

# การพิจารณาระบบขับเคลื่อนเครื่องพ่นน้ำของกองทัพเรือ

## Water Jet Propulsion System in The Royal Thai Navy

ร.อ. ดร.ชลัมภ์ โสมาภา ร.น.<sup>1</sup>, น.อ.ดร.สมัย ใจอินทร์ ร.น.<sup>2</sup>

กองวิจัยและพัฒนา กรมพัฒนาการช่าง กรมอุทกหารเรือกรุงเทพ

ถ.อรุณอมรินทร์ แขวงศิริราช เขตบางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700

โทร. 0-24754042, 0-24754745 โทรสาร 0-24754041 Email: [chalums@yahoo.co.uk](mailto:chalums@yahoo.co.uk)<sup>1</sup>, [samaij@navy.mi.th](mailto:samaij@navy.mi.th)<sup>2</sup>

Lt. Chalum Somabha BSc.Eng, Ph.D., Capt. Samai Jai-in BSc.Eng, MSc., Ph.D.

Research and Development Division, Bangkok Naval Dockyard

Arun-amarin Rd., Sirirach, Bangkok Noi Bangkok 10700

Tel. 0-24754042, 0-24754745 Fax 0-24754041 Email: [chalums@yahoo.co.uk](mailto:chalums@yahoo.co.uk)<sup>1</sup>, [samaij@navy.mi.th](mailto:samaij@navy.mi.th)<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

ระบบขับเคลื่อนเรือด้วยเครื่องพ่นน้ำ (Water jet) มีข้อดีเหนือกว่าระบบขับเคลื่อนเรือด้วยใบจักรหลายประการ เช่น เรือที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องพ่นน้ำสามารถแล่นในน้ำตื้น (Shallow draft) ได้ดีกว่าเพราะไม่มีส่วนประกอบยื่นออกมาจากท้ายเรือ จึงทำให้ลดแรงต้านทานเรือ (Low ship resistance) ทำให้เกิดความคล่องตัวสูงขึ้น อีกทั้งประสิทธิภาพของเรือไม่ลดลงเมื่อเรือแล่นด้วยความเร็วสูง ปัจจุบันระบบขับเคลื่อนชนิดนี้ใช้ในเรือตรวจการณ์ลำแม่น้ำ (Patrol Boat River หรือ PBR) ของกองทัพเรือ ซึ่งมีหน้าที่หลัก ในการตรวจตรา รักษาความปลอดภัย จับผู้กระทำความผิด เช่น การลักเลียงขนส่งยาเสพติด การลักลอบข้ามพรมแดน เป็นต้น ดังนั้น มีความสำคัญอย่างยิ่งที่ต้องพัฒนาเรือตรวจการณ์ลำน้ำให้มีความเร็วสูงขึ้น

### Abstract

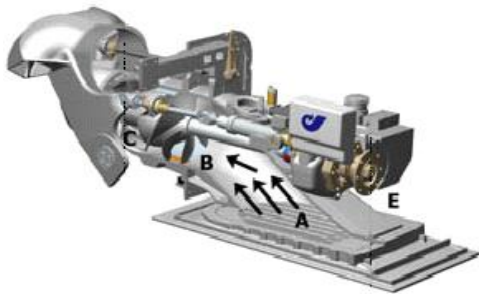
Water jet propulsion system has many advantages over propeller system for example water jet intake flushed with the hull, provides minimal draft in shallow water with the absence of underwater appendages thus resulting in the reduction in hull resistance. Water jets have excellent maneuverability and have higher propulsive efficiencies than propeller systems at medium to high planning speeds. The system has been adapted for the propulsive systems for Naval Patrol Boat for three decades, to maintain the security around the river borders and the coastal provinces.

## บทนำ

ระบบขับเคลื่อนของเรือที่ใช้กันแพร่หลายและเป็นที่ยอมรับกันดีคือระบบการขับเคลื่อนด้วยใบจักรเรือ (Marine Propeller Systems) ซึ่งมีมานานแล้ว และใช้ในเรือเกือบทุกประเภท ตั้งแต่เรือขนาดเล็ก ถึงเรือขนาดใหญ่ เช่นเรือประมง เรือโดยสาร เรือรบ เรือสินค้า เป็นต้น แต่ยังมีระบบขับเคลื่อนอีกชนิดหนึ่งซึ่งยังไม่รู้จักเป็นที่แพร่หลายในประเทศไทย ระบบดังกล่าวเรียกว่า “Water Jet Propulsion” หรือ ที่เรียกเป็นภาษาไทยว่าระบบขับเคลื่อนเครื่องพ่นน้ำ

### 1. หลักการทำงานของ Water Jet [1]

Water Jet คือ Pump ชนิด Mixed Flow ชนิดหนึ่ง ซึ่งจะดูด น้ำจากช่องใต้ท้องเรือเข้าสู่ตัวเรือนปั๊ม แล้วจึงถูกปล่อยออกมาจากทางท้ายเรือ ด้วยความเร็วที่สูงกว่าความเร็วที่ถูกดูดเข้าด้วยความแตกต่างกันของโมเมนตัมของน้ำที่เข้าใต้ท้องเรือ และน้ำที่ถูกปล่อยออกไปทางท้ายเรือ จึงทำให้เกิดแรงผลัก หรือ Thrust ต่อตัวเรือ ทำให้เรือเคลื่อนที่ไปข้างหน้าด้วยความเร็วสูง



รูปที่ 1 เครื่องพ่นน้ำ

Water Jet มีส่วนประกอบหลักๆ คือ 1. Intake Duct (A) 2. Pump Impeller (B) 3. Stator (C) 4. Outlet Nozzle 5. Reverse Gate 6. Deflector

เมื่อ Pump Impeller ได้รับแรงขับจากมอเตอร์ หรือเครื่องยนต์ จะส่งผลให้น้ำถูกดูดเข้ามาทาง Intake Duct ผ่าน Impeller เข้าสู่ Stator ซึ่ง ณ บริเวณนี้ น้ำจะถูกทำให้เกิดแรงดันสูงขึ้น จนมีพลังงานศักย์เต็มที่ แล้วจึงไหลผ่าน เข้าสู่ Outlet Nozzle ที่ท้ายเรือเกิดเป็นพลังงานจลน์ให้เรือขับเคลื่อนไปข้างหน้าด้วยความเร็วสูงได้ สำหรับการลดความเร็วการหยุดเรือ และทำให้เรือเกิดอาการถอยหลังกระทำได้โดยการเคลื่อนตัว Reverse Gate ลงมาขวางทางพ่นน้ำของ Outlet Nozzle ยิ่งลงมาต่ำมาก ก็ยิ่งจะส่งผลเรือเกิดแรงต้านเพิ่มมากขึ้น จนสามารถหยุดเรือและถอยหลังได้ในที่สุด Deflector มีหน้าที่เหมือนกับหางเสือคือเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของเรือ จากการหักเหการไหลของน้ำที่พ่นออกมาจาก Outlet Nozzle



รูปที่ 2 เรือโดยสาร Ferry ใช้ Waterjet ขับเคลื่อน

ขีดความสามารถ ของ Waterjet ในปัจจุบัน	
กำลัง:	สูงสุดถึง 23 เมกะวัตต์
เส้นผ่านศูนย์กลาง Impeller:	สูงสุดถึง 2.8 เมตร
เส้นผ่านศูนย์กลาง Inlet:	สูงสุดถึง 2.1 เมตร
จำนวนรอบ RPM:	2500 rpm
ความเร็วสูงสุด :	70 + น็อต

## 2 คุณสมบัติพิเศษของเครื่อง Waterjet [2]

- Water Jet ไม่มีความจำเป็นต้องมีใบจักรอยู่ใต้ท้องเรือ ทำให้ไม่เกิดการกระทบกับวัตถุใต้น้ำ และลดปัญหาอุบัติเหตุทางน้ำได้ในกรณีที่มีคนอยู่ในบริเวณใกล้ๆ
- สามารถแล่นในน้ำตื้นได้ เนื่องจากตัวเรือกินน้ำตื้นและไม่มีส่วนที่ยื่นออกจากตัวเรือ จึงมีความต้านทานตัวเรือที่ต่ำ
- สามารถบังคับทิศทางได้ทุกอัตราเร็ว การเคลื่อนที่ของเรือเป็นไปอย่างรวดเร็ว และสามารถหยุดการเคลื่อนที่ได้ทันทีที่ต้องการ
- การดูดซับกำลังของตัวเครื่อง Water Jet ไม่มีผลกระทบต่อความเร็วของตัวเรือ
- มีความสิ้นเปลืองน้อยและเกิดสัญญาณเสียงใต้น้ำต่ำ
- สามารถออกแบบระบบขับเคลื่อนได้โดยอิสระจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวเรือ-ใบจักร-แรงบิดเครื่องยนต์ได้

## 3. เทคโนโลยี Water Jet และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างระบบขับเคลื่อน Water Jet และ Propeller จะพบว่าประสิทธิภาพของ Water Jet จะมีค่าสูงขึ้นเมื่อเรือมีความเร็วสูงขึ้นและจะมีค่าน้อยลงเมื่อเรือมีความเร็วลดต่ำลง ทั้งนี้ เมื่อเรือมีความเร็วต่ำ

ค่า Momentum Efficiency จะมีค่าต่ำเช่นกัน เนื่องจากไม่สามารถ Optimize ความแตกต่างความเร็วของของไหลที่ Inlet และ Outlet ได้ ฉะนั้นจะมีความเหมาะสมกว่า ถ้าจะใช้ระบบขับเคลื่อน Water Jet กับเรือที่ปกติใช้กับงานซึ่งต้องการความเร็วที่สูงเกินกว่า 25 น็อต เพราะประสิทธิภาพของ Water Jet จะไม่ลดลงเหมือนกับระบบขับเคลื่อนซึ่งใช้ ใบจักรหรือ Propeller

ปัจจุบันนี้ เทคโนโลยีการนำ Water Jet มาใช้กับเรือเร็วชนิดต่างได้มีขึ้นอย่างแพร่หลาย และกำลังก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในต่างประเทศ เช่น ประเทศออสเตรเลีย และ นิวซีแลนด์ มีการศึกษาแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในส่วนของ Intake Duct ของตัวเรือ Water Jet นั้น มีความสำคัญอย่างมากที่จะต้องออกแบบให้มีการไหลของ Flow ที่มี Turbulence ที่เหมาะสม เพราะ Intake Duct เป็นจุดเริ่มต้นของ Flow ซึ่งจะถูกส่งต่อเข้าสู่ส่วนอื่นของระบบเช่น ตัว Impeller และ Stator จนพ้นสู่ภายนอกผ่าน Exit Nozzle ในที่สุดลักษณะการไหลของ Flow ผ่าน Inlet Duct จึงเป็นตัวแปรตัวหนึ่งที่สำคัญในการกำหนดค่าประสิทธิภาพของระบบขับเคลื่อนและเรือ

มหาวิทยาลัยทาสมานี (University of Tasmania) แห่งประเทศออสเตรเลีย ได้ทำการวิจัยซึ่งเกี่ยวข้องกับเรื่องนี้โดยตรง [3] กล่าวคือ ลักษณะ Non-uniform Flow ที่เกิดขึ้น ณ

ตำแหน่ง Water Jet Intake ก่อให้เกิดผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพของ Jet อีกทั้งยังทำให้เกิดการสั่นสะเทือนจาก Cyclically Varying Loads และ Local Cavitations ณ Impeller และอาจจะส่งผลให้เกิด Fatigue ที่เนื้อโลหะได้เช่นกัน

คณะวิจัยของมหาวิทยาลัยได้เสนอวิธีแก้ไขปัญหาการเกิด Flow Distortion เช่นนี้ โดยการติดตั้ง Vortex Generator ภายใน Intake เพื่อปรับปรุง Flow Uniformity โดยใช้ CFD (Computational Fluid Dynamics) ในการศึกษาวิเคราะห์ตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของ Vortex generator และใช้ Cavitation Tunnel ในการทดลองเพื่อกำหนด Validation

คณะวิจัยที่ Tasmania University เชื่อว่าการติดตั้งอุปกรณ์ชิ้นนี้เข้าไป ณ จุด Intake ของ Water Jet อย่างเหมาะสม เป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของ Water Jet แนวทางหนึ่ง ซึ่งใช้ต้นทุนต่ำ และสามารถลดปัญหาการเกิด Turbulence และ Cavitation ได้ ปกติแล้ว Vortex Generator จะเป็นที่รู้จักมากในงานที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมอากาศยาน เป็นส่วนหนึ่งที่ติดตั้งที่ปีกเครื่องบินเพื่อช่วยให้การไหลของอากาศ มีลักษณะ เป็น uniform มากยิ่งขึ้น ลดการไหลผ่านของอากาศแบบปั่นป่วนหรือ Turbulent flow และช่วยชะลอการเกิด Boundary layer separation ณ Trailing edge

#### 4. เครื่องพ่นน้ำ ที่มีอยู่ในกองทัพเรือ

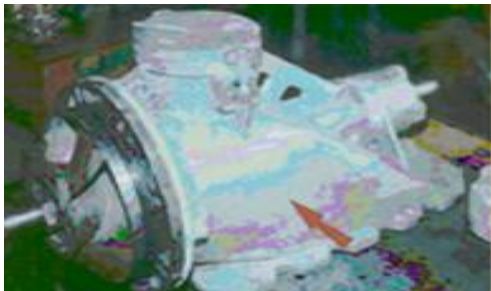
กรมอุทกทหารเรือมีศักยภาพและความสามารถในการผลิตเครื่องพ่นน้ำได้เองแล้ว มาตั้งแต่สมัยหลังสงครามเวียดนาม



รูปที่ 3 โมเดล Water jet

โดยในสมัยนั้นเป็นการผลิตเพื่อเป็นอะไหล่สำหรับส่วนประกอบหลักของเรือตรวจการณ์ลำน้ำ เช่น Intake Duct, Bowler, Nozzle เป็นต้น เพื่อทดแทนส่วนประกอบที่ชำรุด พังเสียหาย โดยไม่ต้องสั่งเข้าจากต่างประเทศ จนเมื่อ พล.ร.อ.อุดมสวัสดิ์ เอกกภูมิ ซึ่งตำแหน่งขณะนั้นคือเจ้ากรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ ได้ทำการวิจัยและสามารถออกแบบจนทำให้กรมอุทกทหารเรือมีศักยภาพที่สามารถผลิตเองได้ทั้งหมด และยังมีคุณภาพดีกว่าของต่างประเทศที่มีอายุการใช้งานเท่ากัน ในขณะที่เครื่องพ่นน้ำของต่างประเทศเป็นแคดไอออน แต่ของเราดัดแปลงทำเป็นอะลูมิเนียมอัลลอยที่มีน้ำหนักเบากว่าประมาณ 1 ใน 3 เท่า ซึ่งมีราคาถูกกว่าเดิมอย่างมีนัยสำคัญ ปัจจุบันนี้ กรมอุทกทหารเรือสามารถผลิตตัวเครื่องพ่นน้ำ รวมถึงอะไหล่และส่วนประกอบต่างๆ ได้ ถึง 90 เปอร์เซ็นต์

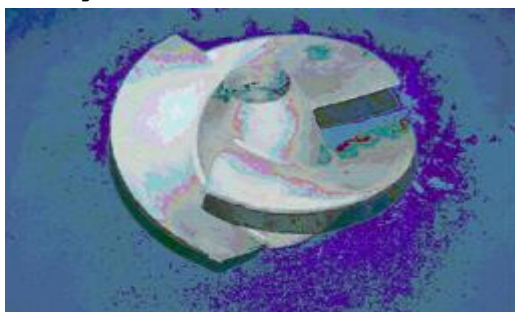
ซึ่งเป็นการช่วยประหยัดงบประมาณของ  
ประเทศได้อย่างมหาศาล



รูปที่ 4 ส่วน Inlet Suction



รูปที่ 5 ส่วน Bowler หรือ Stator



รูปที่ 6 ส่วน Impeller

ปัจจุบันมีการใช้เครื่องพ่นน้ำกับเรือตรวจการณ์  
ลำน้ำในกองทัพเรือรวมทั้งสิ้น 37 ลำ ที่ใช้  
ปฏิบัติการตามลำน้ำโขง จำนวน 28 ลำ หน่วย  
ช่วยเหลือผู้ประสบภัยและหมู่เรือรักษาความ  
ปลอดภัย จำนวน 6 ลำ และหน่วยเฉพาะกิจ 361  
สตูลจำนวน 2 ลำ โดยต้องใช้เครื่องพ่นน้ำ  
ขับเคลื่อนลำละ 2 เครื่อง กองเรือตรวจการณ์  
ลำน้ำมีภารกิจหลักในการป้องกันขัดขวาง  
ทำลายการแทรกซึมและดำเนิน การที่

กระทบกระเทือนต่อผลประโยชน์และอธิปไตย  
ของประเทศตามลำแม่น้ำในอาณาเขต เช่นการ  
ลักลอบเข้าประเทศโดยผิดกฎหมาย และการ  
ลำเลียงขนส่งยาเสพติดตามพรมแดน



รูปที่ 7 เรือตรวจการณ์ลำน้ำ (Patrol Boat River)

5. โครงการวิจัยและพัฒนาสร้างต้นแบบเรือ  
ตรวจการณ์ลำน้ำขนาดเล็กขับเคลื่อนด้วย  
เครื่องพ่นน้ำ

การที่เรือตรวจการณ์ลำน้ำจะปฏิบัติ  
หน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดได้นั้น  
จำเป็นต้องมีเรือที่มีความคล่องตัว มีความเร็ว  
และมีความแน่นอนเชื่อถือได้ สามารถแล่นไป  
ตามแม่น้ำได้อย่างมั่นใจ แต่ในความเป็นจริง  
ปัจจุบัน เรือตรวจการณ์ที่ใช้อยู่ที่กองเรือลำน้ำ  
มีความเร็วลดต่ำลงไปมาก ไม่สามารถแล่นด้วย  
ความเร็วสูงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อต้องแล่น  
ในทิศทางที่ทวนกระแสน้ำ หรือขณะมีลม  
พัดแรง เหล่านี้เกิดด้วยจากสาเหตุเช่นการอู้มน้ำ  
ของตัวเรือ ส่งผลให้ตัวเรือมีน้ำหนักเพิ่มมาก  
ขึ้น ประการที่สองเครื่องยนต์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน  
มีกำลังแรงม้าตกลงไปกว่าเดิมเนื่องจากการใช้  
งานที่ต่อเนื่องเป็นระยะเวลาานานติดต่อกัน อีก  
ทั้งประสิทธิภาพของระบบขับเคลื่อนเครื่องพ่น  
น้ำที่ใช้อยู่ปัจจุบันไม่สูงพอ เพื่อให้ได้ความเร็ว

ที่ต้องการ กองทัพเรือจึงเห็นสมควรให้มีการทำวิจัยเพื่อพัฒนาระบบขับเคลื่อนพ่นน้ำและตัวเรือให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้นกว่าเดิม โครงการนี้มีวัตถุประสงค์หลัก คือการวิจัยและพัฒนาประสิทธิภาพเรือตรวจการณ์ลำน้ำที่ใช้ระบบ ขับเคลื่อนเครื่องพ่นน้ำ (Water Jet) ให้มีความเร็วสูงขึ้นเกินกว่า 30 น็อต การวิจัยในโครงการนี้มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิชา กลศาสตร์ของไหล และงานในสาขาวิศวกรรมต่อเรือ (Naval Architecture) เป็นส่วนใหญ่ การดำเนินการวิจัยมีหลัก คือการศึกษาลักษณะการไหลของของไหลภายในตัวเรือ Water Jet เพื่อศึกษาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพระบบขับเคลื่อนเครื่องพ่นน้ำ และการลดการเกิด Turbulence และ Cavitation ในส่วนของ Intake Duct Outlet Duct Impeller และ Stator โดยกรรมวิธีทางไฟไนท์เอลิเมนต์ (Finite Element) นอกจากนี้จะมีการสร้าง Model และ Cavitation Tunnel เพื่อใช้ในการทดสอบ สำหรับงานที่เกี่ยวข้องกับสาขา วิศวกรรมการต่อเรือ นั้น จะเป็นการพัฒนาปรับปรุงโครงสร้าง รูปทรงตัวเรือให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น และมีน้ำหนักที่เบาลงกว่าเดิม

## 6. สรุป

เรือซึ่งใช้ระบบขับเคลื่อน Water Jet มีข้อดีหลายประการ เช่น สามารถแล่นในน้ำตื้นได้ มีความคล่องตัวสูง สามารถหยุดฉุกเฉินได้ และมีความปลอดภัยสูง มีประสิทธิภาพสูงที่

ความเร็วสูง เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ กองทัพเรือจึงใช้ระบบขับเคลื่อนเรือชนิดนี้ในเรือตรวจการณ์ลำน้ำปฏิบัติหน้าที่อยู่ตามชายฝั่งแม่น้ำ เพื่อดูแลรักษาความปลอดภัยของประเทศ จากการลักลอบกระทำผิดกฎหมาย โครงการวิจัยและพัฒนาสร้างต้นแบบเรือตรวจการณ์ลำน้ำขนาดเล็กขับเคลื่อนด้วยเครื่องพ่นน้ำนี้เมื่อสำเร็จ กองทัพเรือจะมีหน่วยงานที่มีขีดความสามารถในการออกแบบ วิจัย และพัฒนารวมทั้งผลิตเครื่องพ่นน้ำ ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ ครบวงจร กองทัพเรือจะมีเรือตรวจการณ์ลำน้ำมีขีดความสามารถสูงขึ้น และปฏิบัติงานในหน้าที่ได้อย่างเต็มที่ และจะเป็นพื้นฐานในการพัฒนาขีดความสามารถในการผลิตและการวิจัยพัฒนาระบบขับเคลื่อนเครื่องพ่นน้ำเพื่อใช้ในเรือชนิดอื่นซึ่งมีขนาดใหญ่ขึ้นของ ทร. อีกทั้งงานวิจัยและพัฒนาของทร. ในด้านนี้ จะเป็น ประโยชน์ต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมต่อเรือในประเทศได้โดยผ่านการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการร่วมมือทางวิชาการ เพื่อขยายผลในเชิงพาณิชย์ได้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] J.S. Carlton, "Marine Propellers & Propulsion, Butterworth-Heinemann Ltd.1994
- [2] <http://www.hamjet.co.nz/index.cfm/>
- [3] J.L.Roberts, P.A.Brandner, G.J.Walker, "Higher Performance CFD, Optimising Waterjet Intake Performance" School of Engineering, University of Tasmania

