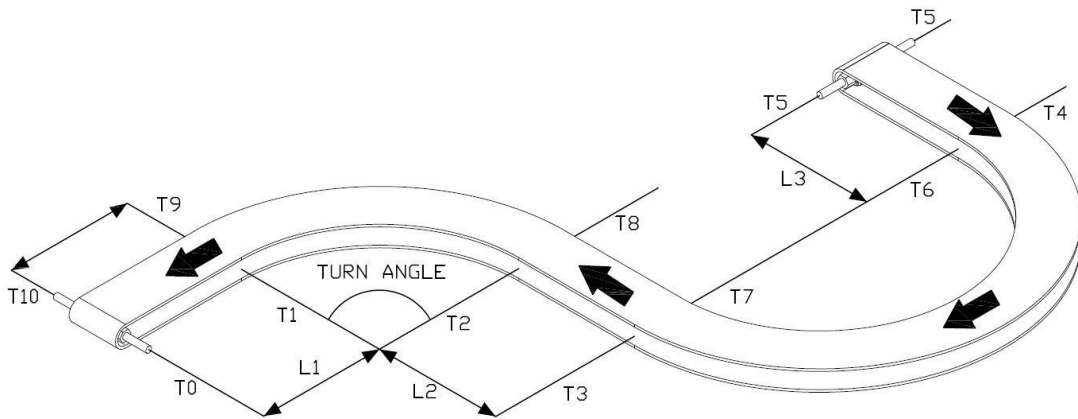


## การคำนวณแรงดึงของสายพานแบบโค้งต่อเนื่องหลายโค้ง

การคำนวณหาแรงดึงของสายพานแบบโค้งนั้น ใช้หลักในการคำนวณเช่นเดียวกับการหาแรงดึงในสายพานแบบตรง เพียงแต่มีเงื่อนไขและตัวแปรที่จำเป็นต้องนำมาคิดเพิ่มเติม เนื่องจากในระบบสายพานแบบโค้งนั้น จะเกิดแรงเสียดทานบริเวณขอบของสายพานกับ Wear strip ขณะที่สายพานวิ่งผ่านทางโค้ง ดังนั้นจึงต้องนำตัวแปรดังกล่าวมาคำนวณด้วย

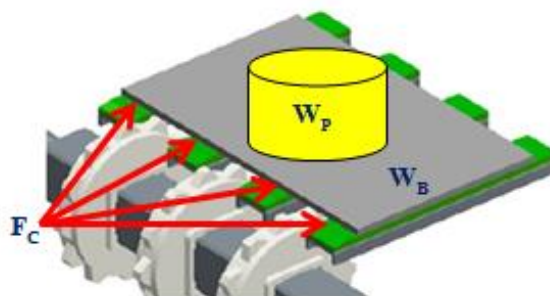


### รูปแสดงระบบสายพานแบบโค้งทั่วไป (Typical curve conveyor Layout)

หลักการคำนวณต้องกำหนดจุดเริ่มต้น ( $T_0$ ) เพื่อใช้เป็นจุดอ้างอิง ในกรณีนี้กำหนดให้ที่ตำแหน่ง Drive (Head Pulley) ณ จุดที่สายพานวนกลับด้านล่าง (Return) มีแรงดึง  $T_0$  มีค่าเท่ากับเท่ากับศูนย์ (0) จากนั้นทำการคำนวณแรงดึง ที่ละตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนทิศทางจนครบวงรอบที่จุดสุดท้ายบริเวณ (Head Pulley) ก็จะทำให้ทราบค่าแรงดึงของสายพานทั้งหมด โดยสูตรที่ใช้คำนวณหาแรงดึงสายพานด้านบนและแรงดึงสายพานด้านล่างมีดังนี้

### การคำนวณหาแรงดึงสายพานด้านบน

แรงดึงสายพานด้านบนเกิดจากน้ำหนักสายพาน (Belt weight) และน้ำหนักบรรทุกของวัสดุ (Product weight) ที่กระแทกบนสายพาน โดยน้ำหนักทั้งสองส่วนนี้จะกดลงบนที่รองรับ (Carry way) ทำให้เกิดแรงเสียดทาน (Friction) ระหว่างสายพานและที่รองรับ



## รูปแสดงตำแหน่งบริเวณเกิดแรงเสียดทานระหว่างสายพานด้านบนกับที่รองรับ

-แรงดึงสายพานทางตรงด้านบนสามารถคำนวณได้จากสูตร

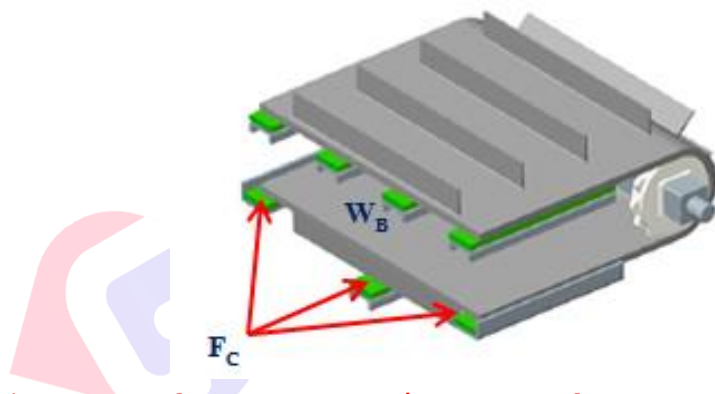
$$T_N = T_{N-1} + F_C \times L_P \times (W_B + W_P)$$

-แรงดึงสายพานทางโค้งด้านบนสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$T_N = (C_a \times T_{N-1}) + (C_b \times F_C \times R_o) \times (W_B + W_P)$$

### การคำนวณหาแรงดึงสายพานด้านล่าง

แรงดึงสายพานด้านล่างเกิดจากน้ำหนักสายพาน(Belt weight) กดลงบนที่รองรับ (Carry way) ทำให้เกิดแรงเสียดทาน (Friction) ระหว่างสายพานและที่รองรับ



## รูปแสดงตำแหน่งบริเวณเกิดแรงเสียดทานระหว่างสายพานด้านล่างกับที่รองรับ

-แรงดึงสายพานทางตรงด้านล่างสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$T_N = T_{N-1} + (F_C \times L_R \times W_B)$$

-แรงดึงสายพานทางโค้งด้านล่างสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$T_N = (C_a \times T_{N-1}) + (C_b \times F_C \times R_o) \times (W_B)$$

กำหนดค่าตัวแปรดังนี้

คำย่อ	ความหมาย	หน่วย
$T_N$	แรงดึงของสายพาน ณ ตำแหน่งใดๆ	kg/m
$T_{Total}$	แรงดึงของสายพานทั้งหมด	kg/m
$W_B$	น้ำหนักสายพาน	kg/m <sup>2</sup>
$W_P$	น้ำหนักวัสดุ	kg/m <sup>2</sup>
$L_P$	ความยาวสายพานแนวตรงด้านบน	m
$L_R$	ความยาวสายพานแนวตรงด้านล่าง	m
$R_I$	รัศมีด้านในของสายพาน	mm
$R_O$	รัศมีด้านนอกของสายพาน	mm
$B_W$	หน้ากว้างของสายพาน	mm
$F_C$	ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างสายพานกับ Wear strip ที่รองรับสายพาน	-
$C_a, C_b$	ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างสายพานกับ Wear strip ด้านข้าง	-
$v$	ความเร็วสายพาน	m/min
$P_M$	กำลังมอเตอร์	W, hp

**ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างสายพานกับ Wear Strip ที่รองรับสายพาน**

Rail Material	Temperature	$F_C$		
		Belt Material	Dry	Wet
HDPE/ UHMW	-10 °C – 100 °C	P.P.	0.10	0.10
		P.E.	0.30	0.20
		Acetal	0.10	0.10
		Nylon	0.35	0.25
Acetal	-10 °C – 80 °C	P.P.	0.10	0.10
		P.E.	0.10	0.10
		Acetal	0.10	0.10
		Nylon	0.20	0.20

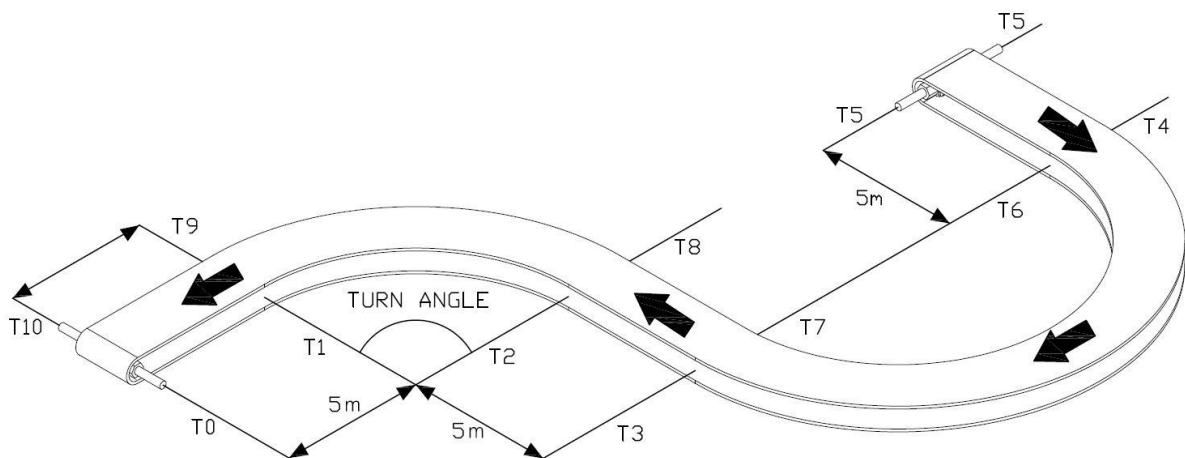
**ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างสายพานกับ Wear Strip ด้านข้าง**

Friction Coefficient Between Conveyor Belt Edge & Rail Strip						
Conveyor Belt Turning Angle	$F_C \leq 0.15$		$F_C \leq 0.2$		$F_C \leq 0.3$	
	$C_a$	$C_b$	$C_a$	$C_b$	$C_a$	$C_b$
$\geq 15^\circ$	1.04	0.023	1.05	0.021	1.00	0.023
$\geq 30^\circ$	1.08	0.044	1.11	0.046	1.17	0.048
$\geq 45^\circ$	1.13	0.073	1.17	0.071	1.27	0.075

$\geq 60^\circ$	1.17	0.094	1.23	0.096	1.37	0.10
$\geq 90^\circ$	1.27	0.15	1.37	0.15	1.6	0.17
$\geq 180^\circ$	1.6	0.33	1.88	0.37	2.57	0.44

### ตัวอย่างการคำนวณ

ระบบสายพานลำเลียงชุดหนึ่งมีลักษณะเป็นสายพานแบบโค้ง  $90^\circ$  เชื่อมต่อกับสายพานแบบโค้ง  $180^\circ$  สายพานดังกล่าวทำด้วยวัสดุ Polypropylene (PP.) โดยมีน้ำหนักเท่ากับ  $4 \text{ kg/m}^2$  มีขนาดหน้ากว้างของสายพานเท่ากับ  $200 \text{ mm}$ . ในส่วนของ Wear strip นั้นผลิตจาก Acetal ระบบสายพานดังกล่าวสร้างขึ้นเพื่อลำเลียงกล่องพัสดุหนักเท่ากับ  $2 \text{ kg/m}^2$  ความเร็วใช้งานสายพานเท่ากับ  $20 \text{ m/min}$  นำไปใช้งานในสภาวะแวดล้อมที่แห้ง จงหาแรงดึงรวมของสายพานและขนาดมอเตอร์ของระบบสายพานดังกล่าว



วิธีทำ จากโจทย์สามารถทราบตัวแปรได้ดังนี้

$$W_B = 4 \text{ kg/m}^2$$

$$W_p = 2 \text{ kg/m}^2$$

$$L_p = 5 \text{ m}$$

$$L_R = 5 \text{ m}$$

$$F_c = 0.1 + 0.25 = 0.35$$

$$R_I = 200 \times 2.5 = 500 \text{ mm}$$

$$v = 20 \text{ m/min}$$

$$C_a @ 90^\circ = 1.27$$

$$C_b @ 90^\circ = 0.15$$

$$C_a @ 180^\circ = 1.6$$

$$C_b @ 180^\circ = 0.33$$

$$B_w = 200 \text{ mm}$$

$$R_O = 500 + 200 = 700 \text{ mm} = 0.7 \text{ m}$$

หมายเหตุ : ค่า  $F_c$  ในการใช้งานจริงต้องบวก 0.25 ซึ่งเป็นค่าแฟกเตอร์ที่เกิดจาก

- 1.) ความสกปรกจากการใช้งาน
- 2.) ขาดการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ

การเริ่มต้นการคำนวณจะเริ่มคำนวณจากจุดที่สายพานด้าน Return โดยให้ค่าแรงดึง  $T_0 = 0$

T<sub>1</sub> ลักษณะสายพานเป็นทางตรง สามารถคำนวณแรงดึงสายพานทางตรงด้านล่างได้จากสูตร

$$T_N = T_{N-1} + (F_C \times L_R \times W_B)$$

$$T_1 = T_0 + (F_C \times L_R \times W_B)$$

$$T_1 = 0 + (0.35 \times 5 \times 4)$$

$$T_1 = 7 \text{ kg/m}$$

T<sub>2</sub> ลักษณะสายพานเป็นทางโค้งทำมุม 90° สามารถคำนวณแรงดึงสายพานทางโค้งด้านล่างได้จากสูตร

$$T_N = (C_a \times T_{N-1}) + (C_b \times F_C \times R_O) \times (W_B)$$

$$T_2 = (C_a \times T_1) + (C_b \times F_C \times R_O) \times (W_B)$$

$$T_2 = (1.27 \times 7) + (0.15 \times 0.35 \times 0.7) \times (4)$$

$$T_2 = 9.04 \text{ kg/m}$$

T<sub>3</sub> ลักษณะสายพานเป็นทางตรง สามารถคำนวณแรงดึงสายพานทางตรงด้านล่างได้จากสูตร

$$T_N = T_{N-1} + (F_C \times L_R \times W_B)$$

$$T_3 = T_2 + (F_C \times L_R \times W_B)$$

$$T_3 = 9.04 + (0.35 \times 5 \times 4)$$

$$T_3 = 16.04 \text{ kg/m}$$

T<sub>4</sub> ลักษณะสายพานเป็นทางโค้งทำมุม 180° สามารถคำนวณแรงดึงสายพานทางโค้งด้านล่างได้จากสูตร

$$T_N = (C_a \times T_{N-1}) + (C_b \times F_C \times R_O) \times (W_B)$$

$$T_4 = (C_a \times T_3) + (C_b \times F_C \times R_O) \times (W_B)$$

$$T_4 = (1.6 \times 16.04) + (0.33 \times 0.35 \times 0.7) \times (4)$$

$$T_4 = 25.99 \text{ kg/m}$$

T<sub>5</sub> ลักษณะสายพานเป็นทางตรง สามารถคำนวณแรงดึงสายพานทางตรงด้านล่างได้จากสูตร

$$T_N = T_{N-1} + (F_C \times L_R \times W_B)$$

$$T_5 = T_4 + (F_C \times L_R \times W_B)$$

$$T_5 = 25.99 + (0.35 \times 5 \times 4)$$

$$T_5 = 32.99 \text{ kg/m}$$

**T<sub>6</sub>** ลักษณะสายพานเป็นทางตรง สามารถคำนวณแรงดึงสายพานทางตรงด้านบนได้จากสูตร

$$T_N = T_{N-1} + F_C \times L_P \times (W_B + W_P)$$

$$T_6 = T_5 + F_C \times L_P \times (W_B + W_P)$$

$$T_6 = 32.99 + 0.35 \times 5 \times (4 + 2)$$

$$T_6 = 43.49 \text{ kg/m}$$

**T<sub>7</sub>** ลักษณะสายพานเป็นทางโค้งทำมุม 180° สามารถคำนวณแรงดึงสายพานทางโค้งด้านบนได้จากสูตร

$$T_N = (C_a \times T_{N-1}) + (C_b \times F_C \times R_O) \times (W_B + W_P)$$

$$T_7 = (C_a \times T_6) + (C_b \times F_C \times R_O) \times (W_B + W_P)$$

$$T_7 = (1.6 \times 43.49) + (0.33 \times 0.35 \times 0.7) \times (4 + 2)$$

$$T_7 = 70.07 \text{ kg/m}$$

**T<sub>8</sub>** ลักษณะสายพานเป็นทางตรง สามารถคำนวณแรงดึงสายพานทางตรงด้านบนได้จากสูตร

$$T_N = T_{N-1} + F_C \times L_P \times (W_B + W_P)$$

$$T_8 = T_7 + F_C \times L_P \times (W_B + W_P)$$

$$T_8 = 70.07 + 0.35 \times 5 \times (4 + 2)$$

$$T_8 = 80.57 \text{ kg/m}$$

**T<sub>9</sub>** ลักษณะสายพานเป็นทางโค้งทำมุม 90° สามารถคำนวณแรงดึงสายพานทางโค้งด้านบนได้จากสูตร

$$T_N = (C_a \times T_{N-1}) + (C_b \times F_C \times R_O) \times (W_B + W_P)$$

$$T_9 = (C_a \times T_8) + (C_b \times F_C \times R_O) \times (W_B + W_P)$$

$$T_9 = (1.27 \times 80.57) + (0.15 \times 0.35 \times 0.7) \times (4 + 2)$$

$$T_9 = 102.54 \text{ kg/m}$$

$T_{10}$  ลักษณะสายพานเป็นทางตรง สามารถคำนวณแรงดึงสายพานทางตรงด้านบนได้จากสูตร

$$T_N = T_{N-1} + F_C \times L_P \times (W_B + W_P)$$

$$T_{10} = T_9 + F_C \times L_P \times (W_B + W_P)$$

$$T_{10} = 102.54 + 0.35 \times 5 \times (4 + 2)$$

$$T_{10} = 113.04 \text{ kg/m}$$

ดังนั้นในระบบสายพานจะมีค่าแรงดึงทั้งหมดเท่ากับ 113.04 kg/m

เลือกสายพานโค้งรุ่น 500B ที่มีแรงดึงทางโค้ง 676kg/m.> 113.04 kg/m...OK

**Modular Belt 500B**

Pitch: 25mm  
 Minimum Width: 165mm  
 Open Area: 36%  
 Approved: FDA  
 Rod: Ø 5mm  
 Flight: No  
 Side Guard: Yes  
 Curve: Yes



บริษัท คอนเวเยอร์ไกด์ จำกัด  
**CONVEYOR GUIDE CO.,LTD**  
 E-mail: info@conveyorguide.co.th  
 www.conveyorguide.co.th  
 Line ID: @cg1356 Tel: 090-907-6077 , 02-992-1025 / Fax 02-992-1022



Pitch: 25mm Minimum Width: 165mm Open Area: 36% Approved: FDA Rod: Ø 5mm Flight: Yes Side Guard: Yes Curve: Yes	
--	--

**Data**

Belt Material	Belt Strength				Temperature		Belt Weight (Kg/M <sup>2</sup> )
	Straight		Curve		°C (min.)	°C (max.)	
	Kg/M(BW)	NM(BW)	Kg/M(BW)	NM(BW)			
Polypropylene	1060	10600	676	6760	1	100	5.0
Polyethylene	1030	10300	476	4760	-60	60	5.2
Acetal	1720	17200	865	8650	-40	80	9.6
Nylon	1520	15200	672	6720	1	180	7.0

BW – Belt Width

**Color Table**

Polypropylene					Polyethylene					Acetal					Nylon				
W	G	N	DB	B	W	G	N	DB	B	W	G	N	DB	B	W	G	N	DB	B
●	●						●			●									●

W-White, G-Gray, N-Nature, DB-Dark brown, B-Blue

**Friction Table**

Belt Material	Friction Wear strips & Products							
	UHMW	HDPE	Steel	Glass	SUS	Plastic	Cardboard	Aluminum
Polypropylene	0.32	0.24	0.15	0.09	0.13	0.08	0.15	0.25
Polyethylene	0.13	0.11	0.26	0.19	0.31	0.16	0.21	0.41
Acetal	0.11	0.09	0.27	0.16	0.26	0.15	0.19	0.28
Nylon	0.18	0.13	0.25	0.16	0.26	0.16	0.19	0.27

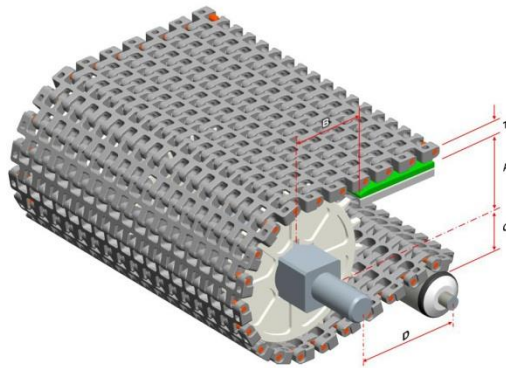
SUS – Stainless Steel

**Equivalent type with other Brand**

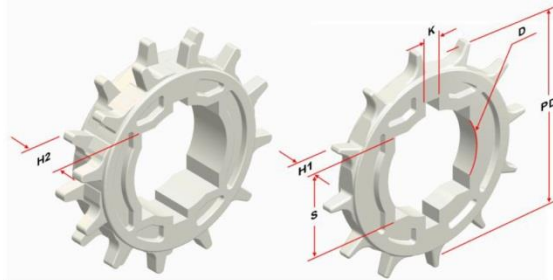
Brand Name	Intralox	UNI	Rexnord	MCC	Habasit	KVP
Series & Type	2200	SNB	1200		M2500	610
	2400		7956		M3800	

The above content is only for reference.



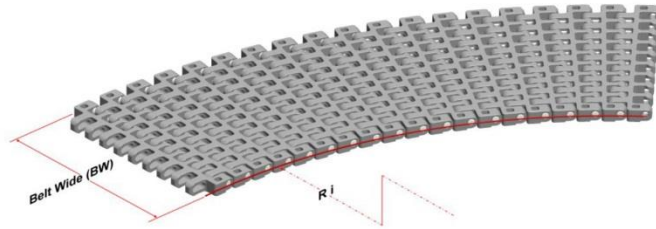


Conveyor Frame Dimensions					Unit : mm
No. Teeth	A ( Min.)	B ( Min.)	C ( Max.)	D ( Min.)	T
12	41	52	57.5	250	11
15	52	60	77	250	
18	64	60	65	250	
24	89	100	106.5	300	



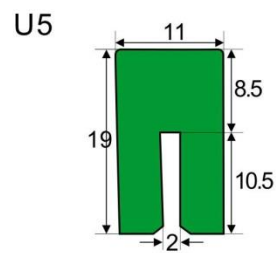
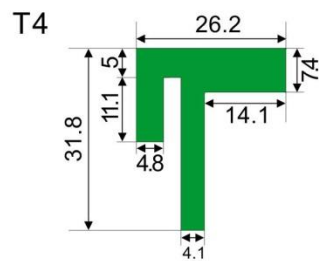
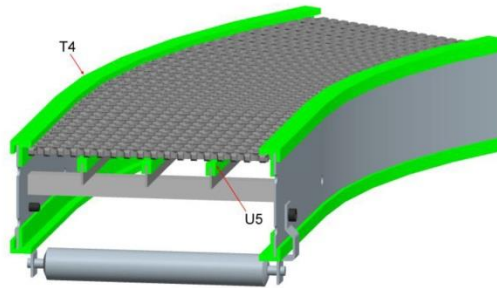
Sprocket Dimensions						Unit: mm
No. Teeth	PD	S	D	H1	H2	K
12	93	38.5/40.5	30.5/35.5/46.5/47.5	18	-	7X7
18	145	38.5/40.5	30.5/45.5/47.5	18	-	7X7
24	190	38.5/40.5/50.5/60.5	-	30	-	-
12-2R	93	38.5/40.5	45.5/47.5	-	20	8x8
15-2R	120	38.5/40.5	45.5/47.5	-	20	8x8
18-2R	145	38.5/40.5	45.5/47.5	-	20	8x8
21-2R	172	40.5	-	-	35	8x8
24-2R	190	38.5/40.5/60.5	-	-	35	-

### Design Guide Summary



- The minimum turning radius (inside) is 2.2 times of belt width under all feasible belt Width, 2.5 times of belt width is the most optimal.
- The minimum straight run section near driving shaft and idling shaft of Radius belt must be 2 times of the belt width in length.
- The minimum straight run section between two turns of opposing direction must be 2 times of the belt width in Length.

### Guide Rail & Wear Strips



- We have different kinds of guide rail and wear strips for your choice; for more information, please consult our sales team.

เมื่อทราบค่าแรงดึงทั้งหมดของสายพาน สามารถคำนวณหากำลังมอเตอร์ได้จากสูตร

$$PM = \frac{T (total) * 9.81 * Bw * v}{60 * 80\%}$$

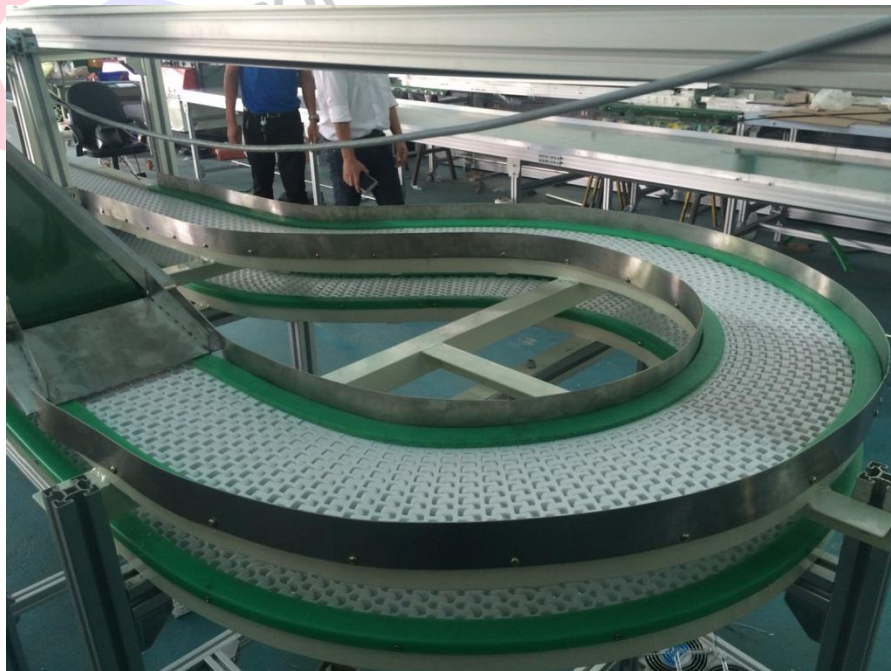
$$P_M = ((113.04 * 9.81 * 0.2 * 20) \div 60) \div 80\%$$

$$P_M = 92.41 \text{ W or } 0.092 \text{ kW}$$

ดังนั้นเราจึงเลือกมอเตอร์ขับเคลื่อนขนาด **0.1 kW หรือ 1/8 hp**

**หมายเหตุ :** คำแนะนำในการออกแบบระบบสายพานแบบโค้ง

- 1.) ต้องมีระยะทางตรงก่อนเข้าด้านมอเตอร์ขับเคลื่อน(Drive Shaft) และระยะทางตรงก่อนถึงเพลาดำตาม(Idle Shaft) หลังออกจากโค้งหรือก่อนเข้าโค้งเท่ากับหรือมากกว่า 2 เท่าของระยะหน้ากว้างสายพาน
- 2.) ระยะรัศมีความโค้งด้านใน (Inside Radius)น้อยที่สุด เท่ากับหรือมากกว่า 2.2 เท่า ของระยะหน้ากว้างสายพาน (แนะนำให้ใช้ระยะ 2.5 เท่าของหน้ากว้างสายพานขึ้นไป)
- 3.) ระยะทางตรงที่เชื่อมต่อระหว่างสอง โค้งอย่างน้อยต้องเท่ากับหรือมากกว่า 2 เท่า ของระยะหน้ากว้างสายพาน



**ตัวอย่างสายพานโค้งรุ่น 500 B ที่ทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว**



ตัวอย่างโครงสร้างสายพานโค้งรุ่น 500 B ที่ทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว



ตัวอย่างสายพานโค้งรุ่น 500 B ที่ทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว





ตัวอย่างสายพานโค้งรุ่น 500 B ที่ทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว

### ความในใจของทีมงานคอนเวเยอร์ไกด์

เป็นความตั้งใจของทีมงานที่จะไม่นำเสนอเรื่องที่คนอื่นจัดให้มากอยู่แล้วเช่น เรื่องแคตตาล็อก (Catalog) ต่างๆ แต่เราจะนำเสนอเรื่องราวความรู้ในแง่มุมของ **หลักการ(Principle)** และ **เหตุผล (Reasons)** ว่าจะต้องทำ **ยังไง(How)** และ **ทำไม(Why)** จะต้องทำอย่างนั้น ซึ่งเป็นเรื่องที่หาข้อมูลได้ยากพอสมควร แม้แต่ในตำราก็ไม่เคยบอกไว้ และก็ไม่มีใครเขาอยากจะทำกัน หรือ ดั่งนั้นเนื้อหาบางเรื่องจึงเป็นเรื่องที่ผ่านการลงพื้นที่จริงของทีมงานแล้วนำมาวิเคราะห์บอกกล่าวผู้อ่านกันเอง

ลองตามมาเลยครับถ้าเป็น **เรื่องสายพานลำเลียง (Conveyor Belt)** ไม่ว่าจะเป็นสายพานยางดำ (Rubber Belt), **สายพานกระพ้อ (Elevator Belt)** **สายพานพลาสติกโมดูลาร์ (Modular Belt)** สายพาน PVC BELT , PU BELT , , **สายพานท็อปเชน(Flat Top Chain)** ทีมงานวิศวกรจาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่มีเบื้องหลังและประสบการณ์การทำงานด้านระบบสายพานลำเลียงทั้งระบบสายพานลำเลียงทั้งขนาดใหญ่(Heavy Duty)ที่และขนาดเบา(Light Duty) ร่วมกันแบ่งปันความรู้กับท่านผู้อ่านผ่าน website นี้

ยินดีแชร์กันทุกแง่มุม ตั้งแต่ การออกแบบ การผลิต การเลือก การเก็บรักษา การบำรุงรักษา การซ่อมแซม การต่อสายพาน การใช้งาน การ Modify มีของเท่าไรพร้อมหมด **ไม่มีก็ ไม่มีดิ่ง ไม่มีเม้ม เปิดๆกันไปเลย เราบริการ ดัง MOTTO “ บอกทุกเรื่อง...ที่คนอื่นไม่ยอมให้**

คุณรู้ “เสิร์ฟข่าวสาร อาหารสมอง” อย่างจริงจังๆ “ตอบโจทย์เฉพาะเรื่อง....ครบเครื่องเรื่องสายพาน”



บริษัท คอนเวเยอร์ไกด์ จำกัด  
**CONVEYOR GUIDE CO.,LTD**

E-mail: [info@conveyorguide.co.th](mailto:info@conveyorguide.co.th)

[www.conveyorguide.co.th](http://www.conveyorguide.co.th)

Line ID: @cg1356 Tel: 090-907-6077 , 02-992-1025 / Fax.02-992-1022



สนใจสอบถามได้ที่

**ID LINE : @cg1356 (ตอบเร็วมาก)**

**E-mail : [info@conveyorguide.co.th](mailto:info@conveyorguide.co.th)**

**Tel : 090-907-6077 , 02-992-1025 , 083-131-8644**