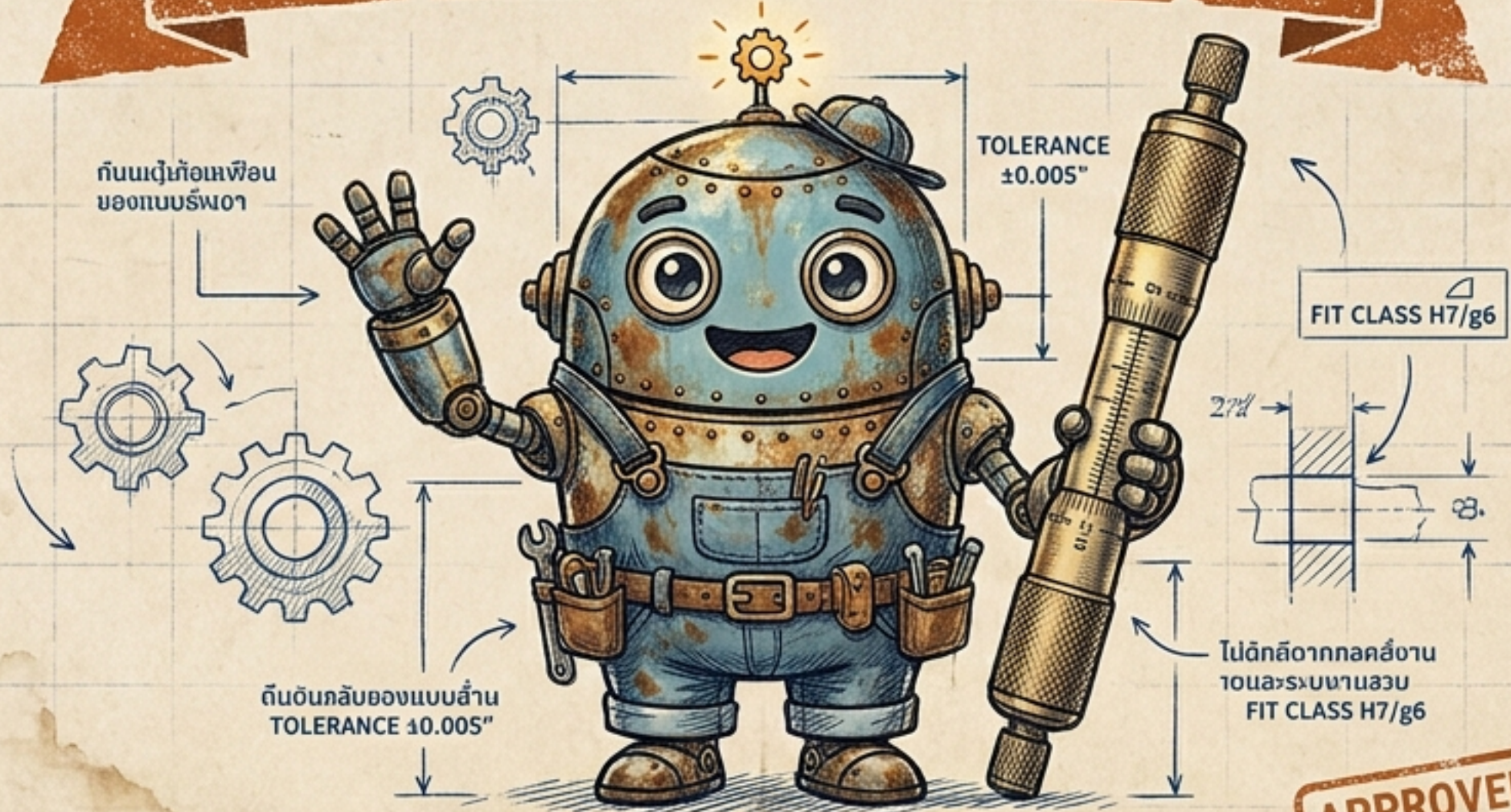


# คู่มือช่างฝึกหัด: ลดรหัสพิภักัดความเผื่อและระบบงานสวม

เรียนรู้ภาษาลับของแบบสั่งงาน  
เพื่อการประกอบชิ้นส่วนที่สมบูรณ์แบบ



Nong Fueang

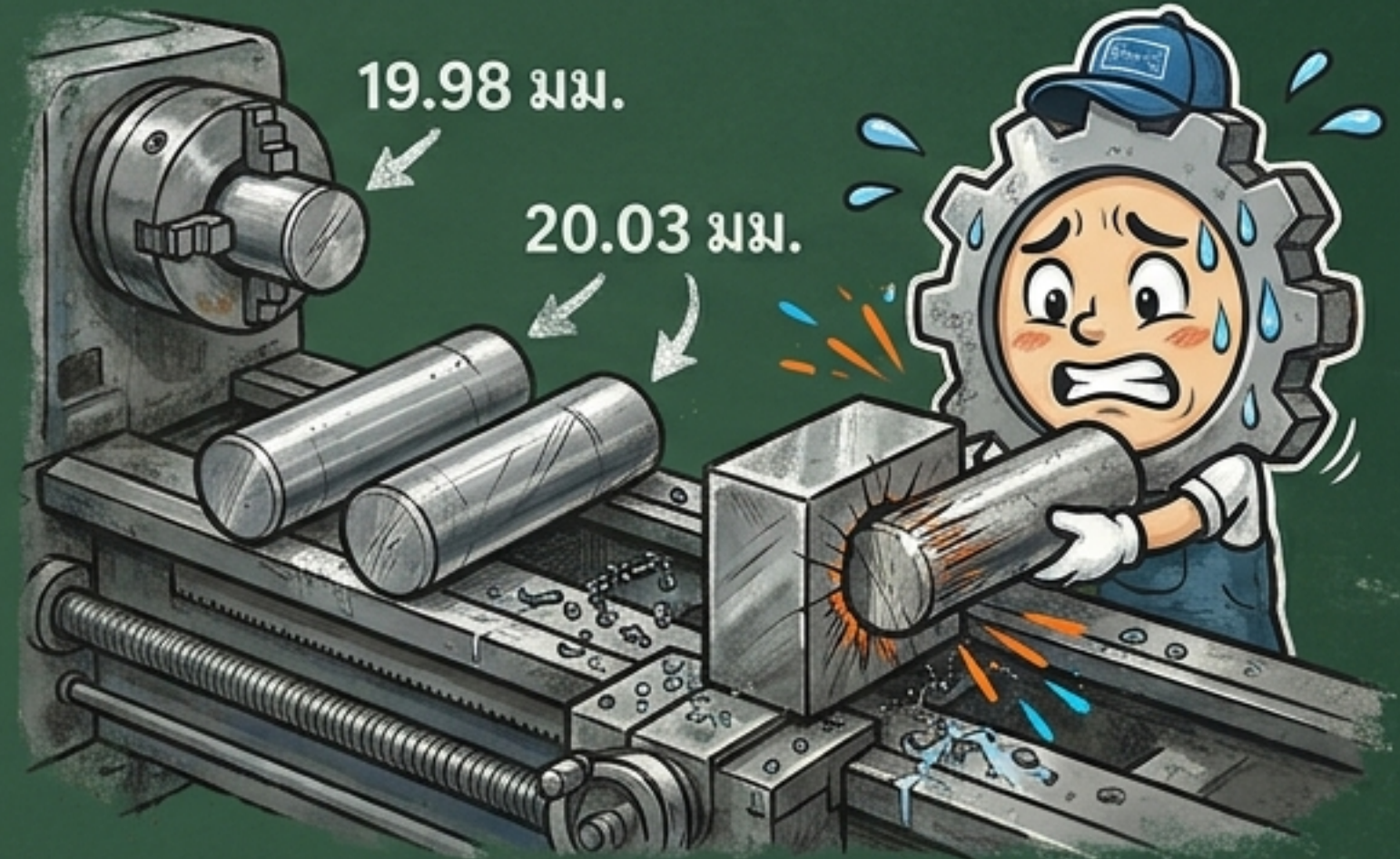
APPROVED FOR TRAINING  
1st EDITION, 1955

# ทำไมชิ้นงานถึงประกอบกันไม่ได้?

ความคาดหวังหน้ากระดานบอร์ด

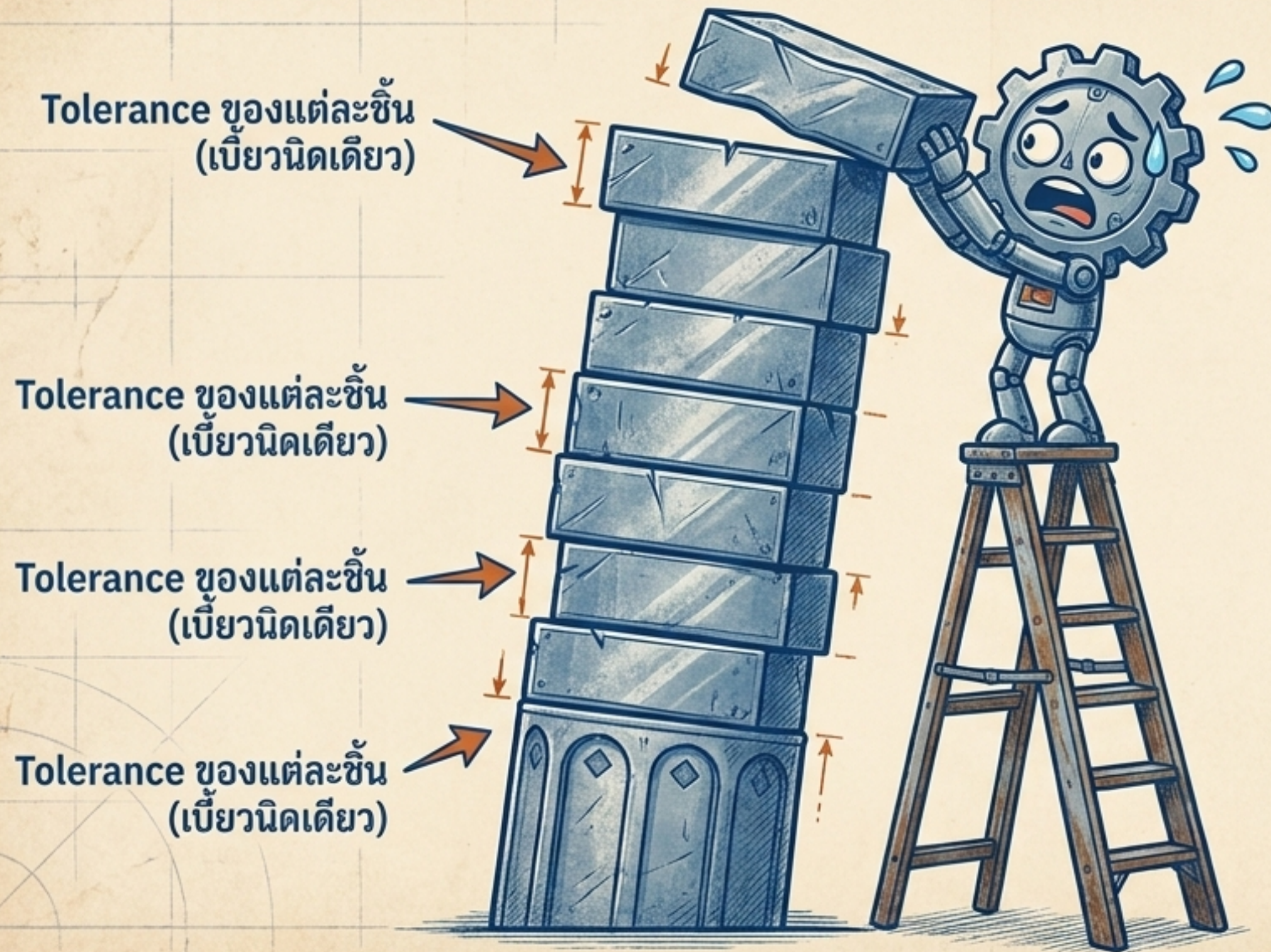


ความเป็นจริงหน้าแท่นกลึง



- ในการทำงานจริง หน้าแท่นกลึง ไม่มีชิ้นงานใดที่ผลิตออกมาได้ขนาดเป๊ะ 100% (Actual Dimension) เสมอไป
- ความร้อน การสึกหรอของมีดกลึง และการสั่นสะเทือน ทำให้เกิด "ความคลาดเคลื่อน" เล็กน้อยเสมอ
- คำถามคือ: "แล้วเราจะยอมรับความคลาดเคลื่อนได้มากแค่ไหน?" นี่คือที่มาของมาตรฐาน!

# หอคอยแห่งความคลาดเคลื่อนสะสม (Tolerance Stack-Up)



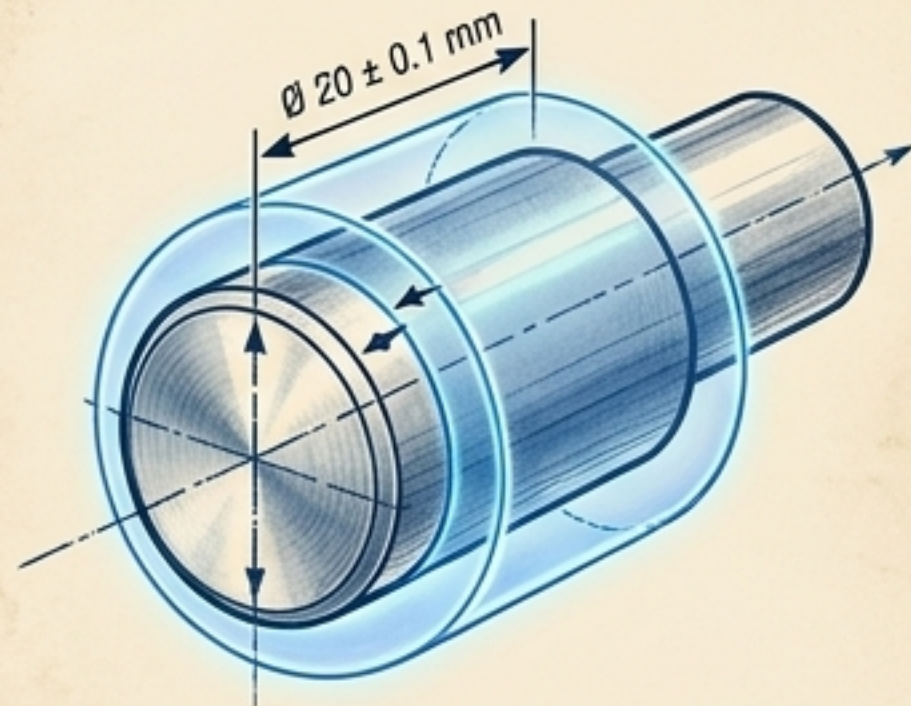
ชั้นเดียวไม่เป็นไร:  
ความผิดพลาดเพียง 0.05 มม. ในชั้นส่วน  
เดียวอาจดูไม่มีปัญหาและประกอบได้

ประกอบรวมกันคือหายนะ:  
เมื่อนำชั้นส่วนที่มีความคลาดเคลื่อนมาซ้อนกัน  
ค่าความผิดพลาดจะบวกสะสมทวีคูณ  
(Stack-Up)

ผลลัพธ์:  
ประกอบไม่เข้า เกิดช่องว่างหลวมโครก  
หรือเครื่องจักรทำงานสะดุด!  
เราจึงต้องควบคุมพิถีพิถันอย่างเป็นระบบ

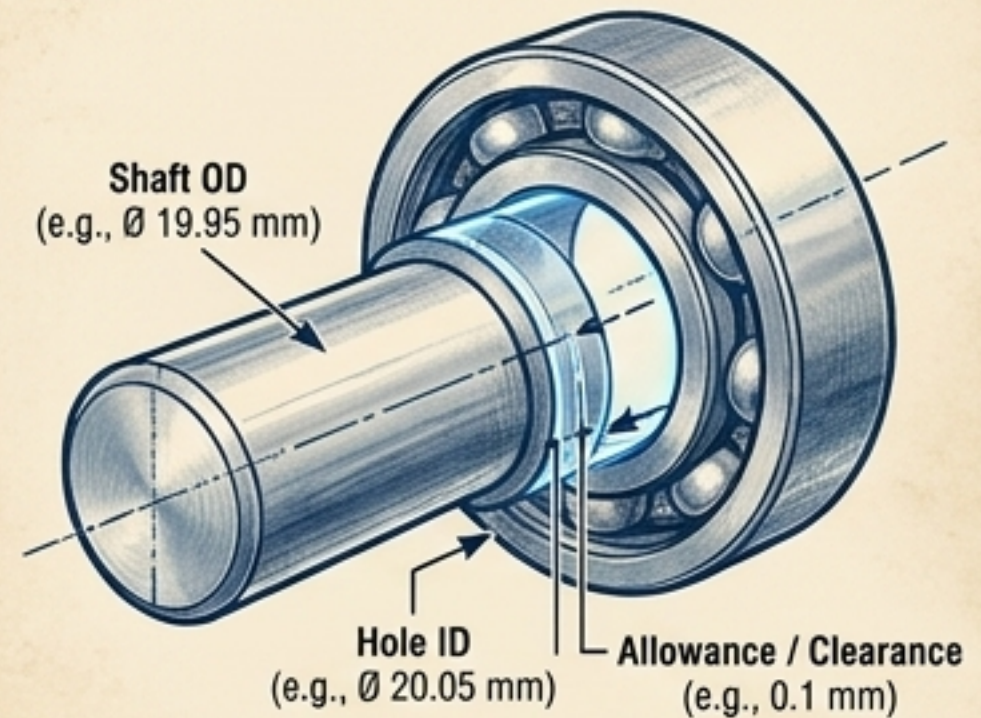
# กฎเหล็ก 2 ข้อ: พิกัดความเผื่อ (Tolerance) VS พิกัดงานสวม (Allowance)

## Tolerance (พิกัดความเผื่อ)



- ความหมาย: ขอบเขตของความผิดพลาดที่ “ยอมให้อกัยได้” สำหรับ ชิ้นส่วน 1 ชิ้น
- ตัวอย่าง: เพลานขนาด 20 มม. ยอมให้เล็กสุด 19.9 มม. และใหญ่สุด 20.1 มม.

## Allowance (ระยะเผื่อ/ช่องว่างอัด)



- ความหมาย: ช่องว่างที่ “จงใจออกแบบไว้” เพื่อให้ ชิ้นส่วน 2 ชิ้น ทำงานร่วมกันได้ตามหน้าที่
- ตัวอย่าง: ตั้งใจออกแบบให้เพลาลึกกว่ารูเจาะเสมอ เพื่อให้หมุนได้ลื่นไหล ไม่ฝืด

Tolerance = 1 ชิ้น  
Allowance = 2 ชิ้น

# 3 รูปแบบการปฏิสัมพันธ์ของชิ้นงาน (The 3 Fits)

## งานสวมคลอน (Clearance Fit)



รูใหญ่กว่าเพลาสวม  
มีช่องว่างเหลือ (Gap)  
ขยับเลื่อนหรือหมุนได้

## งานสวมพอดี (Transition Fit)



ขนาดคาบเกี่ยวกัน  
อาจแน่นหรือหลวมนิดหน่อย  
ประกอบด้วยมือหรือเคาะเบาๆ

## งานสวมอัด (Interference Fit)



เพลารูใหญ่กว่ารูเจาะเสมอ  
ต้องใช้แรงดันมหาศาล  
ประกอบแล้วถอดแทบไม่ได้

# ถอดรหัสลับบนหน้าพิมพ์เขียว (Decoding the ISO Standard)



← ขนาดพื้นฐาน →  
(Basic Size)  
= 20 มิลลิเมตร

Ø 20 H7/g6

ตัวพิมพ์เล็ก:  
โค้ดลับสำหรับ  
เพลา (Shaft) 

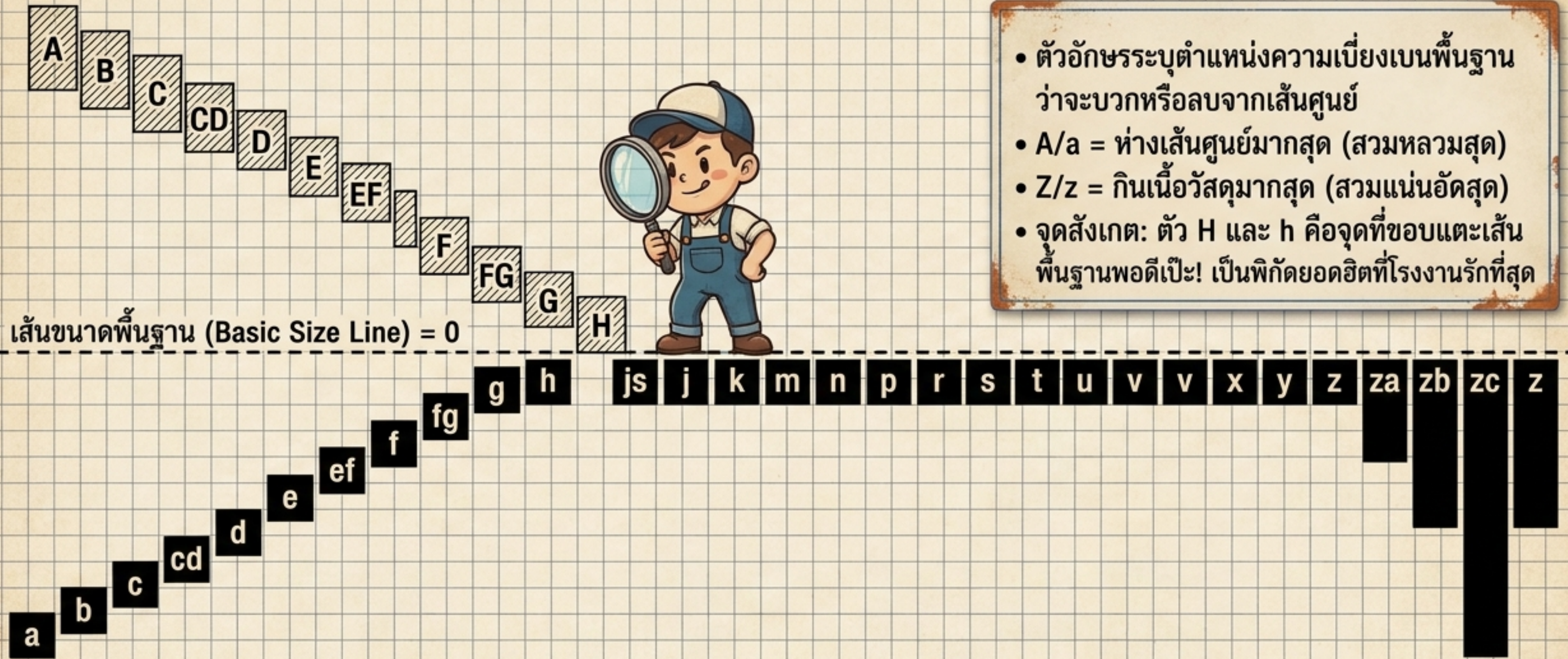
ตัวพิมพ์ใหญ่:  
โค้ดลับสำหรับ  
รูเพลา (Hole) 

ระดับความละเอียด  
(IT Grade) ของรูเพลา

ระดับความละเอียด  
(IT Grade)  
ของเพลา 

**จำให้แม่น! ตัวอักษรใหญ่ = รูเจาะ / ตัวอักษรเล็ก = เพลา!**

# ตัวอักษร A ถึง Z บอกอะไรเรา? (Fundamental Deviation)



- ตัวอักษรระบุตำแหน่งความเบี่ยงเบนพื้นฐานว่าจะบวกหรือลบจากเส้นศูนย์
- A/a = ห่างเส้นศูนย์มากที่สุด (สวมหลวมสุด)
- Z/z = กั้นเนื้อวัสดุมากที่สุด (สวมแน่นอัดสุด)
- จุดสังเกต: ตัว H และ h คือจุดที่ขอบแตะเส้นพื้นฐานพอดีเป๊ะ! เป็นพิกัดยอดเยี่ยมที่โรงงานรักที่สุด

# กรวยความละเอียด IT Grade (International Tolerance)

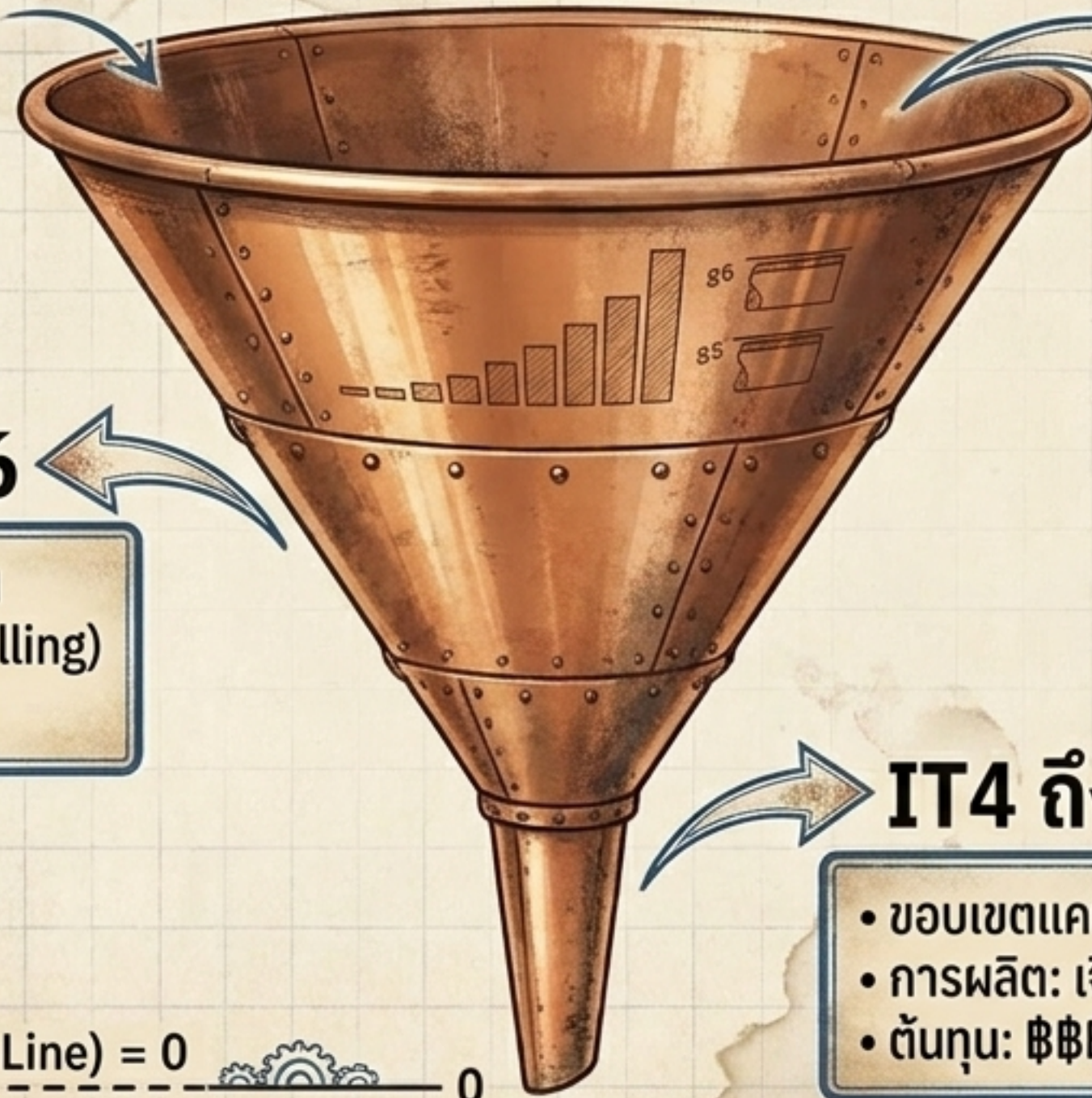


Nong  
Fueang

## IT11 ถึง IT6

- งานสวมประกอบทั่วไปในโรงงาน
- การผลิต: กลึง (Lathe), กัด (Milling)
- ต้นทุน: ฿฿ (ราคาสมเหตุสมผล)

เส้นขนาดพื้นฐาน (Basic Size Line) = 0



## IT18 ถึง IT12

- ขอบเขตพิกต์กว้างขวาง สบายๆ
- การผลิต: หล่อทราย, ตัดหยาบ
- ต้นทุน: ฿ (ราคาถูก)

## IT4 ถึง IT01

- ขอบเขตแคบมาก เนียบสุดระดับไมครอน
- การผลิต: เจียรโคมความละเอียดสูง, งานเกอ
- ต้นทุน: ฿฿฿฿฿฿ (แพงหูฉี่!)



# เลือกตัวหลักให้ถูกระบบ (Hole Basis vs. Shaft Basis)

ระบบรูเจาะเป็นหลัก  
(Hole Basis - H)

ระบบเพลาเป็นหลัก  
(Shaft Basis - h)



ในการทำงาน เราต้องเลือก "ล็อก" ขนาดขึ้นใดขึ้นหนึ่งให้คงที่ไว้ที่ไซส์มาตรฐาน แล้วค่อยปรับแต่งขนาดอีกขึ้นเพื่อให้ได้ระดับงานสวมตามต้องการ

# ทำไมช่างกลถึงรัก “ระบบรูเจาะเป็นหลัก (Hole Basis)”?



- เครื่องมือทำรู (สว่าน, ริมเมอร์) ถูกผลิตมาเป็นขนาดมาตรฐานจากโรงงาน การสร้างรูขนาดแปลกๆ ทำได้ยากและมีต้นทุนสูง
- การ “กลึงเพลลา” ให้เล็กลงหรือใหญ่ขึ้นตามต้องการบนแท่นกลึง (Lathe) ทำได้ง่ายกว่าและต้นทุนต่ำกว่ามาก
- ดังนั้น อุตสาหกรรมส่วนใหญ่จึงยึด รูเจาะ (H7) เป็นศูนย์กลาง แล้วกลึงเพลลาให้เข้าหาเสมอ!



# วิธีอ่านตารางพิกัดมาตรฐาน (Reading the Table)

โจทย์หน้าพิมพ์เขียว:  
เพลลา  $\varnothing 8$  H7/g6

## ขั้นตอนที่ 1: หารูเพลลา (Hole H7)

ตารางรูเพลลา 8 มม. -> ขอบบน +0.015 / ขอบล่าง 0  
แปลผล: รูเจาะต้องมีขนาดระหว่าง 8.000 ถึง 8.015 มม.

## ขั้นตอนที่ 2: หาเพลลา (Shaft g6)

ตารางเพลลา 8 มม. -> ขอบบน -0.005 / ขอบล่าง -0.014  
แปลผล: เพลลาต้องกลึงให้ได้ขนาดระหว่าง 7.986 ถึง 7.995 มม.

เห็นไหม รูใหญ่กว่าเพลลาเสมอ  
นี่คืองานสวมคลอน (Clearance) ที่แท้ทรู!



# บทสรุปคู่มือช่างฝึกหัด (The Apprentice Blueprint)



Tolerance (1 ชั้น) = Wiggle Room  
Allowance (2 ชั้น) = Gap or Squeeze



H

= รูเพลลา (ตัวอักษรใหญ่)

h

= เฟลา (ตัวอักษรเล็ก)



เข้าใจพิกัดความเพื่อ  
ควบคุมงานความเพื่อ  
คือหัวใจของช่างกลชั้นเซียน  
ขอให้ทุกคนปฏิบัติงานได้ตรงเป๊ะตามพิกัด!