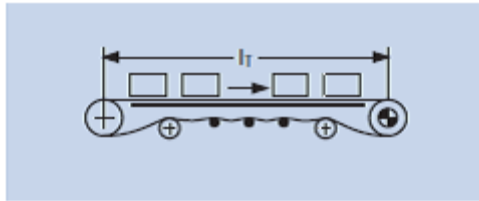


STRAIGHT ACCUMULATION CONVEYOR CALCULATION

(ตัวอย่างการคำนวณกำลังมอเตอร์แนวตรงมีวัตถุสะสม)



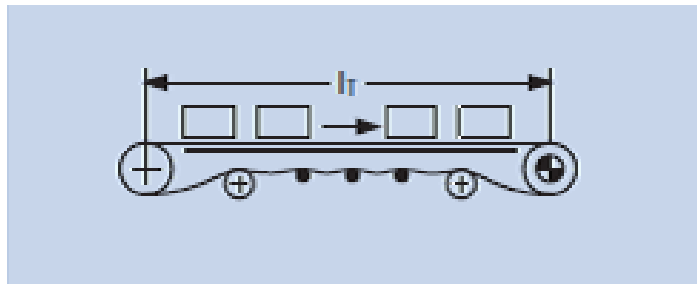
Sample: Modular Belt Conveyor (Straight and Accumulation Calculation)

ตัวอย่าง: การคำนวณสายพาน โมดูล่าในแนวตรงและมี Accumulation

เนื่องจากการคำนวณแรงที่เกิดขึ้นในสายพานลำเลียงทำได้หลายวิธี แต่ละวิธีก็จะมีหลักการคำนวณเหมือนกัน แตกต่างที่การคิดค่าเงื่อนไขและตัวแปรต่างๆว่าใครคิดละเอียดกว่ากัน มากน้อยแค่ไหน เนื่องจากค่าตัวแปรหลายค่าได้จากผลการทดลองของแต่ละบริษัทที่ขายสายพาน Conveyor Guide ขอเสนอวิธีที่สั้นและคิดว่าเข้าใจง่ายมานำเสนอ และผู้อ่านสามารถศึกษาเพิ่มเติมด้วยตัวเองได้ตามข้อมูลในคู่มือที่ขอได้จากผู้ขายสายพานที่ท่านซื้อ

หลักการ แรงที่เกิดขึ้นในสายพานลำเลียงประกอบด้วยแรง 2 ส่วน คือ

1.แรงดึงเกิดจากน้ำหนักบรรทุกของวัสดุ (Product Load) ที่กระทำบนสายพาน



แรงดึงบนสายพานเกิดจากน้ำหนักบรรทุกของวัสดุ (Product Load), F1

$$F1 = \mu_t (M + M_b)$$

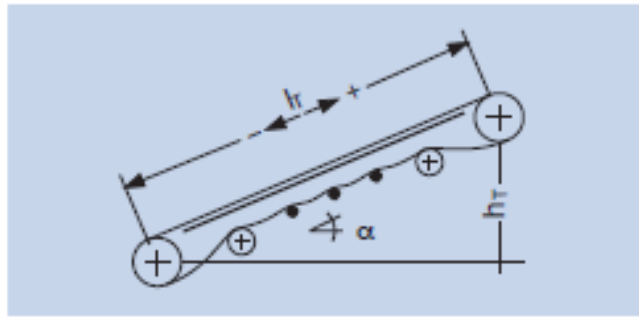
แรงเสียดทาน (ที่ทำให้เกิดแรงดึงบนสายพาน) เกิดจากน้ำหนักบรรทุก (Load) นี้แยกได้เป็น 2 ส่วน

1.1 จากน้ำหนักของตัวสายพานเอง (Belt weight), M_b

1.2 จากน้ำหนักของวัสดุ (Product) ที่ลำเลียง, M

น้ำหนักทั้งสองส่วนนี้จะกดลงบนที่รองรับ (Carry way) ทำให้เกิดแรงเสียดทาน (Friction) ระหว่างสายพานและที่รองรับ (Carry way)

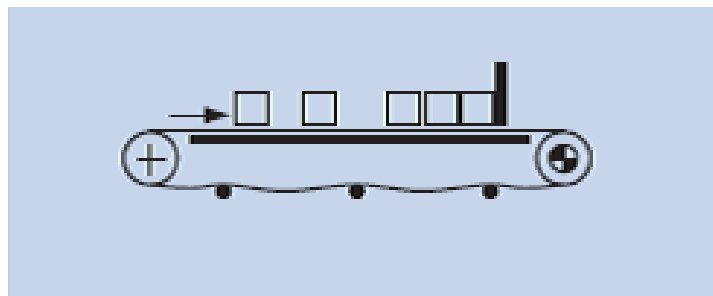
2.แรงดึงที่สายพานต้องยกวัสดุ (Product) ขึ้นจากแนวราบขึ้นสู่ที่สูง, (M.Sine α)



แรงดึงบนสายพานเกิดจากสายพานต้องยกวัสดุ (Product) ขึ้นจากแนวราบขึ้นสู่ที่สูงดังนั้นจึงเกิดแรงดึงรวมดังสูตรด้านล่าง

$$F1 = \mu_t (M + M_p) + (M \cdot \text{Sine } \alpha)$$

กรณี Accumulation: นอกจากนี้ขณะที่สายพานทำงาน หากกล่อง ขวด หรือวัสดุ (Product) ที่ลำเลียง มีอุปสรรคมาขวางกั้นไม่ให้วัสดุ (Product) เคลื่อนที่ผ่านไปได้ จะเกิดแรงเสียดทานระหว่างผิวด้านล่างของวัสดุ (Product) กับสายพานไปเรื่อยๆ จนกว่าจะเปิดที่กั้นให้วัสดุ (Product) เคลื่อนที่ไปได้ ลักษณะเช่นนี้ เรียกว่าการสะสมของวัสดุ (accumulation) บนสายพาน (บางครั้งก็เรียกว่า Backed-Up Product Load) ในการคำนวณต้องคิดแรงเสียดทานนี้ ($\mu_{st} \cdot M_c$) เพิ่มขึ้นด้วย



แรงดึงบนสายพานเกิดจากสายพานรับน้ำหนักบรรทุก (Product Load) และ น้ำหนักบรรทุกจากการสะสม (Accumulation)

$$F1 = \mu_t (M + M_p) + \mu_{st} \cdot M_c$$

แรงเสียดทานจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ น้ำหนักของวัสดุ (Product Weight) และน้ำหนักสายพาน, ($M + M_p$) ปริมาณ (น้ำหนัก) การสะสมของ Product, M_c และสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน (Friction Coefficient), μ_{st} ระหว่างวัสดุและพื้นผิวที่รองรับ (Carry Way) ที่วัสดุนั้นสัมผัส นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมอีกหลายอย่าง เช่น คุณสมบัติของพื้นผิววัสดุ ความสะอาดของระบบ การหล่อลื่น ฯลฯ

คำย่อ	ความหมาย	หน่วย
F1	แรงดึงสุทธิของสายพาน(Effective Belt Pull)	Kg
F2	แรงดึงจากการปรับค่าของ F1 (Adjusted Belt Pull) โดยคำนึงถึงปัจจัย Operation Factor และ Temperature Factor เข้ามาคิดคำนวณด้วย ค่า F2 นี้จะใช้เป็นตัวเลือกรุ่น (Series) ของสายพาน	Kg
P	กำลังของมอเตอร์ที่ใช้ขับสายพาน	Kw
μ_{ST}	สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างสายพานกับผิวด้านล่างของ Product กรณีที่มีการสะสม (Accumulation)	-
μ_T	สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างสายพานกับวัสดุที่รองรับ (Carry Way)	-
α	มุมเอียงของสายพาน	องศา
C1	ความถี่การเปิด-ปิด คอนเวเยอร์ (Operation Factor) ที่เป็นปัจจัยนำมาพิจารณาเป็นตัวคูณแรงดึงสุทธิเพื่อเลือกความแข็งแรงของสายพาน	-
C2	อุณหภูมิ (Temperature Factor) ที่เป็นปัจจัยนำมาพิจารณาเป็นตัวคูณกับแรงดึงสุทธิเพื่อเลือกความแข็งแรงของสายพาน	-
C3	แรงดึงที่คำนวณได้ในสายพาน (F2) หารด้วยหน้ากว้างของสายพานที่เลือกไว้	-
V	ความเร็วของสายพาน	M/min.
L_T	ความยาว center ถึง center ของ Conveyor	M
H_T	ระยะความสูงที่สายพานต้องยกวัสดุขึ้น	M
B	หน้ากว้างของสายพาน (Belt Width)	M
M_b	คือน้ำหนักของสายพาน (Belt Weight) ทั้งหมด	Kg
M_c	คือน้ำหนักสะสมของ Product ในช่วง Accumulation	kg
M	คือน้ำหนักบรรทุก (Product Weight) ทั้งหมด	Kg

โจทย์: ให้ออกแบบสายพาน โมดูล่าเพื่อลำเลียงกระป๋องเหล็กบรรจุเครื่องดื่ม ข้อมูลและสิ่งแวดล้อมที่สายพานทำงานมีดังนี้

- กระป๋องเหล็กบรรจุเครื่องดื่มมีน้ำหนัก 122 กิโลกรัมต่อตารางเมตร
- สายพานมีความยาว Center to Center เท่ากับ 18.3 เมตร
- หน้ากว้างของสายพาน 1.2 เมตร
- สายพานมีความเร็ว 6 เมตรต่อนาที
- สายพานวิ่งบน Carry ที่ใช้ UHMW สภาพเปียก
- มีการเปิด-ปิด (Start- Stop) สายพานบ่อยครั้งที่มีไหล (Product) บนสายพาน
- มีการสะสมของกระป๋อง (Accumulation) เป็นระยะทาง 15.0 เมตร
- อุณหภูมิที่สายพานทำงาน 80 องศาเซลเซียส

Solution: โจทย์ให้มาเป็นสายพานในแนวตรงและมี Accumulation

1. หาแรงดึงสุทธิของสายพาน (Effective Belt Pull)

$$\begin{aligned}
 F_1 &= \mu_t (M + M_b) + \mu_{st} \cdot M_c \\
 &= 0.12(2,679+421.6) + 0.25(2,196) \\
 &= 921 \text{ kg.}
 \end{aligned}$$

ค่าตัวแปรต่างๆ หาได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 M &= 122 \times 18.3 \times 1.2 &= 2,679 \text{ Kg.} \\
 M_b &= 9.6 \times 18.3 \times 1.2 \times 2 &= 421.6 \text{ Kg (คิดความยาวเต็มวงรอบของสายพาน)} \\
 M_c &= 2,679 \times 15/18.3 &= 2,196 \text{ Kg.}
 \end{aligned}$$

Pitch: 50.8 mm.	
Minimum Width: 163 mm.	
Open Area: 36%	
Approved: FDA	
Rod: Ø 6 mm.	
Flight: No	
Side Guard: No	
Curve: No	

Data

Belt Material	Belt Strength			Temperature		Belt Weight (Kg/M ²)
	Straigth		Curve	°C (min.)	°C (max.)	
	Kg/M (BW)	N/M (BW)				
Polypropylene	2500	25000	--	1	100	9.6
Polyethylene	2600	26000	--	- 60	60	9.6
Acetal	4760	47600	--	- 40	80	13.6

BW = Belt Width

ตาราง 1. ข้อมูลของสายพานที่เลือกใช้อิงจากผู้ขายสายพาน เลือกวัสดุสายพานเป็น PP (น้ำหนักสายพาน= 9.6Kg/Square Meter)

Skid plate made of	Belt material					
	PE		PP		POM	
	wet	dry	wet	dry	wet	dry
PE 500	not recommended		0.12	0.10	0.08	0.08
PE1000	0.33	0.25	0.14	0.12	0.10	0.10
Steel or Stainless steel	0.15	0.15	0.25	0.25	0.18	0.18

ตาราง2. หาค่า μ_t เลือก PE 500 wet เป็นตัวรองรับ $\mu_t = 0.12$

Container material	Belt material					
	PE		PP		POM	
	wet	dry	wet	dry	wet	dry
Steel	0.15	0.15	0.25	0.25	0.18	0.18
Glass	0.15	0.12	0.12	0.10	0.12	0.11
Plastic	0.10	0.10	0.15	0.12	0.15	0.12

ตาราง3 หาค่า μ_{st} (กระป๋องเป็น เหล็ก-สายพานเป็น PP (wet) หา $\mu_{st} = 0.25$)

2. หาแรงดึงที่จะใช้เป็นตัวเลือกซีรี่ส์ของสายพาน

$$\begin{aligned}
 F2 &= F1 \cdot C1 / C2 \\
 &= 921 \times 1.2 / 0.65 \\
 &= 1,700 \text{ kg.}
 \end{aligned}$$

	C ₁
Smooth operating conditions (smooth start)	+ 1.0
Start-Stop-operation (start when loaded)	+ 0.2
Tail drive (push configuration)	+ 0.2
Belt speed greater than 30m/min	+ 0.2
Inclined or swan-neck conveyor	+ 0.4

ตาราง4 หาค่า C₁ ในบรรทัดแรก เมื่อสายพานเปิด-ปิด อย่างนี้มันรวม C₁=1 เป็นตัวขึ้นพื้นเสมอ แล้วนำค่า Factors อื่นๆ ในบรรทัดถัดมาบวกเพิ่ม กรณีนี้ มีการเปิด-ปิด (Start - Stop) สายพานบ่อยๆ ที่มี โหลด (Product) บนสายพานต้องเพิ่มค่า Safety Factor ไปอีก 0.2 ดังนั้นกรณีนี้ C₁ = (1+0.2) = 1.20

Belt material			
Temperature [°C]	PE	PP	POM
- 60	0.97	-	-
- 40	0.96	-	0.98
-20	0.92	-	0.98
0	0.86	* -	0.97
+ 20	0.78	0.98	0.96
+ 40	0.70	0.95	0.96
+ 60	0.62	0.85	0.96
+ 80	-	0.65	0.75
+ 100	-	0.45	-

*** Below +7 °C avoid jolts, ensure smooth start**

ตาราง 5 ค่า C2 ซึ่งเป็นผลกระทบจากอุณหภูมิ เลือกวัสดุสายพานเป็น PP อุณหภูมิ 80 องศา ได้ค่า C2 = 0.65
 $C3 = F2/B < \text{ค่าแรงที่สายพานที่เลือกปรับได้}$
 $= 1,700/1.2$
 $= 1,417 \text{ kg/M} < 2,500 \text{ kg/M} \dots \text{OK}$

การหาค่าแรงที่สายพานที่เลือกปรับได้ตาราง 1 เท่ากับ 2,500 kg/M (Allowable Belt Strength for PP เท่ากับ 2,500 kg/M) ซึ่งมากกว่าแรงที่เกิดขึ้นในสายพาน (1,417 kg/M) แสดงว่าสายพานที่เราเลือกสามารถรับแรงดึงได้อย่างเพียงพอ

3. หาจำนวนของ Sprocket ในเพลาคับ (Drive Sprocket)

$\%C3 \text{ หรือ Allowable Belt Strength} = C3/\text{ค่าแรงที่สายพานที่เลือกปรับได้}$
 $= 1,417/2,500$
 $= 57 \%$

หาค่า %C3 โดยหารแรงที่เกิดขึ้นในสายพานด้วยค่าแรงที่สายพานรับได้ ได้ค่ามา (57%) มาเลือกระยะห่างระหว่าง Sprocket จากตาราง 5 ได้ระยะห่างของ Sprocket ประมาณ 95 mm. (ใช้วิธี interpolate) ดังนั้น สายพานหน้ากว้าง 1200 มม. ใช้ Sprocket 12.6 ตัวอย่างไรก็ดีขอแนะนำให้ใช้ Sprocket เป็นเลขคี่ คือ 13 ตัวระยะห่างของ Sprocket ประมาณ 100 mm. (มากกว่า 95 มม. เลือกละใหม่) จึงเลือกใช้ Sprocket 15 ตัวระยะห่างของ Sprocket ประมาณ 85.7 mm. (น้อยกว่า 95 มม. OK) เมื่อ ล็อก Sprocket ตัวกลางแล้วก็ปรับ Sprocket ออกไปทั้ง 2 ข้างเท่าๆ กันเพลาก็ได้สมดุล

$C_3 \leq 20\%$	From C, max, the distance between the sprockets should then be approx. 160 mm.
$C_3 \leq 40\%$	From C, max, the distance between the sprockets should then be approx. 100 mm.
$C_3 \leq 60\%$	From C, max, the distance between the sprockets should then be approx. 80 mm.
$C_3 \leq 80\%$	From C, max, the distance between the sprockets should then be approx. 60 mm.
$C_3 > 80\%$	From C, max, please inquire.

ตาราง 6 หาระยะห่างและจำนวนของ Sprocket ในเพลาคับ (Drive Sprocket)

4. ที่กำลังของมอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนสายพานมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์

$$\begin{aligned}
 P &= F_2 \times V / 6,000 \\
 &= 1,700 \times 6 / 6,000 \\
 &= 1.7 \text{ Kw}
 \end{aligned}$$

Machinery elements	Average mechanical efficiency losses
Ordinary Sleeve Bearings	2% to 5%
Ball Bearings	1%
Gear Reducers:	
Spur or Helical Gears	
Single Reduction	2%
Double Reduction	4%
Triple Reduction	5%
Worm Gears	
Single Reduction	5%
Double Reduction	10% to 20%
Roller Chains	3% to 5%
V Belts	2% to 4%

ตาราง 7 เลือกมอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนสายพานสมมติ ใช้ Worm gear เป็นแบบ Double Reduction – Efficiency Loss 15%
 ดังนั้น $1.65/0.85 = 1.94 \text{ Kw}$

เลือกมอเตอร์ 2.0 KW

หากสายพานไม่มี Accumulation ให้ตัด $\mu_{st} \cdot M_c$ ออกจากสูตร $F_1 = \mu_t (M + M_b) + \mu_{st} \cdot M_c$ ก็จะเหลือ $F_1 = \mu_t (M + M_b)$ ซึ่งเป็นแรงดึงของสายพานในแนวตรงเท่านั้น



รูปสายพาน โมคูล่าในแนวตรงและมี Accumulation

ไม่รู้จักร ในไลน์ ยังกล้าทัก ตัวเป็นๆ น่ารัก รีบทักเลย

สุดท้าย บริษัท คอนเวเยอร์ไกด์ จำกัด (Conveyor Guide Co.,Ltd.) ขอขอบคุณท่านผู้อ่านทุกท่านที่ให้ความสนใจติดตามอ่านผลงานและสนับสนุนสินค้าของเรา **เราสัญญาว่า จะนำเสนอเรื่องราวดีๆ มีประโยชน์** มาให้ท่านได้เรียนรู้ร่วมกันอย่างสม่ำเสมอ **เราจะตอบสนองท่านอย่างมีประสิทธิภาพ** ไม่หุคหนึ่ง เราไม่เคยทำงานลวกๆ หรือลดระดับการปฏิบัติงานตนเอง เราหาวิธีและมีความสามารถ ที่จะสร้างสร้างความ เรียบง่ายบนซับซ้อนอยากใช้เราก็ติดต่อเราครับ ง่ายนิดเดียว สงสัยสิ่งใด ส่งรายละเอียดทั้งหมดมาทาง E-mail จะสะดวกดีมากครับ อยากรู้อะไรเพิ่มเติมอย่างเร่งด่วน โทรศัพท์มาสอบถามรายละเอียด **ไม่รู้จักร ในไลน์ ยังกล้าทัก ตัวเป็นๆ น่ารัก รีบทักเลย** เรายินดีให้คำปรึกษาตลอดเวลา หรือต้องการให้เราไปอบรมหรือจัดสัมมนาให้หน่วยงานบำรุงรักษาในหน่วยงานของท่านก็ได้ (มีค่าบริการนะครับ) ไม่เพียงแต่เรื่องนี้เท่านั้นนะครับ เรื่องอะไรก็ได้ที่ท่านอยากรู้เกี่ยวกับสายพานลำเลียงก็ลองติดต่อเข้ามาได้อะไรที่แบ่งๆกันได้และไม่เปลืองทรัพยากรจนเกินไปก็ยินดีรับใช้ฟรีครับ เพราะเรามี Motto การทำงานคือ **“Together We Share ไปด้วยกัน...เพื่อแบ่งกัน...แลกเปลี่ยน...เรียนรู้ ร่วมกัน”** ครับ เราจะหาความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ระบบลำเลียงมานำเสนออย่างสม่ำเสมอ **“มีของเท่าไรก็ปล่อยหมด ไม่มี ก็กั ไม่มีดิ่ง ไม่มีเม้ม”** **“ถึงแม้ว่าเราจะเดินช้า...แต่เราก็ไม่เคยหยุดเดิน”** แล้วพบกันใหม่ครับขอบคุณที่ติดตาม

สามารถติดต่อ สอบถามเพิ่มเติม

โทรศัพท์ : 02-992-1025, 090-9076007, 083-131-8644

โทรสาร : 02-992-1022

Email : Info@conveyorguide.co.th

Website : www.conveyorguide.co.th

Line : [@cg1356](https://www.line.me/@cg1356)