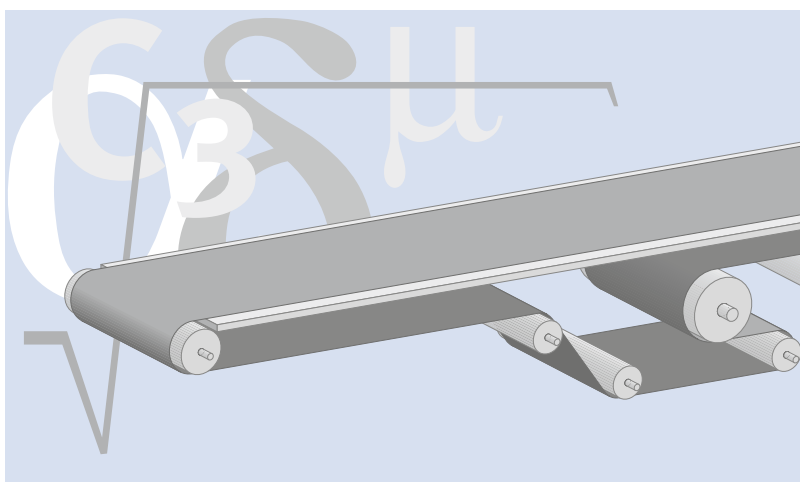


# siegling transilon

สายพานลำเลียงและสายพานการผลิต

## วิธีการคำนวณ – สายพานลำเลียง



### สารบัญ

- 2 บทนำ
- 3 คำศัพท์เฉพาะทาง
- 5 ระบบการลำเลียงสินค้าของอุปกรณ์
- 11 การกำหนดขนาดระบบการยกขึ้นที่ขึ้นกับแรง
- 12 ระบบการลำเลียงสินค้าจำนวนมาก
- 15 ตัวอย่างการคำนวณสำหรับการลำเลียงสินค้าของอุปกรณ์

# บทนำ

แผ่นพับนี้ประกอบด้วยสมการขั้นสูง รูปภาพ และคำแนะนำ จากประสบการณ์อันยาวนานของเราแต่อย่างไรก็ตามผลที่ได้จากการคำนวณอาจแตกต่างไปจากโปรแกรมการคำนวณ B\_Rex ของเรา (ดาวน์โหลดได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายที่ [www.forbo-siegling.com](http://www.forbo-siegling.com))

เนื่องจากตัวแปรเหล่านี้มีวิธีการได้มาที่ หลากหลาย ขณะที่ B\_Rex ขึ้นอยู่กับการ ตรวจสอบเชิงประจักษ์และต้องการ คำอธิบายรายละเอียดของอุปกรณ์ แต่ วิธีการคำนวณที่แสดงในที่นี้ขึ้นอยู่กับ สมการกายภาพทั่วไปที่ง่าย และเสริมด้วย ปัจจัยบางอย่างที่มีส่วนเพื่อความ ปลอดภัย

ในกรณีส่วนใหญ่ส่วนเพื่อความปลอดภัยในการคำนวณในแผ่นพับนี้จะมี ค่ามากกว่าการคำนวณด้วย B-Rex ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับรูปแบบของ เครื่องมือ สามารถดูได้ในแผ่นพับอ้างอิงหมายเลข 305 “คำแนะนำเกี่ยวกับรูปแบบของอุปกรณ์”

# คำศัพท์เฉพาะทาง

## สัญลักษณ์สำคัญ

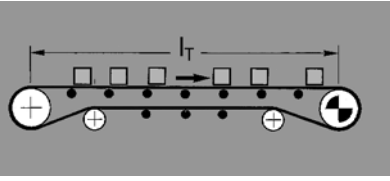
ชื่อ	สัญลักษณ์	หน่วย
ความกว้างของดรัมและตัวหมุน	b	mm
ความกว้างของสายพาน	b <sub>0</sub>	mm
ปัจจัยการคำนวณ	C..	–
เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของดรัมและตัวหมุน	d	mm
เส้นผ่านศูนย์กลางของดรัมที่ขับเคลื่อน	d <sub>A</sub>	mm
ความต้านทานการหมุนของตัวหมุนเสริม	f	–
แรงดึง	F	N
แรงดึงสูงสุดของสายพาน (บนดรัมที่ขับเคลื่อน)	F <sub>1</sub>	N
แรงดึงต่ำสุดของสายพาน (บนดรัมที่ขับเคลื่อน)	F <sub>2</sub>	N
แรงของน้ำหนักที่มีการดึง	F <sub>R</sub>	N
แรงดึงผลลัพธ์	F <sub>U</sub>	N
น้ำหนักของดรัมที่มีการดึง	F <sub>TR</sub>	N
โหลดเพลลาในสภาวะคงตัวของดรัมที่ขับเคลื่อน	F <sub>WA</sub>	N
ค่าเริ่มต้นของโหลดเพลลา	F <sub>W initial</sub>	N
โหลดเพลลาในสภาวะคลายตัวของดรัมย้อนกลับ	F <sub>WU</sub>	N
ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (9.81m/s <sup>2</sup> )	g	m/s <sup>2</sup>
ความแตกต่างของรัศมีของดรัม (บนสุด)	h	mm
ความสูงในการลำเลียง	h <sub>T</sub>	m
แรงดึงของสายพานในสภาวะคลายตัวที่ 1% ของการยึดต่อหน่วยความกว้าง	k <sub>1%</sub>	N/mm
ระยะ pitch ของตัวหมุนเสริมที่ด้านบน	l <sub>0</sub>	mm
ความยาวในการส่งกำลัง	l <sub>S</sub>	mm
ระยะ pitch ของตัวหมุนเสริมที่ด้านย้อนกลับ	l <sub>u</sub>	mm
ความยาวของสายพานในทางเรขาคณิต	L <sub>g</sub>	mm
ความยาวของสายพานลำเลียง	l <sub>T</sub>	m
มวลของสินค้าที่มีการลำเลียงตลอดความยาวทั้งหมดที่มีการลำเลียง (โหลดทั้งหมด)	m	kg
มวลของสินค้าที่มีการลำเลียงที่ด้านบนสุด (โหลดทั้งหมด)	m <sub>1</sub>	kg
มวลของสินค้าที่มีการลำเลียงด้านย้อนกลับ (โหลดทั้งหมด)	m <sub>2</sub>	kg
มวลของสายพาน	m <sub>B</sub>	kg
มวลของสินค้าที่มีการลำเลียงต่อความยาว m ที่มีการลำเลียงที่ด้านบน (โหลดเชิงเส้น)	m' <sub>0</sub>	kg/m
มวลของดรัมที่มีการหมุนทั้งหมด ยกเว้นดรัมที่ขับเคลื่อน	m <sub>R</sub>	kg
มวลของสินค้าที่มีการลำเลียงต่อความยาว m ที่มีการลำเลียงที่ด้านย้อนกลับ (โหลดเชิงเส้น)	m' <sub>u</sub>	kg/m
กำลังมอเตอร์เชิงกล	P <sub>M</sub>	kW
กำลังเชิงกลที่คำนวณได้บนดรัมที่ขับเคลื่อน	P <sub>A</sub>	kW
ความทนในการผลิต	Tol	%
สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานเมื่อตัวหมุนมีการหมุน	μ <sub>R</sub>	–
สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของการลำเลียงที่มีการสะสม	μ <sub>ST</sub>	–
สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานเมื่อมีการเคลื่อนที่บนแผ่นรองรับ	μ <sub>T</sub>	–
ความเร็วของสายพาน	v	m/s
ปริมาณการไหลในการลำเลียงสินค้าจำนวนมาก	V̇	m <sup>3</sup> /h
ช่วงการยกขึ้นทั้งหมด	X	mm
การแอ่นของสายพาน	y <sub>B</sub>	mm
การเบี่ยงเบนของดรัม	y <sub>Tr</sub>	mm
ส่วนเพื่อสำหรับช่วงการยกขึ้น	Z	mm
มุมเอียงของอุปกรณ์	α	°
เส้นโค้งสัมผัสบนดรัมที่ขับเคลื่อน (หรือตัวหมุนที่มีการดึง)	β	°
มุมการเปิดของดรัมที่มีการดึง	γ	°
การยืดของสายพาน (ก่อนมีแรงดึงด้วยน้ำหนัก)	ΔL	mm
มุมเอียงที่ยอมรับได้ของสินค้าของอุปกรณ์	δ	°
การยืดเมื่อมีการติดตั้ง	ε	%
การยืดสูงสุดของสายพาน	ε <sub>max</sub>	%
ประสิทธิภาพในการขับเคลื่อน	η	–
ความหนาแน่นของสินค้าที่มีการลำเลียง	ρ <sub>S</sub>	kg/m <sup>3</sup>



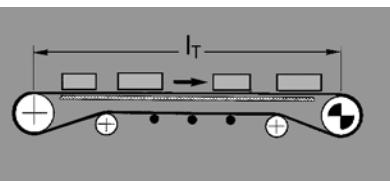
# ระบบการลำเลียงสินค้าของอุปกรณ์

โหลดตัวอย่างเพื่อสร้างแรงดึงผลลัพธ์สูงสุด  $F_U$  [N]

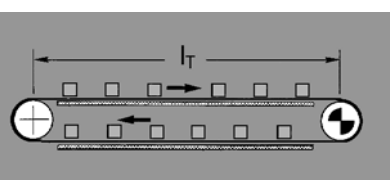
$m = l_T \cdot \text{น้ำหนักของสินค้าที่ลำเลียงต่อเมตร}$   
 $F_U = \mu_R \cdot g \cdot (m + m_B + m_R)$  [N]



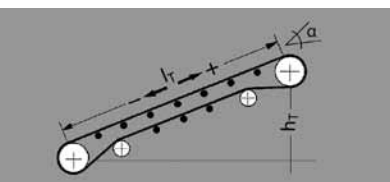
$F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m + \frac{m_B}{2}) + \mu_R \cdot g \cdot (\frac{m_B}{2} + m_R)$  [N]



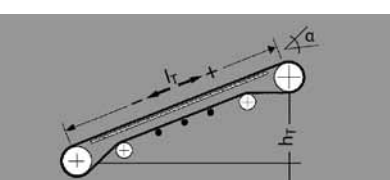
$F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m_1 + m_2 + m_B)$  [N]



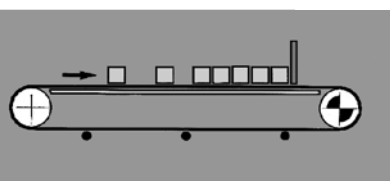
ทิศทางการลำเลียงขึ้น:  
 $F_U = \mu_R \cdot g \cdot (m + m_B + m_R) + g \cdot m \cdot \sin \alpha$  [N]  
 ทิศทางการลำเลียงลง:  
 $F_U = \mu_R \cdot g \cdot (m + m_B + m_R) - g \cdot m \cdot \sin \alpha$  [N]



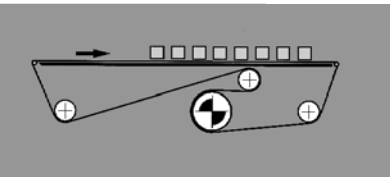
ทิศทางการลำเลียงขึ้น:  
 $F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m + \frac{m_B}{2}) + \mu_R \cdot g \cdot (\frac{m_B}{2} + m_R) + g \cdot m \cdot \sin \alpha$  [N]  
 ทิศทางการลำเลียงลง:  
 $F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m + \frac{m_B}{2}) + \mu_R \cdot g \cdot (\frac{m_B}{2} + m_R) - g \cdot m \cdot \sin \alpha$  [N]



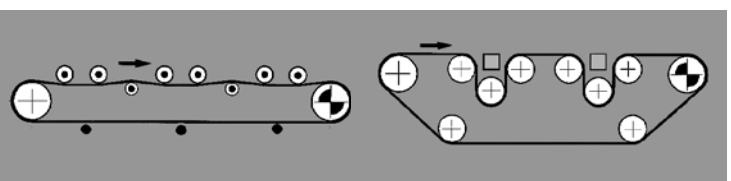
$F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m + \frac{m_B}{2}) + \mu_R \cdot g \cdot (\frac{m_B}{2} + m_R) + \mu_{ST} \cdot g \cdot m$  [N]



$F_U = \text{กรุณาสอบถาม}$  [N]



$F_U = \text{กรุณาสอบถาม}$  [N]



# ระบบการลำเลียงสินค้าของอุปกรณ์

สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน  $\mu S$  สำหรับสารเคลือบชนิดต่างๆ (ข้อแนะนำ)

	0, A0, E0, T, U0, P	NOVO	U1, V1, VH	UH, V2H, U2H, V5H, V10H	TXO (Amp Miser)
$\mu_T$ (แผ่น)	0.33	0.33	0.5	0.5	0.18
$\mu_T$ (แผ่นสไลด์กัวาลาไนซ์)	–	–	–	–	0.24
$\mu_R$ (ตัวหมุน)	0.033	0.033	0.033	0.033	–
$\mu_{ST}$ (สะสม)	0.33	0.33	0.5	0.5	–

หมายเหตุ

ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานที่แสดงมาจากพื้นผิวทั่วไป ซึ่งอาจแปรผันตามการสึกหรอของพื้นผิว โดยจะมีค่าประมาณ 1.5 เท่าของพื้นผิวใหม่ๆ

แรงดึงสูงสุดของสายพาน  $F_1$

$F_1 = F_U \cdot C_1$ [N]	$F_1 = \frac{P_M \cdot \eta \cdot C_1 \cdot 1000}{V}$ [N]
---------------------------	-----------------------------------------------------------

หากคำนวณแรงดึงผลลัพธ์  $F_U$  ได้

หากไม่สามารถคำนวณแรงดึงผลลัพธ์  $F_U$  ได้  $F_1$  สามารถสร้างได้จากกำลังของมอเตอร์ ที่มีการติดตั้ง  $P_M$

ปัจจัย  $C_1$  (applies to the drive drums)

Siegling Transilon สารเคลือบด้านล่าง	V3, V5, U2, A5, E3			V1, U1, UH, U2H, V2H, V5H		
เส้นโค้งสัมพัทธ์ $\beta$	180°	210°	240°	180°	210°	240°
<b>ดรัมเหล็กเรียบ</b>						
แห้ง	1.5	1.4	1.3	1.8	1.6	1.5
เปียก	3.7	3.2	2.9	5.0	4.0	3.0
<b>ดรัมที่มีการหุ้ม</b>						
แห้ง	1.4	1.3	1.2	1.6	1.5	1.4
เปียก	1.8	1.6	1.5	3.7	3.2	2.9

Siegling Transilon สารเคลือบด้านล่าง	0, U0, NOVO, E0, A0, T, P			X0 (Amp Miser)		
เส้นโค้งสัมพัทธ์ $\beta$	180°	210°	240°	180°	210°	240°
<b>ดรัมเหล็กเรียบ</b>						
แห้ง	2.1	1.9	1.7	3.3	2.9	2.6
เปียก	ไม่แนะนำ			ไม่แนะนำ		
<b>ดรัมที่มีการหุ้ม</b>						
แห้ง	1.5	1.4	1.3	2.0	1.8	1.7
เปียก	2.1	1.9	1.7	ไม่แนะนำ		

เส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดของดรัมที่ขับเคลื่อน  $d_A$

$d_A = \frac{F_U \cdot C_3 \cdot 180}{b_0 \cdot \beta}$ [mm]
--------------------------------------------------------------

**ปัจจัย C<sub>2</sub> การตรวจสอบชนิดของสายพาน Transilon ที่เลือก**

ในกรณีที่มีการเจาะรูสายพาน การคำนวณการทนโหลดสายพานตามแนวกว้าง b<sub>0</sub> จะขึ้นอยู่กับจำนวนรูที่ทำการเจาะ ซึ่งจะมีค่าลดลงตามภาคตัดขวาง การลดค่าทนโหลดตามแนวกว้าง b<sub>0</sub> ลง 20% สำหรับกรณีที่สายพานมีการเจาะรู ซึ่งเป็นแนวทางที่ควรนำมาพิจารณา

$\frac{F_1}{b_0} \leq C_2 \left[ \frac{N}{mm} \right]$  หากค่า  $\frac{F_1}{b_0}$  มากกว่า C<sub>2</sub>,  
จะต้องใช้สายพานที่มีความแข็งแรงมากกว่า (มีค่า k<sub>1%</sub> มากกว่า)

C<sub>2</sub> เป็นค่าแรงดึงสูงสุดในหน่วยเมตรริก ที่สายพานแต่ละชนิดจะได้รับได้  
C<sub>2</sub> = ε<sub>max</sub> · k<sub>1%</sub>

ในรายละเอียดสเปคสินค้าของสายพานแต่ละชนิดจะมีการยึดสูงสุดของสายพาน ε<sub>max</sub> maximum elongations ในระหว่างการใช้งานและสามารถนำมาอ้างอิงได้ กรณีที่ไม่สามารถหารายละเอียดสเปคสินค้าได้ สามารถใช้การประมาณเพื่อใช้งานอย่างคร่าวๆ ตามตารางข้างล่างนี้ (แต่ไม่รับประกัน)

ชั้นแรงดึงสายพาน	เส้นใยโพลีเอสเตอร์แบบมาตรฐาน („E“)	เส้นใยโพลีเอสเตอร์แบบไฮเทค („E .../H“)	เส้นใยออรามิด („AE“)	เส้นใยแบบยืดหยุ่น („EL“)
ตัวอย่างของประเภทชนิด	E 2/1, E3/1, E 4/2, E 6/1, NOVO, E 8/2, E 10/M, E 12/2, E15/2, E 15/M, E 18/3, E 20/M, E 30/3, E 44/3	E 8/H, E 18/H	AE 18/H, AE 48/H, AE 80/3, AE 100/3, AE 140/H, AE 140/3	EL 0/V
ε <sub>max</sub> ในรูป %	1.5	1.2	1.0	8

ค่า C<sub>2</sub> แฟคเตอร์ ไม่สามารถนำมาใช้ได้กรณีที่ การทำงานมีอุณหภูมิสูงกว่า 100 °C, กรณีดังกล่าวกรุณาติดต่อตัวแทนของบริษัท

**ปัจจัย C<sub>3</sub> (ใช้กับดรัมที่ขับเคลื่อน)**

Siegling Transilon สารเคลือบด้านล่าง	V3, V5, U2, A5, E3	V1, U1, UH	O, U0, NOVO, T, P
<b>ดรัมเหล็กเรียบ</b>			
แห้ง	25	30	40
เปียก	50	ไม่แนะนำ	ไม่แนะนำ
<b>ดรัมที่มีการหุ้ม</b>			
แห้ง	25	25	30
เปียก	30	40	40

**ความสามารถเชิงกลของดรัมที่ขับเคลื่อนที่คำนวณได้ P<sub>A</sub>**

$P_A = \frac{F_u \cdot v}{1000}$  [kW]

**ความสามารถเชิงกลที่ต้องการ P<sub>M</sub>**

$P_M = \frac{P_A}{\eta}$  [kW] = มอเตอร์มาตรฐานขนาดใหญ่ที่สุดถัดไปจะถูกเลือก

**จุดจำกัดของความยืดของสายพาน ณ จุดปรับตั้ง**

ชั้นแรงดึงสายพาน	เส้นใยโพลีเอสเตอร์แบบมาตรฐาน („E“)	เส้นใยโพลีเอสเตอร์แบบไฮเทค („E .../H“)	เส้นใยออรามิด („AE“)	เส้นใยแบบยืดหยุ่น („EL“)
ค่าความยืดต่ำสุด ณ จุดปรับตั้ง [%]	0.3	0.2	0.15	1.5
ค่าความยืดสูงสุด ณ จุดปรับตั้ง [%]	1.0	0.8	0.8	5.0

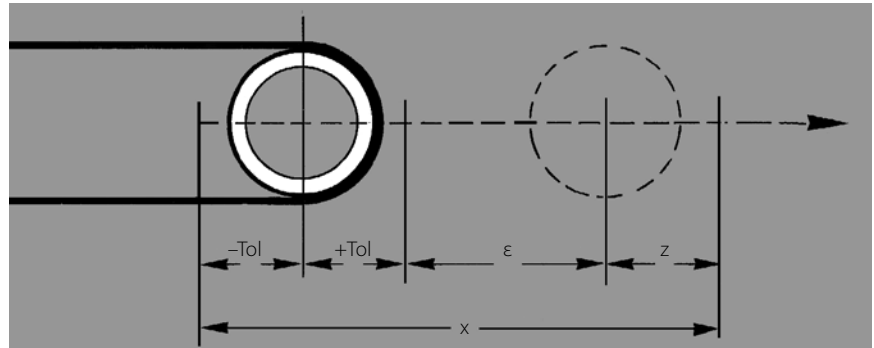
ตารางแสดงค่า C<sub>2</sub> แฟคเตอร์ ชนิดของชั้นแรงดึงต่างๆของสายพาน

# ระบบการลำเลียงสินค้าของอุปกรณ์

## ช่วงการยกขึ้นสำหรับระบบการยกขึ้นที่มีการทำงานแบบหมุน

ปัจจัยต่อไปนี้จะต้องการพิจารณาเมื่อมีการสร้างช่วงการยกขึ้น:

1. ขนาดการยึดที่เหมาะสมเมื่อมีการติดตั้งสายพาน  $\epsilon$  เป็นผลมาจากการไหล ในการสร้างค่า  $\epsilon$  ดูหน้าที่ 7 และ 8
2. ความทนในการผลิต (Tol) ของสายพานตามการพิจารณาความยาว



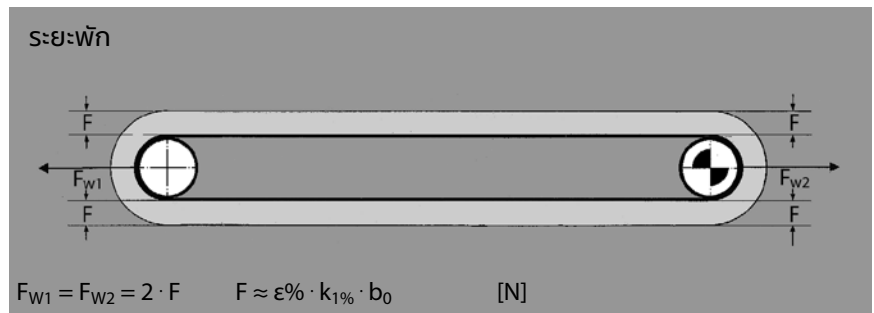
3. อิทธิพลใดๆ จากภายนอกที่อาจทำให้มีการยึด (การดึง) มากกว่าปกติ

หรืออาจต้องการส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัย เช่น ผลกระทบของอุณหภูมิ การทำงานแบบหยุดและไป

โดยทั่วไปแล้วการยึดเมื่อทำการติดตั้งที่อยู่ในช่วงประมาณ 0.2 – 1 % ซึ่งขึ้นอยู่กับโหลดนั้น มีค่าเพียงพอเพื่อให้ช่วงของการยกขึ้นแบบปกติ  $x$  ของประมาณ 1 % ของความยาวของสายพานนั้นมีค่าเพียงพอ

## ข้อแนะนำสำหรับโหลดของเพลลาที่ระยะพักด้วยแรงดึง F

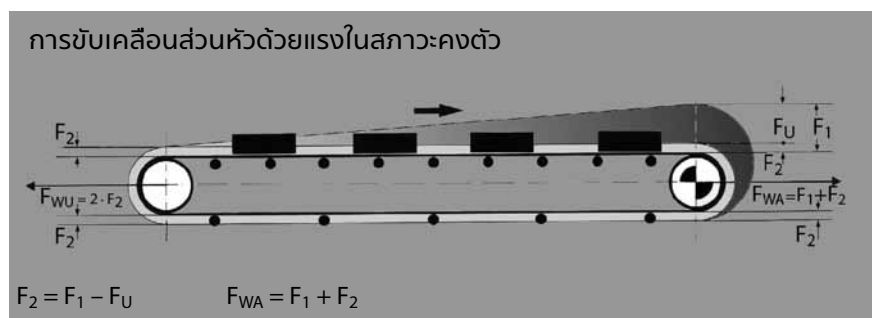
เมื่อท่านทำการประเมินโหลดของเพลลาโปรดประเมินระดับความแตกต่างของแรงดึงของสายพานเมื่อสายพานลำเลียงอยู่ในระยะพักและในสภาวะคงตัว



## ข้อแนะนำสำหรับการยึดเมื่อมีการติดตั้ง $\epsilon$ สำหรับการขับเคลื่อนส่วนหัว

การยึดสูงสุดเมื่อมีการติดตั้งสำหรับการขับเคลื่อนส่วนหัว:

$$\epsilon \approx \frac{F_U/2 + 2 \cdot F_2}{2 \cdot k_{1\%} \cdot b_0} \quad [\%]$$



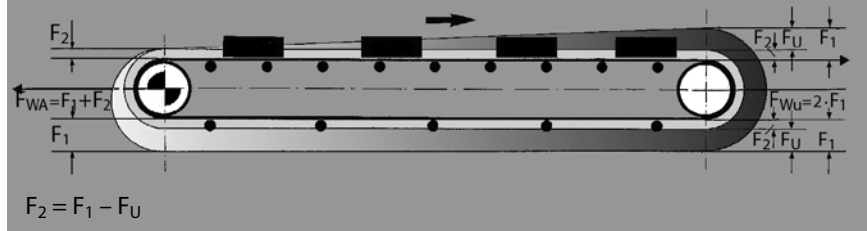


## ข้อแนะนำสำหรับการยึดเมื่อมีการติดตั้ง $\varepsilon$ สำหรับการขับเคลื่อนส่วนท้าย

การยึดสูงสุดเมื่อมีการติดตั้งสำหรับการขับเคลื่อนในด้านย้อนกลับ:

$$\varepsilon = \frac{F_U/2 + 2 \cdot F_2 + F_U}{2 \cdot k_{1\%} \cdot b_0} \quad [\%]$$

การขับเคลื่อนส่วนท้ายด้วยแรงในสภาวะคงตัว

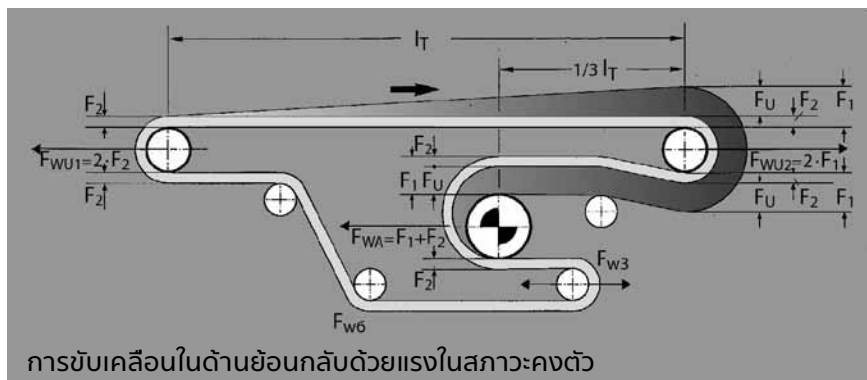


## ข้อแนะนำสำหรับการยึดเมื่อมีการติดตั้ง $\varepsilon$ สำหรับการขับเคลื่อนในด้านย้อนกลับ

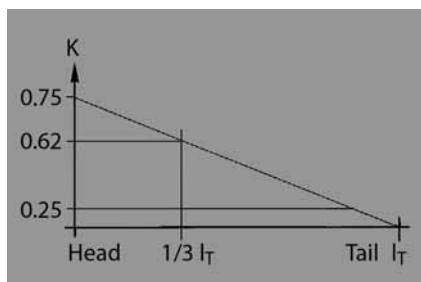
การยึดต่ำสุดเมื่อมีการติดตั้งสำหรับการขับเคลื่อนส่วนหัว:

$$\varepsilon = \frac{F_U (C_1 - K)}{k_{1\%} \cdot b_0} \quad [\%]$$

- K สำหรับการขับเคลื่อนส่วนหัว = 0.75
- K สำหรับการขับเคลื่อนด้านย้อนกลับ = 0.62
- K สำหรับการขับเคลื่อนส่วนท้าย = 0.25



การขับเคลื่อนในด้านย้อนกลับด้วยแรงในสภาวะคงตัว



# ระบบการลำเลียงสินค้าของอุปกรณ์

## ข้อแนะนำสำหรับเพลลาของไหลในสภาวะคงตัว

ดรัมขับเคลื่อนทั่วไป  $\beta = 180^\circ$

$$F_{WA} = F_1 + F_2 \quad [N]$$

ดรัมส่วนท้ายทั่วไป  $\beta = 180^\circ$

$$F_{W3} = 2 \cdot F_2 \quad [N]$$

ตัวหมุนที่ตรงทั่วไป  $\beta = 60^\circ$

$$F_{W6} = 2 \cdot F_2 \cdot \sin(\beta/2) \quad [N]$$

ดรัมขับเคลื่อนทั่วไป  $\beta \neq 180^\circ$

$$F_{WA} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \beta} \quad [N]$$

## โหลดของเพลลาเมื่อมีการดึงสายพาน

ส่วนประกอบที่ถูกแรงดึงทำมาจากวัสดุสังเคราะห์ที่มีพฤติกรรมการคลายตัวอย่างมีนัยยะสำคัญ เป็นผลให้ค่า  $k_1\%$  ที่มีการคลายตัวถูกนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการคำนวณสายพานในสายการผลิตตามมาตรฐาน ISO 21181 ซึ่งอธิบายคุณสมบัติการยืดด้วยแรงในระยะยาวที่เป็นไปได้ของวัสดุสายพานได้ด้วยความเค้นเนื่องจากการเบนและการเปลี่ยนแปลงโหลดทำให้มีการคำนวณแรง  $F_w$

ซึ่งหมายความว่า จะเกิดแรงของสายพาน  $F_{Winitial}$  ที่สูงขึ้นเมื่อมีการดึงสายพาน และจะถูกนำมาพิจารณาเมื่อมีการกำหนดขนาดของดรัมและส่วนประกอบ (ใบเรียง) ค่าต่อไปนี้สามารถใช้เป็นค่าอ้างอิง:

$$F_{Winitial} = F_w \cdot 1.5$$

ในกรณีสำคัญ เราขอแนะนำให้ท่านทำการติดต่อกับวิศวกรประยุกต์ใช้งานของ Forbo Siegling

# การกำหนดขนาดระบบการยกขึ้นที่ขึ้นกับแรง

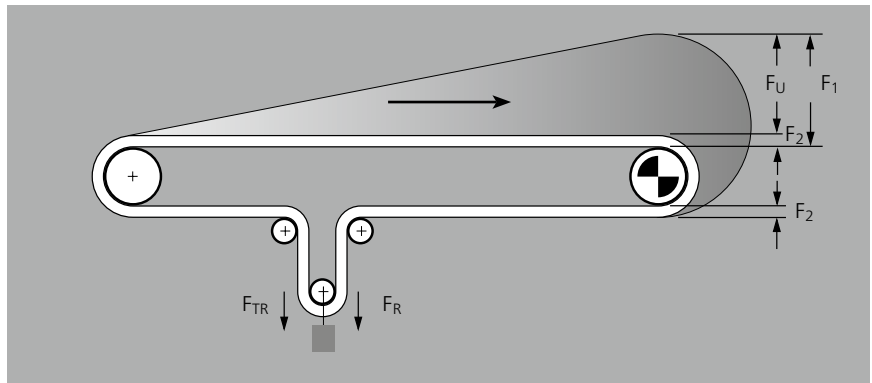
## การสร้าง $F_R$

ในระบบการยกขึ้นที่มีการโหลดน้ำหนักน้ำหนักการดึงจะต้องมีการสร้างแรงดึงสายพานต่ำสุด  $F_2$  เพื่อให้ได้การยึดเกาะของสายพานกับดรัมที่ขับเคลื่อนสมบูรณ์แบบที่สุด (ระบบการยกขึ้นด้วยสปริง ลม และไฮดรอลิกมีการทำงานด้วยหลักการเดียวกัน)

น้ำหนักในการดึงจะต้องสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ระบบการยกขึ้นจะต้องมีการติดตั้งด้านหลังของส่วนขับเคลื่อน การทำงานแบบย้อนกลับไม่สามารถทำได้ ช่วงการยกขึ้นขึ้นอยู่กับแรงดึงผลลัพธ์ แรงดึง  $F_2$  ที่ต้องการการยึดของสายพาน  $\Delta L$  ความทนในการผลิต Tol ส่วนเพื่อเพื่อความปลอดภัยสำหรับการดึง Z และสายพานที่เลือก

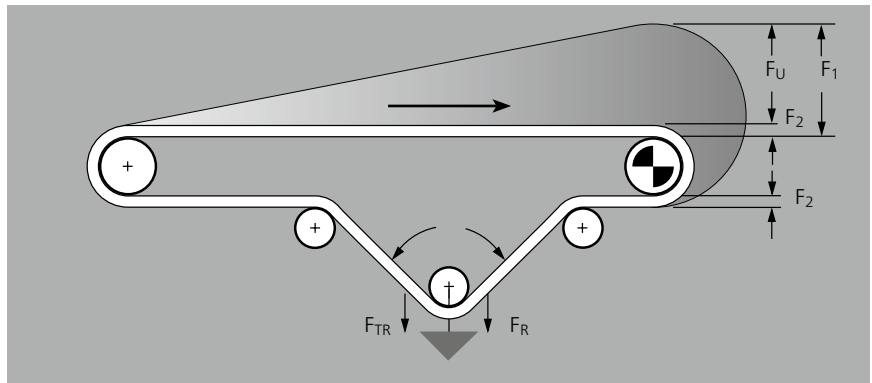
$$F_R = 2 \cdot F_2 - F_{TR} \quad [N]$$

ตัวอย่างการสร้างน้ำหนักการดึง  $F_R$  [N] ที่เส้นโค้งสัมผัส  $180^\circ$  ( $F_{TR}$  = น้ำหนักของดรัมที่มีการดึง [N])



$$F_R = 2 \cdot F_2 \cdot \cos \frac{\gamma}{2} - F_{TR} \quad [N]$$

ตัวอย่างการสร้างน้ำหนักการดึง  $F_R$  [N] ที่มุม  $\gamma$  ตามแผนภาพ ( $F_{TR}$  = น้ำหนักของดรัมที่มีการดึง [N])



## การสร้างการยืดของสายพาน $\Delta L$

ในกรณีที่สายพานไม่ได้อยู่ในแนวนอน ค่าความตึงของสายพานมีการเปลี่ยนแปลงตามระดับของแรงดึงผลลัพธ์ ซึ่งค่าการยืดของสายพาน ( $\Delta L$ ) สามารถคำนวณได้จาก

$$\Delta L = \frac{F_U/4 + F_{TR} + F_R}{k_{1\%} \cdot b_0} \cdot L_g \quad [mm]$$

# ระบบการลำเลียงสินค้าจำนวนมาก

## มุมเอียงตามความยาว $\delta$

ข้อแนะนำสำหรับมุมเอียงตามความยาว  $\delta$  ที่สามารถยอมรับได้ในสินค้าจำนวนมากชนิดต่างๆ มุมเอียงที่แท้จริงของอุปกรณ์  $\alpha$  จะต้องมีค่าน้อยกว่า  $\delta$  ค่าเหล่านี้ขึ้นกับรูปร่างขนาด และคุณสมบัติเชิงกลของอนุภาคของสินค้าที่มีการลำเลียงโดยไม่มีค้ำตั้งถึงสารเคลือบสายพานลำเลียงใดๆ

สินค้าจำนวนมาก	$\delta$ (approx.°)
ถั่วแห้ง	16
ถั่วเปียก	18
ดินชั้น	18 – 20
ธัญพืช ยกเว้นข้าวโอ๊ต	14
ปูนขาว	15
มันฝรั่ง	12
ผงยิปซัม	23
เศษยิปซัม	18
เศษไม้	22 – 24
ปุ๋ยสังเคราะห์	12 – 15

สินค้าจำนวนมาก	$\delta$ (approx.°)
แป้ง	15 – 18
เกลือป่น	15 – 18
เกลือหยาบ	18 – 20
ดินเปียก	18 – 20
ทรายแห้ง เปียก	16 – 22
ถ่านหินเลน	16
น้ำตาลทราย	20
น้ำตาลดิบ	15
ซีเมนต์	15 – 20

## ความหนาแน่นรวมของสินค้าจำนวนมากบางชนิด $\rho_s$

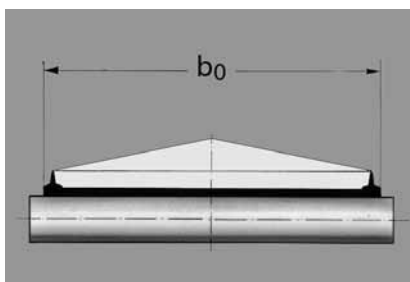
สินค้าที่มีการลำเลียง	ความหนาแน่น $\rho_s$ [ $10^3$ kg/m <sup>3</sup> ]
ถั่วแห้ง เย็น	0.7
ดินชั้น	1.5 – 1.9
ธัญพืช (ยกเว้นข้าวโอ๊ต)	0.7 – 0.85
ไม้เนื้อแข็ง	0.6 – 1.2
ไม้เนื้ออ่อน	0.4 – 0.6
เศษไม้	0.35
ถ่าน	0.2
เมล็ดพืช	0.85
ปูนขาว	1.0 – 1.4
ปุ๋ยสังเคราะห์	0.9 – 1.2
มันฝรั่ง	0.75
เกลือป่น	1.2 – 1.3
เกลือหยาบ	2.1
ผงยิปซัม	0.95 – 1.0

สินค้าที่มีการลำเลียง	ความหนาแน่น $\rho_s$ [ $10^3$ kg/m <sup>3</sup> ]
เศษยิปซัม	1.35
แป้ง	0.5 – 0.6
ก้อนถั่ว	1.2 – 1.5
ดินแห้ง	1.5 – 1.6
ดินเปียก	1.8 – 2.0
ทรายแห้ง	1.3 – 1.4
ทรายเปียก	1.4 – 1.9
เศษสับ	0.15 – 0.35
สารละลายขุ่น	1.0
ถ่านหินเลน	0.4 – 0.6
น้ำตาลทราย	0.8 – 0.9
น้ำตาลดิบ	0.9 – 1.1
อ้อย	0.2 – 0.3

## ปริมาณการ สายพานที่ไหล $V$ สำหรับ มีการวางในแนวราบ

$b_0$ [mm]	400	500	650	800	1000	1200	1400
มุมกอง 0°	25	32	42	52	66	80	94
มุมกอง 10°	40	57	88	123	181	248	326

ตารางแสดงปริมาณการไหลรายชั่วโมง ( $m^3/h$ ) เมื่อสายพานมีความเร็ว  $v = 1$  m/s สายพานลำเลียงมีการวางในแนวราบ มีการสร้างให้มีโครงสร้างตามความยาว T20 สูง 20 mm บนขอบของสายพานที่ผิวหน้าด้านบนสุด



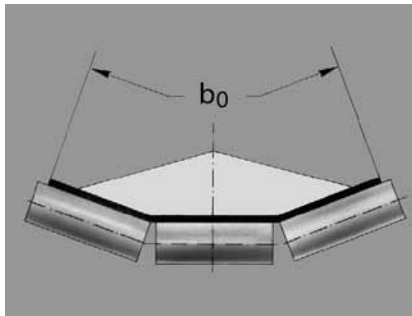
## ปริมาณการไหล V สำหรับสายพานลำเลียง แบบร่อง

ในหน่วย  $m^3/h$  เมื่อสายพานมี  
ความเร็ว 1 m/s

หมายเหตุ:

ภายใต้เงื่อนไขของความเป็นจริง ค่า  
ปริมาณการไหลแทบจะไม่มีทางเท่ากับ  
ค่าในทางทฤษฎีเนื่องจากค่าดังกล่าว  
ได้มาจากการใช้สายพานในแนวนอนที่มี  
โหลดสมบูรณ์แบบเท่านั้น โหลดที่ไม่  
สม่ำเสมอและคุณสมบัติของสินค้าที่  
ลำเลียงสามารถ ลดประมาณ 30%

$b_0$ [mm]	400	500	650	800	1000	1200	1400
<b>มุมของร่อง 20°</b>							
มุมกอง 0°	21	36	67	105	173	253	355
มุมกอง 10°	36	60	110	172	281	412	572
<b>มุมของร่อง 30°</b>							
มุมกอง 0°	30	51	95	149	246	360	504
มุมกอง 10°	44	74	135	211	345	505	703



### ปัจจัย C<sub>6</sub>

ในการลำเลียงบนทางลาดเอียง  
ปริมาณสินค้าในการลำเลียงทาง  
ทฤษฎีมีค่าค่อนข้างน้อย ซึ่งมีการ  
คำนวณจากการใช้ปัจจัย C<sub>6</sub> ซึ่งขึ้นอยู่กับ  
มุมการลำเลียง  $\alpha$

มุมการลำเลียง $\alpha$ [°]	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
ปัจจัย C <sub>6</sub>	1.0	0.99	0.98	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89	0.85	0.81	0.76

### ปัจจัย C<sub>4</sub>

แรงดึงผลลัพธ์เพิ่มเติม เช่น จาก  
เครื่องกวาด หรืออุปกรณ์ทำความสะอาด  
สะอาด ถูกนำมาพิจารณาโดยการ  
รวมเข้ากับปัจจัย C<sub>4</sub>

$I_T$ [m]	25	50	75	100	150	200
ปัจจัย C <sub>4</sub>	2	1.9	1.8	1.7	1.5	1.3

# ระบบการลำเลียงสินค้าจำนวนมาก

ความต้านทานการหมุนสำหรับตัวหมุน  
เสริม f

f = 0.025 สำหรับแบริ่งของตัวหมุน  
f = 0.050 สำหรับแบริ่งของตัวเลื่อน

การสร้างมวลของสินค้าที่มีการลำเลียง m

$$m = \frac{V \cdot \delta_s \cdot l_T \cdot 3.6}{v} \quad [\text{kg}]$$

การสร้างแรงดึงผลลัพธ์  $F_U$

$$F_U = g \cdot C_4 \cdot f \cdot (m + m_B + m_R) \pm g \cdot m \cdot \sin \alpha \quad [\text{N}]$$

(-) เคลื่อนลง  
(+) เคลื่อนขึ้น

การคำนวณสำหรับสินค้าของอุปกรณ์

ระยะ pitch ของตัวหมุนเสริม

ระยะ pitch ของตัวหมุนเสริมขึ้นอยู่กับ  
แรงดึงของสายพานและมวล สมการ  
ต่อไปนี้ใช้ในการคำนวณ:

หากการแอ่นสูงสุด 1% สามารถ  
ยอมรับได้ (นั่นคือ  $y_B = 0.01 l_0$ )

คำแนะนำ  $l_0$  สูงสุด  $\leq 2b_0$   
 $l_0 \approx 2 - 3 l_0$  สูงสุด

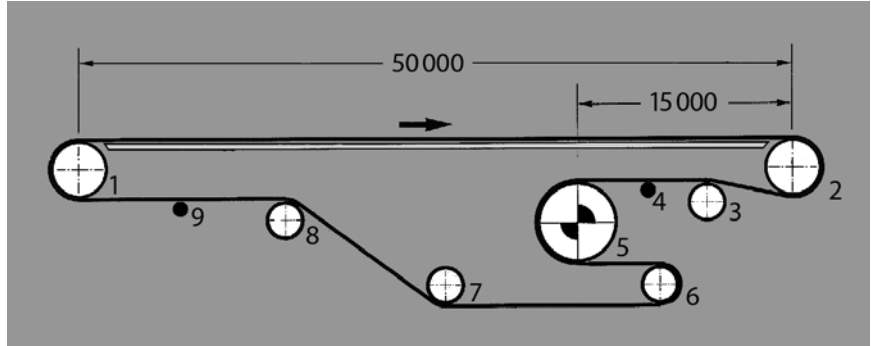
$$l_0 = \sqrt{\frac{y_B \cdot 800 \cdot F}{m'_0 + m'_B}} \quad [\text{mm}]$$

$$l_0 = \frac{8 \cdot F}{m'_0 + m'_B} \quad [\text{mm}]$$

- $l_0$  = ระยะ pitch ของตัวหมุนเสริมที่ด้านบนในหน่วย mm
- $y_B$  = การแอ่นสูงสุดของสายพานลำเลียงในหน่วย mm
- $F$  = แรงดึงของสายพานในตำแหน่งที่เกี่ยวข้องในหน่วย N
- $m'_0 + m'_B$  = น้ำหนักของสินค้าที่มีการลำเลียงและสายพานในหน่วย kg/m

# ตัวอย่างการคำนวณสำหรับการลำเลียงสินค้าของอุปกรณ์

ในระบบการจัดเรียงสินค้า สายพานลำเลียง จะมีการโหลดสินค้าและส่งไปยังศูนย์กระจายสินค้า ระบบการลำเลียงในแนวนอนที่รองรับ ด้วยแผ่นกันลื่น ระบบขับเคลื่อนแบบย้อนกลับ ดังที่แสดงในแผนภาพ มีการขับเคลื่อนผ่านทางพื้นผิวบนสุดของสายพาน ดรัมขับเคลื่อนที่มีการหุ้มระบบการดึงที่มีการทำงานแบบ หมุนตัวหมุนเสริม 14 ตัว ชนิดของสายพาน ที่นำเสนอ: Siegling Transilon E 8/2 0/V5H S/MT สีดำ (996141) ที่มี  $k_{1\%} = 8 \text{ N/mm}$ .



ดรัมส่วนท้าย 1, 2, 6  
ตัวหมุนที่มีการดึง 3, 7, 8  
ดรัมขับเคลื่อน 5  
ตัวหมุนเสริม 4, 9  
และดรัมต่างๆ ที่มีการดึง 6.

ความยาวของสายพานลำเลียง IT = 50 m  
ความยาวสายพานเชิงเรขาคณิต Lg = 105000 mm  
ความกว้างของสายพาน  $b_0 = 600 \text{ mm}$   
โหลดทั้งหมด  $m = 1200 \text{ kg}$   
เส้นโค้งสัมผัส  $\beta = 180^\circ$   
 $v = \text{ca. } 0.8 \text{ m/s}$   
มวลของตัวหมุน  $m_R = 570 \text{ kg}$   
(ดรัมทั้งหมด ยกเว้น 5)

## แรงดึงพลัฟเฟอร์ $F_U$ [N]

$$F_U = \mu_T \cdot g \left( m + \frac{m_B}{2} \right) + \mu_R \cdot g \left( \frac{m_B}{2} + m_R \right)$$

$$F_U = 0.33 \cdot 9.81 \left( 1200 + \frac{157.5}{2} \right) + 0.033 \cdot 9.81 \left( \frac{157.5}{2} + 570 \right)$$

$$F_U \approx 4340 \text{ N}$$

$$m = 1200 \text{ kg}$$

$$\mu_R = 0.033$$

$$\mu_T = 0.33$$

$$m_B = 157.5 \text{ kg (จาก } 2.5 \text{ kg/m}^2 \cdot 105 \text{ m} \cdot 0.6 \text{ m)}$$

## แรงดึงสูงสุดของสายพาน $F_1$ [N]

$$F_U = 4350 \text{ N}$$

$$C_1 = 1.6$$

$$F_1 = F_U \cdot C_1$$

$$F_1 = 4350 \cdot 1.6$$

$$F_1 \approx 6960 \text{ N}$$

## การตรวจสอบชนิดของสายพานที่เลือก

$$F_1 = 6960 \text{ N}$$

$$b_0 = 600 \text{ mm}$$

$$k_{1\%} = 8 \text{ N/mm}$$

$$\frac{F_1}{b_0} \leq C_2$$

$$\frac{6960}{600} \leq 1.5 \cdot 8 \text{ N/mm}$$

$$11.6 \text{ N/mm} \leq 12 \text{ N/mm}$$

ชนิดของสายพานที่ใช้จะต้องถูกเลือกอย่างถูกต้อง

# ตัวอย่างการคำนวณสำหรับการลำเลียง สินค้าของอุปกรณ์

เส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดของดรัมที่ขับเคลื่อน

$$F_U = 4340 \text{ N}$$

$$C_3 = 25$$

$$\beta = 180^\circ$$

$$b_0 = 600 \text{ mm}$$

$$d_A = \frac{F_U \cdot C_3 \cdot 180^\circ}{b_0 \cdot \beta} \quad [\text{mm}]$$

$$d_A = \frac{4340 \cdot 25 \cdot 180^\circ}{600 \cdot 180^\circ} \quad [\text{mm}]$$

$$d_A = 181 \text{ mm}$$

$d_A$  กำหนดขนาดที่ 200 mm

กำลัง  $P_A$  ของดรัมที่ขับเคลื่อน

$$F_U = 4350 \text{ N}$$

$$v = 0.8 \text{ m/s}$$

$$P_A = \frac{F_U \cdot v}{1000} \quad [\text{kW}]$$

$$P_A = \frac{4350 \cdot 0.8}{1000}$$

$$P_A \approx 3.5 \text{ kW}$$

กำลังมอเตอร์ที่ต้องการ  $P_M$

$$P_A = 3.5 \text{ kW}$$

$$\eta = 0.8 \text{ (ถือว่า)}$$

$$P_M = \frac{P_A}{\eta} \quad [\text{kW}]$$

$$P_M = \frac{3.5}{0.8} \quad [\text{kW}]$$

$$P_M \approx 4.4 \text{ kW}$$

$P_M$  ที่ 5.5 kW หรือมากกว่า

การยืดต่ำสุดเมื่อมีการติดตั้งสำหรับการขับเคลื่อนแบบย้อนกลับ

$$F_U = 4350 \text{ N}$$

$$C_1 = 1.6$$

$$K = 0.62$$

$$k_{1\%} = 8 \text{ N/mm สำหรับ}$$

$$E \text{ 8/2 0/V5H S/MT สีดำ}$$

$$b_0 = 600 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = \frac{F_U (C_1 - K)}{k_{1\%} \cdot b_0} \quad [\%]$$

$$\varepsilon = \frac{4350 (1.6 - 0.62)}{8 \cdot 600} \quad [\%]$$

$$\varepsilon \approx 0.9 \%$$



โหลดของเพลาในดรัม 2 ในสภาวะคงตัว (ดรัมย้อนกลับ)

การคำนวณอย่างง่าย ให้  $\beta = 180^\circ$

$$F_1 = 6960 \text{ N}$$

$$F_{W2} = 2 \cdot F_1$$

$$F_{W2} = 2 \cdot 6960 \text{ N}$$

$$F_{W2} \approx 13920 \text{ N}$$

โหลดของเพลาในดรัม 1 ในสภาวะคงตัว (ดรัมย้อนกลับ)

$$F_2 = F_1 - F_U$$

$$F_2 = 6960 - 4350$$

$$F_2 = 2610 \text{ N}$$

$$F_{W1} = 2 \cdot F_2$$

$$F_{W1} = 2 \cdot 2610 \text{ N}$$

$$F_{W1} \approx 5220 \text{ N}$$

โหลดของเพลาในดรัม 5 ในสภาวะคงตัว (ดรัมย้อนกลับ)

$$F_1 = 6960 \text{ N}$$

$$F_2 = F_1 - F_U$$

$$F_2 = 6960 - 4350$$

$$F_2 = 2610 \text{ N}$$

$$F_{W5} = F_1 + F_2$$

$$F_{W5} = 6960 + 2610$$

$$F_{W5} \approx 9570 \text{ N}$$

โหลดของเพลาในดรัม 3 ในสภาวะคงตัว (ตัวหมุนที่มีการตึง)

ควบคุมโดยแรงดึงต่ำสุดของสายพาน  $F_2$  มีการคำนวณ  $F_{W3}$  โดยใช้สมการในหน้าที่ 10

โหลดของเพลาในระยะพัก

ขณะพัก แรงดึงด้านบนและด้านล่าง ถูกกำหนดโดยการยึดเมื่อมีการติดตั้ง  $\epsilon$  แรงดึง  $F$  มีการคำนวณตาม:

$$F = \epsilon [\%] \cdot k_{1\%} \cdot b_0 \quad [\text{N}]$$

ในการเปรียบเทียบระยะพักกับโหมด สภาวะคงตัว โปรดสังเกตความแตกต่างของโหลดของเพลาในดรัม 1

$$F_{W1} \text{ ขณะพัก} = 8640 \text{ N}$$

$$F_{W1} \text{ สภาวะคงตัว} = 5220 \text{ N}$$

หมายเหตุ:

เมื่อมีการออกแบบอุปกรณ์จะต้อง พิจารณาทั้งสองโหมด

ตัวอย่างสำหรับดรัมที่มีเส้นโค้งสัมผัส  $\beta = 180^\circ$  (ในตัวอย่างของเรา แรงนี้มี อิทธิพลต่อดรัม 1, 5 และ 6 เท่าๆ กัน เนื่องจากเส้นโค้งสัมผัส  $180^\circ$ )

$$F_W = 2 \cdot F$$

$$F_W = 2 \cdot 0.9 \cdot 8 \cdot 600$$

$$F_W \approx 8640 \text{ N}$$

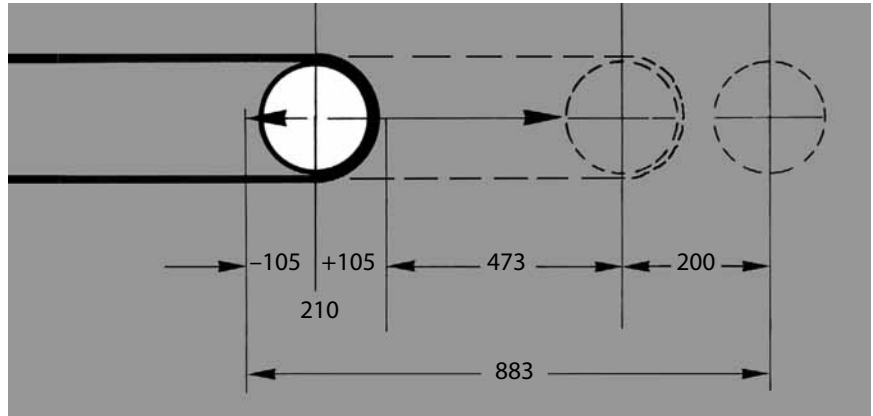
เมื่อ  $\beta \neq 180^\circ$  ให้ใช้ค่าต่อไปนี้ในการ คำนวณ  $F_W$  ( $F_1 = F_2$  สามารถถือได้ว่า อยู่ในระยะพัก)

$$F_W = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \beta}$$

$$F_W = [\text{N}]$$

# ตัวอย่างการคำนวณสำหรับการลำเลียงสินค้าของอุปกรณ์

ช่วงการยกขึ้น



$$\text{Tol} = \pm 0.2\%$$

$$\varepsilon = 0.9\%$$

$$L_g = 105000 \text{ mm}$$

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

$$X = \frac{\frac{2 \cdot \text{Tol} \cdot L_g}{100} + \frac{\varepsilon \cdot L_g}{100}}{2} + Z \quad [\text{mm}]$$

$$X = \frac{\frac{2 \cdot 0.2 \cdot 105000}{100} + \frac{0.9 \cdot 105000}{100}}{2} + 200 \quad [\text{mm}]$$

$$X = 210 + 473 + 200 \quad [\text{mm}]$$

$$X \approx 883 \text{ mm}$$



## Siegling – total belting solutions

ด้วยพนักงานที่มุ่งมั่น, องค์กรที่มุ่งเน้นคุณภาพและกระบวนการผลิตทำให้มั่นใจได้ว่าผลิตภัณฑ์และบริการของเรามีมาตรฐานสูงอย่างต่อเนื่อง  
Forbo Movement Systems สอดคล้องกับหลักการจัดการคุณภาพโดยรวม ระบบการจัดการคุณภาพของเราได้รับการรับรอง ISO 9001 ในทุกสถานที่ผลิตและสถานที่ปฏิบัติงานตัดต่อและประกอบ ยิ่งไปกว่านั้นสถานที่ผลิตและปฏิบัติงานจำนวนมากยังได้รับการรับรองการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14001 อีกด้วย



อ้างอิงหมายเลข 304-24  
07/21 - UDH - การทำซ้ำ ข้อความหรือส่วนหนึ่ง ส่วนใดต้องได้รับความเห็นชอบจากเราเท่านั้น



### Forbo Siegling service – anytime, anywhere

Forbo Siegling Group มีพนักงานโดยรวมประมาณ 2,400 คน ผลิตภัณฑ์ของเรามีการผลิตในสถานที่ผลิต 10 แห่งทั่วโลก ท่านสามารถค้นหาบริษัท, ตัวแทนจำหน่าย พร้อมโกดังสินค้าและสถานปฏิบัติงานได้กว่า 80 ประเทศ และจุดให้บริการของ Forbo Siegling อีกมากกว่า 300 แห่งทั่วโลก

#### บริษัท ฟอโรโบ ซิกลิง (ประเทศไทย) จำกัด

777/27 (Project TIP6) หมู่ที่ 9  
ต.บางปลา อ.บางพลี สมุทรปราการ 10540  
โทรศัพท์ +66 2130-0286  
แฟกซ์: +66 2130-0287  
[www.forbo-siegling.com](http://www.forbo-siegling.com), [siegling.th@forbo.com](mailto:siegling.th@forbo.com)



MOVEMENT SYSTEMS