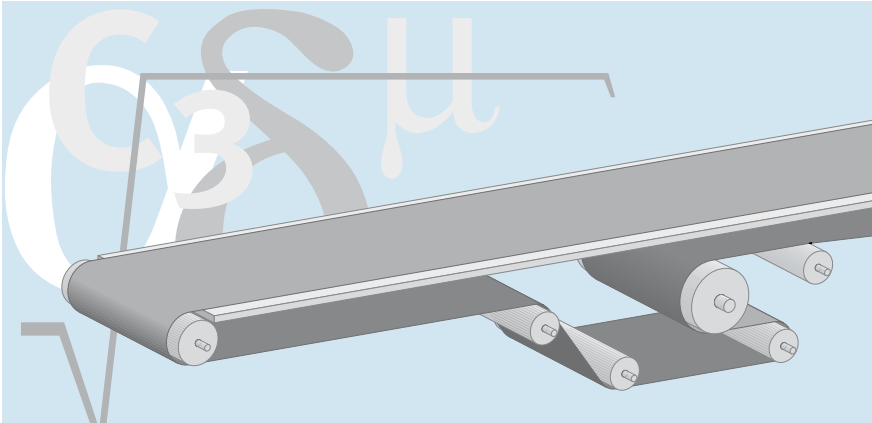


# siegling transilon

สายพานลำเลียงและสายพานการผลิต

## วิธีการคำนวณ – สายพานลำเลียง



แผ่นพับนี้ประกอบด้วยสมการขั้นสูง  
รูปภาพ และคำแนะนำจากประสบการณ์  
อันยาวนานของเรา แต่อย่างไรก็ตามผล  
ที่ได้จากการคำนวณอาจแตกต่างไปจาก  
โปรแกรมการคำนวณ B\_Rex ของเรา  
(ดาวน์โหลดได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายที่  
[www.forbo-siegling.com](http://www.forbo-siegling.com))

เนื่องจากตัวแปรเหล่านี้มีวิธีการได้มาที่  
หลากหลาย: ขณะที่ B\_Rex ขึ้นอยู่กับการ  
ตรวจวัดเชิงประจักษ์และต้องการ  
คำอธิบายรายละเอียดของอุปกรณ์ แต่  
วิธีการคำนวณที่แสดงในที่นี้ขึ้นอยู่กับ  
สมการกายภาพทั่วไปที่ง่าย และเสริมด้วย  
ปัจจัยบางอย่างที่มีส่วนเพื่อเพื่อความ  
ปลอดภัย

ในกรณีส่วนใหญ่ส่วนเพื่อเพื่อความ  
ปลอดภัยในการคำนวณในแผ่นพับนี้จะมี  
ค่ามากกว่าการคำนวณด้วย B-Rex  
ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับรูปแบบของ  
เครื่องมือสามารถดูได้ในแผ่นพับอ้างอิง  
หมายเลข 305 “คำแนะนำเกี่ยวกับรูปแบบ  
ของอุปกรณ์”

### สารบัญ

ค่าศัพท์เฉพาะทาง 2

ระบบการลำเลียง  
สินค้าของอุปกรณ์ 3

ช่วงการยกขึ้น  
สำหรับระบบการ  
ยกขึ้นที่ขึ้นกับโหลด 8

ระบบการลำเลียง  
สินค้าจำนวนมาก 9

ตัวอย่างการคำนวณสำหรับ  
การลำเลียงสินค้าของอุปกรณ์ 12

# คำศัพท์เฉพาะทาง

## สัญลักษณ์สำคัญ

ชื่อ	สัญลักษณ์	หน่วย
ความกว้างของดรัมและตัวหมุน	b	mm
ความกว้างของสายพาน	$b_0$	mm
ปัจจัยการคำนวณ	C..	-
เส้นผ่านศูนย์กลางของดรัมและตัวหมุน	d	mm
เส้นผ่านศูนย์กลางของดรัมที่ขับเคลื่อน	$d_A$	mm
ความต้านทานการหมุนของตัวหมุนเสริม	f	-
แรงดึง	F	N
แรงดึงสูงสุดของสายพาน (บนดรัมที่ขับเคลื่อน)	$F_1$	N
แรงดึงต่ำสุดของสายพาน (บนดรัมที่ขับเคลื่อน)	$F_2$	N
แรงของน้ำหนักที่มีการดึง	$F_R$	N
แรงดึงผลลัพธ์	$F_U$	N
น้ำหนักของดรัมที่มีการดึง	$F_{TR}$	N
โหลดเพลลาในสภาวะคงตัวบนดรัมที่ขับเคลื่อน	$F_{WA}$	N
ค่าเริ่มต้นของโหลดเพลลา	$F_{Winitial}$	N
โหลดเพลลาในสภาวะคลายตัวบนดรัมย้อนกลับ	$F_{WU}$	N
ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง ( $9.81 \text{ m/s}^2$ )	g	$\text{m/s}^2$
ความแตกต่างของรัศมีของดรัม (บนสุด)	h	mm
ความสูงในการลำเลียง	$h_T$	m
แรงดึงของสายพานในสภาวะคลายตัวที่ 1% ของการยึดต่อหน่วยความกว้าง	$k_{1\%}$	N/mm
ระยะ pitch ของตัวหมุนเสริมที่ด้านบน	$l_0$	mm
ความยาวในการส่งกำลัง	$l_S$	mm
ระยะ pitch ของตัวหมุนเสริมที่ด้านย้อนกลับ	$l_u$	mm
ความยาวของสายพานในทางเรขาคณิต	$L_g$	mm
ความยาวของสายพานลำเลียง	$l_T$	m
มวลของสินค้าที่มีการลำเลียงตลอดความยาวทั้งหมดที่มีการลำเลียง (โหลดทั้งหมด)	m	kg
มวลของสินค้าที่มีการลำเลียงที่ด้านบนสุด (โหลดทั้งหมด)	$m_1$	kg
มวลของสินค้าที่มีการลำเลียงด้านย้อนกลับ (โหลดทั้งหมด)	$m_2$	kg
มวลของสายพาน	$m_B$	kg
มวลของสินค้าที่มีการลำเลียงต่อความยาว m ที่มีการลำเลียงที่ด้านบน (โหลดเชิงเส้น)	$m'_0$	kg/m
มวลของดรัมที่มีการหมุนทั้งหมด ยกเว้นดรัมที่ขับเคลื่อน	$m_R$	kg
มวลของสินค้าที่มีการลำเลียงต่อความยาว m ที่มีการลำเลียงที่ด้านย้อนกลับ (โหลดเชิงเส้น)	$m'_u$	kg/m
กำลังมอเตอร์เชิงกล	$P_M$	kW
กำลังเชิงกลที่คำนวณได้บนดรัมที่ขับเคลื่อน	$P_A$	kW
ความทนในการผลิต	Tol	%
สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานเมื่อตัวหมุนมีการหมุน	$\mu_R$	-
สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของการลำเลียงที่มีการสะสม	$\mu_{ST}$	-
สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานเมื่อมีการเคลื่อนที่บนแผ่นรองรับ	$\mu_T$	-
ความเร็วของสายพาน	v	m/s
ปริมาณการไหลในการลำเลียงสินค้าจำนวนมาก	$\dot{V}$	$\text{m}^3/\text{h}$
ช่วงการยกขึ้นทั้งหมด	X	mm
การแอ่นของสายพาน	$y_B$	mm
การเบี่ยงเบนของดรัม	$y_{Tr}$	mm
ส่วนเพื่อสำหรับช่วงการยกขึ้น	Z	mm
มุมเอียงของอุปกรณ์	$\alpha$	$^\circ$
เส้นโค้งสัมผัสบนดรัมที่ขับเคลื่อน (หรือตัวหมุนที่มีการดึง)	$\beta$	$^\circ$
มุมการเปิดของดรัมที่มีการดึง	$\gamma$	$^\circ$
การยืดของสายพาน (ก่อนมีแรงดึงด้วยน้ำหนัก)	$\Delta L$	mm
มุมเอียงที่ยอมรับได้ของสินค้าของอุปกรณ์	$\delta$	$^\circ$
การยืดเมื่อมีการติดตั้ง	$\epsilon$	%
การยืดสูงสุดของสายพาน	$\epsilon_{max}$	%
ประสิทธิภาพในการขับเคลื่อน	$\eta$	-
ความหนาแน่นของสินค้าที่มีการลำเลียง	$\rho_S$	$\text{kg/m}^3$

# ระบบการลำเลียงสินค้าของอุปกรณ์

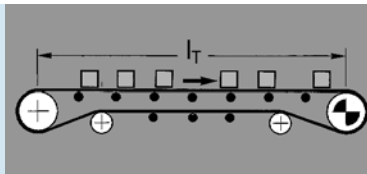


โหลดตัวอย่างเพื่อสร้างแรงดึงผลลัพธ์สูงสุด  $F_U$  [N]

$m = l_T \cdot$  น้ำหนักของสินค้าที่ลำเลียงต่อเมตร

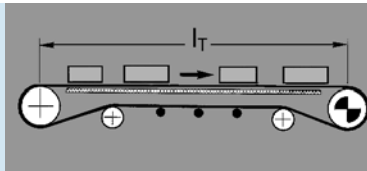
$$F_U = \mu_R \cdot g \cdot (m + m_B + m_R)$$

[N]



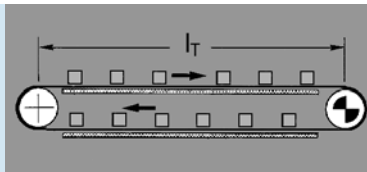
$$F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m + \frac{m_B}{2}) + \mu_R \cdot g \cdot (\frac{m_B}{2} + m_R)$$

[N]



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

[N]



ทิศทางการลำเลียงขึ้น:

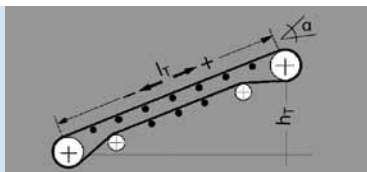
$$F_U = \mu_R \cdot g \cdot (m + m_B + m_R) + g \cdot m \cdot \sin \alpha$$

[N]

ทิศทางการลำเลียงลง:

$$F_U = \mu_R \cdot g \cdot (m + m_B + m_R) - g \cdot m \cdot \sin \alpha$$

[N]



ทิศทางการลำเลียงขึ้น:

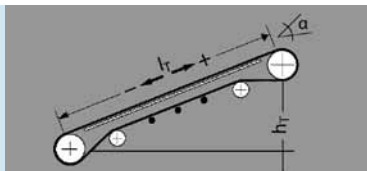
$$F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m + \frac{m_B}{2}) + \mu_R \cdot g \cdot (\frac{m_B}{2} + m_R) + g \cdot m \cdot \sin \alpha$$

[N]

ทิศทางการลำเลียงลง:

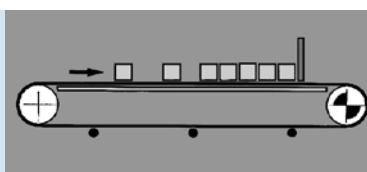
$$F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m + \frac{m_B}{2}) + \mu_R \cdot g \cdot (\frac{m_B}{2} + m_R) - g \cdot m \cdot \sin \alpha$$

[N]



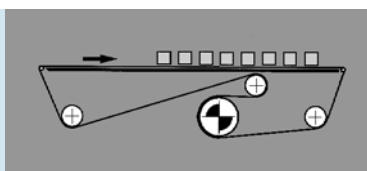
$$F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m + \frac{m_B}{2}) + \mu_R \cdot g \cdot (\frac{m_B}{2} + m_R) + \mu_{ST} \cdot g \cdot m$$

[N]



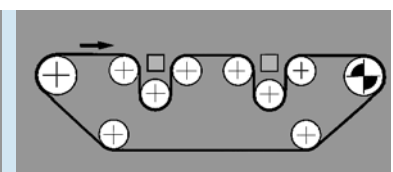
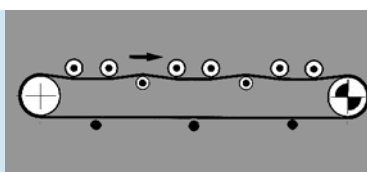
$$F_U = \text{กฎทดสอบถาม}$$

[N]



$$F_U = \text{กฎทดสอบถาม}$$

[N]



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
$\mu_T$ (แผ่นสไลด์กัลวาไนซ์)	-	-	-	-	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

ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานที่แสดงมาจากพื้นผิวทั่วๆไป ซึ่งอาจแปรผันตามการสึกหรอของพื้นผิว โดยจะมีค่าประมาณ 1.5 เท่าของพื้นผิวใหม่ๆ

แรงดึงสูงสุดของสายพาน  $F_1$

$$F_1 = F_U \cdot C_1 \quad [N]$$

[N]

$$F_1 = \frac{P_M \cdot \eta \cdot C_1 \cdot 1000}{v} \quad [N]$$

[N]

หากคำนวณแรงดึงผลลัพธ์  $F_U$  ได้

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

ปัจจัย  $C_1$   
(ใช้กับดรัมที่ขับเคลื่อน)

Siegling Transilon สารเคลือบด้านล่าง	V3, V5, U2, A5, E3			V1, U1, UH, U2H, V2H, V5H		
	180°	210°	240°	180°	210°	240°
เส้นโค้งสัมพัทธ์ $\beta$						
ดรัมเหล็กเรียบ						
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
ดรัมที่มีการหุ้ม						
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			TXO (AmpMiser)		
	180°	210°	240°	180°	210°	240°
เส้นโค้งสัมพัทธ์ $\beta$						
ดรัมเหล็กเรียบ						
แห้ง	2.1	1.9	1.7	3.3	2.9	2.6
เปียก	ไม่แนะนำ			ไม่แนะนำ		
ดรัมที่มีการหุ้ม						
แห้ง	1.5	1.4	1.3	2.0	1.8	1.7
เปียก	2.1	1.9	1.7	ไม่แนะนำ		

$$\frac{F_1}{b_0} \leq C_2 \quad \left[ \frac{N}{mm} \right]$$

หากค่า  $\frac{F_1}{b_0}$  มากกว่า  $C_2$ ,

จะต้องใช้สายพานที่มีความแข็งแรงมากกว่า (มีค่า  $k_1\%$  มากกว่า)

$C_2$  แสดงถึงแรงดึงสูงสุดของสายพานที่ยอมรับได้ต่อหน่วยความกว้างสำหรับชนิดของสายพาน:

$$C_2 = \varepsilon_{max} \cdot k_1\%$$

ท่านสามารถค้นหารายละเอียดเกี่ยวกับการยืดสูงสุดได้ในเอกสารข้อมูลผลิตภัณฑ์ หากไม่มี สามารถใช้ค่าต่อไปนี้ได้ (แต่ไม่รับรอง):

ชนิดส่วนประกอบที่ถูกแรงดึง	โพลีเอสเตอร์ โพลีเอสเตอร์ (ตัวอักษร "E")	อะรามิด (ตัวอักษร "AE")
ตัวอย่างของประเภทชนิด	E 2/1, E 3/1, E 4/2, E 6/1, NOVO, E 8/2, E 10/M, E 12/2, E 15/2, E 15/M, E 18/3, E 20/M, E 30/3, E 44/3	AE 48/H, AE 80/3, AE 100/3, AE 140/H, AE 140/3
$\varepsilon_{max}$ ในรูป %	2.0	0.8

หมายเหตุ: หากสายพานถูกเจาะให้เป็นรู  $b_0$  จะต้องลดลงโดยความกว้างของช่องทั้งหมดตามภาคตัดขวางทั่วไป ในกรณีที่คุณหมามีสภาพรุนแรง ปัจจัย  $C_2$  จะมีการเปลี่ยนแปลง กรุณาสอบถาม

### ปัจจัย $C_2$ การตรวจสอบชนิดของสายพาน Transilon ที่เลือก

$$d_A = \frac{F_U \cdot C_3 \cdot 180}{b_0 \cdot \beta}$$

[mm]

### เส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดของดรัมที่ขับเคลื่อน $d_A$

Siegling Transilon สารเคลือบด้านล่าง	V3, V5, U2, A5, E3	V1, U1, UH	0, 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

### ปัจจัย $C_3$ (ใช้กับดรัมที่ขับเคลื่อน)

$$P_A = \frac{F_U \cdot v}{1000}$$

[kW]

### ความสามารถเชิงกลของดรัมที่ขับเคลื่อนที่คำนวณได้ $P_A$

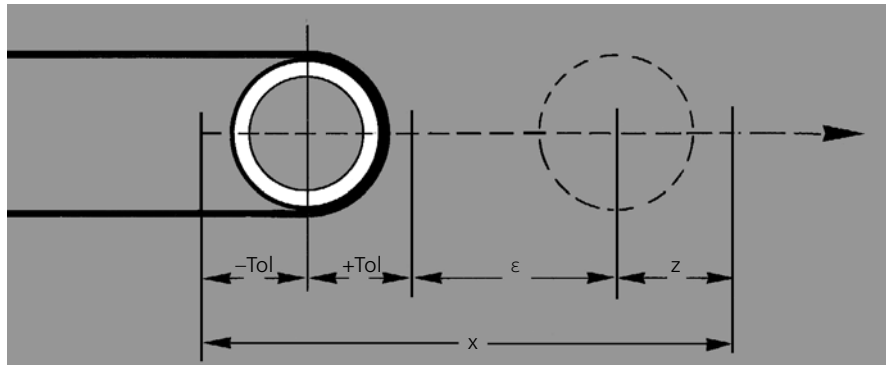
$$P_M = \frac{P_A}{\eta} \text{ [kW]} = \text{มอเตอร์มาตรฐานขนาดใหญ่ที่สุดถัดไปจะถูกเลือก}$$

### ความสามารถเชิงกลที่ต้องการ $P_M$

## ช่วงการยกขึ้นสำหรับระบบการยกขึ้นที่มีการทำงานแบบหมุน

ปัจจัยต่อไปนี้จะต้องการพิจารณาเมื่อมีการสร้างช่วงการยกขึ้น:

1. ขนาดการยึดที่เหมาะสมเมื่อมีการติดตั้งสายพาน  $\epsilon$  เป็นผลมาจากการไหลด ในการสร้างค่า  $\epsilon$  ดูหน้าที่ 7 และ 8
2. ความทนในการผลิต (Tol) ของสายพานตามการพิจารณาความยาว
3. อิทธิพลใดๆ จากภายนอกที่อาจทำให้มีการยึด (การดึง) มากกว่าปกติ

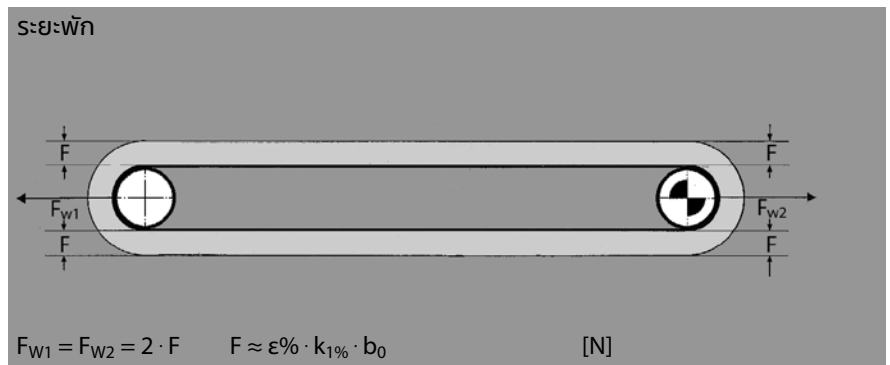


หรืออาจต้องการส่วนเพื่อเพื่อความปลอดภัย เช่น ผลกระทบของอุณหภูมิ การทำงานแบบหยุดและไป

โดยทั่วไปแล้วการยึดเมื่อทำการติดตั้งที่อยู่ในช่วงประมาณ 0.2–1 % ซึ่งขึ้นอยู่กับไหลดนั้นมีค่าเพียงพอเพื่อให้ช่วงของการยกขึ้นแบบปกติ x ของประมาณ 1 % ของความยาวของสายพานนั้นมีค่าเพียงพอ

## ข้อแนะนำสำหรับไหลดของเพลลาที่ระยะพักด้วยแรงดึง F

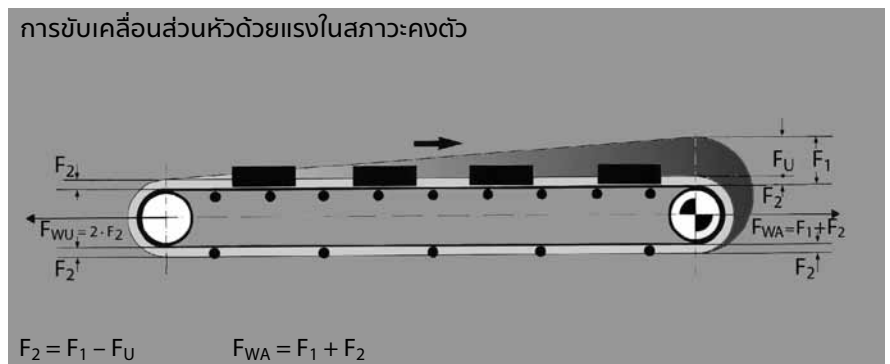
เมื่อท่านทำการประเมินไหลดของเพลลาโปรดประเมินระดับความแตกต่างของแรงดึงของสายพานเมื่อสายพานลำเลียงอยู่ในระยะพักและในสภาวะคงตัว



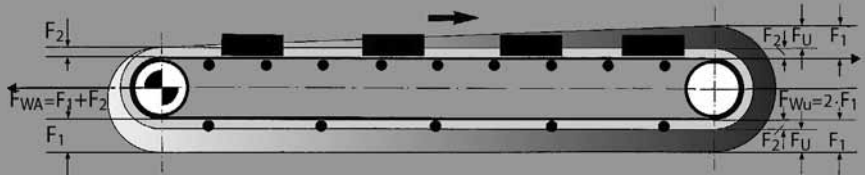
## ข้อแนะนำสำหรับการยึดเมื่อมีการติดตั้ง $\epsilon$ สำหรับการขับเคลื่อนส่วนหัว

การยึดสูงสุดเมื่อมีการติดตั้งสำหรับการขับเคลื่อนส่วนหัว:

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



การขับเคลื่อนส่วนท้ายด้วยแรงในสภาวะคงตัว

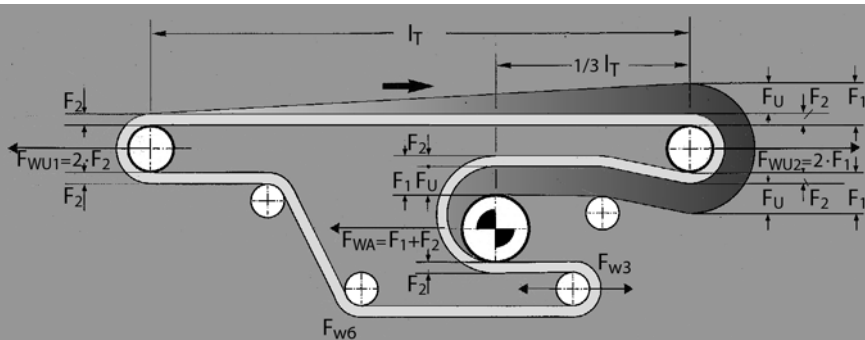


$$F_2 = F_1 - F_U$$

ข้อแนะนำสำหรับการยึดเมื่อมีการติดตั้ง  $\epsilon$  สำหรับการขับเคลื่อนส่วนท้าย

การยึดสูงสุดเมื่อมีการติดตั้งสำหรับการขับเคลื่อนในด้านย้อนกลับ:

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



การขับเคลื่อนในด้านย้อนกลับด้วยแรงในสภาวะคงตัว

ข้อแนะนำสำหรับการยึดเมื่อมีการติดตั้ง  $\epsilon$  สำหรับการขับเคลื่อนในด้านย้อนกลับ

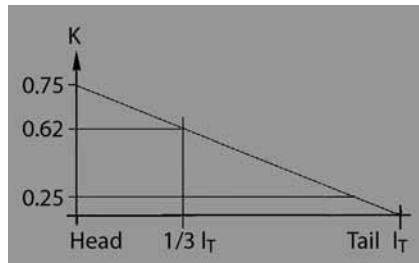
การยึดต่ำสุดเมื่อมีการติดตั้งสำหรับการขับเคลื่อนส่วนหัว:

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

ข้อแนะนำสำหรับเพลของไหลในสภาวะคงตัว

ดรัมขับเคลื่อนทั่วไป  $\beta = 180^\circ$

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



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

ดรัมส่วนท้ายทั่วไป  $\beta = 180^\circ$

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

ตัวหมุนที่ตรงทั่วไป  $\beta = 60^\circ$

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

ดรัมขับเคลื่อนทั่วไป  $\beta \neq 180^\circ$

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

โหลดของเพลเมื่อมีการดึงสายพาน

ส่วนประกอบที่ถูกแรงดึงทำมาจากวัสดุสังเคราะห์ที่มีพฤติกรรมการคลายตัวอย่างมีนัยยะสำคัญ เป็นผลให้ค่า  $k_{1\%}$  ที่มีการคลายตัวถูกนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการคำนวณสายพานในสายการผลิตตามมาตรฐาน ISO 21181 ซึ่งอธิบายคุณสมบัติการยึดด้วยแรงในระยะยาวที่เป็นไปได้ของวัสดุสายพานได้ด้วยความเค้นเนื่องจากการเบนและการเปลี่ยนแปลงโหลด ทำให้มีการคำนวณแรง  $F_w$

ซึ่งหมายความว่า จะเกิดแรงของสายพาน  $F_{Winitial}$  ที่สูงขึ้นเมื่อมีการดึงสายพาน และจะถูกนำมาพิจารณาเมื่อมีการกำหนดขนาดของดรัมและส่วนประกอบ (ແບຣິ່ງ) ค่าต่อไปนี้อาจใช้เป็นค่าอ้างอิง:

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

ในกรณีสำคัญ เราขอแนะนำให้ท่านทำการติดต่อกับวิศวกรประยุกต์ใช้งานของ Forbo Siegling

# การกำหนดขนาดระบบการยกขึ้นที่ขึ้นกับแรง

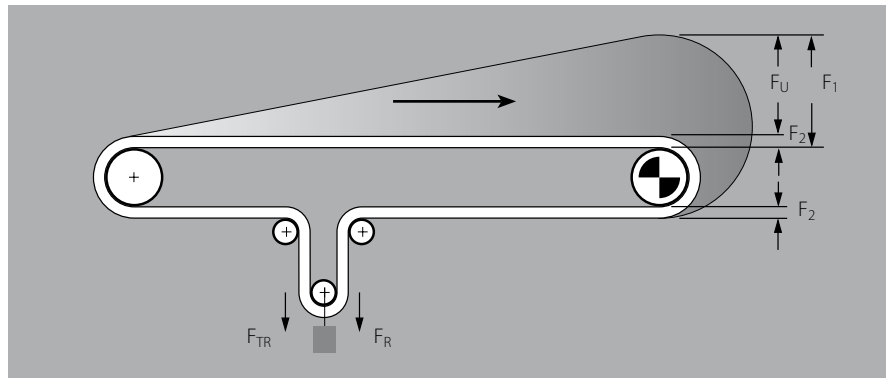
## การสร้าง $F_R$

ในระบบการยกขึ้นที่มีการไหลน้ำหนักน้ำหนักการดึงจะต้องมีการสร้างแรงดึงสายพานต่ำสุด  $F_2$  เพื่อให้ได้การยึดเกาะของสายพานกับดรัมที่ขับเคลื่อนสมบูรณ์แบบที่สุด (ระบบการยกขึ้นด้วยสปริง  $a_m$  และไฮดรอลิกมีการทำงานด้วยหลักการเดียวกัน)

น้ำหนักในการดึงจะต้องสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ระบบการยกขึ้นจะต้องมีการติดตั้งด้านหลังของส่วนขับเคลื่อน การทำงานแบบย้อนกลับไม่สามารถทำได้ ช่วงการยกขึ้นขึ้นอยู่กับแรงดึงผลลัพธ์ แรงดึง  $F_2$  ที่ต้องการ การยึดของสายพาน  $\Delta L$  ความทนในการผลิต Tol ส่วนเพื่อความปลอดภัยสำหรับการดึง Z และสายพานที่เลือก

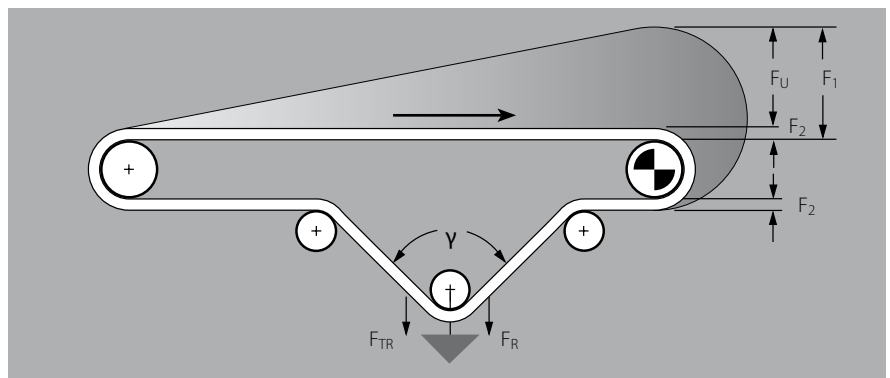
$$F_R = 2 \cdot F_2 - F_{TR} \quad [N]$$

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 ( $F_{TR}$  = น้ำหนักของ ดรัมที่มีการดึง [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



สินค้าจำนวนมาก	$\delta$ (ประมาณ°)
เก้าอี้	16
เก้าอี้เป๊ยก	18
ดินซี้น	18 – 20
รัฐพีซ ยกเว้นข้าวโอ๊ต	14
ปูนขาว	15
มันฝรั่ง	12
ผงยิปซัม	23
เศษยิปซัม	18
เศษไม้	22 – 24
ปุ๋ยสังเคราะห์	12 – 15
แป้ง	15 – 18

สินค้าจำนวนมาก	$\delta$ (ประมาณ°)
เกลือป่น	15 – 18
เกลือหยาบ	18 – 20
ดินเป๊ยก	18 – 20
ทรายแห้ง เป๊ยก	16 – 22
ถ่านหินเลน	16
น้ำตาลทราย	20
น้ำตาลดิบ	15
ซีเมนต์	15 – 20

## มุมเอียงตามความยาว $\delta$

ข้อแนะนำสำหรับมุมเอียงตามความยาว  $\delta$  ที่สามารถยอมรับได้ในสินค้าจำนวนมากชนิดต่างๆ มุมเอียงที่แท้จริงของอุปกรณ์  $\alpha$  จะต้องมีค่าน้อยกว่า  $\delta$  ค่าเหล่านี้ขึ้นกับรูปร่าง ขนาด และคุณสมบัติเชิงกลของอนุภาคของสินค้าที่มีการลำเลียงโดยไม่คำนึงถึงสารเคลือบสายพานลำเลียงใดๆ

สินค้าที่มีการลำเลียง	ความหนาแน่น $\rho_s$ [ $10^3$ kg/m <sup>3</sup> ]
เก้าอี้ เียน	0.7
ดินซี้น	1.5 – 1.9
รัฐพีซ (ยกเว้นข้าวโอ๊ต)	0.7 – 0.85
ไม้เนื้อแข็ง	0.6 – 1.2
ไม้เนื้ออ่อน	0.4 – 0.6
เศษไม้	0.35
ถ่าน	0.2
เมล็ดพีซ	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

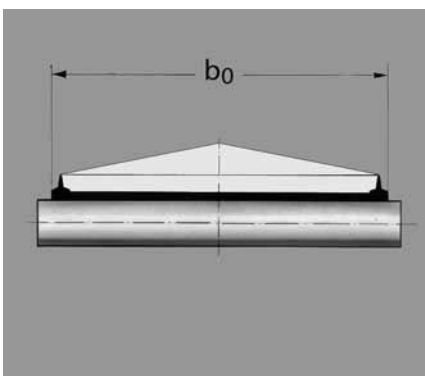
สินค้าที่มีการลำเลียง	ความหนาแน่น $\rho_s$ [ $10^3$ kg/m <sup>3</sup> ]
เศษยิปซัม	1.35
แป้ง	0.5 – 0.6
ก้อนถั่ว	1.2 – 1.5
ดินแห้ง	1.5 – 1.6
ดินเป๊ยก	1.8 – 2.0
ทรายแห้ง	1.3 – 1.4
ทรายเป๊ยก	1.4 – 1.9
เศษปูน	0.15 – 0.35
สารละลายขุ่น	1.0
ถ่านหินเลน	0.4 – 0.6
น้ำตาลทราย	0.8 – 0.9
น้ำตาลดิบ	0.9 – 1.1
อ้อย	0.2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

## ความหนาแน่นรวมของสินค้าจำนวนมากบางชนิด $\rho_s$

$b_0$	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	

## ปริมาณการ สายพานที่ ไหล $\dot{V}$ สำหรับ มีการวางในแนวราบ

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



MOVEMENT SYSTEMS

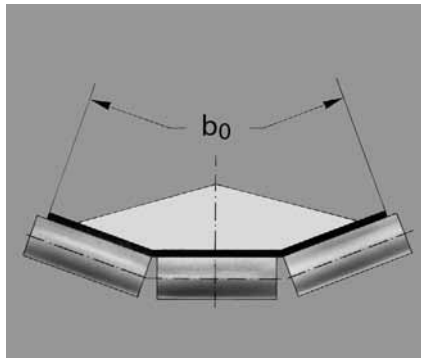
## ปริมาณการไหล $\dot{V}$ สำหรับสายพานลำเลียงแบบร่อง

ในหน่วย  $\text{m}^3/\text{h}$  เมื่อสายพานมีความเร็ว  $1 \text{ m/s}$

หมายเหตุ:

ภายใต้เงื่อนไขของความเป็นจริง ค่าปริมาณการไหลแทบจะไม่มีทางเท่ากับค่าในทางทฤษฎีเนื่องจากค่าดังกล่าวได้มาจากการใช้สายพานในแวนอนที่มีโหลดสมบูรณ์แบบเท่านั้น โหลดที่ไม่สม่ำเสมอและคุณสมบัติของสินค้าที่ลำเลียงสามารถลดประมาณ 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 $C_6$

ในการลำเลียงบนทางลาดเอียง ปริมาณสินค้าในการลำเลียงทางทฤษฎีมีค่าค่อนข้างน้อย ซึ่งมีการคำนวณจากการใช้ปัจจัย  $C_6$  ซึ่งขึ้นอยู่กับมุมการลำเลียง  $\alpha$

มุมการลำเลียง $\alpha$ [°]	2	4	6	8	10	12
ปัจจัย $C_6$	1.0	0.99	0.98	0.97	0.95	0.93
มุมการลำเลียง $\alpha$ [°]	14	16	18	20	22	
ปัจจัย $C_6$	0.91	0.89	0.85	0.81	0.76	

### ปัจจัย $C_4$

แรงดึงผลลัพธ์เพิ่มเติม เช่น จากเครื่องกวาด หรืออุปกรณ์ทำความสะอาด ถูกนำมาพิจารณาโดยการรวมเข้ากับปัจจัย  $C_4$

$l_T$ [m]	25	50	75	100	150	200
$C_4$	2	1.9	1.8	1.7	1.5	1.3

### ความต้านทานการหมุนสำหรับตัวหมุนเสริม $f$

$f = 0.025$  สำหรับแบร์ริงของตัวหมุน  
 $f = 0.050$  สำหรับแบร์ริงของตัวเลื่อน

### การคำนวณมวลของสินค้าที่มีการลำเลียง $m$

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

$$F_U = g \cdot C_4 \cdot f \cdot (m + m_B + m_R) \pm g \cdot m \cdot \sin \alpha$$

[N]

การคำนวณสำหรับสินค้าของอุปกรณ์

#### การสร้างแรงดึงผลลัพธ์ $F_U$

(-) เคลื่อนลง  
(+) เคลื่อนขึ้น

ระยะ pitch ของตัวหมุนเสริมขึ้นอยู่กับแรงดึงของสายพานและมวล สมการต่อไปนี้จะใช้ในการคำนวณ:

หากการแอ่นสูงสุด 1 % สามารถยอมรับได้ (นั่นคือ  $y_B = 0.01 l_0$ )

#### ระยะ pitch ของตัวหมุนเสริม

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

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

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

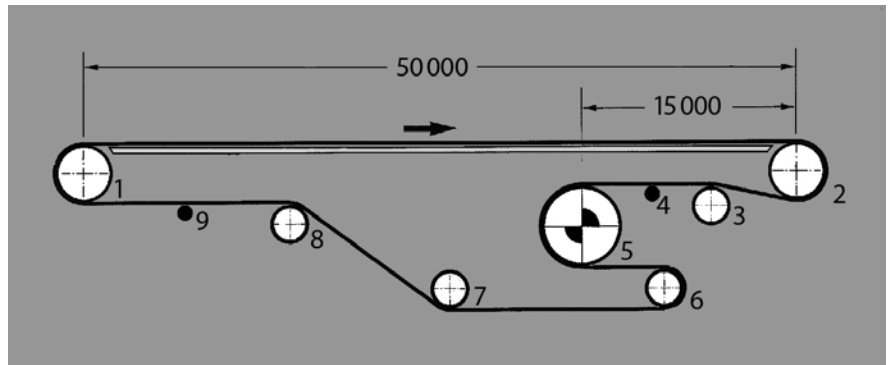
- $l_0$  = ระยะ pitch ของตัวหมุนเสริมที่ด้านบนในหน่วย mm
- $y_B$  = การแอ่นสูงสุดของสายพานลำเลียงในหน่วย mm
- $F$  = แรงดึงของสายพานในตำแหน่งที่เกี่ยวข้องในหน่วย N
- $m'_0 + m'_B$  = น้ำหนักของสินค้าที่มีการลำเลียงและสายพานในหน่วย kg/m



MOVEMENT SYSTEMS

# ตัวอย่างการคำนวณสำหรับการลำเลียงสินค้าของอุปกรณ์

ในระบบการจัดเรียงสินค้า สายพานลำเลียง จะมีการโหลดสินค้าและส่งไปยังศูนย์กระจายสินค้า ระบบการลำเลียงในแนวนอนที่รองรับ ด้วยแผ่นกันสั่น ระบบขับเคลื่อนแบบย้อนกลับ ดังที่แสดงในแผนภาพ มีการขับเคลื่อนผ่าน ทางพื้นผิวบนสุดของสายพาน ดรัมขับเคลื่อนที่มีการหุ้ม ระบบการดึงที่มีการทำงานแบบ หมุน ตัวหมุนเสริม 14 ตัว ชนิดของสายพาน ที่นำเสนอ: Siegling Transilon E8/2 U0/V5H MT สีดำ (900026) ที่มี  $k_{1\%} = 8 \text{ N/mm}$



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

ความยาวของสายพานลำเลียง  $l_T = 50 \text{ m}$   
ความยาวสายพานเชิงเรขาคณิต  $L_g = 105000 \text{ mm}$   
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)

## แรงดึงผลลัพธ์ $F_U$ [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

$F_1 = 6960 \text{ N}$   
 $b_0 = 600 \text{ mm}$   
 $k_{1\%} = 8 \text{ N/mm}$

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

$$\frac{6960}{600} \leq 2 \cdot 8 \text{ N/mm}$$

$$11.6 \text{ N/mm} \leq 16 \text{ N/mm}$$

ชนิดของสายพานที่ใช้จะต้องถูกเลือกอย่างถูกต้อง

$$\begin{aligned}
 F_U &= 4340 \text{ N} \\
 C_3 &= 25 \\
 \beta &= 180^\circ \\
 b_0 &= 600 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

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

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

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

$d_A$  กำหนดขนาดที่ 200 mm

**เส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดของดรัมที่ขับเคลื่อน**

$$\begin{aligned}
 F_U &= 4350 \text{ N} \\
 v &= 0.8 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

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

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

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

**กำลัง  $P_A$  ของดรัมที่ขับเคลื่อน**

$$\begin{aligned}
 P_A &= 3.5 \text{ kW} \\
 \eta &= 0.8 \text{ (ถือว่า)}
 \end{aligned}$$

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

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

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

$P_M$  ที่ 5.5 kW หรือมากกว่า

**กำลังมอเตอร์ที่ต้องการ  $P_M$**

$$\begin{aligned}
 F_U &= 4350 \text{ N} \\
 C_1 &= 1.6 \\
 K &= 0.62 \\
 k_{1\%} &= 8 \text{ N/mm สำหรับ E8/2 U0/V5H สีดำ} \\
 b_0 &= 600 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

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

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

$$\varepsilon \approx 0.9 \%$$

**การยืดต่ำสุดเมื่อมีการติดตั้งสำหรับการขับเคลื่อนแบบย้อนกลับ**

**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 7

ขณะพัก แรงดึงด้านบนและด้านล่างถูกกำหนดโดยการยืดเมื่อมีการติดตั้ง  $\varepsilon$  แรงดึง F มีการคำนวณตาม:

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

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

$$\begin{aligned} F_W &= 2 \cdot F \\ F_W &= 2 \cdot 0.9 \cdot 8 \cdot 600 \\ F_W &\approx 8640 \text{ N} \end{aligned}$$

เมื่อ  $\beta \neq 180^\circ$  ให้ใช้ค่าต่อไปนี้ในการคำนวณ  $F_W$  ( $F_1 = F_2$  สามารถถือได้ว่าอยู่ในระยะพัก)

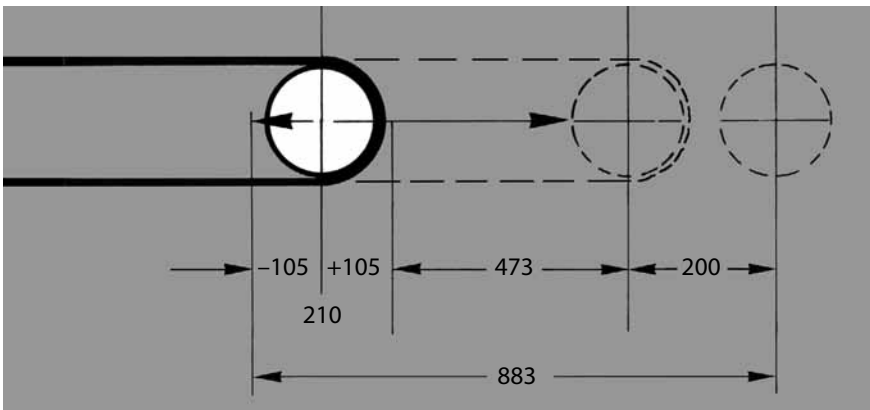
$$\begin{aligned} F_W &= \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \beta} \\ F_W &= [N] \end{aligned}$$

### โหลดของเพลานี้ระยะพัก

ในการเปรียบเทียบระยะพักกับโหมดสภาวะคงตัว โปรดสังเกตความแตกต่างของโหลดของเพลานี้ดรัม 1

$$\begin{aligned} F_{W1} \text{ ขณะพัก} &= 8640 \text{ N} \\ F_{W1} \text{ สภาวะคงตัว} &= 5220 \text{ N} \end{aligned}$$

หมายเหตุ:  
เมื่อมีการออกแบบอุปกรณ์จะต้องพิจารณาทั้งสองโหมด



### ช่วงการยกขึ้น

Tol =  $\pm 0.2\%$   
 $\varepsilon = 0.9\%$   
 $L_g = 105000 \text{ mm}$   
 $Z = 200 \text{ mm}$

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

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

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

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



MOVEMENT SYSTEMS

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ของเราได้มีการนำไปประยุกต์ใช้งานเป็นจำนวนมาก และเนื่องจากมีหลายปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้อง คือการใช้งาน รายละเอียด และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความเหมาะสมและการใช้ผลิตภัณฑ์ของเราจึงเป็นเพียงแค่แนวทางทั่วไปและไม่รับประกันในกรณีที่คุณลูกค้าที่สั่งซื้อมีการตรวจสอบและทดสอบผลิตภัณฑ์ด้วยตนเอง เมื่อเราให้ความช่วยเหลือทางด้านเทคนิคเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้งาน คุณลูกค้าที่สั่งซื้อต้องรับผิดชอบต่อความเสี่ยงในการทำงานของเครื่องจักรอย่างเหมาะสม

### การให้บริการของ Forbo Siegling – ทุกที่ ทุกเวลา

Forbo Siegling Group มีพนักงานมากกว่า 2,300 คน ผลิตภัณฑ์ของเราผลิตในสถานที่ผลิต 9 แห่งทั่วโลก ท่านสามารถค้นหาบริษัทและตัวแทนจำหน่ายพร้อมโกดังสินค้าและโรงปฏิบัติงานได้กว่า 80 ประเทศ จุดให้บริการของ Forbo Siegling มีมากกว่า 300 แห่งทั่วโลก

**บริษัท ฟอร์โบ ซิกลิง (ประเทศไทย) จำกัด**  
777/27 หมู่ที่ 9 ตำบลบางปลา  
อำเภอบางพลี สมุทรปราการ 10540  
โทรศัพท์: +66 2130-0286, +66 2130-0427-9, แฟกซ์: +66 2130-0287  
[www.forbo-siegling.com](http://www.forbo-siegling.com), [siegling.th@forbo.com](mailto:siegling.th@forbo.com)

Forbo Movement Systems is part of the Forbo Group,  
a global leader in flooring and movement systems.  
[www.forbo.com](http://www.forbo.com)

