

โครงร่างวิจัย

1. ชื่อโครงการ

(ภาษาไทย) ประสิทธิภาพของเครื่องควบคุมความชื้นต่อปริมาณของจุลชีพในอากาศภายในห้องระบบปิดในโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า

(อังกฤษ) Efficacy of humidity controlled device on the quantity of indoor microorganism in the close system room in Phramongkutkiao Hospital

2. สาขาวิชาที่ทำวิจัย

โสต ศอ นาสิก ลาริงซ์วิทยา

3. ผู้ดำเนินการวิจัย

พ.อ.รศ.นพ. กรීธา ม่วงทอง

อาจารย์หัวหน้าภาคประจำกองโสต ศอ นาสิกกรรม โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า

4. ผู้วิจัยร่วม

4.1 พ.อ.หญิง ผศ.สุดาลักษณ์ ธีัญญาหาร

อาจารย์ประจำ ภาควิชาจุลชีวะวิทยา

กองการศึกษาวิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า

4.2. พอ.ประสิทธิ์ มหากิจ

อาจารย์ประจำ กองโสต ศอ นาสิก กรรม

โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า

4.3. ดร.วีระพล โมนยะกุล

นักวิจัย สำนักบริการและวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี

6. ระยะเวลาดำเนินงานวิจัย

1 มิถุนายน 2555– 30 กันยายน 2555

7. สถานที่ทำการวิจัย

กองโสตศอนาสิกกรรม โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า

8. ความสำคัญของปัญหาที่จะทำการวิจัย

ปัจจุบัน เป็นที่ยอมรับกันทั่วโลกว่า เชื้อรา กลุ่ม **Alternaria, Cladosporium, Aspergillus, Mucor, Rhizopus** และ **Merulius** (1) เป็นตัวการของการเกิดสารก่อภูมิแพ้ในบ้านที่สำคัญอันหนึ่ง พอกับไรฝุ่น และเป็นสาเหตุหลักในการเกิดโรคภูมิแพ้ ได้แก่ โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ หรือที่เรียกว่า โรคแพ้อากาศ (allergic rhinitis) และ โรคหืด (Asthma) จากรายงานต่างๆทั่วโลกมีอุบัติการณ์เพิ่มมากขึ้นทุกๆปี โดยเฉพาะประเทศไทยที่เป็นประเทศในเขตร้อนชื้นจนเป็นปัญหาทางสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศ (2) ที่ใช้งบประมาณและค่าใช้จ่ายในการควบคุมและรักษาโรคนี้นับเป็นจำนวนมากในแต่ละปี

หลักการรักษาโรคภูมิแพ้ทุกชนิด ที่สำคัญที่สุด คือ การให้ความรู้และคำแนะนำในการปฏิบัติตน โดยเฉพาะการหลีกเลี่ยงสารก่อภูมิแพ้ ในที่นี้จะกล่าวถึง เชื้อรา เป็นหลัก โดยปกติเชื้อราจะเจริญเติบโตใน

ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 75 (75% Relative Humidity). ในบริเวณบ้านที่มีปริมาณเชื้อรามาก ได้แก่ ห้องครัว ห้องน้ำ ซึ่งเป็นบริเวณภายในบ้านที่มีปริมาณความชื้นสูง รวมทั้งบริเวณฝ้าและเพดานที่เป็นแหล่งสะสมของเชื้อรา(1)

วิธีการกำจัดเชื้อราในบริเวณบ้าน หลักการได้แก่ ความคุมอุณหภูมิ 23-25 °C โดยการติดตั้งระบบปรับอากาศ , ลดความชื้นภายในห้องโดยการให้มีการระบายอากาศที่ดี ได้แก่ เปิดห้องให้อากาศถ่ายเท และจัดห้องให้มีแสงแดดส่องถึง หมั่นตรวจไม่ให้มีรูรั่วของท่อน้ำในอาคาร ถ้าพบเชื้อราให้ทำความสะอาดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อรา เช่น โลโซล, คลอโรกซ์ เป็นต้น และลดปริมาณสารก่อภูมิแพ้ (เชื้อรา) หรือ ติดตั้งเครื่องระบายอากาศ ปัจจุบันมีการใช้เครื่องกรองอากาศ ด้วยระบบ High efficiency particulate air filters (HEPA filters) แต่พบว่าไม่มีหลักฐานสนับสนุนที่เพียงพอในการช่วยลดปริมาณสารก่อภูมิแพ้และลดอาการทางจมูกในโรคจมูกอักเสบภูมิแพ้ (3),(4) และปัจจุบันมีแนวคิดที่ว่า การใช้เครื่องปรับอากาศระบายอากาศ ด้วยการควบคุมความชื้นให้คงที่ภายในบ้านเป็นอีกวิธีที่จะลดปริมาณเชื้อราได้ ตลอดเวลาที่ใช้ในการควบคุมเชื้อรา เพราะจากการศึกษาของ R.M. Sterling พบว่าการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่ร้อยละ 50 จะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ดี รวมทั้งยับยั้งการเจริญเติบโตของไรฝุ่น เชื้อไวรัสและแบคทีเรียด้วย (5).

นอกจากนี้ พบว่าคุณภาพอากาศภายในบ้านเรือน (Indoor air quality) ก็เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดการติดเชื้อซึ่งเรามักมองข้ามไป และมีรายงานที่ เชื้อแบคทีเรียทางอากาศที่เป็นสาเหตุหลักของการติดเชื้อหลังการผ่าตัด และเป็นปัญหาสำคัญในหอผู้ป่วยวิกฤต (Intensive Care Unit) (6) จากสถิติของการตรวจสอบคุณภาพอากาศโดยสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อม (Environmental Protection Agency -EPA) ได้ระบุว่า "ปริมาณเชื้อโรภายในอาคารและบ้านเรือน (Indoor) นั้นมีมากกว่าบริเวณเปิดภายนอกอาคาร (Outdoor) หลายเท่าตัว" โดยเฉพาะในโรงพยาบาลที่เป็นอาคารที่รวมผู้ป่วยหลายโรคไว้และยังเป็นสถานที่ที่มีคนเข้าออกจำนวนมาก ซึ่งถือเป็นแหล่งกักเก็บเชื้อก่อโรคที่พร้อมจะติดต่อกับผู้หนึ่งไปยังอีกผู้หนึ่งได้เป็นอย่างดี

เชื้อโรคที่สามารถแพร่กระจายทางอากาศมีมากมาย ไม่ว่าจะเป็น เชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา หรือ แม้แต่ไวรัส โดยเชื้อโรคที่พบบ่อยและเป็นสาเหตุส่วนใหญ่ในการเกิดโรคของทางโสต ศอ นาสิก อาทิเช่น *Streptococcus pneumonia*, *Haemophilus influenzae*, *Moraxella catarrhalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Mycoplasma pneumoniae*, *Aspergillus spp.*, *Parainfluenza*, *Varicella-zoster*, *Adenoviruses* ซึ่งเชื้อเหล่านี้สามารถแขวนลอยอยู่ในอากาศเป็นเวลานาน โดยปกติแล้วเชื้อโรคจะสามารถลอยอยู่ในอากาศได้ 3-4 วัน หรืออาจนานเป็นเดือน เมื่อในห้องมีสภาพอากาศที่เหมาะสม การสัมผัสกับเชื้อโรคในช่วงร่างกายอ่อนแอและมีปริมาณมากพอทำให้เกิดการติดเชื้อในทางเดินหายใจส่วนบนได้ (7).

ได้มีการนำเทคโนโลยีนี้มาพัฒนาต่อยอดโดยประดิษฐ์และค้นคิดเครื่องมือที่สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้มีค่าคงที่อยู่ที่ 50%RH ตลอดเวลาและมีความเที่ยงตรงสูง ซึ่งจะทำให้การเจริญเติบโตของเชื้อราได้ หลักการระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจะมี สองโหมด คือ แบบ Full control mode ซึ่งจะทำให้การควบคุมทั้งอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ และแบบ Stand by mode การควบคุมเฉพาะความชื้นสัมพัทธ์เพียงอย่างเดียวส่วนอุณหภูมิจะไม่ถูกควบคุม ดังนั้นอุณหภูมิในห้องจะเท่ากับอุณหภูมิในห้อง(ในกรณีที่ไม่มีคนอยู่ในห้องเพื่อเป็นการประหยัดไฟฟ้า) โดยมีการเติมอากาศจากภายนอกเพื่อถ่ายเทอากาศ ด้วยการมีระบบควบคุมอัตโนมัติโดยสมองกลฝังตัว(Embedded system) โดยจะดึงอากาศจากภายนอกด้วยพัดลมดูดอากาศที่ถูกคำนวณปริมาณที่เหมาะสม

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อประเมินคุณภาพของการควบคุมความชื้นของเครื่องปรับอากาศ ความชื้นในการลดปริมาณของเชื้อราและเชื้อแบคทีเรีย โดยจะเปรียบเทียบปริมาณและชนิดของเชื้อรา และเชื้อแบคทีเรีย ก่อนและหลังการติดตั้งเครื่องมือนี้ในห้องระบบปิดที่ติดตั้งเครื่องมือดังกล่าว หากเครื่องมือดังกล่าวสามารถลดปริมาณและชนิดของเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียได้ก็จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วยที่เป็นโรคมะเร็งทั้งจากเยื่อจมูกอักเสบ, หอบหืด ตลอดจนลดการติดเชื้อในทางเดินหายใจส่วนบน โดยเฉพาะผู้ป่วยโรคมะเร็งที่มีภูมิต้านทานต่ำหรือบกพร่อง

8.วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาถึงผลของการใช้เครื่องควบคุมความชื้นต่อปริมาณเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียในห้องระบบปิด ณ อุณหภูมิที่ 25 °C
2. ศึกษาถึงผลของการใช้เครื่องควบคุมความชื้นต่อชนิดของเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียที่ลดลงในห้องระบบปิด ณ อุณหภูมิที่ 25 °C

9. ประโยชน์ที่จะได้รับการวิจัย

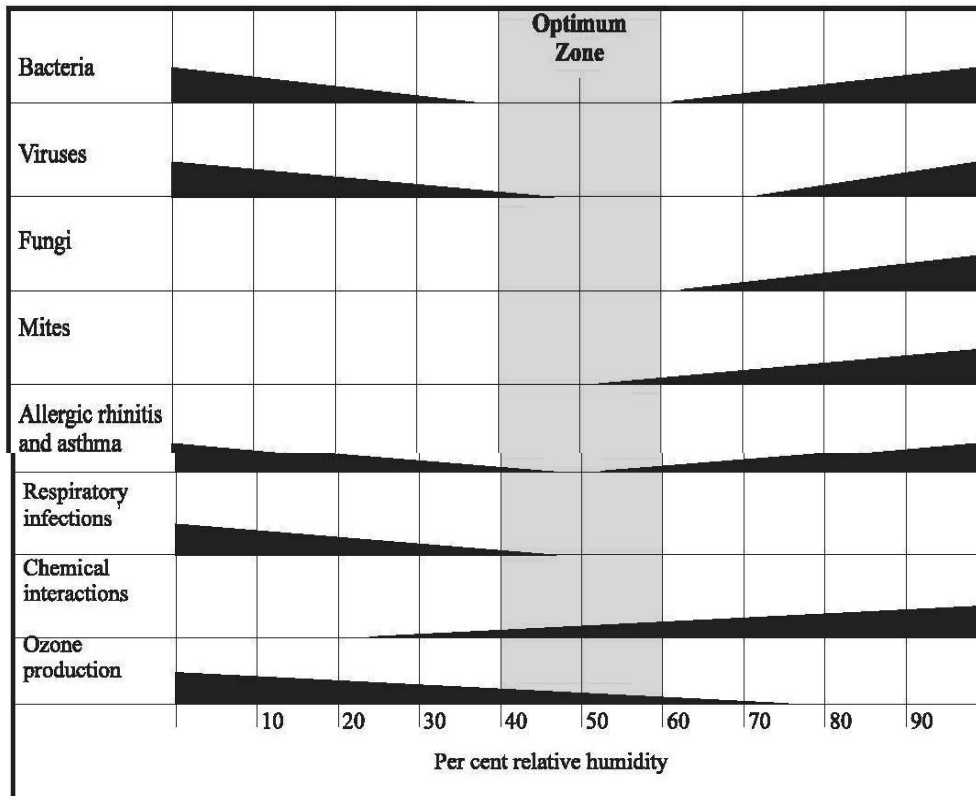
ถ้าหากว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า ปริมาณและชนิดของเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียลดลงจริง ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับก็คือ ผู้ป่วยที่เป็นโรคมะเร็งทั้งจากเยื่อจมูกอักเสบ, หอบหืดในประเทศไทย และผู้ป่วยที่มีการติดเชื้อในทางเดินหายใจส่วนบนบ่อยๆ น่าจะได้รับประโยชน์จากหลักการดังกล่าว

10.การรวบรวมรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

-ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำและความชื้นสัมพัทธ์สูง ทำให้ร่างกายรู้สึกไม่สบาย โดยความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ (< 20% RH) จะมีผลทำให้เกิดความระคายของตาและทำให้จมูกและลำคอแห้ง (8), (9) โดยควรให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องสูงกว่าร้อยละ 30-40 เพื่อให้ nasal mucous transport และ ciliary activity อยู่ในภาวะปกติ (10). ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงหรือการให้ humidifier จะสามารถลด mucus viscosity (11) และลดอัตราการเกิดการติดเชื้อในทางเดินหายใจส่วนบน อากาศไอ และ เยื่อจมูกอักเสบ ในเด็กที่มีการติดเชื้อซ้ำบ่อยๆในทางเดินหายใจส่วนบน(11)

- Arundel V., Sterling EM. (7) รายงานว่า ความชื้นสัมพัทธ์สูงรวมทั้ง การใช้ humidifier จะมีผลทางอ้อมที่ทำให้เกิดอัตราการเกิดโรคมะเร็งและ infectious respiratory disease สูงขึ้นจาก จะเอื้ออำนวยให้มีการเจริญแพร่ขยายของ infectious หรือ allergenic organism พวก fungus, protozoa, mite, bacteria และ ไวรัส ดังนั้นควรที่จะควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างร้อยละ 40 - 60 เพื่อที่จะลดผลเสียต่อสุขภาพ โดยความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารที่ต่ำควรเพิ่มให้สูงกว่าร้อยละ 40 เพื่อลดอุบัติการณ์ของ respiratory tract infection อาการรุนแรงของโรคมะเร็งและหอบหืด ขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารที่สูงควรลดให้ต่ำกว่าร้อยละ 60 เพื่อลดอุบัติการณ์ของ ไรฝุ่น และเชื้อรา(7) ดังรูปที่ 1

-สมาคมวิศวกรปรับอากาศ ประเทศสหรัฐอเมริกา (ASHRAE) รายงานว่า ที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ร้อยละ 50 และอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นสภาพอากาศที่เราใช้ทำการกำจัดเชื้อราและไรฝุ่น ยังเป็นความสบายสูงสุดของคนทั่วไป (5)



E.M. Sterling, Criteria for Human Exposure to Humidity in Occupied Buildings, 1985 ASHRAE

รูปที่ 1 แสดงผลของการเจริญเติบโตของเชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส และไรฝุ่น กับความชื้นสัมพัทธ์

- Wraith D.G. พบว่า มีประชากรประมาณร้อยละ 10 ที่มีปัญหาจากโรคภูมิแพ้ ซึ่งสาเหตุที่สำคัญเกิดจากความชื้นภายในบ้านและการใช้ humidifier ทำให้เพิ่มปริมาณของสารก่อภูมิแพ้ที่เกิดจากเชื้อราและไรฝุ่น (13)

- Arlian L.G. รายงานในงานวิจัยว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 50 ไรฝุ่นจะตายภายใน 5 - 11 วัน และโดยค่าของ Critical equilibrium humidity (CEH) อยู่ที่ร้อยละ 58 ที่เป็นค่าวิกฤติที่หากความชื้นสัมพัทธ์เกินค่านี้นี้มากกว่า 2 ชั่วโมงต่อวัน จะทำให้ไรฝุ่นสามารถมีชีวิตอยู่ได้ (14)

- Gravesen รายงานในงานวิจัยว่า โดยปกติเชื้อราจะเจริญเติบโตในที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 75 ในบริเวณบ้านที่มีปริมาณเชื้อรามาก ได้แก่ ห้องครัว ห้องน้ำ ซึ่งเป็นบริเวณภายในบ้านที่มีปริมาณความชื้นสูง รวมทั้งบริเวณฝ้าและเพดานที่เป็นแหล่งสะสมของเชื้อรา ซึ่งการกำจัดเชื้อราโดยการเช็ดถูด้วย สารเคมี มักจะไม่ค่อยได้ผลหรือกำจัดได้หมด (1)

- Sterling รายงานว่า การลดความชื้นสัมพัทธ์ภายในบ้านเป็นอีกวิธีที่จะลดปริมาณเชื้อได้ เพราะจากการศึกษาของ R.M. Sterling พบว่าการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่ 50%RH จะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ดี รวมทั้งยับยั้งการเจริญเติบโตของไรฝุ่น เชื้อไวรัสและแบคทีเรียด้วย (5).

- Ki Youn Kim, et al., รายงานผลงานวิจัยถึง ขนาดของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา ที่กระจายอยู่ภายในโรงพยาบาลทั่วไป โดยพบว่า ที่ main lobby (หอพักคอย) พบ airborne bacteria และ fungi มากที่สุด ตามมาด้วย หอผู้ป่วยศัลยกรรม, ICU (หอผู้ป่วยวิกฤต) และห้องปฏิบัติการทางชีวเคมี (biomedical laboratory) ตามลำดับ โดยเชื้อแบคทีเรียที่พบมี Staphylococcus. ร้อยละ 50, Micrococcus. ร้อยละ 15-20, Corynebacterium ร้อยละ 5-20 และ Bacillus ร้อยละ 5-15 ส่วนเชื้อ

รา พบ **Cladosporium** ร้อยละ 30, **Penicillium** ร้อยละ 30, **Aspergillus** ร้อยละ 15-20, **Alternaria** ร้อยละ 10-20 โดยพบว่าเชื้อแบคทีเรียทั่วไปมักมีขนาด 1.1-2.1 μm ยกเว้นเชื้อ **Bacillus** ที่มีขนาดมากกว่า 7 μm ส่วนเชื้อราส่วนใหญ่มีขนาดมากกว่า 7 μm .(15)

-Awosika SA, et al., พบเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราปนเปื้อนในอากาศโดยที่หอพักผู้ป่วยอายุรกรรมและศัลยกรรมชาย ในขณะที่ห้องผ่าตัดแทบจะไม่พบเชื้อโรคเลย เชื้อแบคทีเรียที่พบประกอบด้วย **Staphylococcus aureus** พบมากที่สุด รองลงมาเป็น **Klebsiella sp.**, **Bacillus cereus**, **Bacillus subtilis**, **Streptococcus pyogenes** และ **Serratia marscences** ส่วนเชื้อราที่พบมากที่สุดคือ **Aspergillus flavus** ถัดมาเป็น **Penicillium sp.**, **Fusarium sp.**, **Candida albicans** และ **Alternaria sp.** (16)

11. แบบแผนการวิจัย

Perspective Experimental study

12. ประชากรที่ทำการศึกษา

ไม่มี

13. วิธีดำเนินงานวิจัย

13.1 วัสดุและอุปกรณ์ การวิจัย

1. เครื่องปรับอากาศบรรยายภาค (Precise Climate Controller) เป็นเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่ออกแบบและประดิษฐ์ในประเทศไทย มีขนาด 30 x 100 x 120 เซนติเมตร (กว้าง X ยาว X สูง) ซึ่งประกอบด้วยเครื่องดูดความชื้น และเครื่องปล่อยไอน้ำ อยู่ในเครื่องเดียวกัน ซึ่งเครื่องนี้ต้องติดตั้งให้ทำงานไปพร้อมกันกับเครื่องปรับอากาศ โดยมีระบบควบคุมด้วย **Microprocessor**

2. ห้องทดสอบ ใช้ห้องระบบปิด มีขนาดห้องเท่ากับ 4.0 x 3.5 x 3.0 เมตร (คิดเป็น 42 ลูกบาศก์เมตร) ไม่มีการใช้งานขณะทดลอง แต่มีระบบทำความเย็นและระบายอากาศเพื่อเลียนแบบที่อยู่อาศัยจริง

3. เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ ใช้แบบ **Active air sampler** แบบ **Impactor** รุ่น **RCS High Flow** ผลิตภัณฑ์ของ บริษัท **Biotest, USA**. เป็นการใช้อุปกรณ์ในการช่วยเก็บอากาศ โดยให้การดูดอากาศเข้าเครื่องตรวจสอบสภาพอากาศที่มีแผ่นวุ้นเพาะเชื้อ (culture media) ดักจับอยู่และนำแผ่นวุ้นเพาะเชื้อไปทำการเพาะเชื้อเป็นเวลา **48 ชั่วโมง** แล้วนับจำนวนเพื่อและคำนวณปริมาณเชื้อโรคและเชื้อราเป็นจำนวนกลุ่ม (Colony forming unit, CFU) ซึ่งทำให้ทราบชนิดและปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในแต่ละห้องได้ ซึ่งวิธีนี้เหมาะกับการเก็บจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้อง ซึ่งการเก็บตัวอย่างอากาศด้วยเครื่องดูดอากาศดีกว่าการวางจานวุ้นเพาะเชื้อ เพราะได้ความถูกต้องมากกว่า โดยสามารถดูดอากาศเก็บตัวอย่างในอากาศได้ 200 ลิตรใน 2 นาที ต่างจากการวางวุ้นเพาะเชื้อทั่วไปซึ่งใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ในการเก็บตัวอย่างเชื้อ (17)

13.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ติดตั้งเครื่องควบคุมความชื้น ในห้องที่ทำการทดลอง

2. นำเชื้อราที่เตรียมไว้ ประกอบด้วย เชื้อ **Aspergillus flavus** มาปล่อยไว้ในห้องที่ทำการทดลอง และปิดห้องไว้เป็นเวลา **3** วัน
3. ทำการเก็บเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียภายในห้อง ด้วยเครื่องมือ **Active air sampler** โดยนำเครื่องนี้ที่ตำแหน่งสูง **1.5** เมตร จากพื้นห้อง และนำแผ่นวุ้นเพาะเชื้อไปทำการเพาะเชื้อและคำนวณปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราเป็นจำนวนกลุ่ม (**Colony forming unit, CFU**) แล้วบันทึกผลเป็นข้อมูลก่อนทำการทดลอง
4. หลังจากนั้น เปิดเครื่องปรับอากาศบรรยายภาค โดยสภาพอากาศภายในจะถูกตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ **25** องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ที่ **55% RH** โดยมีการวัดอุณหภูมิและความชื้นตลอดระยะเวลาการดำเนินการทดลอง
5. ทำการเก็บเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียภายในห้องซ้ำ ด้วยวิธีเดียวกัน และด้วยเครื่องมือแบบเดิม **ทุก 3 วัน จำนวน 5 ครั้ง** และนำแผ่นวุ้นเพาะเชื้อไปทำการเพาะเชื้อและคำนวณปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราเป็นจำนวนกลุ่ม (**Colony forming unit, CFU**) แล้วบันทึกผล

13.3 การวัดผลทางการวิจัย

โดยตรวจนับปริมาณเป็นจำนวนและชนิดของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่เจริญเติบโตในแผ่นวุ้นเพาะเชื้อราและเชื้อแบคทีเรีย

14.วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยนำปริมาณเชื้อที่วัดได้ มาคำนวณ **mean colony-forming units (cfu)/plate** และแยกชนิดของเชื้อ โดยวิธีที่ได้มาตรฐานทาง **microbiology** แล้วบันทึกผล และ นำผลการทดลองที่เก็บได้ทั้งหมดหลังการทดลอง มาเปรียบเทียบกับผลของชนิดและปริมาณของเชื้อราและแบคทีเรียก่อนการติดตั้งเครื่อง และสรุปผล

15.การวิเคราะห์ผลการวิจัย

การคำนวณขนาดตัวอย่าง

จากสูตรการคำนวณ

$$n = \frac{[Z_{\alpha/2}\sqrt{p_0(1-p_0)} + Z_{\beta}\sqrt{p_1(1-p_1)}]^2}{(p_1 - p_0)^2}$$

กำหนดให้ n = ขนาดตัวอย่าง

Z_{α} คือค่า **type I error** กำหนดให้ $\alpha = 5\%$; $Z_{\alpha/2} = 1.96$

Z_{β} คือค่า **type II error** กำหนดให้ $b = 10\%$; $Z_{\beta} = 1.28$

p_0 คือ โอกาสในการเกิดค่าเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียก่อนใช้เครื่องควบคุม มีค่าเท่ากับ **0.50**

p_1 คือ โอกาสในการเกิดค่าเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียหลังใช้เครื่องควบคุม มีค่าเท่ากับ **0.01**

$$\text{ดังนั้น } n = \frac{[1.96\sqrt{0.50(1-0.50)} + 1.28\sqrt{0.01(1-0.01)}]^2}{(0.50 - 0.01)^2}$$

$$= 5.11$$

นั่นคือ จะต้องใช้จำนวนขนาดตัวอย่าง น้อยที่สุด **6** ครั้ง ในการศึกษานี้

สถิติและการวิเคราะห์

1. การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง และวัดการกระจาย : ด้วยสถิติพรรณนา (Descriptive) เพื่ออธิบายลักษณะข้อมูลพื้นฐานจากการสุ่มตัวอย่างด้วยการแสดงค่าความถี่ (Frequency, N) และร้อยละ(%) ในกรณีที่เป็นข้อมูลเชิงกลุ่ม และแสดงค่ากลางด้วยค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และค่าฐานนิยม โดยแสดงค่าการกระจายของข้อมูลด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) หรือ Interquartile Rang (IQR) ในกรณีที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ
2. การทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ (Test of Significance) จากการทดสอบการใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิ โดยวัดผลจากค่าก่อนและหลังการเกิดเชื้อราและเชื้อแบคทีเรีย ด้วยสถิติ paired t-test กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$ ในการทดสอบสมมุติฐาน

16.ปัญหาด้านจริยธรรม

การศึกษานี้เป็นการเก็บตัวอย่างเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่ปนเปื้อนในอากาศในห้องระบบปิด ไม่ได้มีการทดลองในมนุษย์และในสัตว์

17.ระยะเวลาในการวิจัยและบริหารจัดการข้อมูล

17.1 วันที่เริ่มวิจัยและสิ้นสุด 1 มิถุนายน 2555– 30 กันยายน 2555

17.2 แผนภูมิแสดงระยะเวลาในการดำเนินการ (Phasing Chart)

กิจกรรม	2555				
	ม.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	หมายเหตุ
1.ทบทวนวรรณกรรม	/				
2.จัดทำโครงร่างงานวิจัย	/				
3. เสนอโครงร่างงานวิจัย	/				
4.เก็บรวบรวมข้อมูล		/			
5.วิเคราะห์ข้อมูล		/	/		
6. สรุปผลการวิจัย และเขียนรายงาน		/	/	/	

18. งบประมาณในการวิจัย

18.1 งบประมาณร่วมค่าใช้จ่ายที่โครงการ รับผิดชอบ

รายการ	ประมาณค่าใช้จ่าย
1.ค่าอุปกรณ์ในการทำการเก็บตัวอย่างเชื้อ	7000
2.ค่าอุปกรณ์ในการทำการแยกชนิดและวัดปริมาณเชื้อ	5000
3.ค่าวิเคราะห์ข้อมูล	3,000 บาท

4. ค่าครุภัณฑ์และวัสดุอุปกรณ์	2,000 บาท
5. ค่าตีพิมพ์ผลงานวิจัย	7,000 บาท
6. อื่นๆ ค่าตอบแทนผู้ช่วยทำวิจัย	1,000 บาท
รวมทั้งหมด	

18.2 งบประมาณรวมค่าใช้จ่ายที่ผู้ร่วมวิจัย รับผิดชอบเอง

รายการ	ประมาณค่าใช้จ่าย
1. เครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้น	50,000 บาท
2. ค่าจ้างติดตั้งเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้น	10,000 บาท
รวมทั้งหมด	60,000 บาท

19. เอกสารอ้างอิง

1. Gravesen S. Fungi as a cause of allergic rhinitis disease. *Allergy* 1979; 34:135-154.
2. Bunnag C, Jareoncharsri P, Tantilipikorn P, Vichyanond P, Pawankar R. Epidemiology and current status of allergic rhinitis and asthma in Thailand-ARIA Asia-pacific Workshop report. *Asian Pac J Allergy Immunol.* 2009;27(1):79-86.
3. Reisman RE, Mauriello PM, Davis GB, Georgitis JW, DeMasi JM. A double-blind study of the effectiveness of a high-efficiency particulate air (HEPA) filter in the treatment of patients with perennial allergic rhinitis and asthma. *J Allergy Clin Immunol.* 1990;85(6):1050-7.
4. Sheiks A, Hurwitz B, Shehata YA. House dust mite avoidance measures for perennial allergic rhinitis (Review). *Cochrane Database Syst Rev* 2007;24(1):CD001563.)
5. Sterling RM. Criteria for Human Exposure to Humidity in Occupied Buildings, 1985 ASHRAE.
6. Ishida T. Bacteriological evaluation of the cardiac surgery environment accompanying hospital relocation, *Surg Today* (2006) 36:504-507.
7. Arundel AV, Sterling EM, Biggin JH, Sterling TD. Indirect Health Effect of Relative Humidity in Indoor Enviroments. *Enviromental Health Perspectives* 1986;65:351-361.
8. McIntyre DA. Response to atmospheric humidity at comfortable air temperature ; a comparison of three experiments. *Ann. Occup. Hyg.* 1978; 21:177-190.
9. Eng. WG. Survey on eye comfort in aircraft : Flight attendants. *Aviat. Space. Environ. Med.* 1979;50:401-404.
10. Lubart J. Health care containment cost. *Am. J. Otolaryngol.* 1979 :81-83.
11. Dulfano M.J, Adler K, Wooten O. Physical properties of sputum IV. Effects of 100 percent humidity and water mist. *Am. Rev. Resp. Dis.* 1973;107:130-132.

12. Varsano I, Mukamel M, Shuper A, Volovitz B, Sheem M, Jaber L. The efficiency of nebulization treatment with water compared to sodium cromoglycate in reducing upper respiratory tract infections in children. *Helv. Paediat. Acta* 1983;38:335-339.
13. Wraith DG, Cunnington AH, Seymour WM. The role and allergic importance of storage mites in house dust and other environments. *Clin Allergy* 1979;9:545-561.
14. Arlian LG., Neal JS., Morgan MS., Vyszynski-Moher DL, Rapp CM.: Reducing relative humidity is a practical way to control dust mites and their allergens in homes in temperate climates, *J Allergy Clin Immunol*, 2000, 107(1).
15. Kim KY., et al., Distribution characteristics of airborne bacteria and fungi in the general hospital of Korea. *Journal of Industrial Health*, 2010, 48, 236-243.
16. Awosika SA, Microbiological assessment of indoor air of teaching hospital in Nigeria *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2012;465-468.
17. พันัสกุลณ์ ลิขิตานุกภาพ, บงกชวรรณ สุตะพาหะ การดัดแปลงเครื่องมือเพื่อดักจับเชื้อจุลชีพในบรรยากาศ, *Bull Chiang Mai Assoc Med Sci*. 2008;41(3):228-38.)

20. ภาคผนวก

20.1 ประวัติผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัย (Curriculum Vitae)

ประวัตินักวิจัย

1. ชื่อ (ภาษาไทย) พอ.รศ. กริธา ม่วงทอง
(ภาษาอังกฤษ) Colonel GREETHA MOUNGTHONG
2. รหัสประจำตัว (ตามบัตรประชาชน) 31999 00152 36 4
3. ตำแหน่ง อจ. หน.ภาควิชา โสต นาสิก ลาริงซ์วิทยา
คุณวุฒิ วท.บ.วิทยาศาสตร์ทางการแพทย์
แพทย์ศาสตร์บัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ ๑)
วุฒิบัตรผู้เชี่ยวชาญ สาขา โสต ศอ นาสิก
4. หน่วยงาน กองการศึกษา วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า
315 ถ.ราชวิถี เขตราชเทวี กทม.10400
โทร. 02-3547711-93685 โทรสาร 02-3544108
โทรศัพท์มือถือ 089-8219212

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันการศึกษา
2525	แพทย์ศาสตร์บัณฑิต	พบ.	แพทย์	มหาวิทยาลัย ขอนแก่น
2531	วุฒิบัตรผู้เชี่ยวชาญ สาขา โสต ศอ นาสิก	วว.	โสต ศอ นาสิก	รพ.พระมงกุฎเกล้า
2537	Research Fellow : Pediatric Otolaryngology			Memorial Hospital , Chicago , IL

	at The Children's			
--	-------------------	--	--	--

ประวัติการทำงาน

ปี พ.ศ.	ชื่อตำแหน่ง
2531	โสต ศอ นาสิกแพทย์ รพ.ค่ายสุรนารี จ. นครราชสีมา
2534	โสต ศอ นาสิกแพทย์ รพ. พระมงกุฎเกล้า
2538	โสต ศอ นาสิกแพทย์(เด็ก) และอาจารย์ผู้ดูแลแพทย์ประจำบ้าน
2539	คณะกรรมการวิชาการ รพ. พระมงกุฎเกล้า
2543	ผู้ช่วยผู้อำนวยการกอง ฯ รพ.พระมงกุฎเกล้า
2544	อนุกรรมการวิชาการ ราชวิทยาลัย โสต ศอ นาสิกแพทย์
2547	รองผู้อำนวยการกองโสต ศอ นาสิกกรรม รพ.พระมงกุฎเกล้า
2550	หน.ภาควิชา โสต นาสิก ลาริงซ์วิทยา

ตำแหน่งที่สำคัญ

ปี พ.ศ.	ตำแหน่งกรรมการที่สำคัญ
2547- 2550	คณะอนุกรรมการวิชาการและสอวุฒิบัตร ราชวิทยาลัยโสต ศอ นาสิกแพทย์แห่งประเทศไทย
2549-2550	คณะกรรมการวิชาการ รพ. พระมงกุฎเกล้า
2543-2550	Program director residency training รพ. พระมงกุฎเกล้า
ปัจจุบัน	คณะกรรมการสมาคมโรคจมูก ประเทศไทย
ปัจจุบัน	สมาชิกชมรมโรคหูคอจมูกเด็ก ประเทศไทย
2550-ปัจจุบัน	คณะกรรมการราชวิทยาลัย โสต ศอ นาสิกแพทย์แห่งประเทศไทย
2552	ผู้แทน ราชวิทยาลัยฯ ในคณะกรรมการฝึกอบรมแพทย์ประจำบ้าน แพทย์สภา
2552	รองเลขาธิการ ราชวิทยาลัยโสต ศอ นาสิกแพทย์แห่งประเทศไทย
2554	เลขาธิการ ราชวิทยาลัยโสต ศอ นาสิกแพทย์แห่งประเทศไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ:

โรคหู คอ จมูก เด็ก

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

7.1 งานวิจัยที่สนใจ

1. งานเกี่ยวกับ Rhinosinusitis Registration
2. งานเกี่ยวกับ การตรวจวินิจฉัยและการรักษาโรคทางหู คอ จมูกเด็ก โดยเฉพาะโรคทางระบบทางเดินหายใจ
3. งานพัฒนานวัตกรรมอุปกรณ์ทางหูคอจมูก
4. งานพัฒนางานวิจัย chitosan กับโรคทางหู คอ จมูก
5. งานศึกษาเชื้อแบคทีเรียที่พบในผู้ป่วยโรคไซนัสอักเสบที่ไม่ได้ผลต่อการใช้ยาต้านจุลชีพ
6. การศึกษาเพื่อป้องกันและอธิบายลักษณะประเภท รวมทั้งจำแนกสายพันธุ์และปริมาณความไวต่อ ยาต้านจุลชีพของเชื้อแบคทีเรีย ที่เป็นสาเหตุของโรคหูชั้นกลางอักเสบในผู้ป่วยเด็ก

7.2 งานวิจัยที่ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว

1. Rhinosinusitis Registration ร่วมกับ สมาคมโรคจมูกไทย โดยการสนับสนุนของ CRCN , สวรส.

2. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเสียงในผู้ป่วยเด็กก่อนและหลังรับการผ่าตัดต่อมแอดีนอยด์และต่อมทอนซิล ในโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า (Comparative studies of voice in children before and after tonsillectomy and/or adenoidectomy)
3. การศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติระหว่างข้าราชการทหารชั้นสัญญาบัตรกับข้าราชการทหารชั้นประทวน กับ การบริการรักษาพยาบาล ศึกษาเฉพาะกรณี : ห้องตรวจโรคผู้ป่วยนอก กองโสต คอ นาสิกกรรม โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า
4. Prevalence of pathogenic bacteria and beta – lactamase producing bacteria in acute & chronic maxillary sinusitis at PMK Hospital Effect of hypertonic saline nasal irrigation compare to normal saline nasal irrigation on mucocillary function & sinonasal symptoms in sinusitis patient in PMK Hospital
5. Correlation between Superficial tonsil culture and tonsillar core culture การเปรียบเทียบผลการผ่าตัดทอนซิลในเด็กระหว่างการใช้ electical cautery กับการใช้ Snaring with suture ligation
6. Comparative Study of hearing level between using and non-using ear protection of thai military Recruitment Monitoring the effects of noise exposure using evoked otoacoustic emission
7. เชื้อแบคทีเรียที่พบในผู้ป่วยโรคไซนัสอักเสบเฉียบพลันที่ไม่ได้ผลต่อการใช้ยาต้านจุลชีพ ทุน วช. เป็นโครงการสหสถาบัน โดยขอทุนผ่าน CRCN
8. การศึกษาเพื่อบ่งชี้และอธิบายลักษณะประเภท รวมทั้งจำแนกสายพันธุ์และปริมาณความไวต่อยาต้านจุลชีพของเชื้อแบคทีเรีย ที่เป็นสาเหตุของโรคหูชั้นกลางอักเสบชนิดเฉียบพลันในผู้ป่วยเด็กเล็กในประเทศไทย ทุน บริษัทแก๊สโซลมิทไคลน์ ไบโโอลิจคอลล
9. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการห้ามเลือดและการเกิดพังผืด จากการใช้แผ่นปิดแผลห้ามเลือดไคโตซาน (Seashell bandage) ที่ผลิตจากโรงงานเภสัชกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร กับวาสลีนก๊อช (vasaline strip gauze) เพื่อห้ามเลือดในโพรงจมูกหลังการผ่าตัดไซนัสโดยใช้เอนโดสโคป

8. งานวิจัยที่ได้ดำเนินการล่าสุด

การศึกษาความชุกของประสาทหูเสื่อมและอาการผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับหูในกำลังพลที่ประสบเหตุการณ์ความรุนแรงจากระเบิด ในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

9. รางวัลหรือเครื่องหมายเชิดชูเกียรติ ที่ได้รับเกี่ยวกับงานวิจัย

-

2. ดร.วีระพล โมนยะกุล

หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3 1005 02269 91 3

สถานที่ทำงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี

โทร 02-4709669, 081-8133453 โทรสาร 02-4709669

E-mail v_monyakul@yahoo.com

วัน/เดือน/ปีเกิด 29 สิงหาคม 2501

ศาสนา พุทธ สัญชาติ ไทย เชื้อชาติ ไทย

การศึกษา

ปริญญาเอก Electrical Engineering, Oklahoma State University, USA 1993

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญ

Power Electronics, Solar and Wind Energy และ Renewable Energy Application

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

1. หัวหน้าโครงการระบบขับเคลื่อนรถไฟฟ้า (2537-2539)
2. หัวหน้าโครงการระบบขับเคลื่อนเรือไฟฟ้าแบบ Hybrid ขนาด 40 ที่นั่ง (2538-2540)
3. หัวหน้าโครงการเก้าอี้ล้อเลื่อนไฟฟ้าสำหรับคนพิการ (2540)
4. หัวหน้าโครงการระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับบ้านพักอาศัย Home Automation (2541)
5. หัวหน้าโครงการระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศที่ควบคุมด้วยอินเวอร์เตอร์ (2543 – 2548)
6. ประธานคณะทำงานข้อกำหนดมาตรฐานระบบเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับประเทศไทย (2543-2544)
7. หัวหน้าโครงการวิจัยและพัฒนาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าที่เชื่อมต่อกับระบบจ่ายของการไฟฟ้า โดยใช้พลังงานความร้อนจากการเผาถ่านหิน (2549-2551) ได้รับทุนส่งเสริมการวิจัยจาก สกว.
8. หัวหน้าโครงการวิจัยและพัฒนาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมด้วยการอัดอากาศ (Compressed Air Storage System) (2552-ปัจจุบัน)

ผลงานทางวิชาการ

[1] Tunlasakun, K., Kirtikara, K., Thepa, S. and Monyakul, V., 2004, "MCS51-Based Islanding Detection for Mini Grid Connected Inverter in Renewable Energy", The 3rd Regional Conference on Energy Technology towards a Clean Environment "Sustainable Energy and Environment (SEE)", December 1-3, Hilton Hua Hin Resort & Spa, Hua Hin, Thailand, pp. 73-76.

[2] Tunlasakun, K., Kirtikara, K., Thepa, S., and Monyakul, V., 2004, "FPGA-Based Islanding Detection for Grid Connected Inverter", The 30th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society (IECON'04), November 2-6, Paradise Hotel, Busan, Korea.

[3] Tunlasakun, K., Kirtikara, K., Thepa, S. and Monyakul, V., 2004, "CPLD-Based Islanding Detection for Mini Grid Connected Inverter in Renewable Energy", IEEE TENCON 2004, November, 21-24, Lotus Hotel Pang Suan Kaew, Chiangmai, Thailand, pp. 175-178.

[4] Sarntichartsak, P., Monyakul, V., and Thepa, S., 2004, "Simulation of the Effects of Lubrication Oil Circulation in an Inverter Air Conditioning System using R-22 and R-407C", The 1st KMITL International Conference on Integration of Science & Technology for Sustainable Development, August 25-26, Bangkok, Thailand, pp. 85-88.

[5] Sarntichartsak, P., Monyakul, V., and Thepa, S., 2004, "Modeling of an Inverter Air Conditioning System using R -22 and R-407C", The 1st KMITL International Conference on Integration of Science & Technology for Sustainable Development, August 25-26, Bangkok, Thailand, pp. 89-92.

[6] Sarntichartsak, P., Monyakul, V., and Thepa, S., 2004, "Modeling for Evaluation of the Effects of Lubricant Circulation in an Inverter Air Conditioner having R-22 and Zeotropic Mixture as Working Fluid", The 3rd Regional Conference on Energy Technology towards a Clean Environment "Sustainable Energy and Environment (SEE)", December 1-3, Hilton Hua Hin Resort & Spa, Hua Hin, Thailand, pp. 470 - 475.

[7] Tunlasakun, K., Kirtikara, K., Thepa, S. and Monyakul, V., 2005, "PSoC-Based Islanding Detection for Photovoltaic Grid Connected Inverter", The 15th International Photovoltaic Science & Engineering Conference (PVSEC-15), October 10-15, Shanghai, China, pp. 285-286.

[8] Tunlasakun, K., Kirtikara, K., Thepa, S., and Monyakul, V., 2006, "dsPIC-Based Islanding Detection for a Grid Connected Inverter in a Photovoltaic System", The 21st European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, September 4-8, Dresden, Germany, pp. 2782-2784.

[9] Vongmanee V, Monyakul V., Youngyuen U.,2002, "Vector Control of Induction Motor Drive System Supplied by Photovoltaic arrays" ,IEEE International Conferenc on Communications,Circuit and Systems and West Sino Expositiona Precedding, Chengdu,China, vol 2.

[10] Tunlasakun, K.; Kirtikara, K.; Thepa, S.; Monyakul, V.; 2007, "FPGA-Based Islanding Detection for Grid Connected Inverter in Photovoltaic System", [Control, Automation and Systems, 2007. ICCAS '07. International Conference on](#),17-20 Oct. Page(s):416 - 419

[11] Tunlasakun, K.; Kirtikara, K.; Thepa, S.; Monyakul, V.;2004, "CPLD-based islanding detection for mini grid connected inverter in renewable energy", [TENCON 2004. IEEE Region 10 Conference](#), 21-24 Nov. 2004, Page(s):175 – 178, Vol. 4.

[12] Chudjuarjeen, S.; Koompai, C.; Monyakul, V.; "Full-bridge current-fed inverter with automatic frequency control for forging application", [TENCON 2004. IEEE Region 10 Conference](#), 21-24 Nov. 2004 Page(s):128 - 131 Vol. 4.

[13] Tunlasakun, K.; Kirtikara, K.; Thepa, S.; Monyakul, V.;2004, "A microcontroller based islanding detection for grid connected inverter",[Circuits and Systems, 2004. MWSCAS '04. The 2004 47th Midwest Symposium on](#), 25-28 July 2004 Page(s):267-269 vol.3.

[14] Chomsuwan, K.; Prisuwana, P.; Monyakul, V.;2002, "Photovoltaic grid-connected inverter using two-switch buck-boost converter",[Photovoltaic Specialists](#)

Conference, 2002. Conference Record of the Twenty-Ninth IEEE, 19-24 May 2002
Page(s):1527 - 1530 .

[15] Tunlasakun, K., Kirtikara, K., Thepa, S., and Monyakul, V., 2005, "FPGA-Based Islanding Detection for Grid Connected Inverter in Photovoltaic System", GESTS International Transactions on Computer Science and Engineering, Vol. 23, No. 1, November, pp. 1-10.

[16] Sarntichartsak, P., Monyakul, V., Thepa, S., and Nathakaranakule, A., 2006, "Simulation and Experimental Evaluation of the Effects of Oil Circulation in an Inverter Air Condition System Using R-22 and R-407C", Applied Thermal Engineering, Vol. 26, No. 14-15, October, pp. 1481-1491

[17] Sarntichartsak, P., Monyakul, V., and Thepa, S., 2007, "Modeling and Experimental Study on Performance of Inverter Air Conditioner with Variation of Capillary Tube using R-22 and R-407C", Energy Conversion and Management, Vol. 48, No. 2, February, pp. 344-354.

[18] Varin Vongmanee, Veerapol Monyakul;2008,"A Modeling of Small-Compressed Air Energy Storage System (Small-CAES) for Wind Energy Applications", The Third GMSARN International Conference in Sustainable Development : Issues and Prospects for Greater Mekong Subregion, 12-14 November, Kunming, China.

[19] Varin Vongmanee, Veerapol Monyakul;2008, "A New Concept of Small-Compressed Air Energy Storage System Integrated with Induction Generator", IEEE International Conference on Sustainable Energy Technologies (ICSET2008), 24-27 November, Singapore.

[20] Varin Vongmanee, Veerapol Monyakul; 2008, "A Modeling of Self Excited Induction Generators Driven by Compressed Air Energy Based on Field Oriented Control Principle", Proceeding of the second IEEE International Power and Energy Conference (PECon2008), 1-3 December, Johor Bahru, Malaysia.