

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐาน

เครื่องตัดหญ้าเป็นเครื่องมือที่จัดอยู่ในประเภทเก็บเกี่ยว(Harvesting Machines) ชนิดหนึ่ง เครื่องตัดหญ้าไม่ได้ใช้เฉพาะตัดหญ้าเลี้ยงสัตว์และทำสนามตามชื่อเรียกเท่านั้น หากยังใช้สำหรับตัดลำต้นของธัญพืชในขณะที่เก็บเกี่ยวอีกด้วย เครื่องตัดหญ้ามียุคหลายชนิดจำแนกได้ดังนี้

2.1 ชนิดใบมีดชัก (Reciprocating Knife Mower) หรือที่เรียกสั้นๆว่า Cutter Bar ซึ่งแบ่งย่อยเป็น 3 แบบ คือ

2.1.1 Single Knife Mower เป็นเครื่องตัดหลัก แบ่งออกได้เป็น 3 แบบคือ

2.1.1.1 แบบตัดหยาบ

2.1.1.2 แบบตัดละเอียดปานกลาง

2.1.1.3 แบบตัดละเอียด

2.1.2 Double Knife Mower เครื่องตัดหญ้านี้จะมีชุดใบมีด 2 ชุด ถูกหนีบเข้าด้วยกัน เคลื่อนที่ชักไป-มา สวนทิศทางการทำให้เกิดความสมดุลในจังหวะการชัก และการลดสิ้นสะท้อนลง โดยที่ความเร็วเฉลี่ยของใบมีดจะเพิ่มเป็น 2 เท่าตัวทำให้ตัดหญ้าได้รวดเร็วและเรียบขึ้น ใช้กับงานละเอียด นอกเหนือจากการตัดหญ้าเตรียมอาหารสัตว์และตกแต่งสนาม

ในการขับเคลื่อนชุดใบมีด จะมีอุปกรณ์ขับเคลื่อนที่บริเวณด้านในทำให้สามารถพับเป็นมุมได้ ในขณะที่ทำการตัด สะดวกในการใช้งานบริเวณที่ลาด ที่เนิน และริมไหล่ทางที่มีความชันมากๆ

2.2 ชนิดใบมีดหมุน หรือเคลื่อนที่เป็นวงกลม เรียกว่า Rotary Mower หรือเรียกสั้นๆว่า โรตารี ซึ่งยังแบ่งย่อยออกเป็น 2 ชนิดคือ

2.2.1 ชนิดใบมีดเคลื่อนที่ หรือหมุนเหวี่ยงในแนวระนาบ เช่นเครื่องตัดแบบ Brush Cutter ซึ่งใช้ตัดหญ้าหนาขึ้นเป็นพงรก ส่วนอีกชนิดหนึ่ง คือ แบบ Turbo Mower ตลอดจนรถตัดหญ้าเล็กสำหรับตัดแต่งสนามหญ้า

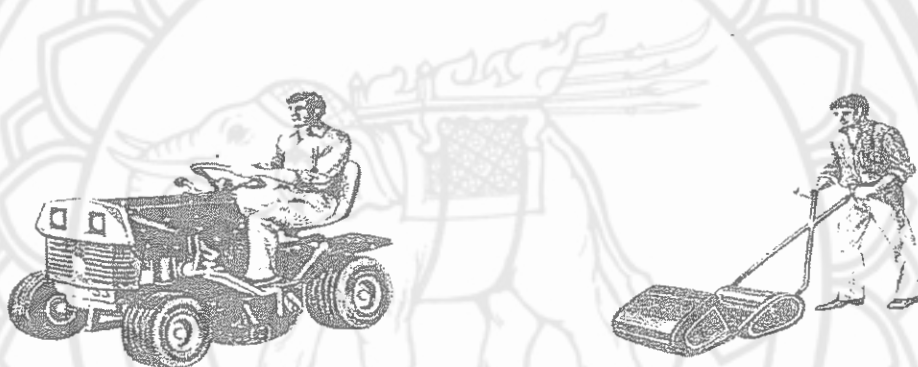
2.2.2 ชนิดใบมีดหรือชุดของใบมีดหมุนในระนาบตั้งซึ่งได้แก่ เครื่องตัดชนิด Flail mower และเครื่องตัดอื่นๆที่อาศัยหลักการคล้ายคลึงกัน

2.3 ประเภทเครื่องตัดหญ้า (mowers)

เครื่องตัดหญ้าที่นิยมใช้ในปัจจุบันแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

2.3.1 เครื่องตัดหญ้าแบบนั่งขับ (ride-on-mowers) ดังรูปที่ 2.1(ก) ซึ่งออกแบบหลายรูปแบบโดยคำนึงถึงการใช้งานที่เหมาะสม เช่น แบบรถแทรกเตอร์ (tractor mower) แบบที่นั่งพ่วง (trailing seat mower) ทั้ง 2 แบบ เป็นเครื่องที่ใช้เครื่องยนต์ขับเคลื่อนโดยน้ำมัน (petrol-driven)

2.3.2 เครื่องตัดหญ้าแบบคนเดินตาม (walk-behind mower) ดังรูปที่ 2.2 (ข) มีทั้งแบบใช้แรงคน และเครื่องยนต์ แบบใช้แรงงานคนในปัจจุบันไม่เป็นที่นิยม เพราะใช้แรงขับเคลื่อนสูงใช้เวลามากคุณภาพงานไม่เรียบร้อย เพราะแรงคนไม่สามารถควบคุมความสม่ำเสมอการหมุนของใบมีดตัดได้ เครื่องตัดหญ้าแบบคนเดินตามขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า (electric driven) และน้ำมันซึ่งเป็นแบบเครื่องยนต์มีทั้งแบบมีล้อและไม่มีล้อ



(ก) เครื่องตัดหญ้าแบบนั่งขับ

(ข) เครื่องตัดหญ้าแบบคนเดินตาม

รูปที่ 2.1 เครื่องตัดหญ้าประเภทต่างๆ

(ที่มา: หนังสือการจัดการงานดูแลรักษาภูมิทัศน์, สมจิต โยระคง)

2.4 รูปแบบต่างๆของเครื่องตัดหญ้าในยุคปัจจุบัน

ปัจจุบันมีเครื่องตัดหญ้าหลายรูปแบบหลายชนิดซึ่งแต่ละชนิดมีการทำงานแตกต่างกัน ดังนี้



รูปที่ 2.2 เครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย
(ที่มา www.dld.go.th/nutrition)

2.4.1 เป็นเครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย มี 2 แบบ คือ แบบสะพายไหล่ (ข้อแข็ง) และแบบสะพายหลัง (ข้ออ่อน) เหมาะในการตัดหญ้าสดที่มีปริมาณไม่มากนัก



รูปที่ 2.3 เครื่องตัดหญ้าแบบล้อจักรยาน
(ที่มา www.dld.go.th/nutrition)

2.4.2 เป็นเครื่องตัดหญ้าแบบล้อจักรยาน ขับด้วยเครื่องยนต์เบนซินขนาด 4.5-5.5 แรงม้า เหมาะกับพื้นที่ขนาดเล็ก ปริมาณการตัดไม่มากนักหญ้าไม่หนา และยาวเกินไป



รูปที่ 2.4 เครื่องตัดหญ้าแบบปัดตาเลียนราวเดียว
(ที่มา www.dld.go.th/nutrition)

2.4.3 เป็นเครื่องตัดหญ้าแบบปัดตาเลียนราวเดียว สามารถติดตั้งกับโครงรถไถเดินตามได้
ทุกรุ่นตัดหญ้าได้กว้างประมาณ 1.50 ม.เหมาะกับพื้นที่ขนาดเล็ก งานนากว้าง หญ้าไม่หนาและ
ยาวเกินไป



รูปที่ 2.5 เครื่องตัดหญ้าแบบปัดตาเลียน
(ที่มา www.dld.go.th/nutrition)

2.4.4 เครื่องตัดหญ้าแบบปัดตาเลียน การใช้งานใช้ตัดหญ้าในพื้นที่ลุ่มได้ดี สามารถตัด
หญ้าวันละประมาณ 10-12 ไร่ต่อวัน เป็นเครื่องยนต์เบนซิน สามารถนั่งขับได้ น้ำหนักเบา เป็น
เครื่องยนต์นำเข้า จากประเทศอิตาลี

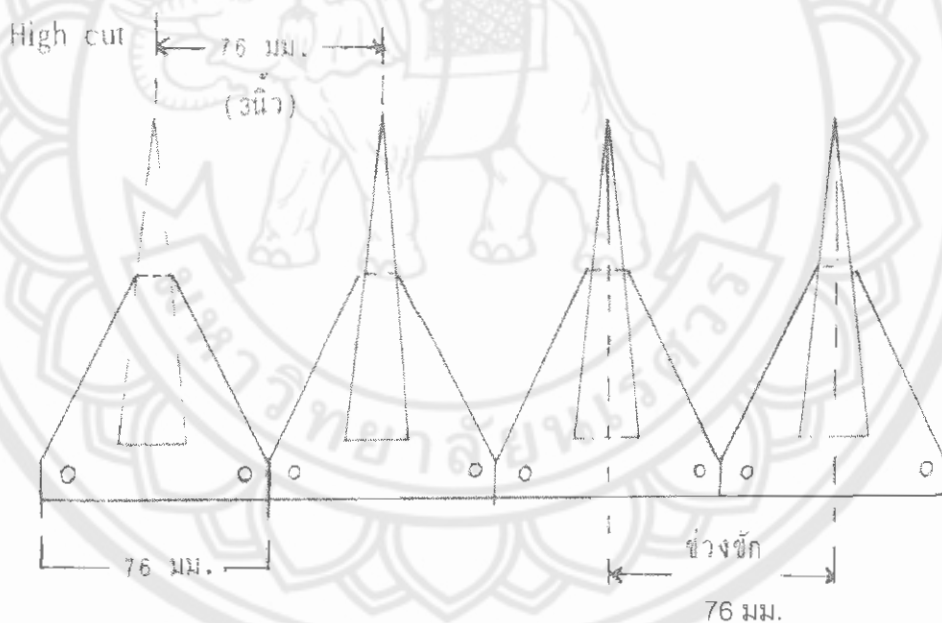
2.5 การจำแนกCutter bar ชนิด Single Knife Mowers

Cutter bar ชนิดที่ใช้ใบมีดเดี่ยวจำแนกเป็น 3 ชนิด ตามความถี่ห่าง ของ Finger คือ

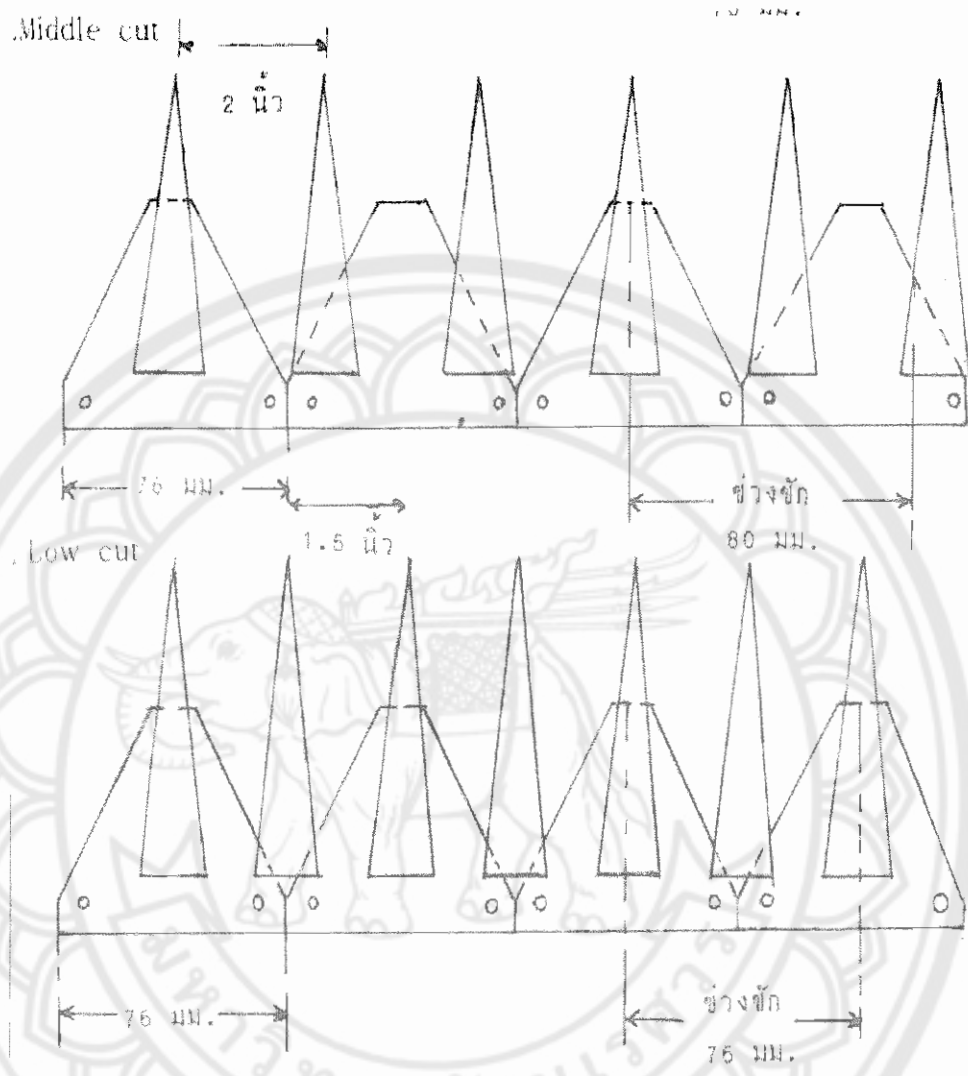
2.5.1 ชนิด High Cut Cutter Bar หรือชนิดตัดหยาบ จะมีระยะชักเท่ากับ 76.2 มิลลิเมตร หรือ 3 นิ้วเช่นกัน ดังนั้นจำนวนใบมีดจะเท่ากับจำนวน Finger เครื่องมือชนิดนี้ใช้ตัดหญ้าต้นใหญ่ หยาบ และแข็งเป็นปล้อง และใช้เป็น Cutter bar ของเครื่อง Combines ดังนั้นในระยะ 1 ฟุต จะมีจำนวนและใบมีดและ Finger เท่ากัน คือจำนวน 4 ชุด

2.5.2 Middle Cut Cutter Bar หรือชนิดตัดละเอียดปานกลาง จะมีระยะชัก เท่ากับ 80 มิลลิเมตร แต่ระยะห่างระหว่าง Finger เท่ากับ 2 นิ้ว ดังนั้นใน 1 ฟุต จะมีใบมีด 4 อัน และ Finger 6 อัน เครื่องมือชนิดนี้ใช้กับงานละเอียดปานกลาง เช่น ตัดหญ้าทำอาหารสัตว์ ตกแต่งสนามหญ้า

2.5.3 Low Cut Cutter Bar จะมีระยะช่วงชักเท่ากับ 76.2 มิลลิเมตร หรือ 2 นิ้ว ส่วนระยะระหว่าง Finger เท่ากับ 1.5 นิ้ว ดังนั้นใน 1 ฟุต จะมีใบมีด 4 อัน และมี Finger 8 อัน ใช้ในงานตัดละเอียด เช่น ตัดหญ้าที่มีลำต้นอ่อน



รูปที่ 2.6 แสดง cutter bar รุ่นมาตรฐานทั้ง 3 ขนาด
(ที่มา: หนังสือเครื่องฟาร์มในฟาร์ม, มงคล กวางโรภาส)



รูปที่ 2.6 (ต่อ) แสดง cutter bar รุ่นมาตรฐานทั้ง 3 ขนาด
(ที่มา: หนังสือเครื่องทุ่นแรงในฟาร์ม, มงคล กวางโรภาส)

2.6 หญ้าแพงโกล่า

มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Digitaria eriantha* ; syn. *D. decumbens* ชื่อท้องถิ่นและทั่วไป
หญ้าแพงโกล่า

2.6.1 ลักษณะของพืช

หญ้าลักษณะต้นตั้งตั้งงอเล็กน้อยไปตามพื้นดินแตกรากและหน่อตามข้ออ่อนตั้งตรง
เมื่ออายุมากขึ้นลำต้นจะทอดนอนไปตามผิวดิน ลักษณะลำต้นเล็กไม่มีขน ยาว 40-64 เซนติเมตร
มีปล้องจำนวน 7-13 ปล้อง ปล้องยาว 3-8 เซนติเมตร ตัวใบมีลักษณะเรียวยาว เล็กยาว 12-19
เซนติเมตร กว้างประมาณ 4 มิลลิเมตร กาบใบยาว 2-6 เซนติเมตร ขยายพันธุ์ด้วยท่อนพันธุ์ ใบดก
อ่อนนุ่ม หน่วน้ำท่วมขัง เจริญเติบโตดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง เหมาะสำหรับปลูกในเขต
ชลประทาน



รูปที่ 2.7 หญ้าแพงโกล่า
(ที่มา www.dld.go.th/nutrition)

2.6.2 แหล่งที่ผลิต

แหล่งผลิตหญ้าแพงโกล่าในปัจจุบันได้กระจายไปทั่วทุกภาคของประเทศไทย จากข้อมูลสถานีองค์การส่งเสริมการเกษตรด้านกองอาหารสัตว์พบว่าภาคที่มีการปลูกหญ้าแพงโกล่ามากคือลุ่มภาคกลางซึ่งเป็นแหล่งเกษตรกรรมที่ใหญ่ที่สุด รองลงมาคือภาคเหนือตอนล่าง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออกตามลำดับ

เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตข้าวนาปีในพื้นที่ภาคกลางและการผลิตหญ้าแพงโกล่า ในที่ลุ่มภาคกลาง ปีเพาะปลูก 2545/2546

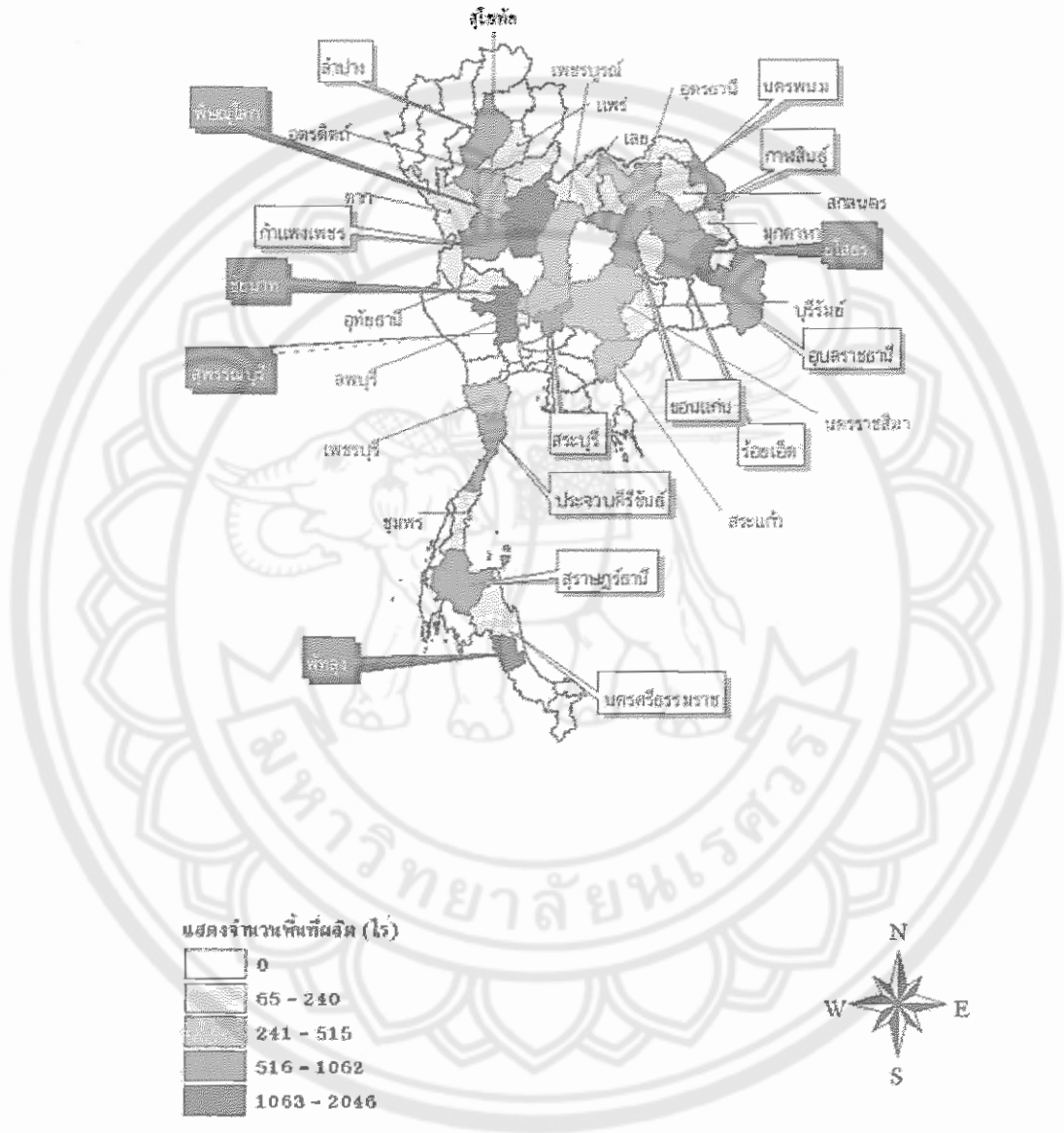
ตารางที่ 2.1 การผลิตและการตลาดข้าวปทุมธานี 1 (ที่มา: พลุศรี ทัดจำนง. 2546.)

รายการ	นาปี*	นาหญ้า(แพงโกล่า**)	
		ปีที่ 1	ปีที่ 2-5 (ต่อปี)
ต้นทุนผันแปรต่อไร่ (บาท)	1,675.26	3,712.00	3,482.00
ต้นทุนคงที่ต่อไร่ (บาท)	391.86	679.00	649
ต้นทุนทั้งหมดต่อไร่ (บาท)	2,067.12	4,361.00	4,131
ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)	846.16	5,000	6,300
การต้นทุนการผลิตเฉลี่ย (บาท/กก.)	2.44	0.87	0.65
ราคาผลผลิต (บาท/กก.)	4.08	2.00	2.00
รายได้เฉลี่ย (บาท/ไร่)	3,450.66	10,000	12,600
กำไรสุทธิเฉลี่ย (บาท/ไร่)	1,383.54	5,639.00	8,469.00

หมายเหตุ * การผลิตข้าวนาปีในพื้นที่ภาคกลาง ในปี 2545/2546

** การผลิตหญ้าแพงโกล่าในที่ลุ่มภาคกลาง ในปี 2545/2546

พื้นที่ผลิตเสบียงสัตว์โครงการนาหญ้าฯ



รูปที่ 2.8 การทำนาหญ้าเปรียบเทียบกับนาข้าวในปีเพาะปลูก 2545/46.
(ที่มา: ข่าวสารพืชอาหารสัตว์. 9(2): 25-27)

2.6.3 ฤดูกาลผลิต

เกษตรกรจะปลูกหญ้าแพงโกล่าทุกได้ฤดูกาลเนื่องจากเป็นหญ้าที่ทนได้ทุกสภาพอากาศเจริญเติบโตได้เร็วเพียง 45 วันก็สามารถเก็บเกี่ยวได้ ส่วนใหญ่จะปลูกกันช่วงฤดูฝนที่เฉลี่ยมากกว่า 1000 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิอยู่ในช่วง 19-35 องศาเซลเซียส จะมีความสมบูรณ์และเจริญเติบโตได้ดีกว่า

2.6.4 การใช้ประโยชน์

ควรมีการใช้ประโยชน์จากแปลงหญ้าแพงโกล่าอย่างประณีต เพื่อให้ได้ทั้งปริมาณและคุณภาพ ตลอดจนสามารถใช้ประโยชน์จากหญ้าได้นานที่สุดซึ่งการใช้ประโยชน์ทั้งในที่ลุ่มและที่ดอน สามารถทำได้โดยการตัดเพื่อจำหน่ายในรูปแบบหญ้าสด หญ้าแห้ง และหญ้าหมัก หรือปล่อยแกะเล็มก็ได้

2.7 ทฤษฎีเชิงกลของชิ้นส่วนเครื่องตัดหญ้าแพงโกล่าตัดรถไถเดินตาม การออกแบบและคำนวณชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องตัดหญ้าแพงโกล่าตัดรถไถเดินตาม เป็นดังนี้

2.7.1 การออกแบบระบบส่งกำลังที่พูลเลย์ตาม

$$D_2 / D_1 = \omega_1 / \omega_2 \quad (2.1)$$

กำหนดให้

เส้นผ่านศูนย์กลางของพูลเลย์ที่เครื่องยนต์ (D_1)

เส้นผ่านศูนย์กลางของพูลเลย์ตาม (D_2)

ความเร็วเชิงมุมของเครื่องยนต์ (ω_1)

ความเร็วเชิงมุมของพูลเลย์ตาม (ω_2)

(ที่มา: หนังสือการออกแบบเครื่องจักรกล 2 Joseph E. Shigley, Charles R.

Mischke, Richard G. Budynas แปลและเรียบเรียงโดย น.อ. ภาณุฤทธิ์ ยุกตะหัต)

2.7.2 ลูกเบี้ยว

ลูกเบี้ยวที่ใช้ทำขึ้นอยู่กับระยะชักของใบมีดตัดที่ใช้ในการตัดหญ้าซึ่งการตัดหญ้าแต่ละชนิดจะมีระยะชักของใบมีดตัดไม่เหมือนกันเนื่องจากหญ้ามีความเหนียว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ความหนาแน่น และอื่นๆซึ่งหญ้าแต่ละชนิดมีไม่เหมือนกันจึงนำคุณสมบัติของหญ้ามาเปรียบเทียบ เพื่อหาระยะชักของใบมีดมาออกแบบรหัสมีของลูกเบี้ยว (ที่มา: เครื่องท่อนแรงในฟาร์ม ผศ.มงคล กวางวโรภาส ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)

2.7.3 เพลา

เพลา(Shaft) เป็นชิ้นส่วนที่หมุนและใช้ในการส่งกำลัง เพลาอาจจะรับแรงดึง แรงกด แรงบิด หรือแรงดัด หรืออาจจะสามารถรับแรงหลายอย่างรวมกันก็ได้ ดังนั้นการออกแบบจึงต้องใช้ความเค้นผสมเข้าช่วย แรงเหล่านี้อาจเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทำให้เสียหายเพราะความล้าได้ การออกแบบจึงต้องให้เพลามีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการใช้งานในลักษณะนี้

2.7.3.1 วัสดุที่ใช้ทำเพลา

วัสดุที่ใช้ทำเพลาทั่วไปคือ เหล็กกล้าละมุน (Mild Steel) แต่ต้องการให้มีความเหนียวและความทนทานต่อแรงกระตุกเป็นพิเศษแล้วมักจะใช้เหล็กกล้าผสมโลหะอื่นทำเพลา เช่น AISI 1347 3140 4150 4340 เป็นต้น

2.7.3.2 ขนาดของเพลา

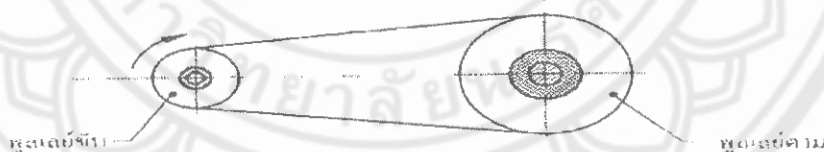
เพื่อให้เพลา มีมาตรฐานเหมือนกัน องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงกำหนดมาตรฐานของเพลาซึ่งเป็นขนาดระบุ (Nominal size) ใน ISO/R 775-1969 เอาไว้สำหรับให้ผู้ออกแบบเลือกใช้เพื่อให้สามารถซื้อได้ทั่วไป นอกจากนี้ยังเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดของเบร็วที่เข็รองรับเพลาด้วยขนาดระบุของเพลาได้จากตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงขนาดของเฟลาตามมาตรฐาน ISO/R 775 - 1969

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเป็น mm				
6	25	70	130	240
7	30	75	140	260
8	35	80	150	280
9	40	85	160	300
10	45	90	170	320
12	50	95	180	340
14	55	100	190	360
18	60	110	200	380
20	65	120	220	

2.7.4 สายพานส่งกำลัง

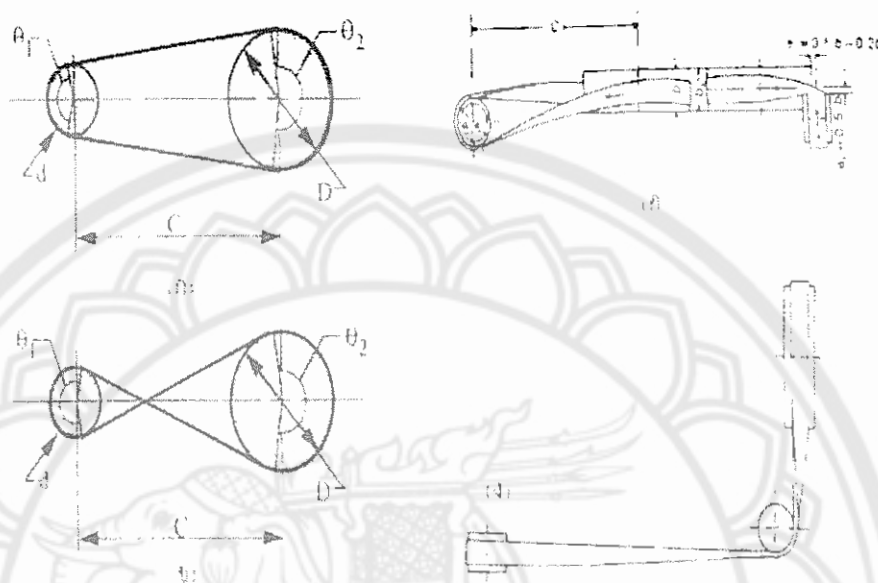
การส่งกำลังด้วยสายพาน จะประกอบไปด้วยสายพานที่หุ้มตัวได้ติดตั้งรอบพูลเลย์ (Pulley) ตั้งแต่สองอันขึ้นไป ดังแสดงในรูปที่ 2.9 ซึ่งเป็นการส่งกำลังระหว่างเฟลาที่ขนานกัน แรงในแนวสัมผัสจะถูกส่งถ่ายไปยังพูลเลย์ขับไปยังพูลเลย์ตาม โดยอาศัยความเสียดทานระหว่างสายพานและพูลเลย์



รูปที่ 2.9 การส่งกำลังจากพูลเลย์ขับสู่พูลเลย์ตามโดยใช้สายพาน

ในการส่งกำลังด้วยสายพาน สามารถติดตั้งสายพานขับได้หลายแบบ ดังแสดงในรูป 2.10 ได้แก่สายพานแบบเปิด (open belt) สำหรับขับเฟลาที่ขนานกันให้ไปในทิศทางเดียวกัน (รูปที่ 2.10 ก) สายพานแบบไขว้ (cross belt) สำหรับขับเฟลาที่ขนานกันให้หมุนในทิศทางตรงกันข้าม (รูปที่ 2.10 ข)

สายพานแบบกึ่งไขว้ (half-crossed belt) สำหรับขับเฟลาที่ข้ามกัน (รูปที่ 2.10 ค)
 สายพานแบบทำมุมกัน (angular belt) สำหรับขับเฟลาที่ตัดกัน (รูปที่ 2.10 ง)



รูปที่ 2.10 การติดตั้งสายพานแบบต่างๆ

การแบ่งประเภทของสายพานตามลักษณะของภาคตัดขวาง ดังรูปที่ 2.11 ได้แก่
 สายพานแบน (Flat belt) มีภาคตัดขวางเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (รูปที่ 2.11 ก) สายพานวี (V belt) มี
 ภาคตัดขวางเป็นสี่เหลี่ยมคางหมู (รูปที่ 2.11 ข) และสายพานวี มีภาคตัดขวางเป็นสี่เหลี่ยมคางหมู
 หลายรูปวางขนานกันและยึดปิดด้านบนรวมกัน (รูปที่ 2.11 ค) สายพานกลมหรือสายพานเชือกมี
 ภาคตัดขวางกลม (รูปที่ 2.11 ง)

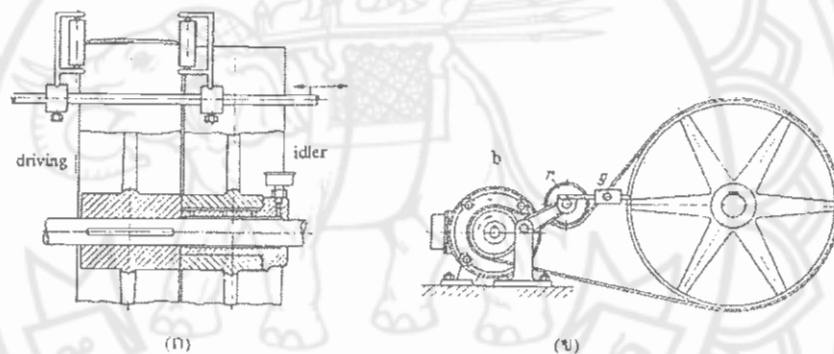


รูปที่ 2.11 ประเภทของสายพาน

ข้อดีของสายพานส่งกำลัง

เปรียบเทียบการใช้เฟืองและโซ่ส่งกำลัง ซึ่งทำให้มีการใช้สายพานส่งกำลังมีดังนี้

- 2.7.4.1 การทำงานค่อนข้างเงียบกว่า (ยกเว้นเสียงกระทบจากรอยต่อของสายพานแบน)
- 2.7.4.2 สามารถดูดซับการกระทบและการสั่นสะเทือนได้ดีกว่า
- 2.7.4.3 การติดตั้งง่ายไม่ต้องการเรือนเฟืองและการหล่อลื่น
- 2.7.4.4 ราคาถูกกว่ามากโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเพลาลำบากกันมากและการติดตั้งพูลเลย์ทำได้ง่าย
- 2.7.4.5 การตัดต่อกำลังทำได้ง่ายเช่นการเลื่อนสายพานแบบไปอยู่บนไอดีลพูลเลย์ (idler pulley) รูปที่ 2.12 ก หรือการยกพูลเลย์กด (jockey pulley) รูปที่ 2.12 ข



รูปที่ 2.12 การตัดต่อกำลัง

2.7.5 ทฤษฎีการหาแรงที่ใช้ตัด

ทฤษฎีความเค้นตัดเฉือน[อ้างอิงจากหนังสือ การออกแบบเครื่องกล1, 2] สมการที่ใช้ในการหาความเค้นตัดเฉือน

$$\text{Shear Stress} = \frac{F}{A} \quad (2.2)$$

กำหนดให้ Shear Stress = ความเค้นตัดเฉือน, N/mm^2

F = แรงที่ใช้ตัด, N

A = พื้นที่หน้าตัด, mm^2

ทฤษฎีแรงตัดอ้างอิงจากหนังสือ MACHANICS OF CUTTING PLANT MATERIAL
สมการหาแรงที่ใช้ตัด

$$\text{FOCSMX} = \text{Shear Stress} \times (\text{LWC} \times \text{LTC}) \quad (2.3)$$

กำหนดให้ Shear Stress = ความเค้นตัดเฉือน, N/mm^2

FOCSMX = แรงตัดสูงสุดจริง, kN

LWC = ความกว้างการป้อน, mm

LTC = ความหนาของวัสดุที่นำมาทำ, mm

