



ข้อมูลเพิ่มเติม



<http://bit.ly/212-v3>

“กักหันน้ำชัยพัฒนา สู่การแก้ปัญหาหามลพิษทางน้ำ” กรณีศึกษาเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ทรงเป็นบุคคลสำคัญที่นำความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาใช้แก้ปัญหา ทั้งด้านการแพทย์และสาธารณสุข การเกษตร การชลประทาน การพัฒนาที่ดิน การคมนาคม โดยพระราชทานโครงการมากกว่า 2,000 โครงการ เพื่อขจัดและบรรเทาความทุกข์ยาก และยกฐานะความเป็นอยู่ของราษฎรของพระองค์ อีกปัญหาหนึ่งที่พระองค์ทรงให้ความสำคัญและมีพระราชดำริในการแก้ไข คือ ปัญหามลพิษทางน้ำหรือปัญหาน้ำเสีย ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาการใช้เครื่องกลเติมอากาศที่เรียกกันว่า “กักหันน้ำชัยพัฒนา” ซึ่งมีกลไกการทำงานที่เรียบง่าย แต่มีประสิทธิภาพสูงในการบำบัดน้ำเสีย สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำตามสถานที่ต่าง ๆ ทั่วทุกภูมิภาคในประเทศไทย เพื่อพัฒนาแหล่งน้ำแก่ประชาชน และสามารถนำมาประยุกต์ใช้บำบัดน้ำเสียจากชุมชน น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งเพิ่มออกซิเจนให้กับบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทางการเกษตรได้อีกด้วย

ในปัจจุบันปัญหาสิ่งแวดล้อมมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น และทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด การแก้ปัญหาต้องมีความเข้าใจสาเหตุของการเกิดปัญหาอย่างแท้จริง มีการวางแผนและแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ซึ่งจะช่วยให้การแก้ไขปัญหานั้นประสบผลสำเร็จตามเป้าหมาย และป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นตามมาได้

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่ต้องการส่งเสริมให้เกิดแก่ผู้เรียน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งปรากฏอยู่ในสาระที่ 4 เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อให้ผู้เรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างเป็นขั้นตอน โดยใช้ความรู้และทักษะ รวมทั้งความคิดสร้างสรรค์ ความคิดวิเคราะห์ ความคิดสังเคราะห์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้ การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูล การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา และสุดท้ายคือการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งผู้สอนอาจจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยนำปัญหามลพิษทางน้ำหรือปัญหาน้ำเสีย และแนวทางการพัฒนาเครื่องกลเติมอากาศมาใช้เป็นกรณีศึกษา ให้ผู้เรียนวิเคราะห์การแก้ปัญหาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังตัวอย่าง

การระบุปัญหา

ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนทำการสืบค้นข้อมูล ทำความเข้าใจกับปัญหา และวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาน้ำเสียเพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งการระบุปัญหานั้นเป็นขั้นตอนที่ต้องเข้าใจปัญหา เข้าถึงผู้คนและพื้นที่ที่เกิดปัญหาน้ำเสีย

พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ทรงมีพระราชดำรัสต่อปัญหาน้ำเสียว่า “...ภายใน 10 ปีที่ผ่านมา ได้สังเกตเห็นว่าบางที่ก็ขึ้นเฮลิคอปเตอร์วนกรุงเทพฯ หลายครั้ง ตรงไหนที่มีคลอง โดยเฉพาะคลองพระโขนงแล้วก็ตรงปลายคลองมดุงกรุงเทพฯ มั่นออกมาเป็นสีดำ เดียวนี้แม่น้ำเจ้าพระยาดำทั้งอันคือไม่เป็นบางแห่ง เพราะว่าสิ่งโสโครกออกมาก็ลงไปทะเล ลงไปในทะเลก็ไปทำให้ทะเลโสโครก ปลายก็ตาย เมื่อปลายตายก็ประกอบตัวขึ้นเป็นสิ่งโสโครกโดยการเน่ามันไม่สามารถที่จะทำให้ได้จนกระทั่งสิ่งโสโครกกลายเป็นสิ่งดี เช่นเป็นปุ๋ย แล้วก็ไม่สามารถที่จะทำให้สลาย อันนี้เป็นต้นเหตุของสิ่งโสโครก...” (พระราชดำรัส, 26 กรกฎาคม พ.ศ. 2532)

จากพระราชดำรัสของพระองค์ พบว่าสาเหตุหนึ่งของปัญหา คือ การทิ้งสิ่งปฏิกูลลงในแหล่งน้ำจนเกิดมลพิษทางน้ำ คือ สภาพน้ำเสียมีคุณภาพ น้ำมีสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพธรรมชาติ จนมีสภาพที่เลวลง เนื่องจากมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์อยู่มาก น้ำมีสีผิดปกติไปจากเดิม มีกลิ่นเหม็น มีเศษขยะลอยอยู่บนผิวน้ำ รวมทั้งน้ำมีอุณหภูมิสูงผิดปกติจนไม่เหมาะต่อการอยู่อาศัยของสัตว์น้ำ ไม่เหมาะต่อการบริโภคและอุปโภคของมนุษย์

การรวบรวมข้อมูล

ผู้สอนเสนอแนะให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลและรวบรวมข้อมูล จากการสืบค้นผู้เรียนอาจได้ข้อมูลว่า พระองค์ทรงหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลายหลาก ในการบำบัดน้ำเสีย เช่น การใช้น้ำดีไล่น้ำเสีย การบำบัดด้วยวิธีทางธรรมชาติ ในระยะแรกระหว่างปี พ.ศ. 2527-2530 ทรงแนะนำให้ใช้น้ำที่มีคุณภาพดี ช่วยบรรเทาและขับไล่น้ำเสีย ประกอบกับทดลองใช้ฝักตบชวากรองน้ำเสียในบึงมักกะสัน ซึ่งฝักตบชวาสามารถดูดซับโลหะหนัก และเป็นตัวกรองสารพิษและความโสโครกได้ แต่ต้องหมั่นนำฝักตบชวาออกจากบึงทุก ๆ 10 สัปดาห์ เพื่อไม่ให้ฝักตบชวามีการเจริญพันธุ์จนบดบังแสงแดดที่จะส่องลงไปบึง เมื่อมีการสร้างทางด่วนมหานครโดยมีแนวผ่านบึงมักกะสัน ทำให้ฝักตบชวาไม่ได้รับแสงแดดเช่นเดิม ไม่สามารถสังเคราะห์แสงและปล่อยออกซิเจนให้แบคทีเรียได้เพียงพอต่อการนำมาใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ทำให้การใช้วิธีทางธรรมชาติไม่สามารถลดปัญหาดังกล่าวลงได้ เมื่อวันที่ 24 ธันวาคม พ.ศ. 2531 ทรงพระราชทานรูปแบบและพระราชดำริเรื่องการแก้ไขปัญหาน้ำเสีย โดยการเติมออกซิเจนให้กับแหล่งน้ำเสีย ซึ่งทรงได้รับแรงบันดาลใจจาก “หลูก” กังหันวิดน้ำไม้ไผ่ตามภูมิปัญญาทางภาคเหนือ โดยเครื่องกลเติมอากาศจะต้องมีความง่ายต่อการสร้าง การขนส่ง การติดตั้ง การใช้งาน การซ่อมบำรุงรักษาจะต้องพยายามใช้วัสดุภายในประเทศ แบบไทยทำไทยใช้ ให้สามารถใช้ประโยชน์ได้อเนกประสงค์ และจะต้องมีราคาประหยัด

หลักการเติมอากาศ

การเติมออกซิเจน (Oxygenation) หรือการเติมอากาศ (Aeration) เป็นหัวใจสำคัญของการแก้ปัญหาน้ำเสียของแหล่งน้ำ เพราะหากแหล่งน้ำใดขาดออกซิเจน จุลินทรีย์ทั้งหลายก็ไม่สามารถทำงานได้ในขณะที่แหล่งน้ำใดมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่มาก จะทำให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ที่อยู่ในแหล่งน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการเพิ่มการละลายออกซิเจนในแหล่งน้ำทำได้โดยการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัส (Interfacial Area) ระหว่างอากาศกับน้ำให้มากที่สุด จึงมีแนวคิดในการสร้างเครื่องกลเติมอากาศที่ได้แนวความคิดมาจาก “หลูก” กังหันวิดน้ำไม้ไผ่ตามภูมิปัญญาทางภาคเหนือ

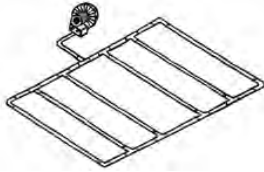


ภาพ 1 “หลูก” กังหันวิดน้ำไม้ไผ่ตามภูมิปัญญาทางภาคเหนือ ที่มา <https://twitter.com/samrujlok>

การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

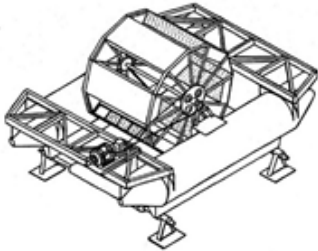
จากแนวคิดที่จะแก้ปัญหาโดยใช้หลักการการเติมอากาศ จึงทรงออกแบบและพัฒนาต้นแบบเครื่องกลเติมอากาศทั้งหมด 9 รูปแบบ ได้แก่ RX1-RX9 โดยคำว่า RX ย่อมาจาก Royal Experiment ซึ่งทุกต้นแบบได้นำหลักการเพิ่มการละลายออกซิเจนให้กับแหล่งน้ำเสีย โดยการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างอากาศกับน้ำเสียให้ได้มากที่สุด และการทำงานร่วมกับจุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสีย

1. RX-1 เครื่องกลเติมอากาศระบบเป่าอากาศลงไปใต้น้ำและกระจายฟอง เป็นเครื่องกลเติมอากาศที่ออกแบบท่อซึ่งมีการเจาะรูเล็กๆ ไว้ เพื่อปล่อยอากาศออกมาเติมให้กับน้ำเสีย โดยใช้วิธีอัดอากาศเข้าไปที่ท่อนำอากาศแล้วแบ่งแยกออกกระจายตามท่อที่เจาะรูไว้



ภาพ 2 เครื่องกลเติมอากาศระบบเป่าอากาศลงไปใต้น้ำและกระจายฟอง (RX-1)

2. RX-2 เครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำหมุนช้าแบบทุ่นลอย หรือกังหันน้ำชัยพัฒนา เป็นเครื่องกลเติมอากาศแบบทุ่นลอย มีใบพัดขับเคลื่อนน้ำหมุนรอบเป็นวงกลมสำหรับขับเคลื่อนน้ำและวิดน้ำขึ้นไปสาดกระจายเป็นฝอยเพื่อให้สัมผัสกับอากาศ



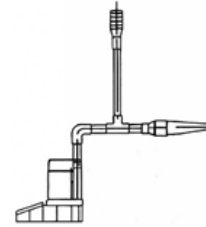
ภาพ 3 เครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำแบบหมุนช้าหรือ “กังหันน้ำชัยพัฒนา” (RX-2)

3. RX-3 เครื่องเติมอากาศระบบเป่าอากาศหมุนใต้น้ำ (ชัยพัฒนาซูเปอร์ฟองแอร์) เป็นเครื่องกลเติมอากาศแบบทุ่นลอย ใช้วิธีอัดอากาศลงไปใต้น้ำแล้วแยกกระจายโดยแยกออกเป็น 8 ท่อ



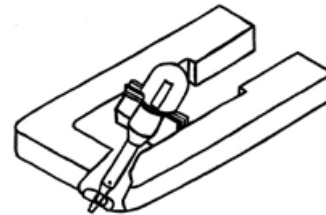
ภาพ 4 เครื่องกลเติมอากาศระบบเป่าอากาศหมุนใต้น้ำ (RX-3)

4. RX-4 เครื่องกลเติมอากาศแรงดันน้ำ (ชัยพัฒนาเวนจู้รี) เป็นเครื่องกลเติมอากาศที่ใช้ปั๊มแบบจุ่ม (ไดโวร์) เป็นตัวขับเคลื่อนน้ำให้ไหลออกไปตามท่อจ่ายน้ำ โดยที่ปลายท่อจะทำเป็นคอคอดเพื่อดูดอากาศจากข้างบนผสมกับน้ำที่อัดลงด้านล่าง



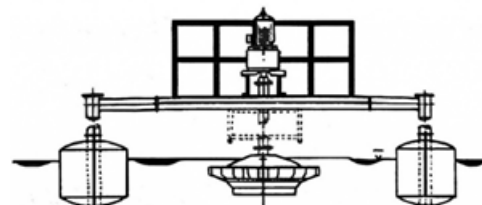
ภาพ 5 เครื่องกลเติมอากาศแรงดันน้ำ (RX-4)

5. RX-5 เครื่องกลเติมอากาศระบบอัดและดูดอากาศลงใต้น้ำ (ชัยพัฒนาแอร์เจท) เป็นเครื่องกลเติมอากาศที่ใช้ใบพัดหมุนอยู่ใต้น้ำสำหรับขับเคลื่อนน้ำให้เกิดการปั่นป่วน และมีความเร็วสูงสามารถดึงอากาศจากด้านบนลงมาสัมผัสกับน้ำด้านล่าง



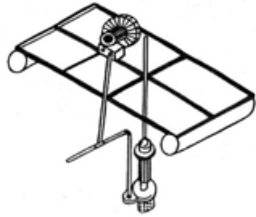
ภาพ 6 เครื่องกลเติมอากาศระบบอัดและดูดอากาศลงใต้น้ำ (RX-5)

6. RX-6 เครื่องกลเติมอากาศแบบตีน้ำสัมผัสอากาศ (เครื่องตีน้ำชัยพัฒนา) เป็นเครื่องกลเติมอากาศที่ใช้ใบพัดตีน้ำให้กระจายเป็นฝอยเพื่อให้สัมผัสกับอากาศด้านบน



ภาพ 7 เครื่องกลเติมอากาศแบบตีน้ำสัมผัสอากาศ (RX-6)

7. **RX-7** เครื่องกลเติมอากาศแบบดูดและอัดน้ำลงไปใต้ผิวน้ำ (ชั้พัฒนาไฮโดรเออร์) เป็นเครื่องกลเติมอากาศที่ใช้ปั้มน้ำจากข้างใต้น้ำขึ้นมาสัมผัสอากาศแล้วขับดันน้ำดังกล่าวลงสู่ใต้ผิวน้ำอีกครั้ง ซึ่งจะทำให้หน้าด้านล่างเกิดการปั่นป่วน



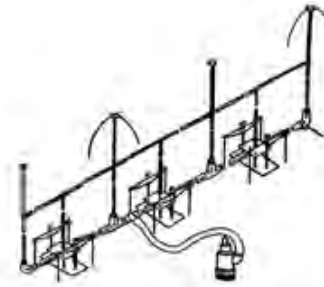
ภาพ 8 เครื่องกลเติมอากาศระบบดูดและอัดน้ำลงใต้ผิวน้ำ (RX-7)

8. **RX-8** เครื่องมือจับเกาะจุลินทรีย์ (ชั้พัฒนาไบโอ) เป็นเครื่องมือที่ใช้ร่วมกับจุลินทรีย์ โดยใช้เส้นเชือก เป็นวัสดุตัวกลางสำหรับให้จุลินทรีย์ใช้เป็นที่อยู่อาศัย เพื่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย



ภาพ 9 เครื่องมือจับเกาะจุลินทรีย์ (RX-8)

9. **RX-9** เครื่องกลเติมอากาศแบบกระจายน้ำสัมผัสอากาศ (น้ำพุชั้พัฒนา) เป็นเครื่องกลเติมอากาศที่ติดตั้งมอเตอร์ไว้ด้านบน แล้วต่อเพลลาขับเคลื่อนเพื่อไปหมุนปั้มน้ำที่อยู่ใต้น้ำ เมื่อเครื่องทำงานปั้มน้ำจะดูดน้ำ แล้วอัดเข้าท่อส่งไปยังหัวกระจายน้ำ ซึ่งมีลักษณะเป็นวงกลมเจาะรูไว้โดยรอบ โดยน้ำจะมีแรงดันสูงทำให้น้ำพุ่งผ่านรูเจาะขึ้นไปสาดกระจายสัมผัสกับอากาศด้านบนผิวน้ำได้



ภาพ 10 เครื่องกลเติมอากาศแบบกระจายน้ำสัมผัสอากาศ (RX-9)

ที่มา http://www.sc.psu.ac.th/units/qa/document/Nai_Luang/การทรงงาน1.pdf

การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

จากการสืบค้นพบว่า กรมชลประทานรับสนองพระราชดำริในการศึกษาและสร้างต้นแบบ และวางแผนนำไปติดตั้งใช้ในสถานที่ต่าง ๆ เพื่อศึกษาวิจัย และพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสีย โดยกำหนดระยะเวลาศึกษา 4-5 ปี เช่น

- RX-2 ติดตั้งที่ โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า และที่วัดบวรนิเวศราชวรวิหาร
- RX-3 ติดตั้งที่ โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า วัดบวรนิเวศราชวรวิหาร และในบ่อข้างอาคารชั้พัฒนา ณ พระตำหนักจิตรลดารโหฐาน
- RX-5 ติดตั้งที่ อยู่ที่วัดประยุรวงศาวาสวรวิหาร วัดเทพศิรินทราวาส และสถานสงเคราะห์คนชราบ้านบางแค

โดยมีค่าที่ต้องทำการตรวจวัดก่อนและหลังทำการติดตั้งเครื่องกลเติมอากาศในแบบต่าง ๆ เช่น ลักษณะน้ำเสียที่เปลี่ยนแปลง ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ (BOD) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)



การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา

ได้มีการนำเครื่องกลเติมอากาศทั้ง 9 แบบ ไปติดตั้งใช้งานกับระบบบำบัดน้ำเสียตามสถานที่ต่าง ๆ และมีการปรับปรุงและพัฒนาต้นแบบอย่างต่อเนื่อง โดยจากผลการทดลองใช้พบว่าเครื่องกลเติมอากาศที่ให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด คือ กังหันน้ำชัยพัฒนา (RX2)

กังหันน้ำชัยพัฒนา เป็นเครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำหมุนช้าแบบทุ่นลอย สามารถปรับตัวขึ้นลงได้ตามระดับขึ้น-ลงของน้ำ ประกอบด้วยของวิดน้ำ มีใบพัดที่ออกแบบเป็นของดักน้ำรูปสี่เหลี่ยมคางหมู จำนวน 6 ซอง ถูกติดตั้งบนโครงเหล็ก มีศูนย์กลางของกังหันที่เรียกว่า "เพลากังหัน" ซึ่งวางตัวอยู่บนตัวรองรับเพลลา ที่ติดตั้งอยู่บนทุ่นลอย และมีระบบขับเคลื่อนด้วยเฟืองจางขนาดใหญ่ ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้า สำหรับขับเคลื่อนใบพัดน้ำ ให้หมุนรอบเป็นวงกลม ใช้หลักการวิดน้ำขึ้นไปสาดกระจายให้เป็นฝอยในอากาศ ทำให้น้ำเสียผสมกับอากาศได้อย่างทั่วถึง ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนในอากาศสามารถละลายเข้าไปในน้ำเสียได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งการเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้กับน้ำเสียยังช่วยให้จุลินทรีย์ย่อยสลายสิ่งสกปรกในน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพ 11 เครื่องกลเติมอากาศ "กังหันน้ำชัยพัฒนา"
ที่มา <http://www.komchadluek.net/news/agricultural/246204>

ระบบการทำงานของกังหันน้ำชัยพัฒนา



ในขณะเดียวกันก็ยังมีการพัฒนา ปรับปรุงกังหันน้ำชัยพัฒนาอย่างต่อเนื่องอีก 4 รูปแบบ การพัฒนากังหันน้ำชัยพัฒนาในรูปแบบต่าง ๆ ก็เพื่อให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น และพัฒนาให้เหมาะสมกับพื้นที่ใช้งานที่แตกต่างกัน



การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

กังหันน้ำชัยพัฒนา ได้มีการจดสิทธิบัตร โดยกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ ทะเบียนสิทธิบัตร เลขที่ 3127 ในพระปรมาภิไธยพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช และได้ทูลเกล้า ฯ ถวายสิทธิบัตรเมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2536 นับเป็นสิ่งประดิษฐ์เครื่องกลเติมอากาศเครื่องที่ 9 ของโลกที่ได้รับสิทธิบัตร และในปัจจุบันมีหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน ได้นำกังหันน้ำชัยพัฒนาเข้าไปแก้ปัญหามลพิษทางน้ำ เช่น วัด โรงพยาบาล สถานที่ราชการ ทั้งในกรุงเทพมหานคร และต่างจังหวัด คณะรัฐมนตรีจึงกำหนดให้วันที่ 2 กุมภาพันธ์ ของทุกปีเป็นวันนักประดิษฐ์ แห่งชาติ เพื่อเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช และเพื่อเป็นวันประวัติศาสตร์ แห่งการจดทะเบียนและการทูลเกล้า ฯ ถวายสิทธิบัตรแด่พระมหากษัตริย์พระองค์แรกของโลก

ดังนั้น การแก้ปัญหามลพิษทางน้ำด้วยหลักการการเติมอากาศด้วยเครื่องกลเติมอากาศก็จะเสร็จสมบูรณ์ขึ้นมาได้นั้น ทรงได้นำความรู้จากหลากหลายศาสตร์มาบูรณาการเพื่อแก้ปัญหา จะเห็นได้ว่าทรงออกแบบวิธีการแก้ปัญหาหลายวิธี และนำไปทดสอบ ปรับปรุง และแก้ไขตลอดเวลา จนได้วิธีที่ดีที่สุด และยังคงมีการพัฒนาต่อเนื่องจากกังหันน้ำชัยพัฒนารูปแบบแรก เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหามลพิษทางน้ำ เพื่อให้ความเป็นอยู่ของพลกนิกรไทยทุกหมู่เหล่า มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

บรรณานุกรม

- มูลนิธิชัยพัฒนา (2560). กังหันน้ำชัยพัฒนา RX-2. สืบค้นเมื่อ 23 พฤษภาคม 2561, จาก <http://www.tsdf.or.th/royally-initiated-projects/>
- ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบสำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ (องค์การมหาชน) (2559). ก้าวตาม 9 ถอดวิธีคิดเชิงออกแบบของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช. สืบค้นเมื่อ 23 พฤษภาคม 2561, จาก http://www.sc.psu.ac.th/units/qa/document/Nai_Luang/การทรงงาน1.pdf.
- สำนักบริการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2552). โครงการพระราชดำริกังหันน้ำชัยพัฒนา. สืบค้นเมื่อ 23 พฤษภาคม 2561, จาก <http://www.ku.ac.th/e-magazine/dec52/agri/agri3.htm>.
- สำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. (2544). พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวกับสภาวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ: อัมรินทร์พรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- อภิรักษ์ โกษะโยธิน และคณะ. (2551). กังหันน้ำชัยพัฒนา: น้ำพระราชหฤทัย...น้ำใส...ให้ชีวิต. กรุงเทพฯ: บริษัท ดาวฤกษ์ คอมมูนิเคชั่น จำกัด.