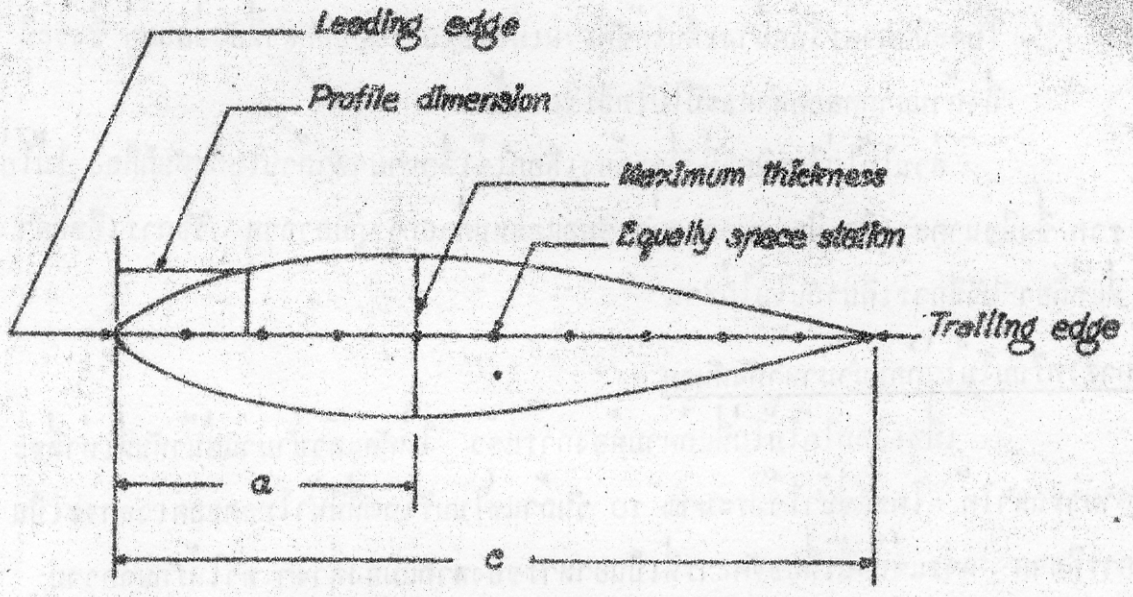
ทฤษฎี

หลักเกณฑ์ทั่วไปของใบกังหัน (Blade Terminology)

รูปร่างของใบกังหัน (Blade) โดยทั่วไปที่ใช้ประสิทธิภาพสูงสุดจะมีลักษณะเป็น Air foil ดังรูปที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยส่วนโค้ง 2 ด้านที่สมมาตรกัน (Symmetry) ส่วนโค้งนี้กำหนดขึ้นโดยความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและความหนาของ Air foil โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของความยาวคอร์ด

รูปที่ 2 แสดงลักษณะ Base profile

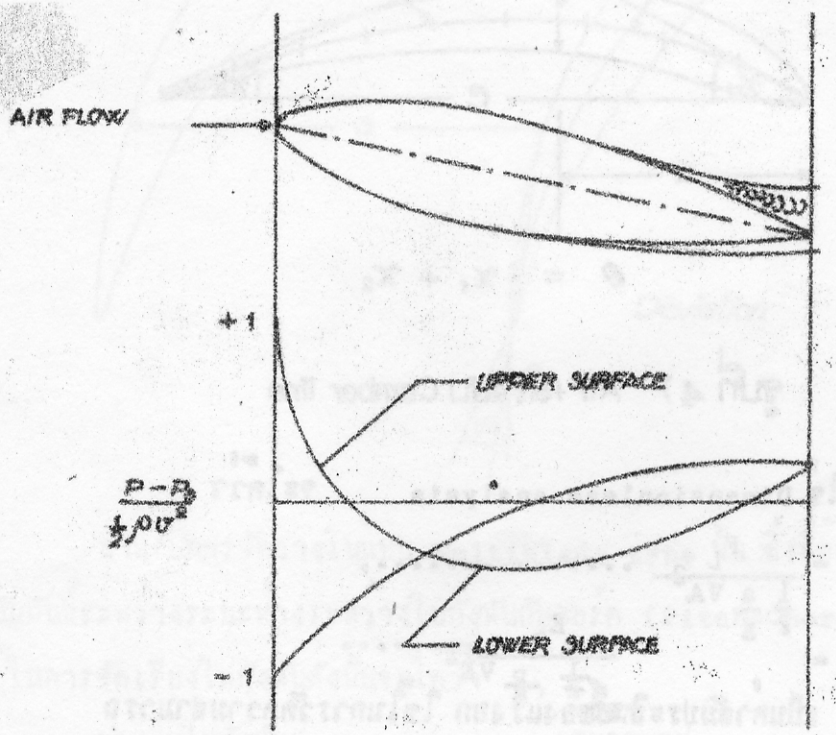


รูปที่ 2) Base profile

การไหลของอากาศผ่าน Airfoil

เมื่อยกให้แกนของ Air foil ทำมุมกับทิศทางการไหลของอากาศ จะทำให้เกิดการกระจายความดันที่ด้านบนและด้านล่างของ Air foil ไม่เท่ากัน จากสาเหตุนี้ทำให้เกิดแรงยกขึ้น (Lift force) ดังรูปที่ 3

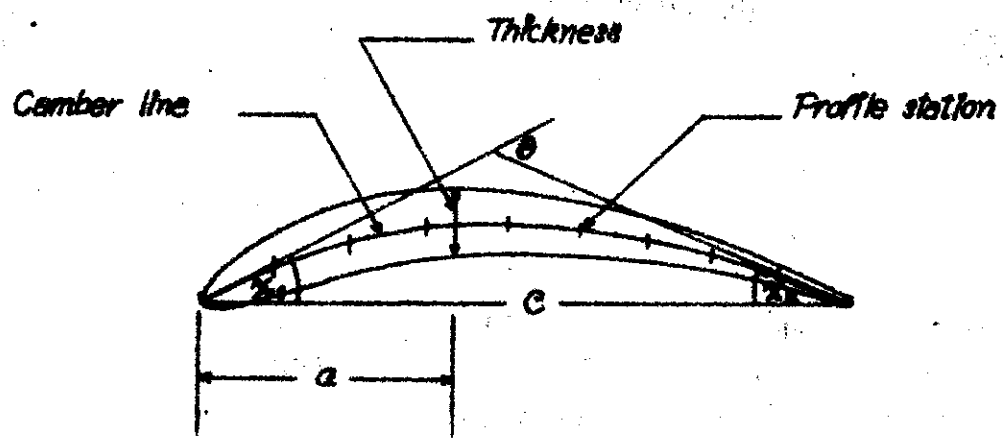
รูปที่ 3 แสดงการกระจายความดันของอากาศไหลผ่าน Inclined Air foil



รูปที่ 3) การกระจายความดันของอากาศผ่าน Air foil ที่เอียง

ในทำนองเดียวกันถ้าทำให้เกิดการไม่สมมาตร (Uneymmetry) ของส่วนโค้ง ของ Air foil โดยเปลี่ยนจากแกนตรงเป็นแกนโค้ง (Camber) จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลของอากาศผ่านใบกังหัน และทำให้เกิดแรงยกขึ้น (Lift force) ดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 แสดง Air foil with Camber line



$$\theta = \alpha_1 + \alpha_2$$

รูปที่ 4) Air foil และ Camber line

โดยการใช้ Dimensionless analysis จะได้ว่า

$$C_L = \frac{F_L}{\frac{1}{2}\frac{a}{g}VA^2} \text{ .....,}$$

$$C_D = \frac{E_D}{\frac{1}{2}\rho VA^2} \text{.....}$$

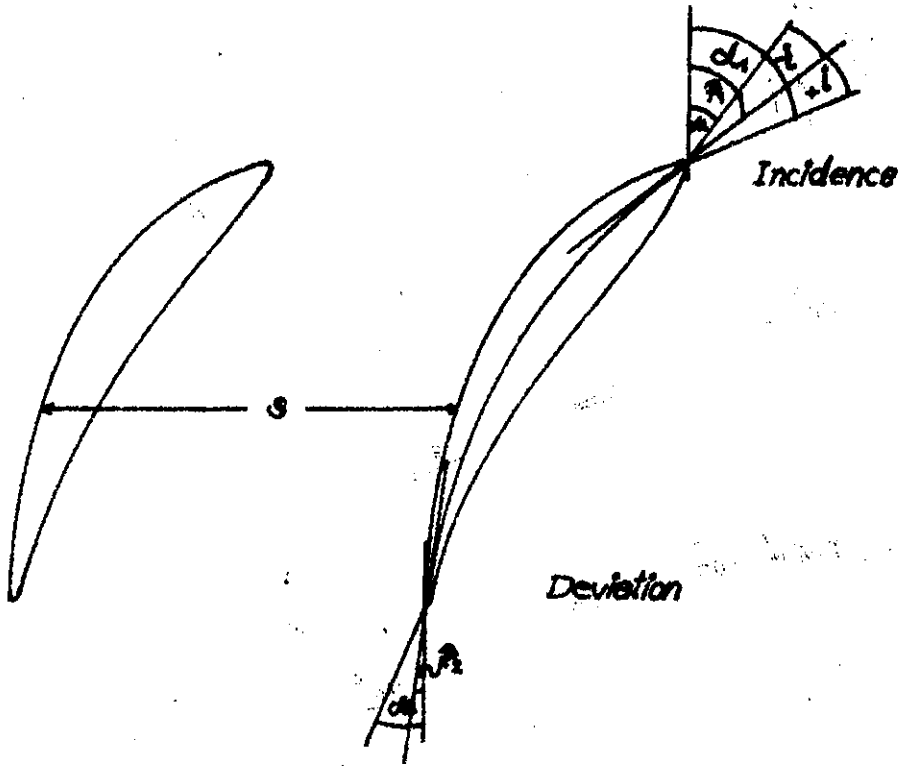
โดยที่ C_L เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของแรงยก ใช้ในการวัดความสามารถในการยกให้ Air foil เกิดการเคลื่อนที่

ทำนองเดียวกัน C_D (Drag coefficient) เป็นค่าที่บ่งถึงพลังงานที่สูญเสียไปซึ่งสัมพันธ์กับสัมประสิทธิ์แรงยก , C_L

หลักการจัดวางใบกังหัน

การจัดวางใบกังหันนั้นแสดงโดยค่าของ **Stagger angle,** ซึ่งเป็นมุมระหว่างคอร์ดกับแนวปกติ **(Normal line)** ของกังหันดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 แสดงลักษณะสัญลักษณ์ของ **INCIDENCE, DEVIATION**



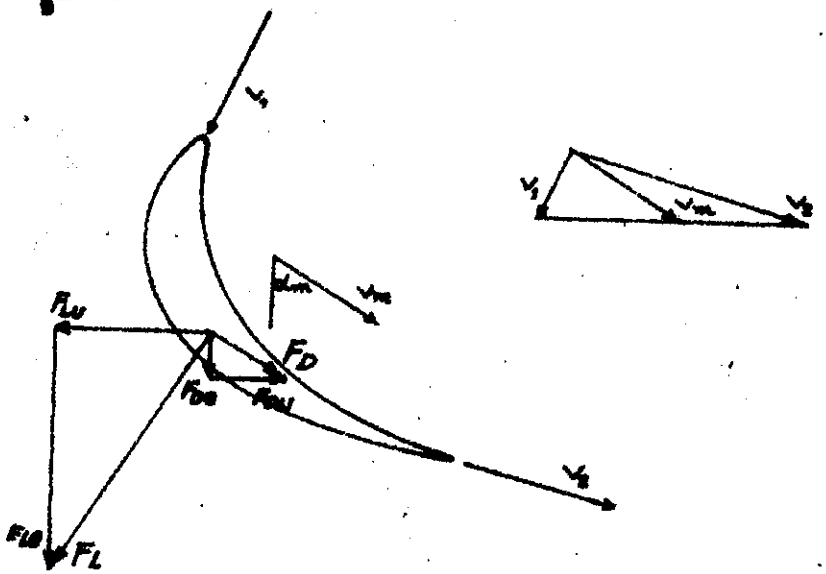
สำหรับการจัดวางในแบบ **Multiblade type** นั้น สิ่งที่ต้องพิจารณาคือความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างใบกังหันกับคอร์ด **(Pitch-Chord ratio, $\frac{s}{c}$)** เพื่อใช้ในการจัดเรียงใบกังหันดังนั้นจะได้ว่า

จำนวนใบกังหัน = $\frac{\text{เส้นรอบรูป}}{\text{Pitch}}$

การพิจารณาการถ่ายเทพลังงานในเทอมของแรงยก (Lift) และแรงหน่วง (Drag force)

แรงยก, F_L จะกระทำในทิศทางตั้งฉากกับทิศทางของความเร็วเฉลี่ย v_m ซึ่งทำมุมกับ Axial direction และแรงหน่วง, F_D กระทำในทิศทางเดียวกับทิศทางของความเร็วเฉลี่ย v_m

รูปที่ 6 แรงยกและแรงหน่วงที่กระทำต่อใบกังหัน



จากความสัมพันธ์ระหว่าง $F_{tang} = F_{Lu} + F_{Du}$

$$F_L = C_L \frac{PVm^2A}{2g}$$

$$F_D = C_D \frac{PVm^2A}{2g}$$

สำหรับ Ideal blade ซึ่งสมบัติให้ค่าของสัมประสิทธิแรงหน่วง = 0 จะได้ว่า

$$D_L = 2\frac{S}{C}(\tan\&1 - \tan\&2)\cos\&\, m$$

เมื่อ $B = \frac{2\pi r}{S}$

จะได้ว่า $\left(\frac{BC}{4\pi r}\right) C_L = (\tan\&_1 - \tan\&_2)\cos\&_m$

เมื่อ B จำนวนใบของกังหันลม