

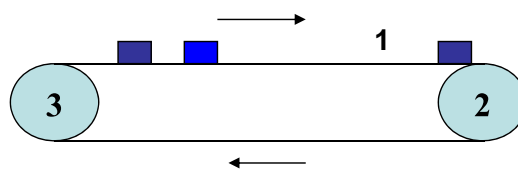
การออกแบบเครื่องมือขนถ่าย วัสดุเกษตรและอาหาร

สายพานลำเลียง



สายพานลำเลียง (belt conveyor)

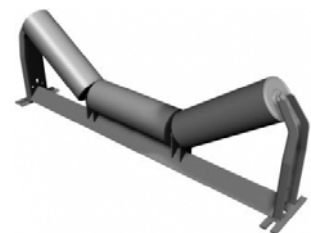
ลักษณะทั่วไปของสายพานลำเลียง



1.สายพาน 2.ล้อขับ 3.ล้อทำย

- เหมาะกับระยะทางสั้นๆ
- การขนถ่ายที่ต่ำ

สายพานยาว ??
การขนถ่ายที่สูง ??



สายพานลำเลียง (belt conveyor)

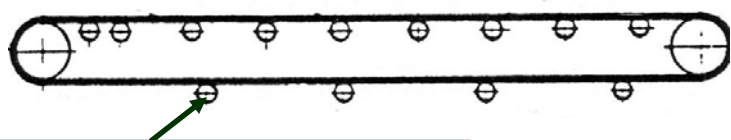
ลักษณะการใช้งาน

- ใช้ลำเลียงทั้ง **วัสดุปริมาณมวล** และ **วัสดุชิ้น** เช่น เมล็ดธัญพืช เม็ดอาหารสัตว์ ชันเนื้อ กุ้ง ลัง กระสอบ ชิ้นส่วนต่าง ๆ ฯลฯ
- ลำเลียงได้ทั้งแนวราบ แนวเอียง
- ลำเลียงตั้งแต่ปริมาณน้อยจนถึงมาก ระยะใกล้จนถึงไกล 3-4 กม.
- ออกแบบง่าย ประสิทธิภาพสูง

สายพานลำเลียง (belt conveyor)



สายพานลำเลียงแบบใช้ลูกกลิ้งรองรับ

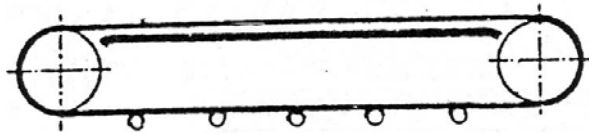


ไม่จำเป็นต้องมีตัวรองรับมากเท่าด้านบน

สายพานลำเลียง (belt conveyor)



สายพานลำเลียงแบบใช้พื้นรอง



สายพานลำเลียง (belt conveyor)



โค้ง 90 องศา



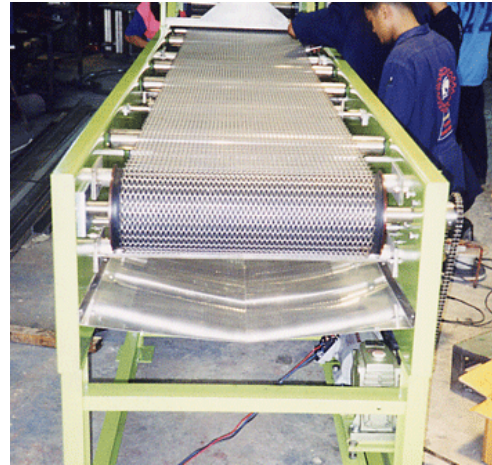
โค้ง 180 องศา

สายพานลำเลียงแบบโค้ง

สายพานลำเลียง (belt conveyor)



สายพานลำเลียงแบบตัวประกอบวัสดุ



สายพานลำเลียงแบบลวดถัก

สายพานลำเลียง (belt conveyor)

ลักษณะการติดตั้ง



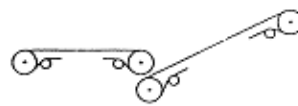
แนวราบ สายพานเส้นเดียว



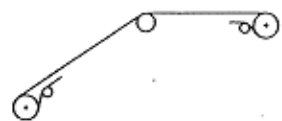
แนวราบแล้วเอียงขึ้น สายพานเส้นเดียว พร้อมสอปกับสายพาน



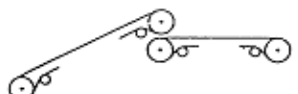
แนวราบแล้วเอียงขึ้น สายพานเส้นเดียว



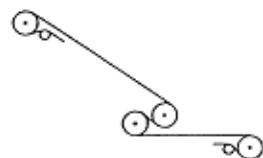
แนวราบแล้วเอียงขึ้น สายพานสองเส้น



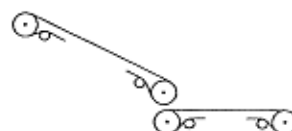
แนวเอียงขึ้นแล้วราบ สายพานเส้นเดียว



แนวเอียงขึ้นแล้วราบ สายพานสองเส้น



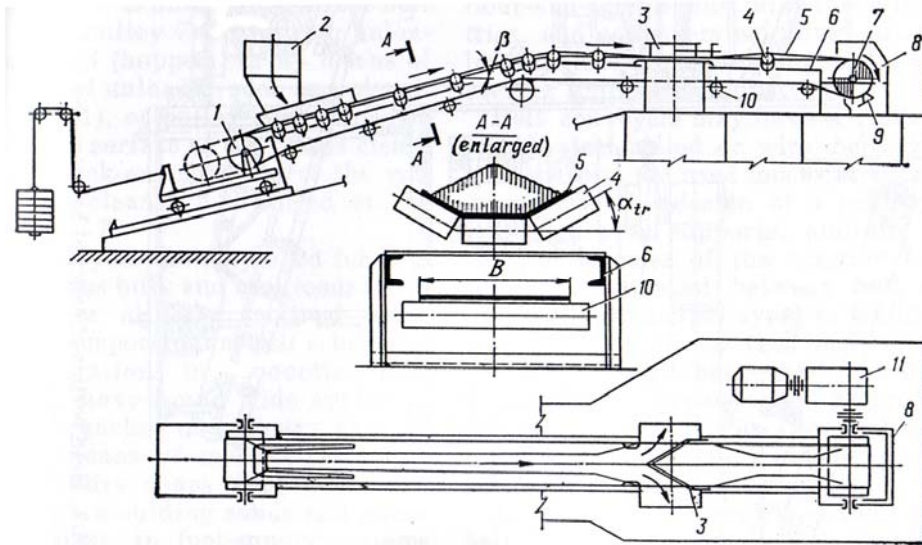
แนวเอียงลงแล้วราบ สายพานเส้นเดียว



แนวเอียงลงแล้วราบ สายพานสองเส้น

สายพานลำเลียง (belt conveyor)

ตัวอย่างองค์ประกอบของสายพานลำเลียง



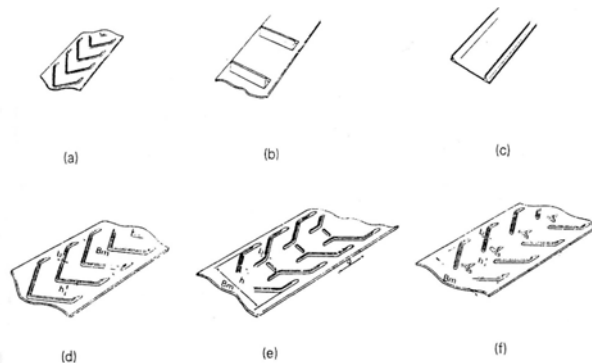
1. ล้อตาม 2. ถังป้อนวัสดุ 3. ตัวแยกวัสดุออก 4. ลูกกลิ้งบน 5. สายพาน
6. โครงสร้าง 7. ล้อขับ 8. ถังปล่อยวัสดุออก 9. แผ่นทำความสะอาด
สายพาน 10. ลูกกลิ้งล่าง 11. ชุดขับ

สายพานลำเลียง (belt conveyor)

สายพานลำเลียง



ยาง



ลวดถัก

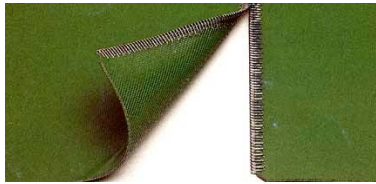


PVC, PU, PE

สายพานลำเลียง (belt conveyor)

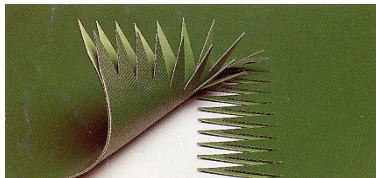
สายพานลำเลียง

1 ชั้น



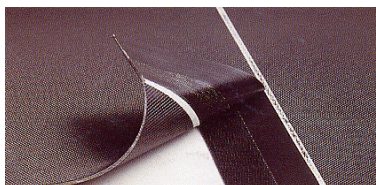
สายพานแกนผ้า

2 ชั้น



สายพานแกนลวด

3 ชั้น



เส้นลวด

สายพานลำเลียง (belt conveyor)

สายพานลำเลียง

PVC /Silicone Belting					Mir a belt		
Model	Belting Description	Thickness (mm)	Load at 1% (N/cm)	Max Tension (N/mm)	Temp. Resist. (°C)	Min. Pulley Ø (mm)	
						Normal	Back
PVC - multipurpose							
VM 10/2-16 WH 0-0 AS	PVC belt 2 ply 1.6mm Fabric	1.6	100	18	-10,+90	40	40
VM 10/2-20 LG GL	PVC belt 2 ply 2 mm Green	2	100	18	-10,+90	40	60
VM 10/2-26 LG GL/DM	PVC belt 2 ply 2.6 mm Diamond green	2.6	100	18	-10,+90	50	80
VM 10/2-27 DG GL	PVC belt 2 ply 2.7 mm Dark green	2.7	100	18	-10,+90	55	90
PVC - Food Application (FDA)							
VM 10/2-20 WH GL FDA	PVC belt 2 ply 2mm White FDA	2	100	18	-10,+90	40	60
VM 10/2-30 WH GL/MT FDA	PVC belt 2 ply 3mm Smooth White FDA	3	100	18	-10,+90	100	120
VM 10/2-30 WH GL/CK FDA	PVC belt 2 ply 3mm Check White FDA	3	100	18	-10,+90	100	120
Silicone							
Silicone 300		3	120	20	-10,+180	150	120

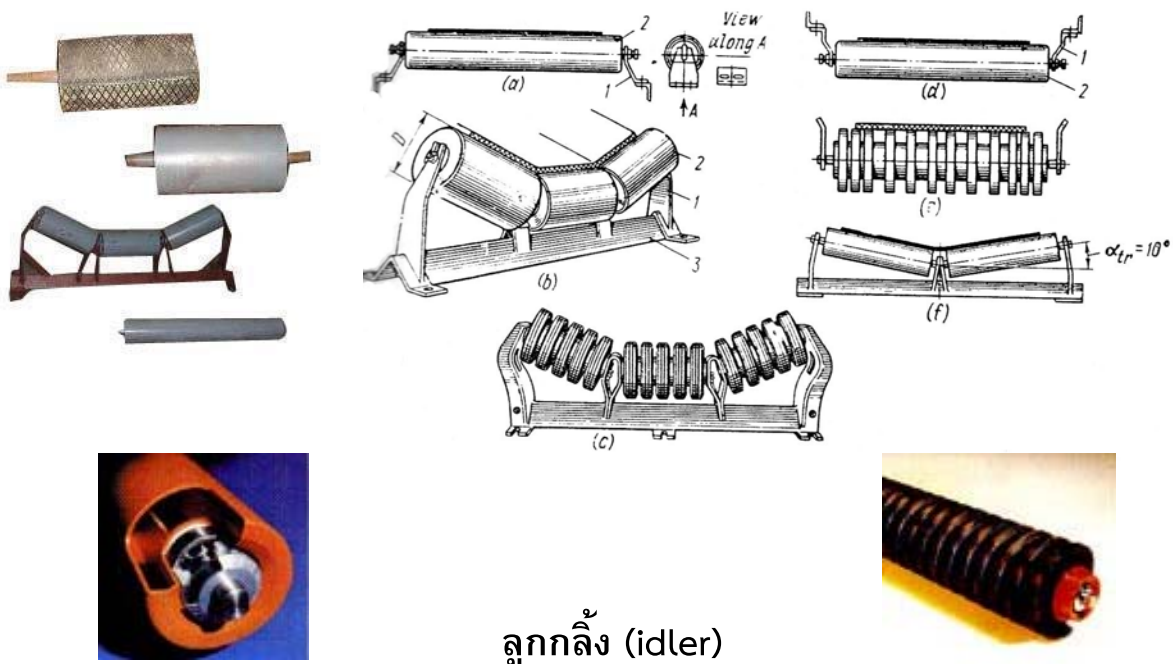
สายพานลำเลียง (belt conveyor)

ตาราง 2.1 ความกว้างสายพาน, พื้นที่หน้าตัดวัสดุกอง, และความเร็วสูงสุดของสายพาน

ความกว้างสายพาน			M	พื้นที่หน้าตัดวัสดุกอง ที่มุมเอียงลูกกลิ้ง			ความเร็วสูงสุด (m/s)	
(in)	(m)	มาตรฐาน มอก. 147-2518 (mm)	(mm)	10°	20°	30°	วัสดุผง	วัสดุเม็ด
		300						
14	0.356		43.2	0.007	0.008	0.011	1.52	2.03
		400						
16	0.406		45.7	0.009	0.012	0.015	1.52	2.29
18	0.457		48.3	0.012	0.016	0.020	2.03	2.29
		500						
20	0.508		50.8	0.016	0.020	0.015	2.03	2.54
24	0.610		55.9	0.024	0.031	0.038	2.54	3.05
		650						
30	0.762		63.5	0.039	0.050	0.062	2.79	3.56
		800						
36	0.914		71.1	0.058	0.075	0.092	3.05	4.06
		1000						
42	1.070		78.7	0.081	0.104	0.127	3.05	4.06
		1200						
48	1.220		86.4	0.108	0.137	0.170	3.05	4.06
54	1.370		94.0	0.135	0.177	0.216	3.05	4.06
		1400						
60	1.520		101.6	0.170	0.219	0.270	3.05	4.06
		1600						
		1800						
		2000						

(ที่มา: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2518; และ Canada Committee on Agricultural Engineering, 1971)

สายพานลำเลียง (belt conveyor)



ลูกกลิ้ง (idler)

สายพานลำเลียง (belt conveyor)



ลูกกลิ้ง

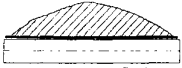
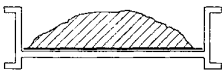
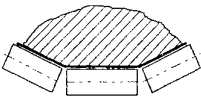
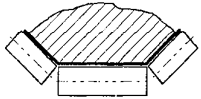
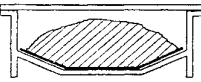
สายพานลำเลียง (belt conveyor)



ชุดตึงสายพาน

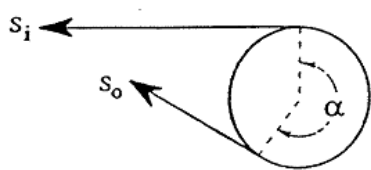
สายพานลำเลียง (belt conveyor)

ลักษณะพื้นที่หน้าตัด ของกองวัสดุบนสายพาน

	เหมาะกับวัสดุที่มีมุมกองพื้นมาก (ไหลยาก) ข้อดีคือสามารถนำวัสดุออกด้านไหนก็ได้โดยง่าย โดยเพียงการใช้แผ่นแข็งหรือบางก็เพียงพอ ขวางทางยาวไหลไป
	เหมาะกับวัสดุที่มีขนาดเบา หนึ่งทั้งสองข้างช่วยให้มีความสามารถในการขนถ่ายมากขึ้น เหมาะกับวัสดุที่มีมุมกองพื้นน้อย
	เหมาะสำหรับขนถ่ายวัสดุทุกชนิด การที่ลูกกลิ้งวางเอียง 20 องศา ทำให้สายพานหนาๆ ได้ จึงอาจใช้ขนถ่ายวัสดุที่มีน้ำหนักมากและเป็นก้อนใหญ่ได้ เช่น ถ่านหิน แร่ กรวด และทราย
	การวางสายพานในลักษณะนี้ได้พื้นที่หน้าตัดของวัสดุมาก แต่ไม่ควรใช้สายพานหนาๆ เพราะอาจทำให้สายพานฉีกขาดตรงบริเวณรอยพับ เหมาะที่จะใช้กับเมล็ดทั่วไป
	การวางในลักษณะนี้ ได้พื้นที่หน้าตัดของวัสดุมากที่สุด แต่มีข้อจำกัดอยู่ที่ความหนาของสายพานซึ่งไม่อาจใช้หนาๆ ได้
	การวางสายพานลักษณะนี้ช่วยให้มีการขนถ่ายได้มากกว่าการวางสายพานแบบธรรมดา เหมาะสำหรับวัสดุที่เป็นฝุ่น

สายพานลำเลียง (belt conveyor)

แรงดึงในสายพาน



เกิดการลื่นไถล

แรงดึงด้าน
เข้า

แรงดึงด้านออก

$$\frac{S_i}{S_o} = e^{f\alpha}$$

สปส.แรงเสียดทาน
สายพานและล้อขับ

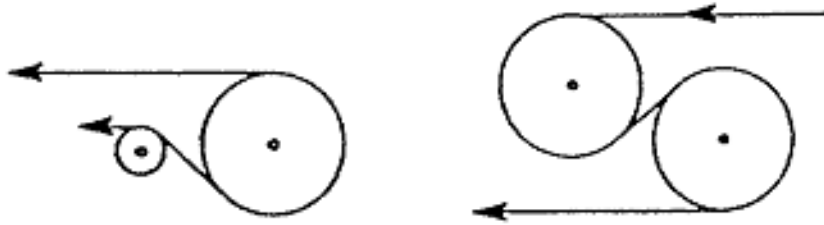
มุมรองรับสายพานรอบล้อขับ (มุมโอบ)

หากต้องการขนถ่ายวัสดุที่มีน้ำหนักมาก หรือมีระยะทางยาวมากจะต้องเพิ่ม S_i

1. เพิ่ม f (โดยใช้วัสดุที่เป็นยาง)

สายพานลำเลียง (belt conveyor)

2. เพิ่มค่า α

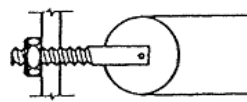


1) ล้อขับสายพานเดี่ยว

2) ล้อขับสายพานคู่

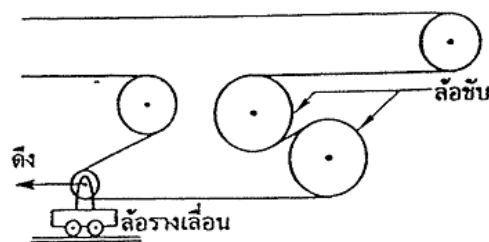
สายพานลำเลียง (belt conveyor)

3. เพิ่มค่า S_0



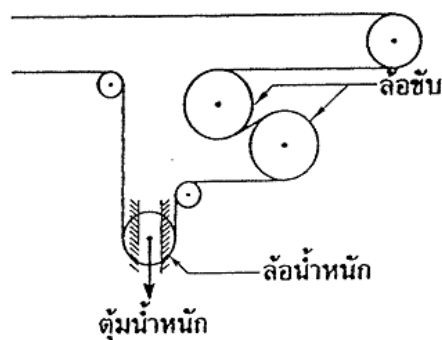
(ก)

ใช้สกรูช่วย



(ข)

ใช้เครื่องดึง

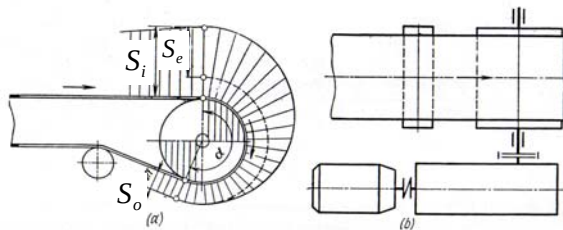


ติดตั้งล่อน้ำหนัก

สายพานลำเลียง (belt conveyor)

แรงดึงในสายพาน

ไม่เกิดการลื่นไถล



Schematic of single-pulley drive

$$\frac{S_i}{S_o} \leq e^{f\alpha}$$

แรงขับเคลื่อนจริง ๆ

$$S_e = S_i - S_o$$

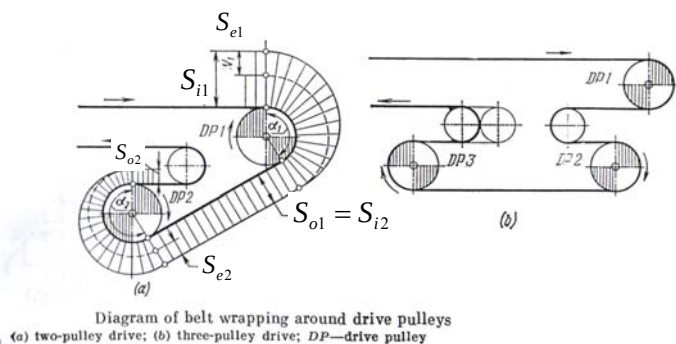


Diagram of belt wrapping around drive pulleys
(a) two-pulley drive; (b) three-pulley drive; DP—drive pulley

สายพานลำเลียง (belt conveyor)

อัตราการขนถ่าย

$$Q = wvF$$

Q = อัตราการขนถ่าย, N/s

F = พื้นที่หน้าตัดของวัสดุกอง, m^2

w = น้ำหนักวัสดุกอง, N/m^3

v = ความเร็วของสายพาน, m/s

สายพานลำเลียง (belt conveyor)

ความกว้างสายพาน			M	พื้นที่หน้าตัดวัสดุกอง ที่มุมเอียงออกกลิ้ง			ความเร็ววิ่งชุด (m/s)	
(in)	(m)	มาตรฐาน มอก. 147-2518 (mm)		10°	20°	30°	วัสดุผง	วัสดุเม็ด
14	0.356	300	43.2	0.007	0.008	0.011	1.52	2.03
16	0.406	400	45.7	0.009	0.012	0.015	1.52	2.29
18	0.457	500	48.3	0.012	0.016	0.020	2.03	2.29
20	0.508	600	50.8	0.016	0.020	0.015	2.03	2.54
24	0.610	750	55.9	0.024	0.031	0.038	2.54	3.05
30	0.762	900	63.5	0.039	0.050	0.062	2.79	3.56
36	0.914	1000	71.1	0.058	0.075	0.092	3.05	4.06
42	1.070	1200	78.7	0.081	0.104	0.127	3.05	4.06
48	1.220	1400	86.4	0.108	0.137	0.170	3.05	4.06
54	1.370	1600	94.0	0.135	0.177	0.216	3.05	4.06
60	1.520	1800	101.6	0.170	0.219	0.270	3.05	4.06
		2000						

(ที่มา: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2518; และ Canada Committee on Agricultural Engineering, 1971)

สายพานลำเลียง (belt conveyor)

2. กำลังขับเคลื่อนสายพานรวม $P_t = P_e + P_m \pm P_r$

กำลังขับเคลื่อนสายพานเปล่า $P_e = Sv$

แรงขับเคลื่อนสายพานเปล่า $S = f_0 q_0 (L + L_x)$

ค่าเผื่อ = 45 (แรงเสียดทานที่ล้อท้าย)

สปส.ควท.ระหว่างตัวลูกกลิ้งและแกน
ลูกกลิ้งเนื่องจาก นน.ของลูกกลิ้ง

$$f_0 \approx 0.03$$

นน.ต่อหนึ่งหน่วยความ
ยาวสายพานเปล่า

$$q_0 = 600B$$

สายพานลำเลียง (belt conveyor)

กำลังขับเคลื่อนในแนวราบ

$$P_m = Qlf_1$$

ความยาวสายพานในแนวราบ

สปส.ควท.ระหว่างตัวลูกกลิ้งและแกนลูกกลิ้งเนื่องจาก นน.ของวัสดุ

$$f_1 \approx 0.03$$

การเคลื่อนที่เรียบสม่ำเสมอ

$$f_1 \approx 0.04$$

การเคลื่อนที่สั่นสะเทือนไม่เรียบ

กำลังขับเคลื่อนในการยกวัสดุ

$$P_r = QH$$

กำลังขับเคลื่อนของมอเตอร์

$$N = \frac{P_t}{\eta}$$

ปรส.มอเตอร์และชุดเกียร์

สายพานลำเลียง (belt conveyor)

3. ความแข็งแรงของสายพาน

$$\frac{S_i}{S_o} = n \leq e^{f\alpha}$$

$$S_e = S_i - S_o$$

$$S_e = S_i - \frac{S_i}{n} = S_i \left(\frac{n-1}{n} \right)$$

$$S_i = \left(\frac{n}{n-1} \right) S_e$$

เนื่องจาก $P_T = S_e v$

หรือ $S_e = \frac{P_T}{v}$

ดังนั้น $S_i = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(\frac{P_T}{v} \right)$

สายพานลำเลียง (belt conveyor)

3. ความแข็งแรงของสายพาน

สำหรับความแข็งแรงของสายพานต่อหนึ่งชั้นหาจาก

$$s = \frac{S_i}{Bp}$$

B = ความกว้างของสายพาน

P = จำนวนชั้นของสายพาน

สายพานลำเลียง (belt conveyor)

ตาราง 2.2 ความแข็งแรงใช้งานของสายพานที่ใช้ในงานขนถ่ายวัสดุ

ชนิด	ความหนา/ply		ความหนาแน่น	ความถ่วง จำเพาะ	ความแข็งแรง ใช้งาน
	(นิ้ว)	(ซม.)			
U.S. cotton	.021	0.053	0.814	1.54	4.25
	.024	0.061	0.930	1.52	5.25
	.027	0.069	1.043	1.51	5.75
	.032	0.080	1.220	1.53	7.0
	.036	0.092	1.395	1.52	8.75
	.045	0.115	1.744	1.52	10.5
Rayon and cotton			1.19		12.25
			1.63		15.8
Rayon, cotton, nylon			0.930		7.0
			1.02		9.65
Nylon and cotton			3.0		35.0
เสริมใยเหล็ก			16.4 - 42.3		80 - 450

(ที่มา: Brook, 1971)

สายพานลำเลียง (belt conveyor)

ขั้นตอนการออกแบบสายพานลำเลียง

1. ความกว้างของสายพาน

- สมมติความกว้าง แล้วตรวจสอบความเร็วของสายพาน $Q = wvF$

2. กำลังขับสายพาน

- กำลังมอเตอร์

$$P_t = P_e + P_m \pm P_r$$

$$N = \frac{P_t}{\eta}$$

3. ความแข็งแรงของสายพาน

- แรงดึงสูงสุดในสายพาน

$$s = \frac{S_i}{pB}$$

$$S_i = \left(\frac{e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1} \right) \frac{P_t}{v}$$

สายพานลำเลียง (belt conveyor)

ตัวอย่าง เครื่องขนถ่ายแบบสายพานมีความยาว 915 m ใช้บรรทุกเมล็ดข้าวที่มีน้ำหนักกอง 8.3 kN/m³ โดยมีจุดรับสองจุด ที่ต้นทางรับในอัตรา 97.22 N/s และที่ห่างออกมาอีก 305 m รับในอัตรา 69.44 N/s ความชันของเครื่องขนถ่ายแบบสายพานเป็น 1 ใน 50 จงหาขนาดกำลังมอเตอร์และออกแบบสายพาน ถ้ากำหนดให้ สปส.ควท.ที่ลูกกลิ้งเนื่องจากน้ำหนักวัสดุ = 0.03 มุมคล้อยล้นขับ = 440 องศา และ สปส.ควท.ระหว่างสายพานกับล้อยขับ = 0.25

