บทที่ 1

บทนำ

นับแต่เกิดวิกฤตการณ์ด้านพลังงานขึ้น ก็ได้มีการหันมาสนใจศึกษาเกี่ยวกับเรื่องของพลังงานทดแทนอย่างกว้างขวางและจริงจัง พลังงานที่เราคุ้นเคยกันเป็นอย่างดีก็คือ พลังงานจากน้ำ (พลังงานจากการต่างระดับของน้ำ) ที่นำมาผลิตกระแสไฟฟ้า ตัวอย่างของการใช้งานจะเห็นได้จากตามเขื่อนต่าง ๆ พลังงานทดแทนอื่น ๆ ที่ได้รับความสนใจมากขึ้น ก็คือ พลังงานจากแสงอาทิตย์ พลังงานลม และพลังงานความร้อนใต้พิภพ (Geothermal) สำหรับพลังงานลมแล้วนั้น เครื่องมือแบบหนึ่งที่นิยมใช้ในการดึงเอาพลังงานจากลมมาใช้ประโยชน์ก็คือ กังหันลม โดยเฉพาะกังหันลมแกนนอน (Horizontal axis wind turbine) ในการติดตั้งกังหันลมเพื่อนำเอาพลังงานจากลมมาใช้งานนั้น เมื่อสามารถหาสถานที่ที่จะติดตั้งซึ่งจะต้องมีลมแรงพอสมควร และจะต้องออกแบบสร้างกังหันลมให้สามารถดึงเอาพลังงานออกจากลมได้สูงสุด จากการที่รู้ความเร็วลมเฉลี่ย และความเร็วรอบที่กังหันลมจะทำงาน เลือกขนาดของกังหันลมและเลือกจำนวนใบกังหันแล้ว ปัญหาสุดท้ายก็คือ ใบกังหันจะมีรูปร่างอย่างไร (รูปภาคตัดขวางอย่างไร ใบควรจะกว้างเท่าไร มุมบิดของใบกังหันควรจะเป็นเท่าไร)

ในการออกแบบใบกังหันลมนั้น จะมีปัจจัยที่ต้องพิจารณาประกอบหลายอย่าง อาทิเช่น ค่ากำลังงานที่ต้องการ ความคงทนถาวรของใบกังหัน (การวิเคราะห์ความเค้นและความแข็งแรงของใบกังหันที่หมุนเพื่อผลิตพลังงาน) วัสดุที่ใช้ เป็นต้น ซึ่งปัจจัยแต่ละอย่างก็มีผลต่อลักษณะของใบกังหันที่ต้องการทั้งนั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการวิจัยนี้ ได้มุ่งการวิจัยไปยังกังหันลมแกนนอน ที่จะสามารถให้กำลังงานได้สูงสุด และเหมาะกับการผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นหลักใหญ่ ดังนั้นจึงเลือกออกแบบใบกังหันลมของกังหันลมแกนนอนชนิด 3 ใบ ซึ่งเป็นจำนวนใบที่น้อยที่สุดที่เหมาะกับการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยไม่เกิด Dynamic loaded ที่เป็นลักษณะ harmonic function บนใบกังหัน

สำหรับกังหันลมแกนนอนผลิตกระแสไฟฟ้านั้นได้มีผลิตกันทั้งเพื่อการวิจัยและการค้าอย่างกว้างขวางในต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศที่มีความเร็วลมค่อนข้างสูงซึ่งมักออกแบบไว้ที่ความเร็วลมตั้งแต่ 12 เมตรต่อวินาทีขึ้นไป กังหันลมที่ผลิตในต่างประเทศมีทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก ขนาดใหญ่ที่ผลิตได้แก่ กังหันที่ผลิตโดย องค์กร NASA ของสหรัฐอเมริกา ที่มีทั้ง MOD-Ø, MOD-1, MOD-2 ส่วนกังหันขนาดเล็กนั้นมีหลายบริษัท อันได้แก่ Enertech, Grumman Tvind, Aero Power รายละเอียดของกังหันบางตัวที่กล่าวมานี้ได้ถูกแสดงไว้ในภาคผนวก ฉ สำหรับกังหันลมแกนนอนผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศไทยนั้นมีการศึกษาและผลิตไม่มากนักผลงานวิจัยที่ผ่านมาในประเทศไทย ได้แก่กังหันลมที่ผลิตโดยนิสิตปริญญาตรี ภาควิชาเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี [9] และของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ [1Ø] ซึ่งกังหันที่ผลิตในประเทศไทยนี้ยังไม่มีการพิจารณารูปร่างของใบกังหันที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุดในเชิงอากาศพลศาสตร์ในลักษณะเดียวกับที่จะทำในการวิจัยนี้

การออกแบบให้กังหันลมให้กำลังงานออกจากตัวกังหันลมสูงสุดนั้นหมายความว่า ใบกังหันจะต้องมีรูปร่างที่ให้ประสิทธิภาพในเชิงอากาศพลศาสตร์สูงสุด ดังนั้น ในการออกแบบจึงยึดหลักนี้ โดยใช้การพิจารณาส่วนเล็ก ๆ (element section) ของใบกังหันที่จะมีรูปร่างซึ่งสามารถให้ค่ากำลังงานสูงสุดในส่วนนั้น ๆ ที่ความเร็วที่กำหนด (ออกแบบไว้) การพิจารณาหารูปร่างนี้

จะกระทำที่ส่วนต่าง ๆ ของใบกังหัน เรื่อยไปจนครบตลอดความยาวของใบกังหัน ก็จะได้รูปร่างของใบกังหัน ที่ให้ประสิทธิภาพในเชิงอากาศพลศาสตร์สูงสุดในทางทฤษฎี

หลังจากที่ได้รูปร่างของใบกังหันที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในเชิงอากาศพลศาสตร์แล้วก็ต้องมาทำการดัดแปลง เพราะว่าโดยทั่วไปรูปร่างของใบกังหันทางทฤษฎีนี้มักไม่มีโครงสร้างที่แข็งแรงพอ ดังนั้น จึงต้องยอมสูญเสียประสิทธิภาพในบางส่วน เพื่อให้ใบกังหันมีโครงสร้างแข็งแรงพอเพียง

จากนั้น จึงทำการสร้างใบกังหันตามที่ได้ออกแบบ และทำการทดลองสมรรถนะโดยใช้อุโมงลม และรถปิคอัพ เพื่อทำการเปรียบเทียบกับผลเฉลยจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่จำลองกังหันตามที่ได้ออกแบบไว้

นอกจากนั้นในการวิจัยนี้ ยังได้พิจารณาถึงสมรรถนะและคุณลักษณะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ที่สามารถหาได้ง่าย เพื่อนำมาศึกษาหาความเหมาะสมในการนำมาใช้กับกังหันลม

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ในบทที่ 2 จะกล่าวถึงทฤษฎีบททั่วไปของอากาศพลศาสตร์สำหรับกังหันลมแนวนอน และทฤษฎีในการหารูปร่างของใบกังหันที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุดในเชิงอากาศพลศาสตร์ ในบทที่ 3 นั้นจะกล่าวถึงคุณลักษณะและรูปร่างของใบกังหันที่ออกแบบและที่สร้างขึ้น ในบทที่ 4 จะกล่าวถึงการทดลองซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ในการทดลอง อาทิเช่น อุโมงลม อุปกรณ์วัดความเร็วลม อุปกรณ์วัดกำลัง วัดแรงบิดและอุปกรณ์วัดรอบ ในบทที่ 5 นั้นจะกล่าวถึงผลการทดลองจากอุโมงลม รถปิคอัพ และผลเฉลยจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และ บทที่ 6 จะกล่าวถึงการวิจารณ์ผลการทดลอง บทที่ 7 คือ บทสรุป

ส่วนในภาคผนวกนั้นจะประกอบด้วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ของการออกแบบรูปร่างของกังหันที่มีประสิทธิภาพสูงสุดทางอากาศพลศาสตร์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้หาค่าสมรรถนะของกังหันลม ข้อมูลที่ได้จากการทดลองของใบกังหัน การทดลองสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ และกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศไทย กังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าในต่างประเทศ และผลสอบเทียบของความเร็วลมจากอุโมงลม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย