

บรรณานุกรม

- [1] John A. Duffie and William A. Beckman, 1991, Solar Engineering of Thermal Processes, Solar Energy Laboratory University of Wisconsin-Madison.
- [2] A. Rabl, 1985, Active solar collectors and their applications, Oxford University Press.
- [3] A. Fasulo, L. Odicino and D. Perello, 1986, Development of a CPC with low thermal losses, Laboratorio de Energía Solar, Universidad Nacional de San Luis, Escuela de Física.
- [4] Ari Rabl, 1976, Optical and thermal properties of compound parabolic concentrators, Solar Energy Group, Argonne National Laboratory, U.S.A.
- [5] A. Rabl, J. O'Gallagher and R. Winston, 1980, Design and test of non-evacuated solar collectors with compound parabolic concentrators, Enrico Fermi Institute, University of Chicago, U.S.A.
- [6] Jose A. Manrique, 2003, A compound parabolic concentrator, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Department of Thermal Engineering Monterrey, Mexico.
- [7] M. Adsten, A. Helgesson and B. Karlsson, 2005, Evaluation of CPC-collector designs for stand-alone, roof- or wall installation, The Angstrom Laboratory, Uppsala University, Sweden.
- [8] M.J. Carvalho and group, 1994, Optical and thermal testing of a new 1.12X CPC solar collector, INETI-DER, Portugal.
- [9] Yong Kim, GuiYoung Han and Taebeom Seo, 2007, An evaluation on thermal performance of CPC solar collector, Department of Mechanical Engineering, Inha University, South Korea.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
ผลงานวิจัยที่ได้นำเสนอในงานประชุมวิชาการ

ISBN : 978-616-202-978-5

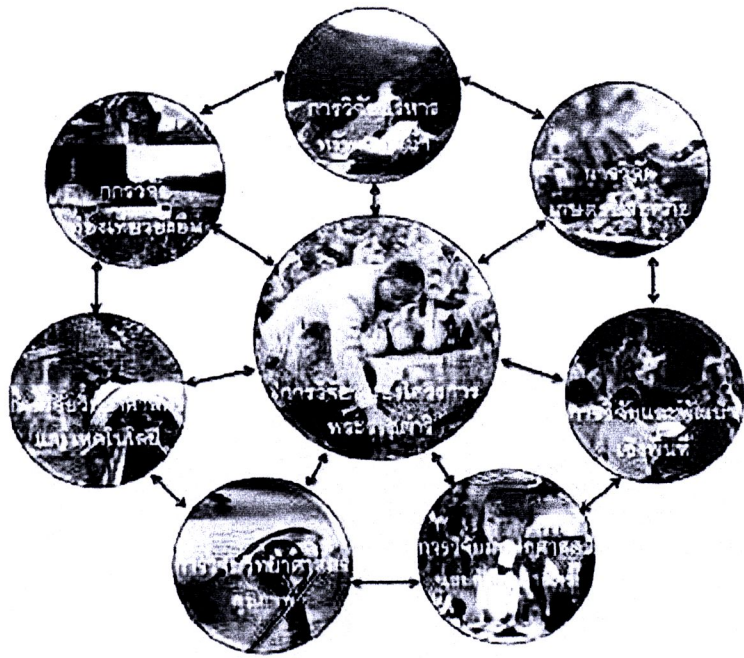


Phayao
Research
Conference

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ (Proceedings)

พะย่ายวิจัย ครั้งที่ 1

Proceedings of the 1st Phayao Research Conference



12-13 มกราคม 2555

ณ อาคารเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

มหาวิทยาลัยพะเยา

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ (Proceedings) พะย่ายวิจัย ครั้งที่ 1



การพัฒนากระบวนการพยาบาลผู้ป่วยมะเร็งเต้านม โรงพยาบาลลำพูน (Development of Nursing System in Breast Cancer patient: Lamphun Hospital) โดย วิไลพรรณ ขวพงศ์, ธัญญา น้อยเป็ง, กัญญา กิตติมา และ แสงอรุณ ใจวงศ์งาม (Wila-pan Chavong, Thanysa Noi-peng, Kan-ya Kitti-ma and Sa-ngaroon Jai-wong-ngam).....	434
ปัจจัยที่มีผลต่อการชะลอการดูดซึมของสารเคมีอันตรายจากยางมือที่ใช้สัมผัสอาหาร (Factors affecting the leaching of tosylmethoxythiuronum dimethylid (TMTD) and zinc dimethyldithiocarbamate (ZDMC) from food contact rubber gloves) โดย สุภาภรณ์ งามัญญา และ ธีรพร วิทย์วีระศักดิ์ (Su-pha-pan Nam-ngun-ya and Thee-pha Wit-vee-ra-sak-di).....	444
การพัฒนากระบวนการดูแลผู้ป่วยพยายามฆ่าตัวตายของโรงพยาบาลลำพูน (Development of System for Prevention Suicidal Attempt Lamphun Hospital) โดย วิไลพรรณ ขวพงศ์, อัญชลี ศรีสุตา, ปรีดาพรพรหม แสงพรหม, อัมพร กันทรวิวัฒนา และ เคือนโร วังศรีจักรี (Wila-pan Chavong, Anuchalee Sri-suta, Pri-da-phrom Sa-ngphrom, Am-phorn Kan-tha-wi-wat-na and Keun-ro Wang-sri-jak-ri).....	451
รายงานสืบเนื่องจากการประชุมพะเยาวิจัย (กลุ่มวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)	
ความหลากหลายของพืชสกุลเบโกเนีย ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย (Species diversity of Begonia L. in upper northern Thailand) โดย กฤษณา ศรีภูเวียง, อนุปาน กองอังกะเรศ และ ปรางค์ นามงาม (Kris-ana Sri-pha-weang, Anu-pan Kong-a-ng-ka-re-sa and Pra-ngae Nam-ngam).....	462
An Adaptive Markov Inventory Model in Supply Chain โดย Chakraborty Chakrabarti, Potejanasak Potejana and Nuthida Pimrat.....	478
การวิเคราะห์การไหลของฟอสฟอรัสในระบบนาข้าว: กรณีศึกษาฟาร์มทำนาข้าวห้วยพะเยา (Material Flow Analysis of Phosphorus in Paddy Field system: Paddy Field near Phayao Lake Watershed Case Study) โดย จันทจิรา ธีระชัย และ นภาพร จักรวัฒนา (Jan-jira Thee-rajai and Napa-phra Jak-ru-wat-na).....	487
การผลิตถ่านกัมมันต์จากเมล็ดลำไย โดยการกระตุ้นทางเคมี (Production of Activated Carbon from Longan Seed by Chemical Activation) โดย ณัฐวิภา งามรัก และ ธีรพงษ์ วิจิตรศักดิ์ (Nat-ta-wi-pha Nam-rak and Thee-rong-wong Wi-jit-sak-di).....	492
เครื่องต้นแบบกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์: กรณีศึกษาใหม่เอื้องปลาตุ๊ก (The Prototype of a Solar Water Turbine: A Case Study of a Catfish Pond) โดย ธนภัทร นนทฤทธิ์, จิรภัทร ภูษวิญญทอง และ เสาวณีย์ ธาดา (Than-pha Nant-rit, Jit-pha Phu-sa-wi-n-thon and Seawon-ee Tha-da).....	502
การชักนำพลีพลอยด์จากแคลลัสของลำไย (Jatropha curcas L.) โดยการฉีดโคลชิซิน (Induction of Polyploidy from Callus Cultures of Jatropha curcas L. by Colchicine Treatment) โดย พรรณิศา สิงห์ทอง, ศิรพันธ์ ปรนจิต และ ดวงพร ปรนจิต (Pannida Sing-thon, Sir-pan-phet Prem-jet and Duang-phorn Prem-jet)	505



การประยุกต์ใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อการพยากรณ์ผลผลิตข้าวโพดเขตภาคเหนือตอนล่าง (An Application of data mining technique to predict rice product in Lower Northern Thailand) โดย ศรัทธา รัตนกร, รัชต์ ฐิวัฒนาอุบล และ อรสา เตลิวัฒน์ (Pratthana Rattanakorn, Jarat Rungtanasubol and Orasa Teliwat)	517
การศึกษความเป็นไปได้ของการผลิตถ่านจากหญ้าหว่าน (Feasibility study for charcoal production from Manilagrass) โดย วิภาต์ วันรุ่งเนิน , ธกษ กอแก้ว และพิสิษฐ์ มณีโชติ	533
ชุดทดลองวงจรปรับแรงดันแบบคาบคุมเฟสสำหรับใช้งานในห้องปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง (A General Purpose Phase Control Rectifier Set-up for Power Electronics Laboratory Experimentals) โดย ธนัท อุสราห์ และ ยุทธา คำสุวรรณ (Anapat Uesarn and Yutthana Kumsuwan)	544
การประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์หน่วยคำในการแปลภาษาด้วยเครื่อง (An Application of Microsystems of Lexical Morpho-syntactic Analysis in Machine Translation) โดย ธีรศักดิ์ เกียรติบุษ (Rishi Kiatibutsa)	550
การประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลเพื่อการพยากรณ์ผลผลิตมันสำปะหลังในเขตภาคเหนือตอนล่าง (An Application of data mining technique to predict cassava product in Lower Northern Thailand) โดย รัชพัฒน์ บุญทวีชัย, รัชต์ ฐิวัฒนาอุบล และ อรสา เตลิวัฒน์ (Rangsuphat Yongtawichai, Jarat Rungtanasubol and Orasa Teliwat)	558
การสังเคราะห์และออกแบบวงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำพหุคูณกับตัวต้านทานและการประยุกต์ใช้งาน (A Synthesis and Design of Series Inductance with Resistance Simulator and its Application) โดย วิภท ไชแข็ง, ชชาติรุณ ธีระวัฒน์ และ ประโยชน์ พูนภัก (Wibot Jaikang, Charatano Terawat and Prayot Poonkha)	572
การลดมลพิษในน้ำเสียจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลโดยการดูดซับด้วยไคโตซาน (Reduction of pollutants in wastewater from biodiesel production plant adsorption with chitosan) โดย วิภาวีร์ พัทธพิ และ มณี พุ่มสม (Widawan Patthapi and Mai Pumsom)	578
ผลกระทบบนตัวรับรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลาลดอุณหภูมิเชิงความร้อนของท่อสุญญากาศ (Effect of Compound Parabolic Solar Concentrator on Thermal Performance of Evacuated Tube) โดย วิภาห์ แซมธะอาด, ธวัช ธอนาห์, สุฤดี สุขใจ และไพฑูรย์ เหล่าดี (Wit Chamsa-ard, Thawat Thonah, Surudhi Sukjai and Paitoon Leela-Dee)	592
การวิเคราะห์การไหลวัสดุในการบริหารทรัพยากรของเทศบาลตำบลป่าซาง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย (Material Flow Analysis of Resource and Waste Management in Paasang Municipality, Mae Chan District, Chiang Rai) โดย สุวัฒน์ พูวัน และเนกัท จักวัฒนา (Sudhan Poowan and Napat Jakwatsana)	600
วงจรถ่ายสัญญาณซายด์ควอเตอร์โมดกรีนที่ควบคุมความถี่และเฟสเพื่อใช้ในการทำสัญญาณได้ อย่างอิสระต่อกันโดยใช้ CCCCTA กับ CCCII (Current-mode Quadrature Sinusoidal Oscillator with independent control of Frequency of oscillation and condition of oscillation using CCCCTA and CCCII) โดย อติสร กวาวัดปาม, วิภาห์ รัตนัน, ธีรวัฒน์ สุภารัตน์ และวินัย ธนศักดิ์ (Atisorn Kwawadpam, Witthana Rattanan, Theerawat Suparat and Winai Thonsakdi)	606

efficiency (or evacuated tube heated up). The cosine values of θ and $F_{\text{inc}} 50^\circ$ and 4.5, respectively, which provided the best efficient optics at 70.4% initially, the compound parabolic concentrator with acceptance half-angle (θ) of 10° integrated with the evacuated tube was tested. The system produces hot water at three different height of CPC: (a) H_1 7.76 cm, (b) H_2 4.25 cm, and (c) do not reflect. The 1.5 m length vacuum tube and a well-insulated 20 liter water storage tanks was installed School of Renewable Energy Technology (SERT), Naresuan University, Phitsanulok. The tube was tilted at 16 degree angle due south, the experimental period between 10.00 a.m and 4 p.m on 28/09/2554. The compound parabolic concentrator with a height (H) 7.76 cm is capable of producing hot at 51.9°C when the water inlet temperature is at 30°C , which is equal to the amount of heat equivalent to 1,830 kJ.

Keywords: Compound Parabolic Concentrator (CPC), Evacuated Solar Collector, Solar Hot Water

บทนำ

โดยทั่วไปอุปกรณ์ที่นิยมนำมาใช้ในการเปลี่ยนรูปพลังงานความร้อนที่ได้จากแสงอาทิตย์มาอยู่ในรูปของน้ำร้อน คือ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ (solar collector) สำหรับงานวิจัยนี้ได้แบ่งชนิดของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ออกเป็น 2 แบบ คือ (1) ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ (Flat-Plate Solar Collector) ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ชนิดนี้จะผลิตน้ำร้อนอยู่ในช่วงอุณหภูมิปานกลาง ($40-60^\circ\text{C}$) (2) ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศชนิดฮีตไพป์ (Heat Pipe Evacuated Solar Collector) ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ชนิดนี้จะผลิตน้ำร้อนอยู่ในช่วงอุณหภูมิสูง ($> 80^\circ\text{C}$) [1] แต่ทั้งนี้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ดังกล่าวมีราคาค่อนข้างแพงจึงยังไม่ได้ได้รับความนิยมมากนัก ดังนั้นหากสามารถนำเอาตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศชนิดฮีตไพป์มาประยุกต์ใช้ร่วมกับแผงรับรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา (Compound Parabolic Concentrator, CPC) ก็จะสามารถให้ระบบสามารถผลิตน้ำร้อนอุณหภูมิสูงตลอดช่วงระยะเวลาการใช้งานได้ โดยที่ไม่ต้องปรับทิศทางหมุนตามดวงอาทิตย์ ซึ่งจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของระบบเพิ่มสูงมากยิ่งขึ้น ชีวเดช ช้วนพันธ์ และคณะ [2] ทำการศึกษาการลดอุณหภูมิของน้ำในตัวรวมรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา ที่มีพื้นที่รับรังสีอาทิตย์ 2.1 m^2 จำนวน 2 ชุด แผ่นโค้งสะท้อนแบบพาราโบลาสะท้อนแสงไปยังท่อสุญญากาศเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.03 เมตร จากการทดลองค่าตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบ

อนุกรม พบว่า อุณหภูมิของน้ำที่ออกจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์สามารถทำอุณหภูมิได้สูงถึง 80°C ณ ลักษณะการติดตั้ง และคณะ [3] ได้ศึกษาสมรรถนะของตัวรวมแสงแบบรูปประกอบพาราโบลาที่มีพื้นที่รับรังสี 9 และ 7 m^2 โดยได้สัดส่วนขนาดเพื่อให้มีความเหมาะสมในเชิงปฏิบัติที่มีอัตราเพิ่มความเร็วของแสง 3.4 เท่ากับตัวรวมแสงไร้แผ่นทริกไวโรนัมเป็นแผ่นสะท้อนรังสีสะท้อนแสงอาทิตย์ไปยังท่อสุญญากาศชนิดของแสงผ่านตัวรวมแสงทั้งสองตัวกับตัวรับรังสีแบบแผ่นตามชนิดที่มี กระป๋องรีนเดีย และช่องขึ้น ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของระบบมีค่าสูงขึ้นเมื่ออัตราการถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของระบบที่ใช้ ตัวรวมแสงแบบรูปประกอบพาราโบลา และระบบแบบราบ พบว่าตัวรวมแสงแบบที่เหมาะสมในการใช้งานที่มีอุณหภูมิสูงมากกว่าตัวรับรังสีแบบแผ่นราบทั้งสองแบบ

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้นจะเห็นได้ว่า เมื่อนำเอาแผงรับรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลาประยุกต์ใช้กับตัวเก็บรังสีอาทิตย์จะช่วยให้สมรรถนะเชิงความร้อนสูงขึ้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีแนวความคิดประยุกต์ใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา ร่วมกับตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศชนิดฮีตไพป์ โดยจะเป็นการหาขนาดของแผงรับรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลาที่มีความเหมาะสมที่สุดจากการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และจากการทดลองระบบผลิตน้ำร้อนดังกล่าวใน



พระยาวิชัย 1

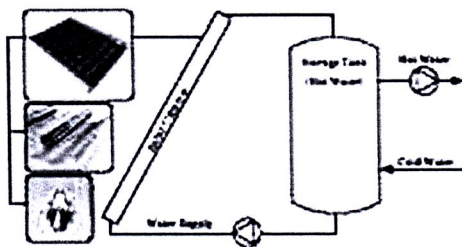
เบื้องต้น ทั้งนี้ผู้วิจัยหวังว่าการศึกษาลักษณะช่วยให้
ได้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลาที่มี
ความเหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้งานในโรงงาน
อุตสาหกรรมที่มีการใช้ความร้อนในรูปของอุณหภูมิสูงได้

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ระบบผลิตน้ำร้อนด้วยตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบรูป
ประกอบพาราโบลา ระบบประกอบไปด้วย ตัวเก็บรังสี
อาทิตย์แบบท่อความดันสุญญากาศ (Heat Pipe
Evacuated Tube Solar Collector), แฉกรังสีอาทิตย์
แบบรูปประกอบพาราโบลา (Compound Parabolic
Concentrator, CPC) และถังเก็บสะสมความร้อน
(Storage Tank) โดยการทำงานของระบบ คือ ความ
ร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์เมื่อตกกระทบบนตัวเก็บรังสีอาทิตย์
จะถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำ ส่งผลให้น้ำมีอุณหภูมิเพิ่ม
สูงขึ้นจนที่จะถูกส่งไปใช้งาน โดยระบบผลิตน้ำร้อน
ด้วยตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา
แสดงดังรูป 1

ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา

ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา
เป็นข้อได้เปรียบความเข้มข้นรังสีอาทิตย์แบบอยู่กับที่ (Fixed
concentrator) ที่มีอุณหภูมิใช้งานปานกลาง (100-300
°C) โดยมีรางสะท้อนรังสีให้มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นไป
ประมาณ 2-10 เท่า โดยไม่จำเป็นต้องเคลื่อนที่ตามดวง
อาทิตย์ นอกจากนี้ CPC ยังมีพื้นที่ผิวสะท้อนรังสี
มากกว่าขอบเขตเส้นความดวงอาทิตย์ (concentrator
concentrator) จึงสามารถยอมให้มีการผิดพลาดของ
รูปแบบผิวสะท้อนรังสีได้มากขึ้น จึงไม่ต้องการความ
พิถีพิถันในการสร้างมากเท่ากับแบบเคลื่อนตาม
ดวงอาทิตย์



กลุ่มวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รูป 1 ระบบผลิตน้ำร้อนด้วยตัวเก็บรังสีอาทิตย์
แบบรูปประกอบพาราโบลา

CPC มีอัตราส่วนการรวมรังสีพาราโบลิก (CR)
ขึ้นอยู่กับตัวกลาง (Medium) ระหว่างตัวดูดรังสี มี
สองเงื่อนไขคือ แฉกรังสี และตัวเก็บรังสี ดังนี้

$$CR = \frac{A}{\sin \theta_s} \quad (1)$$

ความเข้มข้นรังสีของแสงอาทิตย์ทั้งหมดตรงราง
สะท้อนรังสี (H) ความยาวโฟกัส (f) กับครึ่งมุมรับรังสี
(θ_s) และเส้นรอบรูปของแปดเหลี่ยม (เฉพาะด้านที่รับ
รังสี) (s) ของแปดเหลี่ยมแบบท่อ (Tubular Tube) ที่
ทำการศึกษานี้สามารถแสดงได้ดังนี้

ความสูงทั้งหมด (H):

$$H = \frac{s}{2} \left(\frac{1}{\sin \theta_s} + \frac{1}{\tan \theta_s} + \frac{1}{\tan \theta_s \sin \theta_s} \right) \quad (2)$$

ความยาวโฟกัส (f):

$$f = \frac{s}{2} \quad (3)$$

สมการส่วนโค้งของพาราโบลา:

$$AC = f \left(\frac{d}{2} \right) \quad \text{สำหรับ } \theta_s < \frac{\pi}{2} \quad (4 (ก))$$

$$AC = \frac{\left(\frac{d}{2} \right) \left[\left(\theta_s - \frac{\pi}{2} \right) - \cos(\theta_s - \frac{\pi}{2}) \right]}{1 - \sin(\theta_s - \frac{\pi}{2})} \quad (4 (ข))$$

$$\text{สำหรับ } \theta_s + \frac{\pi}{2} < \theta_s < \frac{\pi}{2} - \theta_s$$

ความยาวที่นำไปใช้ประโยชน์จากตัวรวมรังสี

พิจารณาตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์
ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงาน
ความร้อน โดยถ่ายเทให้กับของไหลที่ไหลภายในตัว
เก็บรังสีอาทิตย์ ทำให้ของไหลดังกล่าวมีอุณหภูมิสูงขึ้น
อัตราการถ่ายเทความร้อนที่ได้รับจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์
ที่เวลาใด ๆ สามารถคำนวณได้จาก



$$Q_s = A_s FR \left[x - \frac{U_s}{CR} (T_{f,s} - T_a) \right] \quad (5)$$

$$= ICR \times pf(\tau x) - U_s (T_{f,s} - T_a)$$

$$\frac{U_s}{pf(\tau x)} = \frac{ICR}{(T_{f,s} - T_a)} \quad (6)$$

$$Q_s = m C_s (T_{f,s} - T_{f,i}) \quad (7)$$

ประสิทธิภาพของตัวรวมรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา

ในการวิเคราะห์ตัวรวมรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา โดยทั่วไปถือว่าประสิทธิภาพแปรเปลี่ยนไปตามการสูญเสียเชิงทัศนศาสตร์ (Optical Losses) และการสูญเสียเชิงความร้อน (Thermal Losses) ตามสมการของ Hottel-Whillier-Boesche กล่าวคือ

$$\eta_r = \frac{Q_s}{G_p A_p} \quad (8)$$

$$\text{หรือ} \quad \eta_r = \frac{m C_s (T_{f,s} - T_{f,i})}{G_p A_p} \quad (9)$$

$$\text{หรือ} \quad \eta_r = \frac{A_s FR \left[x - \frac{U_s}{CR} (T_{f,s} - T_a) \right]}{(G_p A_p)} \quad (10)$$

$$\text{หรือ} \quad \eta_r = FR \left[\eta_{opt} - \frac{U_s (T_{f,s} - T_{f,i})}{CR} \right] \quad (11)$$

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวิธีการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน คือ (1) สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงทัศนศาสตร์เพื่อใช้หาคู่พารามิเตอร์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 47 มิลลิเมตร โดยกำหนดรัศมีมุมรับรังสี (ρ_s) 10-50° และอัตราส่วนรัศมีต่อรัศมีระยะห่าง (F_{ratio}) 0.5-4.5 (ค่าที่ได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง) โดยข้อกำหนดเบื้องต้นแสดงดังรูป 2 และตาราง 1

(2) นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้ในการออกแบบตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา เพื่อดำเนินการทดสอบระบบผลิตน้ำร้อนดังกล่าว สำหรับงานวิจัยนี้ได้ออกแบบระบบทดสอบอย่างง่ายเพื่อใช้ทดสอบระบบเบื้องต้นได้ทำการออกแบบและติดตั้งรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลาที่มีครึ่งมุมรับรังสี (ρ_s) 10° โดยทดสอบระบบผลิตน้ำร้อนฯ ที่มีความแตกต่างกัน 3 ระบบ ดังนี้ (ก) ความสูงของรางสะท้อน (H) 7.75 เซนติเมตร แสดงดังรูป 3 (ถึงน้ำร้อนถังที่ 1) (ข) ความสูงของรางสะท้อน (H) 4.25 เซนติเมตร แสดงดังรูป 4 (ถึงน้ำร้อนถังที่ 2) และ (ค) ไม่มีรางสะท้อน (ถึงน้ำร้อนถังที่ 3) โดยหาคู่พารามิเตอร์มีความยาว 1.50 เมตร และวงเก็บน้ำร้อนหุ้มฉนวนอย่างดี ขนาดความจุ 20 ลิตร ติดตั้งบริเวณวิทยาลับหลังงานทดสอบ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก โดยเลือกทำมุม 16° กับแนวระดับ พื้นหน้าไม่ทรงกลมได้

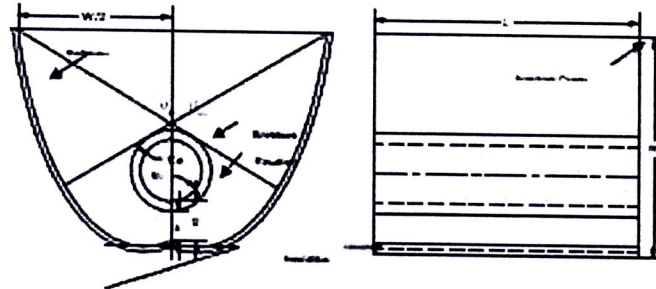
รูป 3 แนวรับรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา ความสูงรางสะท้อน (H) 7.75 cm.

รูป 4 แนวรับรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา ความสูงรางสะท้อน (H) 4.25 เซนติเมตร



คณะวิทยาศาสตร์ 1

กลุ่มวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



รูป 2 ภาพหน้าตัดหัวเก็บรังสีฮอรัลแบบรูปโปรเจกชันคาโนดา (5)

ตาราง 1 ข้อกำหนดเบื้องต้นของระบบผลิตหัวรับรังสีฮอรัลแบบรูปโปรเจกชันคาโนดา

ค่าแปร	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย	ค่าแปร	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
Aperture efficiency	ϵ_a	0.05		Aperture efficiency	ϵ_a	0.05	
Envelope efficiency	ϵ_e	0.05		Envelope efficiency	ϵ_e	0.10	
Reflector efficiency	ϵ_r	0.05		Reflector efficiency	ϵ_r	0.10	
Reflector efficiency	ϵ_r	0.97		Reflector efficiency	ϵ_r	0.10	
Aperture transmittance	T_a	0.10		Reflector conductivity	k_r	2.59×10^7	$\Omega^{-1} m^{-1}$
Envelope transmittance	T_e	0.10		Reflector thickness	S_r	2×10^{-3}	m
Aperture reflectance	ρ_a	0.05		Concentric axial length	L	1.50	m
Envelope reflectance	ρ_e	0.05		Reflector radius	R_r	7.5×10^{-1}	m
Reflector reflectance	ρ_r	0.94		Envelope radius	R_e	10×10^{-1}	m
Reflector reflectance	ρ_r	0.10		Reflector - gap gap	g	2×10^{-3}	m

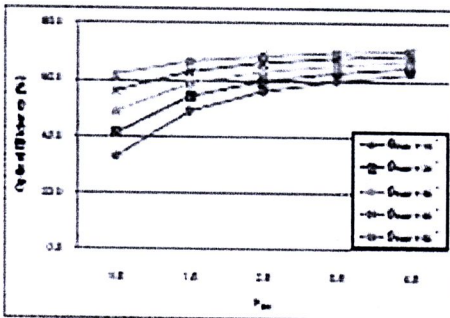


ผลการศึกษา

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ (1) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แสดงดังตารางที่ 2 และรูป 3

ตารางที่ 2 ผลการคำนวณเมื่อเปลี่ยนเครื่องรับรังสี (๑.)

Parameter	Value				
0 min (30°C)	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0
1.0	1.76	2.97	2.00	1.56	1.11
2.0	2.03	3.23	2.27	1.77	1.12
3.0	2.31	3.54	2.55	1.99	1.16
4.0	2.54	3.82	2.77	2.22	1.17
5.0	2.74	4.07	2.93	2.39	1.18
6.0	2.91	4.29	3.06	2.53	1.19
7.0	3.06	4.48	3.17	2.65	1.20
8.0	3.19	4.64	3.27	2.75	1.21
9.0	3.30	4.78	3.36	2.84	1.22
10.0	3.40	4.90	3.44	2.92	1.23

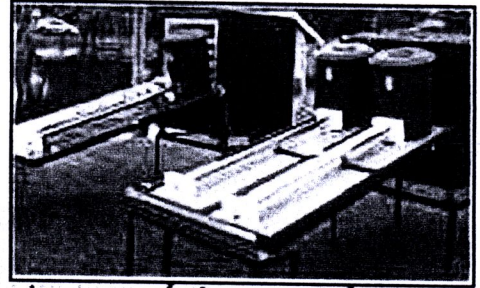


รูป 3 การเปรียบเทียบเชิงทัศนศาสตร์ (n_{sc}) เมื่อเปลี่ยนค่า P_{sc} และ S_{sc}

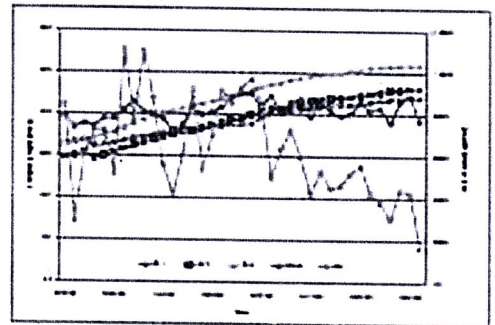
จากตาราง 2 และรูป 3 พบว่า เมื่อกำหนดให้ค่าของเครื่องรับรังสี (๑.) และอัตราส่วนรังสีตรงต่อรังสีกระจาย (F_{sc}) เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ประสิทธิภาพเชิงทัศนศาสตร์ของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลาเพิ่มขึ้น โดยเมื่อกำหนดให้เครื่องรับรังสี (๑.) และอัตราส่วนรังสีตรงต่อรังสีกระจาย (F_{sc}) มีค่าเท่ากับ 50° และ 4.5 ตามลำดับ จะส่งผลให้ประสิทธิภาพเชิงทัศนศาสตร์มีค่าที่ต่ำสุด โดยจะมีค่าเท่ากับ 73.4%

กลุ่มวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(2) ผลทดสอบที่ได้จากการสร้างตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลา โดยดำเนินการทดสอบในช่วงเวลา 10.00-15.00 น. ของวันที่ 29/09/2554 แสดงดังรูป 5 และ 6



รูป 5 การทดสอบเบื้องต้นของระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์



รูป 6 การเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำร้อนที่ผลิตได้ของระบบที่กำลังการศึกษา (29/09/2554)

จากรูป 6 พบว่า อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นในระบบประมาณ 30°C ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลาเมื่อใช้แสงรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลาที่มีความสูงทางอาทิตย์ (H) 7.76 เซนติเมตร และ 4.25 เซนติเมตร จะสามารถผลิตน้ำร้อนโดยมีอุณหภูมิสุดท้ายเท่ากับ 51.9° และ 46.3°C คิดเป็นปริมาณการถ่ายเทความร้อนได้เท่ากับ 1,630 และ 1,360 kJ ตามลำดับ กรณีของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลาที่ไม่มีรางสะท้อนจะสามารถผลิตน้ำร้อนโดยมีอุณหภูมิสุดท้ายเท่ากับ 44.1°C คิดเป็นปริมาณการถ่ายเทความร้อนที่ได้น้อยเท่ากับ 1,174 kJ ทั้งนี้จากผลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการรับรังสีอาทิตย์แบบ

รายการสัญลักษณ์

- A_s : พื้นที่รับรังสี (Aperture Area, m^2)
 BO : ส่วนโค้งรูปทากาโมตา
 CR : อัตราส่วนการรังสี
 c_p : ค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ
 $(J/kg \cdot K)$
 d : เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ (m)
 FR : ตัวประกอบการนำความร้อนมาใช้ (Heat
Removal Factor)
 I : ความเข้มรังสีอาทิตย์รวม (W/m^2)
 m : อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ (kg)
 n : สัมประสิทธิ์การหักเหแสง (Index of
Refraction) ของตัวกลางที่อยู่ระหว่าง
ตัวรับรังสีกับกระจกห่อหุ้มรังสี
 P_s : พลังงานที่นำไปใช้ประโยชน์ (kW)
 r : รัศมีของท่อ (m)
 s : อัตราการรับความร้อนต่อพื้นที่ของแผงรับรังสี
 $(W/m^2) (s = \rho c_p c_p)$
 U_s : สัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อนของ
ตัวรับรังสีอาทิตย์ ($W/m^2 \cdot K$)
 α_s : ครึ่งมุมรับรังสี (Acceptance Half Angle)
 θ : ปรากฏการณ์มุมรังสีหักเหของผิวตัวรับรังสี
 (θ_s) : ค่าของมุมประสิทธิผลของปรากฏการณ์รังสี
 ฉายหักเห (θ) และปรากฏการณ์รังสีของ
ตัวรับรังสี (α)
 γ : อัตราส่วนการตกกระทบบนตัวรับรังสี



