



วารสารโรงเรียนนายเรือ

บทความ

เครื่องฝึกจำลองการเดินเรือ.....น.อ.ไชยวุฒิ นาวีกาญจนะ

การสัมมนา International Seminar for Military Science

ณ โรงเรียนรวมเหล่า ประเทศญี่ปุ่น (ตอนที่ ๒).....น.อ.อภิชาติ ปัญญาภักดิ์วัฒน์

รายงานการวิจัย : เรื่องหลักสูตรการศึกษาโรงเรียนนายเรือ.....น.ท.ผศ.กิตติ กิตติศัพท์

การติดตามและประเมินผลผู้สำเร็จการศึกษา คือ หัวใจสำคัญของ

การประกันคุณภาพการศึกษาโรงเรียนนายเรือ.....น.อ.หญิง ดร.ประอร สุนทรวิภาต

แนวคิดในการใช้วิธีการทางสถิติเพื่อคัดเลือกนักเรียนนายเรือเข้าศึกษา

ในสาขาวิชาต่าง ๆ ของโรงเรียนนายเรือ.....น.อ.หญิง ยุวดี เปรมวิชัย

การทรงตัวขณะเรือเกยตื้น.....น.อ.ผศ.สมศักดิ์ แจ่มแจ้ง

ฟ้าผ่าและการป้องกัน (ตอนที่ ๒).....น.อ.เทอดศักดิ์ แท้เที่ยง

The Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell.....น.อ.สบสุข ลีละบุตร

วารสารโรงเรียนนายเรือ

วารสารโรงเรียนนายเรือ

วัตถุประสงค์

วาระที่ออก

โรงเรียนนายเรือเป็นเจ้าของ

เพื่อเป็นการเผยแพร่ความรู้และวิทยาการ เป็นแหล่งแลกเปลี่ยนความรู้
ระหว่างนักวิชาการ และประชาสัมพันธ์โรงเรียนนายเรือ

เป็นวารสารราย ๓ เดือน

ที่ปรึกษา

พล.ร.ท.พีรศักดิ์ วัชรมูล

พล.ร.ต.เดชา อยู่พรต

พล.ร.ต.นคร ทนวงษ์

พล.ร.ต.ชัยวัฒน์ ศรีอักษรินทร์

คณะผู้จัดทำ

พล.ร.ต.นิรุทธ์

หงส์ประสิทธิ์

บรรณาธิการ

น.อ.หญิง สรพรศรี

สุขสิงห์

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

น.อ.หญิง กาญจนา

พุทธนิมิตต์

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

น.อ.ตร.เศวตนันท์

ประยูรรัตน์

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

น.อ.ศ.มนต์ชัย

กาทอง

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

น.อ.หญิง เกศริน

มาร์ตนะ

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ประจำกองบรรณาธิการ

น.อ.วีระ

แป้นสุขเย็น

น.อ.วุฒิชัย

สายเสถียร

น.อ.สิทธิชัย

ต่างใจ

น.ท.รศ.นเรศ

เพชรนิล

น.ต.ศ.อมรเทพ

แกลวกสิกรรม

น.ต.สุรศักดิ์

ปานเกษม

น.ต.ปิยะ

ลิ้มสกุล

ร.อ.หญิง จิตติมา

จารย์พันธ์

จ.อ.หญิง ยวภา

สุขอุดม

ฝ่ายประสานงานการพิมพ์

น.อ.สำเร็จ มาเกิด

ร.อ.เชิดชาย ครุฑา

ฝ่ายแจกจ่าย

ร.อ.หญิง นวลเพ็ญ กลีบบัว

ผู้ใดประสงค์จะส่งบทความลงในวารสารฉบับนี้ ส่งได้ที่ผู้จัดทำตามที่อยู่ของสำนักงาน

สำนักงาน

โรงเรียนนายเรือ ต.ปากน้ำ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ ๑๐๒๗๐

โทร. ๐๒-๔๗๕-๓๘๘๗, ๐๒-๔๗๕-๓๘๐๖, ๐๒-๔๗๕-๓๙๖๒

ขอคิดเห็นในบทความที่นำลงในวารสารโรงเรียนนายเรือเป็นของผู้เขียน มิใช่ขอคิดเห็นหรือนโยบายของหน่วยงานใด และมีได้ผูกพันต่อทางราชการ การกล่าวถึงคำสั่ง กฎ ระเบียบ เป็นเพียงข่าวสารเบื้องต้นเพื่อประโยชน์แก่การค้นคว้าเท่านั้น

สารบัญ

ISSN 1513-7627 วารสารโรงเรียนนายเรือ ปีที่ ๒ ฉบับที่ ๔ ตุลาคม - ธันวาคม ๒๕๕๕

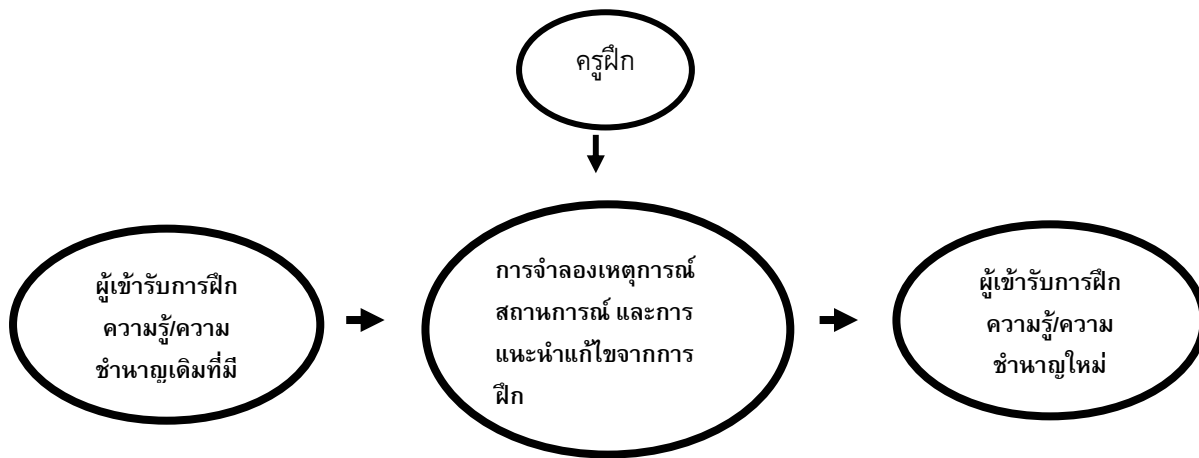
เครื่องฝึกจำลองการเดินเรือ	น.อ.ไชยวุฒิ นาวิกัญจนะ	๑
การสัมมนา International Seminar for Military Science ครั้งที่ ๘		
ณ โรงเรียนรวมเหล่า ประเทศญี่ปุ่น (ตอนที่ ๒)	น.อ.อภิชาติ ปัญญาภิตวิวัฒน์	๗
รายงานการวิจัย : เรื่องหลักสูตรการศึกษาโรงเรียนนายเรือ	น.ท.ยศ.กิตติ กิตติศัพท์	๒๐
การติดตามและประเมินผลผู้สำเร็จการศึกษา คือ หัวใจสำคัญของ		
การประกันคุณภาพการศึกษาโรงเรียนนายเรือ	น.อ.หญิง ดร.ประอร สุนทรวิภาค	๓๐
แนวคิดในการใช้วิธีการทางสถิติเพื่อคัดเลือกนักเรียนนายเรือเข้าศึกษา		
ในสาขาวิชาต่าง ๆ ของโรงเรียนนายเรือ	น.อ.หญิง ยุวดี เปรมวิชัย	๓๖
การทรงตัวขณะเรือเกยตื้น	น.อ.ยศ.สมศักดิ์ แจ่มแจ้ง	๔๐
ฟ้าผ่าและการป้องกัน (ตอนที่ ๒)	น.อ.เทอดศักดิ์ แท้เที่ยง	๕๑
The Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell	น.อ.สบสุข ลีละบุตร	๕๗

จัดพิมพ์โดย ... กองเครื่องช่วยการศึกษา ฝ่ายบริการ โรงเรียนนายเรือ โรงเรียนนายเรือ เจ้าของ
พลเรือตรี นิรุทธ์ หงส์ประสิทธิ์ พิพิธณา นาวาเอก ลำเรียง มาเกิด พุฒิพิมพ์

เครื่องฝึกจำลองการเดินเรือ (Navigational Simulator)

น.อ. ไชยวุฒิ นววิภาญจะ
ผู้อำนวยการกองวิชาการเรือและเดินเรือ

การจำลองเหตุการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อใช้ฝึกหรือใช้สอนนักเรียน เป็นวิธีการเรียนรู้แบบหนึ่ง ที่ช่วยให้นักเรียนหรือผู้ที่ได้เข้ารับการฝึกกับการจำลองเหตุการณ์ดังกล่าว เข้าใจ สามารถนำ ความรู้ที่เรียนทางทฤษฎีรวมทั้งการแนะนำเพิ่มเติม จากครูฝึกมาประยุกต์ใช้แก้ไขปัญหาสถานการณ์ ที่ถูกจำลองขึ้นมาได้อย่างถูกต้องมีเหตุผลเหมาะสมตามหลักวิชาการ ประการหนึ่งการฝึกจำลองเหตุการณ์ อาจใช้เป็นวิธีการฝึกเพื่อมุ่งหวังให้ผู้เข้ารับการฝึก จดจำเพิ่มความชำนาญเกิดความคุ้นเคยก่อนการ ปฏิบัติจริง การจำลองเหตุการณ์ต่าง ๆ สำหรับการฝึกในแต่ละสถานการณ์นั้นมีใช้เกมส์หรือการแข่งขัน เอาชนะกันระหว่าง ผู้ฝึกและครูฝึก แต่เป็นการสร้างเสริมความรู้ ประสบการณ์ ทักษะ ดังนั้นทั้งผู้ฝึก และครูฝึกต้องมีความเข้าใจวัตถุประสงค์ในการฝึกที่ตรงกัน



การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีมีส่วนอย่างมากในการผลักดันให้เกิดการพัฒนา ปรับปรุง การสร้างเครื่องฝึกจำลองเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่สามารถจำลองเหตุการณ์ได้สมจริงเหมือนผู้ฝึก เข้าไปอยู่ในเหตุการณ์นั้น ไม่ใช่เฉพาะส่วนเครื่องฝึกในส่วนของครูฝึกซึ่งเป็นส่วนสำคัญมีการพัฒนาเทคนิค รูปแบบการสอนเพื่อให้สอดคล้องกับเครื่องฝึกที่มีพัฒนาการขึ้นไปเท่านั้น เครื่องฝึกจำลองเหตุการณ์ยัง ถูกออกแบบและสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ฝึกตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ทั้งที่เป็นเครื่องฝึกทางทหารและทาง พลเรือนซึ่งอาจมีลักษณะองค์ประกอบของเครื่องฝึกที่คล้ายคลึงกัน แต่การจำลองสถานการณ์แตกต่างกัน ออกไป เช่น เครื่องฝึกจำลองการบิน (Flight Simulator)

เครื่องฝึกจำลองเรดาร์ (Radar Simulator) เครื่องฝึกจำลองการขับรถบรรทุก (Truck Simulator) เครื่องฝึกจำลองการรบ (Combat /Gunnery Simulator) หรือเครื่องฝึกจำลองการเดินทางเรือ เป็นต้น



สำหรับเครื่องฝึกจำลองการเดินทางเรือ (Navigational Simulator) นั้นเป็นเครื่องฝึกที่มีลักษณะเฉพาะที่สามารถแบ่งชนิดของการฝึกออกเป็น ๒ แบบคือ

การเดินทางเรือ (Navigation) มุ่งหวังให้ผู้เข้ารับการฝึกเข้าใจเรื่องของการเดินทางเรือให้ถูกต้องตามกฎหมาย สามารถหาตำบลที่เรือและรักษาเส้นทางเดินเรือได้ถูกต้อง

การนำเรือ (Shiphandling) มุ่งหวังให้ผู้เข้ารับการฝึกเข้าใจเรื่องของลักษณะอาการของเรือ การลื่น การหัน การใช้ความเร็วและการเปลี่ยนความเร็ว รวมทั้งการนำเรือให้ถูกต้องตามลักษณะอาการของเรือในสภาพปกติ หรือในสภาพที่มีผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น กระแสน้ำ กระแสลม คลื่น และพายุ เป็นต้น

เครื่องฝึกจำลองการเดินทางเรือเป็นเครื่องมือชิ้นหนึ่ง ที่มีส่วนช่วยกิจการพาณิชย์นาวีแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในทะเล โดยช่วยในการป้องกันหรือลดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากการเดินทางเรือที่ไม่มีประสิทธิภาพ ไม่มีความระมัดระวังหรือไม่รอบคอบของผู้นำเรือซึ่งอาจนำไปสู่ความเสียหายใหญ่หลวงได้ในทะเลตามที่หลาย ๆ ท่านคงได้ทราบข่าว นอกจากนี้ปัจจุบันยังมีเครื่องฝึกสำหรับเจ้าหน้าที่บนฝั่ง ในการควบคุมการจราจรทางน้ำที่เรียกว่า Vessel Traffic Service Simulation – VTSS เพื่อช่วยให้การควบคุมการใช้การจราจรทางน้ำให้เหมาะสมกับปริมาณของเรือเดินทะเลที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน มีการวิเคราะห์กลุ่มปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาในทะเลเพื่อหาทางแก้ไขหรือลดปัญหาที่เกิดขึ้น ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อความปลอดภัยของชีวิตทรัพย์สินและเรือในทะเลรวมทั้งรักษาทะเลมหาสมุทรให้มีความสะอาด จากการวิเคราะห์มีอยู่ ๓ ปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา คือ

๑. ปัจจัยจากมนุษย์ (Human factors)
๒. ปัจจัยทางเทคนิค (Technical factors)
๓. ปัจจัยจากสภาพแวดล้อม (Environmental factors)

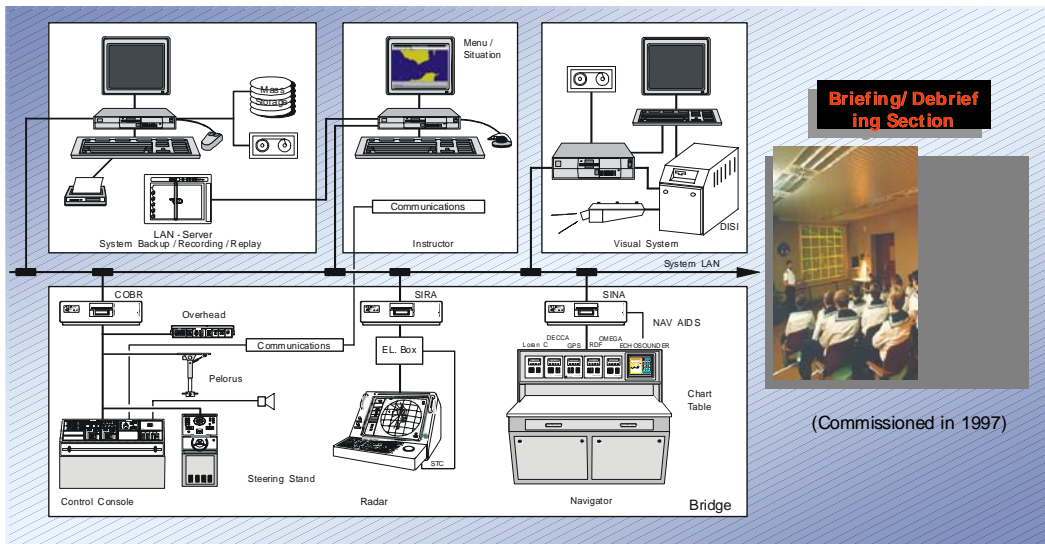
ในที่นี้คงไม่ขอกว่าในรายละเอียด สำหรับปัจจัยจากมนุษย์และทางเทคนิคสามารถแก้ไขให้ลดน้อยลงได้โดยการใช้การฝึกจำลองเหตุการณ์ในสภาพการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในทะเล ด้วยเครื่องฝึกจำลองการเดินทาง และการให้ปัญหาจากครูฝึกที่มีความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์ในการเดินทางมาเป็นอย่างดี

จากความสำคัญดังกล่าวองค์การทางทะเลระหว่างประเทศ (International Maritime Organization – IMO) ได้ให้คำแนะนำประเทศสมาชิกให้ดำเนินการตามอนุสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐานการฝึกอบรมและออกประกาศนียบัตรการเข้ายามสำหรับคนประจำเรือ ค.ศ.๑๙๗๘ แก้ไขเพิ่มเติม ๑๙๙๕, ๑๙๙๗ – STCW ๑๙๗๘ (International Convention on standards of Training, Certification and Watchkeeping for seafarers, 1978 as amended in 1995 and 1997) ดังนั้นการจำลองสถานการณ์การเดินทางโดยใช้เครื่องฝึกจำลองการเดินทาง ครูฝึกและผู้ฝึกจะต้องสามารถปฏิบัติการเดินทางได้ถูกต้องตามกฎหมายการเดินทางสากลและตามมาตรฐานสากลของการฝึก อันได้แก่ การเตรียมการฝึก (Exercise preparation) การปฏิบัติ (Execution) การสังเกต (Monitoring) และการวิจารณ์การฝึก (Debriefing)

แต่เดิมเครื่องฝึกจำลองการเดินทางใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ยุคแรกเริ่มขึ้นหลังสงครามโลกครั้งที่ ๒ ในช่วงปี ค.ศ.๑๙๖๐ เครื่องฝึกที่ใช้เป็นเครื่องพื้นฐานโดยย่อและการฝึกไม่ยุ่งยากซับซ้อน เนื่องจากเครื่องฝึกมีความสามารถเพียงการจำลองในลักษณะแสดงภาพการเคลื่อนที่ของเป้าตามแนวแกนนอนจำลองเพียงการเคลื่อนที่สัมพันธ์ในทางราบบนหน้าจอเรดาร์เท่านั้น จึงมีข้อจำกัดทำการฝึกปัญหาได้น้อยไม่สามารถฝึกการตัดสินใจหรือการสั่งการได้ เป็นเพียงแต่การฝึกคำนวณระยะทางที่เป้าเข้าใกล้หรือจะเข้าชน ไม่สามารถแสดงเป้าที่มีขนาดเล็ก เช่น ทุ่นเครื่องหมายทางเรือและไม่สามารถจำลองเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เหมือนจริงได้ ต่อมาเมื่อยุคสมัยเปลี่ยนไปวิวัฒนาการของเครื่องฝึกจำลองการเดินทางมีการพัฒนาไปอย่างมาก แต่เป็นการพัฒนาเพียงเฉพาะในส่วนของโรงงานผู้ผลิตหรือดำเนินการผลิตตามที่ลูกค้าต้องการเท่านั้นทำให้เกิดช่องว่างของการพัฒนาอย่างจริงจังจนในราวปี ค.ศ.๑๙๘๐ มีการประชุมร่วมกันระหว่างครูฝึกการจำลองการเดินทาง และบริษัทผู้ผลิตเครื่องฝึกจำลองการเดินทาง ที่เมือง Liverpool ประเทศอังกฤษมีการจัดตั้งคณะทำงานครูฝึกการจำลองการเดินทาง (Simulator Teacher's Workshop) เพื่อร่วมกันนำความรู้และประสบการณ์ที่มี มาให้คำแนะนำจัดทำแนวทางการพัฒนาเครื่องฝึกจำลองการเดินทางให้กับบริษัทผู้ผลิต เพื่อให้การผลิตเครื่องฝึกจำลองการเดินทางสามารถพัฒนาไปได้ อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ซึ่งต่อมากลายเป็นการประชุมนานาชาติว่าด้วยการฝึกสอนการจำลองการเดินทาง (The International Navigation Simulator Lectures's Conference – INSLC) มีการประชุมอย่างต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบันนี้

ในราวปี ค.ศ.๑๙๘๒ กรมการขนส่ง อังกฤษ (the United Kingdom Department of Transport - UKDTp) ได้จัดทำเอกสารกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องฝึกจำลองการเดินทางขึ้นนับเป็นการก้าวสู่ยุคที่ ๒ ของเครื่องฝึกจำลองการเดินทาง ซึ่งมีการแยกการพัฒนาแบบ Hardware Software สัมพันธ์

กับพื้นที่การฝึกสภาวะแวดล้อมของการฝึก ได้แก่ กระแสน้ำ กระแสลม และคลื่น เพื่อให้ผู้ฝึกเริ่มมีความรู้สึกที่เหมือนจริงมากที่สุด มีการจัดสถานีสำหรับครูฝึก (Instructor Station) เฉพาะที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกในการสอน การสั่งการ การบ่งชี้ให้กับผู้เข้ารับการฝึก



ในสหรัฐอเมริกา มีความร่วมมือระหว่างวิทยาลัยการเดินเรือพาณิชย์ของรัฐ (Merchant Marine Academies) โดยการสนับสนุนจากภาครัฐ กรมการขนส่งของสหรัฐอเมริกา (U.S. Department of Transportation) ร่วมกันจัดตั้งคณะ The Maritime Academy Simulator Committee – MASC เพื่อการวิจัย และพัฒนามาตรฐานเครื่องฝึกจำลองการเดินเรือ ให้มีมาตรฐานการสอนทั้งในส่วนของครูฝึกและผู้ฝึก ซึ่งได้ลงในรายละเอียดอย่างมากเพื่อให้ได้มาตรฐานตามที่องค์การทางทะเลระหว่างประเทศกำหนดไว้ในอนุสัญญา STCW ตามที่กล่าวมาในเบื้องต้น จึงเห็นว่าเครื่องฝึกจำลองการเดินเรือ นั้น เป็นเครื่องมือในการสอนที่นานาชาติทั่วโลกให้ความสำคัญ

โรงเรียนนายเรือ ซึ่งเป็นสถาบันการศึกษาผลิตนายทหารสัญญาบัตรที่ต้องไปปฏิบัติงานบนเรือให้กับกองทัพเรือ ได้จัดหาเครื่องฝึกจำลองการเดินเรือมาใช้ฝึกทดแทนหรือเพิ่มเติมการฝึกในทะเล ตั้งแต่ปี พ.ศ.๒๕๓๖ โดยจัดซื้อเครื่องฝึกจำลองการเดินเรือและเครื่องวิจารณ์การฝึก (DEBRIEF) จากบริษัท STN ATLAS ELECTRONIK GMBH ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน ทำการติดตั้งและดำเนินการใช้ฝึกนักเรียนนายเรือตั้งแต่ปี พ.ศ.๒๕๓๘ เป็นต้นมา เครื่องฝึกประกอบด้วยอุปกรณ์พื้นฐาน ซึ่งแบ่งออกเป็น ๕ ส่วนใหญ่ ๆ และส่วนประกอบย่อย ดังนี้คือ

๑. ระบบเครือข่าย (LAN Server System) อุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องฝึกเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเป็นระบบ Ethernet โดย Server จะทำหน้าที่เก็บข้อมูลของระบบการฝึกทั้งหมด

๒. สถานีครูฝึก (Instructor Station) เป็นส่วนที่ครูฝึกใช้ในการวางแผนและควบคุมการฝึก โดยครูฝึกสามารถเลือกพื้นที่การฝึก ประเภทของเรือ (ซึ่งมี ๗ ประเภท เช่น เรือคอร์เวต เรือฟริเกต

เรือกวาดทุ่นระเบิด ฯลฯ) ในขณะที่ทำการฝึก ครูฝึกสามารถควบคุมระบบต่าง ๆ ของเรือ ตลอดจนสามารถจำลองสถานการณ์และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น คลื่น ลม หมอก เวลากลางวันและ กลางคืนได้ เป็นต้น

๓. ระบบแสดงภาพ (Visual System) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เป็น Image Generator คือสร้างภาพ Graphic ที่จะใช้ในการฝึก สัมพันธ์กับพื้นที่การฝึกโดยจะรับข้อมูลจาก Server และส่งข้อมูลภาพ (Video) ไปแสดงบนจอภาพ ซึ่งมองเห็นได้ในแนวระนาบ (Horizontal) เป็นมุม ๒๔๐ องศา นับจากหัวเรือไปทางกราบขวาและกราบซ้ายข้างละ ๑๒๐ องศา โดยใช้เครื่องฉาย (Projector) จำนวน ๘ ตัว

๔. สะพานเดินเรือ (Bridge Compartment) ในส่วนนี้จะจำลองแบบของสะพานเดินเรือ และติดตั้งเครื่องมือเดินเรือต่าง ๆ ครบถ้วนเหมือนกับสะพานเดินเรือจริง ซึ่งในส่วนนี้ยังแบ่งออกเป็น ๓ ส่วนย่อย คือ

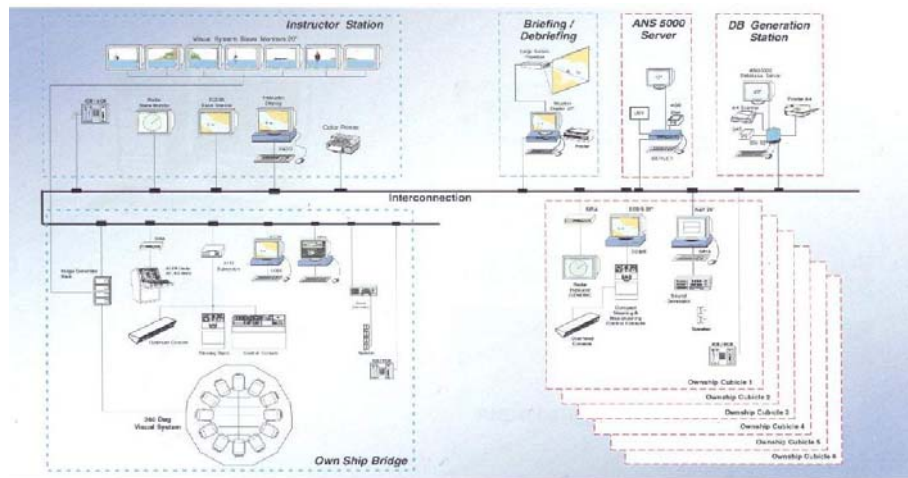
๔.๑ ส่วนควบคุมสะพานเดินเรือ (Control Bridge – COBRA) ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ คือ

เครื่องถือท้าย (Steering Stand) ประกอบด้วยส่วนควบคุมระบบหางเสือแบบต่าง ๆ ซึ่งสามารถเลือกวิธีการบังคับหางเสือได้ ๓ วิธี คือ Follow - Up , Non Follow - Up และ Auto ส่วนควบคุมทั่วไปบนสะพานเดินเรือ (Bridge Console) ได้แก่ เครื่องสั่งจักร เครื่องสมอ ระบบสัญญาณหยุด ระบบแจ้งเตือนเหตุขัดข้อง อุปกรณ์การสื่อสาร ระบบสัญญาณไฟเดินเรือ ฯลฯ ส่วนแสดงผลเพื่อช่วยในการนำเรือ (Overhead Panel) ได้แก่ คำมুমหางเสือ ทิศหัวเรือ ความเร็วและทิศทางลม เวลาและความลึก ฯลฯ

๔.๒ Simulation Radar (SIRA) ทำหน้าที่แสดงสถานะของเป้าที่จะปรากฏบนจอเรดาร์ ให้สัมพันธ์กับพื้นที่การฝึกรวมทั้งข้อมูลของเป้า

๔.๓ Simulation Navigation (SINA) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานและแสดงสถานะของเครื่องช่วยการเดินเรือ เช่น LORAN , DECCA , OMEGA , GPS , เครื่องหยั่งน้ำ โดยสัมพันธ์กับตำบลที่เรือในพื้นที่การฝึก

๕. เครื่องวิจารณ์การฝึก (DEBRIEF) ทำหน้าที่นำข้อมูลพื้นที่ทำการฝึกต่าง ๆ มาแสดงบนจอภาพ เพื่อให้ครูฝึกหรือผู้ควบคุมการฝึกแนะนำชี้แจงก่อนหรือหลังการฝึก



รูปแบบระบบเครื่องฝึกจำลองที่จะปรับปรุงใหม่

ปัจจุบันเครื่องฝึกที่โรงเรียนนายเรือมีใช้งานอยู่ยังคงสามารถใช้ฝึกได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามเนื่องจากอุปกรณ์ของเครื่องฝึกใช้งานมาเป็นเวลานาน อุปกรณ์ต่าง ๆ ย่อมเสื่อมสภาพไปตามกาลเวลาและอายุการใช้งาน อีกประการหนึ่งอุปกรณ์ Computer เป็นวิวัฒนาการในยุคนั้นปี ค.ศ.๑๙๙๐ ซึ่งระบบ Computer ในยุคนั้นกับปัจจุบันแตกต่างกัน โดยเฉพาะในเรื่องของ Software ที่ได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วจนสามารถเรียนแบบสถานการณ์ได้เหมือนจริง ดังนั้นแนวทางการปรับปรุงเครื่องฝึกในยุคต่อไป คงต้องเป็นการปรับปรุงทั้งส่วนของ Hardware และ Software ที่ต้องสามารถตอบสนองต่อกันได้ สามารถขยายขีดความสามารถในการรับโปรแกรมการฝึกสมัยใหม่ที่สามารถจำลองสถานการณ์การฝึกและพื้นที่การฝึกหลากหลายพื้นที่ทั่วโลก หรืออาจสามารถสร้างพื้นที่ฝึกใหม่ขึ้นมาเองได้ ต้องสามารถทำการฝึกในระบบ Electronic Display Information System – ECDIS และสามารถเชื่อมต่อกับระบบสมัยใหม่ที่จะตามมาได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

๑. W.R.Douglas. **Simulation – The Didactic Approach** . Ninth International Navigation Simulator Lecturers ‘ Conference, 1996
๒. A.Redfern . **Validation in Simulation – Post STCW 95** . Ninth International Navigation Simulator Lecturers ‘ Conference, 1996
๓. STN ATLAS Elektronik . **Maritime Simulation** . STN ATLAS Elektronik GmbH
๔. กองวิชาการเรือและเดินเรือ เครื่องฝึกจำลองการเดินเรือ กองวิชาการเรือและเดินเรือ ฝายศึกษาโรงเรียนนายเรือ , พ.ศ.๒๕๔๐

การสัมมนา

International Seminar for Military Science ครั้งที่ ๘

ณ โรงเรียนรวมเหล่า ประเทศญี่ปุ่น (ตอนที่ ๒)

น.อ.อภิชาติ ปัญญาภักดีวัฒน์

จากตอนที่แล้วผู้เขียนได้เกริ่นนำความเป็นมาของหัวข้อสัมมนามาแล้ว ต่อไปนี้จะเขียนต่อถึงรายละเอียดและข้อคิดเห็นของนายทหารแต่ละประเทศที่เข้าร่วมสัมมนาว่าเขามีความคิดเห็นกันอย่างไร เชิญติดตามเลยครับ....

โดยทั่วไปการเรียนวิชาด้านศิลปศาสตร์นั้นวิชาต่าง ๆ มักสอนให้แก่นักศึกษาที่เริ่มเข้าเรียนในมหาวิทยาลัย ตั้งแต่ชั้นปีที่ ๑ ทั้งนี้เพื่อเป็นการปูพื้นฐานความรู้ทั่วไป หลังจากนั้นปีต่อ ๆ มาในชั้นที่สูงขึ้น นักศึกษาจะเรียนเจาะลึกในวิชาชีพเฉพาะมากขึ้น จะชอบหรือไม่ก็ตาม นักศึกษาของญี่ปุ่นก็ต้องเรียนในลักษณะนี้อย่างต่อเนื่อง ในช่วงเวลาเดียวกัน นักเรียนทหารที่เรียนที่โรงเรียนรวมเหล่าญี่ปุ่น ก็ต้องเรียนวิชาสาขาศิลปศาสตร์ หลาก ๆ วิชาให้มีความรอบรู้และลึกซึ้งเป็นพื้นฐานก่อนที่จะเรียนวิชาเฉพาะทางด้านวิชาชีพ และวิชาเอก ในสาขานั้น ๆ สูงขึ้นไปตามลำดับ

นักเรียนรวมเหล่าญี่ปุ่นปีที่ ๑ ต้องศึกษาวิชาประวัติศาสตร์ชาติตะวันออกและประวัติศาสตร์ตะวันตก มีการสอนในลักษณะเช่นนี้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นเวลาถึง ๒๐ ปี และนักเรียนรวมเหล่าญี่ปุ่นจะเลือกเรียนวิชาหลัก ๆ ที่เน้นหนักก็ได้แก่ วิชาฟิสิกส์ และวิศวกรรมศาสตร์เป็นส่วนใหญ่ จากระบบการเรียนแบบนี้ครูอาจารย์ที่สอนในโรงเรียนรวมเหล่าญี่ปุ่นสังเกตพบว่า ๘๕ เปอร์เซ็นต์ของนักเรียนรวมเหล่าทั้งหมดจาก ๔ ชั้น พวกเขาเหล่านั้นขาดความรู้เบื้องต้นหรือความรู้ทั่วไปหลาย ๆ วิชาซึ่งไม่ได้เรียนในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมาก่อน

การสอบเข้ามหาวิทยาลัยต่าง ๆ ในประเทศญี่ปุ่นมักมีการแข่งขันกันสูงมาก แต่อย่างไรก็ตาม จำนวนผู้เข้าสมัครสอบและปริมาณทั้งหมดที่เข้าสอบแข่งขันกลับมีปริมาณลดน้อยลง ทำไม่ถึงเป็นเช่นนั้น สาเหตุใหญ่เป็นเพราะแนวโน้มการสอบเข้าเรียนในสาขาศิลปศาสตร์มีผู้ให้ความสนใจน้อยลง นักศึกษาส่วนใหญ่สนใจแต่จะเรียนในสาขาวิชาฟิสิกส์ และวิศวกรรมเป็นส่วนใหญ่เท่านั้น

ครูและอาจารย์ทุกท่านในประเทศญี่ปุ่นสามารถพูดได้เป็นเสียงเดียวกันว่านักเรียนมักจะเรียนวิชาต่าง ๆ เกี่ยวกับประวัติศาสตร์ในช่วงที่เรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลายและระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แต่การเรียนเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ในระดับการศึกษาสูงขึ้นจากนั้นมีการเรียนการสอนกันน้อยมาก

ปัจจุบันคนรุ่นใหม่มักละเลยวัฒนธรรมและขนบธรรมเนียมประเพณีอันดีงามของชาติดั้งเดิมจนเกือบหมดสิ้น เขามักสนุกสนานเพลิดเพลินกับสิ่งฟุ่มเฟือย ความสะดวกสบายและเทคโนโลยีสมัยใหม่ หลังจากที่เศรษฐกิจของประเทศเจริญเติบโตเต็มที่ แนวโน้มของการที่คนรุ่นใหม่จะจดจำและหันมาใส่ใจกับคุณค่าอันดีงามของประเทศอันดีงามอันดีของชนชาติตนในอดีตนั้นแทบเป็นไปไม่ได้ในประเทศญี่ปุ่นขณะนี้ เด็กหรือคนญี่ปุ่นรุ่นใหม่มีความคิดที่เป็นลบหรือมักคิดว่าการเรียนประวัติศาสตร์ของชาติมักน่าเบื่อหน่ายและไม่มีอะไรที่น่าสนใจแล้ว เขาเหล่านั้นลืมนึกไปว่าหากไม่สนใจเรียนประวัติศาสตร์หรือความเป็นมาของอดีต เราก็คงจะไม่เข้าใจและอาจจะพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในปัจจุบันไปในทิศทางที่ผิด ๆ และเราอาจต้องเสียเวลากลับมาศึกษาอดีตอีก มันยิ่งกลับจะเสียเวลามากมายกว่าจะฟื้นฟูสิ่งดีงามของประเทศชาติให้ดีขึ้นเหมือนเดิม จากแนวความคิดของคนรุ่นใหม่เปลี่ยนแปลงไปครอบครัวยุคใหม่ก็เปลี่ยนไปกับความก้าวหน้าแบบใหม่เช่นเดียวกัน คนรุ่นใหม่มักเสียเวลาไปกับสิ่งใหม่ๆ กับสิ่งที่เป็นนวัตกรรมใหม่ๆ ทุกคนจะมุ่งแต่ศึกษาความรู้เทคโนโลยีสมัยใหม่แทบทุกด้าน เขาเลยลืมหือละเลยความเอาใจใส่ความรักความอบอุ่นที่ต้องสร้างร่วมกันในครอบครัว คนรุ่นใหม่ของญี่ปุ่นมักไม่อาศัยอยู่กันเป็นครอบครัวใหญ่หรืออาศัยอยู่กับพ่อแม่ญาติพี่น้องที่บ้านอันอบอุ่น ซึ่งประเด็นนี้เป็นศิลปะและเป็นศาสตร์ที่ผู้มีความรู้และประสบการณ์มาก่อนกำลังช่วยกันแก้ไขและป้องกันมิให้คนรุ่นใหม่ทำลายวัฒนธรรมที่ดีงามเหล่านี้จนสูญสิ้นไป ที่โรงเรียนรวมเหล่าญี่ปุ่นก็เป็นตัวอย่างหนึ่งของเยาวชนรุ่นใหม่เช่นกัน จากการสอบถามนักเรียนรวมเหล่าทั้งหมดปรากฏว่ามีอยู่เพียง ๒ - ๓ คนเท่านั้นที่รู้จักชื่อของ ปู่ ยา ตา ยาย พ่อแม่พี่น้องในครอบครัว ส่วนที่เหลือจำนวนมากเหลือเกินไม่ทราบชื่อบรรพบุรุษของเขาเหล่านั้นเลย และที่หนักไปกว่านั้นบางคนบางกลุ่มยังจำไม่ได้เลยว่าเคยพบกับปู่ ยา ตา ยาย มาก่อนหรือไม่

ตัวอย่างของสังคมในประเทศญี่ปุ่นในปัจจุบันมีนักเรียนรวมเหล่า ๒ - ๓ คนที่รู้จักชื่อของบรรพบุรุษได้เป็นอย่างดี และก็มีอีกเช่นกันจำนวนนักเรียนรวมเหล่า ๑ คนใน ๑๐๐ คนจะรู้จักชื่อและมีความใกล้ชิดกับบรรพบุรุษ สำหรับเรื่องในลักษณะเช่นนี้ หากนักเรียนคิดว่ามันเป็นเรื่องที่แปลกประหลาดแตกต่างกันราวกับฟ้ากับดินทีเดียว ที่พวกเขาจะมองถึงประวัติศาสตร์หรือนึกถึงอดีตที่ผ่านมา สามารถสัมผัสกับอดีตได้เมื่อเรารุ่นคิดเกี่ยวกับเรื่องอายุของเราหรืออายุของพ่อ แม่ ปู่ ยา ตา ยาย ที่ท่านยังคงมีชีวิตอยู่ และในไม่ช้าต่อไป พวกเราก็อาจจะ เป็น ปู่ ยา ตา ยาย ให้กับอนุชนหรือลูกหลานได้ต่อไป แต่อย่างไรก็ตาม การที่จะให้สภาพครอบครัวมีความใกล้ชิดอบอุ่นเช่นในอดีต มันเป็นเรื่องยากเย็นแสนเข็ญทีเดียว ในประเทศญี่ปุ่น ณ วันนี้ มีประโยคหนึ่งซึ่งน่าสนใจมาก ท่านอาจนำมันไปเป็นเครื่องเตือนใจให้พวกเราได้ยังคิดกัน จากประโยคดังต่อไปนี้ผู้เขียนไม่ต้องแปลนะครับ อยากให้จดจำกันเอง "If we can not feel the past, we can not feel the passion to study the past. Then, we can not recognize the continuity from the past to the present."



รูปที่ ๑ ผู้เขียนท่ามกลางนักเรียนรวมเหล่าแต่ละเหล่าของประเทศไทยในโรงเรียนรวมเหล่าประเทศญี่ปุ่น

รูปที่ ๒ ผู้เขียนในขณะที่ไปร่วมสัมมนาได้มีโอกาสพบกับนายทหารไทยทั้งกองทัพบกและกองทัพอากาศที่ไปศึกษาในระดับปริญญาโท และปริญญาเอก ณ โรงเรียนรวมเหล่าประเทศญี่ปุ่น

จากข้อความตอนต้น ๆ ที่กล่าวมานี้ พวกเราทุกคนไม่สามารถที่จะไปตำหนักศึกษาหรือนักเรียนรวมเหล่าได้เลย เหตุผลประการหนึ่งที่ตอบได้ว่าทำไมนักเรียนรวมเหล่าหรือนักศึกษาเหล่านั้นไม่ได้แสดงความสนใจในการศึกษาวิชาประวัติศาสตร์ของชาติตน ก็เพราะเนื้อหาที่เรียนในห้องเรียนมันเป็นเพียงเสี้ยวหนึ่งหรือส่วนหนึ่งของอดีตที่ผ่านมาแล้วเท่านั้นไม่น่าสนใจไม่ตื่นเต้น และใน ขณะเดียวกันพวกเราซึ่งเป็นผู้อาวุโส บางครั้งก็ไม่ได้สัมผัสกับ สิ่งทันสมัยและประสบการณ์สิ่งมหัศจรรย์ในวันนี้ แถมสิ่งใหม่ ๆ ในปัจจุบันก็คือสภาพที่เป็นจริงของเหตุการณ์ทุกสิ่งซึ่งเรากำลังเผชิญอยู่ ณ ที่นี้เอง

อาจารย์หลาย ๆ ท่านที่ได้สอนวิชาประวัติศาสตร์ในประเทศญี่ปุ่นซึ่งเป็นผู้วางรากฐานและเป็นหลักในการวางนโยบายการเรียนการสอนทางด้านอักษรศาสตร์นั้นมีแนวความคิดที่จะพุ่งเป้าหมายของการสอนวิชาประวัติศาสตร์ต่าง ๆ ไปในยุคใดที่จะเหมาะสมระหว่างประวัติศาสตร์ยุคกลางหรือประวัติศาสตร์ยุคใหม่ ซึ่งเป็นสากล ด้วยเหตุที่ว่าลักษณะเฉพาะหรือธรรมชาติในการศึกษาวิชาการชนิดต่าง ๆ มักได้รับอิทธิพลมาจากการศึกษาประวัติศาสตร์ต่าง ๆ เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้น หากอาจารย์ที่จบการศึกษามาจากคณะอักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยที่มีชื่อเสียงในประเทศญี่ปุ่น ส่วนใหญ่ก็จะมุ่งเน้นสอนนักเรียนนักศึกษาให้มีความรู้ทางประวัติศาสตร์ยุคกลางหรือไม่ก็จะสอนยุคใหม่ ทั้งนี้เพื่อที่จะเกิดประโยชน์กับตัวผู้เรียนและอาจารย์ที่สอนด้วย โดยประโยชน์ที่จะได้รับระหว่างครูกับนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ซึ่งกันและกัน และสามารถเชื่อมโยงระหว่างประวัติศาสตร์เก่าแก่ดั้งเดิมเพื่อเชื่อมต่อกับปัจจุบันที่กำลังพบเห็นอยู่ จะทำให้นักเรียนทราบว่าเหตุที่เกิดขึ้นในปัจจุบันนั้นมีสาเหตุความเป็นมาอย่างไร และในขณะเดียวกันอาจารย์สอนประวัติศาสตร์ก็ไม่ได้ ล้าสมัย โดยสอนแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งเหมาะสมและเป็นประโยชน์แก่ผู้ศึกษาโดยแท้จริง ดังนั้น นักเรียนนักศึกษาที่กำลังศึกษาในวิชาเอกเกี่ยวกับการศึกษาประวัติศาสตร์โดยตรงจะได้รับประโยชน์อย่างสูงสุดทั้งด้านรากฐานที่เป็นประวัติศาสตร์ความเป็นมา และเรียนรู้ถึงในช่วงยุคกลาง ๆ ตลอดจนประวัติศาสตร์ ยุคใหม่ แต่อย่างไรก็ตามสำหรับนักศึกษาผู้ซึ่งกำลังติดตามหรือศึกษาทางด้านการเรียนสาขาฟิสิกส์หรือ ทางวิศวกรรมต่าง ๆ ครูผู้สอนก็ควรตระหนักและระมัดระวังการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการของนักศึกษาที่จะสามารถประยุกต์และดัดแปลงให้สอดคล้องกับวิถีชีวิตในปัจจุบันและจะเกิดประโยชน์สูงสุดแก่นักศึกษาเหล่านั้นด้วย

มีสิ่งหนึ่งซึ่งมีความสำคัญหรือเป็นเหตุผลที่สำคัญประการหนึ่งว่าทำไมเนื้อหาสาระที่บรรจุในวิชาประวัติศาสตร์ไม่สามารถที่จะยกระดับให้เป็นที่น่าสนใจในยุคปัจจุบันนี้แก่นักเรียนนักศึกษาโดยทั่วไป เราต้องยอมรับความจริงในเรื่องนี้เนื่องจากเราไม่สามารถสร้างสรรค์หรือนำเอาสิ่งที่มีคุณค่าที่เป็นประโยชน์จากการศึกษาประวัติศาสตร์ต่าง ๆ ของญี่ปุ่นมาใช้กับในยุคปัจจุบัน สาเหตุเพราะเราพ่ายแพ้ในสมัยสงครามโลกครั้งที่สอง นั่นเองเป็นจุดหนึ่งที่ทำให้การศึกษาประวัติศาสตร์ไม่ได้รับความสนใจอย่างแท้จริง

ปีที่ ๒ ฉบับที่ ๔



ตุลาคม - ธันวาคม ๒๕๔๕

๑๑

รูปที่ ๓ งานเลี้ยงสังสรรค์พิธีปิดการสัมมนา ซึ่งผู้บัญชาการโรงเรียนรวมเหล่าญี่ปุ่นคนใส่ชุดด้านซ้ายมือของภาพ
ใกล้กับผู้เขียน

รูปที่ ๔ ผู้บัญชาการโรงเรียนรวมเหล่าญี่ปุ่นมอบประกาศนียบัตรให้แก่ทายาทแต่ละประเทศที่เข้าร่วมสัมมนา
ในครั้งนี้

ในประเทศญี่ปุ่นมีการถกแถลงหรือหาบทสรุปเกี่ยวกับสงครามโลกครั้งที่ ๒ โดยมีหลายท่านตั้งประเด็นว่าสงครามโลกครั้งที่ ๒ เป็นสงครามแห่งความโหดร้ายรุนแรงใช่หรือไม่ และทำไมภาพลักษณ์ของสงครามโลกครั้งที่ ๒ จึงเป็นภาพที่แสดงออกถึงความแตกต่างราวฟ้ากับดิน ระหว่างประวัติศาสตร์สงครามโลกครั้งนั้นกับการปรับปรุงสภาพของประเทศไทยให้มีความทันสมัยและเป็นประชาธิปไตยมากขึ้นตั้งแต่ พ.ศ.๒๔๑๐ เป็นต้นมา ประเทศต่าง ๆ เพื่อนบ้านรอบ ๆ ประเทศญี่ปุ่นอาจมองว่าประเทศญี่ปุ่นเป็นชนชาติที่ไม่ดีถ้ามองในแง่ของความโหดร้ายที่เกิดขึ้น แต่ถ้ามองในแง่ที่ให้ความบริสุทธิ์ยุติธรรมกับประเทศญี่ปุ่นแล้ว บางทีอาจจะได้พบคำตอบว่ามันไม่สามารถหลีกเลี่ยงไปสู่วิธีการอื่น ๆ ได้ จึงทำให้เกิดสงครามในลักษณะเช่นนั้น ดังนั้น ถ้าเราทุกคนทุกประเทศหันมามองในสิ่งดี ๆ ทุก ๆ ท่านอาจได้ความเป็นจริงที่ถูกต้องไม่เอียงฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งก็ได้ นี่คือข้อคิดเห็นของประชาชนและผู้มีความรู้ทางด้านวิชาประวัติศาสตร์ญี่ปุ่นให้ความคิดเห็นในลักษณะเช่นนี้

ความแตกต่างอย่างสุดขั้วในคุณค่าของสงครามโลกครั้งที่ ๒ ที่เกิดขึ้น ทั้งภาพพจน์ที่ไม่ดีและภาพพจน์ที่มองอย่างให้ความยุติธรรมทุกฝ่ายมีประเด็นที่หลาย ๆ คนอาจสังเกตอย่างลึกซึ้งจะพบว่าสิ่งดีที่พิมพ์ทุกแขนงไม่ว่าหนังสือหรือเอกสารใด ๆ ก็ตาม จะระบุถึงภาพพจน์ที่ไม่ดีของกองกำลังป้องกันประเทศของญี่ปุ่นว่าเป็นตัวการที่ก่อให้เกิดสงครามแห่งความรุนแรงทั้งหมด

เมื่อประเทศญี่ปุ่นได้ทบทวนการปฏิบัติหรือการทำสงครามในสมัยสงครามโลกครั้งที่ ๒ ที่ผ่านมาแล้ว ประชาชนชาวญี่ปุ่นทั่วประเทศต้องมีความขยันขันแข็งมากยิ่งขึ้นเพื่อทดแทนความเสียหาย และสูญเสียทุกอย่างหลังสงครามโลกครั้งที่ ๒ ถึงแม้เศรษฐกิจของประเทศได้รุดหน้าไปอย่างรวดเร็วและประชาชนมั่งคั่งขึ้น แต่คนญี่ปุ่นทั่วประเทศก็ไม่สามารถลบรอยบอบช้ำจากการพ่ายแพ้ในสงครามโลกครั้งที่ ๒ ออกไปได้

แม้ว่าเหตุการณ์ต่าง ๆ จะเกิดขึ้นทั้งดีและไม่ดีแก่ประเทศญี่ปุ่นในอดีตที่ผ่านมา แต่ ณ ปัจจุบันนี้ การเรียนรู้ประวัติศาสตร์ในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ในประเทศญี่ปุ่น นักศึกษาซึ่งเลือกเรียนวิชาเอกประวัติศาสตร์ มีความคิดเห็นตรงกันข้ามกับประวัติศาสตร์ต่าง ๆ ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ความโหดร้ายของประเทศในสมัยสงครามโลก ครั้งที่ ๒ เมื่อเขาเหล่านั้นศึกษาละเอียดขึ้นและมีการวิจัยถึงเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน ส่วน นักศึกษาอื่น ๆ ที่ศึกษาในคณะอื่น ๆ เช่น มนุษยศาสตร์ หรืออักษรศาสตร์ เขาไม่สามารถค้นคว้าวิจัย เจาะลึกได้อย่างลึกซึ้ง ดังนั้น เขาจึงไม่สามารถแยกแยะสิ่งที่ดีงามของประวัติศาสตร์ญี่ปุ่น และส่วนที่เกิดจากข้อบกพร่องของประเทศญี่ปุ่นในการเข้าทำสงครามโลกครั้งที่ ๒ ได้ จึงสรุปได้ว่าจะเป็นการดีกว่าหรือ เลือกวิธีที่ดีด้วยกันทุกฝ่ายคือ การเรียนการสอนวิชาประวัติศาสตร์ของญี่ปุ่นควรที่จะพูดเป็นกลาง ๆ หรือสอนเป็นภาพรวมว่ามีความแตกต่างกันอย่างไรทั้งในแง่ดีและแง่เสียของสงคราม เพื่อที่เราจะนำคุณค่าของการเรียนประวัติศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ในยุคปัจจุบัน และในขณะที่เดียวกันเราก็ต้องศึกษา

ประวัติศาสตร์ สมัยช่วงยุคกลาง ๆ เชื่อมต่อระหว่างประวัติศาสตร์เก่า ๆ กับดั้งเดิมด้วยเช่นกัน เพื่อลำดับความเป็นมาตั้งแต่

ต้นเรื่อยมาจนถึงยุคปัจจุบันนี้ แต่สิ่งที่ครู อาจารย์ที่สอนวิชาประวัติศาสตร์ควรหลีกเลี่ยงมากที่สุดก็คือ การเรียนรู้สิ่งที่กำลังเกิดขึ้นในปัจจุบัน

จากบทสรุปการเรียนประวัติศาสตร์ดังที่กล่าวมาแล้ว การเรียนวิชาประวัติศาสตร์ให้ได้ผลอย่างแท้จริง ยังคงต้องมีการศึกษาประวัติศาสตร์ชาติของตนอยู่ต่อไป มิเช่นนั้นเราจะลืมชนชาติของเรา และไม่รู้ว่าบรพบุรุษ ของเราได้สั่งสมคุณงามความดีมาอย่างไร ณ สถาบันโรงเรียนรวมเหล่าญี่ปุ่นก็เช่นกัน โรงเรียนจะจัดเนื้อหาของหลักสูตรเรื่องสถานการณ์ของบ้านเมืองในปัจจุบันให้กับนักเรียนรวมเหล่าด้วยเช่นกัน ส่วนการเรียนประวัติศาสตร์ของชาติก็จะหลีกเลี่ยงการตั้งสมมติฐานขึ้นเองว่าเป็นอย่างไรหรืออย่างไร จะแยกเด่นชัดเพื่อที่นักเรียนจะได้ไม่สับสนว่าเรียนประวัติศาสตร์อะไรอยู่ และหลังจากที่จัดการเรียนการสอนแบบนี้ ครูอาจารย์ ที่สอนก็พบว่า ไม่เกิดปัญหาที่หนักใจในการเรียนการสอนอีกต่อไป

ในขณะที่นักวิจัย ครู อาจารย์ที่สอนและค้นคว้าอย่างละเอียดเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ญี่ปุ่น ประวัติศาสตร์ ชาติตะวันออก และประวัติศาสตร์ชาติตะวันตก ยังคงต้องเดินทางหาแนวทางที่เหมาะสมและถูกต้องต่อไปข้างหน้า และเตรียมเผชิญหน้ากับสิ่งที่เปลี่ยนแปลงที่กำลังจะเกิดขึ้นในอนาคต ปรากฏว่าในแต่ละสาขาแต่ละแขนงก็มีประวัติศาสตร์ของตนเองเหมือนกัน ต่างก็มีคุณค่ามีความดีงามในสิ่งที่ได้ปฏิบัติ ต่อเนื่องกันมาเช่นเดียวกัน ดังนั้นเราจะเห็นได้ว่าการศึกษาประวัติศาสตร์และบันทึกไว้อย่างต่อเนื่องมันเป็นประโยชน์เหมือนกันมิใช่ ปล่อยให้ผ่านไปวันแล้ววันเล่า ในสาขาประวัติศาสตร์ทางการเมือง สาขาประวัติศาสตร์ ด้านเศรษฐกิจ และประวัติศาสตร์ทางการทหาร นักการทหาร นักการเมือง นักเศรษฐกิจ ต้องทำการศึกษาและวิจัยค้นคว้าเพื่อค้นหาทั้งสิ่งที่ดีงามที่ควรยึดถือปฏิบัติต่อไป หรือสิ่งใดที่เป็นข้อบกพร่องหรือไม่ดีงามก็ จำเป็นต้องยกเลิกหรือปรับเปลี่ยนต่อไป

ขนบธรรมเนียมหรือประเพณีวัฒนธรรมเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ซึ่งเดิมมีแต่การผูกขาดหรือต่างคนต่างผูกขาดมีความเชี่ยวชาญเฉพาะในประวัติศาสตร์ของแต่ละสาขานั้น ปัจจุบันเริ่มอ่อนลงและมีข้อขัดแย้ง ไม่เห็นด้วยกับสิ่งเดิม ๆ มากขึ้น และแต่ละมีการกระตุ้นหรือสิ่งเร้าใจให้นักค้นคว้าวิจัยในแต่ละสาขาที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะตนเริ่มเข้ามาศึกษาและทำงานร่วมกันมากขึ้นเพื่อนำข้อดีของแต่ละแขนงมาพัฒนาใช้กับสาขาของตนเอง เพื่อทำให้เกิดสิ่งที่ดีงามควบคู่กันไปทุกสาขา โดยมุ่งเน้นผสมผสานคุณลักษณะพิเศษของแต่ละแขนงในด้านประวัติศาสตร์ของการเมือง ประวัติศาสตร์ การทหาร ประวัติศาสตร์เศรษฐกิจ นำมาเรียบเรียงทำให้ดีเพื่อจะได้งานหรือสิ่งที่ค้นคว้าวิจัยให้เกิดสิ่งที่ดีขึ้นในปัจจุบันและอนาคตต่อไป ส่วนในด้าน การเรียนประวัติศาสตร์ช่วงยุคกลางและอนาคต นักวิจัยนักค้นคว้าต่าง ๆ และแม้กระทั่งครูอาจารย์ที่สอนจะไม่เปลี่ยนแปลงประวัติศาสตร์เก่าแก่ และไม่คิดเกินเลยมากเกินไปถึงอนาคตมากเกินไป ยกตัวอย่างของการศึกษาประวัติศาสตร์ดังที่กล่าวมานี้ ได้แก่ ประวัติศาสตร์ด้านการตลาด ประวัติศาสตร์เกี่ยวกับคลอง

ประวัติศาสตร์เกี่ยวกับภาษีสกุลการ และประวัติศาสตร์ทางด้านอาหารของประเทศ แต่ก็มีการผลิตผลงาน
 สิ่งที่ต้องการของแต่ละภูมิภาคเข้ามาด้วยเพื่อให้เกิดการพัฒนาและการนำไปใช้ในปัจจุบัน เช่น ศึกษาทางด้าน

แขนงวิชาประวัติศาสตร์เหล่านี้ควบคู่กันไปด้วย ซึ่งจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุด เช่น การศึกษาประวัติศาสตร์
 ชาติตะวันตก ประวัติศาสตร์ชาติตะวันออกของตนเอง ประวัติศาสตร์ทางการเมืองการปกครอง และ
 ประวัติศาสตร์ทางด้านเศรษฐกิจควบคู่กันไปด้วยเสมอ

ในปี พ.ศ.๒๕๓๙ นักศึกษา ครู อาจารย์ ผู้ชำนาญการและผู้ทำการวิจัยต่าง ๆ ได้รวมตัวกันขึ้นใน
 ประเทศญี่ปุ่น โดยเฉพาะผู้ที่มีความรู้ทางด้านศิลปศาสตร์และมนุษยศาสตร์ตลอดจนสังคมศาสตร์ตั้งชื่อวิชา
 ที่ผสมผสานกันทุก ๆ ด้านที่กล่าวมาว่า เป็นการเรียนแบบผสมผสานหรือการเรียนแบบประยุกต์

การเรียนวิชาประวัติศาสตร์มีการแพร่ขยายขอบเขตมากขึ้นไปตามกาลเวลา ที่โรงเรียนรวมเหล่า
 ประเทศญี่ปุ่นในปัจจุบันมีการเรียนดังต่อไปนี้ ได้แก่ วิชาประวัติศาสตร์ประเทศญี่ปุ่นทั่วไป วิชาประวัติศาสตร์
 และปรัชญาของประเทศญี่ปุ่น วิชาปรัชญาทางการเมืองของประเทศญี่ปุ่น วิชาประวัติศาสตร์เกี่ยวกับการ
 การเมืองประเทศญี่ปุ่น วิชาประวัติศาสตร์ทั่วไปของประเทศแถบตะวันตก วิชาประวัติศาสตร์ยุโรปโบราณ
 วิชาประวัติศาสตร์ทางด้านศาสนาโดยทั่วไป วิชาพื้นฐานวัฒนธรรมชาวตะวันตก วิชาประวัติศาสตร์ประเทศ
 ในแถบอาเซียน วิชาประวัติศาสตร์สากล วิชาประวัติศาสตร์ทางทหารของชาติในอาเซียน วิชาประวัติศาสตร์
 และความสัมพันธ์ระหว่างรัสเซียและญี่ปุ่น วิชาประวัติศาสตร์ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระบบการเรียนทางการศึกษาวิชาประวัติศาสตร์นับวันยังมีกระบวนการเรียนรู้ที่มากขึ้น ขยายตัว
 มากขึ้นตามกาลเวลาที่ผ่านไป ยิ่งเวลาผ่านล่วงเลยไปนานเท่าใดการเรียนรู้วิชาประวัติศาสตร์ยังมีข้อมูลมาก
 ยิ่งขึ้น และจะอย่างไรให้นำเอาวิชาความรู้ทางด้านประวัติศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับปัจจุบันซึ่งนับวันจะมี
 ความสลับซับซ้อนกันมากยิ่งขึ้น นี่คือการเตือนที่ท้าทายที่ครูอาจารย์สอนวิชาประวัติศาสตร์จะจัดทำหลักสูตร
 อย่างไรให้นักเรียน นักศึกษา หรือนักเรียนรวมเหล่าจะตั้งใจเรียนวิชาประวัติศาสตร์และไม่ลืมประวัติศาสตร์
 ชาติของตน ไม่ลืมสิ่งที่ดีมีคุณค่าที่บรรพบุรุษได้สั่งสมคุณงามความดีให้เกิดขึ้นจนคนรุ่นหลังได้อยู่อาศัยและมี
 ชีวิตอยู่ได้อย่างผาสุกในปัจจุบันนี้

ผู้เขียนได้สรุปเนื้อหาที่ศาสตราจารย์ชาวญี่ปุ่นที่สอนในโรงเรียนรวมเหล่าประเทศญี่ปุ่นได้แถลงใน
 การสัมมนา International Seminar for Military Science ครั้งที่ ๘ ณ โรงเรียนรวมเหล่าประเทศญี่ปุ่นมา
 เพียงบางส่วนเท่านั้น ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างความคิดเห็นของผู้แทนประเทศที่เข้าร่วมสัมมนา

นายทหารท่านแรกเป็นนายทหารบกชาวออสเตรเลีย LTC.Clay J. Sutton ตำแหน่ง Chief
 Instructor, Australian Defense Force Academy เขาให้ความสำคัญในการเรียนประวัติศาสตร์ไว้ว่า

History was a compulsory subject at Royal Military College (RMC), Duntroon, up until the
 mid – 70S. However, now less than 40% of Year 1 ADFA cadets study History. Perhaps political,
 strategic and operational level History is considered too advanced for cadets who do not train

beyond section/squad level whilst at ADFA. Perhaps formal History should be studied at the captain/major rank, where experience at division, brigade and/or battalion level, assist them to place lessons in historical context.

อีกท่านหนึ่งซึ่งเมื่อก่อนเป็นชนชาติของประเทศมหาอำนาจนั่นคือประเทศรัสเซีย นายทหารท่านนี้คือ COL.Bodryagin Alexander Nikolaevich ตำแหน่งของท่านคือ Deputy Chief, Research Dept, Main Directorate of International Military Cooperation, Ministry Defense.

นายทหารท่านนี้กล่าวอะไรหลาย ๆ อย่างให้เรากรับทราบในที่ประชุมได้อย่างหลากหลาย เขาพูดได้ถึง ๔ ภาษา คือ ภาษาอังกฤษ ภาษาจีน ภาษารัสเซีย ภาษาญี่ปุ่น แต่ตัวเขาเองกลับไม่ยอมเขียนอะไรไว้เป็นหลักฐานแม้แต่ชิ้นเดียว เขาคงกลัวเรื่องการแสดงความคิดเห็นที่เป็นลายลักษณ์อักษร เขาไม่เขียนบทความหรือแม้กระทั่งข้อความสั้น ๆ ทั่วไปในที่ประชุมแม้แต่บรรทัดเดียว นี่คือลักษณะของนายทหารท่านนี้ เขากล่าวว่า การเรียนวิชาประวัติศาสตร์ในสถาบันต่าง ๆ ทั้งทางทหารและมหาวิทยาลัยเอกชนในรัสเซียมีมากมายเหลือเกิน สามารถเรียนได้ปริญญาตั้งแต่ปริญญาตรี โท และเอก ได้อย่างเสรี คนที่ได้รับปริญญาทางด้านประวัติศาสตร์ชาวรัสเซียเดินเตร่กันมากมาย เดินชนไหล่ กระแทบไหล่กันจนเป็นเรื่องปกติ เขาให้ความเห็นว่าประวัติศาสตร์ก็คือประวัติศาสตร์ ไม่ควรเอามากล่าวถึงมันอีก ไม่ควรที่จะสนใจมากจนเกินไป ประวัติศาสตร์ชนชาติรัสเซียมีอะไรที่บอบช้ำและเศร้าโศกเสียใจหลาย ๆ อย่างเราไม่น่านำสิ่งเหล่านี้มากล่าวถึง เราควรจะเรียนสิ่งใหม่ ๆ ดีกว่าเพราะว่าวันพรุ่งนี้ยังคงต้องเดินหน้าต่อไป ทุกคนที่สนใจประวัติศาสตร์ในประเทศรัสเซียสามารถไปหาหนังสืออ่านหรือเข้าศึกษาได้แทบทุกมหาวิทยาลัยที่สนใจ หรือหาอ่านได้ในห้องสมุดต่าง ๆ สรุปเป็นอันว่าเขาไม่ค่อยมีความรู้สึกดีนักกับประวัติศาสตร์ชนชาติของเขา ประเทศของเขาในปัจจุบันมีปัญหามากมาย ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ การเมือง การทหาร และสังคม จนประเทศต้องแตกแยกออกไปเป็นประเทศเล็ก ๆ อีกมากมายหลาย ๆ ประเทศ ตกเย็นพอเขาเลิกการสัมมนาเขาก็พาเพื่อนชาวมองโกเลีย และเพื่อน ๆ รัสเซียในประเศญี่ปุ่นไปทานเลี้ยงฉลองกันจนตึกตื่นแทบไม่ได้นอนทั้งคืน ผมก็ยังแปลกใจว่าเขามีความกลัวกลุ่มหรือเก็บกดเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ของประเทศเขามากมายถึงขนาดนี้ที่เดียวหรืออย่างไร หรือเป็นเฉพาะเขาคนเดียวเท่านั้นที่คิดแบบนี้คนเดียว

ท่านต่อไปที่แสดงความคิดเห็นการเรียนประวัติศาสตร์และศาสตร์ต่าง ๆ ในสาขาศิลปศาสตร์ได้อย่างน่าดูเหมือนกัน นายทหารท่านนี้เป็นนายทหารบก ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ท่านชื่อ LTC. Li Wen ตำแหน่งคือ Associate Professor, National Defense University of China People's Liberation Army.

นายทหารท่านนี้กล่าวไว้ว่า History is like a long river. There is no absolute separation of its past, present and future. Understanding history is an essential prerequisite to understand the present. No one have a deep understanding of the present without knowing the history. Only



finding out the law and nature of the development of history, can we forecast and shape the future. In China, most people have their history education as a part of liberal arts at primary schools and high schools. At universities and colleges, some students take history as their specialty. Their objectives are to become history teachers or researchers. China's military academies put emphases of history education on military history. The reason is that military history education is essential to train and develop officers. The critical functions of studying military history are as follows :

1. Studying military history is the basis of developing military theory
2. Studying military history is one of the main means to found and develop new military theory
3. Studying military history is the important pretext for correct military decision-making
4. The Knowledge of military history is the important component of military commanders' quality.
5. Cultivate the sense of responsibility of military officers to give allegiance to their country and safeguard peace.

ผู้เขียนได้กล่าวถึงแนวความคิดของศาสตราจารย์จากประเทศญี่ปุ่น นายทหารจากประเทศออสเตรเลีย นายทหารจากประเทศรัสเซีย นายทหารจากประเทศจีนมาแล้ว ต่อไปผู้เขียนจะกล่าวถึงคนรองสุดท้ายเป็น นายทหารจากประเทศสหรัฐอเมริกา เขาเป็นนายทหารอากาศ ชื่อ LT.Col Lance Alan Forbes ตำแหน่ง Director of Technology, Air Command and Staff College เขากล่าวไว้ว่า

The goal of the United States Air Force (USAF) Air Command and Staff College (ACSC) is educating mid-career officers toward a full and Common understanding of air and space power, history, doctrine, Joint and Combined operations, leadership, and USAF Core Values. We do not teach history for history's sake. Rather, history is used to illustrate joint doctrine, air force doctrine, leadership, and the development of air and space power. For example, the battle of Cannae, World War I, and Desert Storm are compared to illustrate the concept of envelopment-tactical and operational, horizontal and Vertical.

ผู้เขียนขอกล่าวเป็นคนที่สุดท้ายก่อนที่จะจบบทความในตอนนี้ ผู้เขียนต้องศึกษาเพิ่มเติมว่าจะเอาอะไรไปโชว์และแสดงออกถึงสิ่งที่ดึงดูดใจในกองทัพเรือและโรงเรียนนายเรือไทย ผู้เขียนได้มีโอกาสอันดีได้รับทุนจากกองทัพเรือส่งไปเรียนที่โรงเรียนเสนาธิการทหารเรืออินโดนีเซีย ทำให้ได้พบเพื่อนต่างเหล่าต่างประเทศและต่างทวีปจึงทำให้ผู้เขียนทราบว่าประเทศมหาอำนาจเขาคิดอย่างไร ประเทศกำลังพัฒนากำลังคิดอะไร ทุก

สิ่งทุกอย่างมันเป็นศิลปะต้องทำให้ดีงามและทำให้งดงาม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ก็คือคำว่า “ศิลปะ” นั้นเอง ความหมายสำคัญอยู่ที่ความงาม แล้วก็ความเป็นสิ่งที่ต้องใช้ฝีมือ คือ ทำยาก แล้วก็ให้สำเร็จประโยชน์สูงสุด

ในความมุ่งหมายของเรื่องนั้น ๆ ศิลปะนี้ไม่ใช่เรื่องหลอกลวง เรื่องคดโกง เรื่องปลอมเทียมอะไร แต่ศิลปะ เป็นสิ่งที่ทำให้สำเร็จประโยชน์ ต้องประณีต ต้องละเอียดและทำยากยิ่งด้วย ผู้เขียนเลยต้องอ้างอิงถึงกำเนิด ของโรงเรียนนายเรือว่ามีประวัติความเป็นมาอย่างไร ตลอดจนประวัติของกองทัพเรือ และรายละเอียด เกี่ยวกับกิจกรรมของนักเรียนนายเรือ โรงเรียนนายเรือ และกองทัพเรือ รวมทั้งวิชาที่เรียนที่สำคัญ ๆ ทั้ง ในส่วนที่เป็น Liberal Arts และ Military Science ในการสัมมนา ครั้งที่ ๘ ที่เมืองโยโกสุกะในครั้งนี้ โรงเรียนรวมเหล่าได้เตรียมการอย่างดีมากทุกลำดับขั้นตอน ในวันแรกที่เดินทางถึงสถานที่ประชุม เจ้าหน้าที่ ต่าง ๆ ต้อนรับนายทหารจากทุกประเทศไปดูห้องต่าง ๆ ตั้งแต่ห้องสมุดของโรงเรียน รวมเหล่าซึ่งเฉพาะแค่ ห้องสมุดแบบธรรมดาที่เขาใช้เก็บข้อมูล เก็บตำราที่ใช้ในการเรียน การสอน การค้นคว้า อ้างอิง เขามีถึง ๒ ตึกใหญ่ หนังสือจัดเป็นหมวดหมู่เรียบร้อย ในส่วนที่เป็นหนังสือของประเทศญี่ปุ่นเองก็มีมากมายอยู่แล้ว ในส่วนของภาษาต่างประเทศ เช่น เอกสารอ้างอิงของส่วนที่เป็นภาษาอังกฤษก็จัดหมวดหมู่ไว้ ส่วนประเทศ อื่น ๆ เช่น เกาหลี จีน และชาติทางยุโรป เขาก็มีหนังสืออ้างอิงให้นักเรียนรวมเหล่าได้ค้นคว้ากันอย่าง กว้างขวาง นั่นคือ เขาก็ไม่ล้มตัว ไม่ล้มชนชาติของเขา ยังคงรักและรักษาสิ่งที่ดีงามของญี่ปุ่นไว้ ส่วนในระดับ สากลเขาก็ได้มีการเตรียมการไว้ให้นักเรียนรวมเหล่าของเขาได้พูด ได้ฝึก ภาษาต่าง ๆ อย่างเหมาะสม นี่ เป็นสิ่งที่น่าชื่นชมในการจัดการที่ดี ณ โรงเรียนรวมเหล่าญี่ปุ่น

การสัมมนาในช่วงที่ผู้เขียนต้องบรรยายและตอบข้อซักถาม เขามีการแบ่งเวลาไว้อย่างชัดเจนคือ บรรยายใช้เวลา ๒๐ นาที และตอบข้อซักถามอีกประมาณ ๒๐ นาที การบรรยายของผู้เขียนได้เน้นการพูดถึง แนวความคิดทางด้านการศึกษาศาสตร์ของนักเรียนนายเรือไทยว่าเรามีการเรียนทั้งในส่วน ของ ประวัติศาสตร์ ไทย และประวัติศาสตร์สากล เรียนทั้งบุคคลที่สำคัญ ๆ อันเป็นผู้นำในระดับประเทศ แม่ทัพ หรือผู้นำทางการทหารที่มีความรู้ ความสามารถ ความกล้าหาญในแต่ละยุค แต่ละสมัยทั้งในประเทศ และ ต่างประเทศ ทั้ง ยุโรปและอเมริกา ผู้เขียนได้พูดถึงประวัติศาสตร์ความเป็นมาของกองทัพเรือ และ โรงเรียนนายเรือว่ามีความเป็นมาอย่างไร ผลปรากฏว่าเป็นที่น่าภาคภูมิใจ และได้ผลดีอย่างไม่คาดฝัน หลาย ๆ ประการกล่าวคือ

ครู อาจารย์และนายทหารหลาย ๆ นาย และแทบจะส่วนใหญ่ด้วย ยังไม่เคยมาที่โรงเรียนนายเรือ ไทย เขาไม่เคยเห็นของจริงว่า โรงเรียนนายเรือไทยมีการพัฒนาปรับปรุงมาตามลำดับอย่างไร ผู้เขียนหลังจาก บรรยายในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ Liberal Arts แล้วก็ไต่เสริมไปเกี่ยวกับบุคคลสำคัญ ๆ ตลอดจน บุ ชนียบุคคลของไทยที่บุคลากรของกองทัพไทยยกย่องเทอดทูนได้แก่ใครบ้าง โดยเฉพาะผู้เขียนได้นำ พระบรมฉายาลักษณ์ของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว พลเรือเอกพระเจ้าบรมวงศ์เธอ พระองค์ เจ้าอาภากรเกียรติวงศ์ กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ “องค์บิดาของทหารเรือไทย” สมเด็จพระสังฆราชและ

ภาพของผู้บัญชาการทหารเรือหลาย ๆ ท่าน ตลอดจนภาพผู้บัญชาการโรงเรียนนายเรือ ไปนำเสนอและแสดงให้เห็น ณ ที่สัมมนา ภาพประวัติศาสตร์เก่าแก่ของโรงเรียนนายเรือที่ใช้บรรยายให้แก่แขกบ้านแขกเมือง หรือผู้บังคับบัญชาาระดับสูงของประเทศเพื่อนบ้านต่าง ๆ ที่มาเยี่ยมชมกิจการโรงเรียนนายเรือ

และภาพการฝึกภาคทะเลของนักเรียนนายเรือ นั้น นับเป็นจุดที่น่าสนใจเป็นอย่างที่สุดของผู้เข้าร่วมสัมมนา ผู้เขียนต้องตอบคำถามแก่ครูอาจารย์ของโรงเรียนรวมเหล่าประเทศญี่ปุ่น และข้อซักถามแก่ศาสตราจารย์ผู้บริหารของมหาวิทยาลัยชั้นนำของญี่ปุ่นหลายท่านที่ได้รับเกียรติมาร่วมงานสัมมนาในครั้งนี้ ตลอดจนต้องตอบคำถามจากเพื่อน ๆ ซึ่งเป็นนายทหารจากต่างประเทศที่เขาสงสัยว่าประเทศคุณมีแบบนี้ นักเรียนนายเรือเรียนและฝึกแบบนี้หรือ ซึ่งผู้เขียนรู้สึกว่ามันเป็นการผสมผสานระหว่างความรู้ทางด้าน Liberal Arts และ Military Science เข้าด้วยกัน มันกลายเป็นการผสมผสานที่เหมาะสมคล่องจง ก็จะเกิดผลงานที่ออกมาดีอย่างที่เห็น และนายทหารทุกท่านในที่ประชุมสัมมนานั้นประจักษ์ด้วยสายตาของเขาเอง มันไม่อ่อนเกินไป พลเรือนมากไป หรือทหารเข้มแบบแข็งกระด้างจนเกินไป ผู้เขียนสังเกตจากผลงานที่ออกมาในครั้งนี้ จึงสรุปให้ผู้อ่านทุกท่านได้เห็นภาพจินตนาการเหมือนที่ผู้เขียนได้เห็นมา

ในประเด็นที่เกี่ยวกับเรื่องการเรียนรู้ประวัติศาสตร์ต่าง ๆ ประวัติศาสตร์ของแต่ละสาขา แต่ละประเทศ ในประเด็นที่ต่างคนต่างก็มีมุมมองที่แตกต่างกันไป สุดแต่แต่นิยมธรรมเนียมประเพณีหรือเหตุการณ์ที่มันเป็นแผ่นดิน หรือแผ่นดินที่ทุกคนอาจไม่อยากจะกล่าวถึงก็เป็นได้ แต่สุดท้ายผู้เขียนก็ได้คำตอบที่ผู้อ่านทุกท่านอาจจะได้แ่งคิดนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งการเรียนการสอน การพัฒนาทางวิชาการ การพัฒนาหน่วย และแม้กระทั่งใช้กับการพัฒนาครอบครัว พัฒนาตนเองก็ได้ครับ โดยค้นคว้าจากตำราของพระธรรมปิฎก ท่านกล่าวไว้ว่า

“ไม่ว่าอดีตหรืออนาคต ก็ต้องปัจจุบันเป็นหลัก”

นายทหารจากต่างชาติหลาย ๆ ท่านอาจมองเรื่องของกาลเวลาเป็นส่วนหนึ่งของ Liberal Arts ความเป็นจริงที่ควรปฏิบัติได้คือปัจจุบันเท่านั้น เวลาอดีตล่วงเลยมานาน พวกเราทุกท่านก็คงย้อนกลับไปทำอะไรมันไม่ได้ อนาคตเราก็ยังทำอะไรไม่ได้ มันไม่ได้อยู่กับเรา สิ่งที่อยู่กับเราแน่นอนก็คือปัจจุบัน ผู้เขียนและนายทหารหลาย ๆ ท่านที่เข้าร่วมสัมมนา มีความเห็นคล้าย ๆ กันหลายคนบอกว่า เรามักเห็นพฤติกรรมของคนหรือของครู อาจารย์ และนักเรียนรวมเหล่าจำนวนมากมักไม่อยู่กับปัจจุบัน ไม่ได้อยู่กับสิ่งที่เป็นอย่างหรือเวลาที่ตัวมีอยู่ แต่จะพยายามมองถึงว่าทำอย่างไรจะให้ผ่านพ้นเก่าให้เป็นอดีตไปเสียทั้ง ๆ ที่มันยังไม่ได้ แต่ไม่ปฏิบัติให้เป็นปัจจุบัน มันก็เลยเป็นอดีตที่สูญเปล่าไปแล้วพร้อมกันนั้นก็หวังไปในอนาคต โดยที่ไม่ยึดปัจจุบันให้แน่นไว้ เมื่อเราเอาปัจจุบันเป็นหลัก อดีตก็จะมีความหมาย เหมือนที่โรงเรียนรวมเหล่าญี่ปุ่นได้พยายามหาแนวทางที่เหมาะสมที่สุดเพื่อจะได้นำไปแก้ไขปัญหาให้แก่อนุชนรุ่นหลังของประเทศญี่ปุ่น อดีตจะมีความหมายอย่างไร?



อดีตนั้นเมื่อเอาปัจจุบันเป็นหลักก็มีความหมายในแง่ที่ว่า มันโยงใยในทางเหตุปัจจัย กล่าวคือ ปัจจุบันนี้เป็นอย่างไรก็เพราะเหตุปัจจัยที่เกิดขึ้นในอดีต หรือที่ทำมาในอดีต เราต้องสืบสาวหามันเพื่อที่เราจะรู้ว่าทำไมเราจึงมาเป็นแบบนี้

ด้วยวิธีนี้เราก็ได้ตรวจสอบว่า อะไรมันยิ่ง อะไรมันหย่อน อะไรมันขาด อะไรมันเกิน ควรจะแก้ไขอะไร อะไรเป็นบทเรียน อดีตก็จะเป็นประโยชน์ขึ้นมา พร้อมกันนี้เราจะเตรียมวางแผนอนาคต ก็ต้องทำกับปัจจุบันนี้แหละ จึงจะมองเห็นว่า อนาคตเรามีแนวโน้มอย่างนี้ มีความพร้อมเท่านี้ มีทุนด้านนี้ แล้วควรจะเป็นไปอย่างไรต่อไป เสร็จแล้วจึงจะวางแผนได้ถูกต้อง

การที่อดีตกับอนาคตมาโยงกับปัจจุบัน โดยยึดปัจจุบันเป็นหลักนี้แหละจึงจะเป็นการปฏิบัติที่ถูกต้องในเรื่องกาลเวลา

ผู้เขียนขอจบรายละเอียดในการสัมมนาในประเด็นที่เหมาะสมและสำคัญมาเขียนให้ผู้อ่านได้ทราบพอสังเขป หากมีข้อผิดพลาดประการใดกราบขออภัยไว้ด้วยนะครับ หากเป็นประโยชน์บ้างไม่มากนักน้อย ผมขอมอบคุณงามความดีให้กับ โรงเรียนนายเรือ และครูอาจารย์ ผู้บังคับบัญชา ที่เป็นที่เคารพอย่างสูงสุดของนักเรียนนายเรือทุกท่านครับ ฉบับหน้าผมจะเขียนเกี่ยวกับเรื่อง Military Science อีกครับ หากบรรณาธิการให้ความสนใจ ขอขอบคุณครับ

รายงานการวิจัย

เรื่อง หลักสูตรการศึกษาโรงเรียนนายเรือ สำหรับ นักเรียนนายเรือพรคนาวิน
ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ในทศวรรษหน้า (พ.ศ.๒๕๕๕ - ๒๕๕๕)

น.ท.พศ.ภิตติ กิตติศัพท์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ



หลักสูตรการศึกษา เป็นเสมือนโครงการและแนวทางเพื่อนำการศึกษาไปสู่จุดหมายที่
พึงประสงค์ นักการศึกษาถือว่า หลักสูตรคือหัวใจของการจัดการศึกษา ด้วยเหตุนี้
หลักสูตรตามนัยแห่งยุทธศาสตร์ จึงคือ เครื่องมือเชิงรุกที่สำคัญที่ใช้เป็นแนวทางในการ
สร้างคน อันมีผลโดยตรงต่อรูปลักษณะของกองทัพในอนาคต สมควรได้รับการพัฒนา
ปรับปรุงให้มีความเหมาะสมและทันสมัยอยู่เสมอ การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ใช้กระบวนการวิธี
ศึกษาอนาคต เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นและมีผล
ต่อการทหารเรือไทยในระยะเวลา ๑๐ ปีข้างหน้า แล้วนำมาประมวลด้วยเทคนิควิธีวิจัยที่
เป็นระบบ เพื่อค้นหาข้อสรุปและนำเสนอเป็น แนวทางการจัดหลักสูตรการศึกษา
โรงเรียนนายเรือ สำหรับ นักเรียนนายเรือพรคนาวินที่เหมาะสมกับสถานการณ์
ในทศวรรษหน้า

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทรัพยากรบุคคล นับว่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและเป็นศูนย์กลางของการพัฒนาในทุกด้าน บุคคล
ที่เป็นกลไกหลักของกองทัพเรือ ก็คือ นายทหารสัญญาบัตรที่สำเร็จการศึกษาจากโรงเรียนนายเรือ
สถาบันที่ถือเป็น ...แหล่งผลิตนายทหารเรือ อันเป็นรากแก้วของกองทัพเรือ^(๑) โดยมีปณิธานในการ
“...ให้การศึกษาและอบรมแก่นักเรียนนายเรือ เพื่อให้เป็นนายทหารสัญญาบัตร ที่มีความรู้ ความสามารถ
ความคิดริเริ่ม ความเป็นผู้นำ เพียบพร้อมด้วยคุณธรรม จริยธรรม สำหรับปฏิบัติราชการในกองทัพเรือ
รวมทั้งมีความจงรักภักดีต่อชาติ ศาสนาและพระมหากษัตริย์” ภารกิจอันยิ่งใหญ่นี้จะสามารถบรรลุได้
ด้วยการจัดการศึกษาที่ดี อันมีหลักสูตรการศึกษาเป็นองค์ประกอบหลัก แต่การเตรียมบุคลากรของ
กองทัพเรือโดยการศึกษาในโรงเรียนนายเรือ เป็นกระบวนการเชิงอนาคต กอปรกับ ความเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในยุค
โลกาภิวัตน์ได้ก่อตัวขึ้นและส่งผลอย่างอย่างรวดเร็วในทุกด้านและทุกระดับ อันส่งผลกระทบต่อ
ทหารเรือไทยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ปัจจัยเหล่านี้ล้วนเป็นผลให้การจัดหลักสูตรการศึกษา จำเป็นต้อง

คำนึงถึงสถานการณ์ในปัจจุบันและแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคตมากขึ้นอย่างไม่เคยเป็นมาก่อน เพื่อเตรียมนายทหารสัญญาบัตรให้พร้อมที่จะปฏิบัติหน้าที่ได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตอย่างมีคุณภาพและประสิทธิภาพ

จากการศึกษาข้อมูลในขั้นต้น พบว่า ธรรมชาติการปฏิบัติหน้าที่ของนายทหารสัญญาบัตร พรรคนาวินั้น มีคุณลักษณะเฉพาะตัวที่ไม่เหมือนกับการทำงานของนายทหารสัญญาบัตรในพรรคอื่น ๆ ในลักษณะที่เรียกว่า “General Line”^(๒) กล่าวคือ เป็นการทำงานที่ต้องอาศัยความรู้และทักษะเพื่อการปฏิบัติหน้าที่ที่หลากหลายแบบสหวิชาการ ดังนั้น การจัดหลักสูตรการศึกษาให้เหมาะสมกับธรรมชาติการปฏิบัติหน้าที่ในลักษณะดังกล่าว จึงเป็นประเด็นที่ละเอียดอ่อนและควรได้รับการพิจารณาเป็นพิเศษ เพราะหากหลักสูตรการศึกษาจัดสาระและประสบการณ์เรียนรู้ไม่สอดคล้องกับลักษณะของการทำงาน และเมื่อสำเร็จการศึกษาแล้ว นายทหารสัญญาบัตรไม่ได้นำความรู้ที่ได้รับในระหว่างการศึกษาไปใช้ในการปฏิบัติหน้าที่อย่างแท้จริง ย่อมสามารถกล่าวได้ว่าเป็น การสูญเปล่าของการจัดการศึกษา ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะทำการศึกษาหลักสูตรการศึกษาโรงเรียนนายเรือ ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ในทศวรรษหน้า สำหรับนักเรียนนายเรือพรรคนาวินโดยเฉพาะ เพื่อค้นหาและนำเสนอแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการจัดหลักสูตรการศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาว่า หลักสูตรการศึกษาโรงเรียนนายเรือที่ใช้เตรียมนายทหารสัญญาบัตร พรรคนาวิน เพื่อให้มีความรู้ความสามารถที่เหมาะสมกับการปฏิบัติหน้าที่ราชการในสภาวะแวดล้อมอีก ๑๐ ปีข้างหน้า (พ.ศ.๒๕๕๕ - ๒๕๕๔) ควรมีแนวทางในการจัดอย่างไร

ขอบเขตการวิจัย

๑. พิจารณาหลักสูตรการศึกษาเฉพาะในส่วนนักเรียนนายเรือพรรคนาวินเท่านั้น ไม่รวมนักเรียนนายเรือ พรรคนาวิน เหล่าอุทกศาสตร์และเหล่าพิเศษ (พลาธิการ) ที่มีหลักสูตรการศึกษาเฉพาะสาขาอยู่แล้ว
๒. พิจารณาเฉพาะคุณลักษณะที่สำคัญและโครงสร้างของหลักสูตร ไม่พิจารณาลงลึกถึงรายละเอียดของเนื้อหาสาระหรือรายวิชาที่ต้องศึกษา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

๑. ประโยชน์ต่อการจัดหลักสูตรการศึกษา ผลการวิจัยครั้งนี้ จะทำให้ทราบแนวทางการจัดหลักสูตรการศึกษา สำหรับนักเรียนนายเรือพรรคนาวิน ที่สอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลง ทำให้สามารถเตรียมนายทหารสัญญาบัตรให้มีคุณลักษณะที่เหมาะสมสำหรับการปฏิบัติหน้าที่ภายใต้สถานการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในห้วงเวลา ๑๐ ปีข้างหน้า

๒. ประโยชน์ต่อการพัฒนาด้านวิชาการของโรงเรียนนายเรือ โดยข้อค้นพบจากการศึกษาครั้งนี้ จะทำให้ครูอาจารย์และบุคลากรทางการศึกษา ทราบทิศทางและแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปในทศวรรษหน้า ซึ่งจะทำให้สามารถพัฒนางานด้านวิชาการให้สอดคล้องต่อการเปลี่ยนแปลงที่คาดว่าจะเกิดขึ้น เพื่อให้การผลิตนายทหารสัญญาบัตร พรรคนาวินบรรลุผลสำเร็จตามปณิธานของโรงเรียนนายเรือ ที่ตั้งไว้

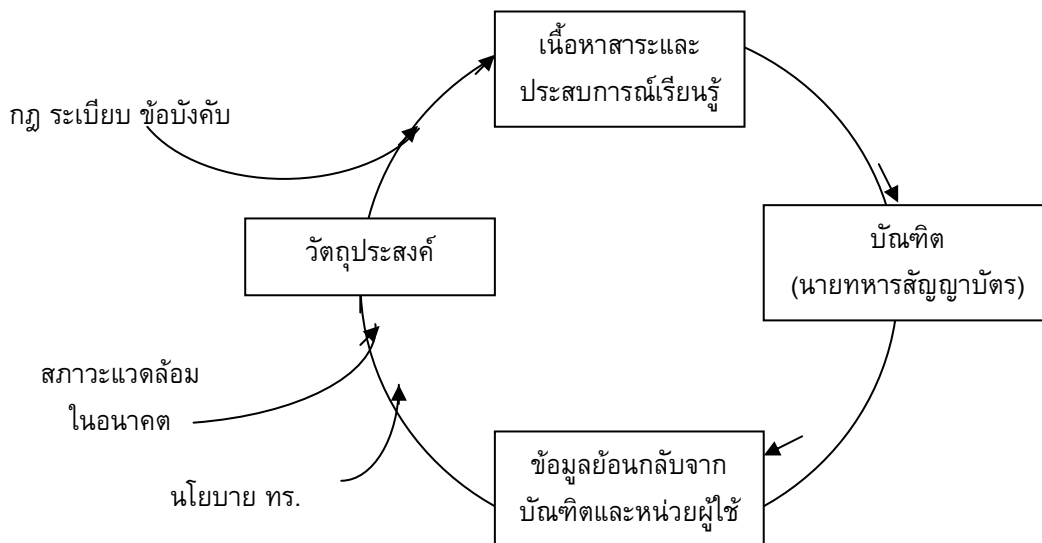
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีสำคัญที่ใช้เป็นพื้นฐานของการวิจัยครั้งนี้ คือ ทฤษฎีด้าน **การพัฒนาหลักสูตร (Curriculum Development)** ซึ่งอาจมีความหมายได้ ๒ นัยคือ การทำหลักสูตรที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น สมบูรณ์ขึ้น หรือการสร้างหลักสูตรขึ้นใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมในขณะหนึ่ง ๆ^(๓)

จากการวิเคราะห์รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของนักการศึกษาที่สำคัญหลายท่าน เช่น Ralph W.Tyler (1949) Hilda Taba (1962) และ Saylor J.Galen & Alexander W.William (1981) ทำให้ทราบองค์ประกอบสำคัญของการพัฒนาหลักสูตรการศึกษา ดังนี้

๑. การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียน สังคมและปรัชญาทางการศึกษา
๒. การกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร
๓. การกำหนดเนื้อหาสาระและประสบการณ์เรียนรู้
๔. การนำหลักสูตรไปใช้
๕. การประเมินผลหลักสูตร

จากองค์ประกอบสำคัญดังกล่าว สามารถนำมาพัฒนาเป็น **รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร (Proposed Curriculum Development Model)** ที่เสนอขึ้น เพื่อใช้สำหรับการพัฒนาหลักสูตร การศึกษา รร.นร. ดังแสดงในภาพที่ ๑



ภาพที่ ๑ รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรสำหรับโรงเรียนนายเรือ

จากรูปแบบที่นำเสนอ ปัจจัยป้อนเข้า (Input) ที่สำคัญ คือ นโยบายกองทัพเรือและสภาวะแวดล้อมในอนาคต จะเป็นตัวกำหนดคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนายทหารสัญญาบัตร ที่จะถูกแปลงออกมาให้อยู่ในรูปของ วัตถุประสงค์หรือจุดหมายที่ต้องการ (Desired End State) ของการจัดการศึกษา โดยมีกฎ ระเบียบ ข้อบังคับต่าง ๆ เป็นกรอบควบคุมการจัดหลักสูตรให้มีเนื้อหาสาระและประสบการณ์เรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เมื่อหลักสูตรถูกนำไปใช้ และนักเรียนนายเรือสำเร็จการศึกษาเป็นนายทหารสัญญาบัตรออกไปปฏิบัติหน้าที่ราชการ ย่อมเกิดข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ทั้งจากนายทหารสัญญาบัตรเองและหน่วยผู้ใช้ ว่านายทหารสัญญาบัตรที่สำเร็จการศึกษาออกไปนั้น มีความรู้ความสามารถ ทักษะด้านงานอาชีพที่จำเป็นและมีคุณธรรมสำหรับการปฏิบัติหน้าที่ราชการ มากน้อยเพียงใด เป็นไปตามความต้องการของทางราชการหรือไม่ เหล่านี้ล้วนเป็นข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงหลักสูตรให้ดีขึ้นต่อไป

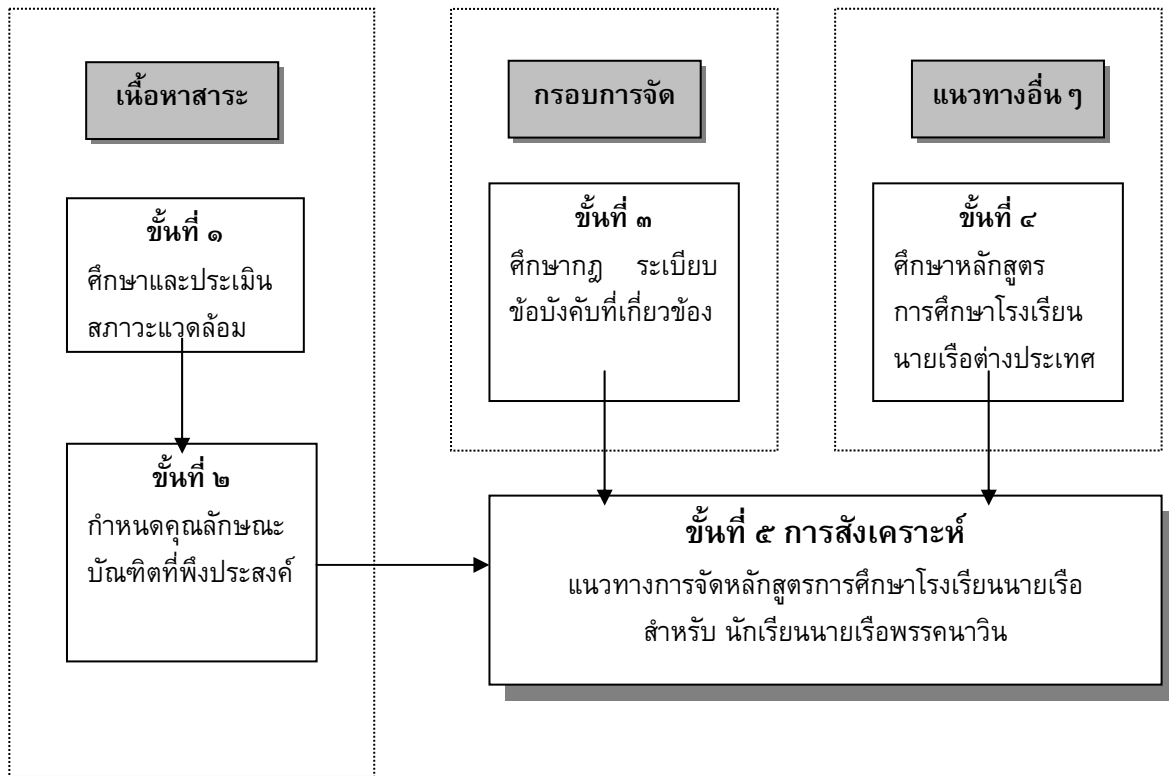
รูปแบบที่นำเสนอนี้มีคุณลักษณะที่สำคัญ ๓ ประการ คือ

๑. มีความเป็นพลวัต (Dynamic) นั่นคือ แสดงถึงกระบวนการที่ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง
๒. เป็นกระบวนการเชิงรุก (Proactive) จากความจริงที่ว่า นักเรียนนายเรือที่ได้รับการศึกษาในปัจจุบัน จะเป็นผู้กำหนดทิศทางและรูปลักษณ์ของกองทัพในอนาคต ดังนั้น หลักสูตรที่ดีในขณะนี้จึงจำเป็นต้องทำงานเชิงรุกในการเตรียมคน เพื่อไปสร้างการเปลี่ยนแปลงที่พึงประสงค์ให้เกิดขึ้นต่อไป
๓. แสดงถึงความสามารถในการปรับเปลี่ยน (Reactive) กล่าวคือ หลักสูตรควรได้รับการปรับปรุงในทันทีที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) อาจเป็นการปรับย่อไปจนถึงการปรับใหญ่ตามน้ำหนักและความสำคัญของข้อมูลย้อนกลับที่ได้รับ

ซึ่งรูปแบบที่นำเสนอนี้ จะนำมาใช้เป็นกรอบแนวคิดเพื่อกำหนดขั้นตอนการวิจัยด้วย

ขั้นตอนการวิจัย

เนื่องจาก การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางการจัดหลักสูตรการศึกษาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ในทศวรรษหน้า จึงจัดว่าเป็นการสร้างหลักสูตรขึ้นใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพของสภาวะแวดล้อมในอนาคต ดังนั้น จึงเป็นการวิจัยเชิงอนาคต (Future Research)^(๔) และประกอบด้วยการดำเนินการวิจัย ๕ ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ ๒



ภาพที่ ๒ ขั้นตอนการวิจัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

เทคนิควิธีวิจัย

ขั้นตอนการวิจัยที่ ๑, ๓ และ ๔ ใช้เทคนิควิธีวิจัยแบบการวิเคราะห์สาระ (Content Analysis)^(๕) และขั้นตอนการวิจัยที่ ๒ ใช้เทคนิคการวิจัยเชิงอนาคตแบบ EFR (Ethnographic Future Research) หลังจากนั้น จึงนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยทั้ง ๔ ขั้นมาเป็นพื้นฐานในการสังเคราะห์ (Synthesis) และพัฒนาเป็นแนวทางการจัดหลักสูตรการศึกษาโรงเรียนนายเรือ สำหรับนักเรียนนายเรือพรคนาวิน ต่อไป

สำหรับ เทคนิคการวิจัยเชิงอนาคตแบบ EFR ที่ใช้ในขั้นตอนการวิจัยที่ ๒ นั้น เป็นเทคนิควิธีวิจัยที่มุ่งเน้นการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำมาสร้างเป็นภาพอนาคตที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงของประเด็นที่สนใจศึกษา โดยกลุ่มประชากรหรือกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และเพื่อเป็นการสนองวัตถุประสงค์หลักของการวิจัย ดังนั้น จึงกำหนดคุณสมบัติของผู้ทรงคุณวุฒิไว้ดังนี้คือ เป็นนายทหารชั้นผู้ใหญ่พรคนาวินชั้นยศนาวาเอกขึ้นไป (ทั้งที่ยังรับราชการอยู่และที่เป็นข้าราชการบำนาญ) มีความรู้ความสามารถ ประสบการณ์ ความเชี่ยวชาญและความชำนาญในการทำงานสายวิชาชีพของพรคนาวินมานาน ตลอดจนเห็นความสำคัญของการวิจัยครั้งนี้และยินดีให้ความร่วมมืออย่างแท้จริง ซึ่งมีผู้ทรงคุณวุฒิ

กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการวิจัยครั้งนี้จำนวน ๓๗ ท่าน จำแนกเป็น พลเรือเอก พลเรือโท พลเรือตรี และ นาวาเอก จำนวน ๑๖, ๗, ๔ และ ๑๐ ท่าน ตามลำดับ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มี ๒ แบบ คือ แบบสัมภาษณ์^(๖) และแบบสอบถาม^(๗)

ประเด็นในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น มี ๒ ประเด็นหลัก คือ คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของ นายทหารสัญญาบัตร พรรคนาวิน (ระหว่างชั้นยศ เรือตรี – เรือเอก) ในทศวรรษหน้า และ คุณลักษณะที่สำคัญและแนวทางการจัดหลักสูตร ที่ใช้ในการผลิตนายทหารสัญญาบัตร พรรคนาวิน เพื่อให้มี คุณลักษณะที่พึงประสงค์ดังกล่าว

การเก็บรวบรวมข้อมูล กระทำระหว่าง พฤษภาคม – กรกฎาคม ๒๕๔๔

การประมวลผลข้อมูล กระทำตามเทคนิควิธีการวิเคราะห์สาระ (Content Analysis) โดยใช้แผนที่ทางความคิด (Mind Map) เป็นเครื่องมือ

ผลการวิจัย

ผลการประเมินสภาวะแวดล้อม (ตารางที่ ๑) ที่ได้จากการวิเคราะห์สาระในขั้นตอนการวิจัยที่ ๑ ได้ถูกนำเสนอต่อกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และใช้เป็นพื้นฐานในการ กำหนดคุณลักษณะนายทหารสัญญาบัตรที่พึงประสงค์ซึ่งการประมวลผลความคิดเห็นของกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า

๑. ในทศวรรษหน้า นายทหารสัญญาบัตรพรรคนาวิน ยังจำเป็นต้องมีคุณลักษณะของการเป็น นายทหารเรือที่ดี และมีความเชี่ยวชาญในวิชาชีพทหารเรือเป็นอย่างดีด้วย

๒. นายทหารสัญญาบัตรในอนาคตจำเป็นต้องมีบุคลิกภาพของนักวิชาชีพ (Professionals) ๓ ด้านประกอบกัน คือ นายทหารเรืออาชีพ นักปกครอง (ที่มีความเป็นประชาธิปไตย) และนักบริหาร (เพื่อ บริหารทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีประสิทธิผลและประสิทธิภาพสูงสุด)

๓. ต้องมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม บน ฐานของความรู้ เริ่มจากการมีความกระตือรือร้น ใฝ่รู้ รู้แหล่งความรู้และมีทักษะในการแสวงหาความรู้ ตลอดจนมีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้

๔. ในด้านการปฏิบัติงาน จะต้องสามารถปฏิบัติงานที่มีความ หลากหลาย ได้มากขึ้น มีความรู้ ในด้าน เทคโนโลยี (โดยเฉพาะด้าน เทคโนโลยีการสื่อสารและสารสนเทศเป็นอย่างดี) มีความสามารถในการใช้ ภาษาอังกฤษ เป็นภาษาที่สอง และเตรียมพร้อมสำหรับ ระบบปลดถ่ายกำลังพล ที่จะเกิดขึ้น

การวิจัยในขั้นตอนที่ ๓ พบข้อสรุปว่า กฎ ระเบียบ ข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับการจัดหลักสูตร การศึกษาโรงเรียนนายเรือ มีทั้งหมด ๔ หัวข้อ คือ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.๒๕๔๒ ข้อบังคับสภาการศึกษาวิชาการทหาร ว่าด้วย การกำหนดมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาระดับปริญญาตรี ของโรงเรียนทหาร พ.ศ.๒๕๓๘ ประกาศทบวงมหาวิทยาลัยเรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ.๒๕๔๒ และเป้าหมายการจัดการศึกษาของโรงเรียนนายเรือ (ปรัชญา ปณิธาน และวัตถุประสงค์)^(๘)

จากผลการวิเคราะห์ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.๒๕๔๒ นั้น พบว่า แม้ว่าโรงเรียนนายเรือจะจัดเป็นสถาบันอุดมศึกษาที่จัดการศึกษาเฉพาะทาง (มาตรา ๒๑) แต่การจัดการศึกษา ยังจำเป็นต้องสอดคล้องกับแนวทางการจัดการศึกษาที่ได้บัญญัติไว้ใน พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ดังมีสาระสำคัญ พอสรุปได้ดังนี้

๑. ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด (มาตรา ๒๒)

๒. มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ (ร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม) (มาตรา ๖)

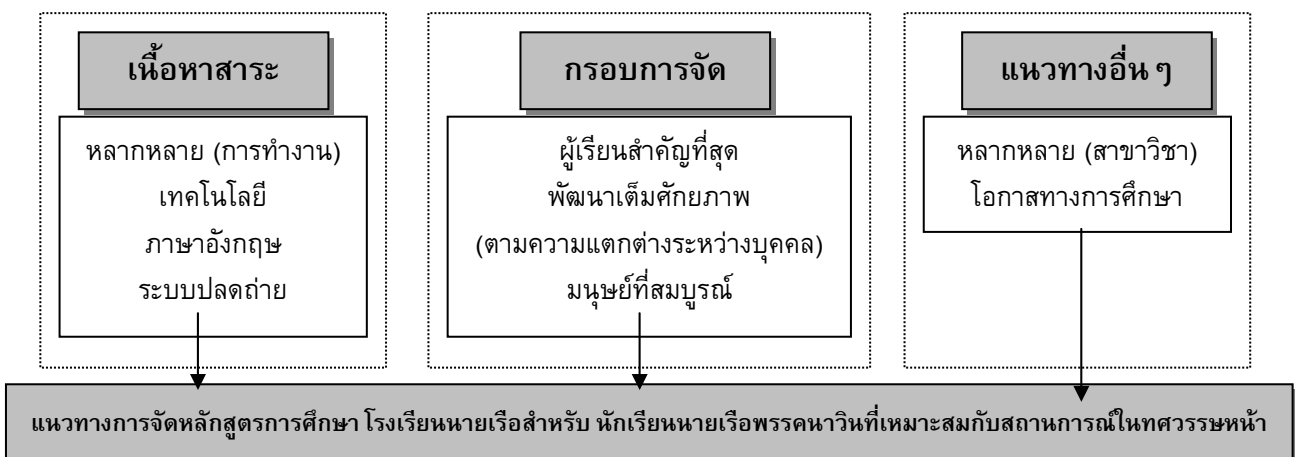
๓. มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เต็มศักยภาพ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านความสนใจ และความถนัด เป็นสำคัญ (มาตรา ๒๔)

ในส่วนของวัตถุประสงค์ โรงเรียนนายเรือ นั้น มี ๓ ประการ คือ ให้ความรู้ระดับปริญญาตรีแก่นักเรียนนายเรือ ทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์สาขาต่าง ๆ ตามความต้องการของกองทัพเรือ ให้ความรู้และประสบการณ์ด้านวิชาชีพทหารเรือเบื้องต้น และ พัฒนาด้านร่างกายจิตใจและควมมีคุณธรรม การศึกษาหลักสูตรการศึกษา โรงเรียนนายเรือต่างประเทศ^(๙) ทำให้พบลักษณะเด่นของการจัดการศึกษา จากการจัดหลักสูตรการศึกษาของ โรงเรียนนายเรือสหรัฐอเมริกา^(๑๐) ดังนี้คือ

๑. เน้นความหลากหลายของสาขาวิชา โดยมีหลักสูตรให้ นักเรียนนายเรือเลือกได้มากถึง ๑๘ สาขาวิชา (ทั้งสายวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์)

๒. มีหลักสูตรและโครงการศึกษาพิเศษ เพื่อให้โอกาสทางการศึกษาแก่ผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิชาการ ได้แก่ โครงการ Trident Scholars โครงการ Honors Program โครงการ Voluntary Graduate Education Program (VGEP)

จากผลการวิเคราะห์สาระทั้ง ๔ ขั้นตอนข้างต้น สามารถนำมาสรุปเป็น กลุ่มคำสำคัญ (Key Words) สำหรับใช้เป็นพื้นฐานในการจัดหลักสูตรการศึกษา ดังแสดงในภาพที่ ๓



ภาพที่ ๓ กลุ่มคำสำคัญที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่างๆ

สรุปผลการวิจัย

จากกลุ่มคำสำคัญ จะเห็นว่า ในอนาคต ลักษณะและรูปแบบการปฏิบัติหน้าที่ที่จะมีความหลากหลายมากขึ้น ทำให้บุคลากรของกองทัพควรจะต้องมีความรู้ที่หลากหลายมากขึ้นด้วย แต่การให้การศึกษาแก่บุคคลในหัวข้อที่หลากหลายอย่างกว้างขวางเกินไป ภายในกรอบระยะเวลาจำกัด อาจทำให้การจัดการศึกษาไม่สามารถลงลึกในรายละเอียดของเนื้อหาและอาจเป็นผลเสียแก่ตัวผู้รับการศึกษา ในแง่ของภาระงาน (Loading) ที่หนักมากเกินไป และอาจทำให้บุคคลที่รับการศึกษาไม่มีความเชี่ยวชาญใด ๆ ที่โดดเด่น ในระดับที่จะสามารถทำงานในลักษณะเจาะลึกและสร้างสรรค์เพื่อการดำรงอยู่และการพัฒนาอย่างยั่งยืนได้ แต่อาจจะเตรียมคนให้สามารถทำงานได้ในระดับของงานประจำ (Routine work) เท่านั้น

ดังนั้น การเปรียบเทียบความสำคัญ (Trade-off) ระหว่างการให้การศึกษาเพื่อความสามารถที่หลากหลายและความเชี่ยวชาญในสายงานอาชีพใดอาชีพหนึ่งโดยเฉพาะ จึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น

ซึ่งจากการวิเคราะห์ความคิดเห็นจากกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า หนทางปฏิบัติที่เหมาะสมที่สุด คือ การให้การศึกษาเพื่อให้บุคคลมีความเชี่ยวชาญในงานอาชีพที่เขามีความสนใจและความถนัด บนพื้นฐานความจริงที่ว่า ในยุคแห่งการแข่งขันและมีข้อจำกัดทางทรัพยากรในด้านต่าง ๆ กองทัพของแต่ละประเทศก็มุ่งที่จะพัฒนาบุคลากรของตนให้มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน เพื่อเพิ่มผลการดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด อันนำไปสู่ ข้อเสนอแนะ (Recommendations) เพื่อเป็นแนวทางในการจัดหลักสูตรการศึกษาโรงเรียนนายเรือ จำนวน ๖ ประเด็น (ตารางที่ ๒) ซึ่งจะทำให้ข้อดีที่เห็นได้ชัดเจน ก็คือ นายทหารสัญญาบัตร พรรคนาวินจะสำเร็จการศึกษาในสาขาวิชาต่าง ๆ ที่หลากหลายมากขึ้น ทำให้ง่ายต่อการคัดสรรบุคคลเข้าปฏิบัติหน้าที่ที่มีความหลากหลายได้อย่างเหมาะสมมากขึ้นด้วย



ภาพที่ ๔ ภาพตัดขวาง แสดงความสัมพันธ์ของภาควิชาต่าง ๆ ตามโครงสร้างหลักของหลักสูตรการศึกษาที่ได้จากการศึกษาวิจัย



ข้อเสนอแนะในการวิจัย

ผลการวิจัยที่ได้จากการศึกษาและนำเสนอในที่นี้ ในทางการวิจัยการศึกษา ถือว่าเป็น **ผลการวิจัยขั้นต้น** สมควรได้รับการแถลงผลในวงกว้าง เพื่อรับฟังความคิดเห็นอย่างกว้างขวางในลักษณะของประชาพิจารณ์ (Public Hearing) จากผู้ที่มีส่วนได้-เสียจากการจัดการศึกษา (Stakeholders) เพื่อนำผลที่ได้ไปแก้ไขปรับปรุง ก่อนสรุปผลออกมาเป็นแนวทางการพัฒนาหลักสูตรการศึกษาในขั้นสุดท้าย^(๑๑) เพื่อเสนอขอความเห็นชอบจากกองทัพเรือ และดำเนินการพัฒนาหลักสูตรในรายละเอียดต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรเสนาธิการทหารเรือ ประจำปีการศึกษา ๒๕๔๔ ผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างสูงต่อนายทหารที่ปรึกษางานวิจัย ได้แก่ นาวาเอก ศูนย์ปิ่น โสมภีร์ และ นาวาเอกสมชาย ฌ บางช้าง และผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง ๓๗ ท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เชิงอรรถ

๑. ปรัชญาโรงเรียนนายเรือ
๒. พลเรือเอก ประเจตน์ ศิริเดช. ข้อมูลจากแบบสอบถาม ๘ มิถุนายน ๒๕๕๔.
๓. สงัด อุทรานันท์. *พื้นฐานและหลักการพัฒนาหลักสูตร*. ๒๕๒๗.
๔. เป็นการวิจัยที่ตั้งอยู่บนแนวคิดของปรัชญาอนาคตนิยม ที่เชื่อว่า อนาคตเป็นเรื่องที่สามารถจะศึกษาได้อย่างเป็นระบบ เพื่อเลือกทำอนาคตที่พึงประสงค์ให้เกิดขึ้น หรือคิดหาทางป้องกันไม่ให้อนาคตที่ไม่พึงประสงค์เกิดขึ้นด้วย และอาจศึกษาแนวทางแก้ไขหรือเตรียมตัว หากอนาคตที่ไม่พึงประสงค์เกิดขึ้นจริง
๕. เป็นเทคนิควิธีวิจัยสำหรับการวิเคราะห์เอกสารหรือข้อมูลด้วยวิธีการเชิงปริมาณอย่างเป็นระบบ โดยเน้นที่องค์ประกอบสำคัญ ๓ ประการคือ ความมีระบบ มีสภาพเป็นปรนัยและอิงกรอบแนวคิดทฤษฎี โดยความเที่ยง (Reliability) ของการวิเคราะห์สละเกิดจากความถูกต้องของข้อมูล และความตรง (Validity) เกิดจาก ความตรงของข้อมูล ความตรงของภาษาและความตรงของผล (เสนห์ จัยโต. *วิสัยทัศน์และกลยุทธ์ในการบริหารอุดมศึกษา : กรณีศึกษาของผู้บริหารระดับสูง*. วิทยานิพนธ์ระดับดุสิตบัณฑิตยสถาน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ๒๕๔๑.)
๖. ใช้วิธีการสัมภาษณ์กึ่งมีโครงสร้างแบบเปิด ซึ่งเป็นการสัมภาษณ์ในลักษณะปฏิสัมพันธ์ (Interactive Interview) และใช้เทคนิคการสัมภาษณ์แบบสรุปสะสม (Cumulative Summarization) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ ทั้งด้านความตรงและความเที่ยง
๗. ใช้คำถามปลายเปิด ที่มีลักษณะเปิดกว้างและไม่ชี้นำ เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิเขียนตอบโดยอิสระ
๘. ขอบข่ายสมการศึกษาวិชาการทหารฯ และประกาศทบวงมหาวิทยาลัยฯ กล่าวถึงจำนวนปีที่ทำการศึกษาและรายละเอียดของจำนวนหน่วยกิตที่ทำการศึกษา ซึ่งเกินขอบเขตของงานวิจัย จึงไม่ขอนำมากล่าว ณ ที่นี้
๙. จำนวน ๘ หลักสูตร คือ หลักสูตรการศึกษา โรงเรียนนายเรือประเทศสหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร เยอรมนี สเปน ญี่ปุ่น แอฟริกาใต้ สิงคโปร์ และมาเลเซีย
๑๐. <<http://www.usna.edu/admissions/educate.htm>>
๑๑. สอดคล้องกับ มาตรา ๘ (วรรค ๒) และ ๙ (วรรค ๖) แห่ง พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๔๒ ที่บัญญัติให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา ซึ่ง "สังคม" ในบริบทของกองทัพเรือ ก็คือหน่วยงานต่าง ๆ ของกองทัพเรือ ทั้งที่มีหน้าที่กำหนดทิศทางของกองทัพและที่ใช้ผลผลิตจากโรงเรียนนายเรือ ทั้งนี้ก็เพื่อ โรงเรียนนายเรือจะได้สามารถผลิตบุคลากรได้ตรงกับความต้องการของ "สังคม" ได้อย่างแท้จริง

การติดตามและประเมินผลผู้สำเร็จการศึกษา คือ หัวใจสำคัญของการประกัน คุณภาพการศึกษาโรงเรียนนายเรือ

น.อ.หญิง คร. ประอร สุนทรวิภาค
หัวหน้ากองสถิติและวิจัย โรงเรียนนายเรือ

บทนำ

การติดตามและประเมินผลผู้สำเร็จการศึกษาคืออะไร และสำคัญอย่างไรต่อการประกันคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนนายเรือ ตลอดจนรูปแบบและวิธีการในการติดตามและประเมินผล ผู้สำเร็จการศึกษา คือเนื้อหาสาระที่ผู้เขียนจะได้นำเสนอให้ผู้อ่านทราบในลำดับต่อไป

๑. นิยามและความสำคัญของการติดตามและประเมินผลผู้สำเร็จการศึกษา

การติดตามและประเมินผลผู้สำเร็จการศึกษา (Follow up Study) คือกระบวนการที่จะให้ข้อมูลย้อนกลับมาสู่สถาบันการศึกษาว่าคุณภาพของบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษา ออกไปทำงานนั้นดีเพียงใด เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถาบัน และเป็นที่ยังพอใจของผู้ใช้งานหรือไม่ เพื่อให้ได้แนวทางในการปรับปรุง และพัฒนาการดำเนินงานจัดการศึกษาของสถาบันได้อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งการติดตามและประเมินผลดังกล่าวถือว่าเป็นองค์ประกอบ / ดัชนีชี้วัดคุณภาพ ที่สำคัญในการประกันคุณภาพการศึกษาของสถาบันอุดมศึกษา

โรงเรียนนายเรือ ในฐานะสถาบันอุดมศึกษาของกองทัพเรือ ซึ่งมีปณิธาน และวัตถุประสงค์ที่จะให้การศึกษาระดับอุดมศึกษาแก่นักเรียนนายเรือ เพื่อให้เป็นนายทหารสัญญาบัตรที่มีความรู้ความสามารถ และความคิดริเริ่ม มีความเป็นผู้นำที่เพียบพร้อมด้วยคุณธรรมและจริยธรรม สำหรับปฏิบัติราชการในกองทัพเรือ อีกทั้งมีความจงรักภักดีต่อชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ ควรที่จะต้องมีการติดตามและประเมินผลนายทหารผู้สำเร็จการศึกษา ซึ่งเป็นผลผลิตของโรงเรียนนายเรือ ว่ามีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์ และความต้องการของกองทัพเรือหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพ การจัดการศึกษาของโรงเรียนนายเรือ ให้ได้ผลผลิต คือ นายทหารสัญญาบัตรที่มีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์ของโรงเรียนนายเรือ และตรงตามความต้องการของกองทัพเรือ ได้ อย่างเป็นรูปธรรมและยั่งยืนต่อไป

จากหลักการสำคัญของการประกันคุณภาพการศึกษาโรงเรียนนายเรือ ในผลการวิจัยระบบการประกันคุณภาพการศึกษาโรงเรียนนายเรือ (ประอร สุนทรวิภาต, ๒๕๕๔) ที่ว่าโรงเรียนนายเรือจะต้องสร้างระบบการประกันคุณภาพการศึกษา ที่ทำให้โรงเรียนนายเรือผลิตนายทหารสัญญาบัตรที่มีคุณภาพตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้และตอบสนองความต้องการของกองทัพเรือ หากไม่มีการวิจัยติดตามและประเมินผลผู้สำเร็จการศึกษาแล้วโรงเรียนนายเรือ จะทราบได้อย่างไรว่า ผลผลิตของโรงเรียนนายเรือคือ นายทหารสัญญาบัตรผู้สำเร็จการศึกษาจากโรงเรียนนายเรือ นั้นมีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์ของโรงเรียนนายเรือที่กำหนดไว้ และตรงตามความต้องการของกองทัพเรือ

ดังนั้นการติดตามและประเมินผลผู้สำเร็จการศึกษา จึงเป็นเครื่องมืออันสำคัญยิ่งของการประกันคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนนายเรือ เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับให้โรงเรียนนายเรือได้ดำเนินงานไปอย่างถูกทิศทาง และบรรลุวัตถุประสงค์

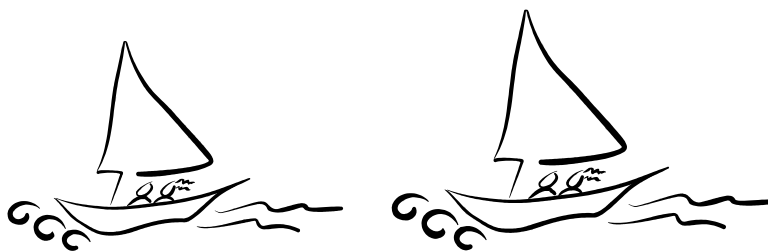
ระบบการประกันคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนนายเรือ จากผลการวิจัยของ ประอร สุนทรวิภาต, น.อ.หญิง (๒๕๕๔) จึงได้กำหนดให้การติดตามและประเมินผลผู้สำเร็จการศึกษา เป็นองค์ประกอบในการประกันคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนนายเรือ (องค์ประกอบที่ ๖)

องค์ประกอบที่ ๖ : การติดตามและประเมินผลผู้สำเร็จการศึกษา

เกณฑ์ : มีการติดตามและประเมินผลนายทหารผู้สำเร็จการศึกษา ออกไปปฏิบัติงานตามหน่วยต่าง ๆ ในกองทัพเรืออย่างสม่ำเสมอ

(๑) มีการติดตาม และประเมินผลนายทหารผู้สำเร็จการศึกษาจากโรงเรียนนายเรืออยู่เสมอ ตามห้วงเวลาที่เหมาะสมทั้งในเรื่องความรู้ความสามารถในการปฏิบัติงาน คุณลักษณะผู้นำทหาร คุณธรรม และจริยธรรม

(๒) มีการนำผลจากการติดตามและประเมินผลนายทหารผู้สำเร็จการศึกษา มาเป็นแนวทางในการปรับปรุง และพัฒนาการดำเนินงานในทุกด้านอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้นายทหารสัญญาบัตรที่มีคุณภาพตามวัตถุประสงค์ และตรงกับความต้องการของกองทัพเรืออย่างแท้จริง



๒. รูปแบบและวิธีการติดตามและประเมินผลผู้สำเร็จการศึกษา

๒.๑ รูปแบบการติดตามและประเมินผล

การติดตามและประเมินผลผู้สำเร็จการศึกษา กระทำใน ๒ รูปแบบใหญ่ ๆ คือ การประเมินเชิงปริมาณ และการประเมินเชิงคุณภาพ (วิจิตร ศรีสอาน, ๒๕๒๓)

๒.๑.๑ การประเมินเชิงปริมาณ เป็นรูปแบบการสำรวจว่าบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาในหลักสูตรต่าง ๆ จากสถาบันนั้น มีความเพียงพอต่อความต้องการของสังคมหรือไม่ และเกี่ยวข้องกับการว่าจ้างงานในตลาดแรงงานเพียงใด

๒.๑.๒ การประเมินเชิงคุณภาพ เป็นรูปแบบการติดตามเพื่อที่จะทราบว่าคุณภาพของบัณฑิตที่ออกไปทำงานเป็นอย่างไร เป็นที่น่าพอใจหรือไม่ หรือเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการจัดหลักสูตรที่ตั้งไว้เพียงใด การประเมินเชิงคุณภาพนี้กระทำโดย

๑) การถามตัวผู้สำเร็จการศึกษาในประเด็นของการได้งาน ว่าตรงกับวิชาที่เรียนหรือไม่ วิชาที่เรียนใช้ประโยชน์ ได้เพียงใด และนำไปประยุกต์ใช้ได้หรือไม่

๒) การถามกับผู้ใชบัณฑิต หรือผู้บังคับบัญชาของบัณฑิต เป็นข้อมูลย้อนกลับที่สำคัญมากว่าผู้ใชบัณฑิตนั้นพึงพอใจในคุณภาพของบัณฑิตมากน้อยเพียงใด

๓) การถามผู้ร่วมงาน และผู้รับบริการจากบัณฑิต ซึ่งอาจมีข้อยกเว้นว่าอาจทำไม่ได้ นอกเสียจากในกรณีที่ผู้ร่วมงานและผู้รับบริการจากบัณฑิตมีตัวตนอยู่เด่นชัด



๒.๒ วิธีการติดตามและประเมินผล

๒.๒.๑ เบอร์ดี และคณะ (Berdie and others, ๑๙๖๓) ได้เสนอแนะแนวทางในการดำเนินการติดตามและประเมินผลผู้สำเร็จการศึกษาไว้ดังนี้

๑) ประชุมปรึกษาหารือกันระหว่างคณะผู้บริหารการศึกษา ถึงวัตถุประสงค์และความต้องการในการติดตามผล และเรื่องอื่นๆ ที่ต้องการทราบ

๒) ตั้งวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่สถานศึกษาจะได้รับ

๓) จัดตั้งคณะกรรมการดำเนินงานในการศึกษาและติดตามผล

๔) นำวัตถุประสงค์และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ไปทบทวนร่วมกับคณะครูและบุคคลที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เพื่อฟังข้อเสนอแนะและขอความช่วยเหลือ

๕) วิธีการและขบวนการต่าง ๆ รวมทั้งการวิเคราะห์ผล จะต้องมีความเชื่อถือได้ ดังนั้นจึงควรอาศัยผู้ชำนาญ ซึ่งได้แก่ นักวิจัย เพื่อช่วยในการวางแผน และเขียนแบบสอบถาม

๖) มีการวางแผน และเตรียมงานอย่างดี ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

๗) การเลือกกลุ่มตัวอย่าง อาจเลือกตามปีที่สามารถสำเร็จการศึกษา ตามห้องเรียนหรือจากกลุ่มเฉพาะก็ได้ ตามความเหมาะสม

๘) ต้องตัดสินใจล่วงหน้า ว่าอย่างน้อยควรจะได้แบบสอบถามคืนมาเท่าใด เพราะการได้รับคืนมาทั้งหมดย่อมเป็นไปได้ แต่ถ้าได้รับคืนมาน้อยเกินไป ก็ไม่ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ในการสรุปผล

๙) นำผลที่ได้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์

๒.๒.๒ สุชา จันทร์เอม (๒๕๒๐) กล่าวถึงวิธีการติดตามผลผู้สำเร็จการศึกษาว่า สามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับความต้องการและความเหมาะสมกับสภาพการณ์ งบประมาณและจำนวนนักเรียนเป็นต้น โดยจะต้องพิจารณาถึงเครื่องมือและวิธีการดังนี้

๑) การใช้แบบสอบถาม (questionnaire) หรือแบบสำรวจ ควรพิจารณาจากขอบข่ายของงาน แล้วนำมาสร้างเป็นคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ประเมิน โดยอาจจะมีคำถามปลายเปิดด้วย เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ซึ่งวิธีการนี้เหมาะสำหรับติดตามผลนักเรียนที่จบการศึกษาออกจากโรงเรียนไปแล้ว ซึ่งมีข้อดี คือ สะดวก รวดเร็ว และประหยัดเวลาในการติดตามผล ซึ่งมีนักเรียนเป็นจำนวนมาก และนอกจากนี้ยังเป็นวิธีการที่ได้ข้อมูลถูกต้องกว่าวิธีอื่น เนื่องจากการใช้แบบสอบถามมีระบบ ระเบียบ และวิธีการควบคุม สถานการณ์ต่าง ๆ ด้รััดกุม มีเกณฑ์ที่แน่นอน กล่าวคือ ผู้ตอบแต่ละคนต้องตอบคำถามเดียวกัน วิธีการให้คะแนนใช้เกณฑ์เดียวกัน ซึ่งอาจจะมีปัญหาเกี่ยวกับจำนวนแบบสอบถามที่ได้รับคืน แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการใช้แบบสอบถามก็เป็นวิธีการที่นิยมใช้มากที่สุด

๒) วิธีการสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ช่วยให้ทราบทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อโรงเรียน โดยนักเรียนอาจมีข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงและพัฒนาโรงเรียน จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการติดตามผลรายบุคคลในโรงเรียนของนักเรียนในปัจจุบัน มีข้อดีคือ ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นความจริง และได้ข้อมูลมากกว่าวิธีอื่น และถ้าผู้ถูกสัมภาษณ์ไม่เข้าใจคำถาม ผู้สัมภาษณ์ก็สามารถอธิบายขยายความให้เข้าใจได้ แต่มีข้อเสียคือ ผู้สัมภาษณ์ต้องมีความชำนาญ รู้ขั้นตอนของการสัมภาษณ์ และจัดทำข้อคำถามในการสัมภาษณ์อย่างมีระบบ มิเช่นนั้นข้อมูลที่ได้รับจะกระจัดกระจายหรือไม่สมบูรณ์ตามที่ต้องการ

๓) การใช้แบบตรวจสอบ (Checklist) สำรวจทัศนคติ ความคิดเห็น ตลอดจนข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่โรงเรียนต้องการทราบ แบบตรวจสอบจะรวบรวมคำถามไว้ และให้นักเรียนทำเครื่องหมายเพื่อตอบเท่านั้น

จากวิธีการต่าง ๆ ทั้งหมดในการติดตามผล วิธีที่สะดวกที่สุด ได้ข้อมูลมากที่สุด และเป็นที่ยอมรับมากที่สุด คือ การใช้แบบสอบถาม (Questionnaire)

๒.๒.๓ โทมัส ดีม (Thomas Deam อ่างใน จันทิมา โภจนาท ๒๕๒๔ : ๒๙) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับวิธีการที่ใช้ในการติดตามผลผู้สำเร็จการศึกษา และความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อวิธีการเหล่านั้น ผลการวิจัยพบว่า แนวทางที่จะนำไปใช้ในการดำเนินการติดตามผลมี ดังนี้

๑) วัตถุประสงค์เบื้องต้นในการติดตามผล ควรจะประเมินและปรับปรุงเกี่ยวกับการดำเนินการของสถาบันว่า บรรลุวัตถุประสงค์ของสถาบันหรือไม่ ตลอดจนคุณภาพของหลักสูตร บริการแนะแนว และการสอน

๒) ควรมีหน่วยงานเฉพาะ เพื่อการศึกษาติดตามผล ซึ่งจะมีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรง

๓) การดำเนินงานของหน่วยงาน จะต้องอยู่ภายใต้การสั่งการของคณะกรรมการบริหารงาน ซึ่งประกอบด้วย คณาจารย์ ผู้บริหาร นักศึกษาปัจจุบัน และกรรมการที่อยู่นอกวงการศึกษา

๔) ข้อสรุปที่ได้จากการติดตามผลนี้ ควรจัดพิมพ์เผยแพร่ให้กับบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการบริหารการศึกษาได้รับทราบด้วย

๕) ข้อเท็จจริงที่ควรรวบรวมได้จากนักศึกษาเก่าได้แก่ งานที่นักศึกษาเก่าทำอยู่ หรืองานที่ทำหลังจากออกจากสถาบันการศึกษาแล้ว ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเพิ่มสถาบันการศึกษา แก่นักศึกษาปัจจุบันและอนาคต ความพึงพอใจในการประกอบอาชีพของนักศึกษา และความประทับใจที่ได้รับจากสถาบันการศึกษา

๖) วิธีการที่ใช้ในการติดตามผล ควรจะประกอบด้วยวิธีการต่าง ๆ ร่วมกัน เช่น รายงานจากนายจ้าง การสัมภาษณ์ รายงานจากสถาบันการศึกษา การติดต่อทางโทรศัพท์ และการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์

๗) เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ รายงานจากนายจ้าง และจากสถาบันการศึกษาต่าง ๆ การวิเคราะห์บันทึกต่าง ๆ แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถาม และแบบแสดงความคิดเห็น

๘) แหล่งต่าง ๆ ที่ควรติดต่ออย่างสม่ำเสมอ เพื่อช่วยในการติดตามผล ได้แก่ นักศึกษาเก่า ผู้บังคับบัญชา หรืออาจารย์ที่ปรึกษาของนักศึกษา อาจารย์ อาจารย์แนะแนว ผู้บริหารของสถาบันการศึกษาชั้นสูง รวมทั้งนายทะเบียน

๙) ควรมีการคำนวณค่าใช้จ่าย และจัดตั้งงบประมาณเฉพาะไว้ในงบประมาณประจำปี ของสถาบันการศึกษานั้น ๆ

๑๐) สถาบันการศึกษา ควรพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไขวิธีการ เมื่อปรากฏผลว่าการดำเนินงานมีสิ่งบกพร่อง

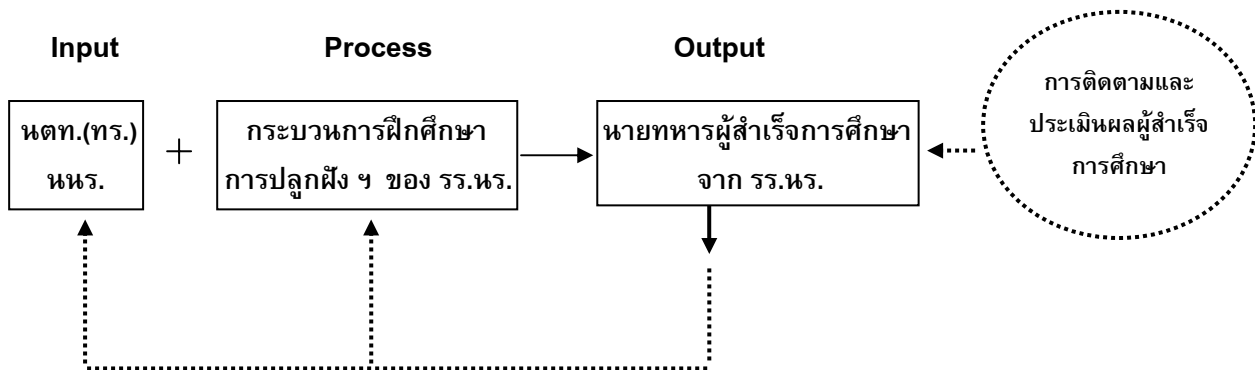
บทสรุป

ในกระบวนการผลิตนายทหารสัญญาบัตรหลักของโรงเรียนนายเรือ นอกจากจะประกอบด้วย บัณฑิตนำเข้าและกระบวนการผลิต เพื่อให้ได้ผลผลิตตามวัตถุประสงค์ของโรงเรียนนายเรือและตรงตามความต้องการของกองทัพเรือแล้ว จำเป็นต้องมีการติดตามและประเมินผลผู้สำเร็จการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูล

ย้อนกลับมาสู่การปรับปรุงและพัฒนาปัจจัยนำเข้า และกระบวนการผลิตอย่างเป็นระบบ (ตามแผนภูมิข้างล่าง)

กระบวนการผลิตนายทหารสัญญาบัตรหลักของ รร.นร.

(นาวาเอก หญิง ประอร สุนทรวิภาต, ๒๕๔๔)



สำหรับรายงานผลการวิจัยติดตามและประเมินผลผู้สำเร็จการศึกษาของโรงเรียนนายเรือ ซึ่งได้ดำเนินการมาแล้ว ๒ ครั้ง คือ ปีการศึกษา ๒๕๔๐ และ ๒๕๔๓ ท่านผู้อ่านคงอยากทราบผลว่าเป็นเช่นไร นายทหารผู้สำเร็จการศึกษาจากโรงเรียนนายเรือ เป็นที่พึงพอใจของผู้บังคับบัญชา และหน่วยต่าง ๆ ของกองทัพเรือ หรือไม่อย่างไร ซึ่งผู้วิจัยจะขอนำเสนอในฉบับหน้าต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- จันทิมา โกญจนาท. การติดตามผลผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรศิลปศึกษา ชั้นกลาง วิทยาลัยช่างศิลป์ กรมศิลปากร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , ๒๕๒๔.
- ประอร สุนทรวิภาต , น.อ.หญิง ระบบการประกันคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนนายเรือ. เอกสารวิจัยโรงเรียนนายเรือ (ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทัพเรือ) , ๒๕๔๔.
- วิจิตร ศรีสอาน. “คำบรรยายเรื่องการศึกษาติดตามผล” รายงานสัมมนาวิทยาลัยมหิดล ครั้งที่ ๘ (๑ - ๓ ตุลาคม) , ๒๕๒๓.
- สุชา จันท์เอม และ สุรางค์ จันท์เอม. จิตวิทยาการแนะแนว กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อักษรบัณฑิต , ๒๕๒๐.
- โรงเรียนนายเรือ. การติดตามและประเมินผลผู้สำเร็จการศึกษาจากโรงเรียนนายเรือ ปีการศึกษา ๒๕๔๓. เอกสารวิจัยแผนกศึกษาและวิจัย กองสถิติและวิจัย , ๒๕๔๔.

วงการธุรกิจ การค้า การลงทุน การศึกษา โดยการตัดสินใจที่อาศัยสถิตินี้สามารถยืนยันได้เป็นระดับของค่าตัวเลข เพื่อให้ผู้บริหารเลือกใช้ เลือกตัดสินใจอย่างมีหลักเกณฑ์ วิธีการของสถิติขั้นสูงมีหลายวิธี ได้แก่ การทดสอบความแปรปรวน (Analysis of Variance) การวิเคราะห์ตัวแปร (Factor Analysis) การสร้างฟังก์ชัน (Discriminant Function) การแบ่งกลุ่ม (Clacisfied) เป็นต้น

การคัดเลือกนักเรียนนายเรือเข้าศึกษาในสาขาวิชาต่าง ๆ เป็นสิ่งที่ผู้เขียนสนใจมาก่อนหน้าที่จะใช้หลักสูตรทั้ง ๑๑ สาขานี้ เนื่องจากมีความคิดว่าถ้าไม่มีนโยบายด้านกำลังพลมาจำกัด กองทัพเรือน่าจะได้ทรัพยากรบุคคลจากนักเรียนนายเรือที่มีความสามารถ มีความเชี่ยวชาญตรงตามสาขาวิชาที่สำเร็จการศึกษามากที่สุด ดังนั้นน่าจะมีความรู้ที่ได้อาจารย์ทางวิชาการเพื่อใช้คัดเลือกนักเรียนนายเรือก่อนเข้าสาขาวิชา ว่าใครเหมาะสมเข้าศึกษาในสาขาวิชาใดมาประกอบให้นักเรียนรู้อันนี้ ตัวเขานั้นมีความเหมาะสมที่จะศึกษาสาขาใด เพื่อประกอบกับความชอบความสนใจของตน จึงจะให้นักเรียนเป็นผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพ เมื่อสำเร็จการศึกษาแล้วก็จะป็นนายทหารที่มีประสิทธิภาพด้วยเช่นกัน

เครื่องมือที่ต้องใช้ตัวแปร (Variables) เป็นผลการเรียนในชั้นแรกของนักเรียนที่ศึกษาเหมือนกันทุกคน ภายใต้สมมติฐานว่าผู้สำเร็จการศึกษาโดยไม่ได้ระดับคะแนน F ทุกรายวิชาตลอดหลักสูตร ถือว่าเป็นผู้ที่มีความสามารถในสาขาวิชานั้น จากนั้นเมื่อนำตัวแปรที่คัดเลือกมาเหมาะสม มาสร้างเป็นฟังก์ชัน (Function) ตามจำนวนสาขาวิชา หากทำการทดสอบทางสถิติ แล้วว่าฟังก์ชันเหล่านั้นมีความน่าเชื่อถือทางสถิติเพียงพอ ทุกฟังก์ชันก็จะเป็นเครื่องมือในการคัดเลือกนักเรียนนายเรือเข้าศึกษาในแต่ละสาขาวิชาได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ แนวคิดนี้ตรงกับวิธีการทางสถิติ คือการสร้างฟังก์ชัน การจำแนก (Discriminant Function) แต่เนื่องจากข้อจำกัดของการสร้างฟังก์ชันการจำแนกคือ ข้อมูลที่ผ่านมาแล้วเพื่อที่จะสร้างฟังก์ชันไว้ใช้กับข้อมูลที่จะเข้ามาใหม่ เพื่อจำแนกเข้ากลุ่ม เช่น ถ้าต้องการสร้างฟังก์ชันเพื่อคัดเลือกนักเรียนนายเรือเข้าศึกษาสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ต้องมีข้อมูลนักเรียนนายเรือ ที่สำเร็จการศึกษาสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ โดยมีจำนวนข้อมูลเพียงพอที่วิธีการทางสถิติยอมรับคือไม่ควรต่ำกว่า ๓๐ ข้อมูล ผู้เขียนจึงยังไม่มีข้อมูลพอที่จะสร้างฟังก์ชันเพื่อคัดเลือกนักเรียนนายเรือ เข้าศึกษาใน ๑๑ สาขาวิชาตามหลักสูตรใหม่ปีการศึกษา ๒๕๔๕ นี้ได้

จากแนวความคิดนี้ผู้เขียนทำการศึกษามาแล้วว่า หากใช้การสร้างฟังก์ชันการจำแนกกับนักเรียนนายเรือ ตามหลักสูตรเดิมซึ่งมี ๖ สาขาวิชา ได้แก่ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (อิเล็กทรอนิกส์) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (กำลัง) สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ และสาขาวิชาบริหารศาสตร์ฟังก์ชันการจำแนกที่สร้างมาจะมีความน่าเชื่อถือแค่ไหน ถ้าหากน่าเชื่อถือมากก็แสดงว่าแนวคิดการสร้างฟังก์ชันตามหลักสูตรใหม่ มีความเป็นไปได้ ซึ่งการศึกษานี้ผู้เขียนได้จัดทำเป็นรายงานการวิจัยเรื่อง“การใช้ฟังก์ชันการจำแนก (Discriminant Functions) เพื่อคัดเลือกนักเรียนนายเรือเข้าศึกษาในสาขาวิชาต่าง ๆ “ เมื่อธันวาคม พ.ศ. ๒๕๔๒ ถึงเวลาจะผ่านมากกว่า ๒ ปี แต่เนื่องจากช่วงปี พ.ศ. ๒๕๔๓ ถึง พ.ศ. ๒๕๔๕ เป็นช่วงการจัดทำหลักสูตรใหม่ ผู้เขียนยังไม่มีข้อมูลของผลการเรียนตามหลักสูตรใหม่มาศึกษาเพิ่มเติมได้ แต่เพื่อให้ผู้อ่านทราบแนวทาง

ในการใช้วิธีการทางสถิติเพื่อการคัดเลือกนักเรียนนายเรือเข้าศึกษาในสาขาวิชาต่าง ๆ ของโรงเรียนนายเรือ จึงขอสรุปผลของรายงานการวิจัยในครั้งนั้น ดังนี้

ประชากรในการศึกษา

ประชากรที่ศึกษาคือนักเรียนนายเรือที่สำเร็จการศึกษาชั้นปีที่ ๕ ปีการศึกษา ๒๕๔๑ ที่สำเร็จการศึกษาเมื่อ มกราคม พ.ศ. ๒๕๔๒ โดยพิจารณาเฉพาะผู้ที่มีผลการศึกษารายวิชาไม่มีระดับคะแนน F เลยตลอดหลักสูตร จำนวน ๑๐๔ นาย จำแนกตามสาขาวิชาดังนี้

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (อิเล็กทรอนิกส์)	๕๓	นาย
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (กำลัง)	๔	นาย
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ	๑๖	นาย
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล	๔	นาย
สาขาวิชาวิศวกรรมอุทกศาสตร์	๔	นาย
สาขาวิชาบริหารศาสตร์	๒๓	นาย
รวม	๑๐๔	นาย

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

เป็นข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) จากกองสถิติและวิจัยโรงเรียนนายเรือเป็นคะแนนรายวิชาในวิชาพื้นฐานที่ศึกษาในชั้นปีที่ ๑ และ ๒ ก่อนที่จะแยกสาขา จำนวน ๓๖ รายวิชาและระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม (GPA) ถึงชั้นปีที่ ๒ จัดเป็นตัวแปร ๓๗ ตัวแปร

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลจำนวน ๑๐๔ ข้อมูล ตัวแปร ๓๗ ตัวแปร จัดตัวแปรตามกลุ่ม (Tyre) ซึ่งคือสาขาวิชาได้ ๖ สาขาวิชา (6 Tyre) ใช้วิธีวิเคราะห์การจำแนกโดยใช้ตัวแปรทุกตัว (Direct Method) โดยจัดให้ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ Tyre 1 ถึง Tyre 6 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือตัวแปร ๓๗ ตัวแปร

วิธีการวิเคราะห์นี้มีหลักคือ ต้องการสร้างฟังก์ชัน ๕ ฟังก์ชัน โดยคิดจากค่าเฉลี่ยของตัวแปรทุกตัว ตัวแปรใดค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันให้อยู่กลุ่ม (Type) เดียวกัน โดยคิดจากลำดับของระยะห่าง (Distance) จากจุดกลาง (Centroid) ที่ยอมรับได้ทั้ง ๕ ฟังก์ชันจึงมีลำดับและน้ำหนักของตัวแปรทั้ง ๓๗ ตัวไม่เท่ากัน ได้เป็นฟังก์ชัน ๕ ฟังก์ชัน มีตัวแปรตาม ๕ ตัว ค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวแปรตามทั้ง ๕ ค่านี้ จะแสดงค่าประจำเป็นกลุ่มที่จำแนกโดยฟังก์ชันการจำแนก ๕ ฟังก์ชันนี้ทันที เช่น ข้อมูลชุดหนึ่งเมื่อแทนค่าหาค่าเฉลี่ยจากตัวแปรตามทั้ง 5 ค่านี้แล้ว ได้ เท่ากับ 6 ก็หมายความว่า จำแนกแล้วเหมาะสม



ที่จะอยู่กลุ่มที่ ๖ นั้นเอง ทั้งนี้ทุกชั้นตอนมีระดับนัยสำคัญทางสถิติแสดงด้วยเสมอ

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูล ๑๐๓ ข้อมูล (เนื่องจากมี Missing value ๑ ข้อมูล) ได้ ฟังก์ชันการจำแนก ๕ ฟังก์ชัน มีอำนาจการจำแนกที่เชื่อถือได้ตามหลักสถิติถึง ๘๕.๔๔% และเมื่อนำผลของการใช้ฟังก์ชันการจำแนกย้อนกลับไปดูว่า มีนักเรียนนายเรือในปีนั้นจำนวนมากน้อยเพียงใด ที่เมื่อใช้การเลือกสาขาโดยใช้ฟังก์ชันการจำแนก ทำให้เขาทราบความเหมาะสมที่ควรเลือกศึกษา สาขาวิชาอื่น แทนสาขาวิชาที่เขาเลือก ดังนี้

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (อิเล็กทรอนิกส์)	๕๓	นาย	จำแนกถูก ๔๒ นาย
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (กำลัง)	๔	นาย	จำแนกถูก ๔ นาย
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ	๑๖	นาย	จำแนกถูก ๑๒ นาย
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล	๔	นาย	จำแนกถูก ๔ นาย
สาขาวิชาวิศวกรรมอุทกศาสตร์	๔	นาย	จำแนกถูก ๔ นาย
สาขาวิชาบริหารศาสตร์	๒๒	นาย	จำแนกถูก ๒๒ นาย
รวม	๑๐๓	นาย	

(เนื่องจากมี Missing value ๑ ข้อมูลใน สาขาวิชาบริหารศาสตร์)

ในจำนวนนักเรียนนายเรือ ๑๐๓ นาย ฟังก์ชันจำแนกถูก ๘๘ นาย คิดเป็นร้อยละ ๘๕.๔๔ ที่เหลือ จำแนกเป็นกลุ่มอื่น อีก ๑๕ นาย คิดเป็นร้อยละ ๑๔.๕๖ หากพิจารณาดูว่า ถ้านักเรียนนายเรือ จำนวน ๑๕ นายนี้ จะทราบก่อนว่าเขาเหมาะสมที่จะศึกษาในสาขาใด นำมาประกอบการตัดสินใจ จะได้เข้าศึกษาในสาขาที่ตรงตามความสามารถของเขา ผลดีย่อมเกิดขึ้นต่อการศึกษาของเขาอย่างแน่นอน

จะเห็นว่า การสร้างฟังก์ชันการจำแนก เป็นวิธีการทางสถิติขั้นสูงวิธีหนึ่งที่สามารถใช้สำหรับ คัดเลือกนักเรียนนายเรือเข้าศึกษาในสาขาวิชาต่าง ๆ ตามหลักสูตรใหม่ได้ ทั้งนี้ต้องมีการศึกษาระยะยาว เพื่อให้ได้ข้อมูลนักเรียนนายเรือแต่ละสาขาวิชาพอเพียง จึงจะนำไปสู่ฟังก์ชันที่มีอำนาจการจำแนกมากพอ ซึ่งผลที่คาดว่าจะได้รับคือ

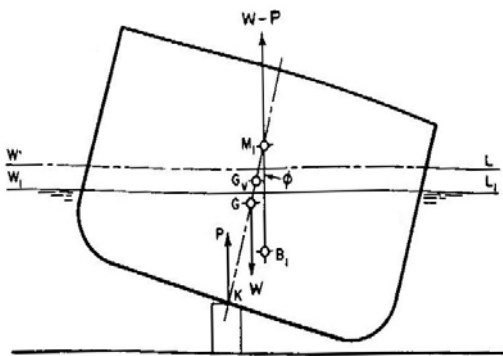
๑. โรงเรียนนายเรือ และนักเรียนนายเรือ มีหลักการทางวิชาการเพื่อประกอบการตัดสินใจ ในการคัดเลือกผู้เข้าศึกษาในแต่ละสาขาวิชา
๒. หากผู้เข้าศึกษาในแต่ละสาขาวิชาตรงตามจำนวนที่ฟังก์ชันจำแนกไว้ โดยไม่มีข้อจำกัดอื่นใด กองทัพเรือสามารถกำหนดแผนการบริหารกำลังพลในส่วนของนักเรียนนายเรือ ที่กำลังศึกษาอยู่ได้ล่วงหน้าตามความรู้ความสามารถที่แท้จริง

การทรงตัวเรือขณะเกยตื้น (Stability When Grounded)

น.อ.ผศ.สมศักดิ์ แจ่มแจ่ม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ฝายศึกษา โรงเรียนนายเรือ

การทรงตัวในขณะที่เรือติดตื้นนั้น สามารถอธิบายได้เช่นเดียวกับกรณีการพิจารณาการทรงตัวเรือขณะกำลังเข้าอู่แห้ง (Dry Docking) หลายท่านอาจสงสัยในความสัมพันธ์ของ ๒ เหตุการณ์ดังกล่าว โดยเฉพาะผู้ที่ไม่ค่อยคุ้นเคยกับอู่แห้ง ผู้เขียนขออธิบายลักษณะของการอู่แห้งโดยย่อ ดังนี้ อู่แห้งคือบริเวณที่จัดเตรียมไว้ซ่อมทำตัวเรือหรือส่วนประกอบใต้แนวน้ำ คล้าย ๆ อ่างกักน้ำที่มีประตูเปิดและปิด ได้อย่างสนิท พื้นด้านล่างมักทำเป็นแท่นหลัก ๆ เป็นระยะ ๆ ไว้สำหรับวางเรือและมีการใช้ท่อนไม้ (Wooden Blocks) ต่าง ๆ เข้ามาเสริมเพื่อปรับแต่งให้เหมาะสมกับเรือแต่ละลำ เมื่อนำเรือเข้ามาในอู่ และปิดประตูอ่างเรียบร้อยแล้วจะสูบน้ำออกโดยเร็ว ก่อนที่ท้ายเรือจะเริ่มวางบนหมอนจะหยุดสูบน้ำชั่วคราว เพื่อปรับแต่งให้เรืออยู่ในแนวการวางที่เหมาะสม แล้วจึงสูบน้ำออกต่อไปอย่างช้า ๆ เรือจะค่อย ๆ วางบนหมอนรองกระดูกงูที่เตรียมไว้ ในขณะที่เดียวกันมักใช้ไม้ค้ำยันเรือไว้คร่าว ๆ จากท้ายเรือไล่ไปทาง หัวเรือ ตำแหน่งที่ยันเรือควรตรงกับแนวกงเรือเพื่อป้องกันมิให้แผ่นเหล็กข้างเรือทะลุเสียหาย เมื่อค้ำยันแน่นหนาเรียบร้อยแล้วจะเร่งสูบน้ำออกให้เร็วขึ้น สุดท้ายเมื่อระดับน้ำลดลงเกือบถึง



ท้องเรือจะลดอัตราการสูบน้ำลงอีกครั้ง เพื่อจะสอดหมอนรองตามส่วนโค้งท้องเรือ (Bilge Blocks) อีกที แต่ละจุดที่เรือสัมผัสกับหมอนรองเปรียบได้กับจุดที่เรือเกยตื้นต่างกันที่ลักษณะของพื้นท้องน้ำที่เรือติดตื้น และลักษณะการเกย ส่วนการลดลงของน้ำ ขึ้นกับการขึ้นลงตามธรรมชาติของกระแสน้ำ นอกจากนั้นยังอาจมีความเสียหายเกิดขึ้นกับเรือบางส่วน แต่สิ่งที่แตกต่างกันมากที่สุดคือการติดตื้นของเรือมักเกิดขึ้น

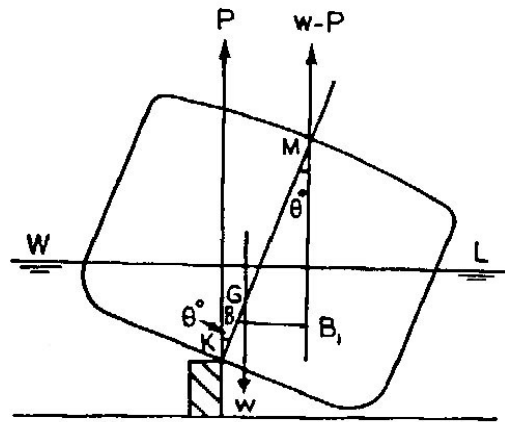
โดยไม่มีการเตรียมล่วงหน้า

รูปที่ ๑

ก่อนหน้าที่จะเข้าในอู่แห้งเรือมักลอยในลักษณะเกิดทริมทางท้าย ทั้งนี้เพราะต้องเตรียมเรือให้มีน้ำหนักเบาที่สุด โดยเฉพาะไม่ควรมีน้ำมันเชื้อเพลิงและสิ่งที่เป็นอันตรายอยู่ในเรือขณะซ่อมทำ (การจัดวางน้ำหนักหลัก ๆ ประจําที่ในเรือทำให้เมื่อเรือมีน้ำหนักน้อยมักเกิดทริมท้ายเสมอ) เมื่อเป็นเช่นนี้จึงควรจัดวางหมอนรองกระดูกงูให้มีลักษณะลาดเอียงสอดคล้องกับการเกิดทริมเรือ เพื่อให้กระดูกงูสัมผัสกับหมอนรองตามลำดับอย่างเหมาะสม เมื่อระดับน้ำค่อย ๆ ลดลง ส่วนท้ายของเรือจะเริ่มแตะกับหมอนรองก่อน แรงที่หมอนรองรับเรือในแต่ละขณะจะมีขนาดเท่ากับผลต่าง ของระวางขับน้ำเมื่อเรือลอยในน้ำอย่างสมบูรณ์ (ไม่สัมผัสกับสิ่งใดเลย) กับระวางขับน้ำที่คำนวณได้ ขณะนั้น ๆ (ดูจากแนวน้ำข้างเรือ)

แรงรับเรือที่เกิดจากลมหรือกระแสน้ำจะส่งผลเช่นเดียวกับการนำน้ำหนักที่มีขนาดเท่าแรงนั้นออกจากจุดที่สัมผัส เมื่อเกิดแรงปฏิกิริยาจากลมหรือกระแสน้ำส่งผลให้ระยะ GM เรือลดลง เรืออาจไม่เสถียร และจะมีการทรงตัวน้อยทันทีที่ทุกจุดตามแนวกระดูกงูเริ่มวางบนหมอนรอง ช่วงเวลานี้ถึงขณะที่ระดับน้ำลดลงจนพื้นท้องเรือและก่อนที่ช่างจะเสริมหมอนรองตามส่วนโค้งท้องเรือ (Bilge Blocks) ถือเป็นเวลาวิกฤตของการทรงตัวเรือขณะเข้าอู่แห้ง การสอดหมอนรองตามส่วนโค้งท้องเรือจะต้องกระทำก่อนที่เรือจะเอียงทางข้างมากและน้ำหนักส่วนใหญ่กดลงบนหมอนรองกระดูกงูมากเกินไป ถ้ายังสอดหมอนรองตามส่วนโค้งท้องเรือไม่เสร็จเรืออาจเอียงจนพลิกคว่ำ การหลีกเลี่ยงปัญหานี้สำหรับเรือที่มีระยะ GM น้อยอยู่แล้วคือจัดให้เรือเกิดริมทางท้ายโดยพยายามให้ขนานกับความลาดเอียงของหมอนรองกระดูกงูที่เตรียมไว้ เพื่อให้แต่ละจุดบนกระดูกงูวางลงบนหมอนในเวลาไล่เลี่ยกันและเสร็จสิ้นโดยเร็ว

รูปที่ ๒



ในขณะที่เรือเริ่มวางบนหมอนรองกระดูกงูเป็นจุดแรก เรือจะถูกพยุงไว้ด้วยน้ำหนักหนึ่งและจากแรงปฏิกิริยาจากหมอนรองอีกส่วนหนึ่ง รูปที่ ๒ แสดงตัวอย่างของเรือเมื่อเริ่มวางบนหมอนรองกระดูกงูและมีระดับกินน้ำลึกเท่ากับ W_1L_1 โดยก่อนที่เรือจะแตะกับหมอนรอง เรือลอยอยู่ที่ระดับกินน้ำลึก WL โดยมีความหมายของจุดต่าง ๆ ที่ปรากฏในรูป ดังนี้

- P = แรงปฏิกิริยาจากหมอนรองที่กระทำต่อกระดูกงู
- M_1 = จุดศูนย์เสถียร (Metacenter) เมื่อเรือลอยที่แนวน้ำ W_1L_1
- G = จุดศูนย์กลางถ่วงเรือ เมื่อเรือลอยอย่างสมบูรณ์ (Water-borne) ที่แนวน้ำ WL
- W = ระวังขับน้ำเมื่อเรือลอยในน้ำอย่างสมบูรณ์
- $W-P$ = ระวังขับน้ำเมื่อเรือลอยที่แนวน้ำ W_1L_1 (วางบนหมอนรองเรือ)
- \overline{GM}_1 = ความสูงศูนย์เสถียรที่แท้จริงชั่วขณะของเรือ (Virtual Metacentric Height) เมื่อเรือลอยที่แนวน้ำ W_1L_1

ถ้าแรง P เปรียบเสมือนน้ำหนักที่เอาออกจากเรือตรงจุด K และทำให้จุดศูนย์กลางถ่วงเรือเลื่อนขึ้นไปอยู่ที่จุด G_v ซึ่งเป็นจุดศูนย์กลางที่แท้จริงชั่วขณะนั้นของเรือ และการที่เรือลอยโดยถูกพยุงด้วยน้ำหนักหนึ่งและวางบนหมอนรองส่วนหนึ่ง สามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างแรงและโมเมนต์ต่าง ๆ ได้ ดังนี้

$$GG_v = \frac{KG \cdot P}{(W - P)}$$

ความสูงจุดศูนย์ถ่วงที่แท้จริงชั่วขณะนั้นของเรือ จากแนวกระดูกงู คือ

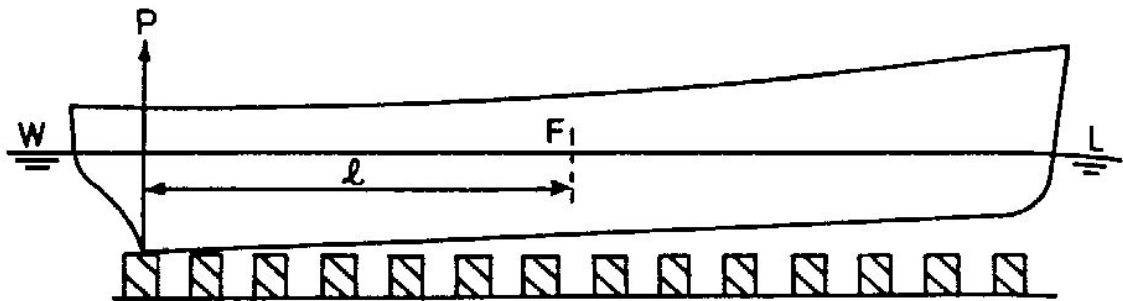
$$\overline{KG}_v = \overline{KG} + \frac{\overline{KG} \cdot P}{(W - P)}$$

หรือ

$$\overline{KG}_v = \frac{\overline{KG} \cdot W}{(W - P)}$$

ดังนั้นระยะความสูงศูนย์เสถียรเรือ ในขณะที่กำลังเข้าอู่ (หรือเกยตื้น) คือ

$$\overline{G}_v M_1 = \overline{KM}_1 - \frac{\overline{KG} \cdot W}{(W - P)}$$



รูปที่ ๓

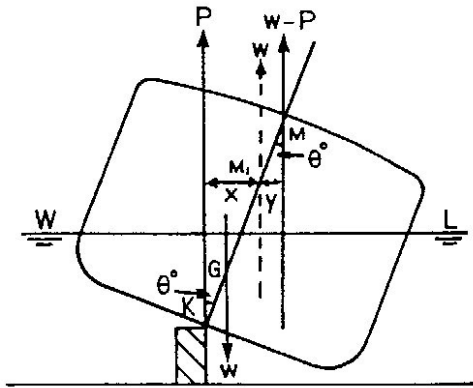
ถ้าระยะ $\overline{G}_v M_1$ มีค่าน้อยหรือติดลบ จะเสี่ยงต่อการเกิดอันตราย คือเรืออาจเอียงมากจนพลิกคว่ำในอู่ ก่อนที่จะค้ำยันด้านข้างและสอดหมอนรองส่วนโค้งท้องเรือได้ทัน รูปที่ ๓ แสดงสถานะเมื่อท้ายเรือเริ่มวางบนหมอนรองกระดูกงู โดยมีแรง P เป็นแรงปฏิกิริยาตรงจุดสัมผัสและทำให้เกิดโมเมนต์เปลี่ยนทริม (Trimming Moment) ถ้าจุดสัมผัสดังกล่าวอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางการลอยทางยาว (LCF) เป็นระยะ เท่ากับ l ดังนั้นจึงเกิดโมเมนต์รอบจุด F เท่ากับ $P \times l$ โมเมนต์ดังกล่าวทำให้ระดับกินน้ำ ลึกหัวเรือเปลี่ยน จากความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์เปลี่ยนทริมและค่า MCT1 cm คำนวณการเปลี่ยนแปลงทริมได้ ดังนี้

$$t(\text{AOX}) = \frac{\text{Trimming Moment}}{\text{MCT1cm}} = \frac{P \times l}{\text{MCT1cm}}$$

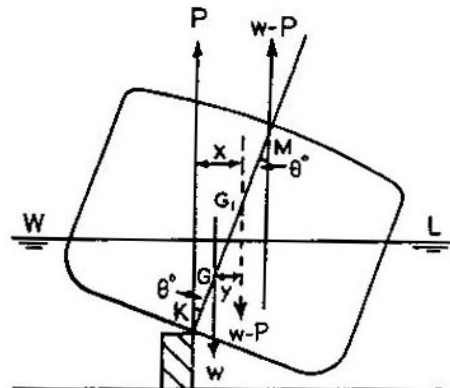
โดย t = การเปลี่ยนแปลงทริมที่เกิดขึ้น

l = ระยะจากจุดสัมผัสหมอนรองกระดูกงูถึงจุดศูนย์กลางการลอยทางยาวของแนวน้ำ

MCT1 cm = ค่าโมเมนต์ที่ต้องการเพื่อเปลี่ยนทริมเรือขณะนั้น 1 cm



รูปที่ ๔



รูปที่ ๕

รูปที่ ๔ และ ๕ แสดงภาพวางของเรือขณะเข้าอู่แห้งและเอียงเท่ากับ θ เมื่อเรือเอียงและมีโมเมนต์ของแรงจากภายนอกมากระทำ ย่อมทำให้ความสามารถในการทรงตัวลดลง ลักษณะนี้จุดศูนย์กลางถ่วงเรือจะเลื่อนสูงขึ้นชั่วขณะ ทำให้ความยาวแขนโมเมนต์ตั้งตรงเรือ (Righting Arm) ลดลง แนวทางวิเคราะห์กระทำได้ ๒ วิธี ดังนี้

วิธีการ (ก) พิจารณาการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งจุดศูนย์เสถียร

เมื่อพิจารณาแรงขนาน P และ $(W-P)$ ในรูปที่ ๓ ซึ่งแรงลัพธ์ของแรงทั้ง ๒ มีขนาด W และกระทำผ่านจุด M_1 ดังนั้น สมการสมดุลของโมเมนต์รอบจุด M_1 คือ

$$(W - P) \times Y = P \times X$$

หรือ

$$(W - P) \times MM_1 \sin \theta = P \times KM_1 \sin \theta$$

$$W \times GG_1 = P \times KG_1$$

$$(W \times MM_1) - (P \times MM_1) = P \times KM_1$$

$$W \times MM_1 = (P \times KM_1) + (P \times MM_1)$$

$$= P(KM_1 + MM_1)$$

$$= P \times KM$$

$$\therefore MM_1 = \frac{P \times KM}{W}$$

เห็นได้ว่าจากเดิมที่เรือมีความสูงศูนย์เสถียรเท่ากับ GM แต่เมื่อวางบนหมอนรองกระดูก ความสูงศูนย์เสถียรลดลงเหลือ GM_1 ระยะ MM_1 จึงเปรียบเสมือนความสูงศูนย์เสถียรที่สูญเสียไป ดังนั้น

$$\text{Virtual loss of GM} = MM_1 = \frac{P \times KM}{W}$$

เมื่อเรือมีระยะ GM น้อยลง แชนโมเมนต์ตั้งตรงเรือย่อมสั้นลง เรือจะเริ่มไม่เสถียรมากขึ้น การพิจารณาการทรงตัวกระทำโดยนำระยะ GM ที่เหลือคือ GM_1 ไปหาขนาดแชนโมเมนต์ตั้งตรงเรือ (ด้วยสูตร Wall-sided Formula) แล้วนำไปพล็อตเส้นโค้งการทรงตัวขณะนั้น ต่อจากนั้นให้ตรวจสอบคุณสมบัติการ ทรงตัวว่าเหลือระยะการทรงตัวเป็นบวก (Range of Stability) อีกเท่าใด เพื่อระวังมิให้เรือเอียงเกินกว่าย่านการทรงตัวดังกล่าว (รายละเอียดเรื่องนี้ ดูได้ใน วารสาร โรงเรียนนายเรือ ปีที่ ๒ ฉบับที่ ๒ และ ฉบับที่ ๓)

วิธีการ (ข) พิจารณาการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งจุดศูนย์กลาง

วิธีการนี้แตกต่างจากวิธีการ (ก) คือ แทนที่จะคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับจุด M แต่จะคำนวณการเคลื่อนขึ้นของจุด G แทน พิจารณาได้ดังนี้

จากรูปที่ ๕ สมมติว่าจุดศูนย์กลางเรือเคลื่อนขึ้นไปอยู่ที่จุด G_1 ซึ่งขณะนั้นเรือถูกพุงด้วยหมอนรองกระดูกงูไว้ส่วนหนึ่ง ระดับน้ำที่เรือลอยจึงลดลง ดังนั้นน้ำหนักเรือที่กระทำผ่านจุด G_1 จึงมีปริมาณเท่ากับ $(W - P)$ และสมการสมดุลของโมเมนต์รอบจุด G_1 คือ

$$W \times Y = P \times X$$

หรือ

$$W \times GG_1 \sin \theta = P \times KG_1 \sin \theta$$

$$\begin{aligned} W \times GG_1 &= P \times KG_1 \\ &= P(KG + GG_1) \\ &= P \times KG + P \times GG_1 \end{aligned}$$

$$W \times GG_1 - P \times GG_1 = P \times KG$$

$$GG_1(W - P) = P \times KG$$

$$GG_1 = \frac{P \times KG}{(W - P)}$$

ระยะ GG_1 จึงเปรียบเสมือนการสูญเสียความสูงศูนย์กลางเสถียรที่เกิดขึ้น ดังนั้น

$$\text{Virtual loss of GM} = GG_1 = \frac{P \times KG}{(W - P)}$$

เมื่อนำระยะ GM ที่เหลือคือ G_1M ไปหาขนาดแชนโมเมนต์ตั้งตรงเรือที่เหลือดังในวิธีการ (ก) จะสามารถตรวจสอบสมรรถนะการทรงตัวกับเกณฑ์ต่าง ๆ ได้เช่นกัน

จากข้างต้นอาจกล่าวได้ว่า การพิจารณาความสามารถในการทรงตัวเรือขณะเข้าสู่แห้งหรือเกยตื้น สามารถกระทำได้ ๒ วิธี การจะพิจารณาการลดลงของจุด M ดังในวิธี (ก) หรือการเคลื่อนขึ้นของจุด G ในวิธี (ข) นั้นมิใช่ประเด็นสำคัญ เนื่องจากความสามารถในการทรงตัวเรือจะพิจารณาหลัก ๆ จาก ขนาดแชนโมเมนต์ตั้งตรงหรือโมเมนต์ตั้งตรง (Righting Moment) มิใช่ความสูงจุดศูนย์กลางเสถียรที่เหลือเพียง



อย่างเดี่ยว เรือที่ยังมีระยะศูนย์เสถียรอยู่มากอาจไม่ปลอดภัยขณะเข้าอู่แห้งก็ได้หากเอียงจนเกินย่านการทรงตัวที่เรือสามารถกลับมาตั้งตรงได้เอง

ตัวอย่างที่ ๑ เรือลำหนึ่งมีระวางขับน้ำ 6,000 tonnes กำลังถูกนำเข้าอู่แห้งและลอยในลักษณะเกิดทริมท้าย 0.3 m. ข้อมูล Hydrostatics ในปัจจุบันของเรือคือ มีระยะ KM = 7.5 m., KG = 6 m., MCT1cm = 90 tonnes-m จุดศูนย์กลางการลอยทางยาวของแนวน้ำปัจจุบัน (LCF) อยู่ห่างจากท้ายเรือ 45 m. จะคำนวณหาระยะความสูงศูนย์เสถียรในขณะเริ่มวิกฤต ซึ่งหมายถึงขณะเมื่อท้ายเรือเริ่มวางบนหมอนรองกระดูกงู ได้ดังนี้

วิธีทำ สมมติว่าเมื่อเกิดสถานการณ์วิกฤตแล้วเรือลอยแบบขนาน คือทันทีที่ท้ายเรือวางบนหมอนรองเกิดการเปลี่ยนทริมหัว 0.3 m. ดังนั้นจากความสัมพันธ์ของโมเมนต์เปลี่ยนทริมและค่า MCT1cm จะคำนวณขนาดแรงที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนทริมดังกล่าว ได้ดังนี้

$$P = \frac{MCT_{1cm} \times t}{l}$$

P = แรงปฏิกิริยาจากหมอนรองเรือ, l = ระยะ LCF จากท้ายเรือ, t = การเปลี่ยนทริม

$$\text{เพราะฉะนั้น } P = \frac{90 \times 30}{45} = 60 \text{ tonnes}$$

พิจารณาด้วยวิธี (ก)

$$\begin{aligned} \text{จาก Virtual loss of GM (MM}_1) &= \frac{P \times KM}{W} \\ &= \frac{60 \times 7.5}{6,000} \\ &= 0.075 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$\text{GM ใหม่คือ } KM - KG - MM_1 = 7.5 - 6.0 - 0.075 = \underline{1.425 \text{ m.}}$$

พิจารณาด้วยวิธีการ (ข)

$$\begin{aligned} \text{จาก Virtual loss of GM (GG}_1) &= \frac{P \times KG}{(W - P)} \\ &= \frac{60 \times 6.0}{(6,000 - 60)} \\ &= 0.061 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$\text{GM ใหม่คือ } KM - KG - GG_1 = 7.5 - 6.0 - 0.061 = \underline{1.439 \text{ m.}}$$

ถึงแม้ระยะ GM ที่คำนวณได้จากทั้ง ๒ วิธีมีค่าไม่เท่ากันแต่ล้วนเป็นคำตอบที่เชื่อถือได้ เพราะเมื่อนำคำตอบจากทั้ง ๒ วิธีไปคำนวณขนาดโมเมนต์ตั้งตรงเรือจะได้ค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เพราะวิธีการทั้งสองล้วน วิเคราะห์จากสมดุลของแรงและโมเมนต์ พิสูจน์ได้ดังนี้

สมมติว่า ขณะที่เรือในตัวอย่างที่ ๑ เริ่มวางบนหมอน เรือเอียงไปเป็นมุมเล็ก ๆ เท่ากับ θ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จากวิธี (ก) โมเมนต์ตั้งตรง} &= W \times GM_1 \sin \theta \\ &= 6,000 \times 1.425 \sin \theta \\ &= 8,550 \sin \theta \text{ tonnes-m.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จากวิธี (ข) โมเมนต์ตั้งตรง} &= (W - P) \times G_1M \sin \theta \\ &= (6,000 - 60) \times 1.439 \sin \theta \\ &= 8,549 \sin \theta \text{ tonnes - m.} \end{aligned}$$

เห็นได้ว่าโมเมนต์ตั้งตรงเรือที่คำนวณได้มีค่าใกล้เคียงกันมาก ความสามารถในการทรงตัวเรือจะขึ้นอยู่กับขนาดของโมเมนต์ตั้งตรงเรือดังกล่าว ซึ่งจะต้องพล็อตและตรวจดูจากเส้นโค้งการทรงตัวเรือว่าขณะนี้



เรือเอียงได้มากเท่าไรก่อนที่โมเมนต์จะเปลี่ยนเป็นโมเมนต์คว่ำเรือ (Heeling Moment)

ตัวอย่างที่ ๒ เรือขนาดระวางขับน้ำ 3,000 tonnes ยาว = 100 m. มีระยะ KM = 6 m., KG = 5.5 m. จุดศูนย์กลางการลอยทางยาวอยู่ห่างจากกลางลำไปทางท้ายเรือ 2 m., MCT1cm = 40 tonnes-m. ถ้าต้องการควบคุมมิให้ระยะ GM ช่วงเวลาวิกฤตขณะเข้าอู่แห้งมีระยะไม่ต่ำกว่า 0.3 m. จะคำนวณหาปริมาณที่มากที่สุดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ก่อนเรือเข้าอู่แห้ง ได้ดังนี้

วิธีทำ การพิจารณาตัวอย่างนี้ก่อนอื่นต้องสมมติว่า การนำเรือเข้าอู่แห้งนิยมแต่งเรือให้ลอยในลักษณะ ทริมท้ายเสมอ และถ้าเรือลำนี้มีระยะ GM ในช่วงวิกฤตน้อยกว่า 0.3 m. อาจมีเสถียรภาพ การทรงตัวไม่ดี

สมการสมดุลของ Virtual loss of GM ที่ยอมให้เกิดได้คือ $KM - KG - \text{Change of GM} = 0.3$

ดังนั้น ระยะ GM ที่เปลี่ยนไปคือ $6.0 - 5.5 - 0.3 = 0.2$ m.

วิธีการ (ก) จาก Virtual loss of GM (MM_1) $= \frac{P \times KM}{W}$

$$\therefore P = \frac{MM_1 \times W}{KM} = \frac{0.2 \times 3000}{6.0} = 100 \text{ tonnes}$$

แรงปฏิบัติการสูงสุดที่ทำให้เกิดโมเมนต์เปลี่ยนทริมหัวเรือ คือ 100 tonnes ดังนั้นจากความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์เปลี่ยนทริมกับค่า MCT1cm คือ

$$t = \frac{\text{Trimming Moment}}{MCT1cm} = \frac{P \times l}{MCT1cm}$$

$$= \frac{100 \times 48}{40} = 120 \text{ cm ทางท้ายเรือ}$$

วิธีการ (ข) จาก Virtual loss of GM (GG_1) $= \frac{P \times KG}{(W - P)}$

$$\therefore P = \frac{GG_1(W - P)}{KG} = \frac{0.2(3000 - P)}{5.5}$$

$$P = \frac{600}{5.7} = 105.26 \text{ tonnes}$$

ดังนั้น $t = \frac{P \times l}{MCT1cm} = \frac{105.26 \times 48}{40} = 126.32 \text{ cm. ทางท้ายเรือ}$

คำตอบจากทั้ง ๒ วิธีล้วนถูกต้องและเป็นไปได้ ที่เป็นเช่นนี้เพราะจุด M และจุด LCF ของเรือมีได้ยู่คงที่ตลอดเวลา โดยเฉพาะเมื่อระวางขับเรือหน้าเปลี่ยน ดังนั้นการใช้ระยะ KM และตำแหน่ง LCF ก่อนเรือ วางบนหมอนรองมาคำนวณ จึงไม่ถูกต้องทีเดียวนัก แต่อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติสามารถยอมรับ วิธีการคำนวณตามแบบ (ก) และ (ข) ได้ เพราะเหตุการณ์นี้เกิดขึ้นเร็วมากและสถานการณ์อาจ แปรเปลี่ยนไปได้เรื่อย ๆ คำตอบที่แน่นอนจึงไม่ใช่สาระสำคัญที่สุด การเตรียมการ การระวัง และความ



เข้าใจธรรมชาติการทรงตัวในแต่ละขณะนับว่ามีความสำคัญมากกว่า คำแนะนำสำหรับเรื่องนี้คือหากมีข้อมูลพอควรคำนวณทั้ง ๒ วิธีไว้ล่วงหน้า และวิเคราะห์เลือกคำตอบที่นำไปความปลอดภัยแก่เรือมากกว่า เช่นควรปรับทิมท้ายก่อนเรือเข้าอยู่เป็นเท่าใด หรือเมื่อเรือนั่งบนหมอนรองเรือแล้วอย่าให้เอียงเกินเท่าใด เป็นต้น เพื่อจะได้ **เตรียมการ** นำเรือเข้าอยู่ห่างได้อย่างเหมาะสม ในขณะที่เดียวกันก็ไม่ควรละเลยผลการคำนวณจากวิธีอื่น

ตัวอย่างที่ ๓ เรือขนาด 5,000 tonnes ก่อนเข้าอยู่ห่างมีระดับกินน้ำลึกท้ายเรือมากกว่าหัวเรืออยู่ 0.45 m. มีระยะ KM = 7.5 m., KG = 6 m., MCT1cm = 120 tonnes-m. มีจุด LCF อยู่ห่างท้ายเรือ 60 m. จะคำนวณหาความสูงศูนย์เสถียรขณะวิกฤตก่อนที่เรือจะวางบนหมอนทั้งหมดเสร็จสิ้น (สมมติให้จุด M เลื่อนสูงขึ้น 0.075 m.) ได้ดังนี้

วิธีทำ คำนวณโมเมนต์เปลี่ยนทิมเรือได้ดังนี้

$$P = \frac{MCT1cm \times t}{\ell} = \frac{120 \times 45}{60} = 90 \text{ tonnes}$$

วิธีการ (ก) Virtual loss of GM (MM_1) = $\frac{P \times KM}{W} = \frac{60 \times 7.5}{5,000} = 0.136 \text{ m.}$

วิธีการ (ข) Virtual loss of GM (GG_1) = $\frac{P \times KG}{(W - P)} = \frac{60 \times 6}{(5,000 - 90)} = 0.110 \text{ m.}$

จากวิธีการ (ก) คำนวณระยะ GM ขณะวิกฤตได้ ดังนี้ $GM_1 = KM + (\text{Rise of M}) - KG - MM_1$
 $= 7.5 + 0.075 - 6 - 0.136$
 $= \underline{1.439 \text{ m.}}$

จากวิธีการ (ข) คำนวณระยะ GM ขณะวิกฤตได้ ดังนี้ $GG_1 = KM + (\text{Rise of M}) - KG - GG_1$
 $= 7.5 + 0.075 - 6 - 0.110$
 $= \underline{1.465 \text{ m.}}$

การสูญเสียระยะ GM เมื่อเรือวางบนหมอนรองเรือ

เมื่อเรือวางบนหมอนรองกระดูกครบทุกตำแหน่ง เรือจะเปลี่ยนทิมต่อไปอีกไม่ได้ ดังนั้นระดับน้ำข้างเรือจะเริ่มลดลงทันทีและลดต่อเนื่องอย่างสม่ำเสมอตามอัตราการสูบน้ำออกจากอู่ ช่วงเวลานี้สามารถคำนวณแรงลอยตัวที่ลดลงแต่ละระดับกินน้ำลึก 1 cm. ได้จากค่า T.P.C. ของเรือ แรงลอยตัว ที่ลดลงดังกล่าวจะมีขนาดเท่ากับแรงปฏิกิริยาของหมอนรองกระดูกที่จะต้องรับภาระเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ หมอนรองกระดูกจะรับภาระน้ำหนักเต็มเท่าที่เท่ากับน้ำหนักเรือเมื่อเรือไม่ถูกพยุงด้วยน้ำอีกต่อไป ดังนั้นขนาดของแรงปฏิกิริยา (P) ในแต่ละขณะสามารถคำนวณได้จากผลต่างของน้ำหนักเรือทั้งหมด (หาได้ก่อนเข้าอยู่ห่าง) กับระวางขับน้ำขณะนั้น ๆ (หาจากระดับน้ำข้างเรือ)



การคำนวณภาวะวิกฤตของการสูญเสียระยะ GM เมื่อเรือวางบนหมอนเรียบร้อยแล้วแต่น้ำในตู้ยังสูบออกไม่หมด จะพิจารณาจากจุดที่เรือเริ่มวางบนหมอนครบถ้วน และดูว่าเหลือระยะกินน้ำลึกอีกเท่าใด เพราะระยะกินน้ำลึกที่เหลือเกี่ยวข้องโดยตรงกับสมรรถนะการลอยของเรือ ซึ่งอธิบายด้วยความสูงของจุดศูนย์เสถียร (M) และจุดศูนย์กลางการลอย (B)

ตัวอย่างที่ ๔ เรือลำหนึ่งมีระวางขับน้ำก่อนเข้าอู่แห้งเท่ากับ 5,000 tonnes และลอยในลักษณะไม่เกิดทริม มีระยะ KM = 6 m., KG = 5.5 m. มีค่า T.P.C. = 50 tonnes จะคำนวณหาการสูญเสียระยะสูงศูนย์เสถียร (Virtual loss of GM) ในขณะที่เรือวางบนหมอนครบทั้งหมด และยังมีเหลือระดับกินน้ำลึกข้างเรืออีก 0.24 m. (สมมติให้ใช้ข้อมูล Hydrostatics เหมือนกันทั้ง ๒ สถานะ) ได้ดังนี้

วิธีทำ จากค่า T.P.C. ที่กำหนดให้ ดังนั้นแรงที่จะยังคงถ่ายทอดลงสู่หมอนรองกระดูกงูทั้งหมดก็คือน้ำหนักที่ต้องการให้เรือเปลี่ยนระยะกินน้ำลึกอีก 24 cm. คือ

$$\begin{aligned} P &= \text{T.P.C.} \times 24 \text{ cm.} \\ &= 50 \times 24 \\ &= 1,200 \text{ tonnes} \end{aligned}$$

พิจารณาด้วยวิธี (ก)	พิจารณาด้วยวิธีการ (ข)
<p>จาก Virtual loss of GM (MM_1) =</p> $\frac{P \times KM}{W}$ <p style="text-align: center;">$\therefore MM_1 = \frac{1,200 \times 6.0}{5,000}$</p> <p style="text-align: center;">$= 1.44 \text{ m.}$</p>	<p>จาก Virtual loss of GM (GG_1) =</p> $\frac{P \times KG}{(W - P)}$ <p style="text-align: center;">$\therefore GG_1 = \frac{1,200 \times 5.5}{(5,000 - 1,200)}$</p> <p style="text-align: center;">$= 1.74 \text{ m.}$</p>

การเกิดขึ้นกับการเข้าอู่แห้งเปรียบเสมือนเหตุการณ์เดียวกัน ต่างกันตรงที่การเกิดขึ้นมักเกิดขึ้นโดยไม่มีเตรียมการล่วงหน้า เรือจึงมีน้ำหนักมาก ตัวเรืออาจได้รับความเสียหายและการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำข้างเรือเป็นไปตามธรรมชาติ แต่การคำนวณยังคงใช้หลักการเดียวกับการนำเรือเข้าอู่แห้ง ตัวอย่างของการคำนวณเมื่อเรือเกิดขึ้นเป็นดังนี้

ตัวอย่างที่ ๕ เรือขนาดระวางขับน้ำ 8,000 tonnes เกยตื้นบนสันทรายในลักษณะไม่เกิดทริม และหยั่งความลึกจากแนวน้ำถึงพื้นทรายได้เท่ากับ 5.2 m. ถ้าขณะนั้นน้ำลดลงเรื่อย ๆ ซึ่งเมื่อคำนวณและตรวจสอบจากมาตราน้ำ พบว่าน้ำจะลดลงจนกระทั่งระดับกินน้ำลึกเรือเหลือ 3.2 m. จำนวนหาระยะความสูงศูนย์เสถียรของเรือเมื่อน้ำลดลงเต็มที่ดังกล่าว (ข้อมูล Hydrostatics ของเรือเมื่อเริ่มเกยตื้นคือ KM = 5.0 m. และมีค่า T.P.C. = 15 tonnes และ KG = 4.0 m.) ได้ดังนี้



วิธีทำ จาก $P = T.P.C. \times$ การลดของระดับน้ำ
 $= 15 \times (5.2 - 3.2) \times 100 = 3,000$ tonnes

<p>พิจารณาด้วยวิธี (ก) จาก Virtual loss of GM (MM_1) = $\frac{P \times KM}{W}$ $\therefore MM_1 = \frac{3,000 \times 5.0}{8,000} = 1.88$ m. $\therefore GM_1 = KM - KG - MM_1$ $= 5.0 - 4.0 - 1.88$ $= \underline{-0.88}$ m.</p>	<p>พิจารณาด้วยวิธีการ (ข) จาก Virtual loss of GM (GG_1) = $\frac{P \times KG}{(W - P)}$ $\therefore GG_1 = \frac{3,000 \times 4.0}{(8,000 - 3,000)} = 2.40$ m. $\therefore G_1M = KM - KG - GG_1$ $= 5.0 - 4.0 - 2.40$ $= \underline{-1.40}$ m.</p>
---	--

ทั้งสองวิธีให้ผลการคำนวณระยะ GM เป็นลบ แสดงว่าไม่ว่าจะเชื่อถือผลการคำนวณจากวิธีใด ถ้าระดับน้ำข้างเรือลดลงเหลือ 3.2 m. เรือจะมีการทรงตัวไม่เสถียร เมื่อพิจารณาจากกรณีแย่งที่สุด คือ เรือมีระยะ GM เท่ากับ -1.40 m. ดังนั้น จำนวนย้อนกลับเพื่อหาขนาดแรง P ที่พอดีทำให้เรือมีระยะ GM เท่ากับ 0 ได้ดังนี้ $G_1M = KM - KG - 0 = 5.0 - 4.0 = 1.0$ m.

$$\therefore 1.0 = \frac{P \times KG}{(W - P)}$$

$$P = \frac{(W - P)}{KG} = \frac{8000 - P}{4} = 2666.67 \text{ tonnes}$$

จากค่า T.P.C. เรือจะลดระดับน้ำลงได้อีก ดังนี้ $\frac{P}{T.P.C. \times 100} = \frac{2666.67}{1.5 \times 100} = 1.78$ m.

แสดงว่าระดับน้ำข้างเรือที่เริ่มไม่เสถียรคือ $5.2 - 1.78 = 3.42$ m.

ดังที่กล่าวไว้เบื้องต้นว่า ไม่ควรละเลยวิธีพิจารณาอื่น ดังนั้น จำนวนหาระยะกินน้ำลึกที่เรือเริ่มไม่เสถียร

ด้วยวิธีการ (ก) ได้ดังนี้ $1.0 = \frac{P \times KM}{W}$

$$P = \frac{W}{KM} = \frac{8000}{5} = 1600 \text{ tonnes}$$

ระดับน้ำข้างเรือจะลดลงได้อีกดังนี้ $\frac{P}{T.P.C.} = \frac{1600}{15 \times 100} = 1.067$ m.

แสดงว่าเมื่อพิจารณาตามวิธีการ (ก) ระดับน้ำที่เรือเริ่มไม่เสถียร คือ $5.2 - 1.067 = 4.13$ m. ดังนั้นหากต้องการนำเรือออกจากต้นควรกระทำให้เสร็จสิ้นก่อนที่ระดับน้ำข้างเรือจะลดเหลือ 4.13 m. ซึ่งน่าจะปลอดภัยกว่าการเลือกคำตอบจากวิธีการ (ข) คือ 3.42 m. แต่อย่างไรก็ตามเหตุการณ์เรือคว่ำอาจเกิดขึ้นก่อนหน้านี้ได้ คือในช่วงที่เรือมีระยะ GM เป็นบวกแต่มีแขนโมเมนต์ตั้งตรงเรือและยานการทรงตัวเหลือน้อย หากถูกกระทำด้วยแรงจากภายนอก เช่น คลื่น-ลมที่แรงมาก เรืออาจพลิกคว่ำได้ทุกขณะ



สรุป

การเปลี่ยนแปลงระยะ GM ของเรือขณะเข้าอู่แห้งเกิดขึ้นเร็วมากและสถานการณ์อาจแปรเปลี่ยนไปได้เรื่อย ๆ การเตรียมการ การระวาง และความเข้าใจธรรมชาติการทรงตัวในแต่ละขณะนับว่ามีความสำคัญมาก หากมีข้อมูลพอเพียงควรคำนวณทั้ง ๒ วิธีไว้ล่วงหน้า และวิเคราะห์เลือกคำตอบที่นำไปให้ความปลอดภัยแก่เรือมากกว่า เพื่อเตรียมการนำเรือเข้าอู่แห้งได้อย่างเหมาะสม ในขณะเดียวกันก็ไม่ควรละเลยผลการพิจารณาอื่น ๆ จากความรู้เกี่ยวกับการนำเรือเข้าอู่แห้งที่ได้กล่าวมาทั้งหมด เห็นได้ว่าการเกยตื้นกับการเข้าอู่แห้งเปรียบเสมือนเหตุการณ์เดียวกัน ต่างกันตรงที่การเกยตื้นมักเกิดขึ้นโดยไม่มีเตรียมล่วงหน้า การกล่าวเช่นนี้คงไม่ถูกต้องที่สุดนัก เพราะการเกยตื้นเป็นยุทธวิธีสำคัญในการยกพลขึ้นบก และถ้าหากมีความรอบรู้เกี่ยวกับสมรรถนะของเรือและการเกยตื้นเป็นอย่างดีสามารถใช้ในยุทธวิธีการรบชั้นสูงของเรือผิวน้ำใด ๆ และเรือดำน้ำให้ได้เปรียบในเชิงยุทธได้ นอกจากนั้นในสถานการณ์คับขัน เช่น บังคับเรือไม่ได้หรือต้องการหลบพายุ การนำเรือเกยตื้นประกอบกับการทอดสมออาจช่วยชีวิตและรักษาเรือไว้ได้ทางหนึ่ง ผู้เขียนจะพยายามนำสาระเกี่ยวกับวิศวกรรมทางเรือ ในลักษณะให้ความรู้และเป็นประโยชน์กับการเรียนการสอนในโรงเรียนนายเรือเช่นนี้ มาเสนอในโอกาสต่อ ๆ ไป

เอกสารอ้างอิง

- D.R.Derrett, *Ship Stability for Masters and Mates*, 4th Edition
H.J.Pursey, *Merchant Ship Stability (Metric Edition)*, Nautical Press, Southampton, 1982.
Lewis, E.V. (Ed.) (1988), *Principle of Naval Architecture*, Volume 1, SNAME, New York.

เอกสารประกอบการสอน วิชาการคำนวณการทรงตัวเรือ โดย น.อ.ยศ.สมศักดิ์ แจ่มแจ้ง, กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ, โรงเรียนนายเรือ

ฟ้าผ่าและการป้องกัน (ตอนที่ ๒)

บ.อ.เทอดศักดิ์ แก่เกี้ยว

ตอนที่แล้วได้กล่าวถึงปรากฏการณ์เกิดฟ้าผ่าตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นผลให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า สิ่งก่อสร้าง และทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้ได้กล่าวถึงหลักการที่ฟ้าจะผ่าลงที่ใด และได้ทราบถึงยานปลอดภัยจากฟ้าผ่าซึ่งเราสามารถหลบไปอยู่ในยานนั้นได้ในขณะเกิดฝนฟ้าคะนอง ในตอนที่ ๒ นี้จะได้กล่าวถึง การป้องกันฟ้าผ่าแก่ระบบส่งจ่ายไฟฟ้ากำลังและการป้องกันฟ้าผ่า ต่ออาคารและสิ่งก่อสร้าง ส่วนการป้องกันฟ้าผ่าต่อสิ่งมีชีวิตจะได้กล่าวในตอนต่อไป

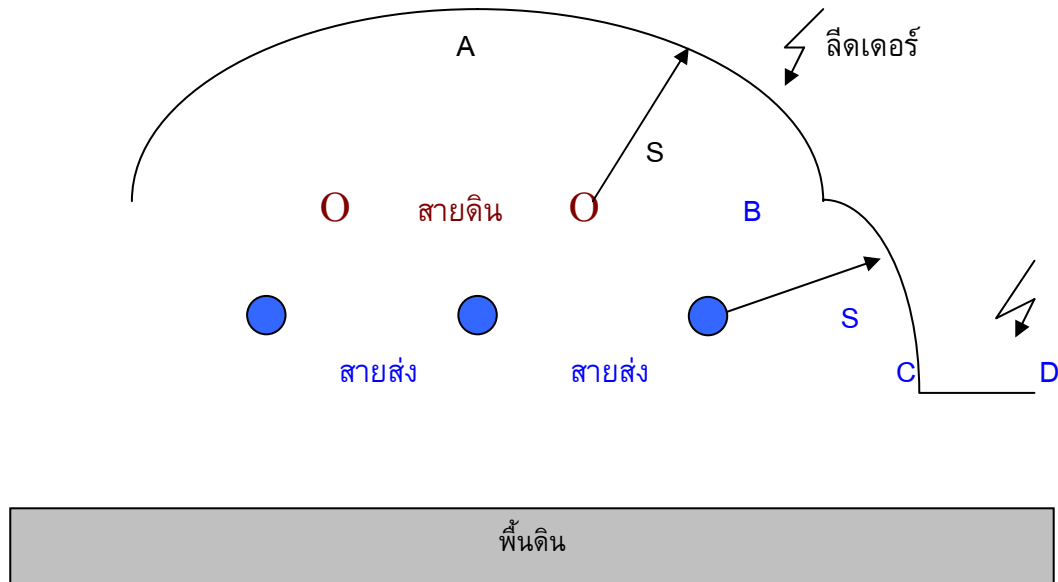
วิธีป้องกันฟ้าผ่า

การป้องกันฟ้าผ่าหมายถึง การป้องกันมิให้เกิดอันตรายอันเป็นผลจากฟ้าผ่า ซึ่งเป็นผลในรูปความร้อน แรงแกลและผลทางไฟฟ้า ฟ้าผ่ามักก่อให้เกิดความเสียหายและเป็นอันตรายต่อชีวิต ถ้าหากไม่มีการป้องกัน หรือป้องกันไว้ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ การศึกษาวิจัยและบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับฟ้าผ่า ทำให้มนุษย์รู้จักหาวิธีป้องกันอันตรายดังกล่าวได้ โดยจะได้กล่าวแยกออกเป็น ๓ ส่วน ดังนี้

๑. การป้องกันฟ้าผ่าแก่ระบบส่งจ่ายไฟฟ้ากำลัง
๒. การป้องกันฟ้าผ่าต่ออาคารและสิ่งก่อสร้าง
๓. การป้องกันฟ้าผ่าต่อสิ่งมีชีวิต

๑.การป้องกันฟ้าผ่าแก่ระบบส่งจ่ายไฟฟ้ากำลัง

ระบบส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าทั้งสายส่งและสถานีจ่ายไฟแบบกลางแจ้งจะมีโอกาสได้รับผลกระทบจากฟ้าผ่า ทั้งโดนฟ้าผ่าโดยตรงจากแรงดันเกินที่คลื่นจรมาและแรงดันเกินเพราะความต้านทานของรากสายดินกับแรงดันเหนี่ยวนำ ถ้าเป็นสายแบบเคเบิลฝังใต้ดินหรือ GIS จะไม่มีผลโดยตรงจากฟ้าผ่า แต่จะมีในรูปแรงดันเกินแบบคลื่นจร แรงดันเกินลักษณะนี้อาจป้องกันได้ด้วย กับดักฟ้าผ่า (LIGHTNING ARRESTER) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินโดยมีความต้านทานไม่เป็นเชิงเส้นกล่าวคือ ค่าความต้านทานจะลดลงเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากขึ้น จึงทำให้แรงดันเกินนั้นถูกตัดทอนลงให้มีค่าต่ำลงมาก ๆ แต่ในยามปกติกับดักฟ้าผ่าจะมีลักษณะเป็นฉนวน อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ในระบบส่งจ่ายไฟฟ้ากำลังก็ใช้วิธีป้องกันแรงดันเกินจากฟ้าผ่าด้วยกับดักฟ้าผ่าเช่นกัน ส่วนการป้องกันฟ้าผ่าโดยตรงบนสายส่งไฟฟ้าแรงสูงและอุปกรณ์ในสถานีจ่ายไฟนั้น อาจป้องกันได้โดยใช้สายดินซึ่งอากาศ (OVERHEAD GROUND WIRE) ซึ่งไว้สูงกว่าสายส่งกำลัง ทำหน้าที่เป็นเกราะป้องกันมิให้ฟ้าผ่าโดยตรงลงบนสายส่งกำลัง



- จากรูป
- ย่าน AB เป็นย่านที่ลีดเดอร์วิ่งเข้าหาสายดิน ดังนั้นฟ้าจะผ่าลงสายดิน
 - ย่าน BC เป็นย่านที่ลีดเดอร์วิ่งเข้าหาสายส่ง ดังนั้นฟ้าจะผ่าลงสายส่งได้
 - ย่าน CD เป็นย่านที่ลีดเดอร์วิ่งเข้าหาพื้นดิน ดังนั้นฟ้าจะผ่าลงดินได้
 - S หมายถึง ระยะฟ้าผ่า
 - หมายถึง สายส่ง
 - หมายถึง สายดิน

๒. การป้องกันฟ้าผ่าต่ออาคารและสิ่งก่อสร้าง

สิ่งก่อสร้างในที่สูงหรือสูงเด่นกว่าที่อื่น ๆ ในบริเวณใกล้เคียงมักจะเป็นเป้าหมายดีหรือเสี่ยงต่อการถูกฟ้าผ่า จึงควรที่จะมีระบบป้องกัน อย่างไรก็ตามการตัดสินใจสร้างระบบป้องกัน สิ่งหนึ่งที่จะต้องพิจารณาคำนี้ถึงคือ หลักการประหยัด สมมุติว่าเราทราบค่าเสียหายจากการเกิดฟ้าผ่า ค่าของระบบป้องกันจะต้องต่ำกว่าค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมความเสียหายจากฟ้าผ่า

เมื่อเราตัดสินใจจะทำระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารหลังหนึ่ง หากได้มีการร่วมมือวางแผนระหว่างสถาปนิกกับวิศวกรออกแบบป้องกันฟ้าผ่าและเจ้าของอาคารก่อนที่จะลงมือสร้าง จะช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากที่สุด ค่าใช้จ่ายจะสูงมากหากให้วิศวกรออกแบบป้องกันฟ้าผ่าหลังจากที่ได้สร้างอาคารไปแล้วหรือได้วางรากฐานไปเรียบร้อยแล้ว การออกแบบล่วงหน้าและมีแผนว่าจะใช้โครงสร้างหรือส่วนประกอบของอาคารให้เป็นประโยชน์ ค่าใช้จ่ายจะลดลง ความสวยงามของอาคารไม่เสียไปและความมั่นคงของระบบป้องกันก็จะสูงขึ้นด้วย

การป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่ามิให้เกิดความเสียหายแก่สิ่งก่อสร้างหรืออาคาร วิธีที่ดีและ
ปลอดภัยที่สุดเท่าที่มนุษย์รู้จักในปัจจุบันนี้ก็คือ **วิธีของฟาราเดย์**

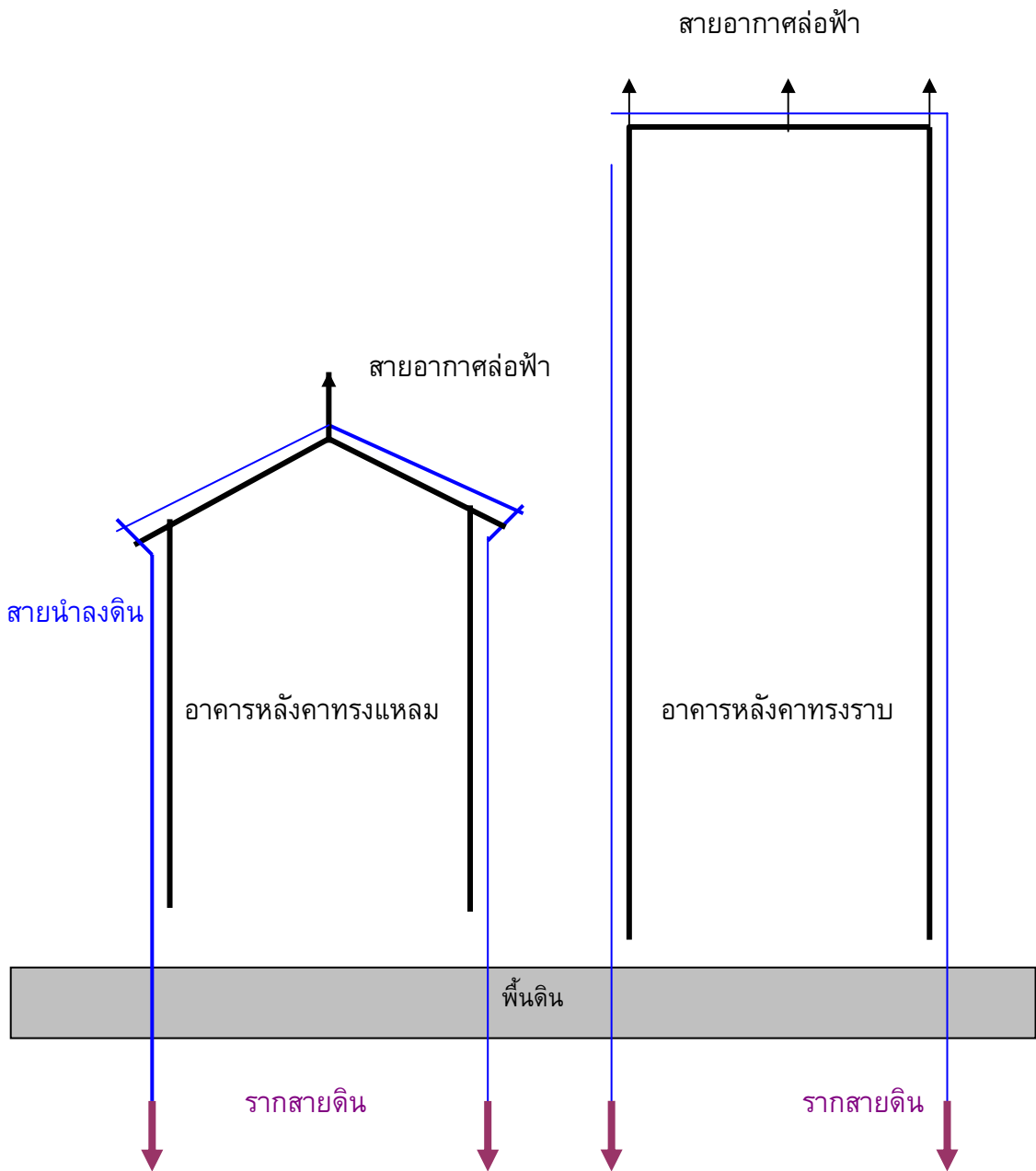
ส่วนประกอบของระบบป้องกันฟ้าผ่าแบบฟาราเดย์

ระบบป้องกันฟ้าผ่าแบบฟาราเดย์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ ๓ ส่วน คือ

๑. สายอากาศล่อฟ้า (AIR TERMINAL)
๒. สายนำลงดิน (DOWN CONDUCTER)
๓. รากสายดิน (EARTH ELECTRODE)

๑. สายอากาศล่อฟ้า (AIR TERMINAL)

อาจเป็นเสาโลหะ หรือสายตัวนำยึดไว้บนยอดสูงสุดของสิ่งก่อสร้างหรืออาคารหรือสิ่งที่ต้องการป้องกัน สายอากาศล่อฟ้านี้มักจะนิยมทำปลายยอดให้แหลม เพื่อให้เกิดความเข้มข้นไฟฟ้า ณ จุดนั้นมีค่าสูงกว่าที่อื่นในบริเวณใกล้เคียง ซึ่งจะส่งผลให้ฟ้าผ่าลงที่สายอากาศล่อฟ้าถ้าหากเกิดฟ้าผ่าขึ้นในย่านนั้น ตำแหน่งที่ติดตั้งเสาหรือสายอากาศล่อฟ้าขึ้นอยู่กับลักษณะสิ่งก่อสร้างส่วนบนสุด เช่น หลังคาทรงแหลม หรือหลังคาแบนราบ มีปล่องไฟหรือมีโครงสร้างอื่น ๆ ดังแสดงในรูป



๒. สายนำลงดิน (DOWN CONDUCTOR)

เป็นสายตัวนำไฟฟ้าซึ่งต่อกับสายอากาศล่อฟ้า เมื่อฟ้าผ่าลงบนสายอากาศล่อฟ้าแล้ว กระแสจะไหลลงสู่พื้นดินผ่านสายนำลงดิน แล้วกระจายลงไปในดินอย่างรวดเร็วผ่านทางรากสายดิน สายนำลงดินซึ่งต่ออยู่ระหว่างสายอากาศล่อฟ้ากับรากสายดิน จะต้องมีความต้านทานต่ำและมีค่าความเหนี่ยวนำน้อย ดังนั้นในบางกรณีอาจจำเป็นต้องใช้สายนำลงดินหลายๆเส้นขนานกัน โดยขึ้นอยู่กับขนาดความกว้างยาวของตัวอาคาร ถ้าตัวอาคารยิ่งกว้างยาวมากก็ต้องใช้สายตัวนำลงดินมากขึ้น และจะต้องต่อเชื่อมโยงถึงกันในช่วงกลางของความสูงด้วย ถ้าตัวอาคารนั้นสูงมาก ๆ เพื่อกันมิให้เกิดการสปาร์คด้านข้าง

อันเนื่องจากแรงดันเหนี่ยวนำ ความยาวโดยประมาณของสายนำลงดินจะต้องมีการเชื่อมโยงต่อกัน โดยมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$L \leq 20 D$$

L คือความยาวของสายนำลงดินหน่วยเป็นเมตร

D คือระยะช่องว่างในอากาศระหว่างสายนำลงดิน กับส่วนที่เป็นโลหะอื่นที่ต่อลงดินหน่วยเป็นเมตร โดยทั่วไปจะเชื่อมโยงส่วนที่เป็นโลหะ เช่น ถังโลหะ ฝาผนังเหล็ก บันไดเหล็ก สายพานโลหะ สายเคเบิล ท่อแก๊ส ท่อน้ำประปา เข้ากับสายนำลงดินหรือระบบป้องกันฟ้าผ่า

๓. รากสายดิน (EARTH ELECTRODE)

เป็นโลหะฝังอยู่ในดิน เช่นแท่งเหล็กชุบสังกะสี หรือเหล็กหุ้มทองแดง เพื่อช่วยให้ความต้านทานของระบบสายดินหรือของระบบป้องกันฟ้าผ่ามีค่าต่ำ กระแสฟ้าผ่าจะได้ไหลกระจายออกไปได้สะดวกและรวดเร็ว ในบางกรณีต้องใช้รากสายดินจำนวนหลายอัน และฝังให้ลึกลงไปในดินให้มากที่สุดนี้ขึ้นอยู่กับความต้านทานจำเพาะของดิน ขนาดของสิ่งก่อสร้างที่ต้องการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า โดยคำนึงถึงหลักสองประการคือ ความต้านทานของระบบสายดินจะต้องไม่ทำให้เกิดการสปาร์คด้านข้างในอาคารอันเนื่องมาจากแรงดันตกคร่อมความต้านทานดังกล่าว และจะต้องไม่ทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างช่วงก้าวบนพื้นดินรอบ ๆ อาคาร เกินกว่าที่กำหนด เพราะจะทำให้เกิดอันตรายแก่สิ่งมีชีวิตที่เดินอยู่ในบริเวณนั้นเมื่อเกิดฟ้าผ่า

เพื่อมิให้เกิดการสปาร์คด้านข้างภายในอาคารอันเนื่องมาจากแรงดันตกคร่อมความต้านทานของรากสายดิน ค่าความต้านทานดังกล่าวจะต้องมีค่าความสัมพันธ์ดังนี้

$$R_E \leq 5 D$$

R_E คือความต้านทานของรากสายดิน

D คือระยะช่องว่างในอากาศระหว่างสายนำลงดินกับส่วนที่เป็นโลหะอื่นที่ต่อลงดินหน่วยเป็นเมตร

๓. การป้องกันฟ้าผ่าต่อสิ่งมีชีวิต

อันตรายจากฟ้าผ่าที่เกิดต่อสิ่งมีชีวิต เกิดขึ้นได้ ๒ แบบคือ

๑. เกิดจากถูกล้าฟ้าผ่าโดยตรง เมื่อคนหรือสิ่งมีชีวิตอื่นใดอยู่ในที่โล่งแจ้งและเป็นจุดเด่นหรือเกิดจากการสปาร์คด้านข้างโดยที่ฟ้าผ่าลงต้นไม้หรือสิ่งอื่นที่มีความต้านทานสูง ทำให้คนและสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในระยะใกล้พอที่จะทำให้เกิดการสปาร์คข้ามได้ เช่นคนเรายู่ใกล้โคนต้นไม้ที่ถูกฟ้าผ่า

๒. เกิดจากกระแสฟ้าผ่าไหลกระจายลงไปในดินที่มีความต้านทานสูง ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าสูงพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่คนหรือสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงได้

การป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าโดยตรงก็คือ

๑. อย่าไปอยู่ในที่โล่งแจ้งในขณะที่มีฝนฟ้าคะนอง
๒. การพายเรือ ว่ายน้ำในทะเลหรือในแม่น้ำ ขณะที่ฝนฟ้าคะนองควรหลีกเลี่ยง เพราะคนที่อยู่ในเรือ หรือศีรษะคนในขณะที่ว่ายน้ำ จะเป็นจุดเด่นล่อให้เกิดฟ้าผ่าได้ง่าย
๓. การหลบฝนใต้ต้นไม้สูงเด่นที่อาจจะถูกฟ้าผ่าได้ ควรอยู่ให้ห่างจากโคนต้นไม้พอสมควรประมาณ ๒ - ๓ เมตร เพื่อป้องกันการสปาร์คด้านข้าง โดยทำให้เราให้ราบ ติดดินให้มากที่สุด นอนให้ลำตัวตั้งฉากกับแนวรัศมีของต้นไม้ นั่นก็คือการนอนไปตามแนวเส้นที่มีศักย์ไฟฟ้าเท่า
๔. การหลบหรือกำบังในยามที่มีฝนฟ้าคะนอง ควรหลบในที่ที่มีระบบป้องกันฟ้าผ่า เช่น อาคารที่มีสายล่อฟ้า หรือโครงสร้างโลหะที่มีลักษณะเป็นลูกกรงฟาราเดย์ หรือที่มีตัวถังโลหะห่อหุ้ม เช่นรถยนต์



เอกสารอ้างอิง

๑. Naidu, M. & Kamaraju, V, High Voltage Engineering , Tata Mc Graw Hill
๒. Khalifa, M., High Voltage Engineering , Mareel Dekker , New York
๓. ดร. สำรวย สังข์สะอาด , วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง

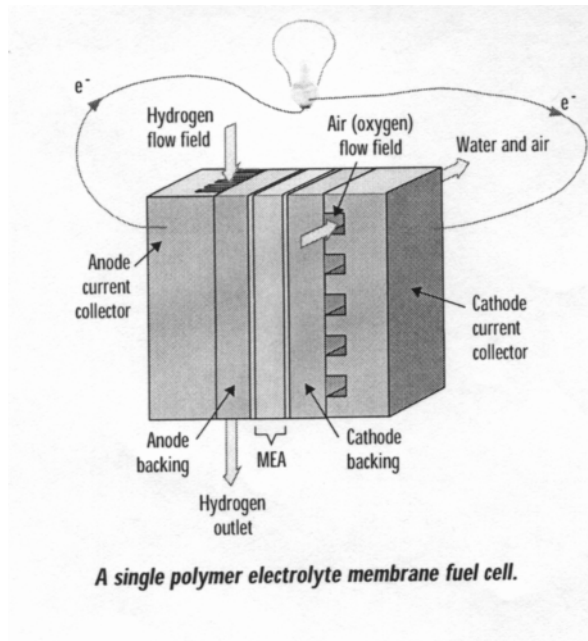
THE POLYMER ELECTROLYTE MEMBRANE FUEL CELL

น.อ.สพสุข ลีละบุตร
รองผู้อำนวยการกองวิชาฟิสิกส์และเคมี

เมื่อประมาณ ๑๐ ปีที่ผ่านมา กำลังของเครื่องยนต์ที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิงดูเหมือนจะเป็นนิยายทางวิทยาศาสตร์เสียมากกว่าจะเป็นความจริง แต่ในปัจจุบันการพัฒนาเทคโนโลยีของเซลล์เชื้อเพลิงสำหรับการขนส่งมีความเป็นไปได้มาก โดยใช้ The Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell แบบของเซลล์เชื้อเพลิงที่มีการแลกเปลี่ยนโปรตอนที่มีเมมเบรน (Membrane) ของเซลล์เชื้อเพลิงอย่างง่ายนี้เรียกว่า "PEM" (The Polymer Electrolyte Membrane) สำหรับเซลล์เชื้อเพลิงมีอยู่หลายชนิดขึ้นอยู่กับอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ ดังจะได้อธิบายต่อไปนี้

The Polymer Electrolyte Membrane

โดยปกติสารอิเล็กโทรไลต์คือ สารซึ่งแตกตัวให้ประจุบวกและประจุลบในน้ำทำให้สารละลายเกิดการนำไฟฟ้า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ในโพลีเมอร์อิเล็กโทรไลต์เมมเบรนของเซลล์เชื้อเพลิงเป็นแบบพลาสติก สารอิเล็กโทรไลต์มีอยู่มากมายขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ที่ใช้แพร่หลายมากที่สุดคือ Nafion ซึ่งผลิตโดยบริษัท DuPont คล้ายคลึงกับพลาสติกห่อของใช้สำหรับซีลอาหาร วัสดุเมมเบรนมีเนื้อสารมากกว่าพลาสติกที่ใช้ห่อของธรรมดาที่มีความหนาจาก ๕๐ ถึง ๑๗๕ ไมครอน (ขนาดกระดาษ A4 สำหรับเขียนโดยทั่วไป จะมีความหนาเพียง ๒๕ ไมครอน) ดังนั้นความหนาของโพลีเมอร์อิเล็กโทรไลต์คล้ายกับละอองความชื้นเล็ก ๆ บนพลาสติก PEM (บางครั้งไม่ได้อยู่ในสารละลายที่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย) ซึ่งพร้อมที่จะดูดซับไอออนลบโดยยึดจับไว้ภายในโครงสร้างของ PEM มีเพียงไอออนบวกที่บรรจุอยู่ในเมมเบรนจะเคลื่อนย้ายผ่านเมมเบรนออกมาเป็นอิสระ PEM ในเซลล์เชื้อเพลิง ประจุบวกคือไฮโดรเจนไอออน หรือโปรตอนซึ่งมีการแลกเปลี่ยนประจุกันที่เมมเบรน โดยโปรตอนจะเคลื่อนที่จากขั้วแอโนด (Anode) ผ่านเมมเบรนไปยังขั้วแคโทด (Cathode) ซึ่งเป็นหลักการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง หากปราศจาก การเคลื่อนที่ของไอออนภายในเซลล์เชื้อเพลิง ก็จะไม่เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้า เพราะวงจรสร้าง ของ PEM ซึ่งทำด้วย Teflon เป็นวัสดุที่แข็งและคงตัว แม้ว่าจะมีความบางแต่มีประสิทธิภาพในการแยกก๊าซไฮโดรเจนออกจากอากาศ PEM ไม่ได้เหนียวนำอิเล็กตรอนและโครงสร้างของ PEM โดยธรรมชาติแล้วจะเป็นฉนวนไฟฟ้า ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง อิเล็กตรอนไม่สามารถ วิ่งผ่านเมมเบรนแต่จะวิ่งผ่านลวดภายนอกไปยังอีกด้านหนึ่งของเซลล์ทำให้ครบวงจรเกิดกำลังงานไฟฟ้า สามารถหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าหรือทำให้รถยนต์วิ่งได้



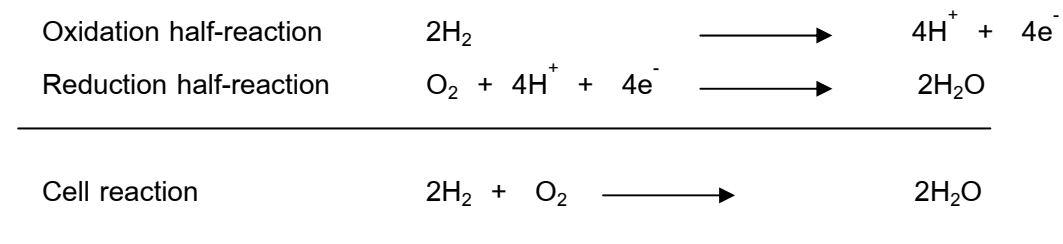
ขั้วไฟฟ้า (The Electrode)

ปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีประกอบด้วย ปฏิกิริยาครึ่งเซลล์ออกซิเดชัน เกิดขึ้นที่ขั้วแอโนด (Anode) และปฏิกิริยาครึ่งเซลล์รีดักชันเกิดขึ้นที่ขั้วแคโทด (Cathode) ขั้วแอโนด (Anode) และขั้วแคโทด (Cathode) ถูกแยกจากกันโดยเมมเบรนซึ่งอยู่ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์

ในปฏิกิริยาครึ่งเซลล์ออกซิเดชัน จะเกิดไฮโดรเจนไอออนเคลื่อนที่ผ่านเมมเบรนไปยังขั้วแคโทด (Cathode) และอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่จากขั้วแอโนด (Anode) ไปยังขั้วแคโทด (Cathode) ในวงจรภายนอก (External Circuit) ในปฏิกิริยาครึ่งเซลล์รีดักชันออกซิเจนจากอากาศไหลผ่านจากขั้วแคโทด (Cathode) และรวมตัวกับไฮโดรเจนไอออนและอิเล็กตรอน เกิดเป็นน้ำและความร้อนปฏิกิริยาครึ่งเซลล์ทั้งสองนี้ ปกติจะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ที่อุณหภูมิต่ำ ประมาณ 80°C ของเซลล์เชื้อเพลิง PEM ดังนั้นจึงใช้ คตะไลส์ (Catalyst) ช่วยเร่งปฏิกิริยาทั้งสองให้เกิดเร็วขึ้น คตะไลส์ (Catalyst) จะมีประสิทธิภาพดีเมื่อใช้ขั้ว Platinum ซึ่งมีราคาแพง

ผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะได้กระแสไฟฟ้า น้ำ และความร้อน ฉะนั้นการหล่อเย็น (Cooling) จึงจำเป็นต้องนำมาใช้ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ประมาณ 80°C ณ อุณหภูมินี้ผลิตภัณฑ์น้ำที่เกิดขึ้นที่ขั้วแคโทด (Cathode) จะเป็นทั้งน้ำและไอน้ำ ซึ่งจะถูกกักจัดออกจากเซลล์โดยการผ่านอากาศ

Electrochemistry of Fuel Cells



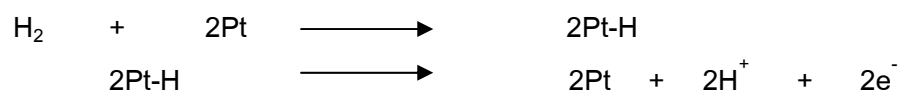
ขบวนการทางไฟฟ้าเคมีที่เกิดขึ้นแต่ละขั้วจะซับซ้อนที่ขั้วแอโนด (Anode) ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) จะแพร่กระจายไปตามทางจนถึงขั้ว platinum (Pt) พลาตินั่มคะตะไลส์จะแยกโมเลกุลของ H_2 ออกเป็นสองไฮโดรเจนอะตอม (H) จะปล่อยอิเล็กตรอน เกิดเป็นไฮโดรเจนไอออน (H^+) ซึ่งจะเคลื่อนที่ผ่านเมมเบรนไปยังขั้วแคโทด (cathode) ขณะที่อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ผ่านจากขั้วแอโนด (Anode) ตามวงจรภายนอกไปยังขั้วแคโทด (cathode)

ปฏิกิริยาของออกซิเจน (O_2) หนึ่งโมเลกุลที่ขั้วแคโทด (Cathode) จะเกิดสี่อิเล็กตรอนในขบวนการรีดักชัน (ดังสมการข้างต้น) ซึ่งจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นขั้นตอน ที่ขั้วพลาตินั่ม (Pt) จะทำให้ ก๊าซออกซิเจนเกิดปฏิกิริยารีดักชันได้รวดเร็วขึ้น ที่อุณหภูมิค่าประมาณ $80^\circ C$ เหมาะสำหรับการทำงานของ เซลล์เชื้อเพลิง PEM ยังถูกจำกัดด้วยขั้นตอนแรกโดยอัตราการเกิดอย่างช้า ๆ ของครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของ O_2 ซึ่งช้ามากกว่าร้อยละห้าของปฏิกิริยาครึ่งเซลล์ออกซิเดชันของ H_2

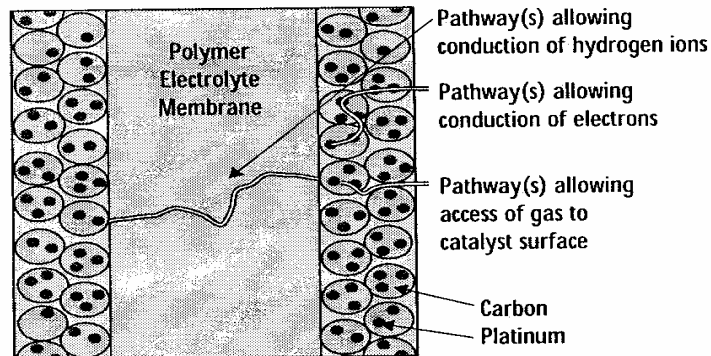
Why a Fuel Cell Goes “Platinum”

ครึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นแต่ละขั้ว สามารถเกิดปฏิกิริยาได้รวดเร็วที่ผิวของ Pt catalyst เท่านั้น พลาตินั่มมีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่จะเกิดการสร้างพันธะ H และ O ในขั้น Intermediate ได้ตามต้องการที่ขั้วของปฏิกิริยาจะสามารถผ่านขั้น Intermediate ไปสู่ผลิตภัณฑ์สุดท้าย (The final product) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากตัวอย่างขบวนการที่ขั้วแอโนดเมื่อโมเลกุล H_2 แยกตัว Pt จะสร้างพันธะกับ H อะตอม และจะปลดปล่อย H อะตอมออกมาเป็น $H^+ + e^-$ ดังสมการ



ความต้องการที่จะสร้างพันธะ (Bonding) กับ H อะตอม จะต้องไม่อ่อนเกินไปและไม่แข็งแรงจนเกินไป ซึ่งคุณลักษณะเฉพาะที่ดีของคะตะไลส์ แต่ความเป็นจริงแล้วคะตะไลส์ที่ดีที่สุดสำหรับเซลล์เชื้อเพลิง PEM จะมีราคาแพง หนทางเลือกที่ดีที่สุดคือพยายามทำโครงสร้างของคะตะไลส์ให้มีชั้น (Layer) ให้มากที่สุดเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการสร้างพันธะ ขั้วอิเล็กโทรดอื่น ๆ ประกอบด้วยแท่งคาร์บอน (C) พรุณ ซึ่งสามารถสร้างพันธะได้น้อยกว่าขั้ว Pt การที่ขั้วอิเล็กโทรดมีรูพรุณเพื่อที่จะให้ก๊าซแพร่กระจายผ่านไปยังขั้วซึ่งทำหน้าที่เป็นคะตะไลส์ด้วย ทั้งขั้ว Pt และ C จะเหนี่ยวนำอิเล็กตรอนได้ดี ดังนั้นอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ผ่านขั้วได้อย่างอิสระ อนุภาคของ Pt มีขนาดเล็ก เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๒ นาโนเมตร (nm) ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) ซึ่งมีผลทำให้ Pt มีพื้นที่ผิวเป็นจำนวนมากเพื่อที่จะสัมผัสกับโมเลกุลของก๊าซ ซึ่งเป็นคุณลักษณะเฉพาะที่ดีของคะตะไลส์ และเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปได้ ดังเช่นกระแสในเซลล์เชื้อเพลิง เป็นต้น



Polymer electrolyte membrane with porous electrodes that are composed of platinum particles uniformly supported on carbon particles.

Water and Fuel Cell Performance

การกำจัดน้ำเป็นกุญแจสำคัญที่มีผลต่อระบบเซลล์เชื้อเพลิง PEM แม้ว่าน้ำคือผลพลอยได้ของปฏิกิริยาเซลล์เชื้อเพลิงและถูกกำจัดออกจากเซลล์ระหว่างการทำงาน ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าสนใจว่าทั้งเชื้อเพลิงและอากาศที่เข้ามาภายในเซลล์เชื้อเพลิง จำเป็นจะต้องมีความชื้น สภาวะเช่นนี้น้ำจะทำให้ PEM เกิดเป็นไฮเดรต ความชื้นของก๊าซจำเป็นจะต้องควบคุมอย่างระมัดระวัง ละอองน้ำที่เล็กเกินไปจะป้องกันเมมเบรนจากการเหนียวน้ำ ไฮโดรเจนไอออน (H^+) ทำให้กระแสภายในเซลล์ลดต่ำลง

ถ้าอากาศผ่านขั้วแคโทด (Cathode) ซ้ำเกินไป อากาศไม่สามารถพาน้ำทั้งหมดที่ขั้วแคโทด (Cathode) ออกจากเซลล์เชื้อเพลิงได้จะเกิด "Floods" เซลล์อาจจะเกิดอันตรายเพราะ O_2 ไม่เพียงพอที่จะสามารถผ่านทะลุน้ำไปถึงขั้วแคโทด(cathode) ที่คะตะไลส์ได้

The membrane/Electrode Assembly

การประกอบขั้ว Electrode กับ Membrane เข้าด้วยกันมีโครงสร้างมากมายหลายแบบ ขบวนการผลิตหนึ่งในจำนวนนั้นก็คือ Los Alamos National Laboratory เป็นสถาบันวิจัยเซลล์เชื้อเพลิงที่มีประสิทธิภาพมาก สารคะตะไลส์ได้ถูกเตรียมขึ้นโดยในขั้นตอนแรกใช้ของเหลวที่เรียกว่า "Ink" เป็นการผสมเข้าด้วยกันตามสัดส่วนที่เหมาะสมของคะตะไลส์ (ผงแพลตินัมกระจายอยู่บนคาร์บอน) ซึ่งสารละลายของสารเมมเบรนจะละลายอยู่ในแอลกอฮอล์ ของเหลว "Ink" ถูกเตรียมขึ้นมาใหม่อีกครั้งและได้นำมาประยุกต์เป็นพื้นผิวของเมมเบรน ซึ่งเป็นของแข็งตามสัดส่วนที่แตกต่างกันไปตามกรรมวิธีวิธีง่าย ๆ ก็คือ การทาคะตะไลส์ "Ink" โดยตรงแล้วปล่อยให้แห้งบนผิวของเมมเบรน ชั้นคะตะไลส์เปียกและเมมเบรนนำไปให้ความร้อนจนกระทั่งชั้นของคะตะไลส์แห้ง ชั้นเมมเบรนจะถูกกลับอีกด้านหนึ่งและทำเช่นเดียวกับครั้งแรก จะทำให้มีชั้นคะตะไลส์บนเมมเบรนทั้งสองด้าน ขั้วเมมเบรนจะถูกรีดน้ำออก

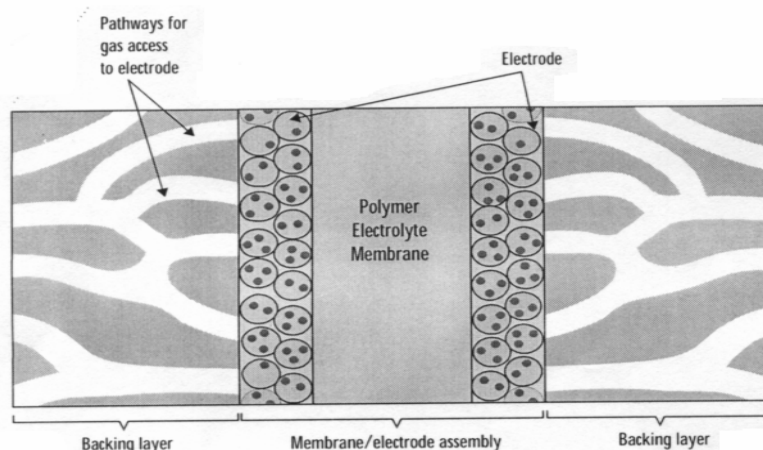
(Rehydrated) โดยการจุ่มลงในสารละลายกรดที่เดือดเบา ๆ เพื่อให้มันใจว่าเมมเบรนสามารถทำให้เกิดไฮโดรเจนอออน ที่ต้องการสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงในการทำงาน ขั้นตอนสุดท้ายผ่านการล้างด้วยน้ำกลั่น ขั้วเมมเบรนอิเล็กโทรดนี้ สามารถที่จะใส่เข้าไปในโครงสร้างเซลล์เชื้อเพลิงต่อไป

The backing Layers

ชั้นผนังกันของเซลล์เชื้อเพลิง (Backing Layers) ถูกออกแบบมาเพื่อให้เกิดกระแสมากที่สุดซึ่งได้รับจากเมมเบรนอิเล็กโทรด ด้านหนึ่งจะต่อกับขั้วแอโนด (Anode) อีกขั้วหนึ่งจะต่อกับขั้วแคโทด (Cathode) ซึ่งโดยปกติจะทำด้วยกระดาษคาร์บอนที่มีรูพรุนหรือผ้าคาร์บอนซึ่งมีความหนา ๑๐๐ ถึง ๓๐๐ ไมครอน (ประมาณ ๔ - ๑๒ แผ่นกระดาษ) ชั้นผนังกันที่ทำด้วยวัสดุคาร์บอนสามารถนำอิเล็กตรอนออกจากขั้วแอโนด (Anode) ไปยังขั้วแคโทด (Cathode) รูพรุนของสารที่ใช้ทำผนังกันเซลล์เชื้อเพลิงจะต้องมีประสิทธิภาพในการแพร่กระจายของก๊าซ (Reactant Gas) กับตัวเร่ง (Catalyst) บนเมมเบรนอิเล็กโทรด ในการแพร่กระจายหมายถึงการไหลของโมเลกุลก๊าซจากส่วนที่มีความเข้มข้นสูง (ด้านนอกผนังแผ่นกัน) ซึ่งก๊าซจะไหลไปตามทางที่ได้ออกแบบไว้ ส่วนที่มีความเข้มข้นต่ำ ด้านในของผนังแผ่นกันติดกับชั้นคะตะไลส์ซึ่งก๊าซจะถูกหลอมรวมกันโดยปฏิกิริยา โครงสร้างของชั้นผนังกันจะทำให้ก๊าซแยกตัวออกขณะที่แพร่กระจาย ดังนั้นเมื่อก๊าซไหลทะลุผ่านผนังกันก๊าซจะถูกสัมผัสติดกับผิวของคะตะไลส์เมมเบรนทั้งหมด

ชั้นผนังกันยังช่วยกำจัดน้ำระหว่างการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง ซึ่งน้ำในปริมาณที่น้อยมาก ๆ หรือมากเกินไปจะทำให้เซลล์หยุดทำงาน การแก้ไขโดยเลือกใช้วัสดุที่ทำผนังกันเพื่อควบคุมปริมาณไอน้ำให้มีความชื้นที่เหมาะสมที่ไหลไปยังเมมเบรนอิเล็กโทรด

วัสดุที่ทำผนังกันยังช่วยให้น้ำที่เกิดขึ้นที่ขั้วแคโทด (Cathode) ออกจากเซลล์โดยไม่ทำให้เกิดการ "Floods" ชั้นผนังกันจะเป็ยกขึ้นอยู่เสมอซึ่งทำด้วย Teflon จะไม่เกิดการ "Clogged" ของน้ำ และจะป้องกันการแพร่ของก๊าซอย่างรวดเร็วซึ่งจำเป็นสำหรับการเกิดปฏิกิริยาที่เหมาะสมที่ขั้วอิเล็กโทรด



Enlarged cross-section of a membrane/electrode assembly showing structural details.

อัตราการเกิดความร้อนของเซลล์เชื้อเพลิง (Rate of heat Generation in an Operating Fuel Cell)

พื้นที่ 100 cm^2 ของเซลล์ ที่ความดัน ๑ บรรยากาศ 80°C , 0.7 Volt และ 0.6 A/cm^2 (total current of 60 A)

ขบวนการเกิดความร้อนของเซลล์สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{Power due to heat} &= \text{Total power generated} - \text{Electrical power} \\
 P_{\text{heat}} &= P_{\text{total}} - P_{\text{electrical}} \\
 &= (V_{\text{ideal}} \times I_{\text{cell}}) - (V_{\text{cell}} \times I_{\text{cell}}) \\
 &= (V_{\text{ideal}} - V_{\text{cell}}) \times I_{\text{cell}} \\
 &= (1.16 \text{ V} - 0.7 \text{ V}) \times 60 \text{ A} \\
 &= 0.46 \text{ V} \times 60 \text{ coulombs / sec} \times 60 \text{ seconds/min.} \\
 &= 1650 \text{ J/min}
 \end{aligned}$$

เซลล์เชื้อเพลิงนี้สามารถผลิตความร้อนประมาณ 1.7 KJ ทุก ๆ นาทีของการทำงาน ขณะที่การผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 2.5 KJ ต่อนาที

เอกสารอ้างอิง

๑. <http://www.cedelftnl>
๒. <http://www.eduction.lanl.gov/resources/fuelcells>
๓. <http://www.ott.doe.gov>
๔. <http://www.ukace.org/>