

การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟพระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

ปริญญานิพนธ์

ของ

ตุลเดช วรวิกรม

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา

พฤษภาคม 2546

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

บทคัดย่อ

ของ

ตุลเดช วรวิกรม

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
พฤษภาคม 2546

๒ ๕๕๓๓๗๔

ตุลเดช วรวิกรม (2546) . การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้.

ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

คณะกรรมการควบคุม : อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร , อาจารย์ สมชาย แสงจิตต์พันธุ์ .

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย เพื่อออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ และประเมินสมรรถนะที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟ

ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ที่สร้างขึ้นมีส่วนประกอบดังนี้คือ ชุดระบบควบคุม โปรแกรมทางไฟฟ้าคุมการทำงานของระบบนิวแมติกส์ ชุดวาล์วลมควบคุมการทำงานของระบบนิวแมติกส์ ส่วนประกอบของกรีนและอุปสรรคของกรีนซึ่งประกอบไปด้วยได้แก่ ถูกลมจำนวน 10 ลูก ยางยืดเพื่อใช้ทำกรีน ขนพรม ใช้ทำผิวกรีน กระบอกลมนิวแมติกส์ 2 ทาง จำนวน 4 ตัวทำหน้าที่ยกขึ้นลงในการปรับระดับต่างๆ และหลุมกอล์ฟปรับระดับปากหลุมขนาดมาตรฐาน จำนวน 1 หลุม

การประเมินที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบประเมินเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินเกี่ยวกับสมรรถนะของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ โดยแบ่งสมรรถนะออกเป็น 4 ด้านคือ ด้านการติดตั้ง ด้านกายภาพ ด้านการบำรุงรักษา ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน โดยให้ผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คนทำการประเมินโดยแบบประเมินแบ่งออกเป็น 3 ตอนคือตอนที่ 1 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญ ตอนที่ 2 เป็นแบบประเมิน ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้แบบปรับระดับได้ทั้ง 4 ด้าน คือด้านการติดตั้ง ด้านกายภาพ ด้านการบำรุงรักษา ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน ตอนที่ 3 เป็นคำถามแบบปลายเปิดสำหรับแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมและข้อเสนอแนะต่างๆ การประเมินสมรรถนะที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ ผู้วิจัยได้ให้ผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญทดสอบการใช้งานและประเมินผลทั้ง 4 ด้านคือด้านการบำรุงรักษามีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.46 ระดับสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดี ด้านการติดตั้งมีค่าเฉลี่ย 4.44 ระดับสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดี ด้านความเหมาะสมในการใช้งานมีค่าเฉลี่ย 4.37 ระดับสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดี ด้านกายภาพมีค่าเฉลี่ย 4.32 ระดับสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดี ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยสมรรถนะของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ ภาพรวมเท่ากับ 4.39 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 ($t = 2.744$)

**A DESIGN AND CONSTRUCT OF ADJUSTABLE GROUND FOR PUTTING
SHORT-RANGED PRACTICE**

**AN ABSTRACT
BY
TUNLADATE VORLAVIKROM**

**Presented in partial fulfillment of the requirements
For the Master of Education degree in Industrial Education
at Srinakharinwirot University
May 2003**

Tunladate Vorlavikrom. (2003). ***A design and Construct of adjustable ground for putting***

shot-rangesd practice . Mater Thesis, M.Ed. (Industrial Education). Bangkok : Graduate School,
Srinakharinwirot University. Chairman Committee : Dr.Pairust Vongyuttakrai,
Advisor Committee : Mr.Somchai Sangchitphan.

The objectives of this thesis were to design and Construct of adjustable ground for putting shot-ranged practice and evaluate it's performance in four areas.

The adjustable ground for putting shot-ranged practice is component of electropneumatic control, pneumatic valves, for control pneumatic system, air bag 10 unit, page rubber proveaterean of green, carpet sheet of green surface, cylinder 2 way 4 unit perform duty up and down , hole adjust slope of standard 1 hold.

The questionnaires were used by ten experts to the evaluate the design and Construct of adjustable ground for putting short-ranged practice .The questionnaire were divided in to three parts: First is the status of experts, Seconds is the performance of a design and Construct of adjustable ground for putting shot-ranged practice in four areas are installation, physical, maintenance, appropriation. Third is the suggestion.

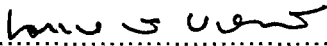
The evaluation of design and Construct of adjustable ground for putting shot-ranged practice by the ten experts. The result found that the maintenance have a highest average performance of 4.46 in the good level, the installation have a high average performance of 4.44 in the good level, the appropriation have a high average performance of 4.37 in the good level, the physical have a high average performance of 4.32 in the good level and the performance as a whole have a high average performance of 4.39 in the good level significant at 0.05 ($t = 2.744$).

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

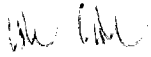
ของ
นายตุลเดช วรวิกรม

ได้รับการอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

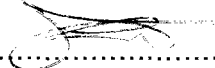
.....  คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร หะวานนท์)
วันที่ 3 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2546

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....  ประธาน
(อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)

.....  กรรมการ
(อาจารย์สมชาย แสงจิตต์พันธุ์)

.....  กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันทรกุล)

.....  กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์โอภาส สุขหวาน)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจากท่านผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่าน
อันดับแรกผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์
อาจารย์สมชาย แสงจิตต์พันธ์ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะในการทำ
ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ด้วยดี

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ดร.ละเอียด รัชเผ่า อาจารย์สุดใจ เห่งสีไพรและอาจารย์ทองสุข สัมปะหังสิต
ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแก้ไขและให้คำแนะนำในการสร้างแบบประเมินสมรรถนะ ทำให้แบบประเมิน
สมรรถนะมีความสมบูรณ์ อีกทั้งยังให้คำแนะนำแนะแนวทางเพิ่มเติมในการสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้
แบบปรับระดับได้

ขอขอบคุณพระคุณท่านอาจารย์ ดร.อุพิทย สุวคันธกุล อาจารย์โอภาส สุขหวานที่ได้กรุณาเป็นกรรมการ
ร่วมในสอบปริญญานิพนธ์และขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่นพิเศษ 7 และเพื่อนร่วมคณะวิชาเอกอื่นๆทุกท่านที่ให้การ
สนับสนุนช่วยเหลือและกำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบคุณ คุณอำนาจ เกิดกระสินธ์ คุณชาญชัย สุขน่าน คุณรักชาติ สุกสี คุณชัยสิทธิ์ พุ่มศรี นัก
กอล์ฟอาชีพทั้ง 4 ท่านและ คุณสุธรรม สกมลพิพัฒน์กุล คุณธีรศักดิ์ เพ็ชรกิ่ง คุณปานพันธ์ สุบรรณวงศ์ คุณแอนก
ฉายทองคำ คุณสนธิ ฉายทองคำ คุณสมชัย ตรีธัญญาทรัพย์ ที่ได้ให้ความร่วมมือในการประเมินสมรรถนะของ
ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟ ในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

สุดท้ายขอกราบคุณผู้รู้ ปิยมิตร ที่มีอาจกล่าวนาม พระคุณบิดา มารดา ที่ช่วยสนับสนุนทั้งแรงใจ
สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการทำวิจัยในครั้งนี้

ตุลเดช วรวิกรม

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	2
	ความสำคัญของการวิจัย.....	2
	ขอบเขตของการวิจัย.....	2
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการเล่นกอล์ฟ.....	7
	วิธีการพัตต์กอล์ฟ.....	7
	การฝึกซ้อมพัตต์กอล์ฟ ระยะใกล้	11
	การฝึกซ้อมพัตต์กอล์ฟ ระยะใกล้ ขึ้นเนิน-ลงเนิน.....	15
	การอ่านกรีน	17
	อุปกรณ์ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟที่มีอยู่ในปัจจุบัน.....	19
	การออกแบบและการสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ	20
	โครงสร้างของเครื่อง	20
	ข้อต่ออิสระ	23
	รอยเชื่อมของโครงสร้าง.....	25
	ระบบลมและลิ้นควบคุมถุงลม กระบอกลม	27
	ถุงลม	35
	วัสดุทำกรีน.....	36
	สปริง.....	39
	ชุดอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติควบคุมระบบวาล์วลม.....	46
	การออกแบบและการสร้างฯวิธีการ	46
	สมรรถนะ ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ.....	47
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	49
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	51
	ศึกษารายละเอียด.....	52
	ออกแบบที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ.....	53
	การสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ.....	54
	การทดสอบปรับปรุงสมรรถนะ	55
	การวิเคราะห์ข้อมูล	56

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	58
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	65
อภิปรายผล.....	68
ข้อเสนอแนะ	70
บรรณานุกรม.....	72
ภาคผนวก.....	73
ภาคผนวก ก ภาพเขียนแบบที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟ.....	74
ภาคผนวก ข ลำดับขั้นตอนในการสร้าง.....	82
ภาคผนวก ค แบบประเมินสมรรถนะที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟ.....	91
ภาคผนวก ง คู่มือการใช้ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้.....	96
ภาคผนวก จ หนังสือขอความอนุเคราะห์เพื่อพัฒนาเครื่องมือวิจัย.....	106
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	118

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงความต้านแรงดึงต่ำสุดและเปอร์เซ็นต์แรงยึด.....	27
2	คุณสมบัติของลวดสปริง.....	40
3	ตารางความเค้นชั้นต้นของสปริงชนิดแบบดึง.....	45
4	แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล ผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญประเมิน ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ ในภาพรวม.....	59
5	แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบนัยสำคัญของข้อมูล ประเมิน ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ ในภาพรวม.....	60
6	แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างของข้อมูล ประเมินที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ ในภาพรวม.....	60
7	แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญประเมินสมรรถนะ ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ ด้านการติดตั้ง.....	61
8	แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญประเมินสมรรถนะ ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ ด้านกายภาพ.....	62
9	แสดงค่าเฉลี่ยและ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญประเมินสมรรถนะ ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน.....	63
10	ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ.....	64

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงวิธีการจับกริฟ.....	7
2 แสดงการพัตต์ลูกที่อยู่ไกลหลุม.....	8
3 แสดงการพัตต์ลูกใกล้หลุม.....	9
4 แสดงรูปพัตเตอร์และแนวการตี.....	10
5 วิธีการเล็งการพัตต์ระยะใกล้.....	11
6 การฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้.....	11
7 การพัตต์ระยะใกล้ บนพื้นที่ลาดลง.....	12
8 วิธีการพัตต์ในแนวพื้นที่ลาดเอียง.....	13
9 การซ้อมพัตต์ระยะใกล้โดยวางไม้กอล์ฟ 2 อัน ขนานกันไว้.....	14
10 ซ้อมพัตต์ระยะใกล้ เป็นวงกลม รอบหลุม.....	14
11 การพัตต์ลงเนิน.....	16
12 การพัตต์ขึ้นเนิน.....	17
13 การนั่งดูความลาดชันของกรีน.....	18
14 วิธีพับขอบลิ้ง เพื่อดูความชันของกรีน.....	19
15 แสดงแรงที่กระทำในคาน.....	20
16 แสดงการรองรับแรงสมการสมดุลย์.....	20
17 แรงกระทำ ณ จุดต่างๆ.....	21
18 ลักษณะการเอียงแนวของเพลลา.....	24
19 Bonded rubber disc couplings.....	25
20 การเชื่อมไฟฟ้า.....	26
21 รอยเชื่อมชนิดต่างๆ.....	26
22 แผนภูมิแสดงการอ่านค่าความดันแบบต่างๆ.....	28
23 ถังเก็บลมอัดแบบต่างๆ.....	29
24 อุปกรณ์เกจวัดความดัน.....	30
25 ภาพตัดของวาล์ว.....	32
26 วงจรควบคุมลูกสูบชนิดทำงานทางเดียว.....	33
27 วงจรควบคุมลูกสูบชนิดทำงานสองทาง.....	33
28 วงจรควบคุมลูกสูบชนิดทำงานสองทาง.....	34
29 วงจรควบคุมลูกสูบชนิดทำงานทางเดียว โดยใช้ระบบ Self-holding.....	34
30 วงจรควบคุมระบบนิวแมติกส์สำหรับที่พัตต์กอล์ฟแบบปรับระดับได้.....	35
31 กำมะถันยัดเหนียวให้โมเลกุลลูกโซ่ยึดเกาะกันแน่น.....	38
32 วัสดุ PE โพลีไอโซพรีนใช้ทำกรีน.....	38
33 สปริงชด.....	41
34 การยืดหดของลวดสปริง.....	42

บัญชีภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
35 ปลายสปริงขดรับแรงกด.....	43
36 ระยะยุบตัวของสปริงขด	43
37 สปริงขดแบบดึงและขดชนิดต่าง ๆ.....	44
38 สปริงขดแบบดึงซึ่งมีขดกลมในแนวศูนย์กลางขด	45
39 ระบบควบคุมวาล์วลมอัดโนมิติ 20 ตำแหน่ง.....	46
40 ลำดับขั้นตอนในการออกแบบและสร้าง.....	51
41 ลำดับขั้นตอนในการวิจัย	54
42 ขั้นตอนประกอบโครงสร้าง ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ	81
43 ขั้นตอนประกอบชุดรองรับน้ำหนักของกรีน.....	83
44 ประกอบกระบอกลูกสองทาง ปรับระดับขึ้นและลง	84
45 ประกอบข้อต่ออิสระประกอบกับโครงสร้าง	84
46 ท่อลำเลียงลูกกอล์ฟกลับอาคารรองรับ	85
47 หลุมกอล์ฟปรับระดับรอบปากหลุม.....	85
48 เชื่อมยึดชุดสปริงดึงกลับของกรีน	86
49 ขั้นตอนการเย็บประกอบหุ้ยึดกับกรีน	86
50 การป้อนโปรแกรมเข้าหน่วยความจำควบคุม.....	87
51 การติดตั้งหน่วยความจำ กับตู้ควบคุม	87
52 อุปกรณ์ร่วมวงจรควบคุม.....	88
53 ชุดป้อนคำสั่งในการทำงาน.....	88
54 การติดตั้งประกอบสายควบคุมระบบลม	89
55 ประกอบผิวกรีน	89
56 การทดสอบความเร็วของกรีน	90
57 ภาพรวมของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ฯ	90

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

กีฬากอล์ฟเริ่มเป็นที่รู้จักกันในประเทศไทย ในคริสต์ศตวรรษที่ 20 โดยนักกอล์ฟชาวต่างประเทศในประเทศไทย และประชาชนคนไทยที่ได้รับการศึกษาจากประเทศตะวันตก โดยมีการสร้างสนามกอล์ฟขึ้นแห่งแรกที่ราชกรีฑาสโมสร ราชตฤณมัยสมาคมและที่พระราชวังจิตรลดา เมื่อปีพุทธศักราช 2463 สนามกอล์ฟที่เป็นสัดส่วนแห่งแรกของประเทศไทยได้จัดขึ้นตามพระราชกฤษฎีกาของพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว ในระหว่างที่กำลังมีการก่อสร้างโรงแรมรถไฟ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 7 ได้ทรงย้ายถึงสนามกอล์ฟซึ่งควรรวมอยู่ในการก่อสร้างครั้งนั้นด้วย พระองค์ทรงเริ่มสนพระทัยกีฬากอล์ฟในระหว่างที่พระองค์ทรงศึกษา ณ โรงเรียนทหารในสกอตแลนด์ ประเทศอังกฤษ นอกจากนั้นแล้วท่านยังได้ทรงแนะนำแนวทางความสนพระทัยในทางกีฬานี้มายังสมเด็จพระนางเจ้ารำไพพรรณี พระบรมราชินีนาถด้วย ซึ่งเป็นแรงบันดาลใจให้นักกอล์ฟไทยปฏิบัติตามเบื้องพระยุคลบาทในกีฬากอล์ฟนี้ขึ้นอีกมาก (สัตยาพร ดันเต็มทรัพย์ . 2538 :75)

ในการเล่นกีฬากอล์ฟนั้น แต่ละสนามในแต่ละหลุมจะมีความยากง่ายและอุปสรรคแตกต่างกันออกไป การเล่นในแต่ละครั้งต้องเริ่มเล่นตีลูกจากแท่นที่ออฟโดยใช้หัวไม้หรือเหล็กตีตามระยะที่ต้องการไปที่หลุมเป็นเป้าหมายสุดท้าย ในการเล่นแต่ละหลุมนั้นจะมีการผ่านอุปสรรคต่าง ๆ มากมายทั้งระยะทางที่ใกล้หรือระยะทางไกลจากแท่นที่ออฟถึงหลุม อาจจะมีระยะตั้งแต่ 95 หลา ถึง 612 หลา และในระหว่างทางจากแท่นที่ออฟถึงหลุมก็จะมีอุปสรรคในการเล่น เช่น ความแคบและโค้งของแฟร์เวย์ ต้นไม้ เนินดิน ปอน้ำ ทิศทางลม หลุมทรายและอุปสรรคสำคัญที่สุด คือบริเวณพื้นที่บนกรีนรอบ ๆ หลุมซึ่งมีขนาดพื้นที่ตั้งแต่ 125 ตารางฟุตขึ้นไป อุปสรรคบริเวณพื้นที่บนกรีนเช่น ระดับพื้นดินของกรีนที่ไม่เท่ากันมีความต่างระดับเป็นคลื่นหลากหลายกันและความลาดชันของกรีนรวมถึงมุมความลาดชันของเนินกรีนบริเวณปากรอบหลุม ซึ่งอุปสรรคนี้ทำให้นักกอล์ฟใช้จำนวนครั้งในการพัตต์ เล่นลูกบนกรีนรอบหลุมนั้น บางท่านต้องใช้ความพยายามถึง 2 ถึง 3 ครั้งที่จะทำให้ลูกกอล์ฟลงหลุม จึงทำให้เสียแต้มคะแนนเพิ่มมากขึ้น ฮาเวีย ครูกอล์ฟให้เหตุผลเปรียบเทียบว่าเวลาออกรอบ 18 หลุมนั้น “ เราใช้หัวไม้ตีแค่ 14 ครั้ง แต่ในวันเดียวกันเราต้องใช้พัตเตอร์หรือการพัตต์ตีลูกถึง 30 ครั้งหรือมากกว่านั้นในการเล่น 18 หลุม ” (พิชญ์ นิลกลัด. 2542 :34) การใช้พัตเตอร์ในการเล่นพื้นที่บนกรีนรอบหลุมนั้น ต้องใช้ทักษะการเล่นด้วยความชำนาญและความรู้สึกซึ่งมาจากการได้ฝึกฝนบ่อยครั้งและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องจนเกิดเป็นความชำนาญ จึงจะทำให้ท่านนักกอล์ฟประสบผลสำเร็จในการเล่นลูกบนกรีนต่อไป

จากการขาดความชำนาญและการฝึกซ้อมในการใช้พัตเตอร์หรือการพัตต์ตีลูกนั้น การเล่นพื้นที่บนกรีนรอบ ๆ หลุมนั้นจึงมีการเริ่มแก้ไขฝึกฝนโดยประยุกต์ใช้พรมปูพื้นภายในบ้านซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับผิวของกรีนพอสมควรมาทดลองซ้อมฝึกฝนภายในบ้าน ซึ่งได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากสภาพกรีนจริงมีอุปสรรคมาก จึงมีการปรับปรุงโดยมีผู้ผลิตคิดค้นใช้พรมการซ้อมพัตต์แบบทางขึ้นเนินอย่างเดียวไม่มีมุมลาดชันของเนินกรีนบริเวณปากรอบหลุม โดยยกระดับสูงต่างจากพื้นประมาณ 10 เซนติเมตร มีระยะทางการพัตต์ใกล้ประมาณ 5 ฟุต เคลื่อนย้ายได้ ซึ่งลักษณะนี้ผู้ผลิตสร้างขึ้นก็ยังไม่ได้ใกล้เคียงกับสภาพอุปสรรคกรีนจริง จึงทำให้ความรู้สึกในการซ้อมพัตต์ไม่เป็นไปตามลักษณะจริงดังจะเห็นอุปกรณ์การซ้อมโดยทั่วไปได้ตามแหล่งขายอุปกรณ์กอล์ฟต่าง ๆ นักกอล์ฟบางท่านที่มีเงินทุนมากอาจจะแก้ไขปัญหานี้โดยการสร้างกรีนและหลุมซ้อมพัตต์ในพื้นที่สนามหญ้าจริงภายในบริเวณที่พักอาศัยในลักษณะนี้จะมีข้อดีคือเป็นการซ้อมที่เสมือนจริงมากที่สุดแต่ไม่สามารถปรับระดับความชันความลาดเอียงของ

กรีนและมุมลาดชันของบริเวณป่ารอบๆหลุม ในลักษณะที่หลากหลายแตกต่างกันหลายระดับได้ และข้อเสียคือมีค่าใช้จ่ายในการสร้างแพง และต้องมีการบำรุงรักษาที่ยั่งยืน

จากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะแก้ไขปัญหาด้วยการออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ ซึ่งจะสามารถปรับระดับความลาดชันความเอียงรวมถึงมุมลาดชันของเนินกรีนใกล้ปากหลุมได้ เพื่อรองรับแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในการฝึกซ้อม ซึ่งออกแบบให้ได้รับความรู้สึกใกล้เคียงกับอุปสรรคของจริงมากที่สุดและสามารถปรับระดับความลาดชันความเอียงพื้นที่ภายในกรีนตามต้องการ โดยทำการเลียนแบบจำลององศาความลาดชันของพื้นที่บนกรีนจากสนามกอล์ฟจริงในสถานที่ต่างๆ จะช่วยให้การพัฒนามีการพัฒนาขึ้น จากการได้ฝึกซ้อมแบบปรับระดับได้ ที่มีความใกล้เคียงกับสภาวะจริง โดยการออกแบบในการสร้างครั้งนี้ จะใช้ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมและนำเทคโนโลยีที่มีอยู่มาพัฒนาปรับปรุงประยุกต์ใช้ ในการออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อม ซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ เช่นนำ ระบบวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมกระบอกลมมาใช้เป็นตัวปรับยกระดับความลาดชันความเอียงของที่ฝึกซ้อมฯ และนำถุงลมต่อรวมกับวงจรนิวแมติกส์ มาใช้ในการสร้างลูกเนินของกรีน เป็นต้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้
2. เพื่อประเมินสมรรถนะของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ โดยสามารถปรับระดับความชันความลาดเอียงของที่ฝึกซ้อมฯ ในลักษณะของระดับที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดทักษะเพิ่มความชำนาญในการพัตต์ และเป็นต้นแบบในการสร้างเพื่อนำไปฝึกซ้อมต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ โดยกำหนดขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1. ขอบเขตเนื้อหา

- 1.1 สร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ มีขนาดพื้นที่ฝึกซ้อม ในการฝึกซ้อมกว้าง 80 ซม. ยาว 280 ซม.
- 1.2 สร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ มีหลุมกอล์ฟฝึกซ้อมจำนวน 1 หลุม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหลุม 8 ซม.
- 1.3 จุดวางลูกในเริ่มต้นการพัตต์จำนวน 3 จุด
- 1.4 วัสดุที่ใช้ทำเป็นผิวกรีนทำจากแผ่นยางยืดโฟทิสีน-พีอีความหนา 2.5 มม. อัดปูผิวด้วยพรมหญ้าเทียมขนสั้นสีเขียว

1.5 วัสดุที่ใช้ทำเป็นโครงสร้างทำจาก เหล็กผสมอลูมิเนียม มีความแข็งแรงรองรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 120 กิโลกรัม โดยกำหนดจากการคำนวณหาโครงสร้างในเอกสารและงานวิจัยฯ

1.6 มีรางรองรับลูกที่ตกกรีนบริเวณรอบที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้

1.7 ระบบควบคุมการปรับระดับของที่ฝึกซ้อมฯ ใช้ โปรแกรมสำเร็จรูปทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ควบคุมการทำงาน รวมถึงปรับตั้งการทำงานได้ตามโปรแกรมที่กำหนด

1.8 ใช้ถุงลมในการปรับระดับลูกเนินจำนวน 10 ตำแหน่ง โดยกำหนดจากขนาดพื้นที่โดยรวมของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ฯ

1.9 มีความปลอดภัยในการใช้งาน

1.10 ประเมินสมรรถนะโดยผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญประเมินสมรรถนะในด้าน ต่าง ๆ เช่น ในด้านการติดตั้ง ด้านกายภาพ ด้านการบำรุงรักษา ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน ในการปรับระดับต่างๆ ได้หลากหลายระดับ

1.11 สามารถปรับตั้งโปรแกรมเปลี่ยนระดับของที่ฝึกซ้อมฯ ได้อัตโนมัติที่ผู้ควบคุมโดยสามารถปรับเปลี่ยนโปรแกรม โดยแยกการปรับเปลี่ยนได้ดังนี้

1.11.1 ปรับระดับความชันของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 15 องศา

1.11.2 ปรับระดับความลาดของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 15 องศา

1.11.3 ปรับระดับความลาดเอียงซ้าย-ขวาของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 25 องศา

1.11.4 ปรับระดับสร้างลูกเนินขึ้น-ลงของที่ฝึกซ้อมฯ ได้ 10 ตำแหน่ง

1.11.5 ปรับระดับองศาของปากหลุม ได้ทุกทิศทางรอบตัวเอง โดยใช้มือหมุน

2. ตัวแปรที่ศึกษาของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ ในการวิจัยครั้งนี้ประเมินสมรรถนะในด้านต่างๆ ดังนี้

2.1 ด้านการติดตั้ง

2.2 ด้านกายภาพ

2.3 ด้านการบำรุงรักษา

2.4 ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน

2.4.1 ปรับระดับความชันของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 15 องศา

2.4.2 ปรับระดับความลาดของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 15 องศา

2.4.3 ปรับระดับความลาดเอียงซ้าย-ขวาของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 25 องศา

2.4.4 การปรับระดับสร้างเนินขึ้น-ลงต่างๆ ของที่ฝึกซ้อมฯ ได้ 10 ตำแหน่ง

2.4.5 การปรับระดับองศาของปากหลุมได้ทุกทิศทางรอบตัวเองด้วยมือหมุน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การออกแบบ

หมายถึง การกำหนดลักษณะของวัสดุอุปกรณ์ที่มีความสัมพันธ์ และเหมาะสมกับการใช้งานตามหลัก การออกแบบ เพื่อให้สามารถใช้ในการสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

2. การสร้าง

หมายถึง การทำและประกอบวัสดุอุปกรณ์ต่างๆเพื่อให้ได้ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับ ระดับได้

3. ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

หมายถึง อุปกรณ์ที่ออกแบบและสร้าง เพื่อฝึกซ้อมการพัตต์ลูกกอล์ฟในระยะใกล้ ตั้งแต่ระยะ 3 ฟุต ถึง 8 ฟุต โดยสร้างอุปสรรคความลาดชันของที่ฝึกซ้อมและเนินลักษณะที่แตกต่างกันหลายระดับ ตามโปรแกรมที่ตั้งไว้

4. สมรรถนะของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

หมายถึง ความเหมาะสมในการใช้งานของที่ฝึกซ้อมฯในลักษณะแต่ละด้าน ที่แตกต่างกันและสามารถแบ่ง กลุ่มประเมินสมรรถนะของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ โดยทำการประเมิน สมรรถนะด้าน ต่างๆ ดังต่อไปนี้คือ

4.1 ด้านการติดตั้ง

หมายถึง การเตรียมที่หรือที่ตั้งและการดำเนินการในช่วงการใช้งานสามารถทำได้รวดเร็ว ไม่ใช้ เวลามาก ทุกขั้นตอนในการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 ด้านกายภาพ

หมายถึง ขนาดที่ฝึกซ้อมมีขนาดเหมาะสมสวยงาม ชั้นส่วนทุกชั้นมีรูปร่างลักษณะแยกชั้นส่วน ประกอบได้ใช้วัสดุภายในประเทศสามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาด ราคาไม่แพง แข็งแรง ปลอดภัยในขณะการใช้งาน

4.3 ด้านการบำรุงรักษา

หมายถึง การตรวจและซ่อมแซมทั้งก่อนและหลังการใช้งาน การปฏิบัติการซ่อมบำรุงทำได้อย่าง เหมาะสม เมื่ออุปกรณ์ชำรุดสามารถซ่อมได้ง่าย

4.4 ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน

หมายถึง ผู้ใช้งานสามารถควบคุมที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ ได้เพียงลำพังและปฏิบัติ ศึกษาข้อมูลการใช้งานจากคู่มือได้ด้วยตัวเอง และสามารถปรับระดับได้ตามที่ตั้งไว้

4.4.1 การปรับระดับความชันของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 15 องศา

หมายถึง การปรับสร้างระดับความชันของกรีน ตั้งแต่มุมมองศาระนาบ ปรับระดับขึ้นไปสูงสุด ได้ 15 องศา

4.4.2 การปรับระดับความลาดของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 15 องศา

หมายถึง การปรับสร้างระดับความลาดของกรีน ตั้งแต่มุมมองศาระนาบ ปรับระดับขึ้นไปสูงสุด ได้ 15 องศา

4.4.3 การปรับระดับความลาดเอียงซ้าย-ขวาของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 25 องศา

หมายถึง การปรับสร้างระดับความลาดเอียงซ้ายและขวาของกรีน ตั้งแต่มุมมองศรนาบ ปรับระดับขึ้นไปสูงสุด ได้ 25 องศา

4.3.4 การปรับระดับสร้างเนินขึ้น-ลงของที่ฝึกซ้อมฯ ได้ 10 ตำแหน่ง

หมายถึง การปรับสร้างเนินโดยใช้ระบบถูกลมขยายหรือลดตัวในตำแหน่งได้กรีนเป็นตัว สร้างอุปสรรค ได้ 10 ตำแหน่ง

4.3.5 การปรับระดับองศาของปากหลุม ได้ทุกทิศทางรอบตัวเองด้วยมือหมุน

หมายถึง การปรับระดับโดยใช้อุปกรณ์ทางกลมาใช้เป็นตัวปรับระดับมุมมองศาของปากหลุม ได้ทุกทิศทางด้วยมือ

5. กรีน

หมายถึง บริเวณสนามรอบหลุมที่มีผิวหญ้า ราบเรียบสำหรับการพัตต์

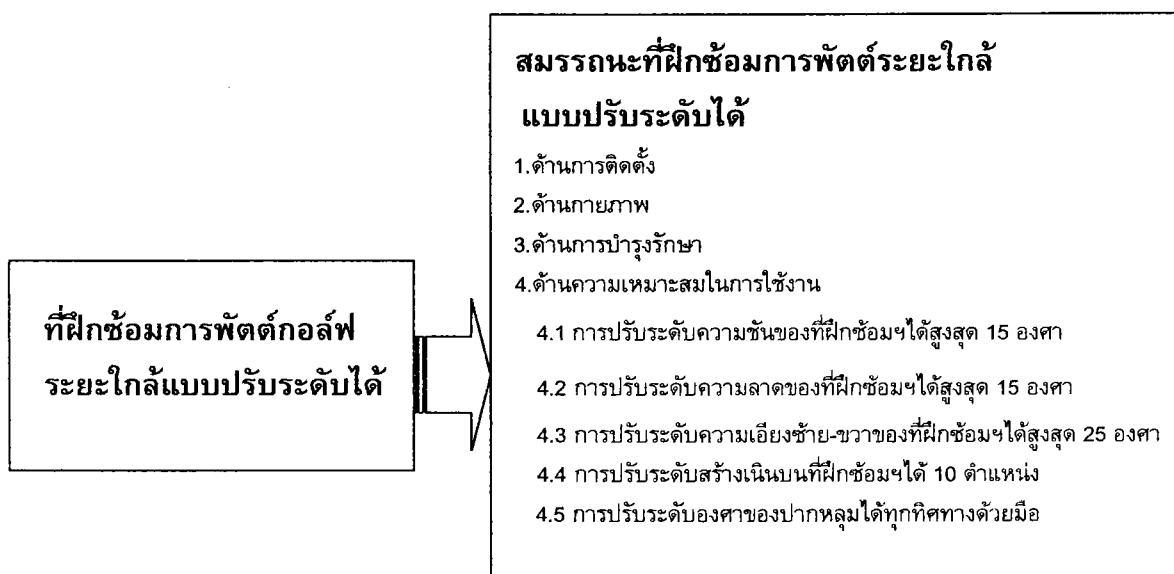
6. พัตต์

หมายถึง การใช้ไม้พัตเตอร์ที่มีหน้าแบนเป็นมุมฉากกับพื้น ตีลูกบนกรีนให้กลิ้งลงหลุม

สมมุติฐานในการวิจัย

ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ ที่ออกแบบและสร้างขึ้นมีสมรรถนะด้านการติดตั้ง ด้านกายภาพ ด้านการบำรุงรักษา ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน อยู่ในเกณฑ์ ดี

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ ในครั้งนี้เพื่อให้มีข้อมูลพื้นฐานและหลักวิชาการเพื่อสนับสนุนการวิจัยและอภิปรายผล ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ โดยแยกหัวข้อไว้ดังนี้

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหลักการเล่น สภาพจริงและฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟ
 - 1.1 วิธีการพัตต์กอล์ฟ
 - 1.2 การฝึกซ้อมพัตต์กอล์ฟ ระยะใกล้
 - 1.3 การฝึกซ้อมพัตต์กอล์ฟ ระยะใกล้ ขึ้นเนิน-ลงเนิน
 - 1.4 การอ่านกรีน
 - 1.5 อุปกรณ์ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟที่มีอยู่ในปัจจุบัน
2. การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้
 - 2.1 โครงสร้างของเครื่อง
 - 2.2 ข้อต่ออิสระ
 - 2.3 รอยเชื่อมของโครงสร้าง
 - 2.4 ระบบลมและลิ้นควบคุมถุงลม กระบอกลม
 - 2.5 วัสดุถุงลม
 - 2.6 วัสดุทำกรีน
 - 2.7 สปริง
 - 2.8 ชุดอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติควบคุมการทำงานของเครื่อง
 - 2.9 สรุปรายละเอียดการออกแบบและสร้างของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ
3. การประเมินสมรรถนะที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้
 - 3.1 ด้านการติดตั้ง
 - 3.2 ด้านกายภาพ
 - 3.3 ด้านการบำรุงรักษา
 - 3.4 ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน
 - 3.4.1 การปรับระดับความชันของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 15 องศา
 - 3.4.2 การปรับระดับความลาดของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 15 องศา
 - 3.4.3 การปรับระดับความลาดเอียงซ้าย-ขวาของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 25 องศา
 - 3.4.4 การปรับระดับสร้างเนินขึ้น-ลงของที่ฝึกซ้อมฯ ได้ 10 ตำแหน่ง
 - 3.4.5 การปรับระดับองศาของปากหลุมได้ทุกทิศทางรอบตัวเองด้วยมือหมุน
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

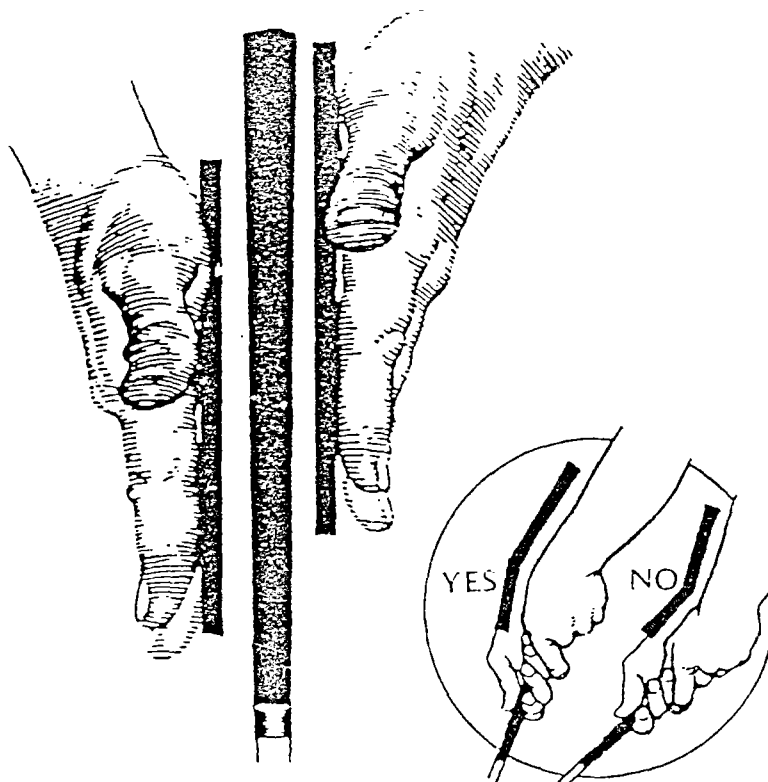
1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหลักการเล่น สภาพจริง และฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟ

1.1 วิธีการพัตต์กอล์ฟ

การพัตต์ไม่ดีไม่แม่นยำส่วนใหญ่จะเกิดจากความกลัวหรือไม่แน่ใจหรือทั้งสองอย่างรวมกัน เวลาอยู่บนกรีนความมุ่งมั่นที่จะเล่นให้ดีที่สุด และมีวิธีการเล่นที่ถูกต้องมีความสำคัญกว่าเวลาที่อยู่บนแท่นทียออฟหรือแฟร์เวย์ หากดีไม่ตีบน แท่นทียออฟหรือแฟร์เวย์ก็ยังสามารถแก้ไขได้ในช็อตต่อไปได้ แต่บนกรีนนั้นถ้าพัตต์พลาดแล้วก็หมายถึงเสีย 1 สโตรคทันที ความมุ่งมั่นและความมั่นใจในการพัตต์เกิดจากวิธีการพัตต์ที่ถูกต้อง ถ้าไม่มีความมั่นใจในการพัตต์ ก็จะไม่รู้ว่าพัตต์ออกไปแล้วลูกจะไปทางไหน และสิ่งสำคัญคือเมื่อลูกอยู่บนกรีนเราต้องใช้พัตเตอร์เท่านั้น ห้ามใช้อุปกรณ์อย่างอื่น เล่นบนกรีน เพราะจะทำให้เกิดความเสียหายกับกรีนได้

1.1.1 วิธีการจับกริฟสำหรับพัตต์

การจับกริฟสำหรับพัตต์นั้นมีหลายรูปแบบ ซึ่งไม่สามารถบอกได้ว่าแบบไหนดีแบบไหนไม่ดี เพราะยอดนักพัตต์แต่ละคนมีสไตล์การจับกริฟไม่เหมือนกันแต่ทุกคนพัตต์ได้ดี ดังนั้นจึงเป็นเรื่องที่จะต้องทดลองใช้วิธีจับกริฟสำหรับการพัตต์แบบต่าง ๆ เพื่อค้นหาว่าการจับกริฟแบบไหนทำให้เกิดความสบายและสโตรคลูกได้ดีซ้ำ ๆ กัน ฉะนั้นจึงขอแนะนำการจับกริฟพัตเตอร์แบบหนึ่งคือ การจับกริฟแบบบริเวอร์ส โอเวอร์แล็ป โดยให้ฝ่ามือซ้ายขนานกับฝ่ามือขวาและนิ้วหัวแม่มือทั้งสองข้างทาบตามความยาวของกริฟ หลังมือซ้ายตั้งฉากกับเป้าหมายนิ้วชี้ของมือซ้ายทาบทับนิ้วนางและนิ้วก้อยขวา มีโอกาสผิดพลาดน้อยที่สุดไม่ว่าจะพัตต์ไกลหรือใกล้ในสถานการณ์แบบใด (ชัยการณ์ ทะสุวรรณ.2540 : 52)

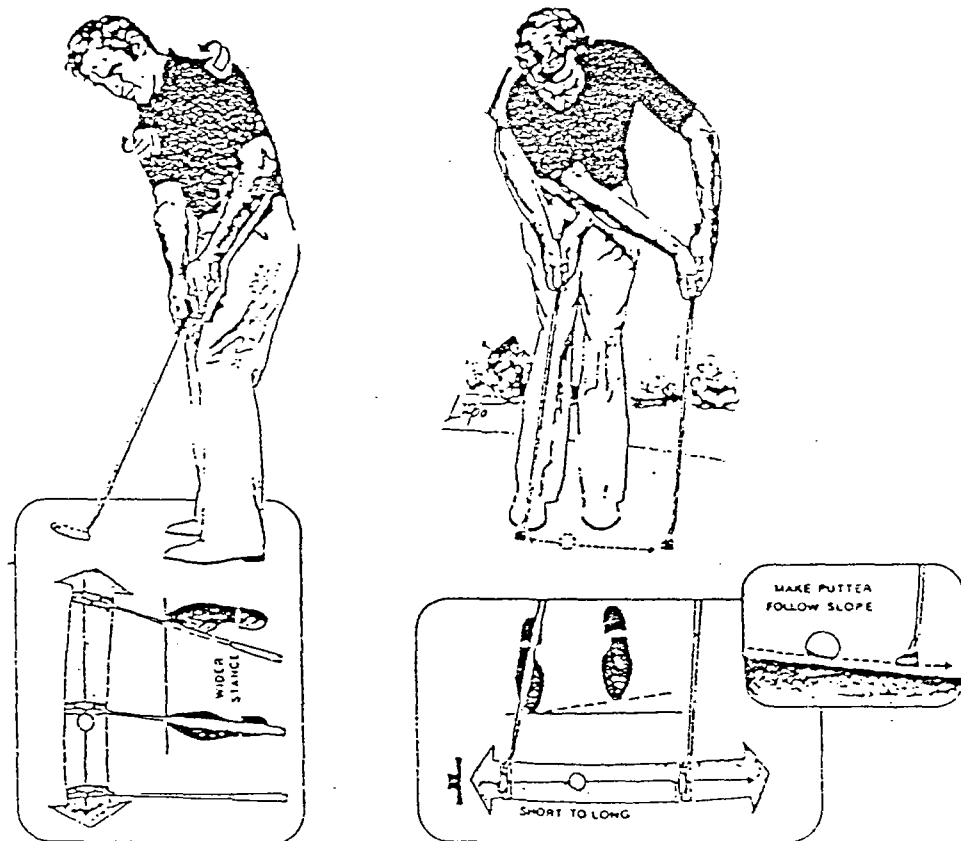


ภาพประกอบ 1 แสดงวิธีการจับกริฟ

(ชัยการณ์ ทะสุวรรณ.2540 : 52)

1.1.2 วิธีการพัตต์กอล์ฟระยะไกล

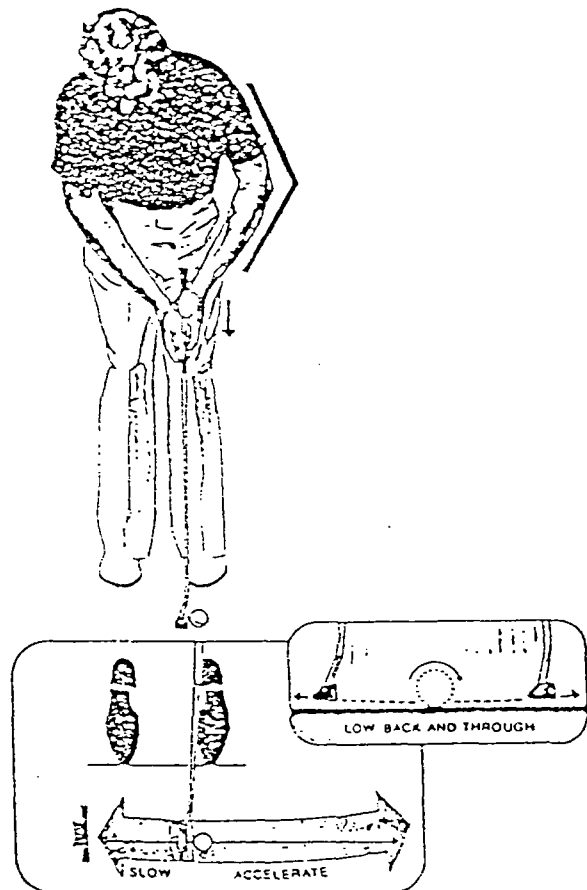
การพัตต์ลูกในระยะไกลหลุมจะต้องเพิ่มระยะของสวิงให้ยาวขึ้น เพราะการเพิ่มระยะแบ็คสวิงช่วยให้มีการสวิงสม่ำเสมอ ดังนั้นการยืนจะต้องให้ตัวตรงมากกว่าปกติโดยงอเข่าเล็กน้อย งอเอวโค้งไปทางด้านหน้า และจับด้ามไม้พัตต์ตอนบนสุด การพัตต์จะต้องให้หน้าไม้พัตต์ถูกลูกอย่างเนียนคม ดังนั้นจึงต้องใช้แขนและไหล่มากแต่ใช้ข้อมือให้น้อย ให้แขนอยู่ห่างจากลำขาและให้ลูกอยู่ในแนวสันเท้าซ้าย ทำยืนจะยืนให้กว้างขึ้นหน่อยจะช่วยให้มีความสมดุลและควบคุมตัวได้ดีขึ้น ทำให้สามารถดึงแบ็คสวิงได้เพิ่มขึ้นและหัวไม้พัตต์ลอยต่ำอยู่ในระดับเดิมตลอดการพัตต์ ตอนแบ็คสวิงจะต้องให้หัวไม้พัตต์อยู่ด้านใน และจะต้องให้มือ แขนและไม้พัตต์เคลื่อนไหวเป็นชิ้นเดียวกัน ตอนเคาะและส่งตามลูกไปต้องเคลื่อนไหวเป็นชิ้นเดียวกันโดยให้ข้อศอกซ้ายและมือซ้ายเป็นตัวนำในการตีผ่านลูกตรงไปยังหลุมเมื่อจบวงสวิงจะพบว่าข้อศอกซ้ายและมือซ้ายยกสูงขึ้น(ชัยการณ ทัศวรรณ.2540 : 56)



ภาพประกอบ 2 แสดงการพัตต์ลูกที่อยู่ไกลหลุม
(ชัยการณ ทัศวรรณ.2540 : 56)

1.1.3 วิธีการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้

การจรดไม้พัตต์ให้จับไม้ต่ำลงไปหน่อยและยืนให้เท้าห่างกันเพียงเล็กน้อย ข้อศอกซ้ายชี้ไปที่หลุมเพื่อไม่ให้ข้อมือทำงานและเพื่อให้หน้าไม้สแควร์กับแนวเส้นเล็งตลอดเวลา ตำแหน่งของข้อศอกซ้ายที่อยู่ในลักษณะนี้ยังช่วยให้หน้าไม้พัตต์อยู่ในระดับพื้นดินตลอดเวลาที่สวิงไม้พัตต์ด้วย ดังนั้นก่อนที่จะทำการพัตต์จริงควรซ้อมพัตต์ลมเสียก่อน โดยวิธีหลังสันต้นยาวสัก 2-3 ครั้งจะช่วยพัตต์ตอนจริงได้มาก และพยายามให้หน้าไม้พัตต์มีอัตราเร่งความเร็วขณะที่ส่งตามลูกไปอย่างนุ่มนวลด้วยมือทั้งสอง อย่าพยายามบังคับทิศทางของหัวไม้เมื่อพร้อมจึงทำการพัตต์ลูกไปยังเป้าหมายที่ตั้งใจไว้ (ชัยการณั ทะสุวรรณ.2540 : 56-57)



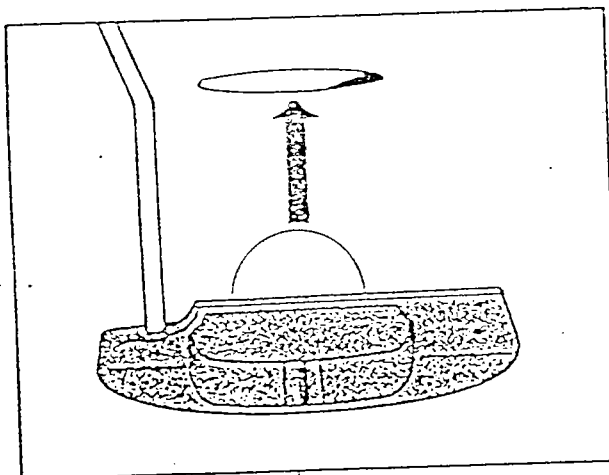
ภาพประกอบ 3 แสดงการพัตต์ลูกใกล้หลุม
(ชัยการณั ทะสุวรรณ.2540 : 57)

1.1.4 การเล็งพัตระยะใกล้

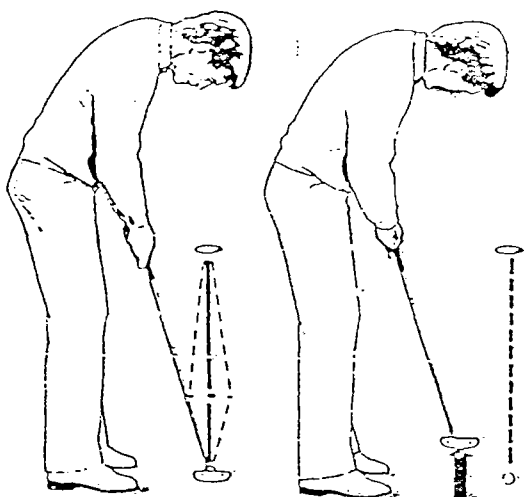
การพัตระยะใกล้ผิดพลาดมักเกิดจากการเล็งไม่ดีการให้หน้าไม้มีทิศทางไปในเป้าหมายสำคัญมากและไม่จะต้องแบนติดพื้นไม้ไขให้ลอยขึ้นพัตเตอร์ที่มีด้านหลังกว้างและมีแนวเส้นหลายเส้นจะช่วยให้เล็งได้ง่ายขึ้น

การมองหาแนวเส้นเล็งที่เป้าหมายได้ง่ายกว่าการเล็งที่หน้าไม้จับที่จุดนี้แล้วทดสอบจากด้านหลังตรวจสอบตามขั้นตอนต่อไปนี้ก่อน

- ดาต้องอยู่ที่ลูกกอล์ฟ ถ้าไม่อยู่ที่ลูกคุณอาจเล็งไปทางซ้าย
- มองหาแนวเส้นในการตี โดยลองเอาลูกบอลวางห่างจากหลุมสัก 6 ฟุต และวางเหรียญไว้ให้อยู่ในแนวเส้น ห่างจากลูกบอลประมาณ 18 นิ้วไปทางด้านหน้าและมองดูแนวนี้ จากด้านหลังของลูก ในขณะที่แอดเดรสลองดูจุดทั้ง 3 คือ ลูก เหรียญ และหลุมว่าอยู่ในแนวหรือไม่ ถ้าอยู่แสดงว่าใช้ได้ แต่ถ้าไม่ใช่ แสดงว่าคุณเล็งไม่ดีอาจเป็นเพราะสายตามเอียง ลองซ้อมทำเช่นนี้จนชำนาญ (วัลลี วัชรกร.2536 : 78)



ภาพประกอบ 4 แสดงรูปพัตเตอร์และแนวการตี
(วัลลี วัชรกร.2536 : 78)



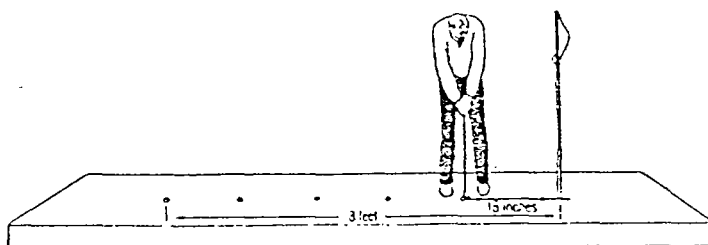
ภาพประกอบ 5 วิธีการเล็งการพัตต์ระยะใกล้

(วัลลี วัชรกร.2536 : 79)

1.2 การฝึกซ้อมการพัตต์ระยะใกล้

เหยียดพัตเตอร์เพียงให้เหนือพื้นเท่านั้น ไม่กวาดไปบนหญ้า เล็งไปที่หลังลูกกอล์ฟ การพัตต์ระยะใกล้ขนาด 6 ฟุต คุณจะต้องรู้การเคลื่อนไหวของพัตเตอร์ไปข้างหน้าและข้างหลังให้เป็นเส้นตรงที่สมบูรณ์ แม้ว่าตามความเป็นจริงมันอาจเป็นเส้นโค้ง

การพัตต์ระยะใกล้ อาจเสียไปเพราะรีบเงยหน้ามาดูลูก ให้ศีรษะและตาอยู่หนึ่งจุดจากมุมตาซ้าย และคอยฟังเสียงลูกลงหลุมเป็นวิธีที่ดีที่สุด การทำดังกล่าวยังจะช่วยให้คุณรักษาระดับไหล่ให้แกว่งไปมาอยู่ในแนวเส้นเพื่อให้การพัตต์ของคุณได้ผลดีฝึกหัดพัตต์เป็นประจำวันหน้าไม่ให้สควอร์ระวังตำแหน่งของเท้าเล็งและยกพัตเตอร์ขึ้นเพื่อตรวจสอบว่าคุณจะยกมันอยู่ไม่ได้วางให้ติดกับพื้นแล้วสวิงซ้ำ ๆ อย่างเรียบโดยศีรษะและขาอยู่กับที่ (วัลลี วัชรกร.2536 : 80)



ภาพประกอบ 6 การฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้

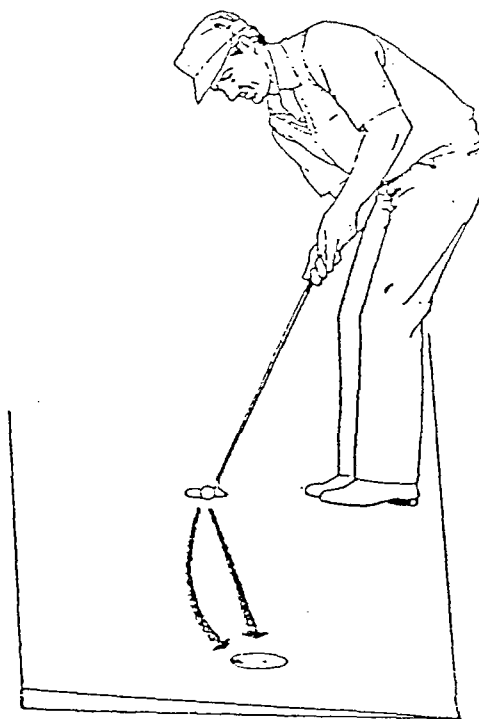
(วัลลี วัชรกร.2536 : 81)

1.2.1 การพัตต์ระยะใกล้และระยะปานกลาง

ในการพัตต์ระยะใกล้ไม่เกิน 8 ฟุต ส่วนใหญ่สำคัญอยู่ที่ทิศทาง การอ่านแนวพัตต์ เล็งถูกต้องและมีสโตรกที่ดี นอกจากนี้ความเร็วอาจมีส่วนด้วย การพัตต์ระยะใกล้บนกรีนที่มีความชันจะต้องอาศัยทั้งแนวเส้นและระยะในแต่ละจุด คุณจะต้องคำนึงถึงการเบรกหรือหยุดไปทางซ้ายหรือขวา พร้อมทั้งคำนึงถึงการตีลูกบอลอย่างมั่นคง ถ้าตีลูกอย่างมั่นคงเพียงใด มันก็จะอยู่ในแนวเส้นได้ดีเพียงนั้น ถ้าคุณค่อย ๆ ตะขำมันจะมีแนวโน้มออกนอกเส้นทาง คุณมีทางเลือกอยู่ 2 อย่าง คือ ตีลูกไปตรง ๆ อย่างกล้าหาญ หรือตีอย่างระมัดระวังแต่ลูกจะโค้ง ลองฝึกทั้งสองอย่าง การซ้อมควรทำให้เหมือนจริงในสนาม

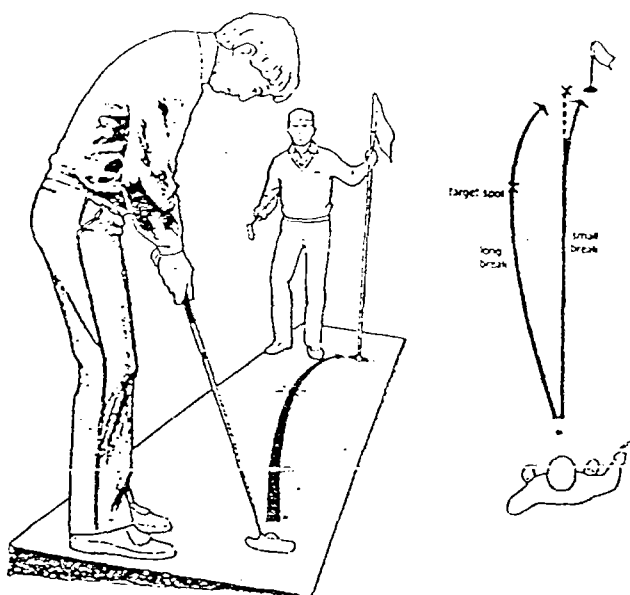
การพัตต์จะต้องพัตต์ให้แรงมั่นคงพอที่จะรักษาแนวเส้นไว้ได้ระยะทางจะจำเป็นในกรณีการพัตต์ระยะใกล้ ในช่วง 8-12 ฟุต คุณจะต้องตีให้แรงพอให้ลูกกลิ้งไปอย่างเรียบ ๆ แต่ไม่แรงเกินไปจนเลยหลุม

นักกอล์ฟมักจะคิดว่าถ้าตีออกนอกแนวเส้น เป็นเพราะโชคไม่ดี หรือไม่ก็ยกความผิดให้กรีน แต่ส่วนใหญ่มักจะเป็นเพราะการตีไม่มั่นคงพอ ในช่วง 3-4 นิ้ว สุดท้ายมันอาจจะโค้งไปเป็นมุมฉากได้บนกรีนที่เรียบ บางครั้งลูกอาจกลิ้งไปนิดหน่อย ตอนนอกจากพัตเตอร์และค่อย ๆ ช้าลง และโค้งไปมา ระยะทางก็สำคัญ เล็งระยะทางให้ใกล้เคียงหากพลาด มักจะกลิ้งเลยไปจากหลุมอีก 1 ฟุตได้ (วัลลี วัชรกร.2536 : 82-83)



ภาพประกอบ 7 การพัตต์ระยะใกล้ บนพื้นที่ลาดลง

(วัลลี วัชรกร.2536 : 83)



ภาพประกอบ 8 วิธีการพัตต์ในแนวพื้นที่ลาดเอียง
(วัลลี วัชรกร.2536 : 84)

1.2.2 การซ้อมพัตต์ระยะใกล้

ในการพัตต์ระยะใกล้คุณควรจะเคลื่อนพัตเตอร์ไปด้านหลังตรงๆโดยตลอดอาจจะเคลื่อนไหล่ทางด้านในได้เล็กน้อยตอนที่ทำแบคสวิง แต่ไม่ควรเคลื่อนออกด้านนอก

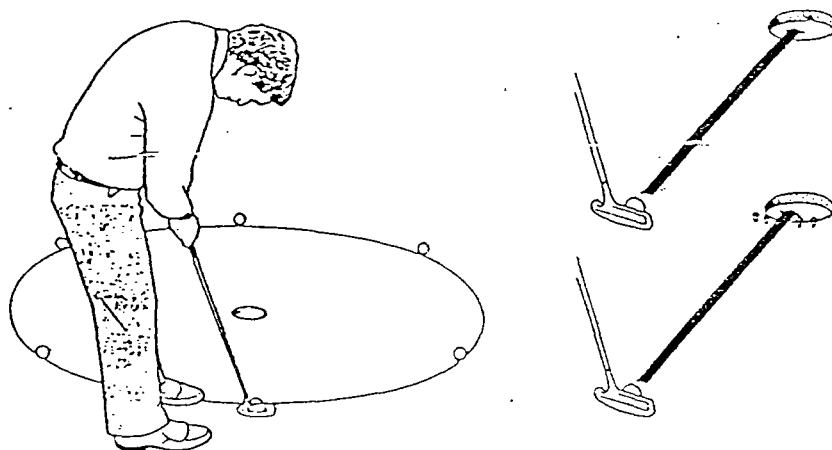
การตรวจว่าพัตเตอร์ของคุณเคลื่อนที่เป็นแนวตรงทำได้โดยการซ้อมกว้างตามแกนของคลับโดยมีแบคสวิงตามแนวเส้นถ้าคุณมีปัญหาถึงพัตเตอร์ออกนอกแนวเส้นในการพัตลงซ้อมตีโดยมีไม้กอล์ฟอีก 2 อัน วางไว้ขนานกับที่พื้น ดังภาพประกอบ 9

การสวิงให้ได้ทิศทางไปทางหลุมโดยการยกพัตเตอร์ขึ้นเล็กน้อยซ้อมโดยการตีลูกที่อยู่ห่างจากหลุม 18 นิ้ว โดยไม่มีแบคสวิง การตีอย่างนี้ไม่ถูก แต่เป็นเพียงการซ้อม ในการซ้อมลงซ้อมในระยะ 3-4 ฟุต คุณควรจะตีลง 100% ถ้าตีในระยะนี้พลาดเป็นเพราะคุณเองไม่ใช่คนอื่นต้องพยายามมากขึ้นซ้อมระยะ 4 ฟุต ให้ได้ 100% การซ้อมอีกวิธีที่ดีคือซ้อมพัตต์ด้วยลูกกอล์ฟ 6 ลูกรอบๆหลุม พยายามให้แต่ละลูกลงหลุมให้ได้ การซ้อมแบบนี้เป็นการฝึกเพื่อพัตต์ข้างๆเนิน (วัลลี วัชรกร.2536 : 90)



ภาพประกอบ 9 การซ้อมพัตต์ระยะใกล้โดยวางไม้กอล์ฟ 2 อัน ขนานกันไว้
(วัลลี วัชรกร.2536 : 90)

ซ้อมการตีแบบกลัดตีโดยเอาที่ไปวางไว้เป็นแนวทางด้านหลังของหลุมและซ้อมตีทำให้หลุมดูใหญ่ขึ้น ซ้อมโดยมีที่ปิดด้านข้างของหลุมทำให้หลุมแคบลงลูกบอลจะลงได้เฉพาะกลางหลุม(วัลลี วัชรกร.2536 : 91)



ภาพประกอบ 10 ซ้อมพัตต์ระยะใกล้ เป็นวงกลม รอบหลุม
(วัลลี วัชรกร.2536 : 91)

1.2.3 สรุปการเล่นและการฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟ

การฝึกหัดการพัตต์ การฝึกไปสักระยะหนึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาการตีลูกอย่างถูกต้องซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ แต่การพยายามเรียนรู้เพื่อควบคุมความเร็วในการพัตต์นั้นอาจเป็นสิ่งที่อันตรายถ้าฝึกฝนมากเกินไปบนกรีนชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะ

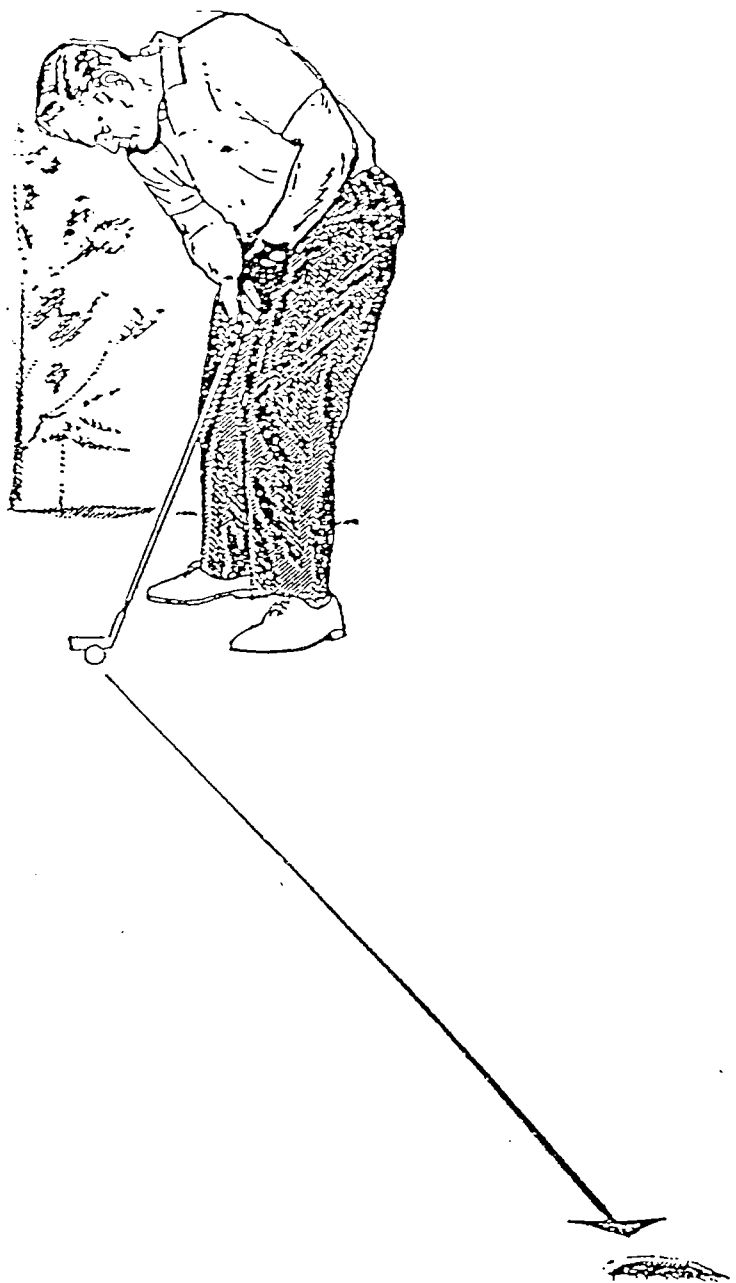
ความเร็วของการเคลื่อนที่บนกรีนจะแตกต่างกันไปตามสนามหนึ่งไปยังอีกสนามหนึ่ง และแม้ว่าคุณจะสามารถฝึกหัดและควบคุมการเคลื่อนที่ของลูกบนกรีนประเภทหนึ่งได้ คุณก็อาจจะต้องเปลี่ยนสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นทั้งหมดสำหรับการตีบนกรีนต่อไป

ดังนั้น “จะฝึกหัดการพัตต์แต่เฉพาะในสนามที่กำลังจะเล่น แต่จะฝึกเพียงเล็กน้อยเท่านั้นเพื่อให้เพียงพอสำหรับการมีความรู้สึก สโตรคนั้นเป็นสิ่งสำคัญที่เป็นหลักและถ้าการตีเกิดไม่ได้ผลดีก็จะใช้เวลากลับไปฝึกหัด แต่เมื่อได้ทีได้ทางแล้วก็จะไม่ฝึกหัดให้มากจนเกินไป” การพัตต์นั้นเป็นเรื่องของการสร้างความรู้สึก ไม่ใช่สิ่งที่จะอาจเกิดขึ้นได้โดยอัตโนมัติ (แจ็ค นิคอลส.2539 : 132)

1.3 การฝึกซ้อมพัตต์กอล์ฟระยะไกลขึ้นเนิน-ลงเนิน

1.3.1 การพัตต์ลงเนิน

การที่ต้องพัตต์ถึงสามครั้งบนกรีนซึ่งหลุมอยู่ต่ำกว่ามักจะเกิดขึ้นจากความกลัวมากยิ่งขึ้นกว่าการที่ลูกได้กลิ้งผ่านหลุมไปไกลที่เกิดขึ้นจริง ๆ สิ่งนี้เองทำให้ผู้เล่นส่วนมากผ่อนการตีให้เบาลงและทำให้ต้องลงเนินอีกครั้งที่สอง สิ่งสำคัญที่สุดก็คือการส่งลูกลงหลุม และการจะทำเช่นนี้ได้ต้องการตีลูกที่หนักแน่นต่อเนื่อง และการตีให้หนักแน่น ได้หมายถึงต้องตีให้แรง โดยธรรมชาติแล้วคุณคงไม่ต้องการพัตต์ที่ลูกกลิ้งผ่านไปอย่างรวดเร็ว แต่การพัตต์ลูกขึ้นเนินให้อยู่ห่างในระยะ 3 ฟุต จากหลุมเป็นการง่ายกว่าการพัตต์ลูกลงเนินให้ห่างจากหลุม 3 ฟุตมาก(แจ็ค นิคอลส.2539 : 128)



ภาพประกอบ 11 การพัตต์ลงเนิน
(แจ๊ค นิกลอส.2539 : 128)

1.3.2 การพัตต์ขึ้นเนิน

การที่ทำให้ลูกวิ่งไปไม่ถึงปากหลุมสำหรับการพัตต์ขึ้นเนินดูเหมือนจะเป็นดราม่าสำหรับการเล่นกอล์ฟ ทั้งที่จริงแล้วมันเป็นการพัตต์ที่ง่ายที่สุด การที่ขอบของปากหลุมด้านหลังอยู่สูงกว่าปากหลุมด้านหน้าย่อมทำให้สามารถเล็งไปหาเป้าหมายได้ชัดเจนยิ่งกว่าปกติ

การที่ลูกจะต้องไต่ขึ้นเป็นมุมเอียงผนวกกับความต้านทานจากแรงดึงดูดย่อมทำให้สามารถตีลูกได้แรงขึ้น ต่อไปนี้คือกฎสำหรับการพัตต์ขึ้นเนิน จะตีลูกให้มั่นคงและแรงพอที่จะเชื่อมั่นได้ว่าลูกจะวิ่งไปถึงหลุมเพราะมีน้อยครั้งเหลือเกินที่ลูกจะวิ่งเลยหลุมไป

(แจ็ก นิคลอส.2539 : 128-129)



ภาพประกอบ 12 การพัตต์ขึ้นเนิน

(แจ็ก นิคลอส.2539 : 129)

1.4 การอ่านกรีน

ขณะที่ตีเข้าสู่กรีน ให้ดูภาพรวมของความชันจำไว้ว่าด้านหลังมักจะสูงกว่าด้านหน้า ถ้ามองกรีนดูเหมือนเรียบ ระวังมันอาจจะค้อย ๆ ลาดลง ถ้าคุณมองขึ้นมักจะเห็นความลาด – ชัน ดังนั้น จึงควรหาจุดที่ต่ำที่สุดของกรีน และมองจากจุดนั้นขึ้นไป ถอยหลังไปจากจุดที่จะพัตต์ เพื่อมองและกะสโลพว่าเป็นการตีขึ้นหรือลง การตีลงบางที่อาจลงตาเพราะเป็นเพียงแนวราบ ถ้าคุณมองสโลพออาจจะผิดได้

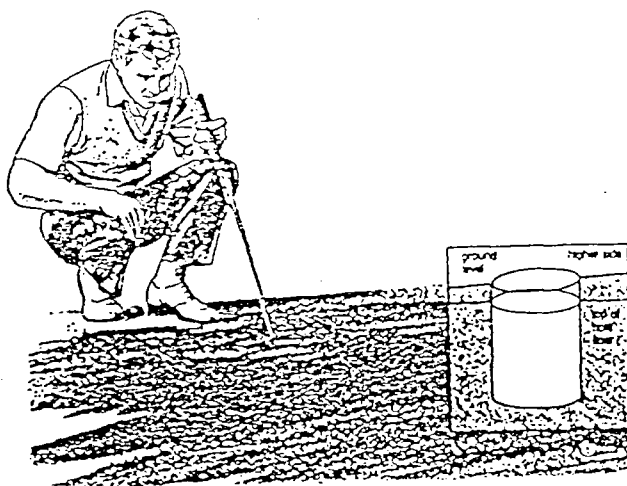
การอ่านกรีนสำหรับการพัตต์ระยะยาวทำได้อย่างรวดเร็วในช่วงที่กำลังจะเข้ากรีนเดินดูรอบๆ ขณะที่คุณจะตีหรือในช่วงที่รอให้เพื่อนพัตต์ ให้อ่านสโลพแทนที่จะดูความผิดปกติของกรีน การฝึกซ้อมจะทำให้คุณ

ชำนาญในสนามที่คุณฝึกแต่นักกอล์ฟจะต้องเล่นในสนามที่ตนเองไม่เคยไปเล่นเลยด้วย ดังนั้น คุณควรจะต้องมองจุดต่อไปนี่(วัลลี วัชรกร.2536 : 86)

1. ถ้ามีดินไม่ใหญ่ จะทำให้กรีนร่มตลอดวัน คาดได้ว่ากรีนจะช้า แต่รากอาจดูดน้ำไปทำให้กรีนเร็วได้เหมือนกัน
2. กรีนบนเนินมักจะแห้งเร็วกรีนจึงเร็วด้วย แต่ถ้ากรีนเป็นแอ่งก็จะชื้นและช้า
3. นักกอล์ฟที่ดีจะศึกษาการเจริญเติบโตของหญ้าบนกรีน ความชื้น ถ้าเวลาค่อนข้างไปทางเย็นกรีนจะชื้นและช้า เพราะหญ้าจะยาวขึ้น
4. ดูเกรนหรือแนวทางการงอกของหญ้า ในช่วงเช้าดูรอยตัดหญ้าด้วย ถ้ารอยตัดหันมาทางคุณ การตีจะช้า ถ้าแนวหญ้าสื่อนการตีจะเร็ว เพราะตีตามรอยของต้นหญ้า
5. ดูลักษณะของเกรน เพราะหญ้าจะขึ้นไปในแนวทางเดียว เวลาตีต้องคำนึงถึงว่าถ้าตีทวนหญ้าก็จะช้า ถ้าตามแนวเส้นหญ้าก็จะเร็ว ถ้าขวางทางแนวหญ้าลูกกอล์ฟก็จะออกนอกแนวเส้น(วัลลี วัชรกร.2536 : 87)

1.4.1 การอ่านกรีนเพื่อพัตต์ระยะใกล้

ดูเรื่องสโลพของกรีนก่อน แล้วจึงค่อย ๆ ดูรายละเอียด จำไว้ว่าความชันและความผิดปกติของกรีนใกล้ ๆ หลุมมีผลต่อความแม่นยำในการพัตต์ของคุณเป็นอย่างมาก ให้ถือว่าการพัตต์ระยะใกล้จะเป็นไปตามสโลพของกรีน ถ้ามีสโลพบนกรีนมากคุณอาจพัตต์ไปอย่างมั่นคง และตรง หรือปล่อยลูกตามสโลพและทำให้ลูกกอล์ฟช้าลง ไม่ว่าคุณจะเลือกแบบใด คุณก็จะต้องเลือกและเล็งและพัตต์ไปตามวิธีปกติ

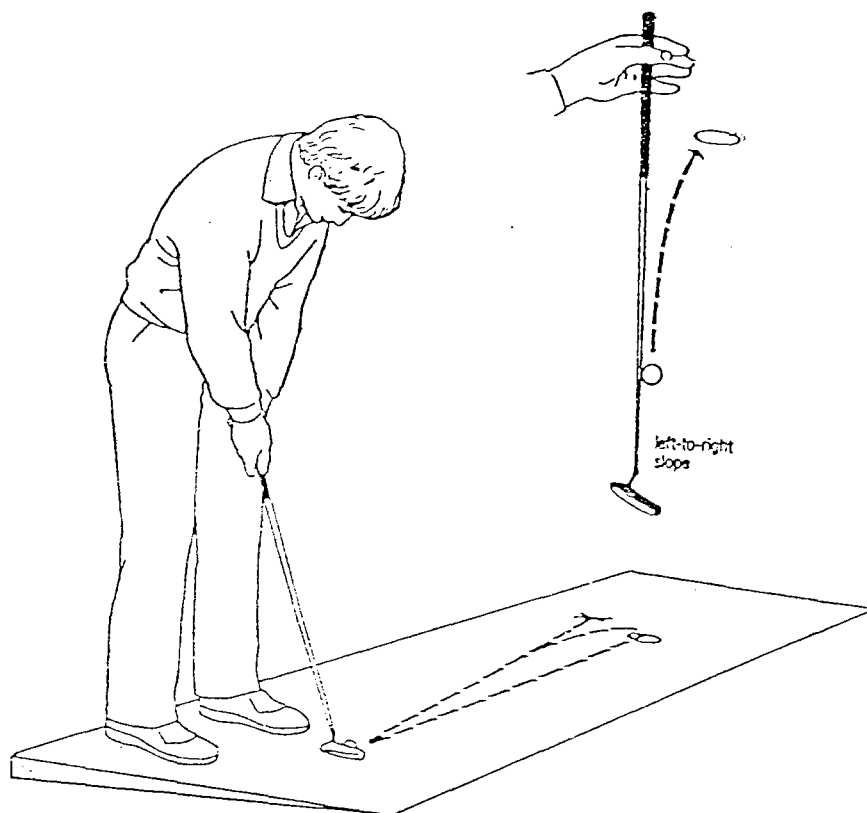


ภาพประกอบ 13 การนั่งดูความลาดชันของกรีน

(วัลลี วัชรกร.2536 : 88)

ลูกจะโค้งถ้าคุณไม่ระวัง โดยเฉพาะในการพัตต์จากซ้ายไปขวา เท้าของคุณจะต้องอยู่ต่ำกว่าลูกกอล์ฟ ทำให้ลูกโค้งได้ง่าย การพัตต์จากซ้ายไปขวา เทคนิคที่ดีอย่างหนึ่งก็คือตีลูกตรงสันของไม้ จะช่วยให้ลูกออกจากทางซ้าย บางคนใช้วิธีพลับ-ขอบบลิ้ง เพื่อดูความชันของกรีน โดยยืนกางขาห่างจากหลุมถือพัตเตอร์ตามรูป

หลังลูกพอดีเล็งไปที่หลุมโดยหลับตามข้างหนึ่ง ถ้าหลุมอยู่ตรงกับชาฟท์มักจะไม่มีควมชัน แต่ถ้าหลุมอยู่ทางขวาของชาฟท์โอกาสที่จะมีเนินจากซ้ายไปขวา หรือขวาไปซ้าย ถ้าหลุมอยู่ทางซ้าย (วัลลี วัชรกร.2536 : 88-89)



ภาพประกอบ 14 วิธีพับขอบลิ้ง เพื่อดูความชันของกรีน
(วัลลี วัชรกร.2536 : 89)

1.5 อุปกรณ์ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟที่มีอยู่ในปัจจุบัน

1.5.1 พรหมเทียมชนิดหนาที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟแบบพรหมเทียมชนิดหนานี้เป็นมีราคาอยู่ในท้องตลาดประมาณ 4,500 บาท ข้อดีมีความสวยงามและพื้นผิวกรีน ราบเรียบมีหลุมฝึกซ้อมจำนวน 1 หลุม ข้อเสียปรับระดับความลาดชัน ความลาดเอียงไม่ได้ ไม่เหมือนของจริง

1.5.2 พรหมเทียมชนิดบางมีทางลาดขึ้นเนิน(ขึ้นอย่างเดียว)ก่อนถึงหลุมประมาณ 20 เซนติเมตร มีราคาอยู่ในท้องตลาดประมาณ 2,500 บาท ข้อดี ขนาดเล็กและเบา ราบเรียบมีหลุมฝึกซ้อมจำนวน 1 หลุม ข้อเสียปรับระดับความลาดชัน ความลาดเอียงไม่ได้ไม่เหมือนของจริง

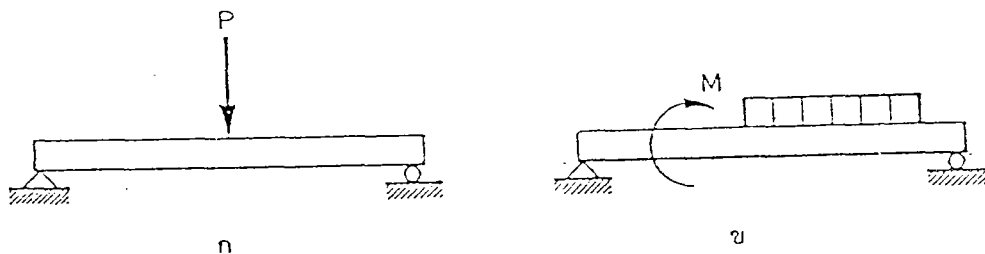
2. การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

ในการออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้แบบปรับระดับได้นั้นมีรายละเอียดที่จะต้องทำการศึกษาดังต่อไปนี้

2.1 โครงสร้างและความเค้นในคาน (Stresses in Beams)

ส่วนของโครงสร้าง ที่มีความยาวด้านหนึ่ง มากกว่าอีกสองด้านที่เหลือนำไปใช้ในการรับแรงที่มีได้กระทำอยู่ในแกนตามด้านยาว เรียกว่า “คาน” ในทางปฏิบัติคำว่า คาน ไม่ได้หมายถึงส่วนของโครงสร้างของตึกรามบ้านช่องเท่านั้น แต่ยังหมายถึงชิ้นส่วนของเครื่องยนต์กลไกต่าง ๆ อีกด้วย ตัวอย่างเช่น เพลากลมที่รับน้ำหนักของพูเลย์และเกียร์ ที่ใช้ในการส่งกำลังเป็นต้นไป ชนิดของคานอาจจะถูกแบ่งออกกว้าง ๆ และ ทางผู้วิจัยได้เลือกลักษณะคานแบบธรรมดา

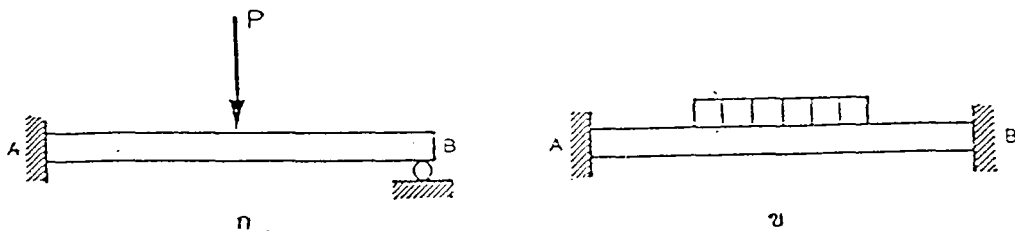
2.1.1 คานธรรมดา (simple beam) คานธรรมดามีคานที่ถูกรองรับ ที่ปลายทั้งสอง ในลักษณะที่ทำให้โมเมนต์ที่ปลายนั้นเป็นศูนย์ (simply supported) หรือ (freely supported) นั่นคือที่ปลายทั้งสองจะไม่มี ความต้านทานต่อการหมุนของปลายหรือคานในขณะที่ยกแรงมากกระทำให้งอโค้ง ภาพประกอบที่ 15 ก. และ ข. แสดงให้เห็นถึงคานธรรมดาซึ่งถูกกระทำด้วย แรงคนละชนิด ให้สังเกตว่า คานชนิดนี้ จะถูกรองรับที่ปลายด้านหนึ่งด้วยลูกกลิ้ง เพื่อให้คานเคลื่อนที่ไปมาในแนวระดับได้ มิฉะนั้น แล้วจะทำให้เกิดแรงอยู่ในแนวแกนตามยาวของคาน ในขณะที่คานถูกยกด้วยแรง (วิริทธิ์ อังภากรณ์.2526:77)



ภาพประกอบ 15 แสดงแรงที่กระทำในคาน

(วิริทธิ์ อังภากรณ์.2526:77)

กรณี Statically indeterminate beam ถ้าหากว่าคานใด ๆ ถูกรองรับเกินกว่าความต้องการที่จะให้คานงอโค้งอยู่ในระนาบของตัวเองแล้วจะทำให้จำนวนของแรงปฏิกิริยา ณ ที่รองรับทั้งหมดมีมากกว่าจำนวนสมการสมดุลทาง static ฉะนั้น การใช้สมการสมดุลอย่างเดียวไม่สามารถที่จะหาแรงปฏิกิริยา ณ ที่รองรับได้ คานชนิดนี้มีชื่อเรียกว่า statically indeterminate beam

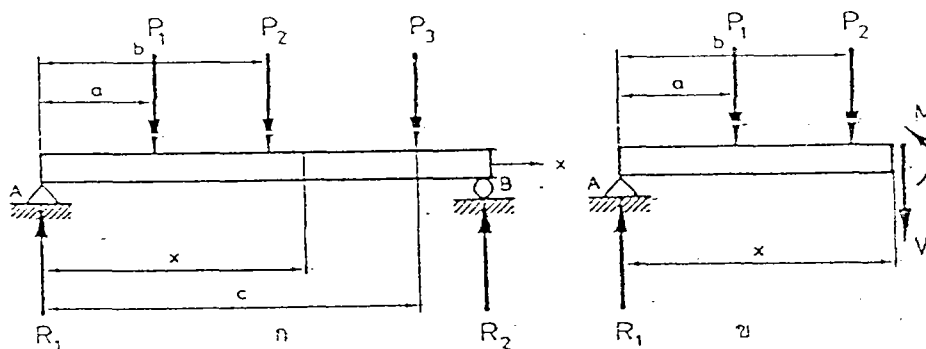


ภาพประกอบ 16 แสดงการรองรับแรงสมการสมดุล

(วิริทธิ์ อังภากรณ์.2526:78)

2.1.2 แรงเฉือนและโมเมนต์ดัดภายในคาน

เมื่อคานถูกกระทำด้วยแรงและโมเมนต์ดัดภายนอก จะเกิดความเค้นขึ้นภายในคาน ในการที่จะหาขนาดของความเค้น ที่หน้าตัดใด ๆ ของคาน จึงจำเป็นที่จะต้องสามารถคำนวณหาแรงและโมเมนต์ดัด ที่เกิดขึ้นที่หน้าตัดนั้นให้ได้เสียก่อนโดยการใช้สมการสมดุลทาง static



ภาพประกอบ 17 แรงกระทำ ณ จุดต่าง ๆ

(วิธีธี อิงภากรณ์.2526:79)

ให้พิจารณาคานซึ่งถูกกระทำด้วยแรง P_1 P_2 และ P_3 ตามภาพประกอบ 17(ก) ที่แรง R_1 และ R_2 เป็นแรงปฏิกิริยา ณ ที่รองรับ สมมติว่าค่าของแรงเฉือน V และโมเมนต์ดัด M ที่หน้าตัดระยะทาง x จากที่รองรับ A เป็นค่าที่ต้องการจะทราบ ให้คิดเสี้ยวคานถูกตัดออกที่หน้าตัดนั้น ฉะนั้น จะมีแรงเฉือน และโมเมนต์ดัดที่หน้าตัด ดัง free body ดังภาพประกอบ 17(ข) ในการที่คานนี้จะอยู่ในสภาพสมดุลได้ แรงรวมตามแนวตั้งต้องเป็นศูนย์ นั่นคือ

$$V + P_1 + P_2 - R_1 = 0$$

$$\therefore V = R_1 - P_1 - P_2 \quad (1)$$

โมเมนต์รวมที่หน้าตัดต้องเท่ากับศูนย์ จะให้สมการ

$$M + P_1(x-a) + P_2(x-b) - R_1x = 0$$

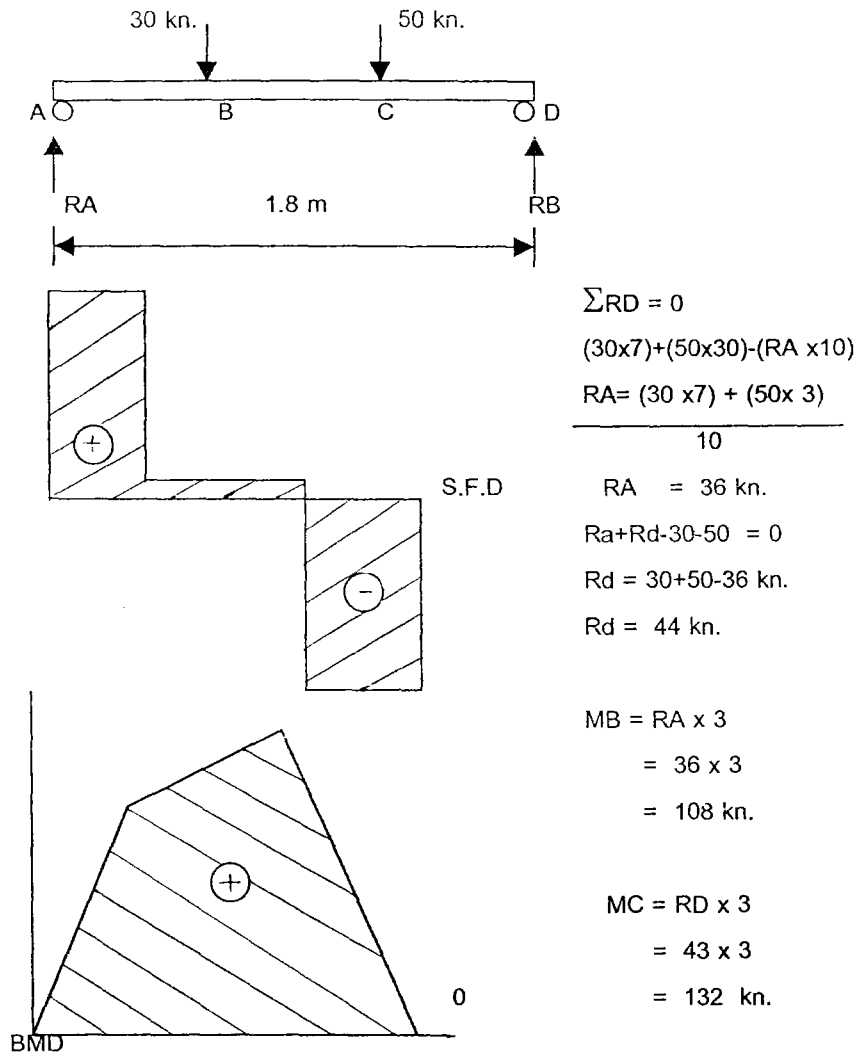
$$\therefore M = R_1x - P_1(x-a) - P_2(x-b) \quad (2)$$

ค่าของ V และ M ในสมการ (1) และ (2) นี้สำหรับ $b < x < c$ เท่านั้นถ้าต้องการทราบค่าของ V และ M ที่หน้าตัดอื่น ซึ่งจำนวนแรงที่มากระทำต่อคานเปลี่ยนไปก็ให้ตัด free body ที่หน้าตัดนั้น แล้วใช้สมการสมดุลทาง static อีก (วิธีธี อิงภากรณ์.2526:76-79)

2.1.3 การเลือกวัสดุที่จะใช้เป็นโครงสร้างจะรับน้ำหนักได้ในการสร้างและออกแบบมีวิธีการเลือกวัสดุ และคำนวณดังนี้

วิธีคำนวณ จากการรับน้ำหนักในส่วนของโครงสร้าง กำหนดให้น้ำหนักดกกลง กระทำ ณ จุดใดๆของโครงสร้าง กำหนดไม่เกิน 120 กิโลกรัม คานมีความยาว 2.80 m ดังมีการคำนวณดังนี้

นน. เฉลี่ย



เมื่อทราบถึงแรงที่กระทำบนคานโดยมีจุดรองรับที่ปลายทั้งสองข้างอิสระและจากการเปิดตารางการเลือกใช้เหล็ก ก็สามารถเลือกใช้เหล็กกล่องขนาด 1x1.5 นิ้วหรือ 35x10.75mm. ได้ตามขอบเขตของงานวิจัยที่กำหนด และสามารถรับน้ำหนักได้โดยไม่เกิดการโก่งงอภายในคาน.

2.2 ข้อต่ออิสระ เพื่อสร้างความยืดหยุ่นของโครงสร้าง

การต่อเพลเข้าด้วยกันทำได้หลายวิธี วิธีหนึ่งที่ได้คือการใช้คัปปลิง (coupling) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุที่ว่าเพลที่ใช้งานมีขนาดยาวมาก หรือต้องการให้อิสระต่อกันโดยคัปปลิงหรืออาจใช้ต่อจากเพลของเครื่องต้นกำลังมาขับเคลื่อนส่วนอื่นก็ได้

คัปปลิงที่ใช้กับเครื่องจักรมีความมุ่งประสงค์หลายประการ เช่น

ก. ใช้ต่อเพลของอุปกรณ์ที่ผลิตแยกกัน เช่น เพลของมอเตอร์กับเครื่องสูบ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถถอดออกซ่อมแซมได้

ข. ช่วยให้เพลมีการเยื้องศูนย์กันได้บ้างหรือทำให้เกิดภาวะอ่อนตัว (flexible) ทางกล

ค. ช่วยลดการส่งแรงกระตุกจากเพลอันหนึ่งไปยังอีกอันหนึ่ง

ง. ช่วยป้องกันการเกิด การเกินภาระ (over load)

จ. ช่วยลดการสั่นสะเทือน

จากความมุ่งหมายดังกล่าว จึงแบ่งคัปปลิงออกได้เป็น

1. คัปปลิงแบบแข็งเกร็ง (rigid coupling) ใช้กับรอยต่อของเพลที่มีระยะห่างระหว่างปลายเพลาคงที่และศูนย์ของเพลทั้งสองต้องตรงกัน และอยู่ในแนวเดียวกัน

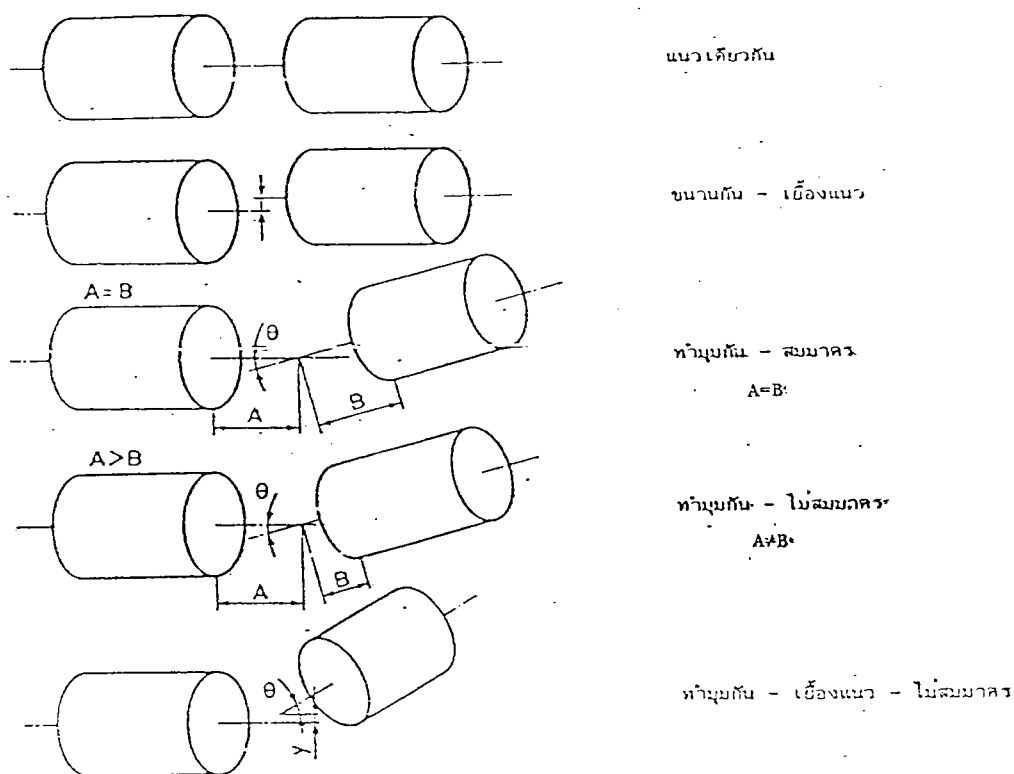
2. คัปปลิงแบบอ่อนตัว (flexible coupling) มีความยืดหยุ่นได้เล็กน้อยใช้ต่อเพลที่เยื้องศูนย์กันได้ และยังช่วยลดการสั่นสะเทือนได้ด้วย

3. คัปปลิงนิรภัย (safety coupling) ใช้ป้องกันการรอยต่อจากการเกินภาระหรือเมื่อมีโมเมนต์บิดสูงเกินไป จะทำงานได้ด้วยตัวเองโดยการเบรค หรือวิธีการอย่างอื่น

4. คัปปลิงแบบสลลิป (slip coupling) จะหมุนได้เมื่อความเร็วรอบพอ ๆ กัน แต่ถ้าตัวขับเคลื่อนมีความเร็วลดลง คัปปลิงจะทำให้เกิดการลวมตัวขึ้น

ดังนั้นจากคุณสมบัติของคัปปลิง ผู้วิจัยจึงออกแบบเลือกเพื่อความเหมาะสมในการใช้งานในการออกแบบคือ เลือกใช้คัปปลิงแบบอ่อนตัว (Flexible coupling) คือ ช่วยให้เพลหรือคานมีการเยื้องศูนย์กันได้บ้าง หรือให้เกิดการอ่อนตัวในทางกล (ชาญ ฤณรงค์งาน.2535 :1)

คัปปลิงแบบอ่อนตัว (flexible coupling) ใช้ต่อเพลที่เยื้องแนวกันในลักษณะต่าง ๆ ดังภาพประกอบ 18 และช่วยลดผลจากการกระตุกและการกระแทกจากแรงภายนอกที่ส่งผ่านเพล คัปปลิงแบบอ่อนตัวแบ่งออกอย่างกว้าง ๆ ได้เป็นสองประเภทคือ (1) คัปปลิงที่อ่อนตัวทางด้านคินาเมติก (kinematic flexibility) โดยใช้ชิ้นส่วนแข็ง และ (2) คัปปลิงที่ใช้ชิ้นส่วนยืดหยุ่น (resilient parts)

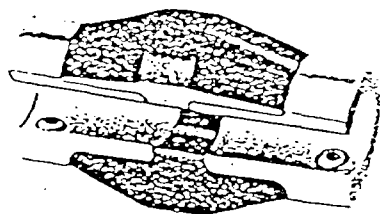


ภาพประกอบ 18 ลักษณะการเยื้องแนวของเฟลา
(ชาญ ถนัดงาน.2535 :11)

คัปปลิงแบบอ่อนตัวที่ใช้วัสดุยืดหยุ่นเป็นส่วนประกอบ สามารถใช้ต่อเฟลาที่เยื้องแนวได้ และใช้รับแรงกระตุกและแรงกระแทกได้ คัปปลิงประเภทนี้มีความอ่อนตัวทางด้านมุมบิดจึงทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ "ช่วยปรับการผิดศูนย์เชิงมุม" ด้วยดังนั้นจึงเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติในการสั่นสะเทือนของชิ้นส่วนที่ต่อกับคัปปลิงประเภทนี้ได้ ลักษณะต่าง ๆ

คัปปลิงแบบอ่อนตัวอีกกลุ่มหนึ่งที่ใช้อโลหะเป็นชิ้นส่วนอ่อนตัวในกลุ่มนี้มีการออกแบบสองลักษณะคือ (1) อโลหะที่ทำหน้าที่เป็นชิ้นส่วนอ่อนตัวอยู่ภายใต้การอัดระหว่างหน้าแปลนของคัปปลิง และ (2) อโลหะที่ทำหน้าที่เป็นชิ้นส่วนอ่อนตัวยึดติดอยู่กับหน้าแปลนของคัปปลิง ดังนั้นจึงอยู่ภายใต้การเฉือน ซึ่งแบบหลังนี้มีค่าคงที่ในการบิด (torsional spring constant) น้อยกว่าแบบที่รับแรงอัด อโลหะที่ใช้มักจะเป็น elastomer

จากคัปปลิงแบบอ่อนตัวชนิดดังภาพประกอบ 18 เป็นคัปปลิงที่เหมาะสมกับงานออกแบบลักษณะต่าง ๆ ผู้ออกแบบจะพบลักษณะพิเศษของคัปปลิงได้จากแค็ตตาล็อกของบริษัทผู้ผลิต พร้อมทั้งวิธีการเลือกใช้คัปปลิงอย่างเหมาะสม



ภาพประกอบ 19 Bonded rubber disc couplings

(ชาญ ถนัดงาน.2535 :15)

ผู้วิจัยได้เลือกใช้วัสดุแบบอ่อนตัว ที่จะใช้เป็นส่วนประกอบร่วมกับโครงสร้างผู้วิจัยเลือกใช้ coupling แบบใช้วัสดุอ่อนตัวเพราะในการออกแบบในการสร้างในส่วนของโครงสร้างไม่มีการหมุนใด ๆ ของเพลลาหรือโครงสร้างเพียงแต่ให้เพลลาหรือโครงสร้างเกิดลักษณะที่ยึดหยุ่นในแนวเยื้องศูนย์เท่านั้น

2.3 การเชื่อมต่อของโครงสร้าง

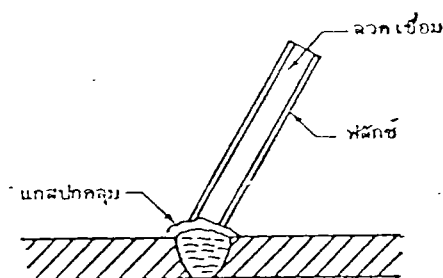
การเชื่อมต่อ (welded joints) เป็นวิธีการต่อชิ้นงานเข้าด้วยกัน ซึ่งนิยมใช้กันมากในงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ สำหรับรอยเชื่อมซึ่งต้องรับแรงสูง นิยมใช้วิธีการเชื่อมด้วยไฟฟ้า (arc welding) การเชื่อมด้วยแก๊ส (gas welding) และการเชื่อมด้วยการต้านทางไฟฟ้า (resistant welding)

ปัญหาซึ่งวิศวกรผู้ออกแบบรอยเชื่อมต่อต้องพบอยู่เสมอก็คือ การที่ไม่สามารถที่จะคำนวณหาความแข็งแรงของรอยเชื่อมได้อย่างใกล้เคียงเช่นการคำนวณเกี่ยวกับความแข็งแรงของชิ้นส่วนเครื่องจักรกลอย่างอื่น ๆ ทั้งนี้เพราะยังไม่มีใครสามารถที่จะหาคำตอบของความเค้นที่เกิดขึ้นในรอยเชื่อมได้ดีพอ ดังนั้น ในการคำนวณเกี่ยวกับรอยเชื่อมทั้งหมดจึงเป็นวิธีการประมาณค่าความเค้นอย่างหยาบ ๆ เท่านั้น อย่างไรก็ตามผลงานที่ได้จากการประมาณเหล่านี้ก็ได้ผ่านการใช้งานอย่างได้ผลดีมาแล้ว จนเป็นที่น่าเชื่อถือได้

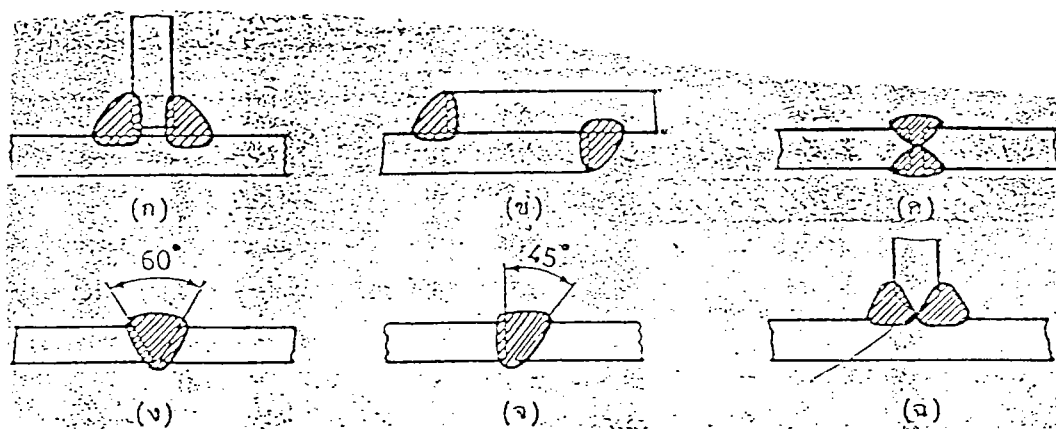
การเชื่อมมีหลายวิธี ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีซึ่งมีการใช้งานมากทั่วไปเท่านั้น

2.3.1 การเชื่อมด้วยไฟฟ้า

การเชื่อมด้วยวิธีนี้มักเรียกกันทั่ว ๆ ไปว่า การเชื่อมไฟฟ้าโดยใช้ลวดเชื่อม (electrode) เป็นตัวนำไฟฟ้าและในขณะเดียวกันโลหะลวดเชื่อมก็จะละลายลงไป ณ รอยที่ต้องการเชื่อมด้วย ดังภาพประกอบ 20 ลวดเชื่อมมักจะห่อหุ้มไว้ด้วยสารชนิดหนึ่งเรียกว่า ฟลักซ์ (flux) ซึ่งจะระเหยกลายเป็นแก๊สในขณะทำการเชื่อม แก๊สนี้จะช่วยป้องกันมิให้เกิดออกซิเดชัน (oxidation) ที่รอยเชื่อม ซึ่งเป็นการช่วยให้คุณภาพของรอยเชื่อมดีขึ้น



ภาพประกอบ 20 การเชื่อมไฟฟ้า
(ชาญ ถนัดงาน.2535 :229)



ภาพประกอบ 21 รอยเชื่อมชนิดต่าง ๆ
(ชาญ ถนัดงาน.2535 :230)

2.3.2 ชนิดของรอยเชื่อม

ชนิดของรอยเชื่อมที่นิยมใช้กันทั่วไปมีการเชื่อมมุม (fillet weld) และการเชื่อมต่อชน (butt weld) ภาพประกอบ 21 เป็นการเชื่อมมุม ความหนาของรอยเชื่อมมุมไม่จำเป็นจะต้องเท่ากับความหนาของแผ่นโลหะ และโดยปกติแล้วผิวบนของรอยเชื่อมมุม จะมีลักษณะดังเส้นประในรูป ส่วนเกินนี้เรียกว่า ส่วนเสริม (reinforcement) ซึ่งถ้าไม่ต้องการให้มีก็อาจจะไปออกได้ ขนาดของรอยเชื่อมมุมจะบอกด้วยขนาดของขา (leg) ว่ามีความยาวเท่าใด ซึ่งโดยทั่วไปแล้วมักจะเชื่อมให้มีความยาวของขาเท่ากัน ส่วนขนาดของคอ (thorax) เป็นขนาดที่จะใช้ในการคำนวณ

ดังนั้น ผู้วิจัยเลือกใช้การเชื่อมต่อแบบเชื่อมไฟฟ้า และรับแรงในแนวกดและแรงดึง ดังตารางแสดงค่าแรงดึงดังนี้ จากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่มาตรฐานของลวดเชื่อมสำหรับการเชื่อมแบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน ISO 544 เป็น mm. มีดังนี้ ขนาด 1, 1.25, 1.6 , 2 , 2.5, 3.15 , 4 , 5 , 6.3 , 8 , 10 และ 12.5 mm. ตามลำดับ ผู้วิจัยเลือกใช้ขนาดของลวดเชื่อม 2.5 mm. เทียบจากตารางมาตรฐานแสดงขนาดของลวดเชื่อมรับแรง ความต้านแรงดึงได้ 470N/ตารางมิลลิเมตรและแรงยืดได้ 22 % ซึ่งเพียงพอต่อการรับน้ำหนักภาระไม่เกิน 120 กิโลกรัม จากขอบเขตการวิจัย

ตาราง 1 ความต้านแรงดึงต่ำสุดและเปอร์เซ็นต์แรงยืด

สัญลักษณ์	ความต้านแรงดึง N/mm^2	สัญลักษณ์	ความต้านแรงดึง N/mm^2
0	—	3	470
Z	< 340	4	510
Y	340	5	550
1	400	6	590
สัญลักษณ์	ส่วนยืด %	สัญลักษณ์	ส่วนยืด %
0	—	3	22
Z	< 14	4	26
1	14	5	30
2	18		

2.4 ระบบลมและดินควบคุมอุณหภูมิ กระบอกลม

ความดันที่เกิดขึ้น ณ จุดต่าง ๆ บนพื้นโลกจะแตกต่างกันตามสภาพของภูมิอากาศและระดับความสูง ความดันนี้เรียกว่าความดันบรรยากาศ (Atmospheric pressure) การวัดความดันของอากาศ สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือชนิดต่าง ๆ โดยทั่วไปใช้แมนโนมิเตอร์ หรือเกจวัดความดัน (Pressure gauge)

2.4.1 ลักษณะระบบของนิวแมติกส์

ก. ความดัน (Pressure)

หน่วยการวัดความดันทางเทคนิคโดยทั่วไปคือ kp/cm^2 หรือวัดเป็นบรรยากาศทางเทคนิค (at.)

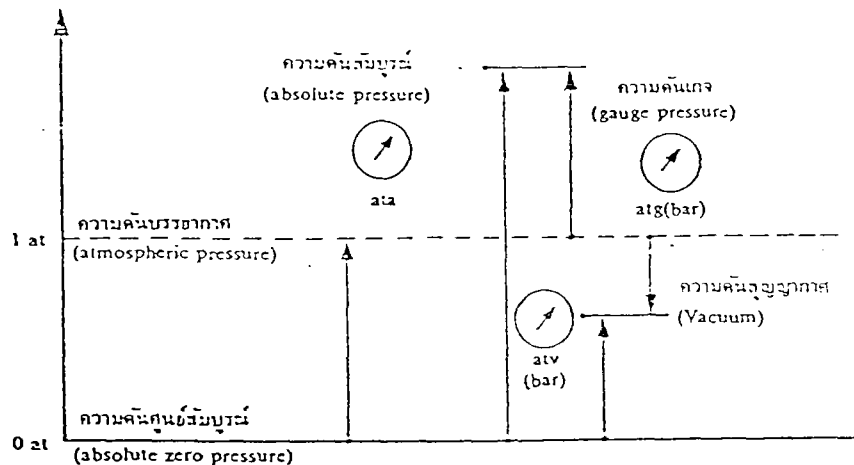
$$1 \text{ at.} = 1 \text{ kp/cm}^2 = 10 \text{ m. water column}$$

ในระบบ SI-Unit หน่วยวัดความดัน คือ

$$1 \text{ Pascal (Pa)} = 1 \text{ N/m}^2 = 10^{-5} \text{ bar}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2 = 10^5 \text{ Pa} = 1.05 \text{ at.}$$

$$\text{หรือ} \quad 1 \text{ at.} = 1 \text{ kp/m}^2 = 10 \text{ bar} (= 0.981 \text{ bar})$$



ภาพประกอบ 22 แผนภูมิแสดงการอ่านค่าความดันแบบต่าง ๆ
(มงคล อาทิกานู, 2527 : 4)

ข. อุณหภูมิ (Temperature)

$$\begin{aligned} 0^{\circ} \text{C} &= 273 \text{ K (Kelvin)} \\ 1^{\circ} \text{C} &= 274 \text{ K } (\Delta t \ 1^{\circ} = 1 \text{ K}) \\ 100^{\circ} &= 373 \text{ K} \end{aligned}$$

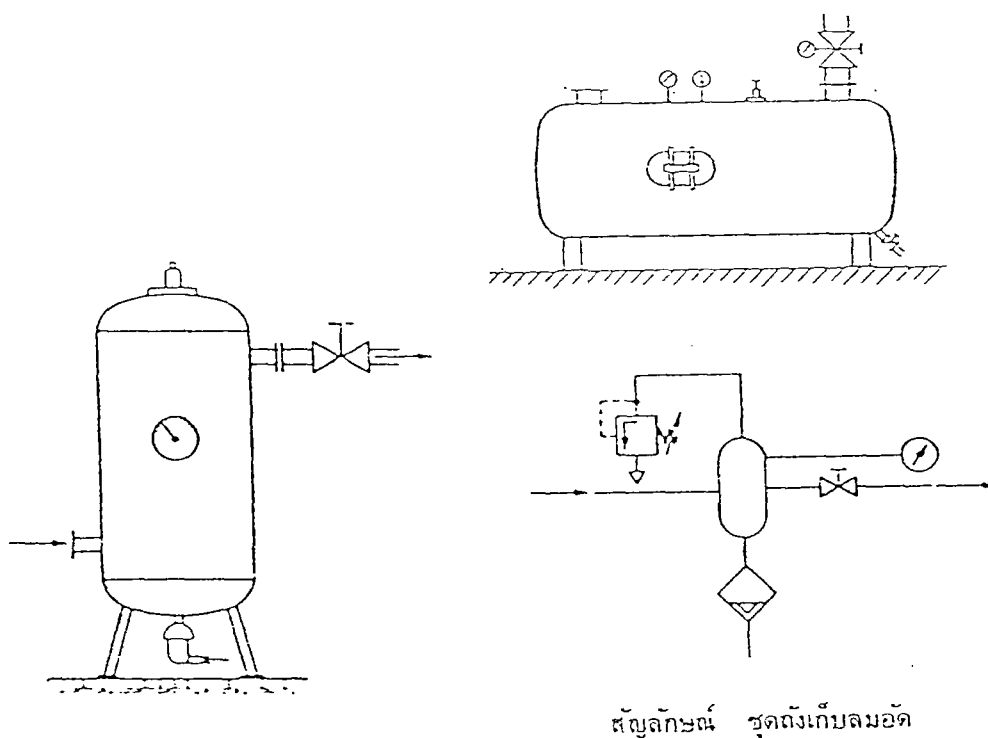
ค. แรง (Force)

$$1 \text{ kp} = 9.81 \text{ N}$$

ในการคำนวณทางเทคนิคใช้ค่าประมาณ $1 \text{ kp} \cong 10 \text{ N}$

ง. ถังเก็บลมอัด (Compressed Air Receiver)

ถังเก็บลมอัดเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยทำให้การจ่ายลมอัดคงที่สม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังช่วยทำให้มีปริมาณลมเพียงพอจ่ายไปสู่สายงานของวงจร และลมอัดยังสามารถระบายความร้อนให้กับพื้นผิวดังเก็บลม ซึ่งมีขนาดใหญ่ได้ด้วย ดังนั้น ใอน้ำที่มากับลมอัดบางส่วนจะถูกกลั่นตัวเป็นหยดน้ำอยู่ภายในถังเก็บลมอัดนี้ นอกจากนี้ถังเก็บลมยังจำเป็นต้องมีลิ้นควบคุมความปลอดภัย (safety valve) เพื่อระบายความดันที่เกินออกสู่บรรยากาศได้ ลิ้นระบายน้ำที่กลั่นตัวและเกจวัดความดันก็จำเป็นที่จะต้องติดตั้งอยู่ที่ถังเก็บลมอัดด้วย และท่อทางระหว่างคอมเพรสเซอร์มายังถังเก็บลมอัดควรมีลิ้นกั้นกลับติดอยู่ด้วย (มงคล อาทิกานู, 2527 : 14)

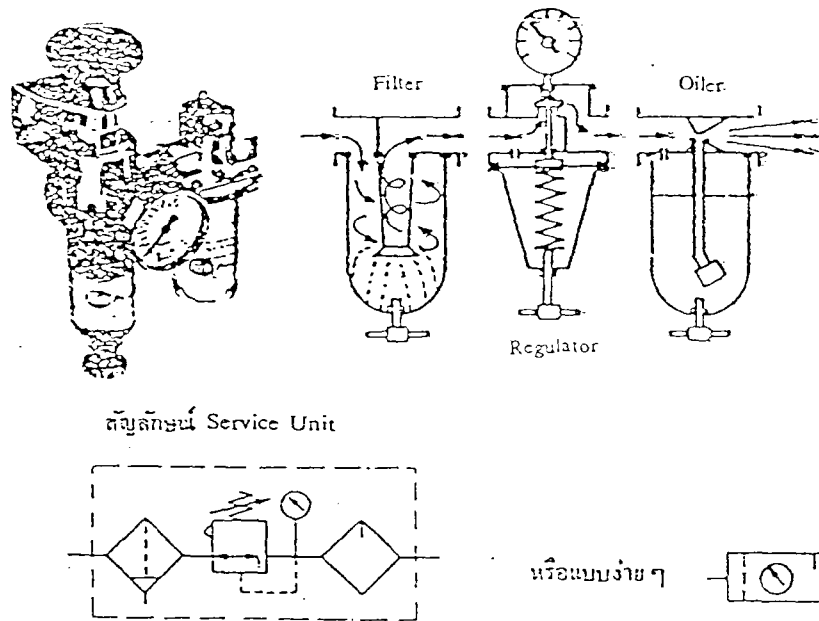


ภาพประกอบ 23 ถังเก็บลมอัดแบบต่าง ๆ

(มทศ อทปท. 2527 : 14)

จ. ท่อที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์ใช้กับเครื่องพัดดักกอล์ฟ (Machine Lines)

ท่อซึ่งใช้ต่อภายในวงจรนิวแมติกส์เชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น วาล์วและลูกสูบ นิยมใช้ท่อพลาสติกอ่อน ข้อดีของมัน คือ ต่อได้ง่าย สะดวก ราคาถูก และบำรุงรักษาง่าย และสำหรับจุดที่ต้องเคลื่อนไหวบ่อย ๆ ควรจะใช้ท่ออย่าง ท่อพลาสติกอ่อน และข้อต่อแบบใหม่นี้ เป็นข้อต่อที่มีราคาถูกและต่อได้ง่าย รวดเร็วที่สุด ในระบบนิวแมติกส์



ภาพประกอบ 24 อุปกรณ์เกจวัดความดัน
(มงคล อาทิกานู. 2527 : 28)

ณ. เกจวัดความดัน (Pressure Gauge)

เกจวัดความดันใช้สำหรับวัดความดันในวงจรนิวแมติกส์ ปกติจะตั้งอยู่ทางออกของตัวควบคุมความดันลมอัด (Compressed air regulator) เกจวัดความดันที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์จะเป็นแบบสปริงแผ่น (มงคล อาทิกานู. 2527 : 28)

ชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลมอัด (Service Unit) นี้ จะประกอบด้วยหม้อกรองลมอัด ตัวควบคุมความดันลมอัดพร้อมเกจวัดความดัน และตัวผสมละอองน้ำมันหล่อลื่น

2.4.2 อุปกรณ์ควบคุมภายในระบบนิวแมติกส์

วาล์วในระบบนิวแมติกส์ (Pneumatic Valves) ระบบการทำงานของนิวแมติกส์ประกอบด้วยอุปกรณ์ให้สัญญาณ อุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ทำงาน อุปกรณ์ให้สัญญาณและอุปกรณ์ควบคุมการทำงานที่มีผลต่อการทำงานของลูกสูบก็คือ วาล์วชนิดต่าง ๆ นั่นเอง วาล์วเป็นอุปกรณ์ซึ่งมีหน้าที่หลายอย่างในระบบนิวแมติกส์ เช่น การเริ่มและการหยุดการทำงานของ วงจร การควบคุมทิศทางการไหลของลม การควบคุมอัตราการไหลของลม การควบคุมอัตราการไหลของลม และการควบคุมความดัน เป็นต้น

จากหน้าที่หลักต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้สามารถจำแนกวาล์วได้เป็น 5 ประเภทคือ

1. วาล์วควบคุมทิศทาง (Direction control valves)
2. วาล์วชนิดลมไหลทางเดียว (Non-return valves)
3. วาล์วควบคุมความดัน (Pressure control valves)
4. วาล์วควบคุมอัตราการไหล (Flow control valve)

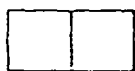
5. วาล์วเปิด-ปิด และวาล์วผสม (Shut-off valve and Valve combination)

วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของลมที่ไหลผ่านวาล์ว โดยใช้หลักการเปิด-ปิด และบังคับทิศทางการไหลของลม จำนวนท่อต่อลมเข้าออก (Port) ของวาล์วชนิดนี้มีหลายแบบ เช่น 2 ports, 3 ports, 4 ports หรือ 5 ports port ทางลมเข้ามาจากท่อจ่ายลมและ port ทางลมออกต่อเข้าสู่ลูกสูบหรือเข้าควบคุมวาล์วด้วยกัน และ port ไอเสีย (exhaust) ต่อกับท่อระบายอากาศ

ลักษณะของวาล์วควบคุมทิศทาง สัญลักษณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ให้เขียนแทนวาล์วลงในวงจร ซึ่งจะแสดงเฉพาะหน้าที่เท่านั้นไม่ได้ระบุชนิดของโครงสร้าง (วาล์วชนิดนี้เรียกย่อ ๆ ว่า D.C.V.)



ตำแหน่งของวาล์วเขียนแทนด้วยรูปสี่เหลี่ยม



จำนวนช่องสี่เหลี่ยมจะเท่ากับจำนวนตำแหน่งของวาล์วที่เปลี่ยนได้



เส้นภายในช่องสี่เหลี่ยม หมายถึง ท่อทางภายในของวาล์วที่ลมไหลผ่านไปได้ และลูกศรหมายถึงทิศทางการไหล



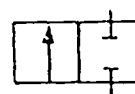
ท่อที่ถูกปิดภายในวาล์วเขียนแทนด้วยเส้นขีดตัดสั้น ๆ แสดงว่าลมผ่านไม่ได้



ท่อที่ต่อถึงกันภายในวาล์วเขียนด้วยจุดตัดเต็มในกรณี 3 ท่อต่อรวมกัน



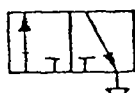
ท่อภายในวาล์ว 2 ท่อตัดกัน แต่ไม่ต่อรวมกัน



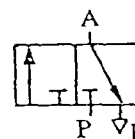
จุดต่อ (port ลมเข้าและลมออก) จะเขียนเฉพาะตำแหน่งปกติของวาล์วเท่านั้น (ตำแหน่งปกติ หมายถึง ตำแหน่งที่วาล์วยังไม่ถูกเลื่อน) โดยจะขีดเป็นเส้นล้าออกนอกกรอบสี่เหลี่ยม



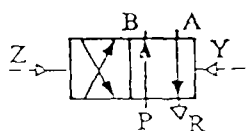
สัญลักษณ์รูป ∇ ที่ติดอยู่กับกรอบสี่เหลี่ยม ปลายลูกศร หมายถึง port ไอเสีย ซึ่งไอเสียชนิดนี้ จะไม่มีรูสำหรับต่อท่อหรือติดตัวเก็บเสียง จะคายไอเสียภายในตัววาล์วของมันเอง



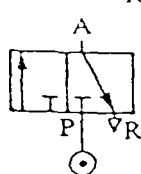
สัญลักษณ์ ไอเสีย ∇ แบบนี้ หมายถึง ที่ port ไอเสียที่สามารถต่อท่อหรือติดตัวเก็บเสียงได้โดยมีรูเกลียวขันเข้าไปได้



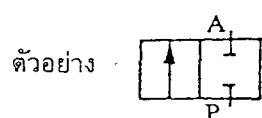
ตัวอักษรที่เขียนกำกับ port ของวาล์วต่าง ๆ มีความหมายดังนี้
 port หรือท่อที่ต่อออกไปใช้งาน เขียนแทนด้วยอักษร A,B,C,...
 port หรือท่อที่ต่อกับท่อเมน หรือท่อที่ต่อแยกมาจากท่อเมนเขียนด้วยอักษร "P"
 port หรือท่อที่ใช้คายไอเสีย เขียนแทนด้วยอักษร R,S,T,...



port หรือท่อที่ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการทำงานของวาล์วเขียนแทนด้วยอักษร Z,Y,X,...
(ตัวอักษรที่เขียนกำกับ port จะเขียนกำกับที่ตำแหน่งปกติของวาล์วเท่านั้น)



สัญลักษณ์  หมายถึง ท่อจ่ายลม (Main supply) จากสัญลักษณ์ที่แสดง คือ การต่อลมมาจากท่อจ่ายลมเข้ามายัง port P.
การอ่านโค้ดของสัญลักษณ์วาล์ว

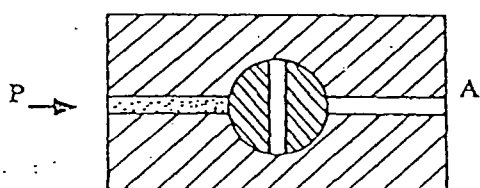


ตัวอย่าง

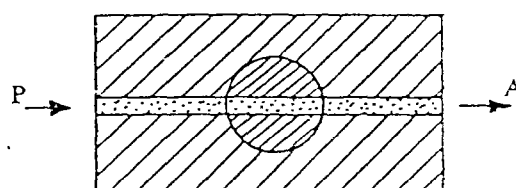
ใช้โค้ด $\frac{2}{2}$ - way valve หรือ $\frac{2}{2}$ D.C. valve

2 → ตัวบนหมายถึง จำนวน port ของวาล์ว
2 → ตัวล่างหมายถึง ตำแหน่ง (Position) ของวาล์ว

ฉะนั้น วาล์วตัวนี้จึงมี 2 ports และมี 2 positions คือ ทำงานได้ 2 ตำแหน่ง ณ ตำแหน่งปกติวาล์วจะเปิดอยู่ คือ ลมจาก P วิ่งไปสู่ A ไม่ได้ จึงเรียกว่า ตำแหน่งปกติปิด (Normally closed position) ณ ตำแหน่งทำงาน ลมจาก P วิ่งไปสู่ A ได้ เรียกว่า ตำแหน่งทำงาน (Working position) ดูภาพประกอบ 27 (มงคล อาทิกานู. 2527 : 50-53)



ตำแหน่งปกติ (ปิด)

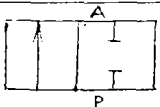


ตำแหน่งทำงาน (เปิด)

ภาพประกอบ 25 ภาพตัดของวาล์ว

(มงคล อาทิกานู. 2527 : 52)

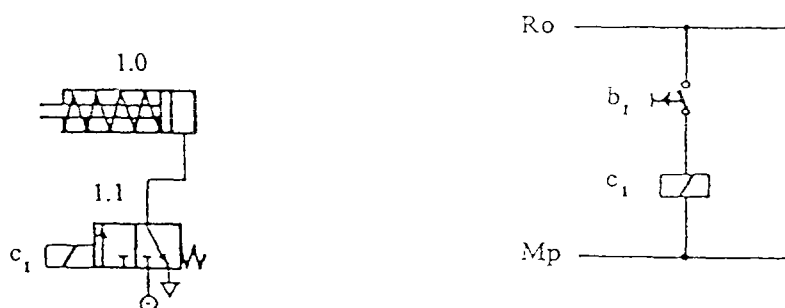
ตัวอย่างสัญลักษณ์วาล์ว ควบคุมทิศทางแบบต่าง

สัญลักษณ์	โค้ด	ตำแหน่งปกติ
	$\frac{2}{2}$ D.C.Valve	ปิด

2.4.3 การควบคุมนิวแมติกส์โดยใช้ไฟฟ้า (Electropneumatic Controls)

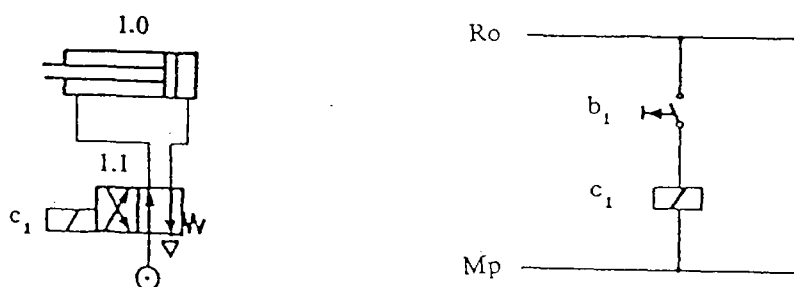
การควบคุมนิวแมติกส์โดยใช้ไฟฟ้า คือ การควบคุมวาล์วต่าง ๆ โดยใช้หลักการของแม่เหล็กไฟฟ้าและรีเลย์ ส่วนอุปกรณ์ทำงาน คือ ลูกสูบยังคงใช้ลมอัดเป็นต้นกำลังในการทำงาน การอ่านวงจรชนิดนี้ต้องอาศัยความรู้ด้านไฟฟ้าควบคุมเกี่ยวกับรีเลย์และโซลินอยด์ ซึ่งในที่นี้จะยกตัวอย่างวงจรพอให้เห็นเพียงสังเขป ผู้อ่านจะต้องมีความรู้พื้นฐานทางด้านไฟฟ้าควบคุมบ้างจึงจะเข้าใจการทำงานของวงจรการควบคุมวงจรนิวแมติกส์พื้นฐานโดยใช้ไฟฟ้า(มงคล อาทิกานุ. 2527 : 143)

ตัวอย่างที่ 1 ควบคุมลูกสูบชนิดทำงานทางเดียว



ภาพประกอบ 26 วงจรควบคุมลูกสูบชนิดทำงานทางเดียว
(มงคล อาทิกานุ. 2527 : 143)

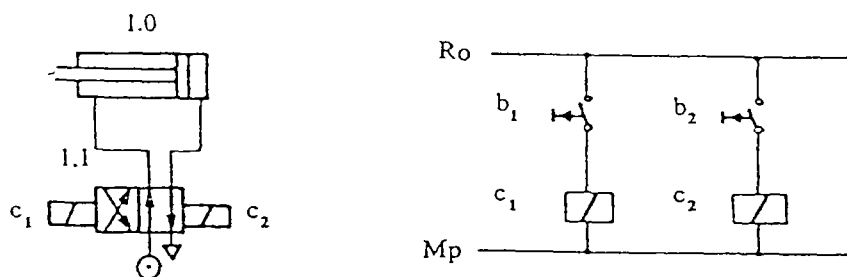
ตัวอย่างที่ 2 ควบคุมลูกสูบชนิดทำงานสองทาง



ภาพประกอบ 27 วงจรควบคุมลูกสูบชนิดทำงานสองทาง
(มงคล อาทิกานุ. 2527 : 143)

จากตัวอย่าง 1 และ 2 เมื่อกดปุ่มสวิตช์ b_1 โซลินอยด์ C_1 จะทำงาน ทำให้วาล์ว 1.1 เลื่อนมา ตำแหน่งทำงาน ลูกสูบก็จะเลื่อนออก ถ้าปล่อยสวิตช์ b_1 โซลินอยด์ c_1 จะหมดอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าสปริงจะดัน วาล์วกลับตำแหน่งปกติ ลูกสูบก็จะเลื่อนเข้า (R_0 และ M_p คือสายไฟ)

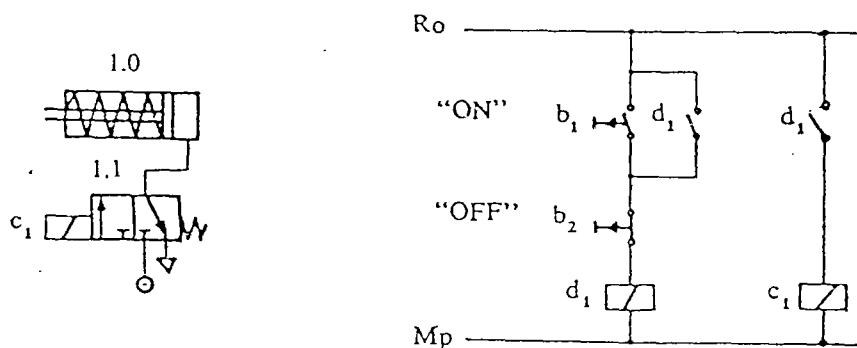
ตัวอย่างที่ 3 ควบคุมลูกสุบชนิดทำงานสองทาง



ภาพประกอบ 28 วงจรควบคุมลูกสูบชนิดทำงานสองทาง
(มงคล อาทิกานนท์. 2527 : 144)

เมื่อกด b_1 โซลีนอยด์ c_1 จะทำงานให้วาล์ว 1.1 เลื่อนเปลี่ยนตำแหน่ง ลูกสูบจะวิ่งออกและค้างอยู่ เมื่อกด b_2 โซลีนอยด์ c_2 จะทำงานให้วาล์ว 1.1 เลื่อนกลับตำแหน่งเดิม ลูกสูบจึงวิ่งเข้า

ตัวอย่างที่ 4 ความคุ้มครองสิทธิงานทางเดียว โดยใช้ระบบ Self-holding



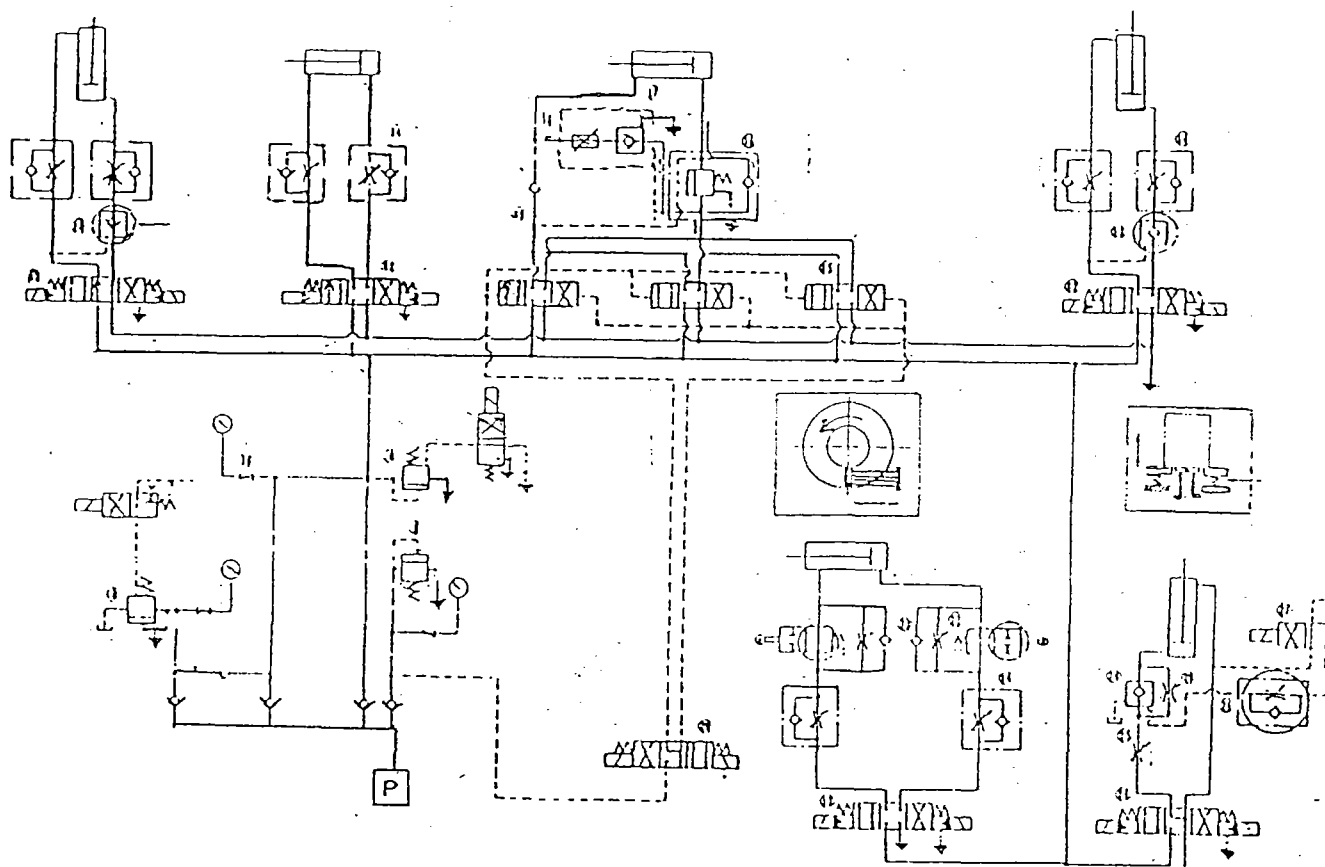
ภาพประกอบ 29 วงจรควบคุมลูกสูบชนิดทำงานทางเดียว โดยใช้ระบบ Self-holding
(มงคล อาทิกาน. 2527 : 144)

เมื่อกดปุ่มสวิตช์ b_1 รีเลย์ d_1 จะทำงาน ทำให้คอนแทก d_1 ปิด กระแสไฟสามารถเดินผ่านโซลินอยด์ c_1 ได้ โดยไม่ต้องกด b_1 ค้างไว้ วัลว 1.1 ก็จะเลื่อนตำแหน่งกลับก็จะเลื่อนออกและค้างอยู่ เมื่อต้องการให้

ลูกสูบวิ่งกลับตำแหน่งเดิมก็ต้องกดปุ่มสวิตช์ b_2 ทำให้ตัววงจรไฟที่ผ่านรีเลย์คอนแทค d_1 ก็เปิด โซลีนอยด์ c_1 จึงหมดอำนาจแม่เหล็ก วาล์ว 1.1 จึงเลื่อนกลับตำแหน่งเดิม สปริงลูกสูบจึงวิ่งกลับตำแหน่งเดิม

(มงคล อาทิกาน. 2527 : 143-144)

ดังนั้นการออกแบบวงจรควบคุมระบบนิวแมติกส์สำหรับเครื่องพัตต์กอล์ฟแบบปรับระดับได้คือ



ภาพประกอบ 30 วงจรควบคุมระบบนิวแมติกส์สำหรับที่พัตต์กอล์ฟแบบปรับระดับได้

2.5 วัสดุทำถุงลม

2.5.1 จำแนกสารประกอบพลาสติกเปลี่ยนรูปและการใช้ประโยชน์

เซลลูโลซิก (Cellulosic) เซลลูโลซิกคือพลาสติกเปลี่ยนรูป ที่เตรียมจากกรรมวิธีการต่าง ๆ ของฝ้ายและใยไม้ มีความเหนียวมากและสามารถผลิตให้มีสีต่าง ๆ ได้

เซลลูโลสอะซิเตท (Cellulose acetate) เป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติแข็งกลแรงและสามารถทำเป็นรูปแผ่นหรือหล่อให้ได้รูปร่างตามต้องการโดยการอัดฉีด การใช้แรงอัด และการอัดรีด ตัวอย่างของ

ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากสารประกอบนี้ เช่น หีบห่อต่าง ๆ ของเล่นเด็ก ลูกบิด-ประตู โคมไฟส่งสัญญาณ ขนแปรงทาสี ตู้วิทยุและนม เป็นต้น

เซลลูโลสอะซิเตท-บูไทเรท (Cellulose acetate butyrate) คล้าย ๆ กับเซลลูโลสอะซิเตท สารทั้งสองสามารถผลิตให้มีสีได้ตามต้องการ โดยใช้กระบวนการเดียวกัน ทั้ง ๆ ไป เซลลูโลสอะซิเตท-บูไทเรท มีการดูดซึมความชื้นได้ต่ำ เหนียว มีขนาดคงที่ภายใต้บรรยากาศต่าง ๆ สามารถอัดรีดขึ้นรูปได้ ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากสารประกอบชนิดนี้ เช่น พวงมาลัย ฟุตบอล หมวกกันน็อก กรอบแว่นตา อ่างล้างรูป เข็มขัด อุปกรณ์เครื่องเรือน ผ้ายาง กระดุม ม้วนเทป ท่อน้ำ ท่อแก๊ส เป็นต้น (พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์.2538 :45-46)

ดังนั้นการออกแบบการใช้ ถูกลม ผู้วิจัยได้เลือกใช้สารประกอบพลาสติกเปลี่ยนรูปเป็นเซลลูโลสอะซิเตทสำเร็จรูป มาเป็นเข้าเป็นรูปแบบของถูกลม ซึ่งยืดหยุ่นได้ และแข็งตัวเมื่อลมอัดเข้าไป

2.6 วัสดุทำกรีน

ยางเป็นวัสดุพื้นฐานสำคัญซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะตัวคือ ยืดหยุ่นได้ (Elastic) ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด เช่น ยางรัดของเมื่อดึงก็สามารถยืดออกได้ และเมื่อปล่อยกลับก็สามารถคืนในสภาพเดิมได้เป็นต้น คุณสมบัติดังกล่าวนี้ยางสามารถดัดงอเป็นรูปต่าง ๆ ได้ง่าย รองรับความสั่นสะเทือนได้ดี ใช้ทำสนกรองเท้า ยางรถยนต์ ท่อยาง ยางขอบกระจกรถยนต์ ลูกโป่ง ยางรัดของและอื่น ๆ คุณสมบัติอีกประการหนึ่ง คือ ยางสามารถทำให้แน่น ป้องกันอากาศเข้าได้ดี กันน้ำซึมได้ จึงเหมาะสำหรับทำผลิตภัณฑ์ลูกบอล ลูกโป่ง เรือยาง หมอนลม กระเป๋าน้ำร้อน ของเล่น นอกจากนี้ยังใช้เป็นยางลบดินสอได้รวมถึงดัดแปลงมาใช้เป็นวัสดุทำกรีนซึ่งจะทำให้ยืดหยุ่นและผิของกรีนเรียบได้

ยางมีแหล่งกำเนิด 2 แหล่งคือ

1. ยางธรรมชาติคือน้ำยางที่ได้จากจากต้นยางพารา
2. ยางเทียมหรือยางสังเคราะห์ที่ทำขึ้นจากสารเคมีและจัดเป็นพลาสติกชนิดพิเศษที่มนุษย์ได้คิดค้นสร้างขึ้นในสมัยสงครามโลกครั้งที่สอง สืบเนื่องจากปริมาณยางธรรมชาติขาดไปจากตลาดโลก เพราะอยู่ในเขตยึดครองของญี่ปุ่น ทั้งสหรัฐอเมริกาและเยอรมันไม่สามารถขนยางพาราไปจากเอเชียอาคเนย์ได้ทันทำให้นักวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ประเทศ ได้พยายามหาทางคิดค้นสร้างโมเลกุลใหม่ ๆ โดยอาศัยปฏิกิริยาเคมีชนิดที่ผลิตสารใหม่ที่มีลักษณะโมเลกุลใกล้เคียงกับยางธรรมชาติมากที่สุด ผลของการค้นคว้าทดลองได้ผลเป็นที่น่าพอใจ คือ สามารถค้นพบวิธีทำยางเทียมได้หลายชนิด

ยางเทียมนี้มีโมเลกุลที่จับกันเป็นสายยาวแบบเดียวกับพลาสติกดังนั้นเราจึงเรียกว่าเป็นพลาสติกชนิดหนึ่ง และด้วยเหตุผลที่ว่าโมเลกุลของยางเทียมไม่ต่อกันเป็นโซ่ตรง แต่มีลักษณะบิดเบี้ยวหรือพับไปมาเป็นเหตุทำให้ยางมีลักษณะเป็นสปริงจึงทำให้ยางเทียมยืดหยุ่นได้ยางที่ใช้กันทั่วไปในปัจจุบันนี้ไม่ได้มาจากยางธรรมชาติอย่างเดียวนแต่ได้มาจากอุตสาหกรรมเคมีมาผลิตเป็นยางเทียมชนิดพิเศษ ซึ่งมีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้แต่ก็ไม่ดีเท่ายางธรรมชาติ ส่วนคุณสมบัติด้านอื่นดีกว่า เช่น ยางธรรมชาติใช้กับน้ำแรมไม่มีความคงทนเพราะยางธรรมชาติจะบวมและเปื่อยได้ง่าย ส่วนยางเทียมทนต่อน้ำมันแรมและสารละลายต่าง ๆ ได้ดี จึงทำให้ท่อน้ำมันเบนซิน ยางรถยนต์ก็เช่นเดียวกันเนื้อยางที่ใช้ทำยางรถยนต์ทุกวันนี้เป็นเนื้อยางผสมระหว่างยางธรรมชาติกับยางเทียม สำหรับถนนที่ขรุขระต้องผสมให้ยางธรรมชาติมากขึ้นกว่าปกติเพราะต้องการความยืดหยุ่นเพื่อลดการสึกหรอ

(ฝ่ายวิศวกรรมบ.ย่งไทยการยาง จำกัด .2541 : เอกสารชุด)

ยางสังเคราะห์ที่ใช้กันมากทำมาจากสารเคมี 2 ชนิดคือสตีรีนและบิวอะไดอีนมีด้วยกันหลายชนิด เช่น

1. GR-S (Government Rubber-Styrene) ทำมาจากน้ำมันปิโตรเลียม ยางประเภทนี้คล้ายคลึงกับลาเท็กซ์ที่ได้จากธรรมชาติและจะต้องเข้ากระบวนการวัลเคไนเซชัน (Vulcanization) แบบเดียวกับยางธรรมชาติ ใช้ทำยางรถยนต์ ซึ่งทนต่อการสึกกร่อนได้ดี หรือบางที่เรียกว่า SBR (Styrene Butadiene Rubber) ใช้ทำสายยาง สันรองเท้า และรองเท้าบูทกันน้ำอีกด้วย

2. GR-N (Government Rubber-Acrylonitrile) หรือ Buna N.Rubber หรือ Nitrile Rubber ใช้โคโพลิเมอร์ของ Acrylonitrile และ Butadiene ยางชนิดนี้ทนต่อน้ำมันแร่และสารเคมีต่าง ๆ ได้ดีมาก ใช้ทำยางรถยนต์ สันรองเท้า รองเท้าบูท ใช้ทำถังน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบินชนิดอุดรูถูกยิงได้เอง และทำงานอย่างอื่นที่ต้องการความคงทนต่อน้ำมัน

3. Butyl Rubber or GRT-Rubber เป็นโคโพลิเมอร์ของ Butadiene และ Isobutylene หรือ โพลิเมอร์ของ Isobutylene มีเนื้อแน่น อากาศซึมผ่านได้ยาก ดีกว่ายางธรรมชาติ 10 เท่า ใช้ทำยางรถยนต์และยางเครื่องบินขนส่งสมัยใหม่

4. Silicone Rubber เป็นยางสังเคราะห์ซึ่งมีลักษณะพิเศษในข้อที่ยังคงความยืดหยุ่นได้ดี แม้อุณหภูมิจะต่ำหรือสูง ใช้ทำซีลยางอุปกรณ์ต่าง ๆ ทำแบบแม่พิมพ์ฉนวนของลวดและสายเคเบิล

5. ABS Rubber เป็นโคโพลิเมอร์ของ acrylonitrile 30% Butadiene 20% และ Styrene 50% มีคุณสมบัติแข็งแรงทนทานและทนต่อสารเคมีได้ดี ใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ เช่น อุปกรณ์ในรถยนต์ ถาด ถ้วย เครื่องรับโทรทัศน์ หมวกกันน็อก มือจับ กระเป๋า เป็นต้น

2.6.1 พลาสติคยืดหยุ่น (Elastomer)

พลาสติคยืดหยุ่นจะมีโครงสร้างที่มีตาข่ายกว้างเมื่ออยู่ในอุณหภูมิที่ต่ำจะหยุ่นตัวเหมือนเหล็กกล้า และเหนือ 0° จะยืดหยุ่นเหมือนยาง

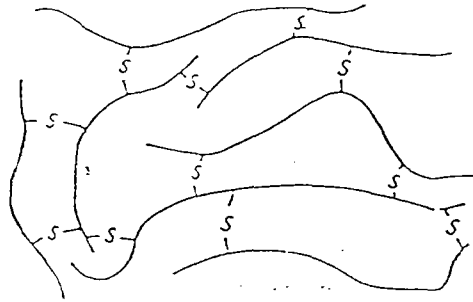
ประเภทของพลาสติคยืดหยุ่นจะมีตั้งแต่ประเภทหยุ่นแข็ง ไปจนกระทั่งหยุ่นอ่อน เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น คุณสมบัติยืดหยุ่นเกือบจะไม่เปลี่ยนแปลงเลย จนกว่าจะถึงอุณหภูมิแตกสลาย พลาสติคนี้หลอมละลายไม่ได้ไม่สามารถขึ้นรูปโดยไม่ปาดผิว (Non Cutting) และเชื่อมประสานไม่ได้ พลาสติคยืดหยุ่นส่วนใหญ่จะมีค่าความแข็งแรงอยู่ระหว่าง 40 ถึง 100 ตามความแข็งแรงของซอร์สเกล A

ยางธรรมชาติ ได้จากการนำยางจากต้นยางพาราที่มีสีเหมือนน้ำมัน ภาษาอังกฤษเรียกว่า ลาเท็กซ์ นำมารวมกัน หรือเติมกรดอะเซติกจนกลายเป็นยางดิบชั้นหนา จากนั้นนำไปย่อยให้เล็กลงแล้วใช้กำมะถัน สารทำให้อ่อนตัว สารกันเสื่อม (Ageing Protector) ประสมเข้าไปแล้วนำไปทำการ “วัลเคไนเซชัน” (ให้ความร้อนถึง 142°C ที่ความดัน 5 บรรยากาศ) สามารถอัดขึ้นรูปเป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้

ยางธรรมชาติเมื่อสัมผัสน้ำมัน เช่น เบนซิน จะทำให้เกิดขบวนการ และทำให้คุณสมบัติทางกลสูญเสียในที่สุด

ยางธรรมชาติจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ ทำให้ยางแข็ง ดังนั้น ชิ้นส่วนยางที่สำคัญจะต้องมีการทาแป้งพอกผิวไว้ในการเก็บรักษายางธรรมชาติเป็นตัวนำไฟฟ้าและความร้อนที่เลวโดยยางอ่อนจะสามารถทนกระเทือนจากแรงหรือเสียงได้ มีความยืดหยุ่นระหว่าง -30°C ถึง 60°C คุณสมบัติทางกลขึ้นอยู่กับการผสมของกำมะถัน ยางอ่อนจะผสมกำมะถัน 3 ถึง 20 % หากมีกำมะถันผสมอยู่น้อยก็ยิ่งจะทำให้ยืดตัวและยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น ในยางรถยนต์จะมีการใส่ไข (Wax) ผสมเพิ่มเข้าไปเพื่อให้เกิดชั้นผิวบาง ๆ ช่วยป้องกันรังสีจากแสงอาทิตย์ได้ดีพอสมควร ยางอ่อนจะใช้ทำยางรถยนต์สายยางน้ำสายพานและอื่นๆ

(มานพ ดันตะระบัณฑิตย์ . 2534 : 289-291)



ภาพประกอบ 31 กำมะถันยัดเหนียวให้โมเลกุลลูกโซ่ยึดเกาะกันแน่น
(มานพ ดันตระบัณฑิตย์. 2534 : 290)

ยางแข็งมีกำมะถันผสมอยู่ระหว่าง 30 ถึง 50% ปาดผิวได้ง่ายด้วยมีดเหล็กกล้ารอบสูง หรือโลหะ
แข็งยางนี้ใช้ทำที่มือจับ พวงมาลัย เรือรบแบตเตอรี่ได้

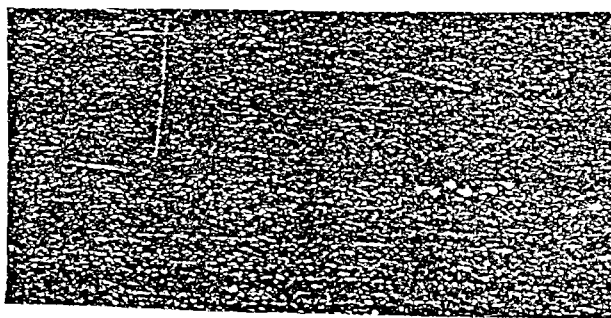
ยางเทียม มีโครงสร้างโมเลกุลคล้าย ๆ กับยางธรรมชาติ ในบางครั้งจะมีการเติมโคโพลิเมอร์ลง
ไป ทำให้โครงสร้างโมเลกุลตาข่ายกว้างออก แล้วผสมกำมะถันลงไป และทำการวัลเคในเซชัน แล้วจึงทำการอัดฉีด
ฉีดในแม่พิมพ์ (Injection Moulding) หรืออัดรีดให้เป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ

ยางเทียมมีข้อดีกว่ายางธรรมชาติ คือสามารถทนต่อน้ำแร่ได้ แต่ยืดหยุ่นสู้ยางธรรมชาติไม่ได้

ยางธรรมชาติและโพลีไอโซพรีน (Polyisoprene) มีคุณสมบัติทนต่อน้ำมันกรดแอลกอฮอล์แต่ไม่ทน
ต่อน้ำมันแร่ จาระบี ใช้ทำยางรถยนต์บรรทุก ยางสปริง ยางรองเพลลา ปะเก็นสายพานลำเลียงรูปพรรณต่าง ๆ

ยางซิลิโคน ทนอุณหภูมิได้ระหว่าง -100 ถึง $+200^{\circ}\text{C}$ มีความเหนียว ทนต่อน้ำมัน น้ำไม่จับเกาะ
ทนต่อจาระบี แต่ไม่ทนต่อการคาร์บอนิก, น้ำมันเครื่องยนต์สันดาป, กรด, ด่างเข้มข้น, น้ำร้อน และไอ ยางนี้ใช้ทำ
ปะเก็นที่ใช้งานกับความร้อนสูงและ / หรือ ฉนวนทางไฟฟ้า สายพานลำเลียง สายเคเบิล

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกคุณสมบัติที่เหมาะสมกับความต้องการที่จะมาทำกรีนโดยคุณสมบัติคือ
สามารถยืดหยุ่นได้ ผิวเรียบ และทนต่อแรงดึงค้างเป็นเวลานาน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วัสดุ PE โพลีไอโซพรีน
ดังภาพประกอบ 32



ภาพประกอบ 32 วัสดุ PE โพลีไอโซพรีนใช้ทำกรีน

2.7 สปริง

สปริงเป็นชิ้นส่วนที่มีความยืดหยุ่นซึ่งมีใช้อยู่ในเครื่องจักรกลทั่วไป ถึงแม้ว่าชิ้นส่วนอื่น ๆ ของเครื่องจักรกลจะมีคุณสมบัติในการยืดหยุ่นเหมือนกัน แต่สปริงจะมีการยืดหยุ่นมากกว่า สปริงอาจจะมีรูปร่างต่างกันและทำจากวัสดุหลายชนิด แม้แต่ของไหล เช่น อากาศ ก๊าซ และของเหลว ก็สามารถนำมาใช้ทำหน้าที่เป็นสปริงได้ สปริงที่จะกล่าวถึงนี้ส่วนมากทำจากโลหะและโลหะผสม แต่พวกโลหะบางชนิดก็กำลังเริ่มเข้ามาสู่ความสนใจของนักออกแบบที่จะนำมาใช้ทำสปริง สปริงอาจจะทำหน้าที่ได้หลายประเภทดังนี้

- ใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับกลไกต่าง ๆ งานประเภทนี้ใช้กันมาตั้งแต่เดิมและก็ยังจะมีใช้กันต่อไปอีก เช่น ลานนาฬิกา กล้องถ่ายภาพ และของเด็กเล่น เป็นต้น
- ใช้วัดแรง เช่น ดาซังสปริง ไดนาโมมิเตอร์ และอุปกรณ์ปรับต่าง ๆ เป็นต้น
- ใช้ทำหน้าที่เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลกลับคืนสู่ตำแหน่งเดิมเช่นตัวตามลูกเบี้ยว (cam followers) ก้านวาล์ว เป็นต้น
- ใช้ส่งแรงจากชิ้นส่วนหนึ่งไปยังอีกชิ้นส่วนหนึ่งเช่นสปริงแผ่นคลัตช์ คัปปลิง เป็นต้น

2.7.1 วัสดุสำหรับลวดสปริง

จุดประสงค์ของการใช้สปริง ส่วนมากจะเป็นไปในรูปของการเก็บพลังงานไว้ในตัวสปริงความเค้นที่เกิดขึ้นในสปริงขณะใช้รับแรงจะมีค่าสูงมาก ดังนั้นจึงต้องนำวัสดุที่มีความแข็งแรงสูงมาใช้ทำสปริง โดยทั่วไปเหล็กสำหรับใช้ทำสปริงจะเป็นเหล็กที่มีคาร์บอนสูงกว่า 0.5% แล้วผ่านกรรมวิธีทางความร้อนเพื่อให้มีความยืดหยุ่นสูง เนื่องจากความสามารถในการยืดหยุ่นเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของสปริงทั้งนี้เพื่อให้สปริงมีการยืดหดได้มากนั่นเอง นอกจากนี้แล้วยังมีวัสดุประเภทโลหะผสม เหล็กกล้าไร้สนิม และอื่น ๆ ที่ต้องใช้กับงานเป็นพิเศษ เพื่อป้องกันการกัดกร่อนหรือทนทานต่ออุณหภูมิสูง ๆ

สปริงชนิด (helical spring) ที่มีขนาดของลวดสปริงไม่เกิน 12mm จะใช้วิธีชุบเย็น (wound cold) แต่ถ้าขนาดของลวดสปริงโตขึ้นก็มักจะใช้วิธีชุบร้อน (wound hot) ในกรณีของลวดสปริงขนาดเล็กอาจจะนำไปผ่านกรรมวิธีทางความร้อนก่อนจะนำมาชุบหรือหลังจากชุบแล้วก็ได้ สปริงที่ชุบเย็นควรจะนำมาอบเพื่อคลายความเค้น (stress relieved) ที่อุณหภูมิประมาณ 260°C นานประมาณ 15 ถึง 60 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของสปริง ขนาดของลวดสปริง สำหรับวัสดุบางชนิดดังที่จะกล่าวต่อไปขนาดที่หาซื้อได้ทั่วไป

2.7.2 คุณสมบัติทางกลของลวดสปริง

ค่าความต้านแรงของวัสดุที่ใช้ทำลวดสปริงจะเปลี่ยนแปลงตามขนาดของลวดสปริง ดังนั้นจึงอาจเขียนในรูปสมการที่ใช้หาค่าความต้านแรงของวัสดุลวดสปริงที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใด ๆ ได้ดังนี้คือ

$$\sigma_u = \frac{A}{d^x} \quad (3)$$

$$\tau_n = \frac{B}{d^y} \quad (4)$$

โดยที่	σ_u	คือ ความต้านแรงดึงต่ำสุด
	τ_n	คือ ความต้านแรงเฉือนทนทาน
	d	คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดสปริงเป็น mm

ค่าคงที่โดยประมาณของสมการที่ (3) และสมการที่ (4) แสดงไว้ในตาราง 2 ค่าความต้านทานมีหน่วยเป็น N/mm^2 และค่าต่าง ๆ เหล่านี้เป็นค่าที่เรียบเรียงมาจากหนังสือของ V.M.FAIREs เพื่อใช้เป็นตัวอย่างข้อมูลสำหรับแบบฝึกหัด ในการคำนวณถ้ามีความจำเป็นต้องใช้สมการที่ (3) และสมการที่ (4) กับลวดสปริงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่าค่าในตารางที่ A ก็อนุโลมให้สามารถใช้ได้ (วิธีที่ อิงภากรณ์.2534 :257-258)

ตาราง 2 คุณสมบัติของลวดสปริง

ชนิดของวัสดุ	ขนาดลวด (mm)	X	Y	A	B
Hard drawn wire (ASTM A227)	0.50-16.00	0.190	0.340	1780	560
Music wire (ASTM A228)	0.10-6.35	0.154	0.154	2150	565
Oil temperem wire (ASTM A229)	0.50-16.00	0.190	0.340	1855	560
Valve spring steel (ASTM A230)	1.50-6.25	0.100	0.150	1730	515
Cr-V steel (ASTM 231)	0.50-12.50	0.166	0.150	1976	515
Cr-Si steel (ASTM A401)	0.80-12.00	0.107	0.150	1965	515
Stainless steel (ASTM A313)	0.20-12.50	0.140	0.170	1840	360

สำหรับค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นและโมดูลัสเฉื่อยของวัสดุในตาราง 2 ให้ใช้ค่าประมาณดังนี้ (ยกเว้นเหล็กกล้าไร้สนิม)

$$E = 200 \text{ kN/mm}^2 \quad G = 80 \text{ kN/mm}^2$$

สำหรับเหล็กกล้าไร้สนิมให้ใช้

$$E = 180 \text{ kN/mm}^2 \quad G = 70 \text{ kN/mm}^2$$

ค่าต่าง ๆ ที่ได้แสดงอยู่ในตารางที่ 2 เป็นเพียงแต่ค่าโดยประมาณเพื่อใช้ประกอบในการคำนวณเกี่ยวกับสปริงขดในส่วนนี้เท่านั้น ในการทำงานจริงผู้ออกแบบควรจะสอบถามค่าที่แน่นอนจากผู้ผลิตโดยตรง

สำหรับค่าความต้านแรงเฉื่อยครากให้ใช้ค่าประมาณ

$$\tau_y = 0.60\sigma_u \text{ สำหรับวัสดุทั่วไป}$$

$$\tau_y = 0.47\sigma_u \text{ สำหรับเหล็กกล้าไร้สนิม}$$

2.7.2 ความเค้นในสปริงชดรับแรงกด

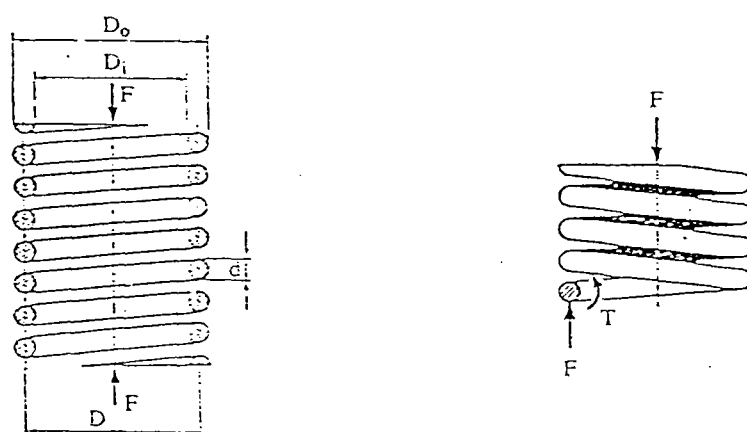
พิจารณาสปริงชดซึ่งรับแรงกด F ในแนวแกนของสปริงดังภาพประกอบ 27 (ก) และให้

D_0 คือเส้นผ่านศูนย์กลางกลางภายนอกของชดสปริง

D_i คือเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของชดสปริง

$D = (D_0 + D_i) / 2$ เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของชดสปริง

d คือเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดสปริง



(ก) แรงกดกระทำในแนวแกนของสปริง

(ข) แผนภาพวัตถุอิสระแสดงให้เห็นว่าลวดอยู่ภายใต้แรงเฉือนและโมเมนต์บิด

ภาพประกอบ 33 สปริงชด

(วริทธิ์ อิงภากรณ์.2534 :259)

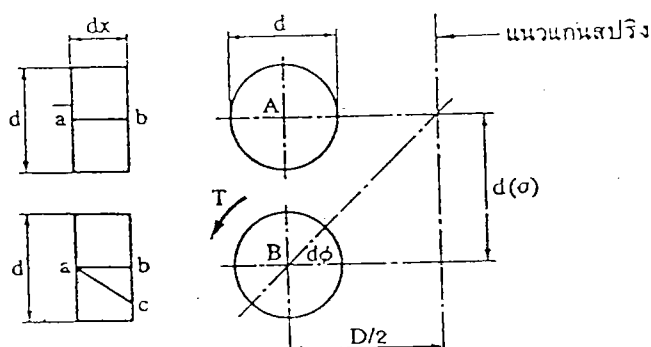
ให้ตัดส่วนหนึ่งของสปริงออกมาพิจารณาเห็นได้ว่า ลวดสปริงอยู่ภายใต้แรงภายใน F และโมเมนต์บิด T ดังภาพประกอบ 33 (ข) ค่าความเค้นเฉือนสูงสุดที่เกิดขึ้นในลวดสปริงคือ

$$\tau = \frac{Tr}{J} + \frac{F}{A} \quad (5)$$

2.7.3 การยืดยืดของสปริงชด

ในการหาการยืดยืดของสปริงให้พิจารณาชดสปริง ซึ่งตัดออกมาเป็นชิ้นเล็ก ๆ ยาว dx ก่อนมีแรงมากระทำในแนวดิ่ง ส่วนของลวดสปริงนี้จะอยู่ที่ A หลังจากรับแรงภายนอกแล้วลวดสปริงจะเลื่อนมาอยู่ที่ตำแหน่ง B โดยมีการยุบตัว $d\sigma$ และมุมบิดเล็ก ๆ ของลวดเท่ากับ $d\phi$ นั่นคือเส้น ab จะบิดมาอยู่ที่ตำแหน่ง ac จากสูตรการบิด

$$d\phi = \frac{Tdx}{GJ} \quad (6)$$



ภาพประกอบ 34 การยึดหดของลวดสปริง
(วิธี อิงภากรณ์.2534 :262)

ถ้ามุมบิดบนลวดสปริงขึ้นเล็ก ๆ นี้อีกมาก (เนื่องจากสปริงมีขดถี่) ระยะยวบตัวคือ

$$d\sigma = \frac{D(d\phi)}{2} = \frac{TD(dx)}{2GJ} \quad (7)$$

ถ้าสปริงมีความยาวทั้งหมด L ระยะยวบตัวทั้งหมด คือ

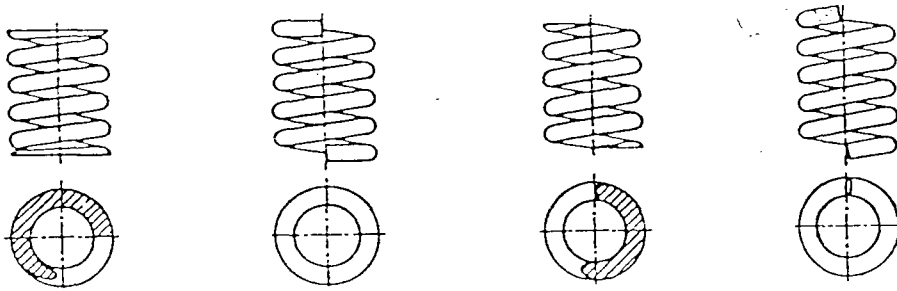
$$\sigma = \frac{TD}{2GJ} \int_0^L dx = \frac{TDL}{2GJ} \quad (8)$$

ถ้าจำนวนขดทำการ (active coils) เท่ากับ n ขด ความยาว L ของสปริง n ขดโดยประมาณเท่ากับ πDn และเมื่อแทนค่า $T=FD/2$ และ $J=(\pi/32)d^4$ ลงในสมการที่ (8) จะได้ว่า

$$\text{ระยะยวบตัว} \quad \sigma = \frac{8FD^3n}{Gd^4} = \frac{8FC^3n}{Gd} \quad (9)$$

2.7.5 จำนวนขดทำการ

สปริงขดรับแรงกดที่ใช้งานอยู่ทั่ว ๆ ไป จะมีปลายทั้งสองในลักษณะดังภาพประกอบ โดยปกติแล้วต้องการให้ปลายสปริงสัมผัสกับสิ่งที่สปริงกดอยู่ให้มากที่สุด ในบางกรณีสปริงตั้งอยู่ในช่องซึ่งมีพื้นที่กดที่เรียบแบน ดังนั้น จึงนิยมตัดปลายสปริงชนิดนี้ให้เรียบเป็นฐานตั้ง เนื่องจากขดส่วนที่ตัดปลายไปจะสูญเสียผลในการเป็นสปริงไปมาก ฉะนั้นการคำนวณจึงให้หักเอาจำนวนขดเหล่านี้ออก จำนวนขดที่เหลืออยู่ทั้งหมดของสปริงขดก็จะคิดจำนวนขดทำการได้ดังนี้คือ



(ก) ปลายธรรมดา (ข) ปลายธรรมดาและเจียระไน (ค) ปลายตรง (ง) ปลายตรงและเจียระไน

ภาพประกอบ 35 ปลายสปริงชนิดรับแรงกด

(วริทธิ์ อึ้งภากรณ์.2534 :264)

ปลายธรรมดา (plain ends)

$$n = n_t$$

ปลายธรรมดาและเจียระไน (ground end)

$$n = n_t - 1$$

ปลายตรง (square ends)

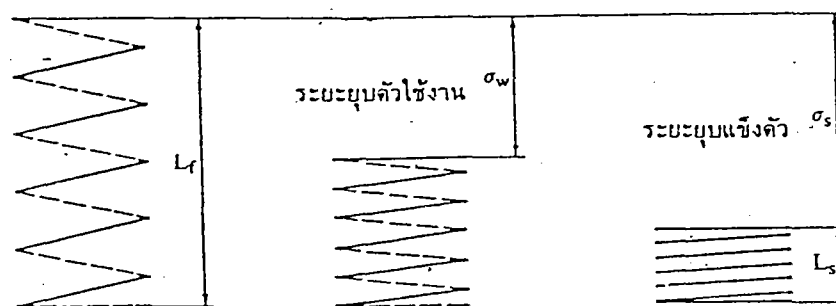
$$n = n_t - 1.5$$

ปลายตรงและเจียระไน

$$n = n_t - 2$$

2.7.6 ระยะยวบตัวใช้งาน

ความยาวของสปริงชนิดในขณะที่ยังไม่มีแรงภายนอกกระทำเรียกว่า ความยาวอิสระ B_f ดังภาพประกอบ 36 (ก) เมื่อมีแรงภายนอกมาดสปริงชนิดนี้ให้ทุกขดติดกันพอดีดังภาพประกอบ 36 (ข) ความยาวของสปริงชนิดนี้เรียกว่า ความยาวแข็งตัว (solid height) L_s แรง และความเค้นในขณะนั้นเรียกว่า แรงแข็งตัว (solid force) และความเค้นแข็งตัว (solid stress) ตามลำดับ



(ก) ความยาวอิสระ

(ข) ระยะยวบตัวใช้งาน

(ค) ระยะยวบแข็งตัว

ภาพประกอบ 36 ระยะยวบตัวของสปริงชนิด

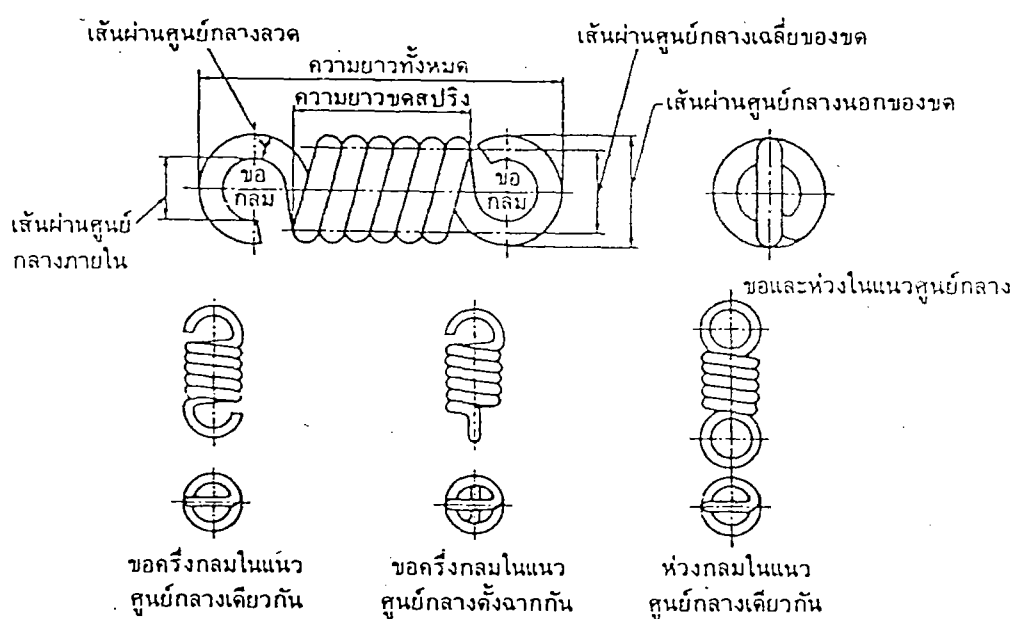
(วริทธิ์ อึ้งภากรณ์.2534 :264)

สำหรับการออกแบบสปริงให้รับแรง F สูงสุดขณะใช้งาน โดยที่สปริงจะยุบตัวลงไป σ_w ค่า σ_w นี้จะเรียกว่า ระยะยุบตัวใช้งาน ดังรูป ถ้าให้ระยะยุบแข็งตัว (solid deflection) σ_w เป็นผลต่างระหว่างความยาวอิสระและความยาวแข็งตัวจะได้ว่า

$$\sigma_s = L_f - L_s \quad (10)$$

2.7.7 สปริงชนิดแบบดึง

สปริงชนิดแบบดึง (tension spring) มีใช้งานอยู่ไม่น้อยกว่าสปริงแบบกด เช่น สปริงสำหรับตาชั่ง เพื่อให้สปริงรับแรงดึงได้ตอนปลายทั้งสองข้างของสปริงจึงมักทำเป็นขอหรือเป็นห่วงเพื่อใช้เกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการให้ออกแรงดึง ปลายทั้งสองของสปริงชนิดแบบดึงจะดูได้จากภาพประกอบ 37



ภาพประกอบ 37 สปริงชนิดแบบดึงและชนิดต่าง ๆ

(วรวิทย์ อึ้งภากรณ์.2534 :281)

ในบางครั้งสปริงชนิดแบบดึงจะผลิตออกให้ขดอัดกันแน่นด้วยแรงจำนวนหนึ่งเรียกว่า แรงดึงขั้นต้น (initial tension) ซึ่งหมายถึงแรงที่ใช้ดึงสปริงจนกระทั่งจุดที่ขดจะแยกออกจากกัน (ยังไม่มีกรดยึด) ดังนั้นจะใช้กฎของฮุคเลยไม่ได้จนกว่าแรงดึงภายนอกจะเอาชนะแรงดึงขั้นต้นแล้ว (วรวิทย์ อึ้งภากรณ์.2534 :281)

ถ้าให้ F คือแรงดึงภายนอกทั้งหมดที่ใช้สปริง
 F_i คือแรงดึงขั้นต้น

$$F = F_i + k\sigma \quad (11)$$

ตาราง 3 ความเค้นชั้นต้นของสปริงชนิดแบบดิ่ง

C	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15
τ_i N/mm ²	165	155	138	124	112	100	90	80	73	67	48

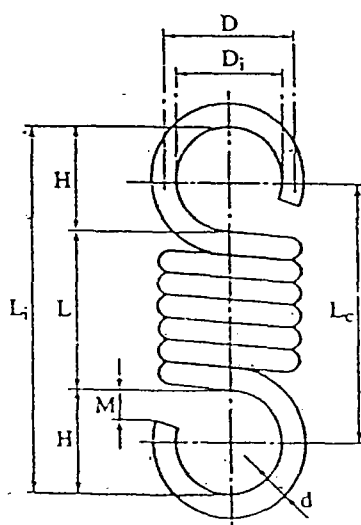
ถึงแม้ว่าสปริงชนิดแบบดิ่งจะคล้ายกับแบบกดและสามารถใช้สมการในการคำนวณร่วมกันได้ แต่มีข้อควรระวังในการออกแบบเพราะจะมีความแตกต่างกันดังนี้คือ

(ก) สปริงชนิดแบบดิ่งสามารถที่จะดึงให้ยืดออกได้มาจนความเค้นเฉื่อยที่เกิดขึ้นสูงกว่าความต้านแรงเฉื่อยครากของวัสดุได้ แต่สปริงชนิดแบบกดจะยุบตัวลงได้ถึงความยาวแข็งตัวเท่านั้น

(ข) ปลายของสปริงชนิดแบบดิ่งต้องขดให้เป็นขอสำหรับเกี่ยว ทำให้เกิดความเค้นคดที่ขอและค่าความเค้นหนาแน่นที่ขอก็อาจจะมีค่าสูงมากได้ ดังนั้นจึงต้องตรวจสอบความเค้นคดที่ขอด้วย (วิริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. 2535 : 272-282)

จากข้อแตกต่างระหว่างสปริงชนิดแบบดิ่งและแบบกดดังกล่าวมาแล้ว จึงแนะนำให้ใช้ค่าความเค้นเฉื่อยออกแบบสำหรับสปริงชนิดแบบดิ่งเพียง 80% ของค่าที่ให้ไว้ สัดส่วนโดยทั่วไปของสปริงชนิดแบบดิ่งที่นิยมใช้กันมากจะดูได้จากภาพประกอบ 40

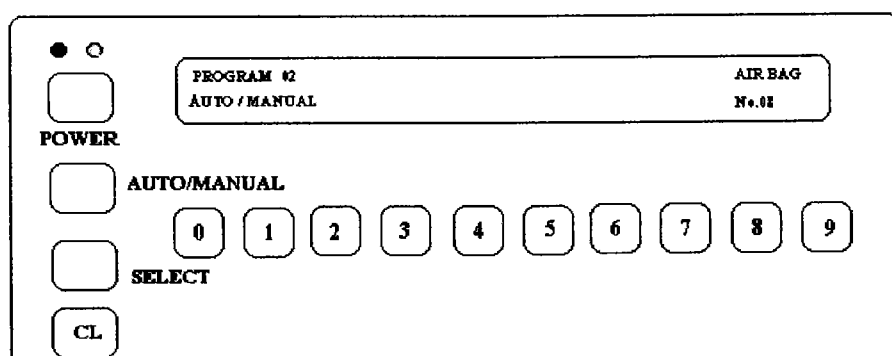
โดยที่	D_i	=	$D-d$
	H	=	D_i สำหรับชอกกลม (full hook)
	M	=	$D_i / 3$
	L	=	$d(n+1)$
	L_i	=	$L+2D_i$
	L_c	=	$L+D_i$



ภาพประกอบ 38 สปริงชนิดแบบดิ่งซึ่งมีชกกลมในแนวศูนย์กลางขด
(วิริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. 2535 : 282)

ดังนั้นในการออกแบบ การเลือกใช้สปริงทางผู้วิจัยเลือกใช้สปริงแบบตึง 2 ขนาด คือโดย ในส่วนของการสร้างสปรูปลูกสปริงที่ใช้ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ความยาว 6 ซม.จำนวน 10 ตัว ปากตะขอเกี่ยวทั้งสองด้านในการยึดกรีนกับโครงสร้างพื้นล่าง เพื่อรับเวลาเปลี่ยนสร้างลูกเนินและเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 ความยาว 10 ซม. จำนวน 20 ตัว ปากตะขอเกี่ยวทั้งสองด้าน เพื่อยึดและรั้งกรีนในด้านข้างเปลี่ยนสร้างลูกเนิน โดยเลือกใช้ตามข้อกำหนดของผู้ผลิต

2.8 ชุดอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติควบคุมระบบวาล์วลม ควบคุมถุงลม และการปรับระดับของเครื่อง ห้างหุ้นส่วนจำกัด อมรอิเล็กทรอนิกส์ ได้เสนอ ชุดวงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมระบบนิวแมติกส์วาล์วลมควบคุมถุงลมและการปรับระดับของเครื่องอัตโนมัติโดยวงจรได้ออกแบบให้มีการเปิด-ปิดวาล์วลมจำนวน 20 ตำแหน่ง ทั้งทำโดย Manual และป้อนข้อมูลเพื่อให้ทำ Automatic โดยป้อนข้อมูลการทำงานใด ๆ ก็ได้ มีลักษณะดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 39 ระบบควบคุมวาล์วลมอัตโนมัติ 20 ตำแหน่ง

รายละเอียดของชุดควบคุมวาล์วลมอัตโนมัติมีดังนี้

1. สามารถตั้งโปรแกรมได้ทั้ง Manual และป้อนข้อมูลเพื่อให้ทำ Automatic
2. สามารถปรับการเปิด-ปิดของวาล์วลมได้ 20 ตำแหน่ง
3. สามารถป้อนข้อมูลจะให้เปิดวาล์วพร้อม ๆ กันกี่ตำแหน่งก็ได้
4. สามารถใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ 1 เฟส

2.9 สรุปรายละเอียดการออกแบบและสร้างของตู้ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบตู้ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟพระยะใกล้แบบปรับระดับได้ ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ก. โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.9.1 ในส่วนของโครงสร้างต้องใช้หลักการของคานในการรับน้ำหนักโดยต้องทราบภาระและแรงที่กระทำ เมื่อทราบถึงแรงที่กระทำบนคานโดยมีจุดรองรับที่ปลายทั้งสองข้างอิสระและจากการเปิดตารางการเลือกใช้เหล็ก ก็สามารถเลือกใช้เหล็กกล่องขนาด 1x1.5 นิ้ว ได้ตามขอบเขตของงานวิจัยที่ผู้วิจัยที่กำหนด และสามารถรับน้ำหนักได้โดยไม่เกิดการโก่งงอภายในคาน

2.9.2 ในส่วนของข้อต่ออิสระ การออกแบบเพื่อสร้างความยืดหยุ่นของโครงสร้างช่วยให้คานมีการเอียงศูนย์กันได้บ้างหรือทำให้เกิดภาวะอ่อนตัว (flexible) ทางกลช่วยป้องกันการเกิด การเกินภาระ (over load) คับปลิงแบบอ่อนตัว (flexible coupling) มีความยืดหยุ่นได้เล็กน้อยใช้ต่อเพลลาหรือคานที่เอียงศูนย์กันได้ และยังช่วยลดการสั่นสะเทือนได้ด้วย ดังนั้นผู้วิจัยได้เลือกใช้วัสดุแบบอ่อนตัว ที่จะใช้เป็นส่วนประกอบร่วมกับโครงสร้างผู้วิจัยเลือกใช้ Coupling แบบใช้วัสดุอ่อนตัวเพราะในการออกแบบในการสร้างในส่วนโครงสร้างไม่มีการหมุนใด ๆ ของเพลลาหรือโครงสร้างเพียงแต่ให้เพลลาหรือโครงสร้างเกิดลักษณะที่ยืดหยุ่นในแนวเอียงศูนย์เท่านั้น

2.9.3 การเชื่อมต่อผู้วิจัยเลือกใช้การเชื่อมต่อแบบเชื่อมไฟฟ้า และรับแรงในแนวดิ่งและแรงดิ่ง ดังค่าแรงดิ่งจากตารางจากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่มาตรฐานของลวดเชื่อมสำหรับการเชื่อมแบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน ISO 544 เป็น mm. ผู้วิจัยเลือกใช้ขนาดของลวดเชื่อม 2.5 mm. เทียบจากตารางมาตรฐานแสดงขนาดของลวดเชื่อมรับแรง ความต้านแรงดิ่ง ได้ 470N/ตารางมิลลิเมตรและแรงยึดได้ 22 % ซึ่งเพียงพอต่อการรับน้ำหนักภาระไม่เกิน 120 กิโลกรัม จากขอบเขตการวิจัย

2.9.4 ระบบนิวแมติกส์การออกแบบผู้วิจัยได้แสดงวงจรการทำงานไว้ในเนื้อหา ในส่วนของการออกแบบวงจรการใช้งานแล้ว

2.9.5 วัสดุทำถูลมดัดนั้นการออกแบบการใช้ถูลมผู้วิจัยได้เลือกใช้สารประกอบพลาสติกเปลี่ยนรูปเป็นเซลล์ลูโลสอาซิเตท สำเร็จรูป มาเป็นเข้าเป็นรูปแบบของถูลม ซึ่งยืดหยุ่นได้ และแข็งตัวเมื่อลมอัดเข้าไป

2.9.6 วัสดุทำกรีนวิจยจึงเลือกคุณสมบัติที่เหมาะสมกับความต้องการที่จะมาทำกรีน โดยคุณสมบัติคือสามารถยืดหยุ่นได้ ผิวเรียบ และทนต่อแรงดิ่งค้างเป็นระยะเวลานาน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วัสดุ PE โพลีเอไซพรีน

2.9.7 ในการออกแบบการเลือกใช้สปริง ทางผู้วิจัยเลือกใช้สปริงแบบดิ่ง 2 ขนาด คือ ในส่วนของการสร้างสปริงเลือกสปริงที่ใช้ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 05 ความยาว 5 ซม. จำนวน 40 ตัว ปากตะขอเกี่ยวทั้งสองด้านในการยึดกรีนกับโครงสร้างพื้นล่าง เพื่อรับเวลาเปลี่ยนสว่านลูกนินและเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ความยาว 5 ซม. จำนวน 20 ตัว ปากตะขอเกี่ยวทั้งสองด้าน เพื่อยึดและรั้งกรีนในด้านข้างเปลี่ยนสว่านลูกนิน โดยเลือกใช้ตามข้อกำหนดของผู้ผลิต

2.9.8 ชุดอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติควบคุมระบบวาล์วลมควบคุมถูลมและการปรับระดับของเครื่อง ห้างหุ้นส่วนจำกัดอมรอิเล็กทรอนิกส์ ได้เสนอ ชุดวงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมระบบนิวแมติกส์วาล์วลมควบคุมถูลมและการปรับระดับของเครื่องอัตโนมัติโดยวงจรได้ออกแบบให้มีการเปิด-ปิดวาล์วลม จำนวน 20 ตำแหน่ง ทั้งทำโดย Manual และป้อนข้อมูลเพื่อให้ทำ Automatic โดยป้อนข้อมูลการทำงานใด ๆ ก็ได้

3. สมรรถนะ ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

ในทฤษฎีการสร้างแบบประเมินต่าง ๆ มีเป้าหมายในการประเมินเช่น การกำหนดเป้าหมายของการประเมิน การกำหนดคุณค่า กำหนดเกณฑ์การประเมิน กำหนดรูปแบบการประเมิน เช่นในงานวิจัยเรื่อง การสร้างเครื่องพับแผ่นอะคริลิก (อนุวัต สุเพียร. 2544 : 135) มีการประเมินสมรรถนะของเครื่อง 2 ด้านคือ ด้านเครื่องพับแผ่นอะคริลิกและมีการประเมินรายด้านเช่น การปรับเครื่อง การตั้งมุมในการพับได้ตามองศาต่างๆ และด้านรอยพับ แผ่นอะคริลิกมีการประเมินรายด้านเช่น ได้องศาตามมุมพับที่ต้องการ ความตรงของรอยพับ ผิวของรอยพับ จากการประเมินทั้งสองด้านดังกล่าวจะเห็นว่าการประเมินจะแยกเป็นส่วนของตัวเครื่องตามรายด้านต่างๆและแยกประเมินด้านคุณภาพคือผลลัพธ์จากการใช้เครื่องๆ ในรายด้านต่างๆจึงทำให้ผลการประเมินสมบูรณ์

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการประเมินสมรรถนะในด้านต่างๆ 4 ด้านคือ ด้านการติดตั้ง ด้านกายภาพ ด้านการบำรุงรักษา และด้านความเหมาะสมในการใช้งาน จะเห็นว่าการประเมินจะแยกเป็นส่วนๆ ในส่วนของด้านการ

ติดตั้ง ด้านกายภาพ ด้านการบำรุงรักษาจะเป็นลักษณะในส่วนของการใช้งานของที่ฝึกซ้อมฯตามรายด้านต่าง ๆ และแยกประเมินในด้านความเหมาะสมและความสามารถจากการใช้ที่ฝึกซ้อมฯ ด้านความเหมาะสมในการใช้งานในรายด้านต่าง ๆ จึงทำให้ผลการประเมินครอบคลุมสมรรถนะของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ

3.1 ด้านการติดตั้ง

3.1.1 ขั้นตอนการใช้งานของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ เป็นไปอย่างสะดวก ไม่ยากสามารถติดตั้งและถอดแยกอุปกรณ์ของระบบได้ด้วยตัวเองโดยศึกษาจากคู่มือ

3.1.2 การติดตั้งทำด้วยความสะดวก

3.1.3 การติดตั้งใช้เวลา 15 นาที

3.1.4 การเตรียมเนื้อที่ติดตั้งไม่เปลืองเนื้อที่มาก

3.1.5 สามารถติดตั้งทำได้โดยปลอดภัย

3.2 ด้านกายภาพ

3.2.1 ชั้นส่วนทุกชั้นมีรูปร่างลักษณะแยกชั้นส่วนฯได้

3.2.2 มีความแข็งแรงของโครงสร้าง ปลอดภัย

3.2.3 การจัดวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

3.2.4 มีขนาดเหมาะสมกับการใช้งานและมีความสวยงาม

3.2.5 วัสดุในการสร้างสามารถหาซื้อได้ง่ายราคาไม่แพง

3.3 ด้านการบำรุงรักษา

3.3.1 อุปกรณ์ที่ต้องบำรุงรักษาสามารถหาซื้อได้ง่ายภายในประเทศ

3.3.2 สามารถตรวจสอบระบบไฟฟ้าก่อนการใช้งานได้ง่าย

3.3.3 สามารถตรวจสอบระบบลมก่อนใช้งานของเครื่องได้ง่าย

3.3.4 มีจุดตรวจที่ต้องบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ น้อย

3.3.5 มีความสะดวกในการถอดแยกชุดควบคุมกับที่ฝึกซ้อมฯ

3.4 ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน

3.4.1 มีความเหมาะสมในการเลือกหรือเปลี่ยนโปรแกรมในการฝึกซ้อม

3.4.2 การปรับเปลี่ยนโปรแกรมใช้เวลาในการเปลี่ยนเหมาะสม

3.4.3 มีความสะดวกในการควบคุมที่ฝึกด้วยตัวเอง

3.4.4 มีความเหมาะสมในการปรับระดับความชันของที่ฝึกซ้อมฯได้สูงสุด15 องศา

3.4.5 มีความเหมาะสมในการปรับระดับความลาดของที่ฝึกซ้อมฯได้สูงสุด15 องศา

3.4.6 มีความเหมาะสมในการปรับระดับความลาดเอียงซ้ายและขวาของที่ฝึกซ้อมฯ

ได้สูงสุด 25 องศา

3.4.7 สามารถปรับระดับสร้างเนินขึ้น-ลงของที่ฝึกซ้อมฯ ได้ 10 ตำแหน่ง ได้อย่างเหมาะสม

3.4.8 สามารถปรับระดับองศาของบริเวณปากกรอบหลุมได้ทุกทิศทางรอบตัวเองด้วยมือหมุน

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีส่วนสำคัญ ทำให้ผู้วิจัยได้ใช้เป็นเหตุผลและแรงบันดาลใจทำให้เกิด เกิดมี เหตุผลรองรับซึ่งทำให้เกิดเป็นงานวิจัยขึ้นมา

กฤษดา จุลชาต (2543:60,63) ได้วิจัย เรื่องแรงจูงใจในการเล่นกีฬากอล์ฟนั้นได้วิจัยในส่วนของแรงจูงใจในการเล่นกอล์ฟแบ่งกลุ่มแยกตามลักษณะของเพศ อายุ โดยผลของงานวิจัยสรุปว่า เพศชายมีแรงจูงใจในการเล่นกีฬากอล์ฟและมีแรงจูงใจในระดับมาก ให้เหตุผลด้านความคิดเห็นส่วนตัวและบุคคลที่เกี่ยวข้องว่ากอล์ฟเป็นกีฬาที่สามารถกระตุ้นให้คนมีความพยายามและเชื่อว่ากีฬากอล์ฟสามารถส่งเสริมความเป็นตัวของตัวเอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเป็นแรงจูงใจเกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเองและบุคคลที่เกี่ยวข้อง ที่ต้องการเป็นอิสระและความเป็นตัวเองสูงส่งเสริมให้มีความพยายามที่จะเล่นอย่างเต็มความสามารถตามความความพอใจของตนเอง ด้านความถนัดและความสนใจอาจเป็นเพราะผู้เล่นกอล์ฟเป็นคนทำงาน ต้องการอิสระและพักผ่อนออกกำลังกาย มีความต้องการที่จะแสดงทักษะเฉพาะตนเองออกมาตามความสามารถ และในด้านของรายได้และผลประโยชน์ ถ้าเล่นจนถึงระดับอาชีพจะได้รับรางวัลตอบแทนอยู่ในเกณฑ์ดี จึงมีแรงจูงใจด้านนี้สูง

วิชิต คงสุขเกษม. (2543 : 54-56) กล่าวว่าสภาพจิตใจมีความสำคัญต่อการเล่นกอล์ฟเป็นอย่างมาก นักกอล์ฟทุกคนต้องรู้จักควบคุมจิตใจของตนเองขณะเล่นกอล์ฟ ในขณะที่ฝึกหัดซ้อมอยู่ในสนามซ้อม นักกอล์ฟอาจจะซ้อมได้อย่างยอดเยี่ยม แต่เมื่อเวลาเล่นในสนามจริงอาจจะดีได้ดีในบางครั้ง บางครั้ง 9 หลุมแรกเล่นดี แต่ 9 หลุมหลังเล่นไม่ดี ทั้งๆที่มีผละกำลังดีอยู่ตั้งนั้นการเล่นคือ สภาพจิตใจ ความคิดและความรู้สึกนั้นเองสิ่งสำคัญต่างๆเหล่านี้เป็นส่วนประกอบในวงสวิงและการพัตต์กอล์ฟ แนนอนที่สุดร่างกายและจิตใจไม่สามารถแยกออกจากกันและจิตใจก็ไม่สามารถแยกออกจากสมองเช่นเดียวกันเพราะสมองเป็นตัวควบคุมจิตใจ สมองจึงเป็นส่วนสำคัญต่อการเล่นกอล์ฟ

สัตยาพร ดันเต็มทรัพย์ และ ดร.ประสม สถาปิตานนท์. (2538 : 708-709) กล่าวว่าไว้ว่ากรีนคือบริเวณพื้นดินรอบ ๆ หลุมที่กำลังเล่นซึ่งคณะกรรมการได้จัดทำหรือกำหนดขึ้นไว้เป็นพิเศษเพื่อการพัตต์ลูก เมื่อส่วนใดส่วนหนึ่งของลูกสัมผัสกับกรีนให้ถือว่าลูกได้อยู่บนกรีนแล้ว และลูกที่อยู่คั่นอยู่ภายในเส้นรอบวงของหลุม โดยมีทุกส่วนของลูกอยู่ใต้ระดับปากหลุมลงไปเป็นลูก “ ลงหลุมไปแล้ว ” ในส่วนการเล่น การทดสอบผิวกรีนผู้เล่นต้องไม่ทดสอบพื้นผิวกรีน โดยการกลิ้งลูกหรือลูบ หรือครูดบนผิวกรีน ผู้เล่นต้องไม่พัตต์ลูกบนกรีนจากทำการยืนคร่อมลูกหรือวางเท้าข้างใดข้างหนึ่งสัมผัสเส้นการพัตต์หรือเส้นทางการพัตต์จากด้านหลังลูกออกไป ตีลูกขณะที่ลูกอื่นเคลื่อนที่ โดยห้ามมิให้ผู้เล่นตีลูก ขณะที่มีการพัตต์ลูกและลูกนั้นกำลังเคลื่อนที่อยู่บนกรีน ในกรณีเมื่อลูกค้างอยู่ที่ปากหลุม เมื่อส่วนใดส่วนหนึ่งของลูกค้างอยู่ที่ปากหลุมให้ผู้เล่นเข้ามาที่หลุมอย่างปกติโดยไม่ถ่วงเวลาแล้วยอมให้อีก 10 วินาที เพื่อพิจารณาว่าลูกนั้นได้หยุดนิ่งแล้วหรือไม่ เมื่อถึงเวลานั้นแล้วลูกยังไม่ตกลงไปในหลุมให้ถือว่าลูกได้หยุดนิ่งแล้ว และถ้าต่อจากนั้นหลัง 10 วินาทีถ้าลูกตกลงไปในหลุม ให้ถือว่าผู้เล่นได้ตีลงหลุมอีกครั้งหนึ่งเพิ่ม แต้มอีก 1 แต้ม

James B. Beard (1990 : 100,171) กล่าวว่าไว้ว่าการเล่นลูกทั้ง 72 ครั้งไม่น้อยกว่า 50 เปอร์เซนต์เป็นการเล่นลูกที่อยู่บนกรีนและเมื่ออยู่บนกรีนส่วนใหญ่จะเป็นการพัตต์สองครั้ง กรีนพัตต์ที่ดีต้องมีการบำรุงรักษาการเอาใจใส่เป็นอย่างดีในด้านการบำรุงรักษานั้นที่ดึนั้นเริ่มจากการออกแบบในการสร้างกรีนที่ดีจำเป็นต้องมีองค์ประกอบดังนี้ ท่อระบายน้ำใต้กรีน จะมีลักษณะคล้ายการวางท่อระบายน้ำแบบก้างปลาและชั้นดินที่มีการออกแบบในการสร้างเป็นชั้นๆอย่างดี รวมถึงหญ้าบนกรีนต้องมีความเร็วที่มาตรฐาน

การสร้างลูกเนินเพื่อการออกแบบของกรีน ให้มีลักษณะการเล่นลูกบนกรีนให้มีความชันความลาดต่างกันเพื่อความหลากหลายในการเล่นนั้นผู้ออกแบบจะเป็นผู้กำหนดโดยดูจากการออกแบบโดยรวมว่าจะให้เนินอยู่

ตำแหน่งไหนลักษณะใด โดยจะยึดลักษณะส่วนใหญ่คืออยู่ด้านที่ติดบ่อน้ำหรือด้านตรงข้ามก็ได้ การสร้างก็คือถมดินตามชั้นเพื่อปรับสร้างเป็นลูกเนินโดยปรับสร้างตามที่คุณออกแบบกำหนด

พิษณุ นิลกลัด. (2545 : 223) ได้สำรวจและสรุปไว้ว่าประเทศไทยมีสนามกอล์ฟอยู่แค่ 3 แห่งที่มีป้ายบอกความเร็วของกรีนในแต่ละวันคือสนามชวนชื่น สนามอัลไพน์และสนามราชพฤกษ์ ดังนั้นป้ายบอกความเร็วของกรีนยังเป็นข้อมูลให้กับนักกอล์ฟเพื่อให้รู้ว่าความเร็วว่าต้องใช้น้ำหนักในการพัตต์ ด้วยน้ำหนักขนาดไหน

เครื่องมือวัดความเร็วของกรีนเรียกว่า สติมฟ์มิเตอร์ ตั้งชื่อเพื่อเป็นเกียรติกับ คุณสติมฟ์สัน ซีเนียร์ เป็นนักกอล์ฟ จากแมสซาชูเซตส์ ซึ่งเป็นผู้คิดค้นเครื่องมืออันนี้เมื่อปี 1935 พอมีมาตรฐานความเร็ว คนดูแลบำรุงรักษากรีนก็ต้องพัฒนาความรู้ความชำนาญเรื่องหญ้าเรื่องดินให้มากขึ้น หลังจากมีการพัฒนาจนลงตัวแล้ว การใช้ สติมฟ์มิเตอร์ อย่างเป็นทางการจึงเริ่มขึ้นในการแข่งขัน ยู เอส โอเพ่น ปี 1977 การกำหนดความเร็วของกรีนนั้นขณะนี้อยูเอสจี ได้กำหนดมาตรฐานไว้ดังนี้ ถ้าวัดได้ 4.5 ฟุต ถือว่าเป็นกรีนช้า, วัดได้ 6.5 ฟุต ถือว่าเป็นกรีนความเร็วปานกลาง, วัดได้ 8.5 ฟุต ถือว่าเป็นกรีนความเร็ว ส่วนมาตรฐานที่ใช้ในการแข่งขัน ยู เอส โอเพ่น จะเร็วกว่า ยูเอสจี คือวัดได้ 6.5 ฟุต ถือว่าเป็นกรีนพีด, วัดได้ 8.5 ฟุต ถือว่าเป็นกรีนความเร็วปานกลาง, วัดได้ 10.5 ฟุต ถือว่าเป็นกรีนความเร็ว เครื่องมือวัดความเร็วมีลักษณะคล้ายกาบกล้วย ขนาดความยาว 1 หลา แล้วยกปลายด้านหนึ่ง ให้อยู่สูงกว่ากรีน 1 ฟุตแล้วกลิ้งลูกให้ลงตามราง แล้วทำการวัดค่าระยะจากปลายเครื่องมือวัดถึงลูกหยุด โดยคำนวณจากค่าเฉลี่ยในการวัดประมาณสิบครั้ง เป็นค่าเฉลี่ยของความเร็ว

สมศักดิ์ มาอุทธรณ์.(2544 :77) กล่าวว่าระบบถุงลมนิรภัย ก็เป็นอีกวิธีเทคนิคหนึ่งซึ่งมีความปลอดภัยกับผู้คิดค้นเพื่อป้องกันลดอุบัติเหตุในการขับขี่ยานพาหนะ เป็นการป้องกันผู้ขับขี่ในการเกิดอุบัติเหตุแบบฉุกเฉิน ภายในรถ โดยเมื่อเกิดอุบัติเหตุจะมีระบบเซ็นเซอร์มาควบคุมระบบของลม ลมก็จะปล่อยสู่ถุงลมซึ่งได้รับการออกแบบจากผู้ผลิตรถยนต์ โดยผลิตวัสดุที่เป็นผ้าบาง หรือผลิตจากผ้าใยยัด หรือวัสดุต่างๆที่ผู้ผลิตกำหนด

ณรงค์ ดันชีวะวงศ์. (2534 :15) กล่าวว่าวงจรนิวแมติกส์ ที่มีอยู่สามารถดัดแปลงมาใช้ในลักษณะของรูปแบบที่แตกต่างกัน โดยมีส่วนประกอบทางด้านเครื่องกลและไฟฟ้าเข้ามาควบคุมประกอบเข้ากันอย่างเป็นระบบ ดังตัวอย่างเช่นระบบนิวแมติกส์ สามารถประยุกต์ใช้งานเช่นการจับยึดชิ้นงาน การประทับตราชิ้นงาน การเปิด-ปิดประตูรถ เครื่องตัดไม้ การเจาะชิ้นงานต่างๆ แล้วแต่จะมีการกำหนดเงื่อนไข และประยุกต์ใช้ทางด้านเครื่องกลเพื่อนำไปใช้งาน

จากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่กล่าวมาในบทที่ 2 ผู้วิจัยมีแนวคิดที่ใช้เทคนิคต่างๆที่เสนอมาเช่น ในส่วนของโครงสร้าง จะใช้ทฤษฎีการคำนวณของคานาการประกอบโครงสร้างจะนำหลักการเชื่อมประกอบเป็นหลักเกณฑ์ ในส่วนของการปรับระดับขึ้น-ลงและระบบควบคุมถุงลมจะนำทฤษฎีการนิวแมติกส์ทั้งด้านของการคำนวณแรงลมและการต่อวงจรควบคุมในการทำงาน ในส่วนของการเลือกวัสดุทำกรีนผู้วิจัยจะนำวัสดุที่ได้ทำการศึกษา มาประกอบกันกับชนพรมเทียม ซึ่งทั้งนี้การปฏิบัติการสร้างจริงมีความจำเป็นจะต้องมีการประยุกต์ใช้ประกอบเข้ากันในส่วนต่างๆ

สิ่งที่คาดหวังจากการดำเนินการวิจัย ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงทำการออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ เพื่อใช้ในการพัฒนาทักษะในการพัตต์กอล์ฟต่อไป.

บทที่ 3

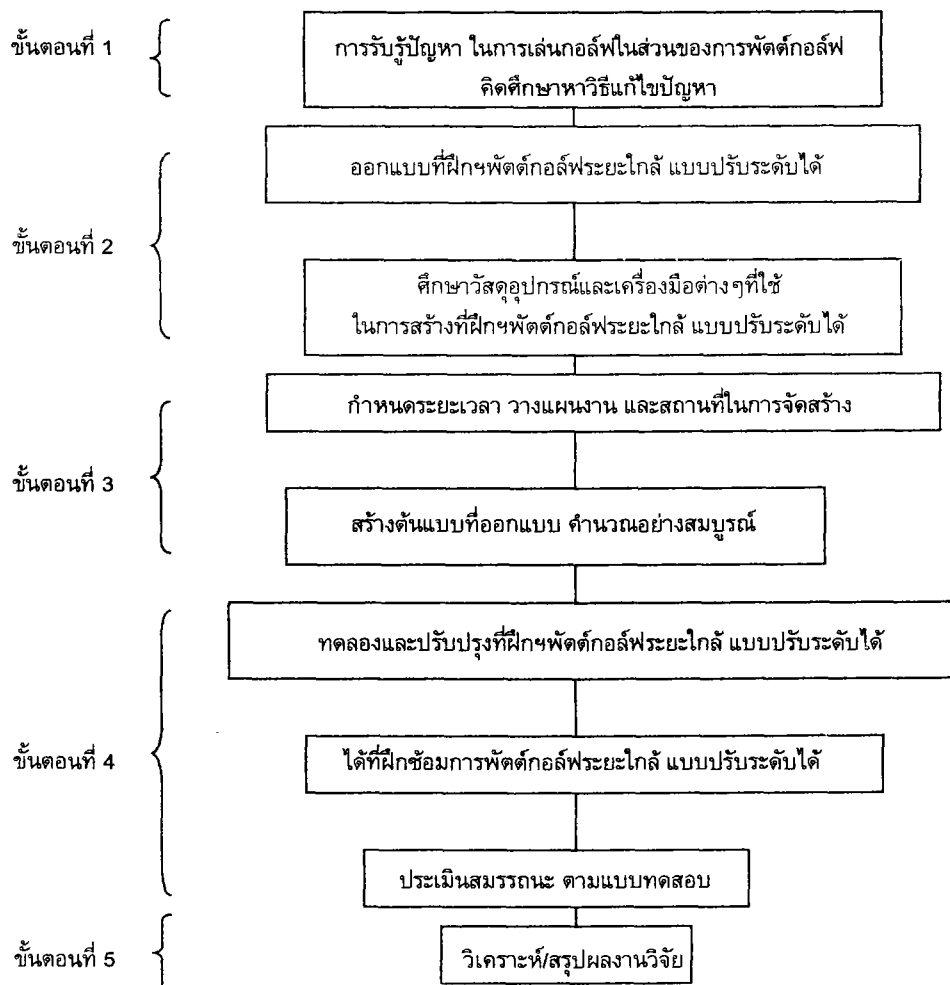
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษารายละเอียด
2. ออกแบบที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้
3. การสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ (สถานที่และเวลาในการวิจัย)
4. การทดสอบปรับปรุงและหาสมรรถนะ
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

รายละเอียดขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยมี 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ลำดับขั้นตอนในการวิจัย



ภาพประกอบ 40 ลำดับขั้นตอนในการวิจัย

ศึกษารายละเอียด

1. ในส่วนของการรับรู้ปัญหาของการเล่นกอล์ฟ ผู้วิจัยได้รับรู้ปัญหาด้วยการเรียนรู้ด้วยตัวเอง โดยการได้ไปเล่นกอล์ฟและศึกษากีฬากอล์ฟอย่างจริงจังในสถานที่ต่างๆ ที่มีรูปแบบอุปสรรคแตกต่างกันไป ในระยะเวลาการศึกษา 2 ปี จากสนามกอล์ฟทั่วไป ทั้งในกรุงเทพฯ เขตปริมณฑลและตามจังหวัดต่างๆ จึงทำให้ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่สำคัญชัดเจนว่า อุปสรรคที่สำคัญจะทำให้แฉับคะแนนสโตรกเพิ่มหรือทำให้เสียคะแนนบ่อยครั้งมากที่สุดก็คือ การพัตต์ ในระยะใกล้ คือการเล่นตีลูกในระยะ 4 ถึง 8 ฟุต เพื่อให้ลูกกอล์ฟลงหลุม จะมีผิดพลาดสูงในทางกลับกันถ้ามีการฝึกฝนที่ดีในการเล่นลูก การพัตต์ ในระยะใกล้นั้นก็ทำให้คะแนนลดลงได้เช่นกัน ในส่วนของการแก้ไขปัญหabeื้องต้นนักกอล์ฟก็จะไปซ้อมที่สนามซ้อมพัตต์กอล์ฟจริง ที่มีอุปสรรคเนินดินที่คงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในการซ้อมแต่ละครั้งก็จะเป็นไปในลักษณะอุปสรรคเดิมที่เคยเล่น ประกอบกับการซ้อมแต่ละครั้งต้องมีนักกอล์ฟท่านอื่นมาใช้บริการมากจึงทำให้ต้องรอในการซ้อม และในขณะเดียวกันก็มีผู้คิดผลิตพรมซ้อมพัตต์เพื่อแก้ไขปัญหาของนักกอล์ฟเช่นกัน แต่การซ้อมพัตต์ก็ไม่ประสบผลดีเท่าที่ควรเพราะเป็นพรมซ้อมแบบทางตรงอย่างเดียวไม่สามารถสร้างอุปสรรคความชันความลาดเอียงทางขึ้นทางลงของกรีนได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความคิดนำเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบัน นำมาใช้พัฒนาปรับปรุงและความรู้พื้นฐานทางด้านวิศวกรรม มาออกแบบและสร้างเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

2. การออกแบบส่วนต่างๆ ในการสร้างผู้วิจัยได้ศึกษาหาข้อมูลในการออกแบบคำนวณวัสดุโดยการกำหนดขนาดที่เหมาะสม สำนวหาวัสดุและอุปกรณ์ใดๆ ที่จะสามารถรับการสร้างงานชิ้นนี้ให้เหมาะสมและสร้างอุปสรรครวมถึงเทคนิคต่างๆ ได้ตามขอบเขตที่วางไว้จากการศึกษารายละเอียดในการออกแบบ ผู้วิจัยได้ค้นคว้าจากเอกสารตำราต่างๆ เพื่อนำมาออกแบบให้เหมาะสมสำหรับการสร้างต่อไป

3. ศึกษาด้านวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ของ ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้แบบปรับระดับได้

3.1 ในการสร้างครั้งนี้ผู้วิจัยจึงวางแผนในด้านการจัดเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อความเหมาะสมว่าจะใช้อุปกรณ์ใดมาอำนวยความสะดวกในการสร้างจึงจัดเตรียมอุปกรณ์เช่นเครื่องเชื่อมไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด เครื่องตัดโลหะพร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 เครื่อง เครื่องเจาะโลหะพร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 เครื่อง อุปกรณ์ชุดประแจขันน็อต จำนวน 1 ชุด เครื่องเลื่อยกล ขนาด 14 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง บีมลม จำนวน 1 เครื่อง อุปกรณ์พ่นสี จำนวน 1 ชุด เครื่องเจียรในแบบ มือถือ จำนวน 1 เครื่อง เพื่องานสร้างที่สมบูรณ์

3.2 จากการศึกษาในด้านของวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างผู้วิจัยแบ่งออกเป็นหัวข้อได้ดังนี้

3.2.1 กรีนและผิวกรีน ใช้วัสดุ แผ่นยางโฟทิลีน-พีอีหนา 2.5 ซม. ตามขนาด

3.2.2 หลุมกอล์ฟ ใช้หลุมกอล์ฟมาตรฐาน

3.2.3 การปรับระดับความลาดชัน ใช้กระบอกลมนิวแมติกส์ 2 ทาง

3.2.4 การปรับระดับความลาดเอียง ใช้กระบอกลมนิวแมติกส์ 2 ทาง

3.2.5 ปรับมุมมองการรอบปากหลุมใช้อุปกรณ์ทางกลลูกเบี้ยวแบบงานปรับด้วยมือ

3.2.6 โครงสร้าง ใช้วัสดุเหล็กผสมอลูมิเนียม

3.2.7 สปริงดึงกลับ ใช้สปริงขนาดมาตรฐาน เส้นผ่านศูนย์กลาง 05 ,10

3.2.8 ระบบควบคุมลม ใช้ระบบไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม

3.2.9 ข้อต่ออิสระ ใช้แบบสล๊อทที่อิสระได้ทุกทิศทาง และ กว้าง

3.2.10 รางกันลูกตกใช้รางแบบยู

3.2.11 วาล์วลม ใช้อุปกรณ์วาล์วลมไฟฟ้าที่มีอยู่ในประเทศ

ออกแบบที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้แบบปรับระดับได้

1. ในส่วนของโครงสร้างต้องใช้หลักการของคานในการรับน้ำหนักโดยต้องทราบภาระและแรงที่กระทำ เมื่อทราบถึงแรงที่กระทำบนคานโดยมีจุดรองรับที่ปลายทั้งสองข้างอิสระและจากการเปิดตารางการเลือกใช้เหล็ก ก็สามารถเลือกใช้เหล็กกล่องขนาด 1x1.5 นิ้ว ได้ตามขอบเขตของงานวิจัยที่ผู้วิจัยที่กำหนด และสามารถรับน้ำหนักได้โดยไม่เกิดการโก่งงอภายในคาน

2. ในส่วนของข้อต่ออิสระ การออกแบบเพื่อสร้างความยืดหยุ่นของโครงสร้างช่วยให้คานมีการเอียงศูนย์กันได้บ้างหรือทำให้เกิดภาวะอ่อนตัว (flexible) ทางกลช่วยป้องกันการเกิด การเกินภาระ (over load) คับปลิงแบบอ่อนตัว (flexible coupling) มีความยืดหยุ่นได้เล็กน้อยใช้ต่อเพลลาหรือคานที่เอียงศูนย์กันได้ และยังช่วยลดการสั่นสะเทือนได้ด้วย ดังนั้นผู้วิจัยได้เลือกใช้วัสดุแบบอ่อนตัว ที่จะใช้เป็นส่วนประกอบร่วมกับโครงสร้างผู้วิจัยเลือกใช้ Coupling แบบใช้วัสดุอ่อนตัวเพราะในการออกแบบในการสร้างในส่วนของโครงสร้างไม่มีการหมุนใด ๆ ของเพลลาหรือโครงสร้างเพียงแต่ให้เพลลาหรือโครงสร้างเกิดลักษณะที่ยืดหยุ่นในแนวเอียงศูนย์เท่านั้น

3. การเชื่อมต่อผู้วิจัยเลือกใช้การเชื่อมต่อแบบเชื่อมไฟฟ้า และรับแรงในแนวกดและแรงดึง ดังค่าแรงดึงจากตารางจากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่มาตรฐานของลวดเชื่อมสำหรับการเชื่อมแบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน ISO 544 เป็น mm. ผู้วิจัยเลือกซื้อใช้ขนาดของลวดเชื่อม 2.5 mm. เทียบจากตารางมาตรฐานแสดงขนาดของลวดเชื่อมรับแรง ความต้านแรงดึง ได้ 470N/ตารางมิลลิเมตรและแรงยึดได้ 22 % ซึ่งเพียงพอต่อการรับน้ำหนักภาระไม่เกิน 120 กิโลกรัม จากขอบเขตการวิจัย

4. ระบบนิวแมติกส์การออกแบบใช้วาล์วลมนิวแมติกส์ 5/3 ปกติปิดควบคุมด้วยไฟฟ้าจำนวน 4 ตัวและใช้วาล์วลมนิวแมติกส์ 3/2 ปกติปิดควบคุมด้วยไฟฟ้าจำนวน 10 ตัว ประกอบกับอุปกรณ์ทางระบบนิวแมติกส์ต่างๆและวงจรแสดงการทำงานแสดงที่หน้า 35

5. วัสดุทำดุมลงมด้นั้นการออกแบบการใช้ดุมลงมด้นั้นผู้วิจัยได้เลือกใช้สารประกอบพลาสติกเปลี่ยนรูปเป็นเซลลูโลสอาซิเตท สำเร็จรูป มาเป็นเข้าเป็นรูปแบบของดุมลงม ซึ่งยืดหยุ่นได้ และแข็งตัวเมื่อลมอัดเข้าไป

6. วัสดุทำกรีนวิจัยจึงเลือกคุณสมบัติที่เหมาะสมกับความต้องการที่จะมาทำกรีน โดยคุณสมบัติคือสามารถยืดหยุ่นได้ ผิวเรียบ และทนต่อแรงดึงค้ำเป็นระยะเวลานาน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วัสดุ PE โพลีเอไซพรีน

7. ในการออกแบบการเลือกใช้สปริง ทางผู้วิจัยเลือกใช้สปริงแบบดึง 2 ขนาด คือ ในส่วนของโครงสร้างรูปเลือกสปริงที่ใช้ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 05 ความยาว 5 ซม. จำนวน 40 ตัว ปากตะขอเกี่ยวทั้งสองด้านในการยึดกรีนกับโครงสร้างพื้นล่าง เพื่อรับเวลาเปลี่ยนสร้างลูกเ็นและเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ความยาว 5 ซม. จำนวน 20 ตัว ปากตะขอเกี่ยวทั้งสองด้าน เพื่อยึดและรับกรีนในด้านข้างเปลี่ยนสร้างลูกเ็น โดยเลือกใช้ตามข้อกำหนดของผู้ผลิต

8. ชุดอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติควบคุมระบบวาล์วลมควบคุมดุมลงมและการปรับระดับของเครื่อง ห้างหุ้นส่วนจำกัดอมรโอเลคทรอนิกส์ ได้เสนอ ชุดวงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมระบบนิวแมติกส์วาล์วลมควบคุมดุมลงมและการปรับระดับของเครื่องอัตโนมัติโดยวงจรได้ออกแบบให้มีการเปิด-ปิดวาล์วลม จำนวน 20 ตำแหน่ง ทั้งทำโดย Manual และป้อนข้อมูลเพื่อให้ทำ Automatic โดยป้อนข้อมูลการทำงานใด ๆ ก็ได้

การสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้แบบปรับระดับได้

1. โครงสร้างในส่วนของการประกอบโครงสร้างนั้นนำเหล็กผสมอลูมิเนียมแบบกลองที่จัดเตรียมไว้มาเชื่อมประกอบโดยประกอบชุดข้อต่ออิสระไว้ที่มุมทั้งสี่ด้านเข้าด้วยกันพร้อมประกอบซูปเปอร์สไลด์แผ่นกับโครงสร้างเพื่อใช้เป็นที่รองรับตุ้มน้ำหนักและพื้นที่ยืน และทำการเชื่อมจุดยึดของสปริงในตำแหน่งต่างๆ
2. ประกอบตุ้มน้ำหนัก วาล์วลมไฟฟ้า ท่อทางจ่ายลมต่างๆเข้ากับโครงสร้างในตำแหน่งที่วางไว้จัดทำระบบควบคุมการจ่ายลมพร้อมตรวจเช็คการทำงานของระบบจ่ายลม
3. กรีนและผิวกรีนนำแผ่นยางพีอีตามขนาดที่เตรียมไว้มาประกอบกับสปริงดึงกลับเพื่อประกอบกับจุดยึดที่โครงสร้างต่อไป ในส่วนผิวกรีนนำแผ่นพีอีมาทากาวยางทั้งไว้เพื่อให้แผ่นยางนั้นแนบมาอยู่กับผิวกรีนแล้วนำไปอัดเพื่อเป็นชั้นเดียวกับผิวกรีน เสร็จแล้วประกอบหลุมกอล์ฟตามตำแหน่งที่กำหนด
4. ประกอบกรีนเข้ากับโครงสร้างโดยดึงสปริงเข้าประกอบกับจุดยึดและเช็คการให้ตัวของสปริงในการปรับสร้างเนินของตุ้มน้ำหนักเมื่อตุ้มน้ำหนักทำงาน จากนั้นประกอบรางกันลูกตกเข้ากับโครงสร้าง
5. ประกอบชุดขาปรับระดับความลาดชันความลาดเอียงเข้ากับโครงสร้าง พร้อมท้าวจรควบคุมการทำงาน โดยนำกระบอกลม 2 ทาง กลับด้วยสปริงทำหน้าที่ในการยกกระดับขึ้นลงของกรีน
6. ทำตู้ควบคุมการทำงานทั้งระบบโดยประกอบเป็นตู้ควบคุม โดยควบคุมทั้งวาล์วลมและการปรับระดับขึ้นลงของกระบอกลม ในส่วนนี้เมื่อประกอบทุกส่วนสมบูรณ์และระบบการทำงานไม่มีข้อบกพร่องก็จะทำการตกแต่งและเก็บรายละเอียด

สถานที่และเวลาในการวิจัย

สถานที่และระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ ผู้วิจัยกำหนดสถานที่ในการดำเนินการตั้งอยู่เลขที่ 36/22 หมู่ 1 ซ.เรวัติ 25 ต.ตลาดขวัญ อ.เมือง จ.นนทบุรี ระยะเวลาในการสร้างและปรับปรุงในการวิจัยตั้งแต่เดือน มกราคม 2546 ถึงเดือนมีนาคม 2546 เป็นเวลารวมทั้งสิ้น 3 เดือน และรายละเอียดในกำหนดระยะเวลามีดังนี้

เดือนมกราคม

- สัปดาห์ที่ 1 จัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้
- สัปดาห์ที่ 2 ประกอบโครงสร้าง
- สัปดาห์ที่ 3 ประกอบตุ้มน้ำหนักและวงจรภายในที่ฝึกซ้อม
- สัปดาห์ที่ 4 สร้างทดสอบความเร็วของผิวกรีนและประกอบกับโครงสร้าง ประกอบหลุมกับกรีน

เดือนกุมภาพันธ์

- สัปดาห์ที่ 1 ประกอบชุดวงจรนิวแมติกส์และทดสอบการทำงานกับโปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์
- สัปดาห์ที่ 2 ประกอบชุดปรับระดับ กระบอกลมกับโครงสร้าง
- สัปดาห์ที่ 3 ประกอบรางกันลูกตก รอบที่ฝึกซ้อมฯ
- สัปดาห์ที่ 4 เช็กระบบต่างๆให้ทำงานอย่างสัมพันธ์กัน

เดือนมีนาคม

- สัปดาห์ที่ 1 ทำตู้ควบคุมเพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน
- สัปดาห์ที่ 2 ทดสอบและปรับปรุง
- สัปดาห์ที่ 3 ทดสอบและปรับปรุง, ประเมินผล
- สัปดาห์ที่ 4 ทดสอบและปรับปรุง, ประเมินผล

การทดสอบปรับปรุงและหาสมรรถนะ

การทดสอบและปรับปรุง ในส่วนของการทดสอบและปรับปรุงนั้นเมื่อในส่วนของการสร้างเสร็จสมบูรณ์ ก็จะมีการตรวจสอบอีกครั้งการทำงานโดยรวมอีกครั้งโดยแบ่งกลุ่มได้ดังนี้

1. ทดสอบการทำงานในส่วนของระบบควบคุมการทำงานต่างๆ
2. ทดสอบการทำงานของถุงลมและวาล์วลมรวมถึงการกำหนดความดัน
3. ทดสอบการยืดหยุ่นของผิวกรีนและความเร็วของกรีน
4. ทดสอบการทำงานการปรับระดับของขาปรับความลาดชัน-ลาดเอียง
5. ทดสอบเรื่องความปลอดภัยในการใช้งาน
6. ทดสอบการทำงานโดยรวม

สร้างแบบประเมินในการหาสมรรถนะของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้แบบปรับระดับได้

ซึ่งมีรายละเอียดประกอบด้วย 4 ตอน คือ

ตอนที่ 1

เป็นคำชี้แจงวัตถุประสงค์ของการตอบในการหาสมรรถนะในการทดสอบของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ

ตอนที่ 2

เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 3

เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) กำหนดกำหนดคะแนนเป็น 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท์ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2535 : 114)

- | | |
|---|---|
| 5 | หมายถึง ผลการประเมินในระดับดีมาก |
| 4 | หมายถึง ผลการประเมินในระดับดี |
| 3 | หมายถึง ผลการประเมินในระดับพอใช้ |
| 2 | หมายถึง ผลการประเมินในระดับต้องปรับปรุง |
| 1 | หมายถึง ผลการประเมินในระดับใช้ไม่ได้ |

ตอนที่ 4

เป็นคำถามแบบปลายเปิด สำหรับผู้ตอบแบบประเมินแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมและให้ข้อเสนอแนะต่างๆ การตรวจสอบแบบประเมิน ดำเนินการดังนี้

1. นำแบบประเมินเสนอต่อกรรมการผู้ควบคุมปริญญาโท เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง
2. นำแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ถูกต้องอีกครั้ง
3. นำที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้แบบปรับระดับได้ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทดสอบ

10 คนทดสอบและประเมินสมรรถนะตามแบบประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ทดสอบมีดังนี้คือ

1. ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นนักกอล์ฟอาชีพที่ได้รับการรับรองจากสมาคมกอล์ฟแห่งประเทศไทย จำนวน 4 คน
2. ผู้ทดสอบที่เป็นนักกอล์ฟสมัครเล่นจำนวน 3 คน มีแต้มต่อ 9-24 ประสบการณ์ในการเล่นกอล์ฟสมัครเล่นไม่ต่ำกว่า 2 ปี ในการแข่งขันของชมรมฯและสมาคมต่างๆ
3. ผู้ทดสอบที่เป็นนักกอล์ฟสมัครเล่นที่มีความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมจำนวน 3 คน มีแต้มต่อ 9-24 ประสบการณ์ในการเล่นกอล์ฟสมัครเล่นไม่ต่ำกว่า 2 ปี ในการแข่งขันของชมรมฯและสมาคมต่างๆ

การทดสอบและประเมินสมรรถนะ มีวิธีการดังนี้

- ก. ทำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถึงผู้เชี่ยวชาญและผู้ทดสอบ
- ข. มอบคู่มือการใช้งานให้ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทดสอบ
- ค. แนะนำส่วนประกอบและการใช้งานก่อนทำการประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญ

และผู้ทดสอบทราบ

- ง. ทำการประเมินสมรรถนะโดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ทดสอบ
- จ. นำผลการประเมินมาวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำแบบทดสอบและประเมินผลมาดำเนินการวิเคราะห์หาสมรรถนะของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟ ระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ คือ

1. สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

1.1 หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

ค่าเฉลี่ยหรือมัธยฐานเลขคณิต(Arithmetic Average) เป็นการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางของการกระจายที่นิยมใช้และรู้จักกันมากที่สุด สำหรับการหาค่าเฉลี่ยนั้นทำได้โดยนำค่าของคะแนนชุดนั้นมาหาผลรวมแล้วหารด้วยจำนวนคะแนนทั้งหมดซึ่งอาจจะเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

N แทน จำนวนข้อมูล (ข้อมูลทั้งหมดมี n จำนวน)

$\sum$ แทน ผลรวมของคะแนน

X แทน จำนวนคะแนนทั้งหมด

1.2 หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การวัดโดยวิธีการแบบนี้คือถ้ากล่าวว่าคุณสมบัติกระจายมาก หรือว่ากระจายน้อย ต้องพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยของข้อมูลชุดนั้นเสมอ คือการเอาจุดศูนย์กลางของน้ำหนักเป็นหลักได้แก่ ค่าเฉลี่ย จากนั้นจึงดูว่าคะแนนแต่ละตัวอยู่ห่างจากจุดหลักเป็นเท่าใด ก็จะได้คะแนนเบี่ยงเบนนั่นเอง
(ผศ.สุวัฒน์ วัฒนาวงศ์ . 2527 : 112, 116)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

1.3 ค่าเฉลี่ยร้อยละ

ร้อยละนิยมใช้กับข้อมูลที่มีระดับการวัดแบบนามบัญญัติ (Nominal - Scale) ซึ่งมีลักษณะการแจกแจงนับเป็นความถี่ โดยมีการคำนวณค่าร้อยละคือ (กนกทิพย์ พัฒนาพิวพันธ์ . 2541 : 2)

$$P = \frac{100 \times A}{N} \%$$

เมื่อ N เท่ากับจำนวนทั้งหมด
A เท่ากับจำนวนที่เห็นด้วย
% ค่าที่ได้เท่ากับ จำนวนเปอร์เซ็นต์

1.4 การทดสอบนัยสำคัญโดยอาศัยการแจกแจงที (t-test) (อังคณา สายยศ .2540 :240)

$$t = \frac{\bar{x} - u}{s / \sqrt{n}}$$

เมื่อ t กรณีใช้สูตร $df = n-1$
n เท่ากับจำนวนทั้งหมด
s เท่ากับ SD.
u เท่ากับค่าเฉลี่ยของเกณฑ์ดี 4.00

2. กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ยต่าง ๆ ได้ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	แปลความ
4.50 – 5.0	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	พอใช้
1.50 – 2.49	ต้องปรับปรุง
1.00 – 1.49	ใช้ไม่ได้

3 การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล จัดกระทำ 2 แบบ ดังนี้

3.1 จะเสนอเป็นการบรรยายสมรรถนะด้านการติดตั้ง ด้านกายภาพ ด้านการบำรุงรักษา ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน ของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟ ระยะใกล้แบบปรับระดับได้

3.2 ข้อมูลจากคำถามปลายเปิดแสดงความคิดเห็นผู้วิจัยจะนำข้อเสนอแนะมารวบรวมสรุปแจ้งเป็นจำนวนที่ผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญให้ความคิดเห็น

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอข้อมูลในการประเมินสมรรถนะที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ ครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอโดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ

ตอนที่ 1 ผลการออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

1. ในส่วนของโครงสร้างผลการออกแบบในการเลือกใช้วัสดุเหล็กกล่องขนาด 1x1.5 นิ้ว ที่คำนวณและออกแบบมานั้นสามารถประกอบกับส่วนอื่นและสามารถรับน้ำหนักได้โดยไม่เกิดการโก่งงอภายในคาน
2. ในส่วนของข้อต่ออิสระ ผลการออกแบบในการเลือกวัสดุเพื่อสร้างความยืดหยุ่นของโครงสร้างช่วยให้อานมีการเอียงศูนย์กลางได้หรือทำให้เกิดภาวะอ่อนตัวทางกลช่วยป้องกันการเกิดการเกินภาระ (over load) ที่เลือกใช้วัสดุที่ออกแบบมานั้นสามารถประกอบกับส่วนอื่นและสามารถสร้างความยืดหยุ่นของโครงสร้างได้เป็นอย่างดี
3. การเชื่อมต่อผู้วิจัยเลือกใช้การเชื่อมต่อแบบเชื่อมไฟฟ้าและรับแรงในแนวคดและแรงดึง ดังค่าแรงดึงจากตารางจากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่มาตรฐานของลวดเชื่อมสำหรับการเชื่อมแบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน ISO 544 เป็น mm. ผู้วิจัยเลือกซื้อใช้ขนาดของลวดเชื่อม 2.5 mm. ผลการออกแบบในการเลือกวัสดุเมื่อเทียบจากตารางมาตรฐานแสดงขนาดของลวดเชื่อมรับแรง ความต้านแรงดึงได้ 470N/ตารางมิลลิเมตร และแรงยืดได้ 22 % ซึ่งมีความแข็งแรงเพียงพอต่อการเชื่อมประกอบโครงสร้าง
4. ระบบนิวแมติกส์การออกแบบใช้วาล์วลมนิวแมติกส์ 5/3 ปกติปิดควบคุมด้วยไฟฟ้าจำนวน 4 ตัวและใช้วาล์วลมนิวแมติกส์ 3/2 ปกติปิดควบคุมด้วยไฟฟ้าจำนวน 10 ตัว ผลการออกแบบในการเลือกอุปกรณ์ประกอบเข้าอุปกรณ์อื่นๆในระบบ สามารถทำงานได้ตามการออกแบบ ก็สามารถยกปรับระดับได้และควบคุมลมให้เข้าถุงลมตามที่ต้องการ ด้วยความดันลมปกติที่ 4 – 6 บาร์
5. วัสดุทำถุงลมตั้งนั้นการออกแบบผู้วิจัยได้เลือกใช้สารประกอบพลาสติกเปลี่ยนรูปเป็น เซลลูโลส-อะซิเตทสำเร็จรูป มาเป็นเข้าเป็นรูปแบบของถุงลม ซึ่งยืดหยุ่นได้ และขยายตัวเมื่อลมอัดเข้าไปผลการออกแบบในการเลือกวัสดุ ในการอัดลมเข้าไปในเวลาช่วงหนึ่งการขยายตัวอยู่ในเกณฑ์ดี แต่เวลามีน้ำหนักของผู้ใช้งานจะมีการยุบตัวของถุงลมเนื่องจากการรับน้ำหนักบ้าง
6. วัสดุทำกรีนโดยคุณสมบัติที่ต้องการคือสามารถยืดหยุ่นได้ผิวเรียบและทนต่อแรงดึงค้ำเป็นระยะเวลานาน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วัสดุ PE โพลีเอไซพรีน ผลการออกแบบในการเลือกวัสดุ เมื่อนำประกอบเข้ากับโครงสร้างและระบบต่างๆ สามารถยืดหยุ่นได้ดี มีปัญหาในช่วงของการอัดกายางเพื่อประกอบชนพรมเทียมมีการหดตัวของผิวกรีนบ้างแต่ไม่มาก พอกวาดแห้งผิวกรีนราบเรียบดังเดิม
7. ในส่วนของการทดสอบการวัดความเร็วของผิวกรีนที่เลือกใช้วัสดุชนพรมเทียม ผลการออกแบบในการเลือกใช้วัสดุ จากการวัดความเร็วของกรีนโดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วของกรีนเรียกว่า สติมพ์มิเตอร์ ทำการวัดโดยเครื่องมือวัดความเร็วที่มีลักษณะเป็นราง ขนาดความยาว 1 หลา แล้วยกปลายด้านหนึ่ง ให้อยู่สูงกว่ากรีน 1 ฟุตแล้วกลิ้งลูกให้ลงตามรางในระดับของกรีนที่เป็นแนวระนาบแล้วทำการวัดระยะจากปลายสุดของสติมพ์มิเตอร์ไปถึงตำแหน่งที่ลูกหยุดประมาณ 10 ครั้งแล้วนำค่าที่ได้จากการวัดมาเฉลี่ย ค่าที่ได้เฉลี่ยจากการวัดความเร็วของผิวกรีนที่ใช้วัสดุชนพรมเทียม ได้ความเร็วที่ 8.5 ฟุต แปลความเร็วของกรีนเทียบกับค่ามาตรฐานถือว่าเป็นกรีนความเร็วปานกลาง

8. ในการออกแบบการเลือกใช้สปริง ทางผู้วิจัยเลือกใช้สปริงแบบดิ่ง 2 ขนาด คือ ในส่วนของการเลือกสปริงที่ใช้ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 05 ความยาว 5 ซม. จำนวน 40 ตัว ปากตะขอเกี่ยวทั้งสองด้านในการยึดกรีนกับโครงสร้างพื้นล่าง เพื่อรับเวลาเปลี่ยนสร้างลูกเนินและเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ความยาว 5 ซม.จำนวน 20 ตัว ปากตะขอเกี่ยวทั้งสองด้าน ผลการออกแบบในการเลือกใช้วัสดุอยู่ในระดับดีโดยสามารถยึดและรั้งกรีนในด้านข้างเปลี่ยนสร้างลูกเนินได้ตามที่ออกแบบไว้

ตอนที่ 2 การประเมินสมรรถนะที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟพระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

การประเมินสมรรถนะโดยผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินสมรรถนะที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟพระยะใกล้แบบปรับระดับได้ในครั้งนี้ทั้งหมด จำนวน 10 คน ผู้เชี่ยวชาญเป็นนักกอล์ฟอาชีพที่ได้รับการรับรองจากสมาคมนักกอล์ฟแห่งประเทศไทย จำนวน 4 คน ผู้ทดสอบที่เป็นนักกอล์ฟสมัครเล่น จำนวน 3 คน มีแต้มต่อ 9-24 ประสบการณ์ในการเล่นกอล์ฟสมัครเล่นไม่ต่ำกว่า 2 ปี และผู้ทดสอบที่เป็นนักกอล์ฟสมัครเล่น ที่มีความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมจำนวน 3 คน มีแต้มต่อ 9-24 ประสบการณ์ในการเล่นกอล์ฟสมัครเล่นไม่ต่ำกว่า 2 ปี ในการแข่งขันของชมรมฯและสมาคมต่างๆ อายุโดยเฉลี่ยประมาณ 40 ปี มีประสบการณ์ในการเล่นกอล์ฟโดยเฉลี่ย 12 ปี

ผู้วิจัยแสดงผลในรูปแบบของตารางและอธิบายผลประกอบ ทั้งการนำเสนอการประเมินในภาพรวมและสมรรถนะรายด้านดังนี้

ตาราง 4 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล ผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญประเมินที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ ในภาพรวม

รายละเอียดสมรรถนะ	$\bar{X}$	SD.	ระดับการประเมิน
1 ด้านการติดตั้ง	4.44	0.46	ดี
2 ด้านกายภาพ	4.32	0.43	ดี
3 ด้านการบำรุงรักษา	4.46	0.46	ดี
4 ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน	4.37	0.48	ดี
ภาพรวม	4.39	0.46	ดี

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญประเมิน ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯในภาพรวมจากการประเมินสมรรถนะปรากฏว่าได้ผลดีในทุกด้านซึ่งมีการเรียงลำดับจากสูงไปหาต่ำได้ดังนี้คือการบำรุงรักษามีค่าเฉลี่ย 4.46 ด้านการติดตั้งมีค่าเฉลี่ย 4.44 ด้านความเหมาะสมในการใช้งานมีค่าเฉลี่ย 4.37 ด้านกายภาพมีค่าเฉลี่ย 4.32 ตามลำดับและรวมค่าเฉลี่ยทั้งหมดของภาพรวมเท่ากับ 4.39 จึงสามารถสรุปได้ว่าสมรรถนะของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟพระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ ในครั้งนี้อยู่ในระดับดี ตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ตาราง 5 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบนัยสำคัญของข้อมูล ประเมินที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ ในภาพรวม

รายละเอียดสมรรถนะ	$\bar{X}$	SD.	t	ระดับการประเมิน
1 ด้านการติดตั้ง	4.44	0.46	3.024*	ดี
2 ด้านกายภาพ	4.32	0.43	2.353*	ดี
3 ด้านการบำรุงรักษา	4.46	0.46	3.162*	ดี
4 ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน	4.37	0.48	2.437*	ดี
ภาพรวม	4.39	0.46	2.744*	ดี

หมายเหตุ $H_o = 4.0$ C.V. = ± 2.262 $P = 0.05$

จากตาราง 5 ค่าเฉลี่ยโดยรวม 4.39 ทดสอบสมมุติฐานได้ค่า t เท่ากับ 2.744* ที่ระดับ .05 คือค่าเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 4.00 จริง หมายความว่าสมรรถนะของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ มีสมรรถนะอยู่ในระดับดีจริง ค่าเฉลี่ยรายด้านการติดตั้ง 4.44 ทดสอบสมมุติฐานได้ค่า t เท่ากับ 3.024* ที่ระดับ .05 คือค่าเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 4.00 จริง ค่าเฉลี่ยรายด้านกายภาพ 4.32 ทดสอบสมมุติฐานได้ค่า t เท่ากับ 2.353* ที่ระดับ .05 คือค่าเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 4.00 จริง ค่าเฉลี่ยรายด้านการบำรุงรักษา 4.46 ทดสอบสมมุติฐานได้ค่า t เท่ากับ 3.162* ที่ระดับ .05 คือค่าเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 4.00 จริง ค่าเฉลี่ยรายด้านความเหมาะสมในการใช้งาน 4.37 ทดสอบสมมุติฐานได้ค่า t เท่ากับ 2.744* ที่ระดับ .05 คือค่าเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 4.00 จริง หมายความว่าสมรรถนะของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ มีสมรรถนะอยู่ในระดับดี ในทุกๆด้าน

ตาราง 6 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญประเมินสมรรถนะ ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ ด้านการติดตั้ง

รายการด้านการติดตั้ง	$\bar{X}$	SD.	ระดับการประเมิน
1.1 การติดตั้งสามารถทำได้เองโดยศึกษาจากคู่มือและสามารถถอดแยกอุปกรณ์ของระบบได้ด้วยตัวเอง	4.60	0.52	ดีมาก
1.2 การติดตั้งทำด้วยความสะดวก	4.50	0.53	ดี
1.3 การติดตั้งใช้เวลา 15 นาที	4.40	0.52	ดี
1.4 การเตรียมเนื้อที่ติดตั้งไม่เปลืองเนื้อที่มาก	3.80	0.42	ดี
1.5 สามารถติดตั้งได้โดยปลอดภัย	4.90	0.32	ดีมาก
ภาพรวม	4.44	0.46	ดี

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญประเมินที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ สมรรถนะด้านการติดตั้ง ของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ อยู่ในระดับค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 และวิเคราะห์เป็นรายข้อพบว่าการติดตั้งสามารถทำได้เองโดยศึกษาจากคู่มือและสามารถถอดแยกอุปกรณ์ของระบบได้ด้วยตัวเอง มีค่าเฉลี่ย 4.60 ระดับการประเมินอยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากการติดตั้งมีจุดในการติดตั้งน้อยสะดวกโดยผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญสามารถศึกษาจากคู่มือซึ่งอธิบายเข้าใจได้ง่ายซึ่งในการติดตั้งเพียงแต่ต่อสายลมตามเลขที่กำหนดต่อปลั๊กไฟฟ้า ก็สามารถติดตั้งพร้อมใช้งาน หัวข้อการติดตั้งทำด้วยความสะดวกมีค่าเฉลี่ย 4.50 ระดับการประเมินอยู่ในระดับดี เนื่องจากการติดตั้งมีขั้นตอนไม่ยุ่งยากดูได้จากคู่มือ หัวข้อการติดตั้งใช้เวลา 15 นาที มีค่าเฉลี่ย 4.40 ระดับการประเมินอยู่ในระดับดีเนื่องจากมีขั้นตอนในการติดตั้งไม่มากใช้เวลาไม่เกินที่กำหนด หัวข้อการเตรียมเนื้อที่ติดตั้งไม่เปลืองเนื้อที่มากมีค่าเฉลี่ย 3.8 ระดับการประเมินอยู่ในระดับดี จากการดูระดับคะแนนค่าเฉลี่ยอยู่ต่ำกว่าหัวข้ออื่น เพราะหาใช้เนื้อที่ในการติดตั้งโดยวัดจากฐานของที่ฝึกซ้อมฯ ใช้เนื้อที่จำนวน 3.5 ตารางเมตรและมีอุปกรณ์ควบคุมระบบลมสายปั๊มลมจึงทำให้เปลืองเนื้อที่พอสมควรและหัวข้อสามารถติดตั้งได้โดยปลอดภัยมีค่าเฉลี่ย 4.90 ระดับการประเมินอยู่ในระดับดีเนื่องจากการออกแบบในการติดตั้งผู้วิจัยได้ออกแบบระบบควบคุมไฟฟ้ามีระบบตัดไฟและระบบลมมีวาล์วควบคุมแรงดันลมเกินกำหนด สรุปสมรรถนะด้านการติดตั้งในทุกหัวข้ออยู่ในเกณฑ์ดี

ตาราง 7 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญประเมินสมรรถนะ ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ ด้านกายภาพ

รายการด้านกายภาพ	$\bar{X}$	SD.	ระดับการประเมิน
2.1 ขึ้นส่วนทุกชั้นมีรูปร่างลักษณะแยกชั้นส่วนฯได้	4.40	0.51	ดี
2.2 มีความแข็งแรงของโครงสร้างปลอดภัย	4.80	0.42	ดีมาก
2.3 การจัดวางอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นไปอย่างเหมาะสม	3.80	0.42	ดี
2.4 มีขนาดเหมาะสมกับการใช้งานและมีความสวยงาม	3.70	0.48	ดี
2.5วัสดุในการสร้างสามารถหาซื้อได้ง่ายราคาไม่แพง	4.90	0.32	ดีมาก
ภาพรวม	4.32	0.43	ดี

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่า ผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญประเมินที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯสมรรถนะ ด้านการกายภาพของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯอยู่ในระดับค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 และวิเคราะห์เป็นรายข้อพบว่าขึ้นส่วนทุกชั้นมีรูปร่างลักษณะแยกชั้นส่วนประกอบได้มีค่าเฉลี่ย 4.40 ระดับการประเมินอยู่ในระดับดีเนื่องจากการออกแบบทางกลที่มีเคลื่อนที่ ผู้วิจัยได้ออกแบบทุกชั้นส่วนมีอิสระต่อกันเพื่อไม่ให้เกิดการรั้งตัวเวลาปรับระดับจึงทำให้คะแนนอยู่ในเกณฑ์ดี แต่ในบางชั้นส่วนก็ไม่สามารถแยกจากกันได้เช่นชุดข้อต่ออิสระกับคานรับน้ำหนัก หัวข้อมีความแข็งแรงของโครงสร้างปลอดภัยมีค่าเฉลี่ย 4.80 ระดับการประเมินอยู่ในระดับดีมากเนื่องจากโครงสร้างมีความแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักได้ถึง 120 กิโลกรัม การออกแบบในทฤษฎีของคานรับน้ำหนักผู้วิจัยได้มีการบวกคิดคำนวณค่าความปลอดภัย 0.5 หัวข้อการจัดวางอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นไปอย่างเหมาะสมมีค่าเฉลี่ย 3.80 ระดับการประเมินอยู่ในระดับดีแต่ระดับคะแนนค่าเฉลี่ยอยู่ต่ำกว่าหัวข้ออื่นเพราะว่าอุปกรณ์รวม ใช้เนื้อที่พอสมควรจึงทำให้การจัดวางมี

การใช้เนื้อที่บ้าง หัวข้อมีขนาดเหมาะสมกับการใช้งานและมีความสวยงามมีค่าเฉลี่ย 3.70 ระดับการประเมินอยู่ในระดับดีแต่ระดับคะแนนค่าเฉลี่ยอยู่ต่ำกว่าหัวข้ออื่นเพราะว่าที่ฝึกซ้อมฯออกแบบให้มีการปรับระดับทั้งทางขึ้นและทางลงต้องใช้เนื้อที่ในการสร้างสไลฟ หัวข้อวัสดุในการสร้างสามารถหาซื้อได้ง่ายราคาไม่แพงมีค่าเฉลี่ย 4.90 ระดับการประเมินอยู่ในระดับดีมากเนื่องจากผู้วิจัยออกแบบและศึกษาวัสดุที่มีอยู่ภายในประเทศ และมีวัสดุบางชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่มีราคาสูงเช่น อุปกรณ์ระบบลม ระบบอุปกรณ์บันทึกโปรแกรม แผ่นพลาสติกซูเปอร์ลีน สรุปสมรรถนะด้านกายภาพในทุกหัวข้ออยู่ในเกณฑ์ดี

ตาราง 8 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญประเมินสมรรถนะ ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ ด้านบำรุงรักษา

รายการด้านการบำรุงรักษา	$\bar{X}$	SD.	ระดับการประเมิน
3.1 อุปกรณ์ที่ต้องบำรุงรักษาสามารถหาซื้อได้ภายในประเทศ	4.60	0.51	ดีมาก
3.2 สามารถตรวจสอบระบบไฟฟ้าก่อนการใช้งานได้ง่าย	4.10	0.31	ดี
3.3 สามารถตรวจสอบระบบลมก่อนใช้งานของเครื่องได้ง่าย	4.70	0.48	ดีมาก
3.4 มีจุดตรวจที่ต้องบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ น้อย	4.30	0.48	ดี
3.5 มีความสะดวกในการถอดแยกชุดควบคุมกับที่ฝึกซ้อมฯ	4.60	0.51	ดีมาก
ภาพรวม	4.46	0.46	ดี

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญประเมินสมรรถนะ ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯด้านการบำรุงรักษาของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ อยู่ในระดับค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 และวิเคราะห์เป็นรายข้อพบว่า อุปกรณ์ที่ต้องบำรุงรักษาสามารถหาซื้อได้ภายในประเทศมีค่าเฉลี่ย 4.60 ระดับการประเมินอยู่ในระดับดีมากเนื่องจากการผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลวัสดุชิ้นส่วนในการสร้าง เช่น กระบอกลม ถังลม ว่าวัสดุสามารถหาซื้อได้ภายในประเทศ หัวข้อสามารถตรวจสอบระบบไฟฟ้าก่อนการใช้งานได้ง่ายมีค่าเฉลี่ย 4.10 ระดับการประเมินอยู่ในระดับดีเนื่องจากการออกแบบในส่วนระบบไฟฟ้า มีระบบไฟแสดงความพร้อมก่อนการทำงานสังเกตได้ง่าย หัวข้อสามารถตรวจสอบระบบลมก่อนใช้งานของเครื่องได้ง่ายมีค่าเฉลี่ย 4.70 ระดับการประเมินอยู่ในระดับดีมากเนื่องจากมีเกว๊ววัดระดับความดันของถังลมสังเกตได้โดยดูจากเลขบอกเลขระดับแรงดันลม หัวข้อมีจุดตรวจที่ต้องบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ น้อยมีค่าเฉลี่ย 4.30 ระดับการประเมินอยู่ในระดับดีเนื่องจากการออกแบบของโครงสร้าง เช่น ข้อต่ออิสระ คาน ผิวกรีน สายลม อุปกรณ์ต่าง ๆ นี้สามารถตรวจบำรุงรักษาได้โดยใช้การสังเกตความพร้อมก่อนการใช้งาน และหัวข้อมีความสะดวกในการถอดแยกชุดควบคุมมีค่าเฉลี่ย 4.60 ระดับการประเมินอยู่ในระดับดีมากเนื่องจากการถอดแยกชุดควบคุมระบบลมกับชุดของโครงสร้าง ออกแบบทำได้โดยถอดสายลมทุกเส้นออกแล้วแยกชุดควบคุมไว้อีกที่หนึ่งได้ สรุปสมรรถนะด้านการบำรุงรักษาในทุกหัวข้ออยู่ในเกณฑ์ดี

ตาราง 9 แสดงค่าเฉลี่ยและ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญประเมินสมรรถนะที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน

รายการด้านความเหมาะสมการใช้งาน	$\bar{X}$	SD.	ระดับการประเมิน
4.1 มีความเหมาะสมในการเลือกหรือเปลี่ยนโปรแกรมฯ	4.70	0.48	ดีมาก
4.2 การปรับเปลี่ยนโปรแกรมใช้เวลาในการเปลี่ยนเหมาะสม	4.70	0.48	ดีมาก
4.3 มีความสะดวกในการควบคุมที่ฝึกด้วยตนเองจากคู่มือ	3.70	0.48	ดี
4.4 มีความเหมาะสมในการปรับระดับความชันของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 15 องศา	4.40	0.51	ดี
4.5 มีความเหมาะสมในการปรับระดับความลาดของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 15 องศา	4.40	0.51	ดี
4.6 มีความเหมาะสมในการปรับระดับความลาดเอียง-ด้านซ้ายของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 25 องศา	4.40	0.51	ดี
4.7 มีความเหมาะสมในการปรับระดับความลาดเอียง-ด้านขวาของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 25 องศา	4.40	0.51	ดี
4.8 สามารถปรับสร้างลูกเนินขึ้น-ลง ต่าง ๆ ทั้ง 10 ตำแหน่ง ได้อย่างเหมาะสม	3.70	0.48	ดี
4.9 สามารถปรับระดับของสภาพบริเวณป่ากรอบหลุมด้วยมือหมุน	4.9	0.31	ดีมาก
ภาพรวม	4.37	0.48	ดี

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญประเมินสมรรถนะที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ ด้านความเหมาะสมในการใช้งานของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ อยู่ในระดับค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 และวิเคราะห์เป็นรายข้อพบว่ามีความเหมาะสมในการเลือกหรือเปลี่ยนโปรแกรมฯ มีค่าเฉลี่ย 4.70 ระดับการประเมินอยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากการออกแบบระบบควบคุม การเลือกเปลี่ยนโปรแกรมทำได้ด้วยความสะดวก การออกแบบนั้นใช้โปรแกรมแผ่นวงจรสำเร็จรูปซึ่งได้จากการหาและศึกษาวัสดุในการสร้าง จึงทำให้การควบคุมเป็นไปอย่างสะดวกในการเปลี่ยนโปรแกรม หัวข้อการปรับเปลี่ยนโปรแกรมใช้เวลาในการเปลี่ยนเหมาะสมมีค่าเฉลี่ย 4.70 ระดับการประเมินอยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากการออกแบบระบบทางไฟฟ้ามีการตั้งค่าการเปิด-ปิดการทำงานของวาล์วลมใช้เวลาอันน้อยรวมถึงการออกแบบโปรแกรมให้ไม่ซับซ้อนจึงลดเวลาในการเปลี่ยนโปรแกรมได้อีก หัวข้อมีความสะดวกในการควบคุมที่ฝึกด้วยตนเองจากคู่มือมีค่าเฉลี่ย 3.7 ระดับการประเมินอยู่ในระดับดี แต่คะแนนเฉลี่ยรายข้อน้อยกว่าข้ออื่น

เนื่องจากความละเอียดของคู่มือบางส่วนมีความละเอียดไม่เพียงพอ มีความเหมาะสมในการปรับระดับความชันของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 15 องศา มีค่าเฉลี่ย 4.40 มีความเหมาะสมในการปรับระดับความลาดของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 15 องศา มีค่าเฉลี่ย 4.40 มีความเหมาะสมในการปรับระดับความลาดเอียง – ด้านซ้ายของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 25 องศา มีค่าเฉลี่ย 4.40 มีความเหมาะสมในการปรับระดับความลาดเอียง – ด้านขวาของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 25 องศา มีค่าเฉลี่ย 4.40 สามารถปรับสร้างลูกเนินขึ้น-ลง ต่างๆ ทั้ง 10 ตำแหน่งได้อย่างเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย 3.70 และหัวข้อสามารถปรับระดับองค์ประกอบบริเวณปากรอบหลุม ด้วยมือหมุนมีค่าเฉลี่ย 4.90 ระดับการประเมินอยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากการออกแบบทางกลไกระบบลูกเบี้ยวและลูกปืนมาเป็นตัวหมุนปรับเพื่อให้ได้ต้องการรอบปากหลุมใช้งานได้ง่าย และปรับระดับได้ทุกทิศทาง สรุปสมรรถนะด้านความเหมาะสมการใช้งานในทุกหัวข้ออยู่ในเกณฑ์ดี

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญ

สำหรับข้อมูลจากคำถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็น อย่างอิสระเกี่ยวกับสมรรถนะของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟ ผู้วิจัยได้รวมข้อเสนอแนะของผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญ นำเสนอในตารางดังนี้

ตาราง 10 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ	จำนวนผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญที่แสดงความคิดเห็น
1. ความเห็นในส่วนของชิ้นส่วนที่ไม่สามารถแยกออกได้เป็นบางชิ้น	2 คน
2. ชิ้นส่วนบางชิ้นมีน้ำหนักมาก	2 คน
3. ความคิดเห็นว่าใช้เนื้อที่มากพอสมควรเมื่อประกอบติดตั้งเสร็จ	4 คน
4. ในการวางอุปกรณ์เช่นระบบลม กล้องควบคุมการทำงาน และปั๊มลมมีการวางที่ต้องใช้เนื้อที่มากควรจัดให้ดีกว่านี้	4 คน
5. ควรลดระบบทางไฟฟ้าควบคุมที่ฝึกซ้อมฯ	7 คน
6. ควรจะปรับยกให้สูงระดับองค์มากขึ้นกว่าเดิม.	4 คน
7. ถูกลมขณะที่ยืนไปยืนมีการยุบตัวเล็กน้อย	3 คน

บทที่ 5

สรุปผลอภิปรายและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ เป็นประเมินสมรรถนะโดยผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญ ที่มีประสบการณ์ทางด้านกีฬาพัตต์กอล์ฟเป็นผู้ประเมินได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้
2. เพื่อประเมินสมรรถนะของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ โดยสามารถปรับระดับความชันความลาดเอียงของที่ฝึกซ้อมฯ ในลักษณะของระดับที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดทักษะเพิ่มความชำนาญในการพัตต์ และเป็นต้นแบบในการสร้างเพื่อนำไปฝึกซ้อมต่อไป

สมมุติฐานในการวิจัย

ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ที่ออกแบบและสร้างขึ้นมีสมรรถนะด้านการติดตั้ง ด้านกายภาพ ด้านการบำรุงรักษา ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน อยู่ในเกณฑ์ ดี

การดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งกระบวนการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้
ขั้นที่ตอน 1 ในส่วนของการรับรู้ปัญหาของการเล่นกอล์ฟ ผู้วิจัยได้รับรู้ปัญหาด้วยการเรียนรู้ด้วยตัวเอง โดยการได้ไปเล่นกอล์ฟและศึกษากีฬาพัตต์อย่างจริงจังในสถานที่ต่างๆ ที่มีรูปแบบอุปสรรคแตกต่างกันไป ในระยะเวลาการศึกษา 2 ปี จากสนามกอล์ฟทั่วไป ทั้งในกรุงเทพฯ เขตปริมณฑลและตามจังหวัดต่างๆ จึงทำให้ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่สำคัญชัดเจนว่า อุปสรรคที่สำคัญจะทำให้แต้มคะแนนสกอร์เพิ่มหรือทำให้เสียคะแนนบ่อยครั้งมากที่สุดก็คือ การพัตต์ ในระยะใกล้ คือการเล่นดีลูกในระยะ 4 ถึง 8 ฟุต เพื่อให้ลูกกอล์ฟลงหลุม จะมีผิดพลาดสูงในทางกลับกันถ้ามีการฝึกฝนที่ดีในการเล่นลูก การพัตต์ ในระยะใกล้นั้นก็ทำให้คะแนนลดลงได้เช่นกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความคิดนำเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันนำมาใช้พัฒนาปรับปรุงและความรู้พื้นฐานทางด้านวิศวกรรมมาออกแบบเขียนและสร้างเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

ขั้นตอนที่ 2 ดำเนินการออกแบบสร้างส่วนประกอบต่างๆของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟพระยะไกล แบบปรับระดับได้นำมาประกอบเข้ากันทุกระบบเป็นต้นแบบและผู้วิจัยจะได้นำที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟพระยะไกลฯ ที่เป็นต้นแบบทำการทดสอบระบบและปรับปรุงแก้ไขในส่วนต่างๆโดยให้มีการทำงานที่สัมพันธ์กันและอยู่ในขอบเขตที่กำหนดต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 ปรับปรุงแก้ไขต้นแบบของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟพระยะไกล แบบปรับระดับได้ และทำการประเมินผล โดยในส่วนของแบบประเมินได้นำให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลทำการตรวจสอบและแก้ไขแบบประเมินเพื่อแบบประเมินที่มีคุณภาพ และในส่วนของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟพระยะไกลฯ ได้นำให้ผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนด ทำการทดสอบประเมินสมรรถนะ ซึ่งการประเมินสมรรถนะนั้น ประเมิน 4 ด้านดังนี้

1. ด้านการติดตั้ง
2. ด้านกายภาพ
3. ด้านการบำรุงรักษา
4. ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟพระยะไกล แบบปรับระดับได้ ทดสอบการใช้งานและประเมินสมรรถนะที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำผลการวิจัยนำเสนอเป็นรายด้านเพื่อให้สอดคล้องกับความมุ่งหมายของงานวิจัยดังนี้

1. ผลการออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟพระยะไกล แบบปรับระดับได้

1.1 ในส่วนของโครงสร้างผลการออกแบบในการเลือกวัสดุเหล็กกล่องขนาด 1x1.5 นิ้ว ที่คำนวณและออกแบบมานั้นสามารถประกอบกับส่วนอื่นและสามารถรับน้ำหนักได้โดยไม่เกิดการโก่งงอภายในคาน

1.2 ในส่วนของข้อต่ออิสระ ผลการออกแบบในการเลือกวัสดุเพื่อสร้างความยืดหยุ่นของโครงสร้างช่วยให้คานมีการเอียงศูนย์กันได้หรือทำให้เกิดภาวะอ่อนตัวทางกลช่วยป้องกันการเกิดการเกินภาระ (over load) ที่เลือกใช้วัสดุที่ออกแบบมานั้นสามารถประกอบกับส่วนอื่นและสามารถสร้างความยืดหยุ่นของโครงสร้างได้เป็นอย่างดี

1.3 การเชื่อมต่อผู้วิจัยเลือกใช้การเชื่อมต่อแบบเชื่อมไฟฟ้าและรับแรงในแนวกดและแรงดึง ดังค่าแรงดึงจากตารางจากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่มาตรฐานของลวดเชื่อมสำหรับการเชื่อมแบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน ISO 544 เป็น mm. ผู้วิจัยเลือกซื้อใช้ขนาดของลวดเชื่อม 2.5 mm. ผลการออกแบบในการเลือกวัสดุเมื่อเทียบจากตารางมาตรฐานแสดงขนาดของลวดเชื่อมรับแรง ความต้านแรงดึงได้ 470N/ตารางมิลลิเมตร และแรงยึดได้ 22 ร้อยละซึ่งมีความแข็งแรงเพียงพอต่อการเชื่อมประกอบโครงสร้าง

1.4 ระบบนิวแมติกส์การออกแบบใช้วาล์วลมนิวแมติกส์ 5/3 ปกติปิดควบคุมด้วยไฟฟ้าจำนวน 4 ตัว และใช้วาล์วลมนิวแมติกส์ 3/2 ปกติปิดควบคุมด้วยไฟฟ้าจำนวน 10 ตัว ผลการออกแบบในการเลือกอุปกรณ์ประกอบเข้าอุปกรณ์อื่นๆในระบบ สามารถทำงานได้ตามการออกแบบ คือสามารถยกปรับระดับได้และควบคุมลมให้เข้าถูกลมตามที่ต้องการ ด้วยความดันลมปกติที่ 4-6 บาร์

1.5 วัสดุทำถุงลมดังนั้นการออกแบบผู้วิจัยได้เลือกใช้สารประกอบพลาสติกเปลี่ยนรูปเป็น เซลลูโลส-อะซิเตทสำเร็จรูป มาเป็นเข้าเป็นรูปแบบของถุงลม ซึ่งยืดหยุ่นได้ และขยายตัวเมื่อลมอัดเข้าไปผลการออกแบบในการเลือกวัสดุ ในการอัดลมเข้าไปในเวลาช่วงหนึ่งการขยายตัวอยู่ในเกณฑ์ดี แต่เวลามีน้ำหนักของผู้ใช้งานจะมีการยุบตัวของถุงลมเนื่องจากการรับน้ำหนักบ้าง

1.6 วัสดุทำกรีนโดยคุณสมบัติที่ต้องการคือสามารถยืดหยุ่นได้ผิวเรียบและทนต่อแรงดึงค้างเป็นระยะเวลานาน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วัสดุ PE โพลีเอโซพรีน ผลการออกแบบในการเลือกวัสดุ เมื่อนำประกอบเข้ากับโครงสร้างและระบบต่างๆ สามารถยืดหยุ่นได้ดี มีปัญหาในช่วงของการอัดกาวยางเพื่อประกอบชนพรมเทียมมีการหลุดตัวของผิวกรีนบ้างแต่ไม่มาก พอกาวแห้งผิวกรีนราบเรียบดังเดิม

1.7 ในส่วนของการทดสอบการวัดความเร็วของผิวกรีนที่เลือกใช้วัสดุชนพรมเทียม ผลการออกแบบในการเลือกใช้วัสดุ จากการวัดความเร็วของกรีนโดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วของกรีนเรียกว่า สติมพีมิเตอร์ ทำการวัดโดยเครื่องมือวัดความเร็วที่มีลักษณะเป็นราง ขนาดความยาว 1 หลา แล้วยกปลายด้านหนึ่ง ให้อยู่สูงกว่ากรีน 1 ฟุต แล้วกลิ้งลูกให้ลงตามรางในระดับของกรีนที่เป็นแนวระนาบแล้วทำการวัดระยะจากปลายสุดของสติมพีมิเตอร์ไปถึงตำแหน่งที่ลูกหยุดประมาณ 10 ครั้งแล้วนำค่าที่ได้จากการวัดมาเฉลี่ย ค่าที่ได้เฉลี่ยจากการวัดความเร็วของผิวกรีนที่ใช้วัสดุชนพรมเทียม ได้ความเร็วที่ 8.5 ฟุต แปลความเร็วของกรีนเทียบกับค่ามาตรฐานถือว่าเป็นกรีนความเร็วปานกลาง

1.8 ในการออกแบบการเลือกใช้สปริง ทางผู้วิจัยเลือกใช้สปริงแบบดิ่ง 2 ขนาด คือ ในส่วนของการเลือกสปริงที่ใช้ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 05 ความยาว 5 ซม. จำนวน 40 ตัว ปากตะขอเกี่ยวทั้งสองด้านในการยึดกรีนกับโครงสร้างพื้นล่าง เพื่อรับเวลาเปลี่ยนสร้างลูกเนินและเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ความยาว 5 ซม. จำนวน 20 ตัว ปากตะขอเกี่ยวทั้งสองด้าน ผลการออกแบบในการเลือกใช้วัสดุอยู่ในระดับดีโดยสามารถยืดและรั้งกรีนในด้านข้างเปลี่ยนสร้างลูกเนินได้ตามที่ออกแบบไว้

2. ผลการประเมินสมรรถนะของผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญ 10 คน ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ ผลปรากฏดังนี้ การวิเคราะห์สมรรถนะโดยภาพรวมของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ พบว่าสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ ดี $\bar{x} = 4.39$ ค่า $t = 2.744^*$ สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้

2.1 การวิเคราะห์สมรรถนะด้านการติดตั้งของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ พบว่าสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ ดี $\bar{x} = 4.44$ ค่า $t = 3.024^*$ สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ พบว่ารายด้านสามารถติดตั้งโดยปลอดภัยอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ซึ่งเป็นระดับการประเมินสูงสุดและพบว่ารายด้านการเตรียมเนื้อที่ตั้งไม่เปลืองเนื้อที่มากอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งเป็นระดับการประเมินต่ำสุด

2.2 การวิเคราะห์สมรรถนะด้านกายภาพของ ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ พบว่าสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ ดี $\bar{x} = 4.32$ ค่า $t = 2.353^*$ สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ พบว่ารายด้านวัสดุในการสร้างสามารถหาซื้อได้ง่ายราคาไม่แพงอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ซึ่งเป็นระดับการประเมินสูงสุดและพบว่ารายด้านมีขนาดเหมาะสมกับการใช้งานและมีความสวยงามอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งเป็นระดับการประเมินต่ำสุด

2.3 การวิเคราะห์สมรรถนะด้านการบำรุงรักษาของ ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ พบว่าสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ ดี $\bar{x} = 4.46$ ค่า $t = 3.162^*$ สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ พบว่ารายด้านสามารถตรวจสอบระบบลมก่อนการใช้งานของเครื่องได้ง่ายอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ซึ่งเป็นระดับการประเมินสูงสุดและพบว่ารายด้านสามารถตรวจสอบระบบไฟฟ้าก่อนการใช้งานได้ง่ายอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งเป็นระดับการประเมินต่ำสุด

2.4 การวิเคราะห์สมรรถนะด้านความเหมาะสมการใช้งานของ ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ พบว่าสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ ดี $\bar{x} = 4.37$ ค่า $t = 2.437^*$ สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ พบว่ารายด้านสามารถปรับระดับของคาบบริเวณปากกรอบหลุมด้วยมือหมุนอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ซึ่งเป็นระดับการประเมินสูงสุดและพบว่ารายด้านมีความสะดวกในการควบคุมที่ฝึกด้วยตัวเองจากคู่มือและสามารถปรับสร้าง ลูก เหนือขึ้น-ลง ต่างๆ ทั้ง 10 ตำแหน่งได้อย่างเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งเป็นระดับการประเมินต่ำสุด

3. การวิเคราะห์ข้อเสนอแนะของผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญ 10 ท่าน พบว่า มีข้อเสนอแนะให้ความเห็นบางข้อที่ผู้วิจัยควรให้ข้อมูลเพิ่มเติม

3.1 ด้านกายภาพมีความเห็นในส่วนของชั้นส่วน บางชั้นที่ไม่สามารถแยกออกได้ เนื่องจากโครงสร้าง บางชั้นต้องรับน้ำหนักและต้องการความแข็งแรงของโครงสร้าง

3.2 ด้านกายภาพมีข้อเสนอแนะชั้นส่วนบางชั้นมีน้ำหนักมาก เช่น คานของโครงสร้างเนื่องจากโครงสร้างต้องการความแข็งแรงรับน้ำหนักโดยไม่โก่งงอ

3.3 ด้านการติดตั้งมีความคิดเห็นที่ใช้เนื้อที่มากพอสมควรเมื่อ ประกอบติดตั้งเสร็จ เนื่องจากอุปกรณ์ ควบคุมทั้งระบบลมและระบบไฟฟ้ามีการใช้ตู้ควบคุมจึงทำให้เปลืองเนื้อที่บ้าง

3.4 ด้านการติดตั้งมีข้อเสนอแนะในการวางอุปกรณ์เช่นระบบลม กล้องควบคุมการทำงาน และปั๊มลม มีการวางที่ต้องใช้เนื้อที่มากควรจัดให้ดีกว่านี้ เนื่องจากปั๊มลมมีขนาดใหญ่ทำให้เปลืองเนื้อที่บ้าง

3.5 ด้านการบำรุงรักษาข้อเสนอแนะควรลดระบบทางไฟฟ้าควบคุมที่ฝึกซ้อมฯ เนื่องจากมีการใช้ เทคนิคในการควบคุมชั้นสูงมากควบคุมระบบการทำงาน จึงทำให้บำรุงรักษายากไป

3.6 ด้านความเหมาะสมในการใช้งานควรจะปรับยกให้สูงระดับของคามากขึ้นกว่าเดิมในความเห็นของผู้ วิจัยจะทำให้สูงมากไปจะทำให้ตั้งลูกกอล์ฟที่จะพัตต์จะเกิดการเคลื่อนที่และจะตกกรีน

3.7 ด้านความเหมาะสมในการใช้งานถูลมขณะที่ยืนไปยืนมีการยุบตัวเล็กน้อยเนื่องจาก ปริมาตรของ ลมที่เข้าไปในถูลมน้อยและถ้ามากเกินไปจะทำให้การปรับลูกเนินเสียรูปได้

อภิปรายผล

จากสมมุติฐานที่ตั้งขึ้น ผลการวิจัยได้อภิปรายผลสมรรถนะของ ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบ ปรับระดับได้ อยู่ในระดับ ดี เป็นการประเมินผลรวมของสมรรถนะทั้ง 4 ด้านคือ

1. ด้านการติดตั้ง

1.1 รายด้านการติดตั้งมีความปลอดภัยอยู่ในระดับการประเมินดีมาก เนื่องจากการออกแบบมีการ ออกแบบให้มีความปลอดภัยในการใช้งานทั้งระบบไฟฟ้ามีระบบตัดไฟและระบบลมมีวาล์วควบคุมแรงดันและวาล์ว กันกลับรวมถึงในภาพในระบบลมจะมีวาล์วปรับแรงดันเพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน ในการออกแบบและสร้าง โดยนำหลักการทฤษฎีการออกแบบควบคุมวงจรระบบนิวแมติกส์ ของ มงคล อาทิกานู (2527 : 14) อธิบายเหตุผล ว่า เกจวัดความดันก็จำเป็นที่จะต้องติดตั้งอยู่ที่ถังเก็บลมอัดด้วย และท่อทางระหว่างคอมเพรสเซอร์มายังถังเก็บ ลมอัดควรจะมีลิ้นกันกลับติดอยู่ด้วย ในการออกแบบและสร้าง

1.2 รายด้านการเตรียมเนื้อที่ตั้งไม่เปลืองเนื้อที่มากอยู่ในระดับการประเมินดีเป็นข้อที่ได้ค่าเฉลี่ยต่ำ สุดเนื่องจากเพราะว่าการติดตั้งใช้เนื้อที่ในการติดตั้งโดยวัดจากฐานของที่ฝึกซ้อมฯ ใช้เนื้อที่จำนวน 3.5 ตารางเมตร และมีอุปกรณ์ควบคุม ระบบลมสายปั๊มลมจึงทำให้เปลืองเนื้อที่พอสมควรและการจัดวางจัดวางตำแหน่ง เนื่องจากมี สายต่ออุปกรณ์มากทั้งสายระบบลมและสายระบบไฟฟ้า

2. ด้านกายภาพ

2.1 ในส่วนความแข็งแรงของปลอกภัยของโครงสร้างอยู่ในระดับการประเมินดีมาก สามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 120 กิโลกรัม ในการออกแบบและการคำนวณการสร้างโดยนำหลักตามทฤษฎีการรับแรงของคาน แรงเฉือนและโมเมนต์ดัดภายในคาน ของวิริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และพินัย สุวรรณ (2526:79) ให้เหตุผลว่า เมื่อคาน ถูกกระทำด้วยแรงและโมเมนต์ดัดภายนอก จะเกิดความเค้นขึ้นภายในคาน ในการที่จะหาขนาดของความเค้น ที่หน้าตัดใด ๆ ของคาน จึงจำเป็นที่จะต้องสามารถคำนวณหาแรงและโมเมนต์ดัด ที่เกิดขึ้นที่หน้าตัดนั้นให้ได้เสีย ก่อนโดยการใช้สมการสมดุลย์ทาง static ทำการออกแบบและสร้าง

2.2 วัสดุส่วนในการสร้างสามารถหาซื้อได้ง่าย อยู่ในระดับการประเมินดีมาก โดยการออกแบบให้ใช้ วัสดุที่มีภายในประเทศซึ่งสอดคล้องกับขอบเขตการวิจัย เช่นในการเลือกใช้เหล็กผสมอลูมิเนียม วัสดุถุงลม ในการ ออกแบบและเลือกใช้โดยนำหลักตามทฤษฎีของมานพ ต้นตระกูล (2534:57) อธิบายว่าหลักการในการเลือก ใช้วัสดุทางวิศวกรรมควรวัดค่าทางด้านของคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดในการใช้ประโยชน์ควรเลือกให้เหมาะสม และการนำไปใช้ให้ได้ประโยชน์สูงสุดทำการออกแบบเลือกใช้

2.3 ในส่วนของข้อต่ออิสระในการออกแบบเพื่อสร้างความยืดหยุ่นของโครงสร้างช่วยให้คานมีการ เยื้องศูนย์กันได้หรือทำให้เกิดภาวะอ่อนตัวทางกลช่วยป้องกันการเกิดการเกินภาระ การออกแบบและการคำนวณ การสร้างโดยนำหลักตามทฤษฎีของ ชาญ ถนังงาน (2535:11) อธิบายว่าการเลือกใช้คัปปลิงแบบอ่อนตัว (Flexible coupling) คือ ช่วยให้เพลหรือคานมีการเยื้องศูนย์กันได้บ้างหรือให้เกิดการอ่อนตัวในทางกลและสร้างความยืดหยุ่น ของโครงสร้าง เพื่อการออกแบบและสร้าง

2.4 การเชื่อมต่อผู้วิจัยเลือกใช้การเชื่อมต่อแบบเชื่อมไฟฟ้าและรับแรงในแนวกดและแรงดึง ดังค่าแรง ดึงจากตารางจากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่มาตรฐานของลวดเชื่อมสำหรับการเชื่อมแบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน ISO 544 เป็นมิลลิเมตร ผู้วิจัยเลือกใช้ขนาดของลวดเชื่อม 2.5 มิลลิเมตร ทำการเชื่อมต่างจุดต่อเชื่อมทุก ๆ จุดของโครง สร้างเพื่อความแข็งแรงโดยการสร้างได้นำหลักตามทฤษฎีของ ชาญ ถนังงาน (2535:45) ให้เหตุผลว่าการคำนวณ เกี่ยวกับความแข็งแรงของชิ้นส่วนเครื่องจักรกลอย่างอื่น ๆ ทั้งนี้เพราะยังไม่มีใครสามารถที่จะหาคำตอบของความ เค้นที่เกิดขึ้นในรอยเชื่อมได้ดีพอ ดังนั้น ในการคำนวณเกี่ยวกับรอยเชื่อมทั้งหมดจึงเป็นวิธีการประมาณค่าความเค้น อย่างหยาบ ๆ เท่านั้น อย่างไรก็ตามผลงานที่ได้จากการประมาณเหล่านี้ก็ได้ผ่านการใช้งานอย่างได้ผลดีมาแล้ว จน เป็นที่น่าเชื่อถือได้

2.5 การเลือกใช้สปริง การออกแบบเลือกใช้สปริงแบบดึง 2 ขนาด คือ เส้นผ่านศูนย์กลาง 05 ความ ยาว 5 ซม. จำนวน 40 ตัว ปากตะขอเกี่ยวทั้งสองด้านในการยึดกรีนกับโครงสร้างพื้นล่าง เพื่อรับเวลาเปลี่ยนสร้าง ลูกเนินและเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ความยาว 5 ซม.จำนวน 20 ตัว ปากตะขอเกี่ยวทั้งสองด้าน ผลการออกแบบใน การเลือกใช้วัสดุอยู่ในระดับดีโดยสามารถยึดและรั้งกรีนในด้านข้างเปลี่ยนสร้างลูกเนิน โดยนำหลักตามทฤษฎีของ วิริทธิ์ อึ้งภากรณ์ (2535: 65) ในการออกแบบเครื่องจักรกลทำการคำนวณออกแบบและสร้างอธิบายว่าสปริงเป็นชิ้น ส่วนที่มีความยืดหยุ่นซึ่งมีใช้อยู่ในเครื่องจักรกลทั่วไป ถึงแม้ว่าชิ้นส่วนอื่น ๆ ของเครื่องจักรกลจะมีคุณสมบัติในการ ยืดหยุ่นเหมือนกัน แต่สปริงจะมีการยืดหยุ่นมากกว่า ทำการออกแบบและใช้งาน

3. ด้านการบำรุงรักษา

3.1 รายด้านพบว่าอุปกรณ์ที่ต้องบำรุงรักษาสามารถหาซื้อได้ภายในประเทศระดับการประเมินอยู่ใน ระดับดีมากเนื่องจากการผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลอุปกรณ์ในการสร้าง เช่น กระบอกลม วาล์วลมต่าง ๆ ว่าวัสดุอุปกรณ์ สามารถหาซื้อได้ง่ายภายในประเทศ ในการออกแบบและเลือกใช้โดยนำหลักตามทฤษฎีของมานพ ต้นตระกูล (2534:57) อธิบายว่าหลักการในการเลือก ใช้วัสดุทางวิศวกรรมควรวัดค่าทางด้านของคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดในการใช้ประโยชน์ควรเลือกให้เหมาะสม และการนำไปใช้ให้ได้ประโยชน์สูงสุดทำการออกแบบเลือกใช้

(2534: 76) อธิบายว่าหลักการในการทางวิศวกรรมควรรักษาทางด้านของคุณสมบัติของอุปกรณ์แต่ละชนิดในการใช้ประโยชน์ควรเลือกให้เหมาะสมและการนำไปใช้ให้ได้ประโยชน์สูงสุดทำการออกแบบเลือกใช้

3.2 รายงานของสามารถตรวจสอบระบบลมก่อนใช้งานของเครื่องได้ง่ายการประเมินอยู่ในระดับดีมากเนื่องจากมีเกจวัดระดับความดันของถังลมสังเกตได้โดยดูจากเลขบอกเลระดับแรงดันลมและรายงานมีจุดตรวจที่ต้องบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆน้อยระดับการประเมินอยู่ในระดับดีเนื่องจากการออกแบบของโครงสร้าง เช่น ข้อต่อ อีสระ คาน ผีวกรีน สายลม อุปกรณ์ต่างๆสามารถตรวจบำรุงรักษาได้โดยใช้การสังเกตความพร้อมก่อนการใช้งาน โดยนำหลักการทฤษฎีการออกแบบควบคุมวงจรระบบนิวแมติกส์ ของ มงคล อาภิภาณุ (2527 : 52) อธิบายเหตุผลว่า เกจวัดความดันก็จำเป็นที่จะต้องติดตั้งอยู่ที่ถังเก็บลมอัดด้วยในการออกแบบและสร้าง

4. ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน

4.1 การออกแบบเลือกวัสดุทำกรีนโดยคุณสมบัติที่ต้องการคือสามารถยืดหยุ่นได้ผิวเรียบและทนต่อแรงดึงค้างเป็นระยะเวลานาน จึงเลือกใช้วัสดุ โพลีเอโซพรีน ผลการใช้งานในการออกแบบเลือกวัสดุ เมื่อนำประกอบเข้ากับโครงสร้างและระบบต่างๆ สามารถยืดหยุ่นได้ดีโดยนำหลักตามทฤษฎีการออกแบบคุณสมบัติทางกล ขึ้นอยู่กับการผสมของกำมะถัน ยางอ่อนจะผสมกำมะถัน 3 ถึง 20 % หากมีกำมะถันผสมอยู่น้อยก็ยิ่งจะทำให้ยืดตัวและยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้นและมีคุณสมบัติทนต่อน้ำกรดแอลกอฮอล์ ใช้ทำยางปะเก็นสายพานลำเลียงรูปพรรณต่าง ๆ ของฝ่ายวิศวกรรม บริษัท ยงไทยการยาง จำกัด(2541:3) ทำการออกแบบและสร้าง

4.2 ในส่วนของการออกแบบผิวของกรีน วัสดุที่ใช้คือชนพรมเทียม ผลการออกแบบในการเลือกใช้วัสดุ จากการวัดความเร็วของกรีนโดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วของกรีนเรียกว่า สติมพ์มิเตอร์ ทำการวัดโดยเครื่องมือวัดความเร็วของกรีน ค่าที่ได้เฉลี่ยจากการวัดความเร็วของผิวกรีนที่ใช้วัสดุชนพรมเทียม ได้ความเร็วที่ 8.5 ฟุต แปลความเร็วของกรีนเทียบกับค่ามาตรฐานถือว่าเป็นกรีนความเร็วปานกลาง โดยนำหลักตามทฤษฎีการออกแบบของ มานพ ดันตระบัณฑิตย์ ชื่อเรื่อง วัสดุวิศวกรรมและในส่วนเครื่องมือวัดของ สติมพ์มิเตอร์ ทำการวัดความเร็วของกรีน จากหนังสืออ้างอิงค้นคว้าโดย พิษณุ นิลกลัด (2545 : 223) ชื่อเรื่อง สดุดยดกอล์ฟ ทิปส์

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัย ผู้วิจัยขอเสนอแนะในบางสิ่งที่พบปัญหาในการออกแบบและสร้างเพื่อให้เกิดแนวคิดใหม่ เกี่ยวกับงานวิจัยนี้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่อไป

1. การปรับปรุงที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ ที่ผู้วิจัยออกแบบและสร้างขึ้น ควรปรับปรุงในส่วนที่เกนท์สมรรถนะรายช้อย่อย ทำได้น้อยกว่ารายช้อย่อยอื่นๆทำได้โดย

1.1 ในส่วนการติดตั้งไม่ให้เปลืองเนื้อที่ ผู้วิจัยมีความคิดแนะนำให้ออกแบบเปลี่ยนจากแบบคานแข็งเป็นในลักษณะที่พับเก็บได้ และ ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ปรับขนาดลดความกว้างลง ปรับการออกแบบให้สามารถพับเก็บได้

1.2 ในบางชิ้นส่วนควรถอดประกอบได้เช่นชุดรับน้ำหนักด้านข้างและควรลดขนาดและน้ำหนักของส่วนประกอบลงเพื่อการเคลื่อนย้ายได้ เปลี่ยนจากเหล็กผสมอลูมิเนียมเป็นพลาสติกกล่องแข็งและคานของโครงสร้างควรทำชุดฐานรองรับทางด้านใต้ของกรีนเพื่อช่วยรับน้ำหนักของคานด้านข้างด้วย

1.3 ออกแบบอุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์ เปลี่ยนจากระบบควบคุมด้วยโซลินอยล์ไฟฟ้ามาเป็นระบบมือกด เพื่อลดปัญหาในการบำรุงรักษาของผู้ใช้งานและราคาค่าต้นทุน ในการสร้างจะถูกลง

1.4 ในการจัดวางอุปกรณ์เสริมต่าง ๆควรมีการจัดวางแบบคงที่และลดขนาดลงเพื่อความสวยงาม

1.5 ออกแบบการสร้างลูกเ็นให้วัสดุของถุงลมมีการรองรับน้ำหนักให้มากกว่าเดิม เช่น เปลี่ยนจาก

วัสดุเซลลูโลส-อะซิเตทสำเร็จรูป มาเป็นศึกษาวัสดุชนิดใหม่ให้มีความหนาของผิวถุงลมที่มากขึ้นและมีการยึดตัวเหมาะสมพอดีกับขนาด เช่น วัสดุโพลีเมอร์ ขึ้นรูป

1.6 ในระหว่างการสร้าง ในส่วนของการเชื่อมยึดต้องมีการยึดรั้งคานก่อนเชื่อมประกอบอุปกรณ์ต่างๆ เข้าไปเพื่อไม่คานมีการโก่งงอในระหว่างการเชื่อมประกอบ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

2.1 ควรศึกษาและวิจัยในส่วนทางด้านเทคนิควิศวกรรมที่ออกแบบสร้างขึ้นให้เป็นแบบใช้ทางเครื่องกลให้มากลดการนำระบบไฟฟ้าเข้าควบคุมเพื่อลดปัญหาของตรวจอุปกรณ์และการบำรุงรักษา

2.2 ควรศึกษาวัสดุที่ใช้ ทำโครงสร้างที่สามารถแข็งแรงรับน้ำหนักได้ แต่มีส่วนประกอบที่มีน้ำหนักเบา เพื่อการเคลื่อนย้ายที่สะดวกและสามารถพับเก็บได้

บรรณานุกรม

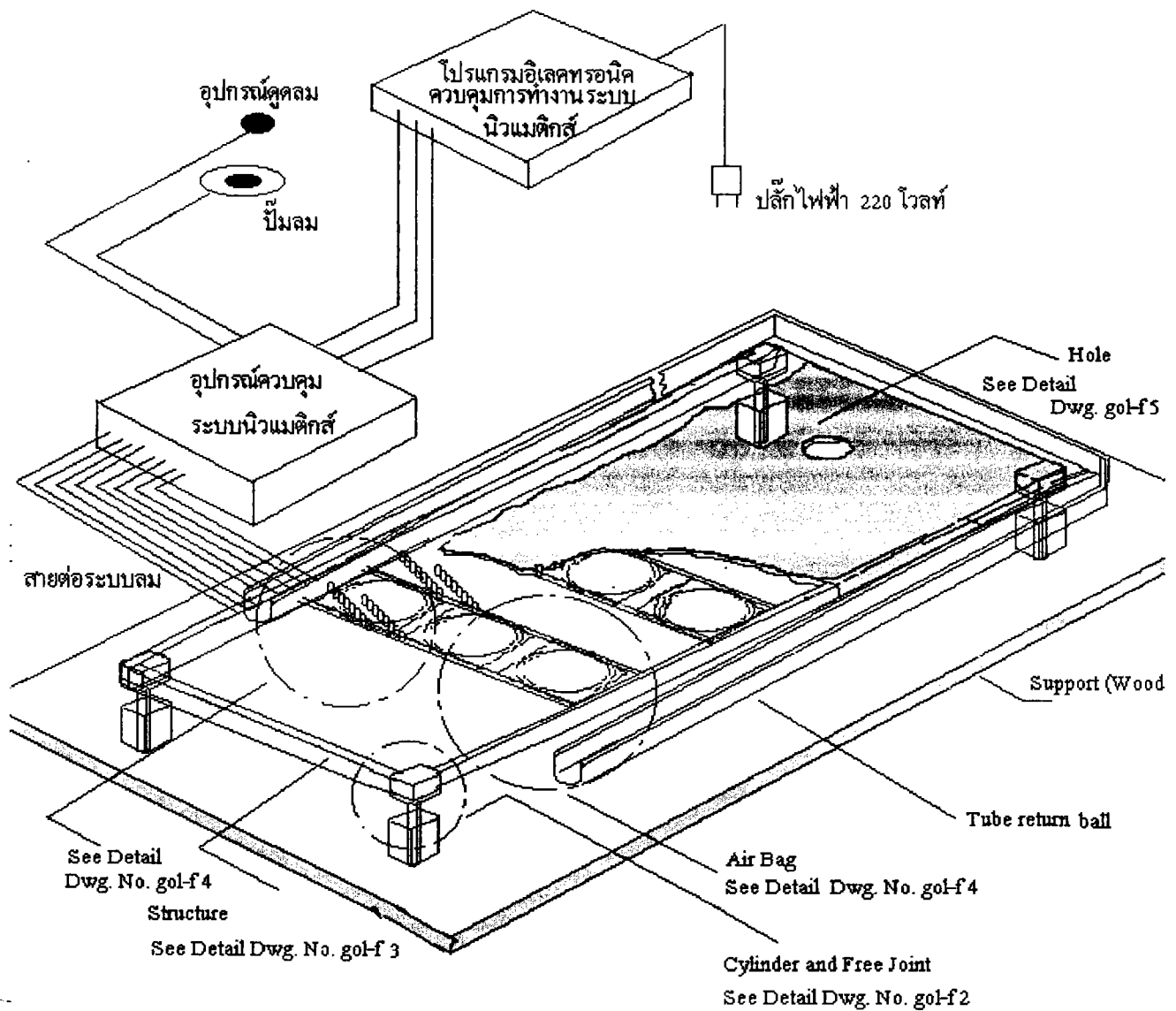
บรรณานุกรม

- กฤษฎา จุลชาติ. (2543). *แรงจูงใจในการเล่นกอล์ฟ*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.คณะศึกษาศาสตร์
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- กนกทิพย์ พัฒนาพิภพพันธ์. (2541). *สถิติอ้างอิงเพื่อการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ :
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ดร.ประสม สถาปิตานนท์. (2538). *กฎข้อบังคับกอล์ฟ คำรากอล์ฟ*. กรุงเทพฯ :
บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์. (2534). *รวมวงจรวินวแมติกส์*. สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและ
โลหะการ. กรุงเทพฯ : หจก.ภาพพิมพ์.
- ฝ่ายวิศวกรรม บริษัท ย่งไทยการยาง จำกัด. (2541). *วิศวกรรมยางแผ่น*. กรุงเทพฯ : อัดสำเนา.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2535). *สถิติเพื่อใช้ในการวิจัย*. กรุงเทพฯ : อัดสำเนา.
- พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. (2538). *พลาสติกวิศวกรรม*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์พาณิชย์พระนคร.
- พิษณุ นิลกลัด. (2542). *กอล์ฟทีกิปส์*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ประชาชาติธุรกิจ.
- พิษณุ นิลกลัด. (2545). *สุดยอดกอล์ฟ ทีกิปส์ เล่ม 2*. กรุงเทพฯ : บริษัท โอ เอช พรินต์ติ้งเฮ้า จก.
- ชัยการณั ทะสุวรรณ. (2540). *เอกสารประกอบการสอนวิชาพละ 484 กอล์ฟ*. กรุงเทพฯ : อัดสำเนา.
- ชาญ ถนัดงาน. (2535). *การออกแบบเครื่องจักรกล เล่มที่ 1*. กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น.
- มานพ ต้นตระกูลบัณฑิตย์. (2534). *วัสดุวิศวกรรม*. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- มงคล อาทิกาน. (2527). *นิวแมติกส์ 1*. กรุงเทพฯ : บริษัทไทยวัฒนาพานิช.
- วิวิทย์ อึ้งภากรณ์ และพินัย สุวรรณ. (2526). *กลศาสตร์วัสดุ*. กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น.
- วิวิทย์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. (2535). *การออกแบบเครื่องจักรกลเล่มที่ 2*.
กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น.
- วิชิต คณีสุเกษม. (2543). *นิตยสารใกล้หมอ*. กรุงเทพฯ : อัดสำเนา.
- วัลลี วัชรการ. (2536). *คู่มือกอล์ฟ สอนตนเอง*. กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สมศักดิ์ มาอุทธรณ์. (2544). *เทคนิคการปลอดภัย สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น*.
กรุงเทพฯ : บริษัทดวงกมลสมัย จำกัด.
- สุวัฒน์ วัฒนวงศ์. (2524) . *หลักการวิจัยทางการศึกษา* . กรุงเทพฯ : บริษัท โอ เอช พรินต์ติ้งเฮ้า จก.
- สัตยาพร ดันเต็มทรัพย์. (2538) . *คำรากอล์ฟ*. Golf Lesson Illustrated. กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น.
- อนุวัต สุเพียร. (2544) . *การสร้างเครื่องปั๊มแผ่นอะคริลิก*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม . กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- อังคณา สายยศ . (2540) . *สถิติวิทยาทางการวิจัย* . กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- Jack Nicklaus. (1996). *The Best way to better golf I*. กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น.
- James B. Beard (1990). *Turf management for golf courses* . New york : Macmillan Publishing
Company 886 Third Avenue.

ภาคผนวก

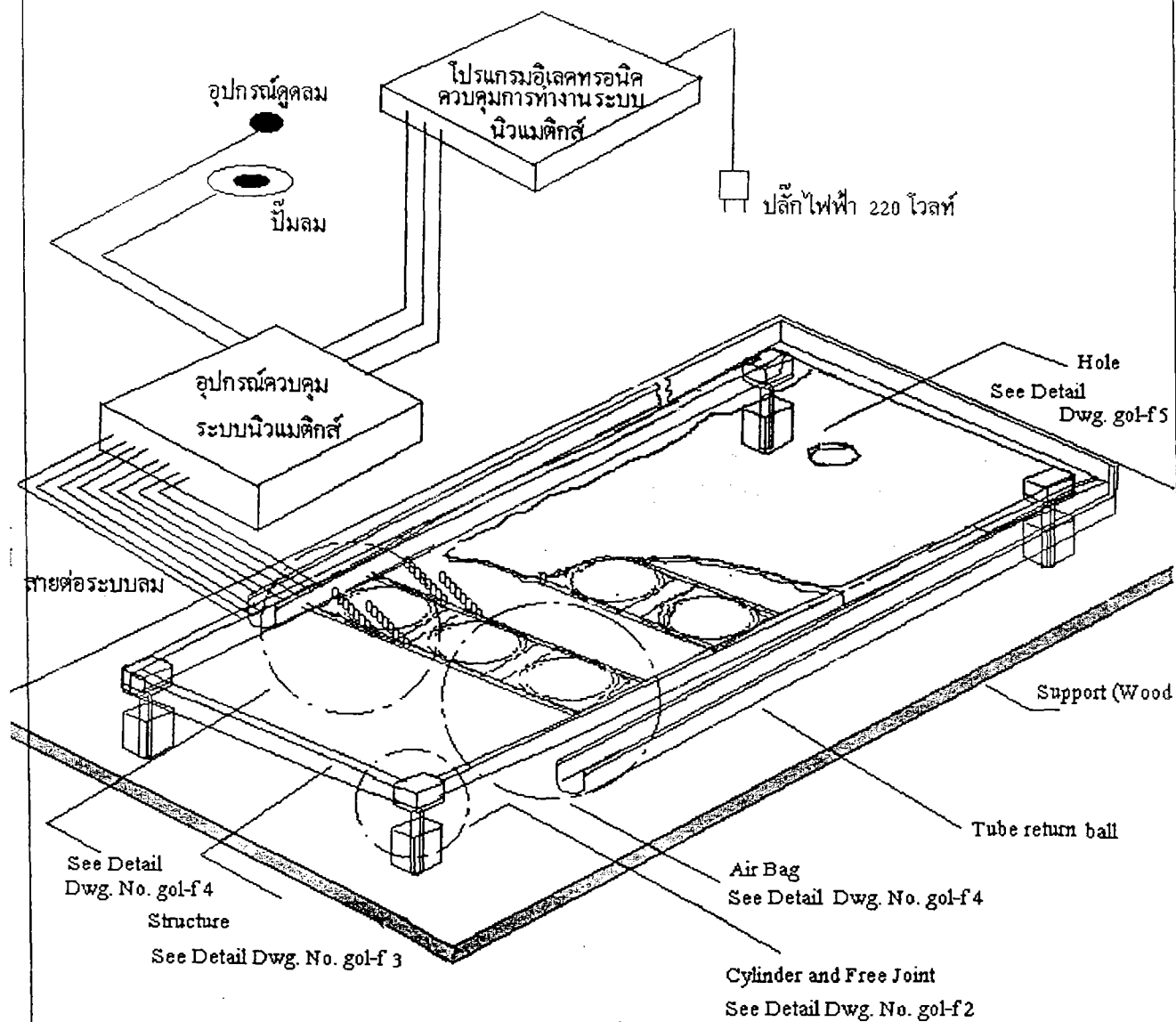
ภาคผนวก ก

ภาพเขียนแบบที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟพระยะใกล้ แบบปรับระดับได้



ภาพรวม ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

DWG-No. GOL- F 1



Title : ISO. A design of adjustable ground level rehearse putting

Description/Mat.

Scale : N/A

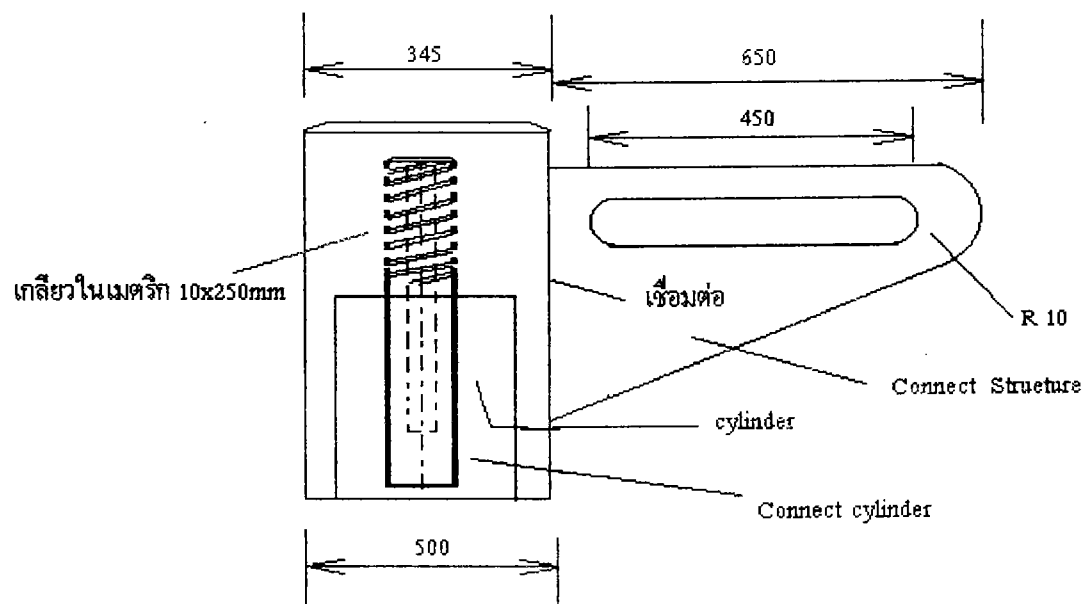
Date 14/nov/2002

Draw by. Tunladate v.

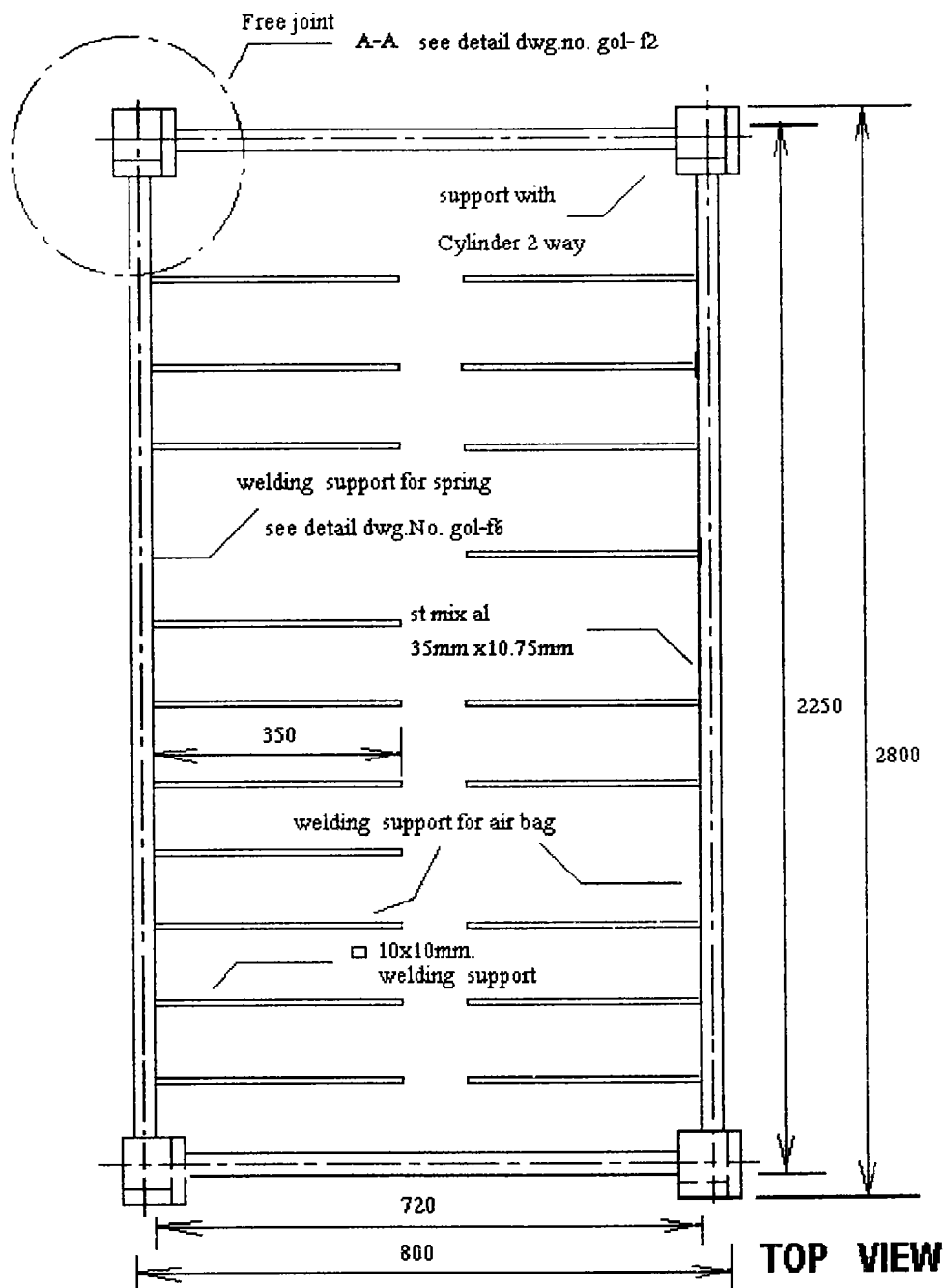
Dwg No. GOL - F1

Approval . Ophart s.

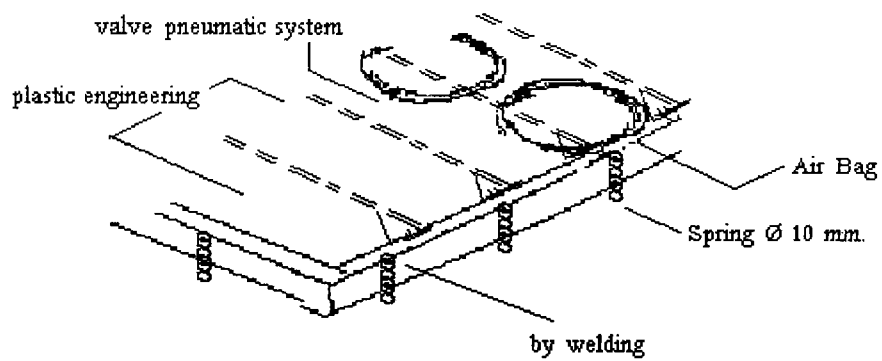
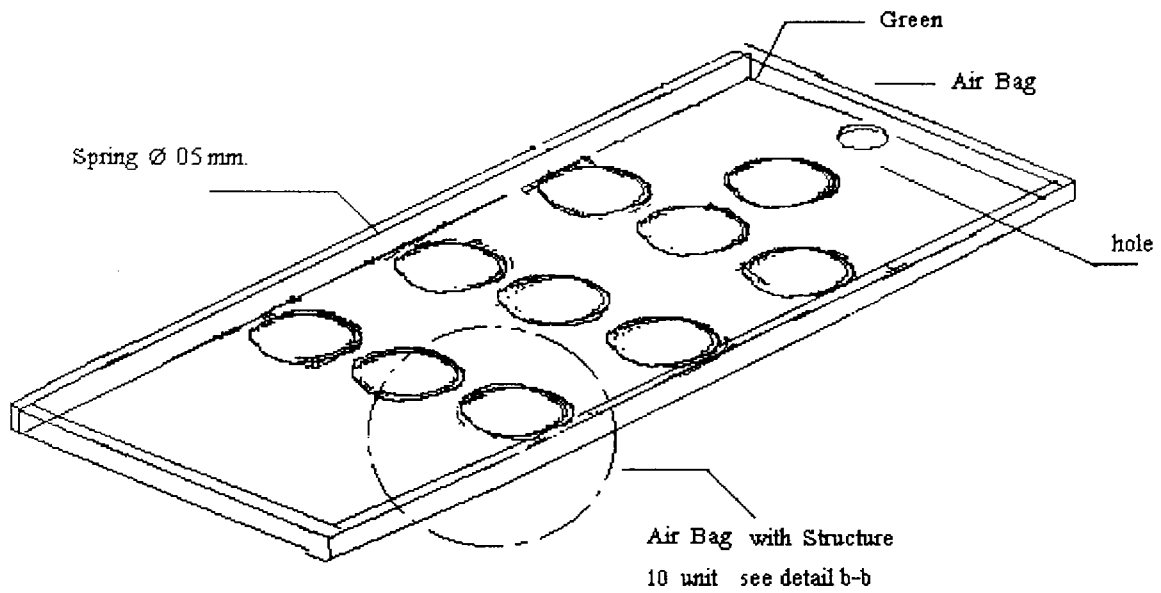
Srinakarinwirot University



Title : Free Joint (Connect with Cylinder and Structure)		
Description/Mat. St - 40		Scale : N/A
Date 14/nov/2002	Draw by. Tunladate v.	
Dwg No. GOL – F2	Approval . Ophart s.	
Srinakarinwirot University		

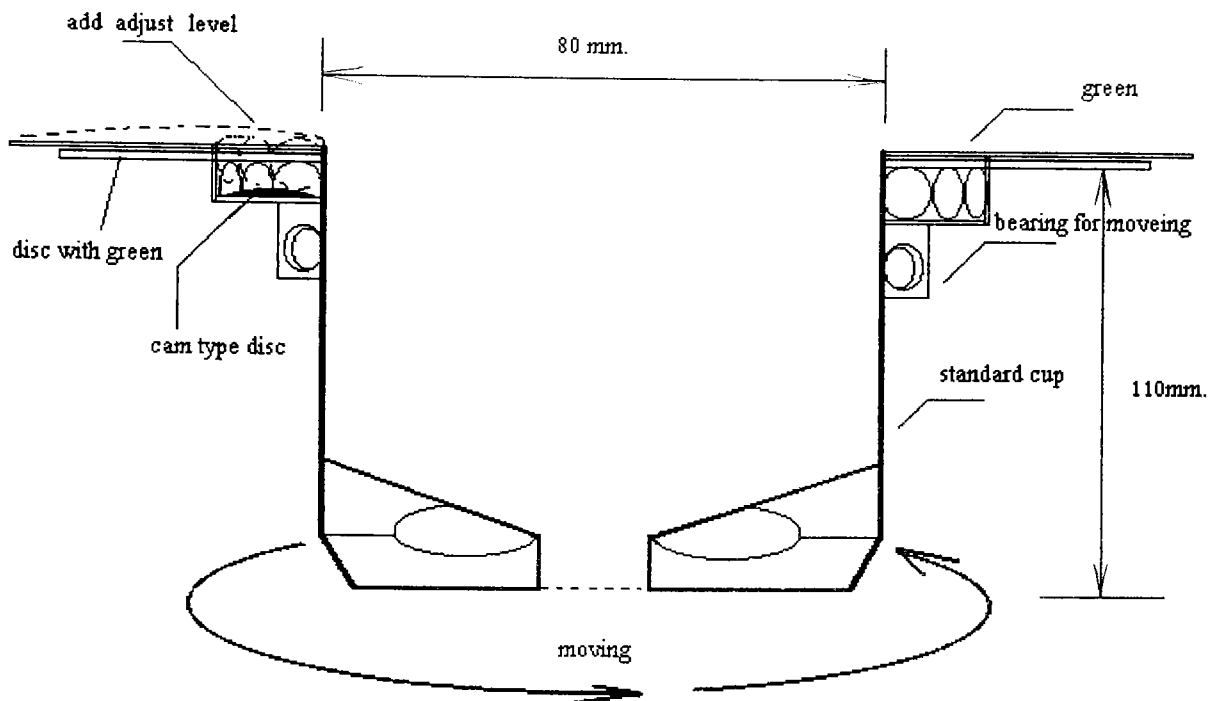


Title : Structure		
Description/Mat. St mix al. 35x1.75 born 2 mm.		Scale : N/A
Date 14/nov/2002	Draw by. Tunladate v.	
Dwg No. GOL – F3	Approval . Ophart s.	
Srinakarinwirot University		



detail b-b

Title : Air Bag with Structure		
Description/Mat.		



side view.

Title : Adjust for Hole

Description/Mat. St-45 Forrow dwg.

Scale : N/A

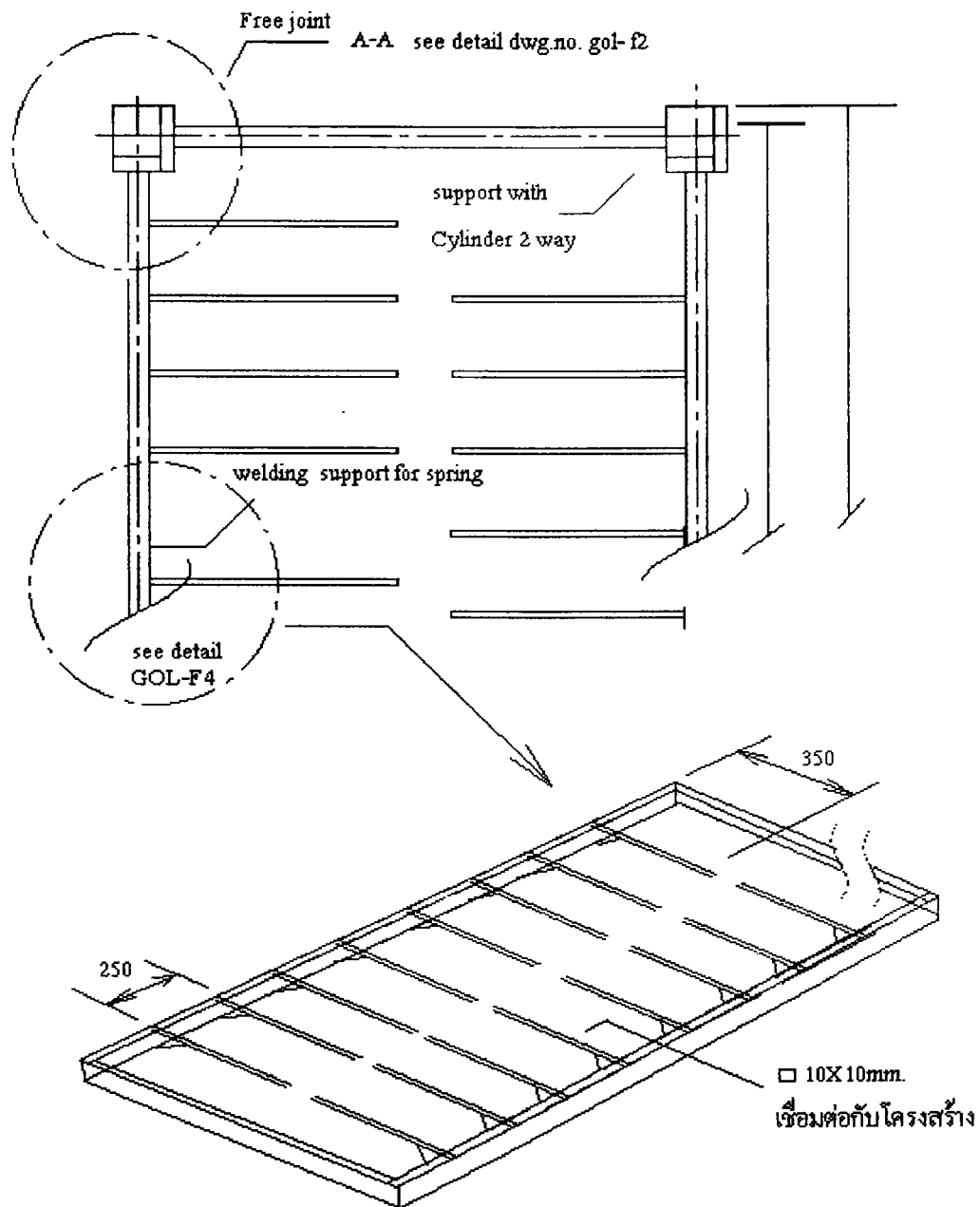
Date 14/nov/2002

Draw by. Tunladate v.

Dwg No. GOL – F5

Approval . Ophart s.

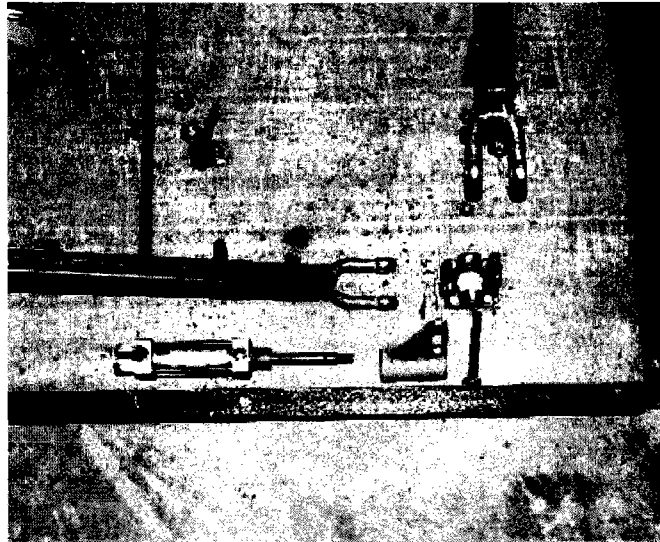
Srinakarinwirot University



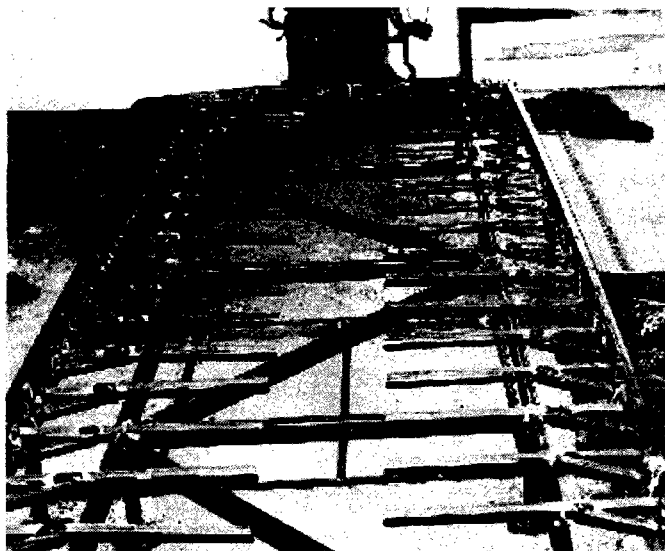
Title : Tension Spring with Structure		
Description/Mat. (Forrow dwg.)		Scale : N/A
Date 14/nov/2002	Draw by. Tunladate v.	
Dwg No. GOL – F6	Approval . Ophart s.	
Srinakarinwirot University		

ภาคผนวก ข

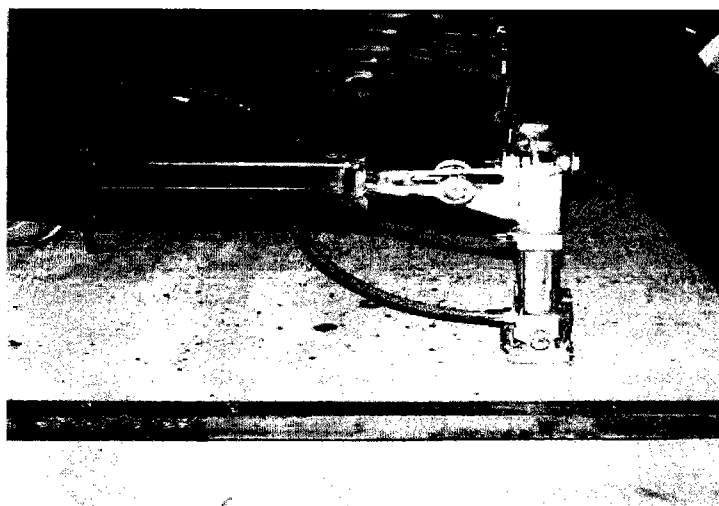
ลำดับขั้นตอนในการสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ



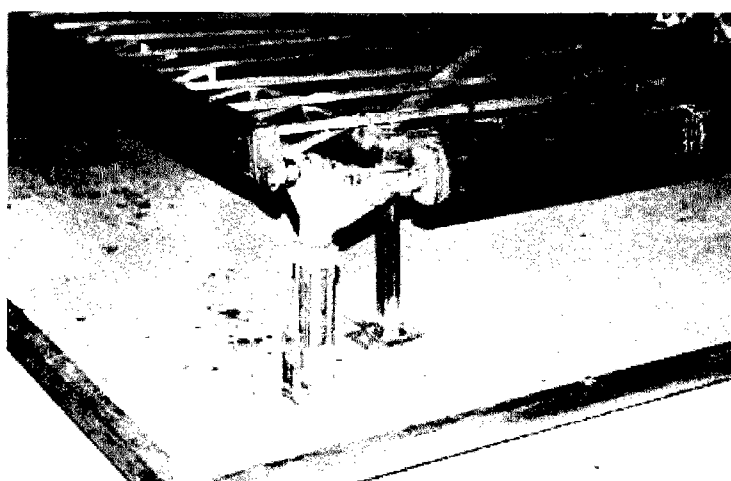
ภาพประกอบ 42 ขั้นตอนประกอบโครงสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ



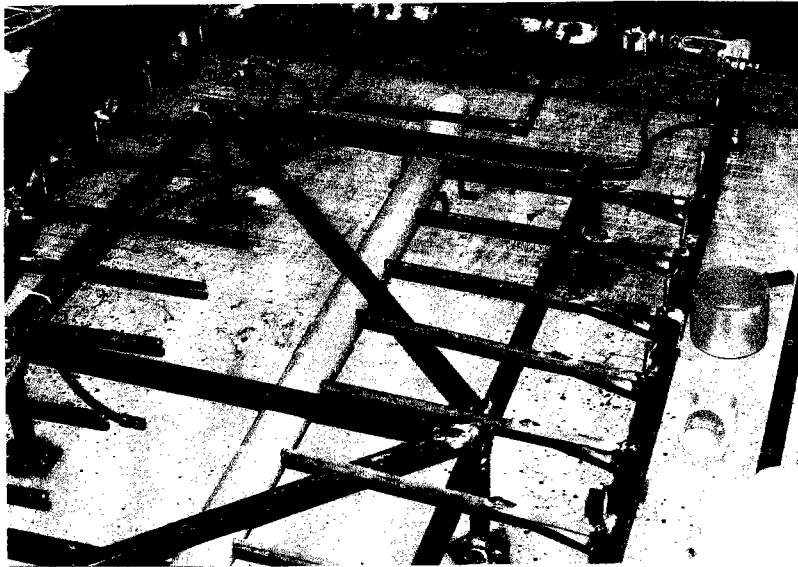
ภาพประกอบ 43 ขั้นตอนประกอบชุดรองรับน้ำหนักของกรีน



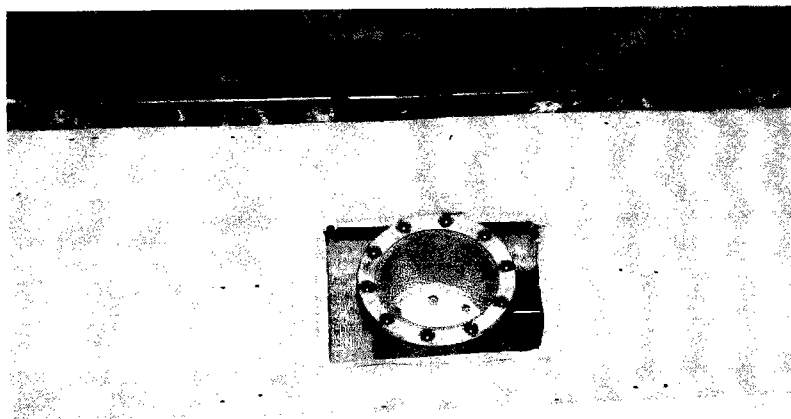
ภาพประกอบ 44 ประกอบกระบอกสูบสองทาง ปรับระดับขึ้นและลง



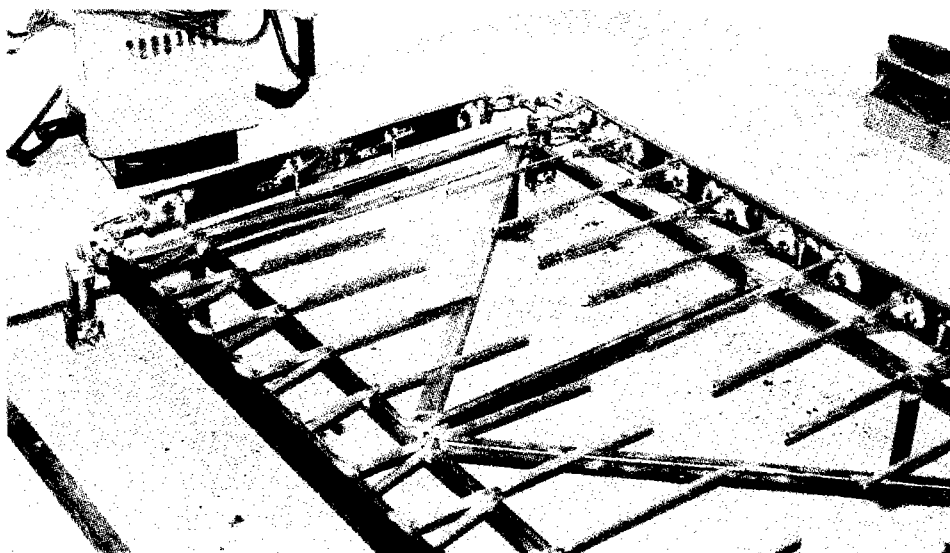
ภาพประกอบ 45 ประกอบข้อต่ออิสระประกอบกับโครงสร้าง



ภาพประกอบ 46 ท่อลำเลียงลูกกอล์ฟกลับถาดรองรับ



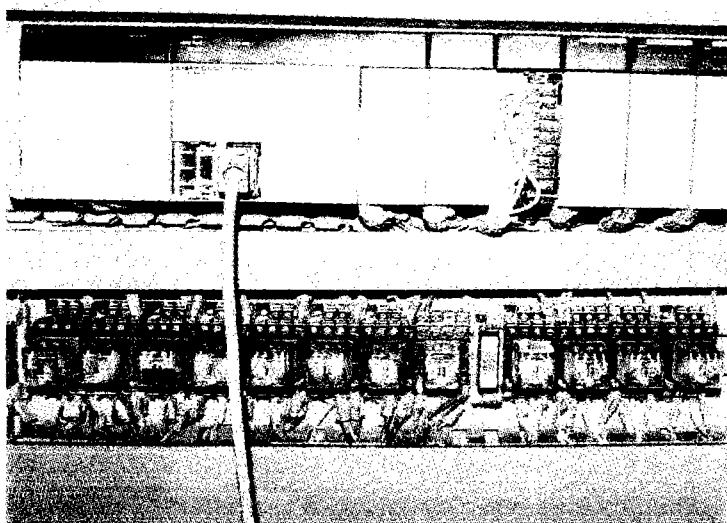
ภาพประกอบ 47 หลุมกอล์ฟปรับระดับรอบปากหลุม



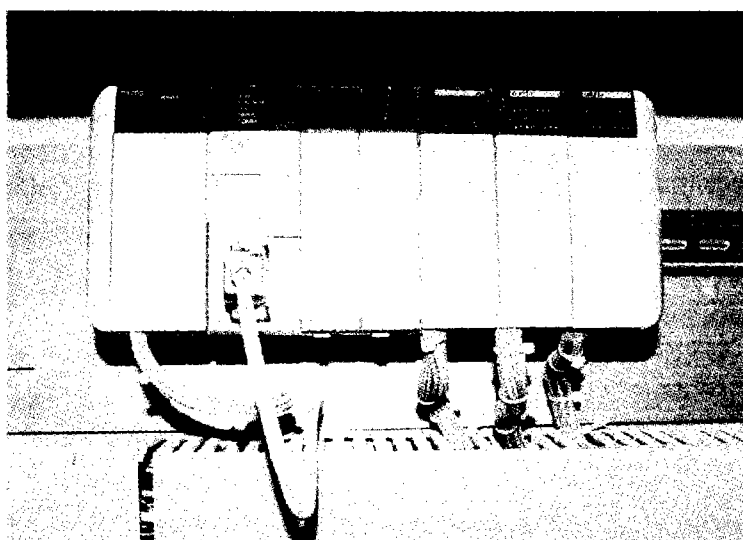
ภาพประกอบ 48 เชื่อมยึดชุดสปริงดึงกลับของกรีน



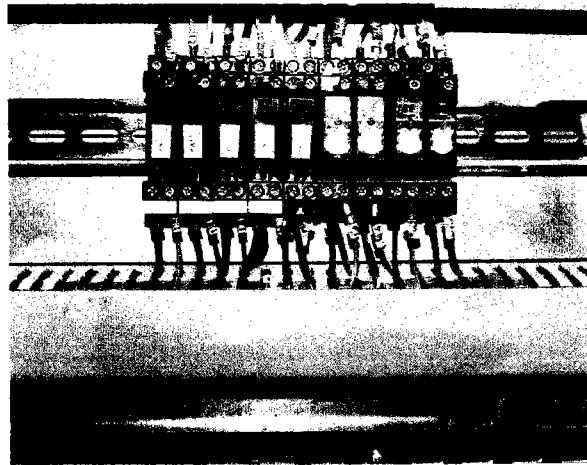
ภาพประกอบ 49 ชั้นการเย็บประกอบหุ้มยึดกับกรีน



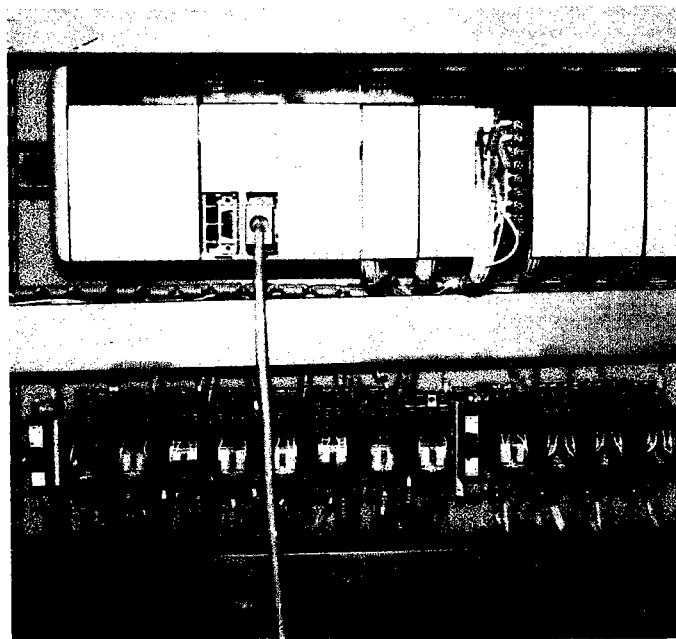
ภาพประกอบ 50 การป้อนโปรแกรมเข้าหน่วยความจำควบคุม



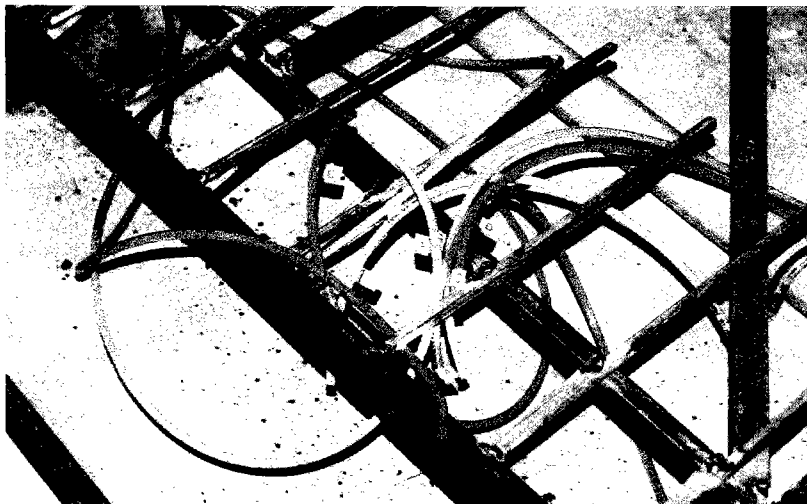
ภาพประกอบ 51 การติดตั้งหน่วยความจำ กับตู้ควบคุม



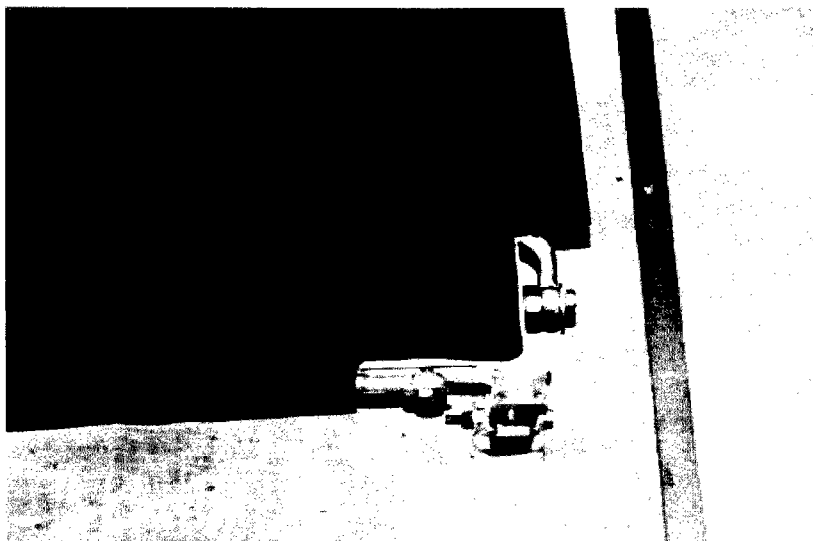
ภาพประกอบ 52 อุปกรณ์ร่วมวงจรควบคุม



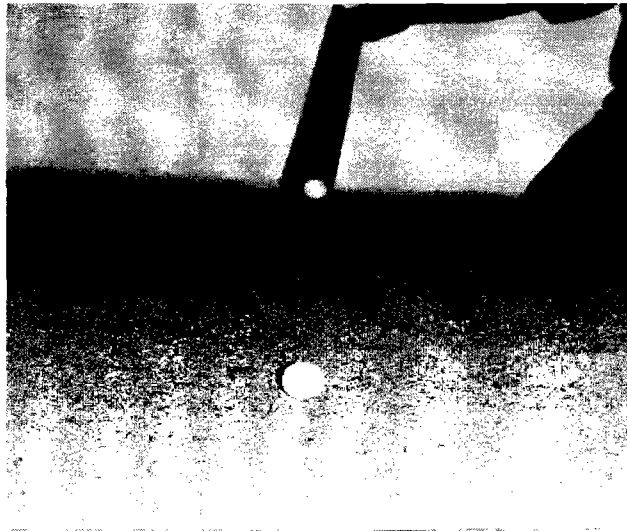
ภาพประกอบ 53 ชุดป้อนคำสั่งในการทำงาน



ภาพประกอบ 54 การติดตั้งประกอบสายควบคุมระบบลม



ภาพประกอบ 55 ประกอบผิวกรีน



ภาพประกอบ 56 การทดสอบความเร็วของกรีน



ภาพประกอบ 57 ภาพรวมของที่พักซ้อมการพัตต์กอล์ฟพระยะใกล้ๆ

ภาคผนวก ค

แบบประเมินสมรรถนะ ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ๆ

แบบประเมินสมรรถนะที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ ของผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินชุดนี้ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินเกี่ยวกับที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ ในด้านต่างๆ

โดยแบ่งสมรรถนะที่ประเมิน 4 ด้าน ดังนี้

- 1 ด้านการติดตั้ง
- 2 ด้านกายภาพ
- 3 ด้านการบำรุงรักษา
- 4 ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน

คำตอบจากการทดสอบและประเมินของท่าน จะมีส่วนอันสำคัญในการประเมินเกี่ยวกับที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ ในด้านต่างๆ

คำชี้แจงในการทำแบบประเมิน

แบบประเมินในการหาสมรรถนะ ของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ ชุดนี้ซึ่งมีรายละเอียดประกอบด้วย 3 ตอนคือ

- ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญ
- ตอนที่ 2 เป็นแบบประเมิน ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ 4 ด้าน
- ตอนที่ 3 เป็นคำถามแบบปลายเปิด สำหรับแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมและให้ข้อเสนอแนะต่างๆ

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญ

กรุณาขีดเครื่องหมาย ✓ ลงใน () หน้าข้อความหรือกรอกข้อมูลในช่องว่างที่ตรงกับสภาพความเป็นจริง ของตัวท่าน

1. เพศ () ชาย () หญิง
2. อายุ ปี (เกิน 6 เดือนนับเป็น 1 ปี)
3. ระดับการศึกษา
() ปริญญาตรี () ปริญญาโท () ปริญญาเอก () อื่นๆ(โปรดระบุ).....
4. สาขาที่จบการศึกษา
() วิศวกรรมศาสตร์..... () อื่นๆ(โปรดระบุ).....
5. ประสบการณ์ในการเล่นกอล์ฟ..... ปี
6. แสندیแคป (แค้นต่อปัจจุบัน)
() 24-19 () 18-10 () 9-0 () นักกอล์ฟอาชีพ
7. โปรดระบุชื่อ สมาชิกภาพ ชมรมฯหรือสมาคมที่รับรอง
ชื่อสมาคม/ชมรมฯ
8. อาชีพ ปัจจุบัน
- สังกัดหน่วยงาน

ตอนที่ 2 แบบประเมินที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

กรุณาขีดเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ตามความคิดเห็นของท่าน หลังจากทดสอบ ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

ค่าระดับคะแนนกำหนดไว้ดังนี้

- | | |
|-----------------|---|
| ระดับ 5 หมายถึง | ผลประเมินระดับดีมาก , หรือสูงกว่าเกณฑ์มาก |
| ระดับ 4 หมายถึง | ผลประเมินระดับดี , หรือสูงกว่าเกณฑ์ |
| ระดับ 3 หมายถึง | ผลประเมินระดับปานกลาง , เท่ากับเกณฑ์ |
| ระดับ 2 หมายถึง | ผลประเมินระดับต้องปรับปรุง , ต่ำกว่าเกณฑ์ |
| ระดับ 1 หมายถึง | ผลประเมินระดับที่ใช้ไม่ได้ , ต่ำกว่าเกณฑ์ |

แบบประเมินตามความคิดเห็นของผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญ ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

ข้อที่	รายละเอียดจากการประเมิน	5	4	3	2	1
1	สมรรถนะทางด้านติดตั้ง การติดตั้งสามารถทำได้เองโดยศึกษาจากคู่มือและสามารถถอดแยกอุปกรณ์ของระบบได้ด้วยตนเอง	.....	.....	.....	.....	.....
2	การติดตั้งทำได้ด้วยความสะดวก	.....	.....	.....	.....	.....
3	การติดตั้งใช้เวลา 15 นาที	.....	.....	.....	.....	.....
4	การเตรียมที่ตั้งไม่เปลืองเนื้อที่มาก	.....	.....	.....	.....	.....
5	สามารถติดตั้งได้โดยปลอดภัย	.....	.....	.....	.....	.....
6	สมรรถนะทางด้านกายภาพ ชิ้นส่วนทุกชิ้นมีรูปร่างลักษณะแยกชิ้นส่วนประกอบได้	.....	.....	.....	.....	.....
7	มีความแข็งแรงของโครงสร้าง ปลอดภัย	.....	.....	.....	.....	.....
8	การจัดวางอุปกรณ์ต่างๆเป็นไปอย่างเหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
9	มีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน และมีความสวยงาม	.....	.....	.....	.....	.....
10	วัสดุในการสร้างสามารถหาซื้อได้ง่าย ราคาไม่แพง	.....	.....	.....	.....	.....
11	ลักษณะทางด้านการบำรุงรักษา อุปกรณ์ที่ต้องบำรุงรักษาสามารถหาซื้อได้ภายในประเทศ	.....	.....	.....	.....	.....
12	สามารถตรวจสอบระบบไฟฟ้าก่อนการใช้งานได้ง่าย	.....	.....	.....	.....	.....
13	สามารถตรวจสอบระบบลมก่อนใช้งานของเครื่องได้ง่าย	.....	.....	.....	.....	.....
14	มีจุดที่ต้องตรวจบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆน้อย	.....	.....	.....	.....	.....
15	มีความสะดวกในการถอดแยกชุดควบคุมกับที่ฝึกซ้อมฯ	.....	.....	.....	.....	.....
16	ด้านความเหมาะสมการใช้งาน มีความเหมาะสมในการเลือกหรือเปลี่ยนโปรแกรมฯ	.....	.....	.....	.....	.....
17	การปรับเปลี่ยนโปรแกรมใช้เวลาในการเปลี่ยนเหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
18	มีความสะดวกในการควบคุมที่ฝึกด้วยตนเองจากคู่มือ	.....	.....	.....	.....	.....
19	มีความเหมาะสมในการปรับระดับความชันของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 15 องศา	.....	.....	.....	.....	.....
20	มีความเหมาะสมในการปรับระดับความลาดของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 15 องศา	.....	.....	.....	.....	.....
21	มีความเหมาะสมในการปรับระดับความลาดเอียง – ด้านซ้ายของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 25 องศา	.....	.....	.....	.....	.....
22	มีความเหมาะสมในการปรับระดับความลาดเอียง – ด้านขวาของที่ฝึกซ้อมฯ ได้สูงสุด 25 องศา	.....	.....	.....	.....	.....
23	สามารถปรับสร้างลูกเนินขึ้น-ลง ต่างๆทั้ง 10 ตำแหน่งได้อย่างเหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
24	สามารถปรับระดับองศาบริเวณปากกรอบหลุม ด้วยมือหมุน	.....	.....	.....	.....	.....

ตอนที่ 3 กรุณาแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆโดยเสรี ตามประเด็นดังต่อไปนี้

1. ด้านติดตั้ง

.....

.....

.....

.....

2 ด้านกายภาพ

.....

.....

.....

.....

3 ด้านการบำรุงรักษา

.....

.....

.....

.....

4 ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน

.....

.....

.....

.....

5 อื่นๆ (โปรดระบุ)

.....

.....

.....

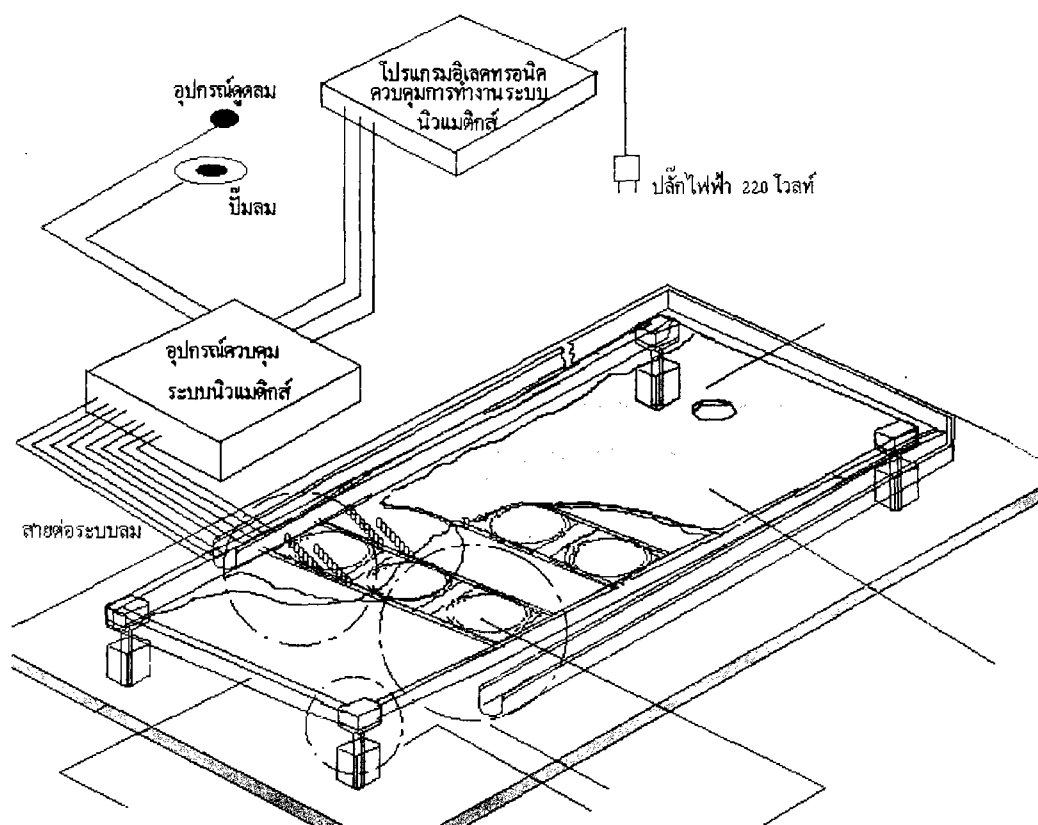
ลงนาม

()

ผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญ

ภาคผนวก ง

คู่มือการใช้ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟพระยะใกล้ แบบปรับระดับได้



ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

คำนำ

คู่มือการใช้ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้นี้จัดทำขึ้น เพื่อให้ท่านได้ทำความเข้าใจกับชิ้นส่วนต่างๆของที่ฝึกซ้อมฯและการทำงาน โดยอธิบายให้เข้าใจถึงการทำงานการใช้งาน ของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ๆ ด้วยตัวเอง โดยที่ท่านจะสามารถศึกษาได้จากคู่มือและใช้งาน ได้อย่างถูกต้อง และปลอดภัย

ดังนั้นจึงมั่นใจได้ว่าคู่มือฉบับนี้ จะทำให้ท่านที่ใช้ ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟฯ เข้าใจและใช้งาน ได้เป็นอย่างดี

ศุทธเดช วรวิกรม

สารบัญ

	หน้า
คำเตือนก่อนการใช้งาน	1
ข้อมูลเฉพาะ	1
ส่วนประกอบของที่ฝึกซ้อมการพัตต์ฯ	2
การใช้งานของที่ฝึกซ้อมการพัตต์ฯ	3

คำแนะนำก่อนการใช้งาน

- เพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นกับระบบนิวแมติกส์และลมที่ใช้งานควรตรวจสอบข้อต่อลมจุดต่างๆให้ดังลือคในทุกๆตำแหน่งที่กำหนด
- ไม่ควรปรับแต่งระบบนิวแมติกส์โดยที่ผู้สร้างกำหนดตั้งค่าคงที่ไว้แล้ว
- ควรตรวจสอบความดันลมก่อนที่ใช้งาน ทำการตรวจเช็คให้อยู่ในระดับความดันที่ใช้งาน
- การติดตั้งควรติดตั้งในตำแหน่งที่มีพื้นที่ราบเรียบ ไม่ลาดเอียง
- การปรับเปลี่ยนโปรแกรมใหม่ควรกด CL ทุกครั้งเพื่อป้องกันการส่งข้อมูลผิดพลาด
- ขณะใช้งาน ผู้ใช้งานยืนบนกรีน ควรมีน้ำหนักไม่เกิน 120 กิโลกรัม
- ขณะปรับเปลี่ยนระดับหรือโปรแกรม ผู้ใช้งานไม่ควรยืนอยู่บนที่ฝึกซ้อม
- ถอดปลั๊กออก เมื่อเลิกใช้งานทุกครั้ง
- ปิดวาล์วจากถังลมทุกครั้ง
- เมื่อเลิกใช้งานควรปรับตำแหน่งต่างๆของที่ฝึกซ้อมๆให้อยู่ในตำแหน่งปกติเท่านั้น โดยกดปุ่ม CL

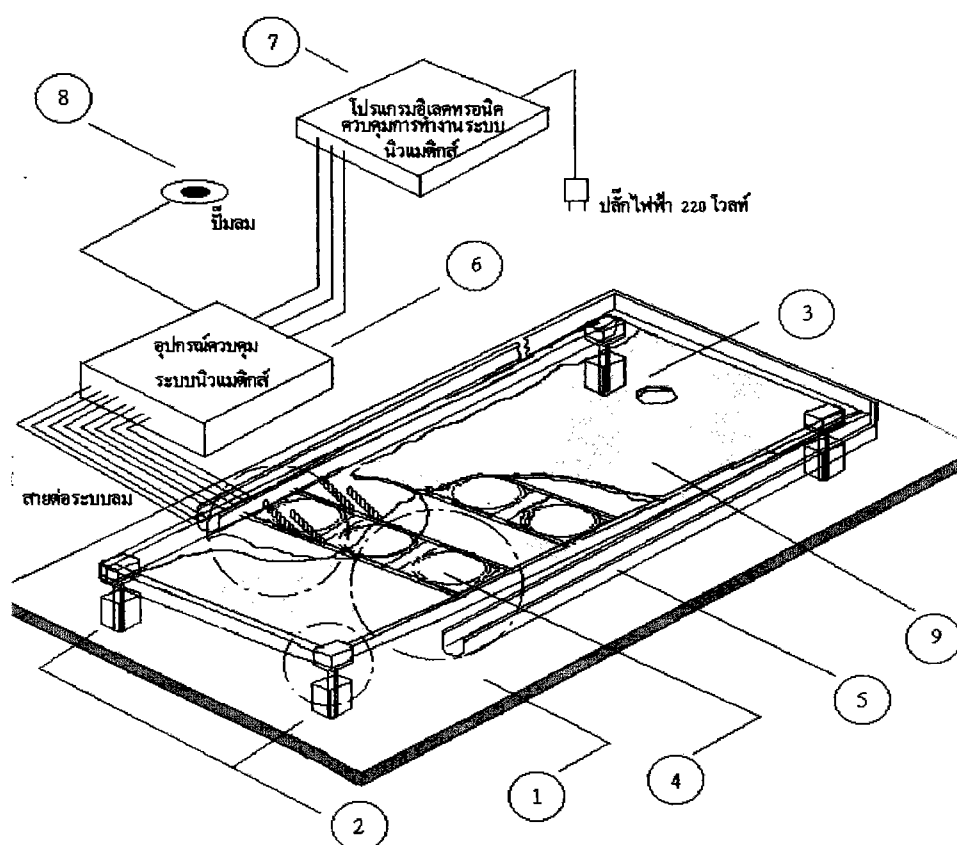
ข้อมูลเฉพาะ

- ขนาดของกรีนกว้าง 80 ซม. ยาว 280 ซม. และสูงจากระดับพื้น 15 ซม.
- ใช้ไฟฟ้า 220 โวลท์ โดยมีการแปลงเข้าระบบใช้งานควบคุม 12-24 โวลท์
- ระบบลมใช้ความดันลมในการใช้งาน 2-4 bar
- น้ำหนักโดยรวม 75 กิโลกรัม
- รับน้ำหนักผู้ใช้งานไม่เกิน 120 กิโลกรัม
- มีหลุมกอล์ฟฝึกซ้อมจำนวน 1 หลุม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหลุม 8 ซม.
- ผิวกรีนทำจากแผ่นยางยืดโพทิลีน-พีอี ปูผิวด้วยพรมหญ้าเทียมขนสั้นสีเขียว
- มีรางรองรับลูกที่ตกกรีนบริเวณรอบที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้
- ระบบควบคุมการปรับระดับของที่ฝึกซ้อมๆใช้ โปรแกรมสำเร็จรูปทางไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ ควบคุมการทำงาน ใช้พลังงานในการปรับระดับลูกเนินจำนวน 10 ตำแหน่ง
- ปรับระดับความชันของที่ฝึกซ้อมๆ ได้ตั้งแต่ 0 องศาถึง 15 องศา
- ปรับระดับความลาดของที่ฝึกซ้อมๆ ได้ตั้งแต่ 0 องศาถึง 15 องศา
- ปรับระดับความลาดเอียงซ้าย-ขวาของที่ฝึกซ้อมๆ ได้ตั้งแต่ 0 องศาถึง 25 องศา
- ปรับระดับสร้างลูกเนินขึ้น-ลงของที่ฝึกซ้อมๆ ได้ 10 ตำแหน่ง
- ปรับระดับองศาของปากหลุม ได้ทุกทิศทางรอบตัวเอง โดยใช้มือหมุน

ส่วนประกอบของ ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟ

ส่วนประกอบต่างๆของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ มีรายละเอียดดังนี้

1. ฐานของเครื่อง
2. ชุดปรับระดับ ขึ้น-ลง
3. หลุมกอล์ฟ
4. ถังลมสร้างลูกเ็นิน
5. รางรองรับลูกเ็นิน
6. กล่องควบคุมระบบนิวแมติกส์
7. กล่องและการ์ดควบคุมโปรแกรม
8. ปุ่มลม
9. พิวกรีน



การใช้งานของที่ฝึกซ้อมการพัตต์ฯ

การเตรียมใช้งานที่ฝึกซ้อมการพัตต์ฯ ทำได้โดย

1. ต่อสายลมเข้ากับระบบ ทุกๆเส้นที่กำหนดไว้โดยดูได้จาก ตัวเลขในแต่ละสายที่กำหนดไว้
2. เสียบปลั๊กเพื่อใช้กระแสไฟฟ้าเข้าระบบควบคุมโดยดูได้จากหลอดไฟสีเขียว แสดงความพร้อมในการทำงานที่ชุดป้อนคำสั่ง ถ้าระบบควบคุมผิดพลาดจะมีหลอดไฟสีแดงเกิดขึ้น
3. เปิดปั๊มลม ที่สวิทช์ เพื่อเตรียมการทำงาน
4. เช็ควัดความดันลมเพื่อเตรียมใช้งานโดยดูจากเกจวัดความดัน และให้เกจอยู่ที่ความดันประมาณ 4-6 บาร์

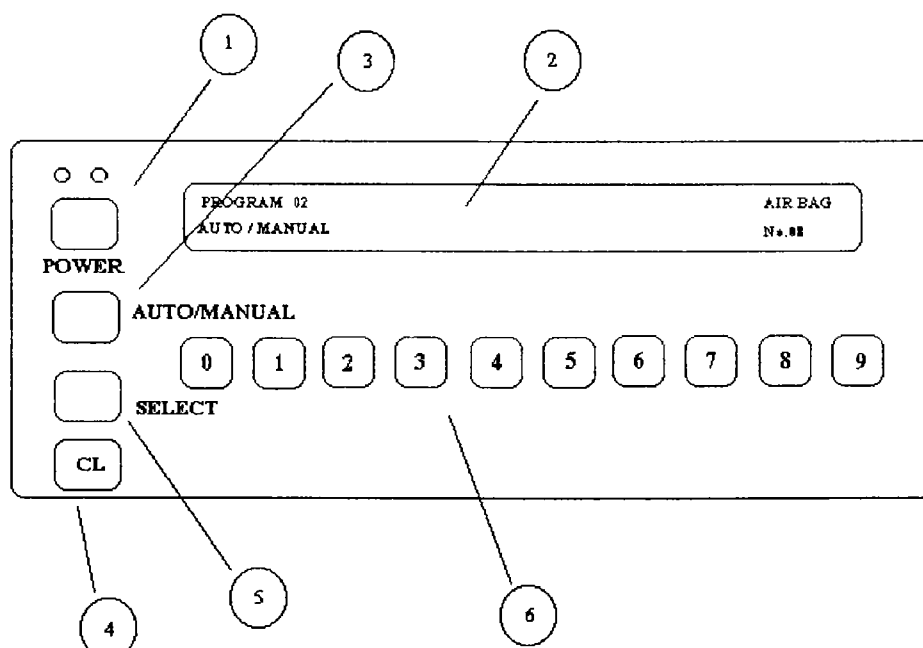
การใช้งานเมื่อเตรียมงานเสร็จ เริ่มทำการฝึกซ้อมฯ มีรูปแบบในการทำงานได้ดังนี้

1. จากสภาพใช้งานปกติเริ่มการทำงานโดยเมื่อกดคำสั่งโปรแกรมโดยกดเลือกเมนูไปที่ปุ่มคำว่า “เมนู” เข้าโปรแกรมแล้วกดเลือกเลขลำดับของโปรแกรมที่ตั้งไว้จำนวน 10 โปรแกรม โดยเลือกไล่เลขตั้งแต่ 1-10 เมื่อกดปุ่มเลือกโปรแกรมเสร็จระบบจะปรับระดับความลาดชันความลาดเอียงให้ได้ในระดับต่างๆตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ เป็นขั้นตอนแรกโดยกระบอกลมทั้ง 4 ด้านจะทำงานสัมพันธ์กัน
2. ขั้นตอนต่อไป ชุดควบคุมระบบจะสั่งให้วาล์วลมไฟฟ้าปล่อยลมเข้าสู่ถุงลม ในถุงตำแหน่งต่างๆที่ต้องการเพื่อปรับสร้างเนินอุปสรรค ตามโปรแกรมต่างๆ
3. พร้อมสามารถรับมุมมองสภาพบริเวณป่ากรอบหลุมได้ตามต้องการด้วยมือ เริ่มทำการฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟในโปรแกรมอุปสรรคที่ตั้งไว้ ฝึกซ้อมจนเป็นที่น่าพอใจ ในการซ้อมพัตต์เมื่อลูกกอล์ฟลงหลุม หรือตกกรีนลูกกอล์ฟจะกลับมาที่ตำแหน่งรองรับลูกโดยอัตโนมัติ
4. เมื่อต้องการฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟในอุปสรรคโปรแกรมอื่นๆต่อไป ให้กดปุ่ม CL เพื่อเคลียร์คำสั่งระบบก็จะปรับสภาพกรีนและระดับความลาดชันกลับสู่ในตำแหน่งปกติ
5. เมื่อต้องการฝึกซ้อมในโปรแกรมต่อไปให้กดคำสั่งหมายเลขในโปรแกรม เครื่องจะทำงานต่อไปอัตโนมัติ ดังการทำงานข้อที่ 1 ถึง ข้อที่ 4
6. หรือเมื่อต้องการสร้างอุปสรรคต่างๆ ตามที่ผู้ใช้งานต้องการก็สามารถปรับโปรแกรมมาเป็น Manual โดยกดเลือกที่เมนูแล้วไปเลือกที่เมนูของ Manual Cylinder แล้วกดปุ่มควบคุมต่างๆ เพื่อให้ที่ฝึกซ้อมฯ ทำงานได้ตามต้องการโดยปุ่มเลขที่ 1-4 จะเป็นการเลือกตำแหน่งของกระบอกลม กดเลือกตำแหน่งของกระบอกลมเสร็จจึงทำการกดคำสั่ง ให้กระบอกสูบเลื่อนขึ้นและลงตามต้องการโดยเลือกปุ่มลูกศร  เลื่อนขึ้น  เลื่อนลง และเลือกปรับถุงลมก็เลือกโปรแกรมมาเป็น Manual โดยกดเลือกที่เมนูแล้วไปเลือกที่เมนูของ Manual Air bag แล้วกดปุ่มควบคุมต่างๆ เพื่อให้ที่ฝึกซ้อมฯ ทำงานได้ตามต้องการโดยปุ่มเลขที่ 1-10 จะเป็นการเลือกตำแหน่งของถุงลม ตามตำแหน่งเลขเรียกตามรูปแบบในคู่มือหน้าสุดท้ายของคู่มือ(หน้าที่ 105)

ข้อสังเกตหลังจากผู้ใช้ได้ใช้งานเสร็จ

1. ถอดปลั๊กออก เมื่อเลิกใช้งานทุกครั้ง
2. ปิดวาล์วจากถังลมทุกครั้ง
3. เมื่อเลิกใช้งานควรปรับตำแหน่งต่างๆของที่ฝึกซ้อมฯให้อยู่ในตำแหน่งปกติเท่านั้น โดยกดปุ่ม CL

ส่วนประกอบของชุดป้อนคำสั่ง



ส่วนที่ 1 ปุ่มกดควบคุมการเปิด-ปิดวงจรการทำงาน

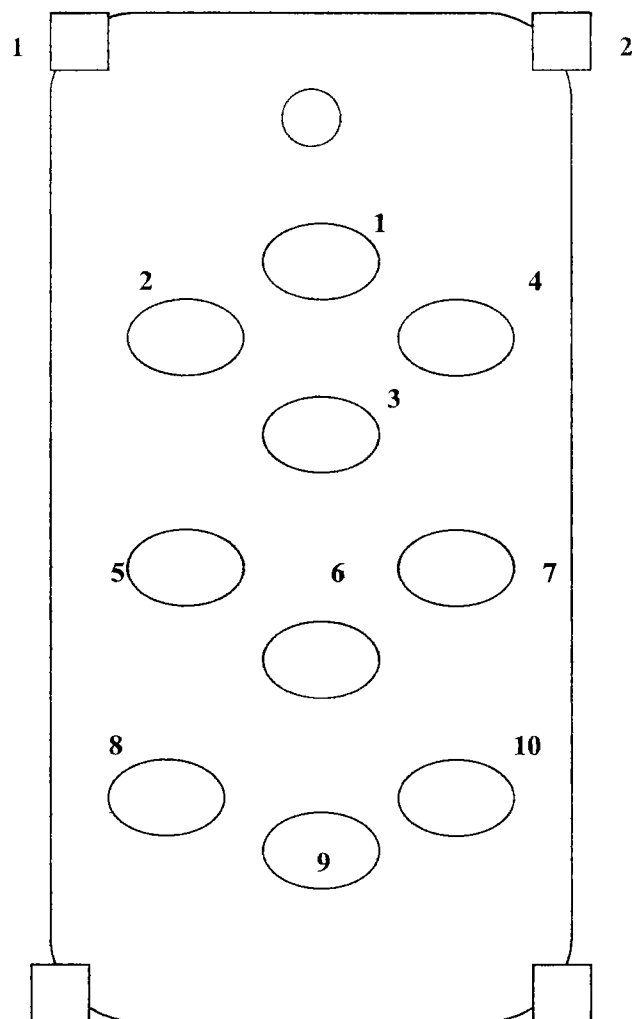
ส่วนที่ 2 จอแสดงผล

ส่วนที่ 3 เลือกอัตโนมัติหรือกดด้วยมือ

ส่วนที่ 4 ปุ่มเคลียร์คำสั่ง

ส่วนที่ 5 เลือกการทำงาน

ส่วนที่ 6 ปุ่มกดเลือกเลขโปรแกรม



เลขเรียกแสดงเลขตำแหน่งของกระบอกกลมและถุงกลม

ภาคผนวก จ

หนังสือขอความอนุเคราะห์เพื่อพัฒนาเครื่องมือวิจัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. 5731, 5618

ที่ ทม 1012/ ๒๐๐๖-๒๗

วันที่ ๔๔ กุมภาพันธ์ 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

เนื่องด้วย นายตุลเดช วรวิกรม นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้" โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์สมชาย แสงจิตต์พันธุ์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัย ขอเรียนเชิญ อาจารย์ละเอียด รักษ์เผ่า อาจารย์สุดใจ เห่งสีไพร และ อาจารย์ทองสุข ลัมปะหงส์สิต เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินการออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินให้ นายตุลเดช วรวิกรม และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์นภาพร หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ทม 1012/ ๒๐๔๕



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๔๗ กุมภาพันธ์ 2546

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายอำนาจ เกิดกระสินธุ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายคุณเดช วรวิกรม นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้" โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์สมชาย แสงจิตต์พันธุ์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขอให้ ท่าน เป็นผู้ตอบแบบประเมินการออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายคุณเดช วรวิกรม ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพร หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012/ 2046



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๔๗ กุมภาพันธ์ 2546

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายชาญชัย สุขน่าน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายตุลเดช วรวิกรม นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้" โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์สมชาย แสงจิตต์พันธุ์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขอให้ ท่าน เป็นผู้ตอบแบบประเมินการออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายตุลเดช วรวิกรม ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภกรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012/ ๕๐๕๗



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๕๗ กุมภาพันธ์ 2546

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายรักษาทิ สุกสี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายศุลเดช วรวิกรม นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้" โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์สมชาย แสงจิตต์พันธุ์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในกรณีนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขอให้ ท่าน เป็นผู้ตอบแบบประเมินการออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายศุลเดช วรวิกรม ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012/ ๒๐๕๕



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๗ กุมภาพันธ์ 2546

เรื่อง ขอกความอนุเคราะห์เพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายชัยสิทธิ์ พุ่มศรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายคุณเดช วรวิกรม นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้" โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์สมชาย แสงจิตต์พันธุ์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในกรณีนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขอให้ท่าน เป็นผู้ตอบแบบประเมินการออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

จึงเรียนมาเพื่อขอกความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายคุณเดช วรวิกรม ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภกรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012/๔๐๔๑



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๗ กุมภาพันธ์ 2546

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายสุธรรม สกุลพิพัฒนกุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายตุลเดช วรวิกรม นิติระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้" โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์สมชาย แสงจิตต์พันธุ์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิติมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขอให้ ท่าน เป็นผู้ตอบแบบประเมินการออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายตุลเดช วรวิกรม ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภกรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012/๒๐๙๐



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๗ กุมภาพันธ์ 2546

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายธีระศักดิ์ เพ็ชรกิ่ง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายตุลเดช วรวิกรม นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้" โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์สมชาย แสงจิตต์พันธุ์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในกรณีนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขอให้ท่าน เป็นผู้ตอบแบบประเมินการออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายตุลเดช วรวิกรม ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภกรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012/๒๐๑1



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๗ กุมภาพันธ์ 2546

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายปณพันธ์ สุบรรณวงศ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายตุลเดช วรวิกรม นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้" โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์สมชาย แสงจิตต์พันธุ์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขอให้ ท่าน เป็นผู้ตอบแบบประเมินการออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายตุลเดช วรวิกรม ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012/ ๒๐๙๒



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๗ กุมภาพันธ์ 25๕๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายเอนก ฉายทองคำ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายตุลเดช วรวิกรม นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้" โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์สมชาย แสงจิตต์พันธุ์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในกรณีนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขอให้ ท่าน เป็นผู้ตอบแบบประเมินการออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายตุลเดช วรวิกรม ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภกรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012/ ๒๐๙3



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒7 กุมภาพันธ์ 2546

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายสนธิ ฉายทองคำ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายตุลเดช วรวิกรม นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้" โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์สมชาย แสงจิตต์พันธุ์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขอให้ ท่าน เป็นผู้ตอบแบบประเมินการออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายตุลเดช วรวิกรม ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภกรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012/๒๐๑๔



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๗ กุมภาพันธ์ 2546

เรื่อง ขอกความอนุเคราะห์เพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายสมชัย ศรีธัญญาทรัพย์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายคุณเดช วรวิกรม นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้" โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์สมชาย แสงจิตต์พันธุ์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขอให้ ท่าน เป็นผู้ตอบแบบประเมินการออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้

จึงเรียนมาเพื่อขอกความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายคุณเดช วรวิกรม ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-ชื่อสกุล	ตุลเดช วรวิกรม
วัน เดือน ปีเกิด	12 ตุลาคม 2513
สถานที่เกิด	ร.พ.ศิริราช เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	36/22 หมู่ 1 ซอย เรวดี 25 ตำบล ตลาดขวัญ อำเภอ เมือง จังหวัดนนทบุรี 11000
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	หัวหน้าส่วนผลิต
สถานที่ทำงานในปัจจุบัน	บริษัท อินดัสเทรียล พลานท์ ดีเวลลอปเม้นต์ จำกัด บริษัทในเครือ บริษัทไทย-เยอรมัน เซรามิค อุตสาหกรรม จำกัด (มหาชน)
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2529	มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี
พ.ศ. 2532	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาช่างยนต์ จากวิทยาลัยเทคโนโลยี เทคนิคนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี
พ.ศ. 2534	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาช่างยนต์ จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วช.นนทบุรี จังหวัดนนทบุรี
พ.ศ. 2538	อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต(อศ.บ.) วิศวกรรมเครื่องกล จากมหาวิทยาลัยเอเซียอาคเนย์ กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2546	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร