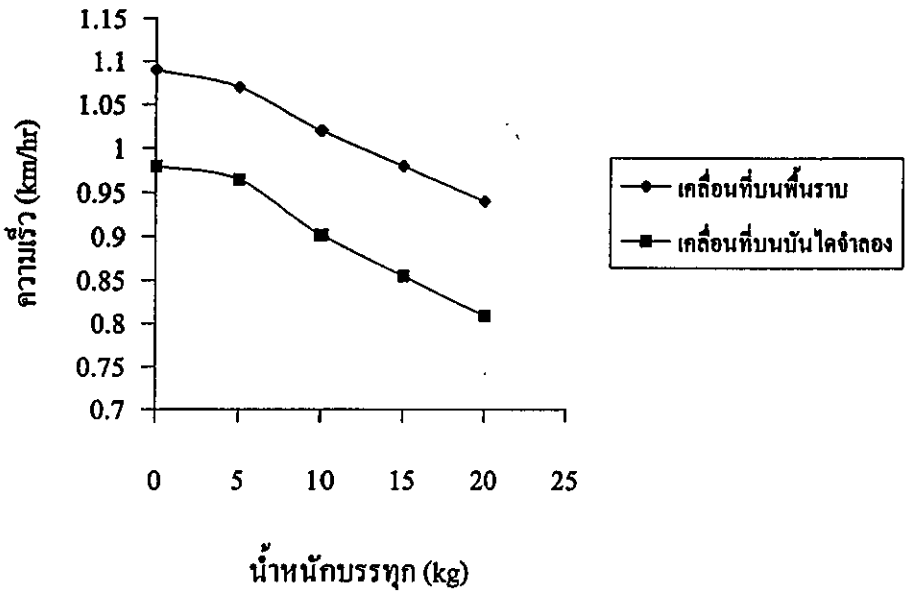
บทที่ 4

ผลการทดสอบและการวิเคราะห์

เนื่องจากปัญหาในการจัดสร้างชุดจำลองกลไกปีนป่ายขั้นบันได ไม่สามารถสร้างได้ตามที่ออกแบบทั้งหมด ดังนั้นจึงต้องทำการทดสอบ เพื่อให้ได้สมรรถนะของชุดจำลองกลไกปีนป่ายขั้นบันไดที่ได้จัดสร้างขึ้นจริง

4.1 ความเร็วของชุดกลไกที่วิ่งบนพื้นราบและบันไดจำลองที่ภาระต่าง ๆ

จากผลการทดสอบในตารางที่ ง.3 และ ง.5 สามารถหาความเร็วเฉลี่ยของกลไกที่วิ่งบนพื้นและที่ภาระต่าง ๆ ดังตารางที่ ง.4 และ ง.6 และเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับน้ำหนักบรรทุกได้ดังกราฟที่ 4.1



กราฟที่ 4.1 ความเร็วของกลไก

จากผลการทดสอบ สรุปได้ว่า

- เมื่อทดสอบบนพื้นราบ ความเร็วขณะไม่มีภาระคือ 1.09 km/hr และขณะบรรทุกน้ำหนักเต็มที่ (20 kg) คือ 0.94 km/hr

- เมื่อทดสอบบนบันไดจำลอง ความเร็วขณะไม่มีภาระคือ 0.98 km/hr และขณะบรรทุกน้ำหนักเต็มที่ (20 kg) คือ 0.809 km/hr

จะสังเกตได้ว่า

- กรณีเมื่อทดสอบให้เคลื่อนที่บนพื้นราบและบนบันไดจำลอง โดยเพิ่มน้ำหนักบรรทุกตามลำดับ ความเร็วของชุดกลไกมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากเมื่อน้ำหนักบรรทุกเพิ่ม จะทำให้แรงต้านทานการหมุนของล้อเพิ่มขึ้นด้วย จึงทำให้มอเตอร์ต้องรับภาระเพิ่มขึ้น และใช้กระไฟฟ้าเพิ่มขึ้นด้วย จึงเป็นผลให้ความเร็วมีแนวโน้มลดลงตามสมการ $Y = 1.086 - 0.006X$ สำหรับการเคลื่อนที่บนพื้นราบ และสมการ $Y = 0.952 - 0.005X$ สำหรับการเคลื่อนที่บนบันได เมื่อ X คือน้ำหนักบรรทุก(kg) Y คือความเร็ว (km/hr)

- กรณีเมื่อทดสอบให้เคลื่อนที่โดยบรรทุกน้ำหนักเท่ากัน แต่เปลี่ยนสภาวะเคลื่อนที่บนพื้นราบและบนบันไดจำลองตามลำดับ จะได้ว่าความเร็วบนพื้นราบมากกว่า ความเร็วบนบันไดจำลอง เนื่องจาก ความเร็วของชุดกลไกมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากขณะปีนบันไดจำลอง แรงต้านทางชันก็เพิ่มมากขึ้น จะทำให้กำลังไฟฟ้าที่แบตเตอรี่จ่ายให้มอเตอร์เพิ่มขึ้น และเพิ่มขึ้นในอัตรามากกว่าอัตราการเพิ่มของกำลังไฟฟ้า จึงเป็นผลให้ความเร็วมีแนวโน้มลดลง (จาก กำลังไฟฟ้า = ผลคูณของแรงต้านทานการเคลื่อนที่กับความเร็ว)

4.2 ความสูงของจุดศูนย์ถ่วง

ผลการทดสอบหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาจุดศูนย์ถ่วง แสดงได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงน้ำหนักที่เกี่ยวข้องกับการหาจุดศูนย์ถ่วง เมื่อยกเพลาหน้าสูง 0.2 เมตร

น้ำหนัก (kg)	ก่อนยกเพลาหน้า		ขณะยกเพลาหน้า	
	ล้อหลัง	ล้อหน้า	ล้อหลัง	ล้อหน้า
0	2.85	7.15	4.1	5.9
20	10.5	19.5	16.1	13.5

จากผลการทดสอบ สรุปได้ว่า เมื่อนำข้อมูลจากตารางที่ 4.1 มาทำการวิเคราะห์โดยใช้สมการ 2.44 จะได้ว่า

- เมื่อไม่บรรทุกน้ำหนัก จุดศูนย์ถ่วงจะอยู่ห่างจากเพลาล้อหน้าไปทางเพลาล้อหลัง 0.16 เมตร มีความสูงจากพื้นเท่ากับ 0.04 เมตร

- เมื่อบรรทุกน้ำหนัก 20 กิโลกรัม จุดศูนย์ถ่วงจะอยู่ห่างจากเพลาล้อหน้าไปทางเพลาล้อหลัง 0.22 เมตร มีความสูงจากพื้นเท่ากับ 0.03 เมตร

จะสังเกตุได้ว่า เมื่อกลไกวิ่งขึ้นหรือลงบันไดจำลอง น้ำหนักที่กระทำผ่านจุดศูนย์ถ่วงจะลงไม่เกินแนวของเพลาหน้าหรือเพลาหลังของกลไก ซึ่งจะส่งผลให้กลไกมีความเสถียรในการทรงตัว

4.3 รัศมีวงเลี้ยว

ผลการทดสอบหารัศมีวงเลี้ยวแสดงได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงรัศมีวงเลี้ยว

ครั้งที่	เลี้ยวซ้าย (เมตร)		เลี้ยวขวา (เมตร)		หมุนซ้าย (เมตร)		หมุนขวา (เมตร)	
	ขอบล้อใน	ขอบล้อนอก	ขอบล้อใน	ขอบล้อนอก	ขอบล้อใน	ขอบล้อนอก	ขอบล้อใน	ขอบล้อนอก
1	1.11	1.75	1.08	1.73	0.07	0.45	0.04	0.48
2	1.11	1.72	1.12	1.76	0.05	0.47	0.06	0.46
3	1.12	1.71	1.11	1.74	0.04	0.47	0.05	0.49
เฉลี่ย	1.11	1.73	1.1	1.74	0.05	0.46	0.05	0.48

จากการทดสอบหารัศมีวงเลี้ยวของชุดกลไกปีนป่ายบันไดจำลอง ผลที่ได้คือ

- รัศมีการเลี้ยวซ้ายเฉลี่ยของล้อหน้าล้อในด้านนอก 1.11 เมตร
- รัศมีการเลี้ยวซ้ายเฉลี่ยของล้อหน้าล้อนอกด้านนอก 1.73 เมตร
- รัศมีการเลี้ยวขวาเฉลี่ยของล้อหน้าล้อในด้านนอก 1.10 เมตร
- รัศมีการเลี้ยวขวาเฉลี่ยของล้อหน้าล้อนอกด้านนอก 1.74 เมตร
- รัศมีการหมุนซ้ายเฉลี่ยของล้อหน้าล้อในด้านนอก 0.05 เมตร
- รัศมีการหมุนซ้ายเฉลี่ยของล้อหน้าล้อนอกด้านนอก 0.46 เมตร
- รัศมีการหมุนขวาเฉลี่ยของล้อหน้าล้อในด้านนอก 0.05 เมตร
- รัศมีการหมุนขวาเฉลี่ยของล้อหน้าล้อนอกด้านนอก 0.48 เมตร

จะเห็นได้ว่า รัศมีวงเลี้ยวของชุดจำลองกลไกปีนป่ายบันไดทั้งซ้ายและขวาไม่เท่ากัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนจากการทดสอบเช่น การลื่นไถลและการวัด จากผลการทดสอบ

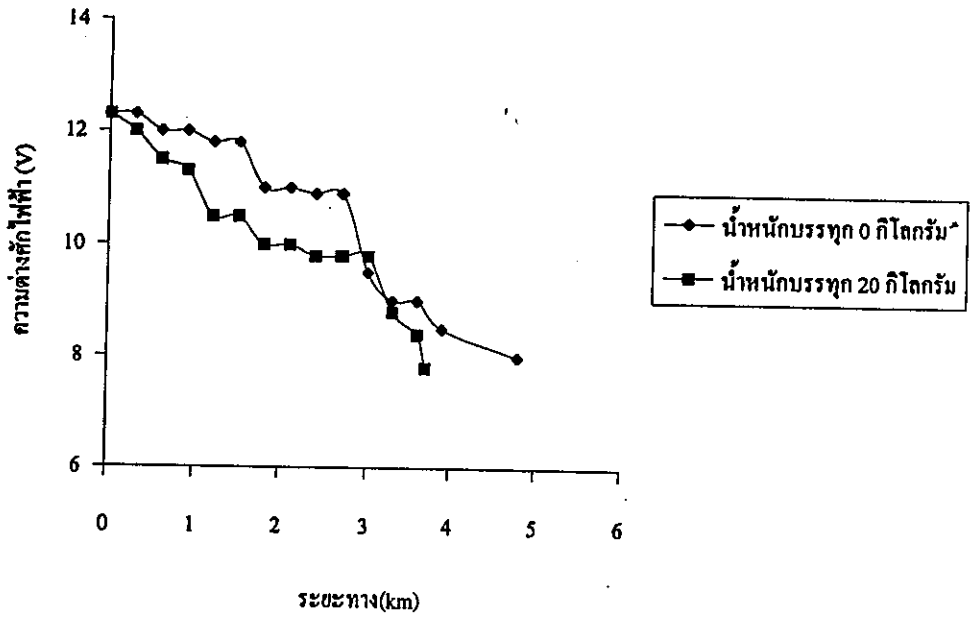
จะได้รัศมีวงเลี้ยวกว้างสุดของชุดกลไกปีนป่ายบันไดจำลอง คือ 1.74 เมตร ซึ่งรัศมีวงเลี้ยวนี้มีความเหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่เฉพาะ หรือพื้นที่แคบ ๆ

4.4 จำนวนชั่วโมงการใช้งานของแบตเตอรี่

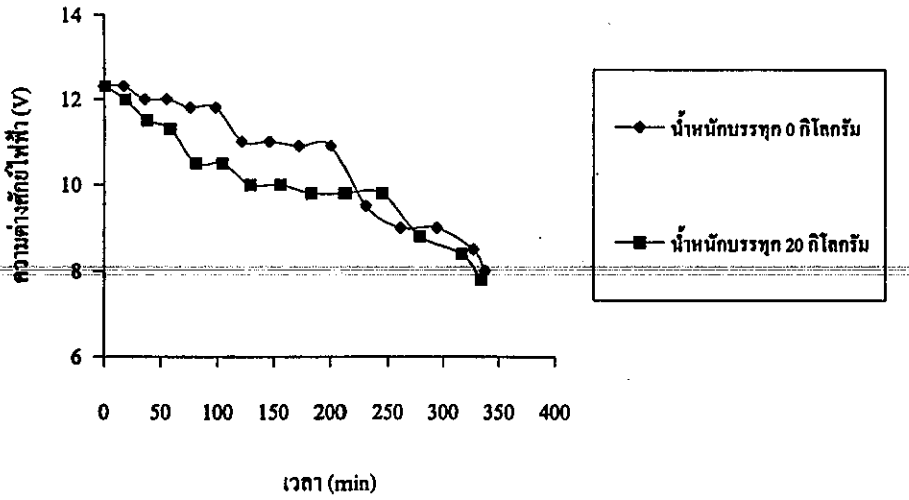
เมื่อนำผลการทดสอบจากตารางที่ ง.1 และ ง.2 มาเขียนกราฟเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับความต่างศักย์ไฟฟ้า และเวลากับความต่างศักย์ไฟฟ้า กรณีชาร์ตแบตเตอรี่ด้วยอัตราการชาร์ต 2 แอมป์ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยทำการวิ่งบนพื้นราบได้ดังนี้

1.1 บรรทุกน้ำหนัก 0 กิโลกรัม
ความต่างศักย์ไฟฟ้าก่อนชาร์ต 8.0 V
ความต่างศักย์ไฟฟ้าหลังชาร์ต 12.3 V

1.2 บรรทุกน้ำหนัก 20 กิโลกรัม
ความต่างศักย์ไฟฟ้าก่อนชาร์ต 8.3 V
ความต่างศักย์ไฟฟ้าหลังชาร์ต 12.3 V



กราฟที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับความต่างศักย์ไฟฟ้า



กราฟที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับความต่างศักย์ไฟฟ้า

จากผลการทดสอบ สรุปผลได้ว่าขณะวิ่งบนพื้นราบไม่บรรทุกน้ำหนักได้ระยะทางสูงสุด 4.79 กิโลเมตร ด้วยเวลา 5 ชั่วโมง 37 นาที ที่อัตราการกินไฟเท่ากับ 6.51 วัตต์ และขณะบรรทุกน้ำหนักเต็มที่ ได้ระยะทางสูงสุด 3.4 กิโลเมตร ด้วยเวลา 5 ชั่วโมง 16 นาที ที่อัตราการกินไฟเท่ากับ 7.18 วัตต์

จะเห็นได้ว่าเมื่อชุดกลไกเคลื่อนที่จนแบตเตอรี่ไม่สามารถจ่ายไฟให้มอเตอร์แล้วจะได้ระยะทางและเวลาที่ชุดกลไกสามารถเคลื่อนที่ได้ ซึ่งกรณีบรรทุกน้ำหนักเต็มระยะทางและเวลาที่ใช้จะมีแนวโน้มน้อยกว่ากรณีไม่มีน้ำหนักบรรทุก เนื่องจากเมื่อมีภาระเพิ่มขึ้นชุดกลไกต้องการกำลังในการที่จะขับให้ชุดกลไกเคลื่อนที่มากขึ้น ทำให้แบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้มอเตอร์มากขึ้น เมื่อแบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟฟ้ามากขึ้นอายุการใช้งานต่อการชาร์ตหนึ่งครั้งของแบตเตอรี่ก็จะสั้นลง เป็นผลให้ชุดกลไกเคลื่อนที่ได้ระยะทางและเวลาน้อยลงไปด้วย

4.5 ประสิทธิภาพของชุดกลไกในการใช้พลังงาน

กำลังที่ให้ (P_{input})คือกำลังทางไฟฟ้าจากมอเตอร์

จากสมการ 2.31 $P = IV$

ซึ่ง I คือกระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์วัดได้ 1.67 แอมป์

V คือความต่างศักย์ที่มอเตอร์ใช้ คือ 12 โวลต์

เพราะฉะนั้นกำลังทางไฟฟ้าของมอเตอร์ $P = 1.67 \times 12$

$= 20.04$ วัตต์

ดังนั้นมอเตอร์ สองตัว จะมีกำลังทางไฟฟ้า เท่ากับ 40.08 วัตต์

กำลังที่ได้(P_{output}) หาได้จากกำลังของมอเตอร์ จาก $P_m = \omega_m \times T_m$

ω_m คือความเร็วเชิงมุมของเพลาที่มอเตอร์เท่ากับ 6.908 rad/s

T_m คือแรงบิดของมอเตอร์หาได้จากสมการ 2.31

$$T = \frac{9.55P}{N}$$

โดยที่ P คือกำลังทางไฟฟ้าของมอเตอร์เท่ากับ 20.04 วัตต์

N คือความเร็วรอบของมอเตอร์เท่ากับ 71.2 rpm

จะได้แรงบิดของมอเตอร์ $T_m = \frac{9.55 \times 20.04}{71.2}$

$= 2.69 N \cdot m$

เพราะฉะนั้นกำลังที่ได้ จากมอเตอร์ $P_{output} = 6.908 \times 2.69$

$= 18.57$ วัตต์

ดังนั้นมอเตอร์ สองตัวจะได้กำลังเท่ากับ 37.14 วัตต์

ดังนั้น $\eta = \frac{P_{output}}{P_{input}}$

$= \frac{37.14}{40.18} \times 100$

เพราะฉะนั้นประสิทธิภาพของชุดกลไกต่อพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เท่ากับ 92.43 %