพียงผลอันเกิดจากแรงกระแทกโดยฉับพลัน ซึ่งไม่อาจทำนายได้ว่ามีอะไรเสียหายบ้าง ผลที่เกิดขึ้นหลายอย่างรวมกันเข้าอาจทำให้เรือคำน้ำเคลื่อนไหวไม่ได้เป็นบางส่วน แต่บางครั้งอาจน้อยมากไม่ต้องคำนึงถึง

(๖) ความเสียหายน้อยมากไม่ต้องคำนึงถึง (เขต จ) เรือคำน้ำที่ออกแบบไว้ดี มีเครื่องกันกระเทือนจะปลอดภัยเมื่อมีการระเบิดในเขตนี้ เว้นไว้แต่ว่าอาจเกิดความเสียหายจากแรงกระแทกโดยฉับพลันได้บ้างบางครั้ง

ลับ

ลับ

จ – ๑๕๓ เส้นโค้งการจุดระเบิดรวม

ผู้วางแผนสนามทุ่นระเบิดอาจใช้เส้นโค้งการจุดระเบิดรวม เพื่อหาความกว้างการจุดระเบิดสำหรับเขตความเสียหายเฉพาะเขตได้ เส้นโค้งการจุดระเบิดรวมนี้เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถอ่านเนื้อที่ได้ เส้นโค้งโชคการจุดระเบิดซึ่งอยู่ในระยะห่างทางข้างที่กำหนดไว้ได้โดยตรง ถ้าระยะห่างที่เลือกไว้สัมพันธ์กับเส้นโค้งการจุดระเบิดรวมมีในรูป จ – ๘ ไดอะแกรม A แสดงเส้นโค้งโชคการจุดระเบิดที่เลือกไว้ เป็นเส้นโค้งที่ไม่ต่อเนื่องกันเพื่อจะหาเนื้อที่โดยนับจำนวนสี่เหลี่ยม ไดอะแกรม ข เป็นเส้นโค้งรวม ซึ่งได้จากการเลือกค่าระยะทางข้างจากเรือและนับจำนวนสี่เหลี่ยมใต้ ไดอะแกรม ก ซึ่งอยู่ภายในค่าที่เลือกไว้ จำนวนสี่เหลี่ยมแสดงถึงเนื้อที่ใต้ ไดอะแกรม ก ออกไปถึงระยะทางข้างที่เลือกไว้ และเนื้อที่นี้พล็อตตาม ORDINATE ของไดอะแกรม ข เมื่อไดอะแกรม ก เป็นไดอะแกรมทางนอนก็ไม่ต้องเพิ่มเนื้อที่เข้าไปอีก โดยเพิ่มระยะห่างทางข้าง

ไดอะแกรม ก เป็นเขตความเสียหายประเภทต่าง ๆ ซึ่งแสดงวิธีใช้ร่วมกับเส้นโค้งการจุดระเบิดรวม โดยสมมุติฐานที่ว่าไดอะแกรม ก และ ข ใช้สำหรับระดับน้ำลึก ๖๐ ฟุต อาจอ่านความกว้างการจุดระเบิดสำหรับความเสียหายปานกลางได้จากไดอะแกรม ข ดังแสดงไว้ในรูป

ลับ

ลับ

ลับ

พิมพ์ที่แผนกผลิตตำรา กองวิชาการ กรมยุทธศึกษาทหารเรือ กองทัพเรือ กรุงเทพมหานคร

โทร.๔๖๕๕๑๔๘