วารสารวิชาการโรงเรียนนายเรือ
ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 สิงหาคม 2562
Royal Thai Naval Academy
Journal of Science and Technology
Vol.2 Issue 1, August 2019

การประเมินประสิทธิภาพของโซนาร์ เพื่อสนับสนุนการวางแผนทางทหารด้วยโปรแกรม WADER

Evaluation of SONAR Performance to Support Military Planning by WADER Program

นาวาโท ศิริวัฒน์ ศิริวัฒนกุล
กองวิชาวิศวกรรมอุทกศาสตร์ ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ

บทคัดย่อ

ในการทำสงครามใต้น้ำ โซนาร์เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่แพร่คลื่นเสียงใช้ตรวจจับเป้าหมาย ได้แก่ เรือดำน้ำ ทุ่นระเบิด แต่การตรวจจับเป้าหมายที่มีความแม่นยำนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างซึ่งมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของโซนาร์ คือสภาพแวดล้อมของทะเล คุณลักษณะเฉพาะของโซนาร์ และการสะท้อนของเป้าหมาย เพื่อให้การปฏิบัติการประสบผลสำเร็จ ต้องมีการวางแผนก่อนออกปฏิบัติการจริง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาใช้ประเมินประสิทธิภาพของโซนาร์ ซึ่งกรมอุทกศาสตร์ได้จัดหา WADER มาศึกษาและทดลองใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจวางแผนการปฏิบัติการทางเรือให้ประสบความสำเร็จ

Abstract

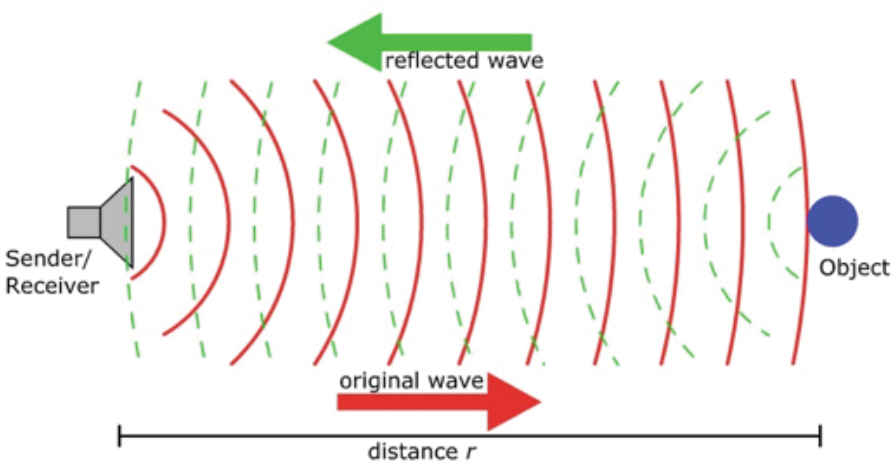
In submarine warfare, SONAR is a device that propagates sound waves to detect targets, such as submarines, mines, but the precision of target detection depends on many factors affecting the SONAR performance. Those factors are, for example, the sea environment, the SONAR's features and also the target's reflection. In order to be successful, there must be planning before the actual operation. The computer software has been used to evaluate the SONAR's performance. Hydrographic Department has procured WADER for learning and experimentation in analysis to make decisions on successful naval operations plans.

1. บทนำ

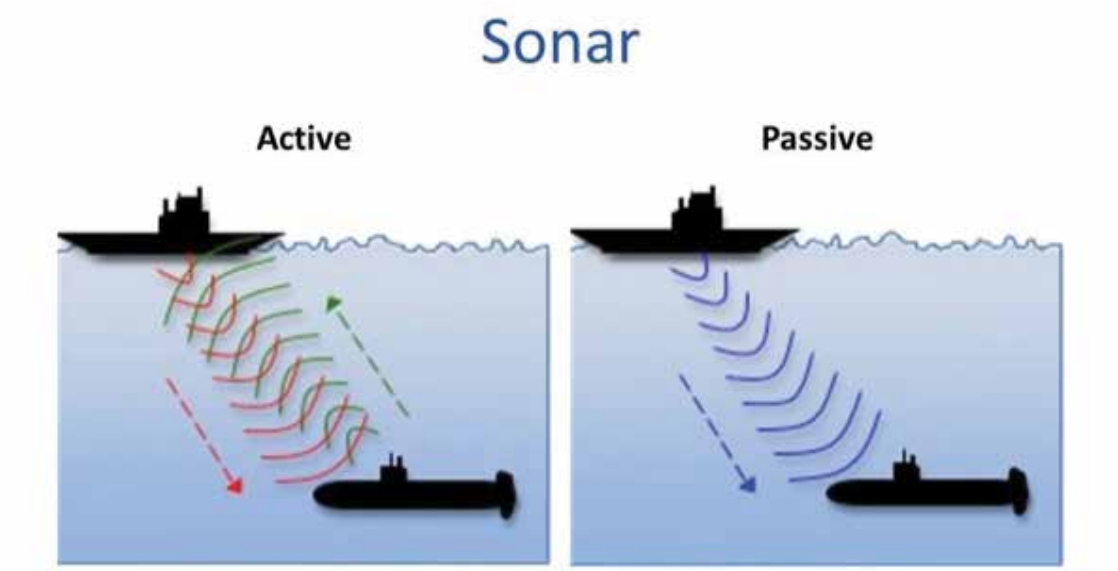
สงครามผิวน้ำจะใช้เครื่องมือในการสื่อสาร-ตรวจจับ ได้แก่ กล้องส่องทางไกล วิทยุสื่อสาร รวมถึงการแพร่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (RADAR ; Radio Detection And Ranging) ในขณะที่ใต้น้ำทะเลจำเป็นต้องใช้การสื่อสารด้วยคลื่นเสียง เครื่องมือที่ใช้คือ โซนาร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรือปราบเรือดำน้ำ เรือกวาดทุ่นระเบิด จำเป็นต้องมีคุณภาพที่แม่นยำในการตรวจจับเป้าหมายใต้น้ำ ซึ่งมีปัจจัยหลายอย่างในการที่จะเสริม หรือ ลดทอนประสิทธิภาพของโซนาร์ ดังนั้นการที่จะออกปฏิบัติให้ประสบผลสำเร็จต้องมีการวางแผนที่ดีก่อนออกปฏิบัติการจริง จำเป็นอย่างยิ่งต้องมีการประเมินประสิทธิภาพของโซนาร์ ซึ่งเป็นยุทโธปกรณ์สำคัญในการทำสงครามใต้น้ำ จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาประกอบการวางแผน โปรแกรมในการประเมินประสิทธิภาพของโซนาร์คือหนึ่งในองค์ประกอบดังกล่าวที่จะช่วยในการวางแผน-การตัดสินใจเพื่อให้มีโอกาสประสพความสำเร็จสูงขึ้น

2. กล่าวทั่วไปของโซนาร์

โซนาร์มี 2 ประเภทหลัก ๆ คือ ACTIVE SONAR ใช้หลักการแพร่คลื่นเสียงที่มีความถี่เฉพาะเจาะจงเดินทางออกไปจากเครื่องส่งผ่านตัวกลาง คือน้ำทะเล แล้วสะท้อนกับวัตถุต่างๆ กลับมาที่เครื่องรับ ตามรูปที่ 1 และ PASSIVE SONAR ใช้หลักการเป็นเครื่องรับสัญญาณเสียงที่สามารถรับคลื่นความถี่ในช่วงกว้างที่มาจากแหล่งอื่นได้แก่ เสียงจากเรือผิวน้ำ เสียงจากเรือดำน้ำ (กรณีของเรือดำน้ำจะมีเทคโนโลยีในการลดทอนสัญญาณเสียงที่เกิดขึ้นจากตัวเรือให้น้อยที่สุด) ทั้ง 2 ประเภทจะติดตั้งกับตัวเรือ ตามรูปที่ 2



รูปที่ 1 *การทำงานของ ACTIVE SONAR*



รูปที่ 2 *ACTIVE SONAR และ PASSIVE SONAR*

ในส่วนของหลักการทำงานของโซนาร์ ทั้ง 2 ประเภท จะมีองค์ประกอบหลัก คือ

2.1 ระบบของโซนาร์ ได้แก่ ประสิทธิภาพการแพร่คลื่น-การรับสัญญาณ-การลดทอนสัญญาณรบกวนจากตัวเรือและสภาพแวดล้อมเพื่อแยกวัตถุเป้าหมายอย่างชัดเจน อีกส่วนคือ

2.2 ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมทางทะเล ได้แก่ เสียงรบกวนที่เกิดจากอิทธิพลในทะเล ทั้งจากธรรมชาติ (เสียงจากคลื่นลม-ฝน) ทางชีวภาพ (จากสิ่งมีชีวิตต่างๆในทะเล) รวมทั้งสภาพแวดล้อมทางกายภาพ (อุณหภูมิ-ความเค็ม ตามความลึก ลักษณะพื้นท้องทะเล)

2.3 การสะท้อนสัญญาณเสียงของวัตถุเป้าหมาย สิ่งเหล่านี้ล้วนทำให้ลดทอน หรือมีบ้างที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการรับสัญญาณของโซนาร์ ซึ่งเป็นที่มาของสมการที่ใช้คำนวณประสิทธิภาพของ โซนาร์ ดังนี้

ACTIVE SONAR

$$SE = SL + TS - 2TL - NL + DI - DT$$

PASSIVE SONAR

$$SE = SL - TL - NL + DI - DT$$

โดยที่

SE = ค่าระดับสัญญาณที่ตรวจจับได้ (Signal excess (echo excess))

SL = ค่าเริ่มต้นของแหล่งกำเนิดเสียง (Source level)

TS = ค่าการสะท้อนสัญญาณเสียงจากวัตถุเป้าหมาย (Target strength)

TL = ค่าการสูญเสียสัญญาณระหว่างการเดินทาง (Transmission Loss)

(ACTIVE SONAR เดินทาง ไป-กลับ PASSIVE

SONAR จากวัตถุเป้าหมายมายังโซนาร์เที่ยวเดียว)

NL = ค่าระดับเสียงรบกวน (Noise level)

DI = ค่าดัชนีทิศทาง (Receiver directivity index)

DT = ค่าการสูญเสียจากการแพร่คลื่นเสียง (Detection Threshold)

SL DI DT เป็นส่วนของระบบโซนาร์

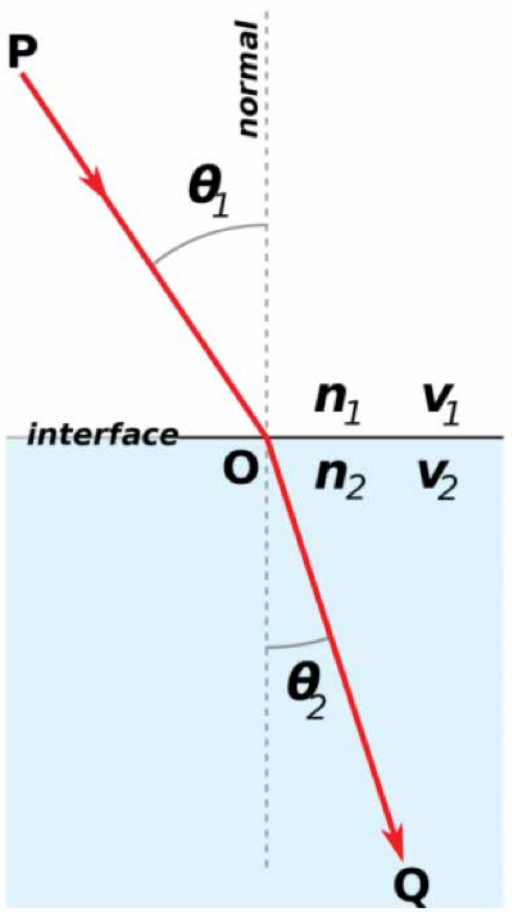
TL NL เป็นส่วนของตัวกลาง ในที่นี้ คือน้ำทะเล (ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม)

TS เป็นส่วนของวัตถุเป้าหมาย

ในการประมวลผลของระบบโซนาร์หากค่า SE มีค่าไม่ต่างจากค่า SL มากเกินกว่าระดับค่าที่ระบบ ฯ ยอมรับได้ จะสามารถตรวจจับเป้าได้ แสดงว่าสภาพแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อการใช้งานโซนาร์ได้ดี ในทางตรงกันข้าม ถ้าค่า SE น้อยมากมีระดับต่ำกว่าที่ระบบ ฯ ยอมรับได้ แสดงว่ามีการสูญเสียระหว่างเดินทางเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่รบกวนและลดทอนสัญญาณโซนาร์ จึงไม่สามารถตรวจจับเป้าได้เลย อย่างไรก็ตามในปัจจุบันระบบโซนาร์รุ่นใหม่ได้พัฒนาเทคโนโลยีให้ทันสมัยซึ่งสามารถยอมรับค่า SE ที่ต่ำมาก ทำสามารถให้ตรวจจับเป้าได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแต่ละรุ่นของโซนาร์ว่ามีความสามารถระดับไหน

3. การเดินทางและปัจจัยที่มีอิทธิพลกับของคลื่นเสียง(โซนาร์)

เสียงสามารถเดินทางผ่านตัวกลางที่ไม่เป็นสูญญากาศได้ดี เช่น ในอากาศ ของเหลวต่าง ๆ และของแข็ง เป็นต้น ในที่นี้ตัวกลางคือ น้ำทะเล ซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำบริสุทธิ์ เป็นผลทำให้เสียงเดินทางได้เร็วกว่า โดยเสียงมีคุณสมบัติเป็นคลื่น ที่เดินทางผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกันแต่ละชั้นความลึก ซึ่งเกิดจากปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่สำคัญคือ อุณหภูมิ ความเค็ม ความกดดัน (ความกดดันมากขึ้นตามความลึก) จะทำให้เกิดการหักเห (Refraction) ของคลื่นเสียง เนื่องจากของเหลวที่มีความหนาแน่นต่างกันมีค่าดัชนีหักเหต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามกฎของ Snell (Snell's Law) ตามรูปที่ 3



รูปที่ 3 การหักเหของคลื่น (เสียง) ตามกฎของ Snell

การหักเหของคลื่นเสียง กรณีเส้นทางคลื่นเสียงแนว P ตกกระทบกับเส้นปกติด้วยมุม θ_1 มีความกว้างมากกว่ามุมหักเห θ_2 แสดงให้เห็นว่ามีความเร็วเสียง V_1 ในตัวกลาง n_1 มากกว่าความเร็วเสียง V_2 ในตัวกลาง n_2 จะได้ความสัมพันธ์จากการเดินทางของเสียงตามสมการนี้

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{V_2}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

n_1 ดัชนีหักเหตัวกลางที่ 1

n_2 ดัชนีหักเหตัวกลางที่ 2

V_1 ความเร็วเสียง (เมตร/วินาที) ของ n1

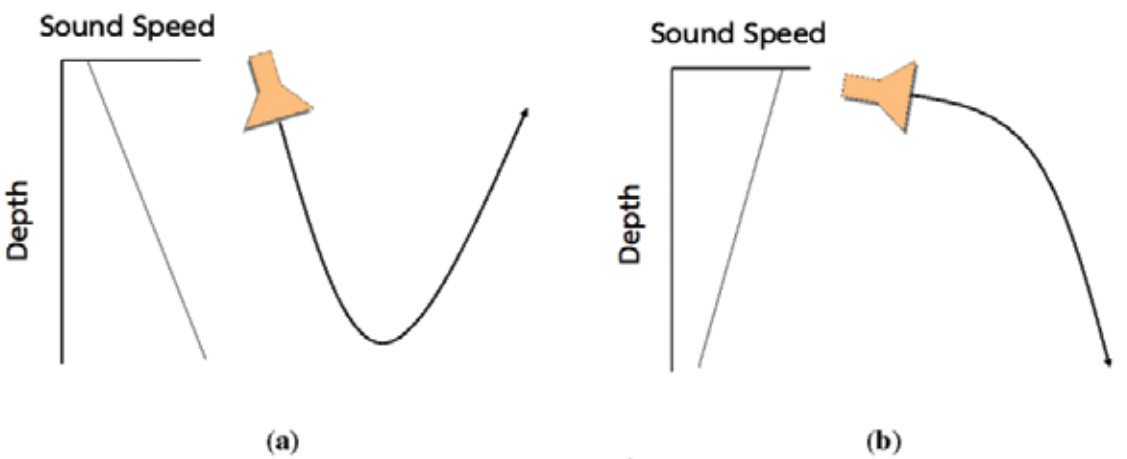
V_2 ความเร็วเสียง (เมตร/วินาที) ของ n2

θ_1 มุมตกกระทบ (องศา)

θ_2 มุมหักเห (องศา)

จะเห็นว่าเมื่อมุมตกกระทบมากกว่ามุมหักเหแล้ว จะเป็นตัวบ่งชี้ว่าความเร็วเสียงในตัวกลางแรกเร็วกว่าความเร็วเสียงในตัวกลางถัดมา เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่ต่างกันจนเกิดความหนาแน่นต่างกันของแต่ละชั้นความลึกน้ำ

โดยทั่วไปน้ำทะเลมิได้มีความหนาแน่นเท่ากันตลอดย่านระดับความลึกน้ำ โดยมวลน้ำอาจจะแบ่งออกเป็นชั้นตามแนวดิ่ง ซึ่งหมายถึงความหนาแน่นแต่ละชั้นจะมีค่าต่างกัน ทำให้เสียงที่เดินทางผ่านชั้นมวลน้ำต่าง ๆ เกิดการหักเหหลายชั้นดังรูป 4 โดยรูปที่ 4 (a) แสดงการเดินทางของเสียงผ่านตัวกลางที่ทำให้เสียงมีความเร็วเพิ่มขึ้นตามความลึกของน้ำที่เพิ่มขึ้นโดยเส้นทางเดินของเสียงมีลักษณะโค้งขึ้น เรียกว่า Positive sound speed gradient ส่วนรูป 4 (b) คือเสียงที่ผ่านตัวกลางที่ทำให้ความเร็วเสียงลดลงตามความลึกของน้ำที่เพิ่มขึ้นเส้นทางเดินของเสียงมีลักษณะโค้งลง เรียกว่า Negative Sound Speed Gradient ส่วนประกอบเหล่านี้จะช่วยอธิบายเหตุผลว่าเสียงเดินทางได้ไกลมากน้อยเพียงใด

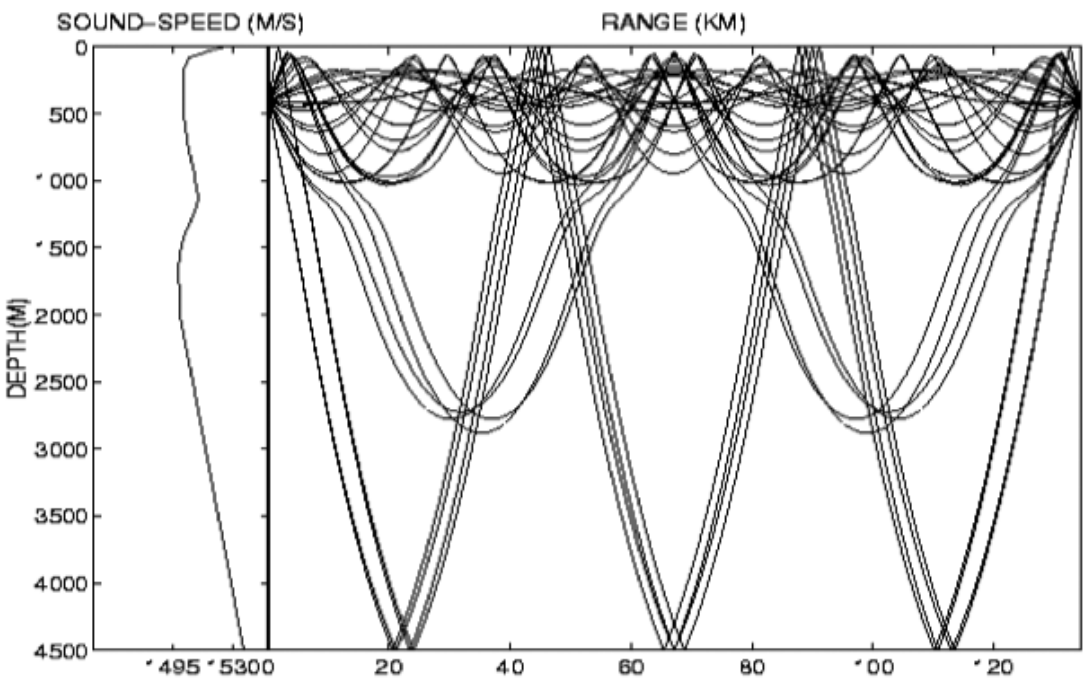


รูปที่ 4 *(a) Positive sound speed gradient รูปที่ 4 (b) Negative sound speed gradient*

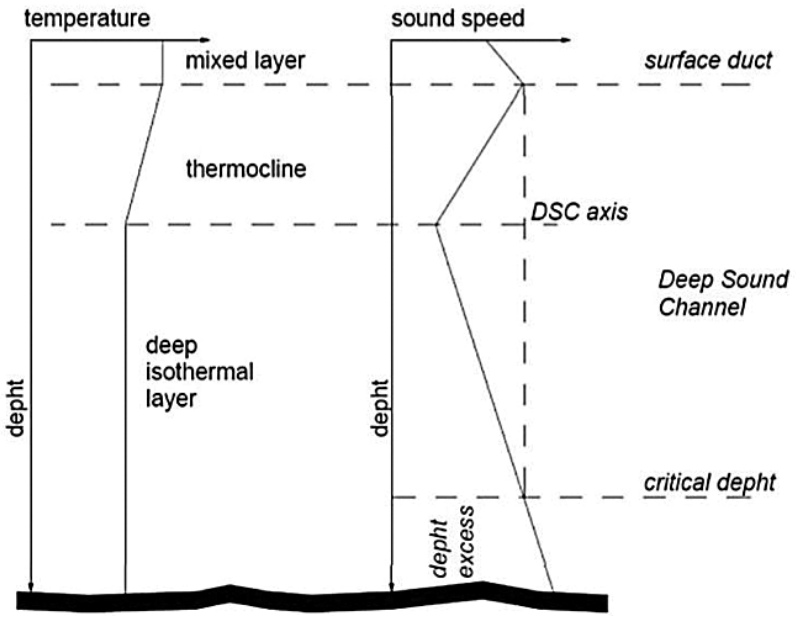
จากรูปที่ 4 จึงทำให้เกิดเส้นแนวการเดินทางของคลื่นเสียงในรูปแบบต่าง ๆ ดังตัวอย่างตามรูปที่ 5 เป็นแนวโปรไฟล์ระยะทางแนวระดับตามความลึก เรียกว่า Ray Tracing (Ray Path)

การเกิดชั้น Thermocline คือย่านที่อุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็วตามความลึกน้ำที่เพิ่มขึ้น มีส่วนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางและความเร็วของเสียงผิดไปจากปกติ ซึ่งสามารถพิจารณาได้จาก รูปที่ 6 ซึ่งแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของอุณหภูมิของน้ำทะเลและความเร็วเสียงในน้ำทะเล เมื่อผิวน้ำมีอุณหภูมิคงที่จนถึงชั้นความลึกหนึ่ง ความเร็วเสียงก็เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามความลึกที่เพิ่มขึ้น จนถึงชั้นน้ำที่อุณหภูมิลดลงอย่างเร็วเป็นผลให้ความเร็วเสียงลดลงอย่างรวดเร็วเช่นกันจนถึงระดับชั้นความลึกหนึ่ง ช่วงความลึกที่อุณหภูมิน้ำลดลงอย่างรวดเร็วนี้เรียกว่าชั้น Thermocline หลังจากช่วงนี้อุณหภูมิจะคงที่ตามชั้นความลึก เป็นผลให้ความเร็วเสียงเพิ่มขึ้นตามความลึกอีกครั้ง

ยังมีปัจจัยของลักษณะพื้นท้องทะเลที่มีผลกระทบต่อการสะท้อนของคลื่นเสียงที่ต่างกันได้ กล่าวคือมีการสะท้อนคลื่นเสียงขึ้นมาจากพื้นท้องทะเล ในทางตรงข้ามคือดูดซับคลื่นเสียง เช่น กรณีพื้นทรายจะสะท้อนคลื่นเสียงได้ดีกว่าพื้นที่เป็นโคลนที่จะดูดซับคลื่นเสียง เป็นต้น

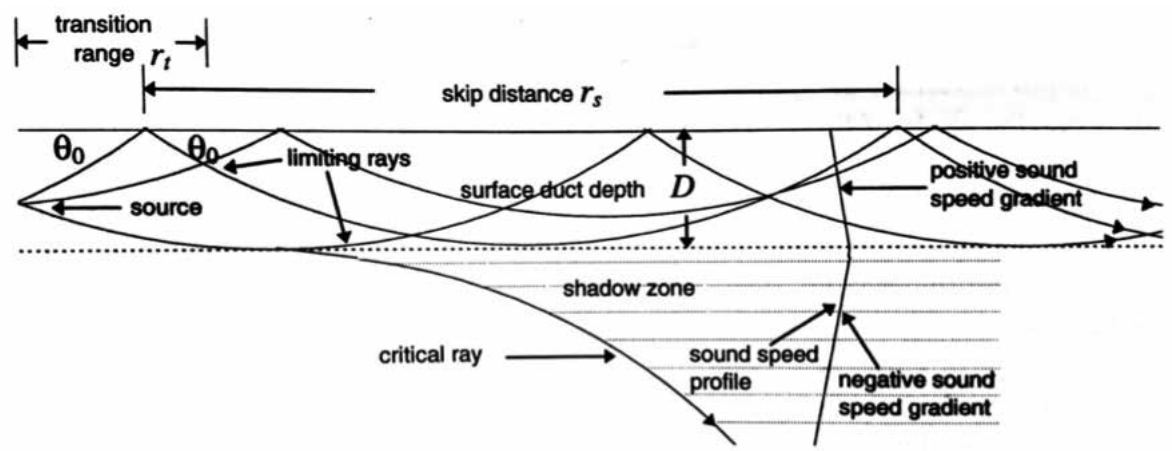


รูปที่ 5 เส้นทางการเดินทางของเสียงใต้น้ำ (Ray Tracing) ตามระยะทางและความลึก (ทางด้านขวา) และความเร็วเสียงที่เปลี่ยนไปตามความลึก (ทางด้านซ้าย)



รูปที่ 6
(ซ้าย) กราฟอุณหภูมิของน้ำทะเลตามความลึกน้ำ
(ขวา) กราฟความเร็วเสียงในน้ำทะเลตามความลึกน้ำ

สืบเนื่องจากการเพิ่มขึ้น-ลดลงของความเร็วเสียงตามความลึกเพราะอิทธิพลของสภาพแวดล้อมในทะเลทำให้เสียงที่ถูกแพร่ออกมาเดินทางตามเส้นทาง ซึ่งในที่นี้กำหนดให้จุดกำเนิดเสียง (source) แพร่คลื่นออกเป็น 3 มุม ซึ่งจะมีเส้นทางต่าง ๆ ตามแบบในรูปที่ 7



รูปที่ 7 *การเดินทางของเสียงจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อม (ความเร็วเสียงเพิ่มขึ้น-ลดลงตามความลึก)*

โดยทั่วไปความเร็วเสียงในน้ำทะเลเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของน้ำทะเล ความเค็มของน้ำทะเล และความลึกของน้ำ โดยความเร็วเสียงเฉลี่ยในน้ำทะเล คำนวณได้จากสมการความเร็วเสียง ซึ่งมีหลากหลายขึ้น

อยู่กับเงื่อนไขของสมการที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมนั้นๆ ในที่นี้จะยกตัวอย่างสมการ Mackenzie ดังนี้

$$C = 1448.96 + 4.591T - 5.304 \times 10\text{-}2\ T2 + 2.374 \times 10\text{-}4T3 + 1.340\ (S - 35) + 1.630 \times 10\text{-}2\ D + 1.675 \times 10\text{-}7\ D2 - 1.025 \times 10\text{-}2\ T\ (S - 35) - 7.139 \times 10\text{-}13\ TD3$$

เมื่อ

C	คือ	ความเร็วเสียงในน้ำทะเล (เมตร/วินาที)
T	คือ	อุณหภูมิน้ำทะเล (°C, เมื่อ $0 < T < 30$°C)
S	คือ	ความเค็มของน้ำทะเล (psu : ส่วนในพันส่วน เมื่อ $30 \leq S \leq 40$)
D	คือ	ความลึกน้ำทะเล (เมตร, เมื่อ $0 \leq D \leq 8{,}000$)

4. ขั้นตอนในการวางแผน

ในการปฏิบัติการทางทหาร จะต้องมีการวางแผนก่อนการปฏิบัติจริง เพื่อนำข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ มาประกอบความเป็นไปได้ในการตัดสินใจของผู้บังคับบัญชา ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้แนวความคิดปฏิบัติการที่เรียกว่า Battlespace on Demand ตามรูปที่ 8 เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนให้ประสบความสำเร็จมากที่สุด โดยจะแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

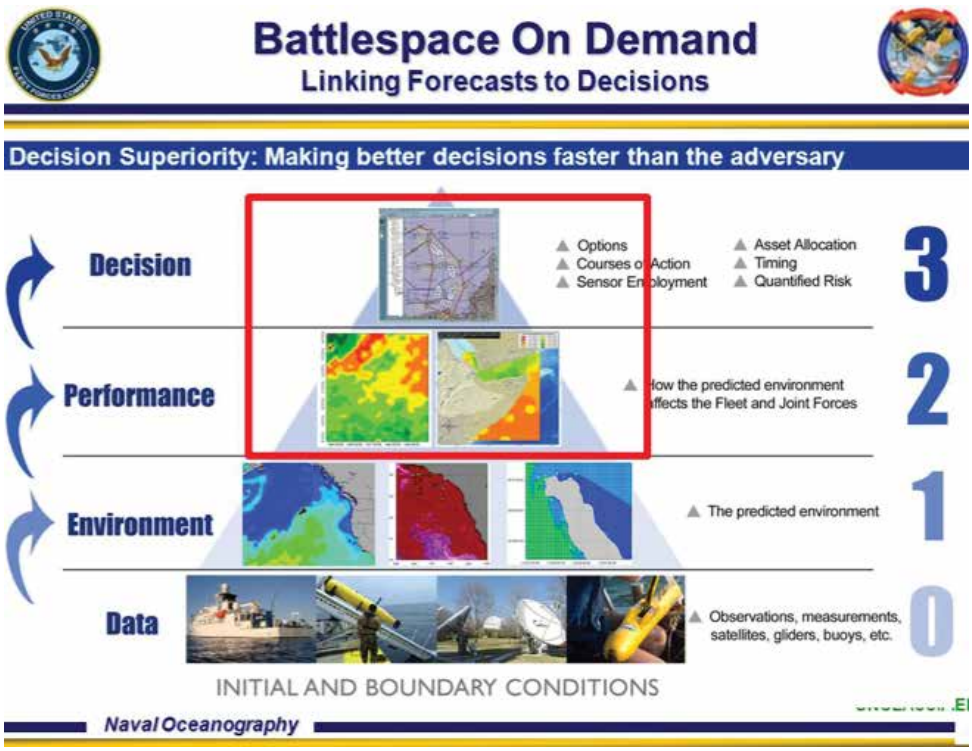
- ขั้นตอนที่ 1 (Tier 0) ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ และข้อมูลที่มีอยู่ ในส่วนที่เกี่ยวข้อง นำมารวบรวมเพื่อวิเคราะห์ในเบื้องต้น ได้แก่ ข้อมูลทางสมุทรศาสตร์ - อุตุนิยมวิทยา ที่มี เป็นต้น

- ขั้นตอนที่ 2 (Tier 1) นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์แล้วนำมาพยากรณ์ในสถานการณ์เงื่อนไขต่าง ๆ ถึงความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอย่างต่อเนื่องโดยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาประมวลผล

- ขั้นตอนที่ 3 (Tier 2) การนำข้อมูลที่ได้จาก Tier 1 มาประกอบการพิจารณาถึงผลกระทบกับยุทโธปกรณ์ที่มีว่าจะเอื้ออำนวย หรือ ลดทอนประสิทธิภาพ ในการปฏิบัติการในสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ในเงื่อนไขและแนวทาง เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด

- ขั้นตอนที่ 4 (Tier 3) การนำข้อมูลที่ได้จาก Tier 2 มาประกอบการพิจารณาสำหรับผู้บังคับบัญชาในการตัดสินใจเลือกแนวทางที่ดีที่สุด เพื่อให้การปฏิบัติการประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย

ในการประเมินประสิทธิภาพโซนาร์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้น อยู่ในขั้นตอนที่ 3 (Tier 2) ด้วยการใช้ข้อมูลทั้งหมดที่มีนำมาวิเคราะห์ และพยากรณ์ความน่าจะเป็นที่ยุทโธปกรณ์ ในที่นี้คือโซนาร์ จะสามารถตรวจจับเป้าหมายได้ดีแค่ไหนตามเงื่อนไขของสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในขั้นการวางแผนก่อนปฏิบัติการจริง อีกทั้งยังสามารถนำไปวิเคราะห์พยากรณ์ประสิทธิภาพของโซนาร์ในพื้นที่ปฏิบัติการจริง ซึ่งจะแม่นยำยิ่งขึ้นเนื่องจากได้มีการตรวจวัดข้อมูลสภาพแวดล้อม ณ เวลา และในพื้นที่ปฏิบัติการจริง

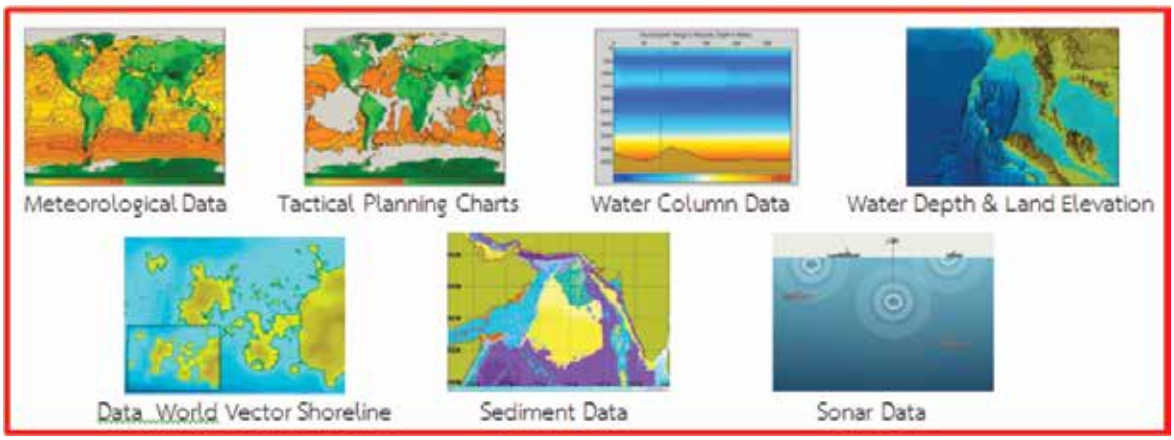


รูปที่ 8 *Battlespace on Demand*

ในปัจจุบัน กองทัพเรือ (กองเรือฟริเกต กองการฝึกกองเรือยุทธการ) มีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์ประสิทธิภาพโซนาร์ ชื่อว่า MOCASIN ซึ่งถูกออกแบบและเขียนโดยวิศวกร-โปรแกรมเมอร์ของประเทศเยอรมันนี และ กรมอุทกศาสตร์ ได้จัดหา โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์ประสิทธิภาพ โซนาร์ ชื่อว่า WADER จากประเทศอังกฤษ ซึ่งออกแบบและเขียนโดยวิศวกร-โปรแกรมเมอร์ซึ่งเป็นอดีตทหารเรือ-เจ้าหน้าที่โซนาร์ของกองทัพเรืออังกฤษ

5. โปรแกรมที่ใช้ประเมินของกรมอุทกศาสตร์ (WADER)

ต่อไปนี้จะเป็นการกล่าวถึงเฉพาะโปรแกรม WADER ได้เริ่มมีมาตั้งแต่ปี 1991 ภายใต้บริษัท Ocean Acoustic Developments จำกัด พัฒนาและออกแบบโปรแกรมโดย John และ Diane Hodgson ในช่วงแรกได้ดำเนินการจัดทำข้อมูลทาง ด้านความลึกพื้นท้องทะเล (Bathymetry) มีจุดประสงค์ทั่วไปคือ เป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการพัฒนาแบบจำลอง (Model) ตัวอย่างการสูญเสียที่เกิดจากการส่งสัญญาน คลื่นเสียง จากนั้นได้มีการพัฒนาและเริ่มนำมาใช้ในกองทัพเรืออังกฤษในปี ค.ศ. 1995 รวมทั้ง แคนาดา บราซิล สเปน



รูปที่ 9 *ข้อมูลที่มีอยู่ในระบบเพื่อนำมาวิเคราะห์คำนวณ*

โปรตุเกส นอรเวย์ เนเธอร์แลนด์ นิวซีแลนด์ ออสเตรเลีย มาเลเซีย และเกาหลีใต้ โดยถูกออกแบบภายใต้ระบบปฏิบัติการ MS-DOS 16-bit code จากนั้นได้ถูกปรับปรุงให้ใช้กับระบบปฏิบัติการ Windows 32-bit อย่างไรก็ตามในปัจจุบันได้พัฒนาให้สามารถใช้กับ Windows 64-bit ได้เช่นกัน รวมทั้งระบบปฏิบัติการ Mac และ LINUX

โปรแกรม WADER ทำงานอะไรบ้าง ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินโซนาร์ โดยทั่วไปแล้วจะสามารถ

- พยากรณ์ระยะการตรวจจับของโซนาร์

- คำนวณค่าความน่าจะเป็นในการตรวจจับเป้าหมายของโซนาร์

- สร้างแบบจำลองของเสียงใต้น้ำ

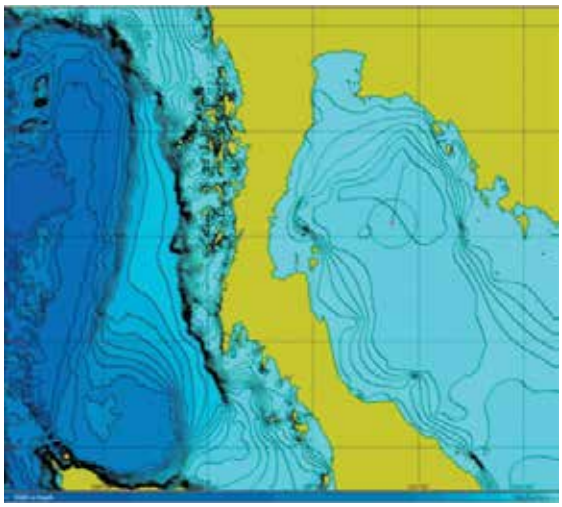
- วิเคราะห์การสูญเสียของสัญญาณขณะที่กำลังแพร่คลื่นออกไป

- ประเมินสภาพแวดล้อมทางสมุทรศาสตร์และอุตุนิยมวิทยา

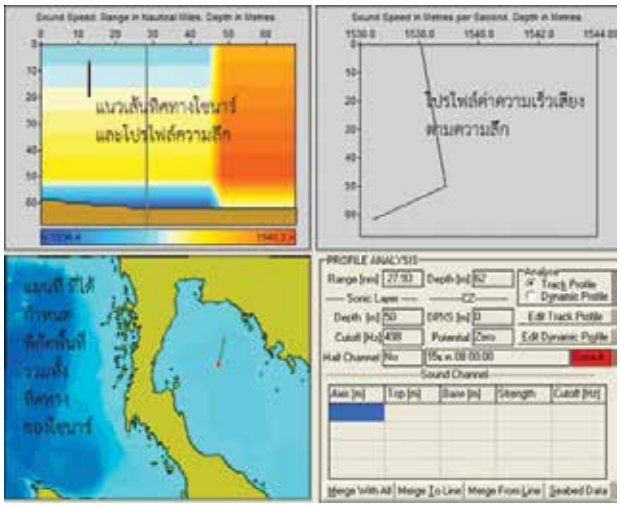
เริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลสภาวะแวดล้อมทางทะเล ตามรูปที่ 9 ประกอบด้วยข้อมูลอุตุนิยมวิทยา แผนที่พื้นผิวและแนวระดับ ข้อมูลทางสมุทรศาสตร์ตามความลึก ข้อมูลความลึกพื้นท้องทะเล-ความสูงแผ่นดิน ข้อมูลเส้นขอบฝั่ง ข้อมูลพื้นท้องทะเล และข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของโซนาร์บางรุ่น

การทำงานของโปรแกรม WADER จากการเลือกพื้นที่-ตำบลที่ ที่จะมีการปฏิบัติการ ซึ่งมีข้อมูลอยู่ในระบบอยู่แล้ว ตามรูปที่ 10 และยังสามารถเพิ่มเติม-แก้ไขจุดที่ต้องการวิเคราะห์ได้

จากนั้นระบบต้องการข้อมูลที่สำคัญ (parameter) เพื่อให้การวิเคราะห์คาดการอย่างแม่นยำ และยังมีขั้นตอนการประมวลวิเคราะห์ข้อมูลทุกตำบลที่เป็นไปโดยอัตโนมัติ จำเป็นต้องนำเข้าฐานข้อมูลโซนาร์ อย่างไร ก็ตามระบบก็มีฐานข้อมูลโซนาร์เป็นไฟล์สำเร็จรูปไว้ให้เลือก ขั้นต่อไปจะเข้าสู่หน้าจอสภาวะแวดล้อมเพื่อใช้ในการตรวจและสามารถแก้ไขข้อได้หากมีข้อมูลที่ตรวจได้จริง ณ เวลานั้น ตามรูปที่ 11

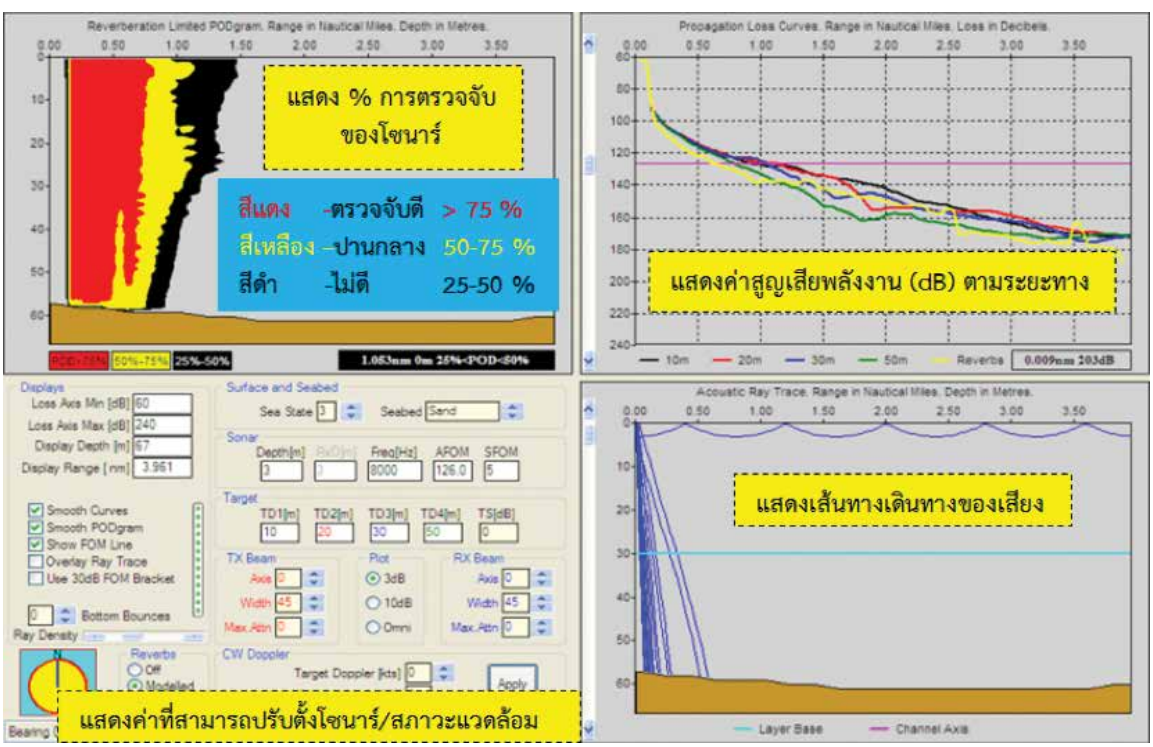


รูปที่ 10 *แผนที่หน้าจอหลักของโปรแกรมที่ได้เลือกพื้นที่ไว้*



รูปที่ 11 *หน้าจอแสดงสภาวะแวดล้อมที่เลือกเส้นทางไว้ตามความลึก*

ขั้นสุดท้ายเป็นการประเมินประสิทธิภาพของโซนาร์ โดยการเข้าไปหน้าจอวิเคราะห์ตามรูปที่ ๑๒



รูปที่ 12 *ผลการวิเคราะห์และการปรับแก้ไขปัจจัย*

จากการทดลองใช้งาน WADER เพื่อประเมินประสิทธิภาพของโซนาร์ในเบื้องต้นจากผู้ใช้งาน ได้แก่ กองเรือฟริเกตที่ 1 กองเรือฟริเกตที่ 2 กองการฝึกกองเรือยุทธการ เป็นต้น พบว่าสะดวกในการใช้งานจากการกำหนดพิกัดบนแผนที่ของโปรแกรมแสดงผลได้ รวมทั้งแสดงผลพยากรณ์ระยะการตรวจจับของโซนาร์ และสามารถคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการตรวจจับเป้าหมายของโซนาร์ สภาพแวดล้อมทางสมุทรศาสตร์และอุตุนิยมวิทยาได้ รวมทั้งแสดงผลการวิเคราะห์การสูญเสียของสัญญาณขณะที่กำลังแพร่คลื่นออกไปได้ เพียงแต่อาจจะมีข้อผิดพลาดบ้าง เนื่องจากสภาพแวดล้อมทางทะเลมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง จำเป็นต้องมีการประเมินซ้ำในพื้นที่ปฏิบัติการจริงก่อนและหลังปฏิบัติการ อีกทั้งข้อมูลในฐานข้อมูลโซนาร์ก็เป็นสิ่งสำคัญหากขาดรายละเอียดบางอย่างอาจทำให้ความแม่นยำในการพยากรณ์ลดลงได้เช่นกัน อย่างไรก็ตามโดยรวมแล้วเป็นโปรแกรมที่มีความสะดวกต่อผู้ใช้งาน และมีฐานข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมให้ในเบื้องต้น ซึ่งผู้ใช้สามารถนำเข้าข้อมูลโดยเฉพาะทางสมุทรศาสตร์ที่มีอยู่ในฐานข้อมูลของกรมอุทกศาสตร์เพิ่มเติมได้เช่นกัน ซึ่งผลการพยากรณ์ที่ได้จะเป็นข้อมูลในการประกอบการพิจารณาและช่วยในการตัดสินใจของผู้บังคับบัญชาเพื่อให้การปฏิบัติการทางเรือประสบผลสำเร็จตามเป้าหมาย

6. บทสรุป

การประเมินประสิทธิภาพของโซนาร์ นั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก คือ ระบบโซนาร์ สภาพแวดล้อมทางทะเล และ ค่าการสะท้อนของเป้าหมาย สิ่งเหล่านี้ล้วนมีอิทธิผลต่อประสิทธิภาพในการตรวจจับของโซนาร์ ฉนั้น การที่จะเพิ่มศักยภาพของการตรวจจับเป้าหมายเพื่อให้ภารกิจประสบความสำเร็จ ย่อมต้องมีการวางแผนการปฏิบัติการอย่างรอบคอบ สูญเสียน้อยและบรรลุเป้าหมายรวดเร็วแม่นยำมากที่สุด จำเป็นต้องนำเทคโนโลยี คือ โปรแกรมประเมินประสิทธิภาพการตรวจจับโซนาร์มาประกอบการวางแผนการล่วงหน้าก่อนปฏิบัติการจริง รวมทั้งอาจนำไปใช้ในขณะที่กำลังจะปฏิบัติการในพื้นที่จริง เพื่อเพิ่มความแม่นยำและความถูกต้องได้มากขึ้น WADER จึงเป็นหนึ่งในโปรแกรมประมวลผลซึ่งมีความเชื่อถือจากการเลือกนำมาใช้งานในปฏิบัติของกองทัพเรือหลากหลายประเทศ ซึ่งเป็นหลักฐานพิสูจน์ได้ระดับหนึ่งว่าเทคโนโลยีนี้จะเป็นโอกาสให้บรรลุเป้าหมายได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] “WADER.”[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://oadltd.com

[2] เรือเอก วิชัย พันธุ์พฤกษ์ (2526). เสียงกับสงครามเรือดำน้ำ, กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ

[3] Robert J. Urick, (1983). Principle of Underwater Sound (3rd Edition) Chapter 10, peninsula Publishing.

[4] ภาพประกอบจาก https://en.wikipedia.org/wiki/Sonar, https://www.quora.com/Why-dont-audible-screw-noises-make-submarines-easier-to-find, https://en.wikipedia.org/wiki/Snell%27s_law, https://www.semanticscholar.org/paper/Underwater-Acoustic-Wireless-Sensor-Networks%3A-and-Climent-S%C3%A1nchez/a12fc0cf5f533c81e02c335a1b195c0b1ba561d9, https://www.matec-conferences.org/articles/matecconf/pdf/2018/69/matecconf_cscc2018_05017.pdf, https://www.hydro-international.com/content/article/battlespace-on-demand