



การประชุมวิชาการระดับชาติ“ราชภัฏกรุงเก่า” ครั้งที่ 5 (ARUCON2022)
วันที่ 15 - 16 ธันวาคม พ.ศ. 2565 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

วันที่ 8 ธันวาคม 2565

เรื่อง ตอบรับบทความวิจัย

เรียน คุณพิณทิพย์ แก้วแกมทอง และ คุณทิวา แก้วเสริม

ตามที่ท่านได้เสนอบทความวิจัย เรื่อง “การออกแบบและประสิทธิภาพกังหันน้ำหัวน้ำต่ำสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็ก” หมายเลขบทความ ST416 เพื่อพิจารณานำเสนอแบบโปสเตอร์ (Poster Presentation) ในการประชุมวิชาการระดับชาติ “ราชภัฏกรุงเก่า” ครั้งที่ 5 นั้น

คณะกรรมการจัดการประชุมฯ ได้พิจารณาและมีมติตอบรับการนำเสนอและตีพิมพ์บทความวิจัยของท่าน ในการประชุมวิชาการระดับชาติ “ราชภัฏกรุงเก่า” ครั้งที่ 5 (ARUCON2022) ในวันที่ 15 – 16 ธันวาคม พ.ศ. 2565 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศชาย สติย์พนาวงศ์)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

สถาบันวิจัยและพัฒนา

โทรศัพท์/โทรสาร 035-276577, 061-315-2297

E-mail: arucon@aru.ac.th

Website: <https://www.aru.ac.th/arucon/>



การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่
ราชภัฏกรุงเก่า 5

15 - 16 ธันวาคม 2565
ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา



PROCEEDINGS | ภาคโปสเตอร์

ARUCON2022 (5th National conference of Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University)

จัดโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา



PROCEEDINGS

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ
“ราชภัฏกรุงเก่า” ครั้งที่ 5

ภาคโปสเตอร์
(Poster Presentation)

วันที่ 15 – 16 ธันวาคม พ.ศ. 2565
ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

จัดโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

การประชุมวิชาการระดับชาติ “ราชภัฏกรุงเก่า” ครั้งที่ 5
วันที่ 15 – 16 ธันวาคม พ.ศ. 2565
ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

หน่วยงานร่วมจัดการประชุมวิชาการ

เจ้าภาพหลัก มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

หน่วยงาน สถาบันวิจัยและพัฒนา

คณะวิทยาการจัดการ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

คณะครุศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย

เจ้าภาพร่วม มหาวิทยาลัยศิลปากร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

สมาคมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า (ประเทศไทย)

สมาคมรัฐประศาสนศาสตร์แห่งประเทศไทย

ประธานกรรมการ

รองศาสตราจารย์ ดร.ชูสิทธิ์ ประดับเพ็ชร์

อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

คณะกรรมการอำนวยการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ วรรณธำ

รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย นวัตกรรมและพัฒนาท้องถิ่น

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาติรี มหันตรัตน์

รองอธิการบดีฝ่ายทรัพยากร

อาจารย์จรัสศักดิ์ ชุมวรานนท์

รองอธิการบดีฝ่ายยุทธศาสตร์และแผนงาน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรณิพย์ เนียมถนอม

รองอธิการบดีฝ่ายบริหารงานวิชาการ

อาจารย์ ดร.นพดล ปรามทอง

รองอธิการบดีฝ่ายพัฒนานักศึกษาและกิจการสภามหาวิทยาลัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ยุพิน พวงยะ

ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายประกันคุณภาพการศึกษา

อาจารย์นรินทร์ อุ่นแก้ว

ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายบริหารงานทั่วไปและกฎหมาย

อาจารย์ ดร.สุรัตน์ เกียรติสะอาด

ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายกิจการพิเศษ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศชาย สถิตย์พนาวงศ์

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บริบูรณ์ ขอบทำดี

คณบดีคณะครุศาสตร์

รองศาสตราจารย์ ดร.วิมลฐา แสงสุข

คณบดีคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

อาจารย์ประพันธ์ แสงทองดี

คณบดีคณะวิทยาการจัดการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลพรรณ รุ่งพรหม	คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ พานสุวรรณ	คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาโรช บุรีสังคะ	ผู้อำนวยการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
อาจารย์ ดร.สุรินทร์ ศรีสังข์งาม	ผู้อำนวยการสถาบันอยุธยาศึกษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญไท เจริญผล	ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
นางลักขณา เตชวงษ์	ผู้อำนวยการสำนักงานอธิการบดี
นางสาวพรสวรรค์ คล้ายกัน	ผู้อำนวยการกองกลาง

คณะกรรมการจัดงานประชุมวิชาการระดับชาติฝ่ายต่างๆ

ตามคำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่ 1355/2565

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการจัดงานประชุมวิชาการระดับชาติ “ราชภัฏกรุงเก่า” ครั้งที่ 5

บรรณาธิการ/กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ วรรณธำ	รองอธิการบดี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศชาย สถิตยพนาวงศ์	ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

กรรมการและกองบรรณาธิการ

อาจารย์ ดร.ภาวินัย ธนาอนวัช	รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
อาจารย์ ดร.ศิริประภา ดีประดิษฐ์	รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
อาจารย์ ดร.จิราภรณ์ มีสง่า	รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
นางสาวรพี พูลศิริ	หัวหน้าสำนักงานผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
นางสาวสุจิตรา งามบุญปลอด	กรรมการ
นางสาวอัจฉรา วงษ์หา	กรรมการและเลขานุการ
นางวรรณิศา นัยชิต	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะกรรมการพิชญพิจารย์ (Peer Review) ในกองบรรณาธิการ (ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน)

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

รองศาสตราจารย์ ดร.วันทนา เนาว์วัน

รองศาสตราจารย์ ดร.พิทยา ใจคำ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ วรรณธำ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานดา เตชะขันหมาก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทกานต์ นุชสุข

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา แก้วกระจาย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บริบูรณ์ ขอบทำดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประวิทย์ ประมาน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา รัตนเสนา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะธิดา ทองอร่าม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัททิรา หอมหวล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุพาภรณ์ วิริยะนันท์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิภาส ภูณัณณฤกษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศชาย สถิตย์พนาวงศ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลพรรณ รุ่งพรหม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริพล แสบบุญส่ง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธี โกสิทธิ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนิทย รุ่งราตรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสงจิตต์ ไต่แสง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ พานสุวรรณ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัศวินท์ ศาสนพิทักษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์จันจิรา หาวีชา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชนกานต์ ขาวสำลี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรชวรรณ สุขสมวัฒน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภรภัทร นิยมชัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ยุพิน พวกยะ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภกานต์ นานรัมย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุพิชญา คำคม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรศักดิ์ เพชรคงทอง

ว่าที่ร้อยตรี ดร.คณศ พุกกะพันธุ์

อาจารย์ ดร.กัญญลักษณ์ โพธิ์ดง

อาจารย์ ดร.จินดาวรรณ จันทมาศ

อาจารย์ ดร.จิราภรณ์ มีสง่า

อาจารย์ ดร.ญาณิศา เผื่อนเพาะ

อาจารย์ ดร.ธนาวรรณ รักษาพงษ์พานิช

อาจารย์ ดร.ธานี ชูกำเนิด

อาจารย์ ดร.นรเศรษฐ์ เตชะ

อาจารย์ ดร.พัชรภร พูลบุญ

อาจารย์ ดร.พิชิต โชตก

อาจารย์ ดร.พิมพ์ปฎิมา นเรศศิริกุล

อาจารย์ ดร.ภาวินัย ธนาอนวัช

อาจารย์ ดร.ภูษนิศา สุวรรณศิลป์

อาจารย์ ดร.ฤดี เสริมชยุต

อาจารย์ ดร.วรปภา มหาสำราญ

อาจารย์ ดร.วัชรภัทร เตชะวัฒนศิริดำรง

อาจารย์ ดร.วีรพล น้อยคล้าย

อาจารย์ ดร.วุฒิพงษ์ แป้งใจ

อาจารย์ ดร.ศิริประภา ดีประดิษฐ์

อาจารย์ ดร.ศุภลักษณ์ ศรีวิไล

อาจารย์ ดร.สมกมล กาญจนพิบูลย์

อาจารย์ ดร.สุชรักษ์ แซ่เจีย

อาจารย์ ดร.สุนันท์ ศรีสังข์งาม

คณะกรรมการพิชญพิจารย์ (Peer Review) ในกองบรรณาธิการ (ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก)

ศาสตราจารย์ ดร.อาณัติ ลิ้มคเดช

รองศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา บุญส่ง

รองศาสตราจารย์ ดร.กาสัก เต๊ะชั้นหมาก

รองศาสตราจารย์ ดร.กุลวดี โรจน์ไพศาลกิจ

รองศาสตราจารย์ ดร.ขวัญชนก นัยจรรย์

รองศาสตราจารย์ ดร.เชมณัฐ มิ่งศิริธรรม

รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม

รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงใจ บุญกุล

รองศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ ปิยะมิ่งคลา

รองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์เสถียร เหลืองอลงกต

รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณี บัญชรหัตถกิจ

รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ศิริปรัชญานันท์

รองศาสตราจารย์ ดร.เยาวเรศ เชาวนพูนผล

รองศาสตราจารย์ ดร.วิบูลย์ ตระกูลฮั่น

รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริพร ดาบเพชร

รองศาสตราจารย์ ดร.สนธิ ปิ่นสกุล

รองศาสตราจารย์ ดร.สาโรช พูลเทพ

รองศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา เลาหนันท์

รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา จุ้ยทอง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกพร ฉันทนารุ่งภักดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษดา เสือเอี่ยม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลชัย กุลตวนิช

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรวรรณ ลัญฉวรรณะกร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด อินทจามรรักษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยการ ศิริรัตน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลาลัย หาญเจนลักษณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชาวลิต หามนตรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์พล เอื้อไพจิตรกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนพร ชูศักดิ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญชู บุญลิขิตศิริ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุษกร เชี่ยวจินตาทานต์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณณรภัส ถกถภักดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยาภรณ์ พิษญาภรณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณณนุช นิลแสง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิภา แพงศรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พอเจตน์ ธรรมศิริขวัญ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรา เดชโฮม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรินทร์ รุจิรานุกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภคกิต์ กัลยาณมิตร

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

มหาวิทยาลัยศิลปากร

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

มหาวิทยาลัยบูรพา

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยรังสิต

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยศิลปากร

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยนเรศวร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

มหาวิทยาลัยบูรพา

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมษา นวลศรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชนีวรรณ ตั้งภักดี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนา สีดี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณช กุอุทา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณภา โพธิ์ผล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรศ ใจจิตร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สีบวงค์ กาพวงค์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ แวงวรรณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนจ ชัยมณี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิวัดน์ สมาธิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ.สุวรรณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัฐพล อนตะเสนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอราวิล ถาวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.ทิลดิสร์ รุ่งเรืองกิจไกร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรเชษฐ์ มิตสานนท์
ดร.กฤษณะ ช่องศรี
ดร.ชยาภรณ์ เคารพไทย
ดร.ชุตีวัฒน์ สุวดีพิงศ์
ดร.ชูเกียรติ เชื้อไม้
ดร.ธีรวัธ ธาดาตันติโชค
ดร.นรินทร์ นนทมาลย์
ดร.ปฐมพงศ์ ศุภเลิศ
ดร.ปรเมศร์ กลิ่นหอม
ดร.ประพรรธน์ พลชะวะ
ดร.ผกาพรรณ วัฒนนาม
ดร.พชรวรรณ รัตนทรงธรรม
ดร.พนิดา พานิชวัฒนา
ดร.พัทธนันท์ บุตรนุญ
ดร.พันธุ์ทิพา อมรฤทธิ
ดร.พันธุ์ทิพย์ โอฬารรัตน์มณี
ดร.รุ่งโรจน์ สงสระบุญ
ดร.วรรณพรรณ รักษ์ชน
ดร.อิกมาส มากจ้อย

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยทักษิณ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
มหาวิทยาลัยพะเยา
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
มหาวิทยาลัยพะเยา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
มหาวิทยาลัยสยาม
มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
มหาวิทยาลัยศิลปากร

คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อเสนอแนะ ภาคโปสเตอร์ (Session Chair)

รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงใจ บุญกุศล	มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
รองศาสตราจารย์ ดร.ขวัญชนก นัยจรรย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.ทิลดิสร์ รุ่งเรืองกิจไกร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชาวลิต หามนตรี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ดร.ธีรวิธ ชาติตันติโชค	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อเสนอแนะ ภาคบรรยาย (Session Chair)

รองศาสตราจารย์ ดร.เชมณัฐ มิ่งศิริธรรม	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม	มหาวิทยาลัยศิลปากร
รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริภัสสรค์ วงศ์ทองดี	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ศิริปรัชญานันท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.สาโรช พูลเทพ	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สีบวงศ์ กาพวงค์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

สารบัญ
บทความวิจัยภาคโปสเตอร์

ลำดับ ที่	รหัส บทความ	กลุ่มวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม (ST)	หน้า
1	ST412	การศึกษาปัจจัยที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลงในบริเวณฝั่งอ่าวไทย <i>ภัททิรา หอมหวล นพดล อภิระนานนท์ และ สุรพงษ์ วงศ์ไพ์ชร</i>	142
2	ST413	การเพิ่มความสามารถในการผลิตพอลิเบต้าไฮดรอกซีบิวทิเรต (PHB) ของ <i>Alcaligenes latus</i> TISTR 1403 ที่ผ่านการได้รับสัมผัสสังสีแกมมา <i>กรองจันทร์ รัตนประดิษฐ์ และ สมจิตต์ ปาละภาศ</i>	153
3	ST414	การประเมินความเสี่ยงระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย ในกระบวนการผลิต ของ บริษัทผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา <i>เพ็ญนภา ภูกันงาม</i>	161
4	ST415	การตรวจสอบสารเคมีกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตที่ตกค้างในผัก ที่ใช้ประกอบอาหารของร้านอาหารภายในศูนย์อาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏ พระนครศรีอยุธยา <i>พชฎ นรสิงห์</i>	171
5	ST416	การออกแบบและประสิทธิภาพกังหันน้ำหัวน้ำต่ำสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็ก <i>พิณทิพย์ แก้วแกมทอง และ ทิพา แก้วเสริม</i>	179
6	ST417	ผลการใช้แบ่งตัดแปรงเป็นตัวประสานในการขึ้นรูปแผ่นวัสดุจากเส้นใยเปลือกทุเรียน <i>วริศชนม์ นิลนันท กุลพร พุทธิมี และ ขนิษฐา รัตน์ประโคน</i>	187
7	ST418	การทดสอบแบบประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุในเด็กอายุ 2-5 ปี สำหรับ ผู้ปกครอง <i>สุภาวิตา ภคเอกภัทร</i>	194
8	ST419	การจัดการของเสียจากกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม : กรณีศึกษากลุ่ม ผู้ประกอบการแปรรูปมะขามแช่อิ่มพื้นที่ตำบลหล่มเก่า อำเภอหล่มเก่า จังหวัด เพชรบูรณ์ <i>พิณทิพย์ แก้วแกมทอง และ ทิพา แก้วเสริม</i>	209
9	ST420	แนวทางการพัฒนาข้อเสนอโครงการวิจัยในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา <i>วิมลพรรณ รุ่งพรหม อภิชาติ พานสุวรรณ วิชชุดา ตันประเสริฐ สุขรักษ์ แซ่เจีย กันยารัตน์ คงพร ปิณณธร หอมบุญมา ภาวินีย์ ธนาอนวัช กานดา เต๊ะชั้นหมาก ชาญชัย เมธาวิรุฬห์ สารภี พูลศิริ และอมรรัตน์ อมรนาถ</i>	217

การออกแบบและหาประสิทธิภาพการทำงานของกังหันน้ำหัวน้ำต่ำสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็ก The Design and Efficiency of Low-Head Turbines for Low Power Generation

พิณทิพย์ แก้วเกษทอง¹ และ ทิพา แก้วเสริม²

¹สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

²สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

¹Email: pintip.kae@pcru.ac.th; ²Email: tiwa.kaew@pcru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและหาประสิทธิภาพกังหันน้ำหัวน้ำต่ำสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็กเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับพัฒนาระบบโครงสร้างและใบพัดกังหันน้ำสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าบริเวณอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำก่อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้ทฤษฎีการออกแบบใบพัดของเครื่องจักรเทอร์โบแบบผกผันสามมิติ (Turbomachinery blade) ช่วยในการกำหนดรูปร่างของใบพัด และใช้เทคนิคพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณวิเคราะห์การกระจายตัวของความดันบนผิวใบพัด ทำให้สามารถหาค่าแรงที่ผลิตได้จากใบพัดที่ออกแบบ โดยผลการคำนวณ พบว่า มุมองศาของใบนำร่องทางเข้าน้ำ (inlet guide vane) ที่เหมาะสมคือ 25 องศา และมุมของการเคลื่อนที่ของใบพัด (runner blades) ที่เหมาะสมคือ 45 องศา ที่ความเร็วรอบ 329 รอบต่อนาที ให้ประสิทธิภาพสูงสุด ดำเนินการสร้างต้นแบบกังหันน้ำหัวน้ำต่ำตามผลการคำนวณทางทฤษฎีเพื่อทำการทดสอบจริง โดยการปล่อยน้ำจากถังเก็บน้ำโดยอาศัยประตูน้ำเป็นตัวปรับระดับอัตราการไหล ปล่อยน้ำผ่านท่อเหล็กที่อัตราการไหลของน้ำคงที่ที่ 0.0594 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เข้าสู่หน้าตัดกังหันน้ำให้กังหันน้ำเกิดการหมุนเพื่อทำการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยอาศัยเพลาคอนเวอร์เตอร์เป็นตัวส่งกำลัง ทำการหาประสิทธิภาพที่ได้ออกแบบโดยการปรับมุมองศาของใบพัดกังหันน้ำที่มุมองศาต่างๆ ได้แก่ 25 35 45 และ 55 องศา กับแนวแกน พบว่าที่มุมองศาของใบพัดกังหันน้ำที่ 45 องศา กังหันน้ำหัวน้ำต่ำมีประสิทธิภาพสูงสุด 88.21 เปอร์เซ็นต์ สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 1,557.60 วัตต์ เนื่องจากมุมองศาของใบพัดสามารถรับพลังงานน้ำได้มากกว่า

คำสำคัญ: กังหันน้ำหัวน้ำต่ำ, ใบพัดกังหัน, เครื่องจักรเทอร์โบแบบผกผันสามมิติ, มุมการเคลื่อนที่ของใบพัด, ผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็ก

Abstract

This research aims to design and find the efficiency of low-head turbines for low power generation. All the necessary information has been collected in order to develop the turbine's structure and propellers for generating electricity around Huai Nam Ko Reservoir Phetchabun Province. Based on the turbo machinery theory and 3-D blade shape was designed. And using CFD simulations to analyze the pressure distribution on the propeller surface. It makes it possible to find the power produced by the designed impeller. The results showed that the optimum guide vane angle was 25 degrees and the runner blades angle was 45 degrees at 329 rpm for maximum efficiency. The test was carried out by releasing water from the tank using the dam to adjust the flow rate. Water flows through steel pipes at a constant water flow rate of 0.0594 cubic meters per second. Enter the water turbine cross-section to cause the water turbine to rotate to generate electricity by relying on the shaft as transmission. Determined the efficiency by adjusting the angle of the turbine blades were 25, 35, 45, and 55 degrees to the axis. It found that at a turbine blade angle of 45 degrees, the low-head water turbine had a maximum efficiency of 88.21 percent able to produce 1,557.60 watts of electricity because the propeller gets more energy.

Keywords: low-head turbine, propeller, turbo machinery blade, runner blades, low power generation

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและที่มาของงานวิจัย

พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ และเป็นตัวชี้วัดศักยภาพการแข่งขันของประเทศ รัฐบาลจึงได้จัดการอนุรักษ์พลังงานเป็นวาระแห่งชาติที่คนไทยทุกคนควรให้ความสนใจและมีส่วนร่วมด้วยการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยเฉพาะในช่วงที่ภาวะราคาต้นทุนของพลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และไม่มีแนวโน้มที่จะลดลง ในระยะที่ผ่านมารัฐบาลได้ใช้กลยุทธิ์ต่างๆ เพื่อให้การอนุรักษ์พลังงานเกิดขึ้นอย่างแพร่หลายในระดับครัวเรือน หน่วยงานและประเทศ โดยกิจกรรมหรือโครงการที่ส่งเสริมมีทั้งในส่วนที่เป็นการสร้างกระแสการอนุรักษ์พลังงานด้วยการใช้สื่อหลากหลายประเภท โดยเน้นการเผยแพร่ความรู้ การถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการอนุรักษ์พลังงานอย่างครบวงจร ซึ่งทำให้คนไทยมีความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์พลังงาน รู้วิธีการประหยัดและใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า หากรัฐบาลมีการใช้มาตรการ กลยุทธ์ และการจัดกิจกรรมต่างๆ คู่ขนานกันไปอย่างต่อเนื่อง ในที่สุดคนไทยส่วนใหญ่ก็จะมีวินัยในการใช้พลังงาน หันมาประหยัดพลังงาน และความต้องการใช้พลังงานของประเทศเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง การศึกษาการพึ่งพาแหล่งพลังงานทดแทนภายในประเทศโดยเฉพาะไฟฟ้าพลังงานน้ำ ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่มีต้นทุนการผลิตต่ำ เป็นพลังงานทดแทนที่มีความยั่งยืนทั้งในด้านสิ่งแวดล้อมและการทดแทนแทบไม่สิ้นสุด จึงมีความสำคัญและจำเป็นเพื่อหาแนวทางเลือกที่เป็นไปได้ในการพัฒนาพลังงานทดแทนของประเทศ ซึ่งอุปกรณ์ที่สำคัญของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังน้ำได้แก่ กังหันน้ำ ปัจจุบันกังหันน้ำที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าจำเป็นต้องมีระดับความสูงของหัวน้ำที่สูง ถ้าระดับหัวน้ำต่ำจะไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน จากการสำรวจพื้นที่เบื้องต้นพบว่า บริเวณท้ายน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำก้อเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่มีค่า มีศักยภาพด้านพลังงานน้ำในระดับหนึ่ง ซึ่งระดับหัวน้ำไม่สูงมากนัก การออกแบบและหาประสิทธิภาพกังหันน้ำหัวน้ำต่ำ (Low-head turbine) ที่เหมาะสม เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าจากน้ำที่ปล่อยจากอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำก้อ ให้มีขนาดเล็ก มีประสิทธิภาพและกำลังผลิตสูงสุด จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำของชุมชน และสามารถยกระดับคุณภาพชีวิต ด้านสังคม เศรษฐกิจให้กับชุมชนได้อีกทางหนึ่ง งานวิจัยเรื่องการออกแบบและหาประสิทธิภาพกังหันน้ำหัวน้ำต่ำสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็ก ภายใต้โครงการวิจัยการออกแบบและพัฒนากังหันน้ำหัวน้ำต่ำที่เหมาะสมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าในตำบลน้ำก้อ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและหาประสิทธิภาพของกังหันน้ำหัวน้ำต่ำที่เหมาะสมกับการผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็กจากอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำก้อ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพและกำลังผลิต ได้แก่ องค์ประกอบภายนอก (ขนาดรัศมีภายนอกของกังหัน ความยาวของกังหันและมุมการติดตั้งกังหัน) และองค์ประกอบภายใน (ขนาดรัศมีภายในของกังหัน จำนวนใบพัดของกังหัน และระยะห่างของใบกังหันแต่ละใบ) ซึ่งการเลือกชนิดของกังหันน้ำนั้นจะพิจารณาจากค่าความสูงของระดับน้ำ (head) ตัวอย่างเช่น กังหันน้ำสกรูอาคิเมดิสจะเหมาะกับระดับน้ำที่ความสูงไม่เกิน 10 เมตร กังหันน้ำแบบฟรานซิสจะเหมาะกับระดับน้ำที่ความสูงไม่เกิน 350 เมตร และกังหันน้ำแบบเพลตันจะเหมาะกับระดับน้ำที่ความสูงไม่เกิน 1,300 เมตร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาวิธีการที่จะใช้ประโยชน์จากทางปล่อยน้ำของอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำก้อ โดยการออกแบบกังหันน้ำเพื่อติดตั้งที่ตำแหน่งทางปล่อยน้ำของอ่างเก็บน้ำและกังหันน้ำที่เหมาะสมกับอัตราการไหลน้ำและความสูงของน้ำในระดับต่ำ คือ กังหันน้ำหัวน้ำต่ำแบบสกรูอาคิเมดิส (Archimedes screw turbine) [1-3]

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบและหาประสิทธิภาพกังหันน้ำหัวน้ำต่ำที่เหมาะสมกับการผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็กจากอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำก้อ

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ดำเนินการศึกษาวิจัยโดยเน้นการออกแบบและพัฒนากังหันน้ำหัวน้ำต่ำที่เหมาะสมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าในตำบลน้ำก้อ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยออกแบบตามทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) เพื่อลดต้นทุนสำหรับการวิจัยและพัฒนา ดำเนินการทดสอบและหาประสิทธิภาพกังหันน้ำหัวน้ำต่ำที่ได้ออกแบบในห้องปฏิบัติการเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด สร้างต้นแบบกังหันน้ำหัวน้ำต่ำสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็กโดยวัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการสร้างกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กที่สุดต้องมีคุณภาพดีแข็งแรง ราคาถูกและสามารถหาได้ในท้องตลาด เหมาะสมสำหรับชุมชน ก่อนถ่ายทอดให้ชุมชนเป้าหมาย

2. วิธีดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการวิจัยการออกแบบกังหันน้ำหัวน้ำต่ำแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 โดยการคำนวณทางทฤษฎี โดยใช้ทฤษฎีการออกแบบใบพัดของเครื่องจักรเทอร์โบแบบผกผันสามมิติ (Turbomachinery blade) ช่วยในการกำหนดรูปร่างของใบพัด และใช้เทคนิคพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณวิเคราะห์การกระจายตัวของความดันบนผิวใบพัด ทำให้สามารถหาประสิทธิภาพการทำงานจากใบพัดที่ออกแบบได้ ส่วนที่ 2 นำผลการออกแบบกังหันน้ำหัวน้ำต่ำจากการคำนวณทางทฤษฎีสร้างต้นแบบกังหันน้ำขนาดเล็กเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าและส่วนที่ 3 คือการหาประสิทธิภาพของกังหันน้ำหัวน้ำต่ำ ดังนี้

2.1 การออกแบบกังหันน้ำหัวน้ำต่ำด้วยการคำนวณทางทฤษฎี

2.1.1 การคำนวณหาความเร็วน้ำ

การคำนวณหาความเร็วน้ำ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$v = \sqrt{2gh} \quad (1)$$

2.1.2 การออกแบบขนาดท่อส่งน้ำ

การออกแบบขนาดของท่อสามารถทำได้โดยใช้สมการสภาพต่อเนื่อง (Continuity equation) ของการไหลในท่อ ดังนี้

$$Q_p = A_p v = \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) v \quad (2)$$

โดยที่

Q_p คือ อัตราการไหลในท่อ (m^3/s)

A_p คือ พื้นที่หน้าตัดของท่อ (m^2)

v คือ ความเร็วของการไหล (m/s)

D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ (m)

ทั้งนี้อัตราการไหลในท่อคืออัตราการไหลเฉลี่ย หากมีความเร็วมากจะทำให้เกิดการสูญเสียความสูงหัวน้ำมาก แต่หากมีความเร็วต่ำเกินไป แสดงว่าท่มีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น จะทำให้ค่าก่อสร้างสูง ในการออกแบบขนาดของท่อจำเป็นต้องใช้วิธีการลองผิดลองถูก (trial and error) โดยการแทนค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของขนาดท่อขนาดต่างๆ (ขนาดท่อที่มีจำหน่ายในท้องตลาด) ลงในสมการ จนได้ความเร็วอยู่ในเกณฑ์กำหนดก็แสดงว่าท่อขนาดนั้นๆ มีความเหมาะสม

2.1.3 การคำนวณความสูงหัวน้ำสุทธิ

ความสูงหัวน้ำสุทธิ (net head) คือ ค่าความสูงหัวน้ำที่จะนำไปใช้คำนวณศักยภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า ซึ่งสามารถหาได้จากการนำค่าความต่างระดับ (gross head) ของ Intake และโรงไฟฟ้ามาลบด้วยความสูญเสียความสูงหัวน้ำเนื่องจากความเสียดทานของท่อ (Friction loss) และการสูญเสียรอง (minor loss) โดยมีรายละเอียดการคำนวณการสูญเสียหัวน้ำ ดังนี้

1) การสูญเสียความสูงของน้ำเนื่องจากความเสียดทานของท่อสามารถคำนวณได้โดยใช้สมการของ Hazen-Williams ดังนี้

$$v = 0.85 C_{HW} R_h^{0.63} S^{0.54} \quad (3)$$

เมื่อ

v คือ ความเร็วในท่อ (m/s)

- C_{HW} คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของ Hazen-Williams
 R_h คือ รัศมีไฮดรอลิก (hydraulic radius; $R_h = D/4$) (m)
 D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ (m)
 S คือ ความลาดชันไฮดรอลิก (hydraulic gradient; $S=h_L/L$) (m)
 h_L คือ การสูญเสียความสูงหัวน้ำเนื่องจากความเสียดทานของท่อ (m)
 L คือ ความยาวของท่อ (m)

กรณีศึกษาท่อ ท่อเหล็กมีค่า C_{HW} เท่ากับ 110 และสามารถคำนวณค่าการสูญเสียความสูงหัวน้ำได้ โดยปรับปรุงสมการใหม่ ดังนี้

$$h_L = L \left\{ \frac{v}{0.85 C_{HW} (D/4)^{0.63}} \right\}^{1.85} \quad (4)$$

2) การสูญเสียรอง เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงขนาดและทิศทางของความเร็วในท่อและอุปกรณ์ท่อที่ติดตั้งอยู่ในระบบ โดยทั่วๆ ไปการคำนวณค่าการสูญเสียความสูงหัวน้ำรองจะต้องพิจารณาจุดที่เปลี่ยนแนวท่อทั้งในแนวราบและแนวตั้งการติดตั้งอุปกรณ์ท่อตลอดความยาวของเส้นท่อยังไงก็ตามท่อที่ใช้ในการส่งน้ำเข้าสู่โรงไฟฟ้าเป็นท่อเส้นเดียว ซึ่งวางเป็นแนวค่อนข้างตรง และมีอุปกรณ์ท่อไม่มาก (แตกต่างจากระบบท่อส่งน้ำประปา) แต่เพื่อความปลอดภัยจึงกำหนดให้การสูญเสียรองมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.5 ของการสูญเสียความสูงหัวน้ำ เนื่องจากความเสียดทานของท่อ

2.1.4 การคำนวณหาพื้นที่การไหลของน้ำที่ทางออกจากถังน้ำ

ท่อทางออกเป็นอุปกรณ์หลักที่ทำการเชื่อมเข้ากับถังน้ำที่ด้านทางออกของน้ำก่อนต่อเข้ากับเทอร์ไบน์ จะเป็นชิ้นส่วนหลักในการพิจารณาอัตราการไหลของน้ำ ซึ่งจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.28 เมตร จากสมการ

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad (5)$$

ดังนั้น อัตราการไหลของน้ำจะไหลผ่านพื้นที่ทั้งหมดทุกๆ ความยาวท่อไปยังล้อกังหันน้ำจนไหลออกสู่บรรยากาศ เพราะฉะนั้นอัตราการไหลของน้ำจะเท่ากับพื้นที่การไหลคูณด้วยความยาวใดๆ ดังสมการ

$$Q = AL \quad (6)$$

2.1.5 การหาโมเมนต์ความเฉื่อย (Moment of Inertia)

จากสมการ

$$\begin{aligned} \vec{L}_Z &= \sum \vec{L}_i = \sum m_i r_i^2 \omega \hat{k} \\ L_Z &= \sum m_i r_i^2 \\ L_Z &= I_Z \omega = 2mr^2 \end{aligned} \quad (7)$$

2.2 ต้นแบบกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก

2.2.1 ใบพัดกังหันน้ำ

ใบพัดกังหันน้ำทำจากวัสดุที่มีความแข็งแรง จำนวน 5 ใบ การสร้างใบพัดกังหันน้ำจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงมุมพิตช์ของใบและมุมลำนน้ำที่จะเข้าสู่หน้าตัดล้อกังหันน้ำเป็นหลัก โดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบทางด้านวิศวกรรม เพื่อให้ได้ขนาดที่เหมาะสมต่อการใช้งานมากที่สุด การเพิ่มจำนวนใบพัดกังหันน้ำมีค่าประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าไม่เพิ่มขึ้นมากนักและยังทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและบำรุงรักษาอีกด้วย [4] ขั้นตอนการสร้างใบพัดกังหันน้ำ โดยทำการแบ่งขั้นตอนการสร้างดังนี้

- 1) สร้างต้นแบบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยคำนวณออกแบบรูปร่างต่างๆ ที่จำเป็นเบื้องต้น
- 2) สเก็ตแบบลงบนกระดาษวงกลมที่มีขนาด 310 มิลลิเมตร ตามขนาดที่ออกแบบไว้ด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อนำ Layout ที่ได้มาทาบเพื่อตัดเหล็กและวางมุมมองและตำแหน่งของใบ
- 3) ตัดนำใบกังหันน้ำและประกอบตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ ดังรูป



ภาพที่ 1 ใบกังหันน้ำและ ใบนำร่องทางเข้า (Guide vane) จำนวน 16 ช่อง

2.2.2 การออกแบบโครงสร้างหลักและดำเนินการสร้าง

โครงสร้างของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจำเป็นต้องออกแบบเบื้องต้นก่อนทำการสร้างต้นแบบ เนื่องจากโครงสร้างจำเป็นที่จะต้องมีการรับน้ำหนักน้ำขนาด 288 ลิตร หรือประมาณ 2,826 นิวตัน ซึ่งมีน้ำหนักมาก จึงต้องออกแบบเพื่อให้โครงสร้างของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กสามารถที่จะรับน้ำหนักนี้ได้ ขั้นตอนในการออกแบบและการดำเนินการสร้างต้นแบบ สามารถจำแนกได้ดังนี้

- 1) การออกแบบและเขียนแบบ ขั้นตอนนี้จะเป็นการออกแบบและเขียนแบบโครงสร้าง โปรแกรมที่ใช้ในการเขียนแบบคือ โปรแกรม Solid works

- 2) วิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างเบื้องต้น

หลังจากออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างหลักของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก จำเป็นต้องวิเคราะห์โครงสร้างว่าสามารถรับน้ำหนักของน้ำได้ตามที่ออกแบบไปหรือไม่ การทดสอบโครงสร้างเสา คาน จะใช้โปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้างทางไฟไนต์เอลิเมนต์ โปรแกรม Ansys โดยทำการกำหนดแรงกระทำ (Load) ที่กระทำต่อคานและเสา กำหนดจุดจับยึด และกำหนดวัสดุที่ใช้เบื้องต้น โดยเลือกน้ำหนักของวัสดุที่ใช้ให้มีขนาดใกล้เคียงกับวัสดุจริงมากที่สุด ในการวิเคราะห์โครงสร้างสามารถทำนายโครงสร้างกังหันน้ำเบื้องต้นได้ว่าวัสดุอะไรเป็นตัวสร้างต้นแบบ เพราะการวิเคราะห์เราจะต้องทำการเลือกวัสดุในการวิเคราะห์ผลทางไฟไนต์เอลิเมนต์ด้วยโปรแกรมจะเป็นตัวเชื่อมโยงวัสดุนั้นไว้ให้ใช้ โดยสามารถนำมาใช้วิเคราะห์ผลทางวิศวกรรมได้



ภาพที่ 2 องค์ประกอบรวมของกังหันน้ำหัวน้ำต่ำต้นแบบสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็ก

2.3 ทดสอบประสิทธิภาพกังหันน้ำหัวน้ำต่ำ

เป็นการศึกษาผลการทดสอบต้นแบบกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กที่ระดับความสูงของหัวน้ำ 1.8 เมตร การทดสอบกังหันน้ำ โดยการปล่อยน้ำในถังเก็บน้ำลงมาโดยอาศัยประตูน้ำเป็นตัวปรับระดับอัตราการไหล ปล่อยน้ำผ่านท่อเหล็กกล้าที่ไหลลงมาด้วยความเร็ว 5.94 เมตรต่อวินาที เข้าสู่หน้าตัดกังหันน้ำเพื่อให้กังหันน้ำนั้นเกิดการหมุนเพื่อทำการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยอาศัยเพลลาเป็นตัวส่งกำลัง กังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กยังมีอุปกรณ์ที่ช่วยในการวัดค่าโปรไฟล์การไหลที่เกิดขึ้นในระบบการทำงาน เรียกว่า ทอร์ค หาประสิทธิภาพของกังหันน้ำโดยการปรับมุมมองของใบกังหันน้ำที่มุมมองต่าง ๆ ได้แก่ 25 35 45 และ 55 องศา กับแนวแกน จากสมการ

$$\eta = \frac{P}{\rho g Q H} \quad (8)$$

เมื่อ ρ = ความหนาแน่นของน้ำ (kg/m^3)

g = ค่าความโน้มถ่วง (m/s^2)

Q = อัตราการไหลของน้ำ (m^3/s)

H = เหนื่อน้ำ (m)

3. ผลการวิจัย

จากการคำนวณทางทฤษฎี กำหนดให้ ค่าความเร็วน้ำไหลผ่านท่อเหล็กด้วยความเร็ว 5.94 เมตรต่อวินาที ค่าโมเมนต์ความเฉื่อย มีค่า 0.647 กิโลกรัมต่อตารางเมตร พื้นที่การไหลของน้ำที่ทางออกจากถังมีท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.28 เมตร อัตราการไหลของน้ำจะไหลผ่านพื้นที่ทั้งหมดทุกๆ ความยาวท่อไปยังล้อกังหันน้ำจนไหลออกสู่บรรยากาศ 0.062 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เพื่อควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของกังหันน้ำ ดำเนินการทดสอบกังหันน้ำหัวน้ำต่ำและหาประสิทธิภาพของกังหันน้ำหัวน้ำต่ำต้นแบบโดยการปรับมุมมองของใบพัดกังหันน้ำ จากการทดสอบประสิทธิภาพกังหันน้ำหัวน้ำต่ำต้นแบบที่ระดับความสูงของหัวน้ำ 1.8 เมตร ทำได้โดยการปล่อยน้ำในถังเก็บน้ำลงมาโดยอาศัยประตูน้ำเป็นตัวปรับระดับอัตราการไหล ปล่อยน้ำผ่านท่อเหล็กลำน้ำที่ไหลลงมาด้วยความเร็ว 5.94 เมตรต่อวินาที เข้าสู่หน้าต่างกังหันน้ำเพื่อให้กังหันน้ำนั้นเกิดการหมุนเพื่อทำการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยอาศัยเพลเป็นตัวยกกำลัง หาประสิทธิภาพของกังหันน้ำโดยการปรับมุมมองของใบกังหันน้ำที่มุมมองต่าง ๆ ได้แก่ 25 35 45 และ 55 องศา กับแนวแกน ผลการทดสอบประสิทธิภาพกังหันน้ำหัวน้ำต่ำต้นแบบ สรุปได้ว่า ที่การทดสอบติดตั้งมุมมองของใบพัดกังหันน้ำที่ 25 35 45 และ 55 องศา ให้ประสิทธิภาพการทำงาน 24.90 85.30 88.21 และ 23.22 ตามลำดับ และสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้สูงสุด 1,557.60 วัตต์ ที่ 45 องศา แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพกังหันน้ำหัวน้ำต่ำ

องศาใบกังหันน้ำ	ความเร็วเชิงมุม (RPM)	ทอร์ค (N.m)	ประสิทธิภาพ (%)	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ (Watt)
25	300.6	2.89	24.90	439.68
35	428.6	2.84	85.30	1,504.69
45	329.0	2.63	88.21	1,557.60
55	229.0	2.10	23.22	410.02



ภาพที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพกังหันน้ำหัวน้ำต่ำต้นแบบสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็ก

4. สรุปผลและอภิปรายผล

ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่ากังหันน้ำหัวน้ำต่ำที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งที่ทางปล่อยน้ำของอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำก้อที่สามารถให้กำลังผลิตไฟฟ้ามากที่สุด คือ กังหันน้ำที่มีจำนวนใบพัด 5 ใบ มุมของ Guide vane ที่เหมาะสมคือ 25 องศา และมุมของการเคลื่อนที่ของใบพัด (Runner blade) ที่เหมาะสมคือ 45 องศา ที่ความเร็วรอบ 329 rpm ให้ประสิทธิภาพสูงสุด 88.21 % และสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้จริง 1,557.60 วัตต์ โดยผลการศึกษาจากการคำนวณทางทฤษฎีและการจำลองด้วยการคำนวณทางพลศาสตร์ของการไหล (CFD) พบว่า อัตราการไหลของน้ำ 0.0594 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ผลการศึกษาพบว่า การคำนวณเชิงตัวเลขและคำนวณทางทฤษฎีจะได้ค่าประสิทธิภาพของกังหันน้ำหัวน้ำต่ำที่ใกล้เคียงกัน คือ 89 % ซึ่งแสดงถึงความถูกต้องและแม่นยำในการออกแบบกังหันน้ำหัวน้ำต่ำเนื่องจากการจำลองทาง CFD ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นโปรแกรมการจำลองการทำงานของกังหันน้ำที่เสมือนจริง [3, 6-8] และค่าประสิทธิภาพจากการออกแบบที่ได้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงของกังหันน้ำหัวน้ำต่ำมากที่สุด ซึ่งหมายความว่า การออกแบบกังหันน้ำหัวน้ำต่ำนี้สามารถนำไปใช้งานติดตั้งเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าที่สถานที่ดังกล่าวได้จริง

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่สนับสนุนทุนวิจัย และองค์การบริหารส่วนตำบลน้ำก้อ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และข้อมูลอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำก้อสำหรับการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Fiardi, E., “Preliminary design of Archimedean screw turbine prototype for remote area power supply,” J. Ocean Mechan. Aerosp. 5: 30-33, 2014.
- [2] Rohmer, J., Knittel, D., Sturtzer, G., Flieller, D. and Renaud, J., “Modeling and experimental results of an Archimedes screw turbine,” Renew. Energy 94: 136-146, 2016.
- [3] วรณี มังคละศิริ และ สุทิน ปิตาละโพธิ์, “การออกแบบกังหันน้ำแบบสกรูอาคิเมดิสสำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก : กรณีศึกษาโรงไฟฟ้าขนาดเล็กน้ำหมัน,” วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 26, ฉบับที่ 6, หน้า 1049-1061, 2561.
- [4] Raza, A., Mian, M.S. and Saleem, Y., “Modeling of Archimedes turbine foe low head hydro power plant in Simulink MATLAB,” Int. J. Eng. Res. Technol. 2:2471-2477, 2013.
- [5] Rorres, C., “The turn of the screw; Optimal design of an Archimedes screw,” J. Hydraul. Eng. 126: 72-80, 2000.
- [6] คณิศร ธนรัฐภูมิกร, รัชพล สันติวรารกร และศักรพจน์ นครศรี, “การศึกษาออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กจากคลองส่งน้ำโดยกังหันคู่แกนตั้ง,” การประชุมวิชาการวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติระดับชาติ ครั้งที่ 4, ขอนแก่น, พฤศจิกายน 2560, หน้า 111-117.
- [7] ฉัตรกุล คุวัฒนาสุชาติ, ปิยะวัฒน์ ศรีธรรม, พงษ์พันธ์ ขยันเยี่ยม และรัชพล สันติวรารกร, “การศึกษาประสิทธิภาพกังหันน้ำพลังงานน้ำวนอิสระ และกังหันน้ำแบบลูกต่ำ ที่ระดับความสูงของน้ำต่ำ,” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 30, สงขลา, กรกฎาคม 2559, หน้า 765-772.
- [8] กัลยา ธนาสินธ์, รณยุทธ์ กำเนิดแจ้ง, สายัณ พุทธลา และชลิท วนิชยานันต์, “การออกแบบและพัฒนาต้นแบบการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้พลังงานน้ำ,” วารสารก้าวหน้าโลกวิทยาศาสตร์, ปีที่ 18, ฉบับที่ 2, หน้า 62-75, 2561.