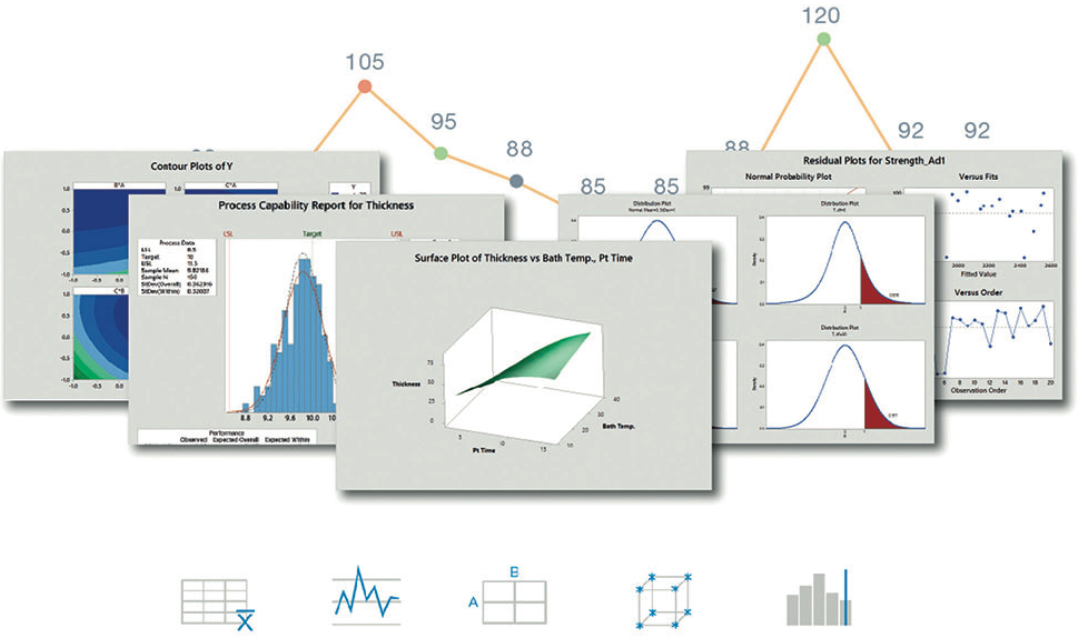
คู่มือ

วิเคราะห์และจัดการข้อมูลสถิติด้วย

Minitab

ฉบับมืออาชีพ



Free ! ตัวอย่างโปรเจ็กต์ Minitab

YouTube สอนใช้งาน Minitab

อ่านเข้าใจง่าย
อธิบายอย่างละเอียด เป็นขั้นตอน สามารถทำตามได้จริง

มีกรณีศึกษา
สอนใช้งาน Minitab จากตัวอย่างจริง ในการทำงาน

เหมาะสำหรับ
นักศึกษา นักวิจัย และนักวิเคราะห์ข้อมูล ด้านสถิติ

ปรัชญา พละพันธุ์

IDC
PREMIER

มีเพียง “ความรู้” เท่านั้นที่มนุษย์ใช้พลิก “โลก” และเปลี่ยน “ชีวิต”
เราจึงสร้างสรรค์ และส่งมอบ “ความรู้” ในรูปแบบที่ดีกว่า
เพื่อให้คนไทย “เรียนรู้” ได้ตลอดชีวิต

Think Beyond

Read Comics

คำนำ

คู่มือวิเคราะห์และจัดการข้อมูลสถิติด้วย Minitab ฉบับมืออาชีพเล่มนี้ ได้จัดทำขึ้นจากประสบการณ์การใช้งานจริง รวมทั้งประสบการณ์การสอนด้านสถิติ และการปรับปรุงกระบวนการด้วยเทคนิค Six Sigma ของผม ซึ่งผมได้รวบรวมหัวข้อที่สำคัญที่มักจะมีการนำไปใช้งานในด้านต่าง ๆ ไว้ในหนังสือเล่มนี้

โดยหนังสือเล่มนี้จะแนะนำทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง, ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม Minitab และตัวอย่างแต่ละหัวข้ออย่างละเอียด ทำให้หนังสือเล่มนี้เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษาด้านสถิติ และผู้ที่ต้องการนำความรู้ด้านสถิติไปใช้งานจริง

สำหรับขั้นตอนการใช้งานหนังสือเล่มนี้ ก่อนอื่นผมขอให้ท่านดาวน์โหลดไฟล์ที่ใช้ประกอบในแต่ละบทจากลิงค์ http://goo.gl/5xOVGy โดยผมจะแยกไฟล์เป็นหนึ่งบทต่อหนึ่งไฟล์ และในแต่ละไฟล์จะแยกออกเป็นตัวอย่างละหนึ่ง Worksheet ซึ่งผมได้บันทึกไฟล์ให้รองรับในรูปของโปรแกรม Minitab รุ่น R15 ขึ้นไป ดังนั้น หากท่านใช้งานโปรแกรม Minitab รุ่นก่อนหน้าจะไม่สามารถเปิดไฟล์นี้ได้

หากท่านต้องการไฟล์โปรแกรม Minitab รุ่นล่าสุด สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ของ Minitab (http://www.minitab.com/en-us/) หรือ Solution Center (http://solutioncenterminitab.com/) สำหรับท่านที่เป็นผู้เริ่มต้นศึกษาด้านสถิติหรือโปรแกรม Minitab ขอให้เริ่มต้นจากบทที่ 1 สถิติเบื้องต้น และบทที่ 2 การทดสอบสมมติฐาน ซึ่งทั้งสองบทเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการศึกษาด้านสถิติ โดยขอให้เริ่มลองใช้โปรแกรมตามขั้นตอนไปก่อน แล้วค่อยไปยังบทที่ต้องการภายหลัง

สุดท้ายนี้ ผมขอขอบคุณทุกท่านที่กรุณาอ่านหนังสือเล่มนี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะได้รับประโยชน์จากหนังสือเล่มนี้

ด้วยความขอบคุณอย่างสูง
ปรัชญา พละพันธุ์
☎ 091-824-4606
pratyapa@gmail.com
fb.me/PratyapaStatistic

สารบัญ

บทนำ 1

แนะนำโปรแกรม Minitab 2

บทที่ 1 สถิติเบื้องต้น 7

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 8

ประเภทของสถิติ 8

การแบ่งประเภทของข้อมูล 9

การวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นด้วยโปรแกรม Minitab 10

ทฤษฎีบทลิมิตเข้าสู่ส่วนกลาง (Central Limit Theorem) 13

รูปร่างการแจกแจงของกลุ่มตัวอย่าง 13

ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 14

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่าง 14

รูปร่างการแจกแจงของค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่าง 15

ช่วงความเชื่อมั่น (Confidence Interval) 15

การแจกแจงของข้อมูล (Type of Distribution) 17

การแจกแจงแบบปกติ 18

การแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล 25

การแจกแจงแบบทวินาม 27

การแจกแจงแบบปัวส์ซอง 29

การแปลงข้อมูล (Data Transformation) 31

การแปลงข้อมูลด้วย Minitab ฟังก์ชัน Box-Cox Transformation 32

การแปลงข้อมูลด้วย Minitab ฟังก์ชัน Johnson Transformation 35

บทที่ 2 การทดสอบสมมติฐาน 37

การทดสอบสมมติฐาน 38

ความผิดพลาดในการตัดสินใจ 38

ประเภทของการทดสอบสมมติฐาน 39

จำนวนตัวอย่างสำหรับการทดสอบสมมติฐาน 41

การทดสอบสมมติฐานประชากร 1 กลุ่มสำหรับข้อมูลแจกแจงแบบปกติ 42

การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยกรณีทราบความแปรปรวน 42
การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยกรณีไม่ทราบความแปรปรวน 48
การทดสอบสมมติฐานของความแปรปรวน 54
การทดสอบสมมติฐานสำหรับประชากรสองกลุ่มสำหรับข้อมูลแจกแจงแบบปกติ 59
การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยกรณีไม่ทราบความแปรปรวน 60
การทดสอบสมมติฐานของอัตราส่วนของความแปรปรวน 61
การทดสอบสมมติฐานของผลต่างของค่าเฉลี่ยจากค่าสังเกตที่จัดเป็นคู่ 70

บทที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน 77
การวิเคราะห์ความแปรปรวน 78
การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว 78
การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง 91

บทที่ 4 การทดสอบสมมติฐานแบบนอนพาราเมตริก 101
การทดสอบสมมติฐานของค่าสัดส่วน 102
การทดสอบสมมติฐานของค่าสัดส่วนสำหรับประชากรกลุ่มเดียว 102
การทดสอบสมมติฐานของค่าสัดส่วนสำหรับประชากรสองกลุ่ม 106
การทดสอบสมมติฐานสำหรับข้อมูลจำแนกแบบสองทาง 110
การทดสอบสมมติฐานของประชากรกลุ่มเดียว 112
การทดสอบโดยใช้เครื่องหมาย (Sign Test) 113
การทดสอบวิลคอกซัน (The Wilcoxon Signed-Rank Test) 116
การทดสอบสมมติฐานสำหรับประชากรสองกลุ่ม 118
แมนวิทเนย์ (The Mann-Whitney Test) 119
การทดสอบสมมติฐานสำหรับประชากรตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป 121
ครัสคาลและวัลลิส (Kruskal-Wallis Test) 121
มูดส์มีเดียน (Mood's Median Test) 126
ฟรีดแมน (Friedman Test) 129

บทที่ 5 การวิเคราะห์ระบบการวัด 131
ความหมายของระบบการวัด 132
ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบการวัด 133
ความสามารถแยกความแตกต่าง 133
ไบอัส 134
คุณสมบัติเชิงเส้นตรง 134
ความเสถียร 137
ความสามารถในการวัดซ้ำ 138
ความสามารถในการประเมินซ้ำ 138

บทที่ 6 การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ 165
การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ 166
ดัชนีความสามารถของกระบวนการด้านศักยภาพระยะสั้น (C_p) 166
ดัชนีความสามารถของกระบวนการด้านสมรรถนะระยะสั้น (C_{pk}) 167
ความแปรผันของการศึกษาแบบระยะสั้นและระยะเวลายาว 168
ดัชนีความสามารถของกระบวนการด้านศักยภาพระยะยาว (P_p) 170
ดัชนีความสามารถของกระบวนการด้านสมรรถนะระยะยาว (P_{pk}) 170
ดัชนีความสามารถของกระบวนการด้านสมรรถนะด้วยค่ากลางจากข้อกำหนดเฉพาะ 170
การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการสำหรับข้อมูลที่ไม่ใช่การแจกแจงแบบปกติ 179
การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการสำหรับข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง 187

บทที่ 7 แผนภูมิควบคุม 193
ประเภทของความผันแปร 194
ข้อกำหนดและข้อจำกัดของแผนภูมิควบคุม 194
ประเภทของแผนภูมิควบคุม 196
ลักษณะความผิดปกติ (Special Cause) 196
แผนภูมิควบคุม Xbar-R Chart 198
การใช้งานโปรแกรม Minitab กับ Xbar-R Chart 198
แผนภูมิควบคุม Xbar-S Chart 204
การใช้งานโปรแกรม Minitab กับ Xbar-S Chart 204
แผนภูมิควบคุม XMR หรือ I-MR Chart 208
การใช้งานโปรแกรม Minitab กับ I-MR Chart 208
แผนภูมิควบคุม P Chart 210
การใช้งานโปรแกรม Minitab กับ P Chart 210
แผนภูมิควบคุม NP Chart 213
การใช้งานโปรแกรม Minitab กับ NP Chart 213
แผนภูมิควบคุม U Chart 215
การใช้งานโปรแกรม Minitab กับ U Chart 216
แผนภูมิควบคุม C Chart 218
การใช้งานโปรแกรม Minitab กับ C Chart 218

บทที่ 8 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการวิเคราะห์การถดถอย 221
การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ 222
การวิเคราะห์การถดถอย 227
การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย 228
การวิเคราะห์การถดถอยหลายเชิง 236

บทที่ 9 การออกแบบการทดลอง 253

การออกแบบการทดลอง 254

การทดลองแฟกทอเรียลเต็มรูปแบบ สำหรับศึกษาปัจจัยที่สองระดับ 254

การทดลองแบบแฟกทอเรียลบางส่วน สำหรับศึกษาปัจจัยที่สองระดับ 277

การทดลองแบบวิธีพื้นผิวผลตอบสนอง 285

การทดลองแบบแต่ละปัจจัยมีจำนวนระดับไม่เท่ากัน 312

บรรณานุกรม 326

ดัชนี 327

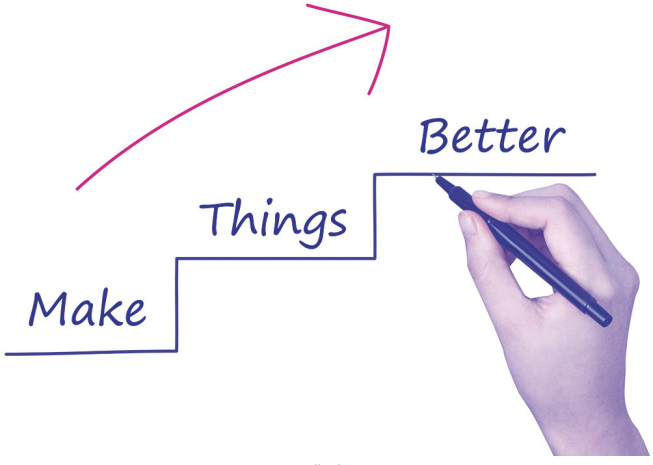
บทนำ

หากพูดถึงเรื่อง “สถิติ” หลายท่านอาจจะรู้สึกไม่ชอบนัก เนื่องจากสถิติจะต้องมีการคำนวณที่ค่อนข้างซับซ้อน และต้องใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ขั้นสูง ซึ่งสถิติเป็นศาสตร์ที่สำคัญมาก และหลายๆ ท่านก็จำเป็นต้องใช้สถิติ ทั้งสำหรับการเรียน การทำวิจัย หรือการทำงาน ดังนั้น ในปัจจุบันนี้จึงมีผู้คิดโปรแกรมการคำนวณทางสถิติเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ ทำให้การใช้งานสถิติไม่ยากเหมือนตอนที่ต้องคำนวณด้วยมือหรือเครื่องคิดเลข

NOT FOR PUBLIC RELEASE

โปรแกรม Minitab เป็นโปรแกรมหนึ่งที่ถูกพัฒนาเพื่อการใช้งานสำหรับการคำนวณทางด้านสถิติโดยเฉพาะ และเป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมทั่วโลก โดยหนังสือเล่มนี้จะแนะนำเทคนิคทางด้านสถิติที่จำเป็นต้องใช้ในการใช้ปฏิบัติงาน, การปรับปรุงกระบวนการหรือผลิตภัณฑ์ หรือการศึกษาร่วมกับโปรแกรม Minitab ซึ่งจะทำให้ผู้ศึกษาใช้งานง่ายและรวดเร็วขึ้น เพราะไม่ต้องใช้เวลาในการศึกษาทฤษฎีการคำนวณทั้งหมด เพียงแค่เข้าใจวิธีการใช้งานและตีความผลลัพธ์จากโปรแกรม Minitab ก็สามารถใช้งานได้เลย

NOT FOR PUBLIC RELEASE

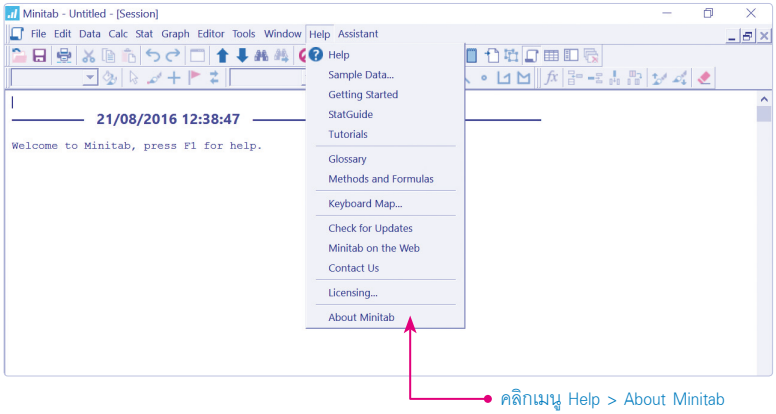


totallypic

แนะนำโปรแกรม Minitab

ก่อนเริ่มการใช้โปรแกรม ขออนุญาตชี้แจงเกี่ยวกับรุ่นของโปรแกรม Minitab ที่นำมาใช้ในหนังสือเล่มนี้ก็คือ Minitab 17.3.1 ซึ่งโปรแกรม Minitab แต่ละรุ่นจะมีความแตกต่างกันบ้าง โดยอาจจะมีบางฟังก์ชันและการแสดงผลที่แตกต่างกัน ท่านสามารถตรวจสอบรุ่นของโปรแกรมได้จากเมนู Help ดังนี้

NOT FOR PUBLIC RELEASE



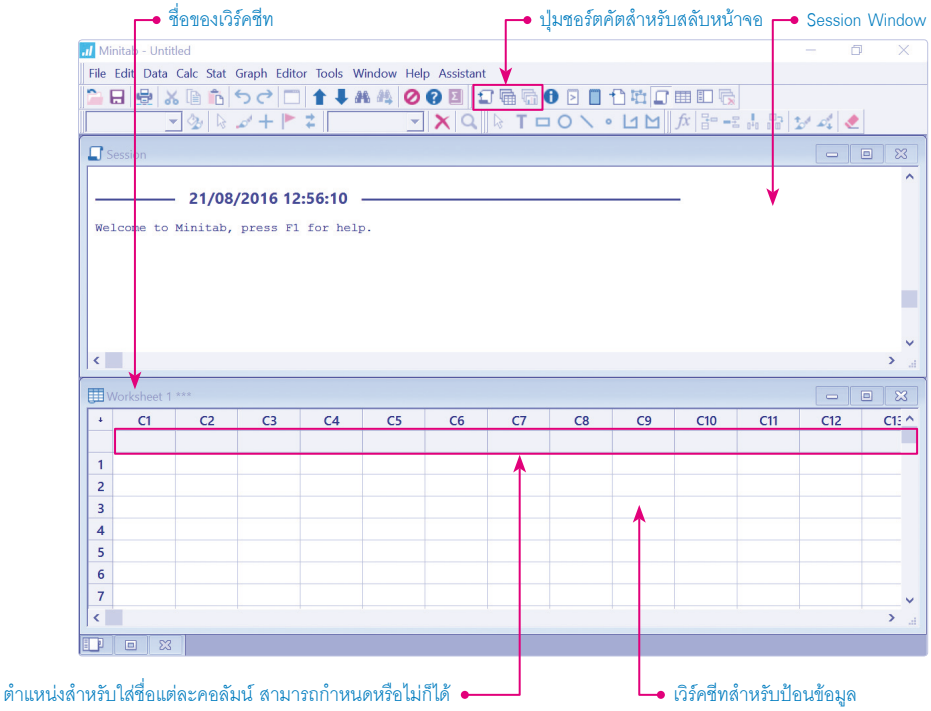
เมื่อเราเปิดโปรแกรม Minitab ขึ้นมา เราจะเจอหน้าจอโปรแกรมดังรูป โดยในส่วนของโปรแกรมจะสามารถแบ่งองค์ประกอบหลักออกเป็น 3 ส่วนคือ

หน้าต่าง (Session Window) แสดงรายละเอียดการประมวลผลของโปรแกรมในรูปของตัวอักษร รวมทั้งสามารถพิมพ์คำสั่งเพื่อการใช้งานโปรแกรมแทนการใช้งานเมนูก็ได้

NOT FOR PUBLIC RELEASE

เวิร์คชีท (Worksheet) หรือ Data Window ทำหน้าที่รับข้อมูลสำหรับการคำนวณ ซึ่งจะมีลักษณะเหมือนกับ Sheet ของโปรแกรม Microsoft Excel โดยส่วนของคอลัมน์สามารถตั้งชื่อแต่ละคอลัมน์ได้ และในหนึ่งโปรเจ็กต์ (Project) สามารถมีได้หลายเวิร์คชีท

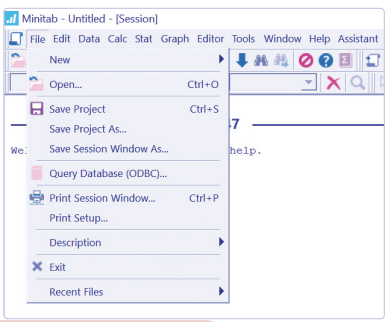
กราฟ (Graph) จะแสดงกราฟที่ได้จากการคำนวณ โดยจะแสดงผลเมื่อมีผลการคำนวณที่เป็นกราฟ



ในส่วนถัดไปจะแนะนำเมนูการใช้งานโปรแกรม Minitab ที่สำคัญ โดยจุดเด่นของโปรแกรม Minitab ที่ทำให้สามารถใช้งานได้ง่ายคือ จะมีการออกแบบเมนูให้คล้ายกับโปรแกรมไมโครซอฟท์ออฟฟิศ (Microsoft Office) และมีการกำหนดชอร์ตคัต (Shortcut) ซึ่งสามารถดูได้จากเมนูในโปรแกรม

NOT FOR PUBLIC RELEASE

เริ่มต้นจากเมนู File เราจะพบฟังก์ชันที่สำคัญสำหรับการใช้งานดังนี้



- New แบ่งออกเป็น New Project คือ การสร้างโปรเจ็กต์ใหม่ และ New Worksheet คือ การสร้างเวิร์คชีทใหม่ภายในโปรเจ็กต์เดิม
- Open... คือ การเปิดไฟล์ของโปรแกรม Minitab นอกจากสามารถเปิดไฟล์ของโปรแกรม Minitab แล้วยังสามารถเปิดไฟล์ในรูปแบบเอ็กเซล (Excel) หากมีการบันทึกในรูปแบบที่เหมาะสม
- Save Project คือ การบันทึกไฟล์ในรูปแบบของโปรเจ็กต์ โดยไฟล์จะอยู่ในรูปแบบ .MPJ ซึ่งจะบันทึกทุกอย่างที่อยู่ในการใช้งานโปรแกรม เช่น ข้อมูลการวิเคราะห์ในส่วนหน้าต่าง, เวิร์คชีท และกราฟ

NOT FOR PUBLIC RELEASE

- Save Project As... คือ การบันทึกเป็น (Save As) ไฟล์ในรูปแบบของโปรเจ็กต์ โดยไฟล์จะอยู่ในรูปแบบ .MPJ
- Save Worksheet As... คือ การบันทึกเป็น (Save As) ไฟล์ในรูปแบบของเวิร์คชีท เฉพาะเวิร์คชีทที่ต้องการบันทึก โดยไฟล์จะอยู่ในรูปแบบ .MTW
- Exit คือ การปิดโปรแกรม

บทที่ 01
สถิติเบื้องต้น

ผมขอเริ่มต้นบทนี้ด้วยคำถาม “สถิติคืออะไร ?” หลายท่านอาจจะทราบความหมายกันแล้ว แต่บางท่านอาจจะต้องทำความเข้าใจกันก่อน ดังนั้น เรามาเริ่มทำความรู้จัก “สถิติ” กันก่อนเลยครับ

“สถิติ” มีผู้ให้ความหมายไว้หลายนัยยะ เช่น ดั้งเดิมมาจากคำว่า “State” จึงหมายถึง ข้อมูลหรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ต่อรัฐ เช่น ข้อมูลในการวางแผนกำลังคน, การเก็บภาษีอากร เป็นต้น หรือบ้างก็ว่ามาจากภาษาเยอรมัน “Statistik” มีรากศัพท์มาจาก Stat หมายถึง ข้อมูลหรือสารสนเทศที่ช่วยให้เกิดประโยชน์ต่อการบริหารประเทศเช่นกัน

NOT FOR PUBLIC RELEASE

ต่อมาคำว่า สถิติ มีความหมายกว้างขวางขึ้น ซึ่งในปัจจุบัน สถิติมีความหมายหลายอย่าง เช่น

“สถิติ” ในความหมายของ “ข้อมูลสถิติ” หมายถึง ตัวเลขที่ใช้แทนข้อเท็จจริงของสิ่งต่างๆ เช่น สถิติเวลาเข้างาน, สถิติการขายสินค้า, สถิติจำนวนบุคลากรของหน่วยงาน เป็นต้น

NOT FOR PUBLIC RELEASE

“สถิติ” ในความหมายของ “ค่าสถิติ” หมายถึง ค่าตัวเลขที่คำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่าง เช่น ค่าเฉลี่ยเลขคณิต, ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น ซึ่งเป็นส่วนที่เราใช้ในการศึกษา ดังนั้น เรามาทำความเข้าใจสถิติในความหมายนี้กันเลยครับ

boreala

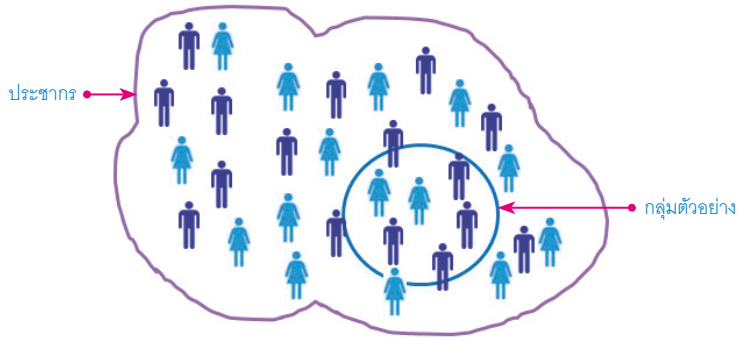
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

จากนิยามของสถิติเราทราบว่าสถิติคือ ค่าตัวเลขที่คำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้น เรามาทำความเข้าใจกันก่อนว่ากลุ่มตัวอย่างคืออะไร ได้มาอย่างไร และเกี่ยวข้องอย่างไรกับประชากร

ประชากร (Population) คือ กลุ่มของสิ่งต่างๆ ที่เราต้องการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นคน สัตว์ สิ่งของ หรือเหตุการณ์ แต่ในทางสถิติถือว่าประชากรมีขนาดใหญ่มาก จึงไม่สามารถนำมาศึกษาได้ทั้งหมด และเพื่อให้การศึกษาประชากรเป็นไปได้ จึงจำเป็นต้องสุ่ม (Sampling) เพื่อให้ได้ตัวแทนของประชากร หรือที่เรียกว่า **กลุ่มตัวอย่าง (Sample)** จากประชากรมาศึกษา โดยค่าที่รวบรวมหรือคำนวณได้จากประชากรเราเรียกว่า **พารามิเตอร์ (Parameter)** และใช้อักษรโรมันเป็นตัวแทน

NOT FOR PUBLIC RELEASE

กลุ่มตัวอย่าง (Sample) คือ ตัวแทนที่ถูกสุ่มจากกลุ่มของประชากรเพื่อเป็นตัวแทนของประชากร การสุ่มตัวอย่างที่ดีจะทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะและคุณสมบัติคล้ายประชากรที่สุด เช่นกันค่าที่รวบรวมหรือคำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่างเราเรียกว่า **ค่าสถิติ (Statistics)** และใช้อักษรภาษาอังกฤษเป็นตัวแทน



ตารางแสดงตัวอย่างเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์และค่าสถิติ

	ค่าพารามิเตอร์	ค่าสถิติ
ค่าเฉลี่ย	μ	$\bar{x}$
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	σ	s
ความแปรปรวน	σ^2	s^2

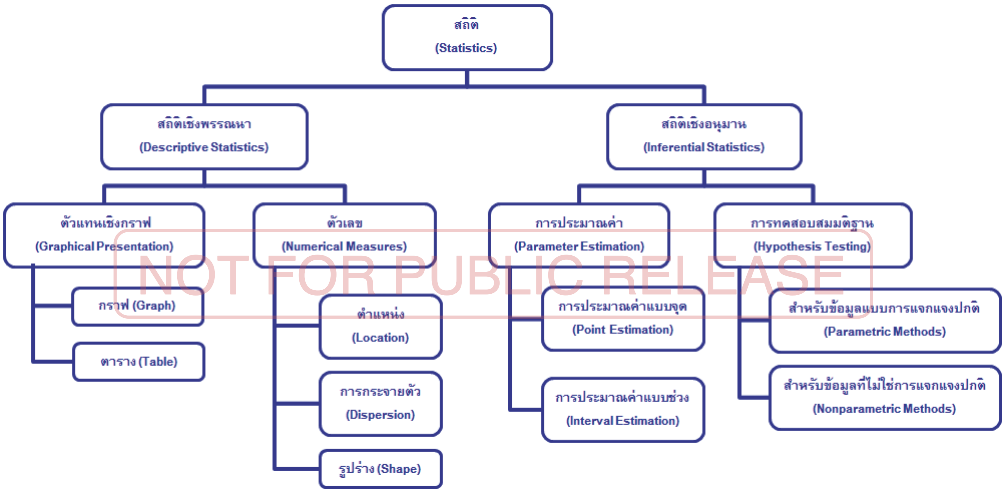
NOT FOR PUBLIC RELEASE

ประเภทของสถิติ

ก่อนที่จะเริ่มการคำนวณเพื่อหาค่าสถิติจากการที่เราได้เก็บข้อมูล ด้วยวิธีการสุ่มจากประชากรมาแล้ว เรามาทำความเข้าใจเกี่ยวกับประเภทของค่าสถิติกันก่อน เพื่อการใช้งานที่ถูกต้อง โดยทั่วไปเราสามารถแบ่งประเภทของสถิติออกได้เป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ

1. **สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics)** คือ สถิติที่ใช้บรรยายลักษณะของข้อมูลเท่านั้น ไม่มีการอ้างอิงถึงค่าพารามิเตอร์ของประชากร เช่น กราฟ (Graph), ตาราง (Table), ค่าเฉลี่ย (Mean), มัธยฐาน (Median), ฐานนิยม (Mode), ค่าพิสัย (Range), ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation), ความแปรปรวน (Variance), การแจกแจงข้อข้อมูล (Distribution) เป็นต้น

2. **สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics)** คือ สถิติที่ได้จากการคำนวณค่าทางสถิติของกลุ่มตัวอย่าง และไปอ้างอิงกลับถึงค่าพารามิเตอร์ของประชากร (ซึ่งไม่สามารถหาได้โดยตรงเพราะมีขนาดใหญ่) สถิติเชิงอนุมานประกอบด้วยการประมาณค่า (Parameter Estimation) และการทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing)



NOT FOR PUBLIC RELEASE

การแบ่งประเภทของข้อมูล

นอกจากเราจะต้องเข้าใจประเภทของสถิติแล้ว เรายังต้องพิจารณาถึงชนิดของข้อมูลกันอีก เพราะข้อมูลมีแหล่งที่มาที่แตกต่างกันและนำไปใช้ประโยชน์ต่างกัน เช่น ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัด, ข้อมูลจากการนับ หรือข้อมูลที่ได้จากการแยกประเภท เป็นต้น ดังนั้น จึงมีการจัดประเภทของข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ ข้อมูลแบบต่อเนื่อง และข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง

ข้อมูลแบบต่อเนื่อง (Continuous หรือ Variable Data) คือ ข้อมูลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือวัด เช่น ความยาว, ความสูง, น้ำหนัก, ปริมาตร, ความดัน เป็นต้น โดยข้อมูลลักษณะนี้จะมีจุดทศนิยม ซึ่งจำนวนทศนิยมจะขึ้นอยู่กับความละเอียดของเครื่องวัด ส่วนมากเราจะใช้ข้อมูลประเภทนี้ในการวิเคราะห์ทางสถิติ และบางเอกสารจะเรียกข้อมูลแบบนี้ว่า **ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Data)**

ข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete หรือ Attribute Data) คือ ข้อมูลที่ได้จากการนับ (Count) หรือการแยกประเภท (Classify) ตัวอย่างเช่น จำนวนเงิน, จำนวนพนักงาน, ของดี, ของเสีย, ผู้หญิง, ผู้ชาย, ศาสนาพุทธ, ศาสนาคริสต์, ศาสนาอิสลาม เป็นต้น บางเอกสารจะเรียกข้อมูลแบบนี้ว่า **ข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Data)**

บทที่ 02

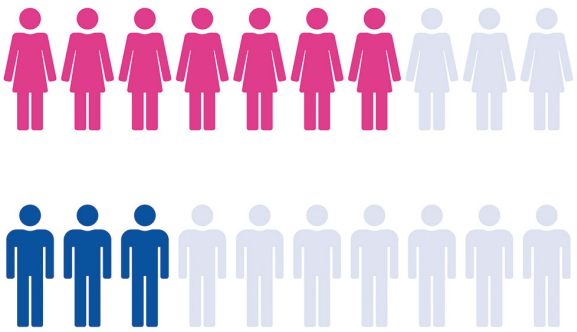
การทดสอบสมมติฐาน

สถิติ (Statistics) มีหลากหลายลักษณะ ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์การนำไปใช้งานของผู้ทดสอบ การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) เป็นหนึ่งในวิธีการทางสถิติที่เรียกว่า สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) ซึ่งนิยมใช้ในการพิสูจน์ว่า ค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่าง (Sample) ที่ถูกสุ่มตัวอย่าง (Sampling) มาจากประชากร (Population) มีความแตกต่างกับค่าพารามิเตอร์ (Parameter) ของประชากรหรือไม่ หรือค่าพารามิเตอร์ของประชากรสองกลุ่มแตกต่างกันหรือไม่

NOT FOR PUBLIC RELEASE

โดยในบทนี้จะกล่าวถึงประเภทการทดสอบสมมติฐานสำหรับข้อมูลแบบแปรผัน (Variable Data) ที่มีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) รวมถึงวิธีการหาจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐาน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุดอีกด้วย

NOT FOR PUBLIC RELEASE



boreala

การใช้งาน Minitab กับการทดสอบสมมติฐานของผลต่างของค่าเฉลี่ยจากค่าสังเกตที่จัดเป็นคู่

ตัวอย่างที่ 5 บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนโลหะ ต้องการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าความแข็ง (Strength) ของชิ้นงานก่อนและหลังผ่านกระบวนการล้างว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

NOT FOR PUBLIC RELEASE

ขั้นตอนที่ 1 : กำหนดสมมติฐานหลัก, สมมติฐานรอง และระดับนัยสำคัญที่ใช้ในการตัดสินใจ

$$H_0 : \mu_d = 0$$

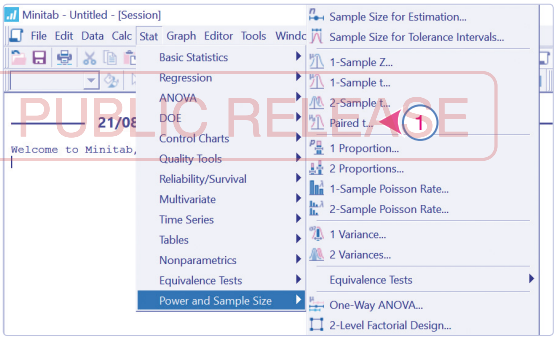
$$H_1 : \mu_d \neq 0$$

$$\alpha = 0.05$$

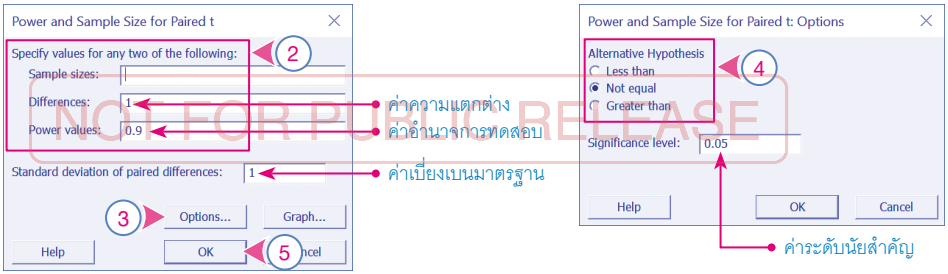
ขั้นตอนที่ 2 : หาจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ

ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วย Power and Sample Size

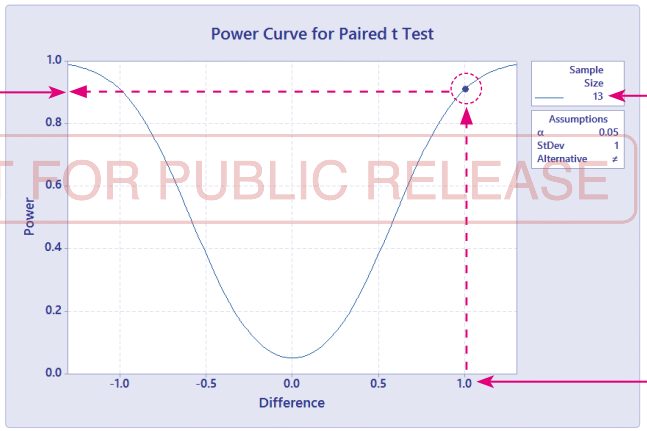
1. คลิกเมนู Stat > Power and Sample Size > Paired t... จะปรากฏหน้าต่าง Power and Sample Size for Paired t



2. ใส่ค่าความแตกต่างที่ต้องการทดสอบในช่อง Differences: หรือโดยปกติจะใส่ค่าเท่ากับ 1, ใส่ค่าอำนาจการทดสอบ (Power of Test) ในช่อง Power values: หรือโดยปกติจะใส่ค่าเท่ากับ 0.9 และใส่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่อง Standard deviation of paired differences: หรือโดยปกติจะใส่ค่าเท่ากับ 1 (เป็นการตรวจสอบความแตกต่างที่ระดับ 1 เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
3. คลิกปุ่ม Options... จะปรากฏหน้าต่าง Power and Sample Size for Paired t: Options
4. คลิกเลือกชนิดของสมมติฐานรองที่ Alternative Hypothesis และใส่ค่าระดับนัยสำคัญในช่อง Significance level: แล้วคลิกปุ่ม OK
5. คลิกปุ่ม OK เพื่อเริ่มการประมวลผลข้อมูล



โปรแกรม Minitab จะแสดงผลการวิเคราะห์ดังนี้



NOT FOR PUBLIC RELEASE

Power and Sample Size

Paired t Test

Testing mean paired difference = 0 (versus ≠ 0)

Calculating power for mean paired difference = difference

NOT FOR PUBLIC RELEASE

α = 0.05 Assumed standard deviation of paired differences = 1

Difference	(A) Sample Size	Target Power	Actual Power (B)
1	13	0.9	0.910708

ผลการวิเคราะห์แสดงดังนี้

A. จำนวนตัวอย่าง (Sample Size) ที่ต้องใช้ในการทดสอบสมมติฐานคือ 13 ตัวอย่าง

NOT FOR PUBLIC RELEASE

B. อำนาจการทดสอบที่แท้จริง (Actual Power) ของตัวอย่าง 13 ตัวอย่างคือ 0.910708

ขั้นตอนที่ 3 : วิศวกรสุ่มทดสอบค่าความแข็ง (Strength) ของชิ้นงานก่อน และหลังผ่านกระบวนการล้างจำนวน 13 ชิ้น โดยได้ผลการทดสอบดังนี้ (MPa)

ตัวอย่างที่	ก่อน	หลัง
1	60	62
2	80	77
3	55	55
4	48	50
5	38	41
6	73	69
7	67	68

ตัวอย่างที่	ก่อน	หลัง
8	56	56
9	65	66
10	90	88
11	78	79
12	37	40
13	44	44

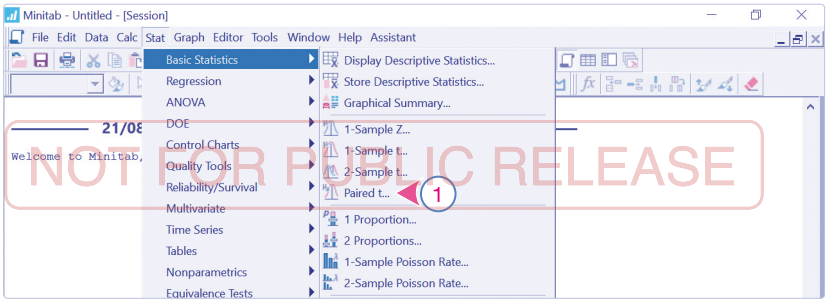
NOT FOR PUBLIC RELEASE

NOTE

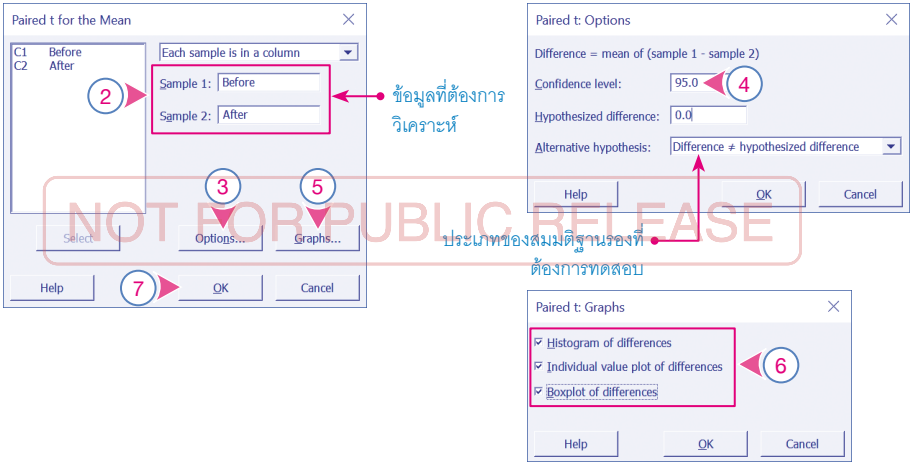
ควรทดสอบผลต่างเพื่อยืนยันว่า ผลต่างของกลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงแบบปกติ โดยสามารถดูรายละเอียดในบทที่ 1 สถิติเบื้องต้นได้

ขั้นตอนที่ 4 : ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วย Paired t

1. คลิกเมนู Stat > Basic Statistics > Paired t... จะปรากฏหน้าต่าง Paired t for the Mean

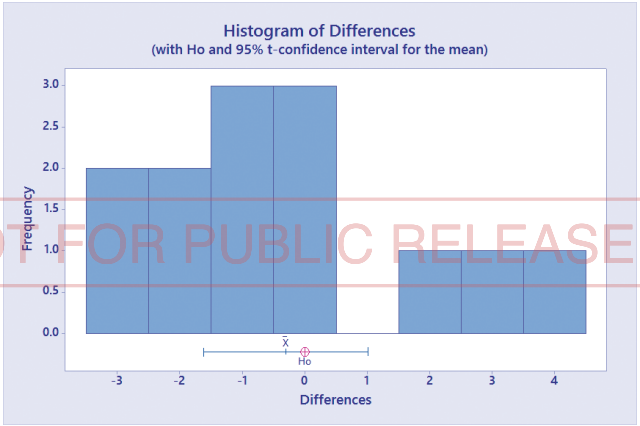


2. คลิกเลือก Each sample is in a column เพราะข้อมูลเรียงอยู่ในคอลัมน์เดียวกัน แล้วเลือกข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ โดยเลือกคอลัมน์ของชุดข้อมูลที่ต้องการ
3. คลิกปุ่ม Options... จะปรากฏหน้าต่าง Paired t: Options
4. ใส่ค่าระดับความเชื่อมั่นในช่อง Confidence level: ซึ่งค่าระดับความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 1-α โดยทั่วไปค่าระดับความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 95% และเลือกประเภทของสมมติฐานรองที่ต้องการทดสอบ แล้วคลิกปุ่ม OK
5. คลิกปุ่ม Graphs... จะปรากฏหน้าต่าง Paired t: Graphs
6. คลิกเลือกชนิดของกราฟที่ต้องการให้แสดงผล แล้วคลิกปุ่ม OK
7. คลิกปุ่ม OK เพื่อเริ่มการประมวลผลข้อมูล

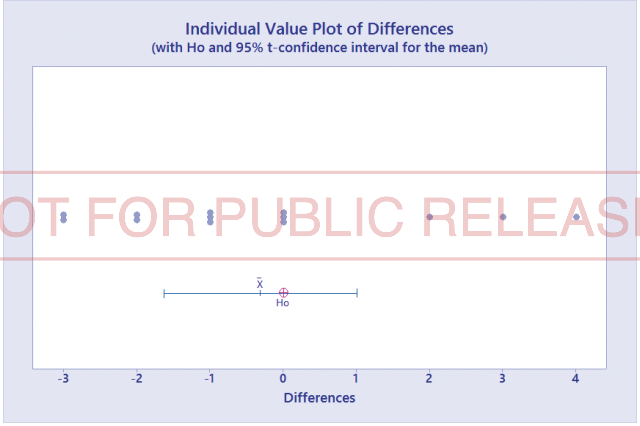


NOT FOR PUBLIC RELEASE

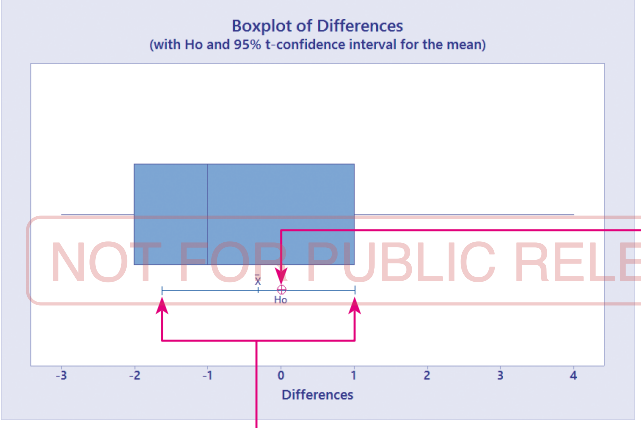
โปรแกรม Minitab จะแสดงผลการวิเคราะห์ดังนี้



NOT FOR PUBLIC RELEASE



NOT FOR PUBLIC RELEASE



NOT FOR PUBLIC RELEASE

ค่าสมมติฐานที่ต้องการทดสอบ (0) อยู่ในช่วงความเชื่อมั่นของความแตกต่าง แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลัก

Paired T-Test and CI: Before, After

Paired T for Before - After

	N	Mean	StDev	SE Mean
Before	13	60.85	16.61	4.61
After	13	61.15	15.16	4.21
Difference	13	-0.308	2.175	0.603

A

NOT FOR PUBLIC RELEASE

95% CI for mean difference: (-1.622, 1.007) B

T-Test of mean difference = 0 (vs ≠ 0): T-Value = -0.51 P-Value = 0.619

C D

ผลการวิเคราะห์แสดงดังนี้

A. ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างมีค่าเท่ากับ -0.308 และ 2.175 ตามลำดับ

B. ช่วงความเชื่อมั่นของความแตกต่างมีค่าเท่ากับ -1.622 ถึง 1.007

C. ค่าสถิติ T มีค่าเท่ากับ -0.51

D. P-Value มีค่าเท่ากับ 0.619 ซึ่งมากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (α) ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่ายอมรับสมมติฐานหลัก คือ ค่าเฉลี่ยของความแข็งของชิ้นงานก่อนและหลังการผ่านกระบวนการล้างไม่มีความแตกต่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

NOT FOR PUBLIC RELEASE

บทที่ 03

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

จากบทที่แล้วได้กล่าวถึงการทดสอบสมมติฐานสำหรับประชากร 1 กลุ่มและประชากร 2 กลุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ แต่ในกรณีที่มีประชากรตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป เช่น ต้องการเปรียบเทียบขนาดของชิ้นงานจากกระบวนการปั๊มขึ้นรูปแผ่นโลหะด้วยเครื่องปั๊มเดียวกัน ที่มีการตั้งค่าแรงกดที่แตกต่างกัน 4 ระดับคือ 70% 80%, 90% และ 100% ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ หากใช้วิธีการทดสอบสมมติฐานแบบ 2-Sample t ก็จะสามารถแสดงได้ดังนี้

NOT FOR PUBLIC RELEASE

ครั้งที่ 1 $H_0 : \mu_{70\%} = \mu_{80\%}$ ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.95

ครั้งที่ 2 $H_0 : \mu_{70\%} = \mu_{90\%}$ ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ $(0.95)^2 = 0.9025$

ครั้งที่ 3 $H_0 : \mu_{70\%} = \mu_{100\%}$ ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ $(0.95)^3 = 0.8574$

ครั้งที่ 4 $H_0 : \mu_{80\%} = \mu_{90\%}$ ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ $(0.95)^4 = 0.8145$

ครั้งที่ 5 $H_0 : \mu_{80\%} = \mu_{100\%}$ ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ $(0.95)^5 = 0.7738$

ครั้งที่ 6 $H_0 : \mu_{90\%} = \mu_{100\%}$ ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ $(0.95)^6 = 0.7351$

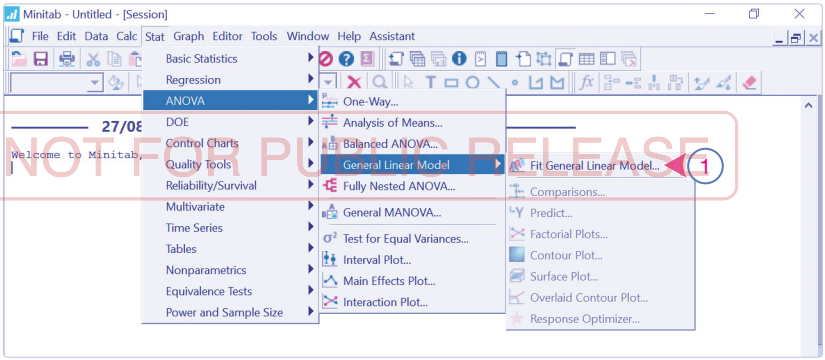
NOT FOR PUBLIC RELEASE

จากการทดสอบสมมติฐานแบบ 2-Sample t ก็ต้องทดสอบทั้งหมด 6 ครั้ง และมีระดับความเชื่อมั่นเหลือเพียง 73.5% (0.7351) แต่ถ้าหากใช้การทดสอบสมมติฐานด้วยวิธีการที่เรียกว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis Of Variance) ก็จะสามารถทดสอบเพียงแค่ครั้งเดียว และระดับความเชื่อมั่นยังคงมีค่าเท่ากับ 95% (0.95) เหมือนเดิม

Dmitry Kalinovsky

ขั้นตอนที่ 4 : ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วย General Linear Model

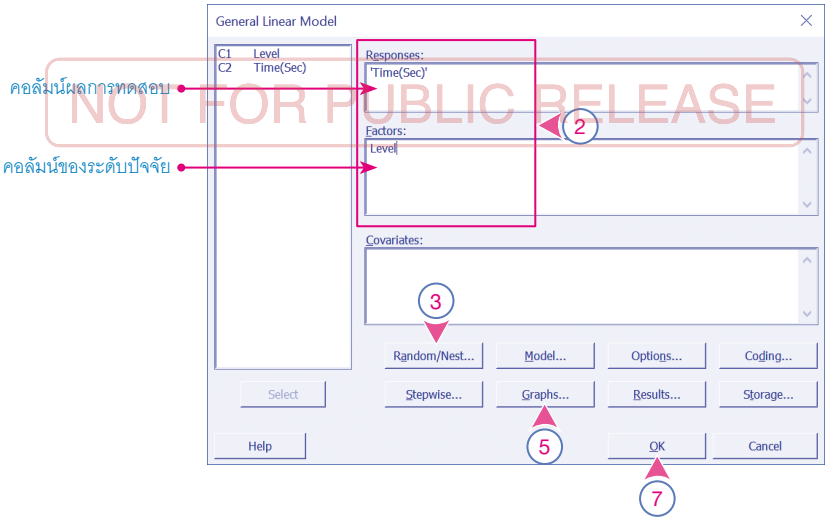
1. คลิกเมนู Stat > ANOVA > General Linear Model > Fit General Linear Model... จะปรากฏหน้าต่าง General Linear Model



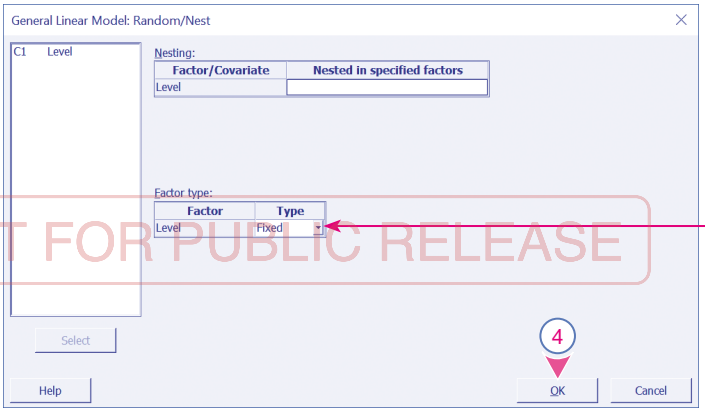
NOT FOR PUBLIC RELEASE

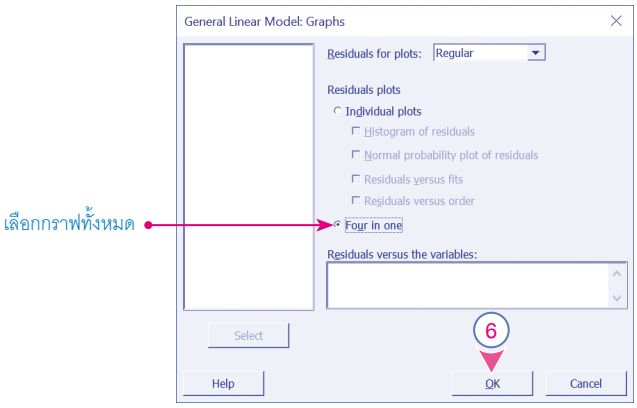
2. ข้อมูลต้องเรียงอยู่ในคอลัมน์เดียวกัน โดยแยกคอลัมน์ผลการทดสอบ (ตัวเลข) และระดับของปัจจัย แล้วเลือกข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ โดยเลือกคอลัมน์ของชุดข้อมูลที่ต้องการ
3. คลิกปุ่ม Random/Nest... จะปรากฏหน้าต่าง General Linear Model: Random/Nest
4. การเลือกประเภทของปัจจัยว่าเป็น Fixed Effect Model หรือ Random Effect Model แล้วคลิกปุ่ม OK
5. คลิกปุ่ม Graphs จะปรากฏหน้าต่าง General Linear Model: Graphs
6. คลิกเลือกทุกกราฟโดยการเลือก Four in one แล้วคลิกปุ่ม OK
7. คลิกปุ่ม OK เพื่อเริ่มการประมวลผลข้อมูล

NOT FOR PUBLIC RELEASE



NOT FOR PUBLIC RELEASE





โปรแกรม Minitab จะแสดงผลการวิเคราะห์ดังนี้

General Linear Model: Time(Sec) versus Level

Method

Factor coding (-1, 0, +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Level	Fixed	3	Laptime_140, Laptime_165, Laptime_185

NOT FOR PUBLIC RELEASE

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Level	2	71.14	35.568	8.60	0.000
Error	78	322.52	4.135		
Total	80	393.65			

A

NOT FOR PUBLIC RELEASE

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
2.03343	18.07%	15.97%	11.65%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	11.679	0.226	51.69	0.000	
Level					
Laptime_140	-0.753	0.320	-2.36	0.021	1.33
Laptime_165	-0.568	0.320	-1.78	0.079	1.33

NOT FOR PUBLIC RELEASE

Regression Equation

Time(Sec) = 11.679 - 0.753 Level_Laptime_140 - 0.568 Level_Laptime_165
+ 1.321 Level_Laptime_185

NOT FOR PUBLIC RELEASE

B

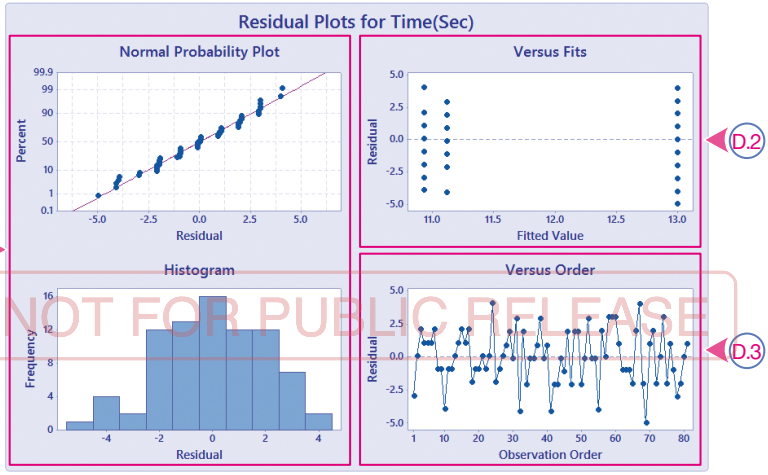
Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	Time(Sec)	Fit	Resid	Std Resid	
24	15.000	10.926	4.074	2.04	R
32	7.000	11.111	-4.111	-2.06	R
41	7.000	11.111	-4.111	-2.06	R
55	9.000	13.000	-4.000	-2.00	R
67	17.000	13.000	4.000	2.00	R
69	8.000	13.000	-5.000	-2.51	R

R Large residual

NOT FOR PUBLIC RELEASE

C



D.1 D.2 D.3

NOT FOR PUBLIC RELEASE

ผลการวิเคราะห์แสดงดังนี้

A. ตาราง ANOVA และ P-Value มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่าปฏิเสธสมมติฐานหลักคือ ระดับความเร็วในการขัดชิ้นงานมีความแตกต่างอย่างน้อยหนึ่งระดับ หรือระดับความเร็วในการขัดชิ้นงานส่งผลต่อเวลาเฉลี่ยในการขัดชิ้นงาน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

B. ตารางการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Regression Analysis) ซึ่งไม่ได้ใช้สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยสามารถปรับแต่งไม่ให้โปรแกรม Minitab แสดงผลในส่วนนี้ได้ด้วยการคลิกเลือก Results และเอาส่วนนี้ออก โดยจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

NOT FOR PUBLIC RELEASE

C. ตำแหน่งการทดลองที่มีค่าความผิดพลาดสูง (Large residual)

D. การวิเคราะห์ค่าความผิดพลาด (Residual)

D.1 ตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าความผิดพลาด โดยข้อมูลที่ดีต้องมีการแจกแจงตัวของค่าความผิดพลาดเป็นการแจกแจงแบบปกติ

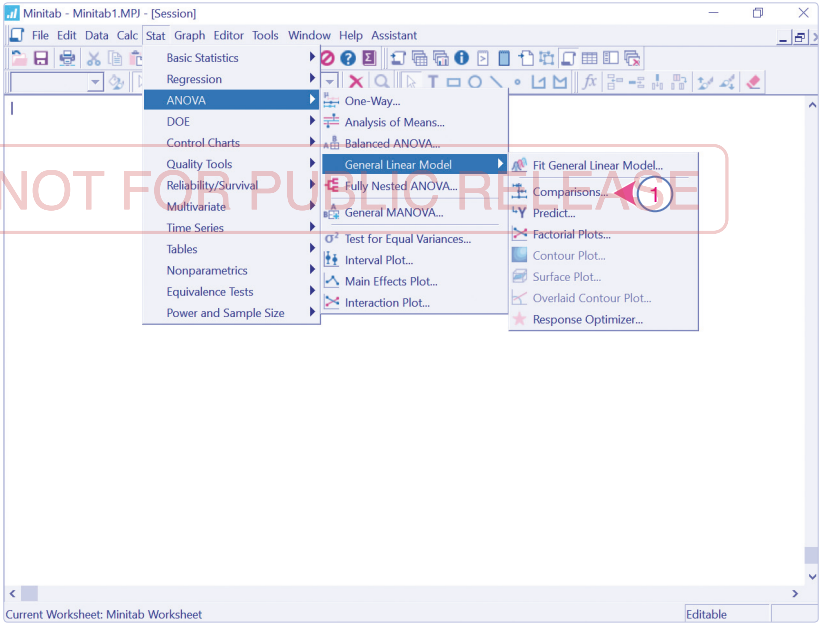
NOT FOR PUBLIC RELEASE

D.2 ตรวจสอบความแปรปรวนคงที่ของค่าความผิดพลาด โดยข้อมูลที่ดีต้องมีความแปรปรวนของค่าความผิดพลาดต้องสม่ำเสมอกัน

D.3 ตรวจสอบความเป็นอิสระต่อกัน โดยข้อมูลที่ดีต้องมีลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ดี

ขั้นตอนที่ 5 : ขั้นตอนการเปรียบเทียบแต่ละปัจจัยด้วยฟังก์ชัน Comparison

1. คลิกเมนู Stat > ANOVA > General Linear Model > Comparisons... จะปรากฏหน้าต่าง Comparisons



NOT FOR PUBLIC RELEASE

บทที่ 06

การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ

การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ (Process Capability Analysis, PCA) เป็นเครื่องมือทางสถิติที่สำคัญ ซึ่งใช้ในการควบคุมและการปรับปรุงกระบวนการผลิต รวมทั้งใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบระดับความสามารถของกระบวนการผลิต เพื่อพิจารณาว่ากระบวนการผลิตมีความสามารถที่จะผลิตสินค้าได้ตามข้อกำหนดของลูกค้าหรือไม่ หรือกระบวนการมีความสามารถในการผลิตของดีอยู่ในระดับเท่าไร

NOT FOR PUBLIC RELEASE

การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการประกอบด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์ด้านศักยภาพของกระบวนการ (Potential Capability) และการวิเคราะห์ด้านสมรรถนะของกระบวนการ (Performance Capability) โดยมีการแบ่งเป็นระยะสั้น (Short Term) และระยะยาว (Long Term) หากเราสามารถเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสม จะทำให้เราสามารถนำผลการวิเคราะห์มาประเมินและหาสาเหตุของปัญหาในกระบวนการผลิตได้ และสามารถปรับปรุงคุณภาพได้อย่างต่อเนื่อง

NOT FOR PUBLIC RELEASE

Zurainy Zain

การใช้งาน Minitab กับการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการสำหรับข้อมูลแจกแจงแบบปกติ

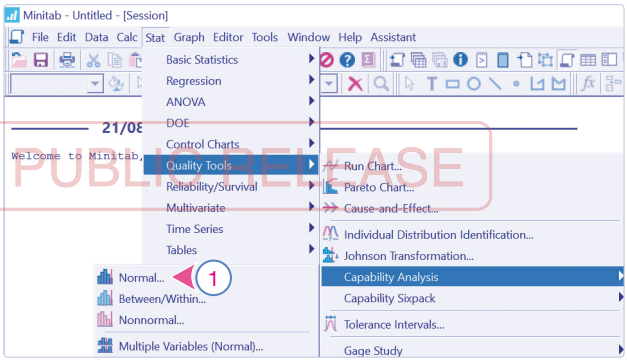
ตัวอย่างที่ 1 ให้วิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิต โดยสุ่มวัดค่าความหนาของชิ้นงานตัวอย่างครั้งละ 6 ชิ้น จำนวนทั้งหมด 25 ครั้ง โดยมีข้อมูลตามตารางด้านล่าง และข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ (Specification) อยู่ที่ 10 ± 1.5 เซนติเมตร

ครั้งที่	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 5	ตัวอย่างที่ 6
1	9.971951	9.534246	9.689767	9.025288	9.646799	9.497987
2	9.905690	10.455671	10.085087	10.274933	10.368398	9.928375
3	9.994699	9.339326	9.498609	9.055592	9.404115	10.081218
4	9.993200	9.910297	9.841479	10.460600	10.173780	10.120126
5	10.189416	9.538882	9.950708	9.745396	10.050440	9.823457
6	10.000503	9.841553	9.714129	9.282886	9.576244	9.893229
7	10.252786	10.624921	9.916389	10.451589	9.787681	9.535316
8	9.447051	9.691316	9.590129	10.145861	9.948438	9.305123
9	10.067729	9.844327	10.010800	9.895137	9.828869	9.905099
10	10.130762	10.161241	9.760718	10.581499	10.613980	9.614462
11	9.977754	10.103496	9.936981	9.783211	10.537314	9.859568
12	9.537172	9.909068	9.395948	9.790811	9.800109	10.145071
13	9.995127	10.005227	9.024073	9.932269	9.898335	9.724893
14	9.717540	8.758885	9.993203	8.985095	9.578082	9.790254
15	9.948699	9.694064	9.070299	9.943692	9.330197	9.750263
16	10.036851	9.747078	10.137419	10.257115	10.332482	10.324899
17	10.115210	9.463252	9.668310	9.249864	10.216342	9.437397
18	10.290786	9.534700	10.188400	9.680272	9.963323	10.079249
19	9.732414	9.818357	10.207692	9.934261	9.526528	9.963952
20	9.831654	9.491976	9.831612	9.652184	9.591845	9.721932
21	10.130712	9.355425	9.270860	9.327961	10.220245	9.932545
22	10.034035	9.967730	9.420989	9.203807	9.677488	9.862225
23	10.154070	9.452914	9.610408	9.785126	9.434187	9.151335
24	9.835972	9.804801	9.683887	9.645316	9.309889	9.347220
25	10.725828	10.049352	10.214836	9.528468	10.127674	10.094820

NOT FOR PUBLIC RELEASE

ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วย Capability Analysis / Normal

1. คลิกเมนู Stat > Quality Tools > Capability Analysis > Normal... จะปรากฏหน้าต่าง Capability Analysis (Normal Distribution)

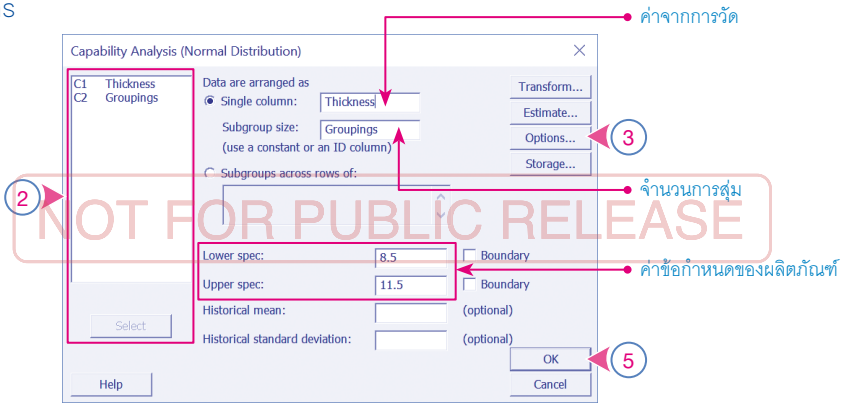


NOT FOR PUBLIC RELEASE

2. คลิกเลือก Data are arranged as “Single column:” แล้วเลือกข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ โดยเลือกคอลัมน์ของชุดข้อมูลที่ต้องการ ในส่วนของ “Subgroup size:” สามารถเลือกคอลัมน์ของชุดข้อมูลที่ต้องการ หรือใส่ค่าจำนวนการสุ่มแต่ละครั้งก็ได้ และใส่ข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์

NOT FOR PUBLIC RELEASE

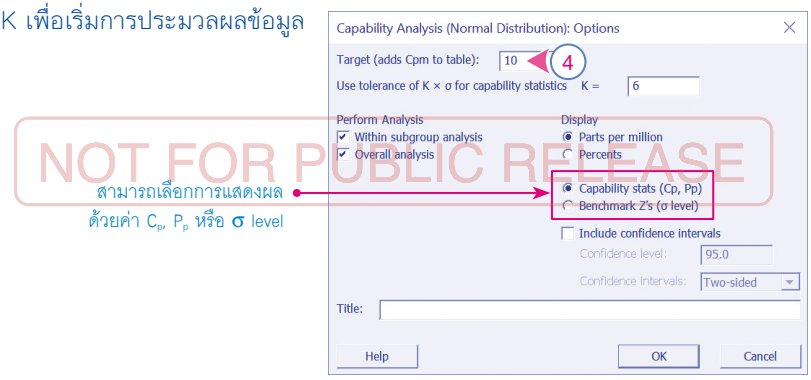
3. คลิกปุ่ม Options... จะปรากฏหน้าต่าง Capability Analysis (Normal Distribution): Options



NOT FOR PUBLIC RELEASE

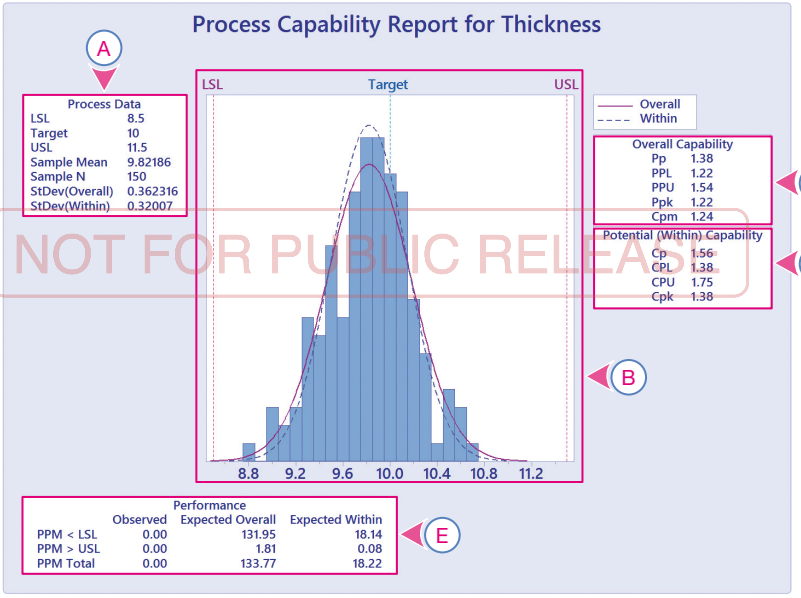
4. สำหรับกรณีที่ต้องการวิเคราะห์ค่า C_{pm} ให้ใส่ค่าเป้าหมายในช่อง “Target:” แล้วคลิกปุ่ม OK

5. คลิกปุ่ม OK เพื่อเริ่มการประมวลผลข้อมูล



NOT FOR PUBLIC RELEASE

โปรแกรม Minitab จะแสดงผลการวิเคราะห์ดังนี้



NOT FOR PUBLIC RELEASE

ผลการวิเคราะห์แสดงดังนี้

A. ข้อมูลของกระบวนการ เช่น ข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ 8.5 - 11.5, ค่าเฉลี่ย = 9.82186, จำนวนตัวอย่าง = 150, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบระยะสั้นคือ StDev(Within) = 0.32007 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบระยะยาวคือ StDev(Overall) = 0.362316

B. แผนภาพฮิสโตแกรม (Histogram) ของข้อมูล ให้สังเกตว่าเป็นการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

C. Overall Capability คือ ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการด้านศักยภาพ และสมรรถนะระยะยาว โดยมีค่า P_p = 1.38, P_{pk} = 1.22 และ C_{pm} = 1.24 ซึ่งจะคำนวณจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบระยะยาว StDev(Overall)

D. Potential (Within) Capability คือ ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการด้านศักยภาพ และสมรรถนะระยะสั้น โดยมีค่า C_p =1.56 และ C_{pk} = 1.38 ซึ่งจะคำนวณจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบระยะสั้น StDev(Within)

E. Performance คือ ปริมาณของเสียในหน่วย PPM (Part Per Million) โดยแบ่งออกเป็น

- ที่เกิดขึ้นจริง (Observed) มีค่าเท่ากับ 0 PPM
- คาดว่าจะเกิดจากการศึกษาแบบระยะสั้น (Expected Within) มีค่าเท่ากับ 18.22 PPM
- คาดว่าจะเกิดจากการศึกษาแบบระยะยาว (Expected Overall) มีค่าเท่ากับ 133.77 PPM

คู่มือ

วิเคราะห์และจัดการข้อมูลสถิติด้วย

Minitab

ฉบับมืออาชีพ

หากเป็นผู้ที่ทำงานด้านสถิติ หรือเคยศึกษาด้านสถิติจะทราบว่า Minitab เป็นโปรแกรมประมวลผลข้อมูลทางสถิติที่มีหน้าตาเรียบง่าย แต่มีคุณสมบัติและฟังก์ชันครบถ้วนเช่นเดียวกับโปรแกรมด้านสถิติอื่นๆ หนังสือเล่มนี้เขียนขึ้นจากประสบการณ์การใช้งานจริง รวมทั้งประสบการณ์ด้านสถิติและการปรับปรุงกระบวนการด้วยเทคนิค Six Sigma เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษาด้านสถิติ และผู้ที่ต้องการนำความรู้ด้านสถิติไปใช้งานจริงได้อย่างมืออาชีพ

เนื้อหาภายในเล่ม

- ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- ทฤษฎีบทลิมิตเข้าสู่ส่วนกลาง
- รูปร่างการแจกแจงของกลุ่มตัวอย่าง
- ช่วงความเชื่อมั่น (Confidence Interval)
- การแจกแจงแบบปกติ
- การแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล
- การแจกแจงแบบทวินาม
- การแจกแจงแบบปัวส์ซอง
- การแปลงข้อมูลด้วย Box-Cox Transformation
- การแปลงข้อมูลด้วย Johnson Transformation
- การทดสอบสมมติฐานประชากร 1 กลุ่ม
- การทดสอบสมมติฐานประชากร 2 กลุ่ม
- การทดสอบสมมติฐานของความแปรปรวน
- การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว
- การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง
- การทดสอบสมมติฐานของค่าสัดส่วน
- การทดสอบโดยใช้เครื่องหมาย (Sign Test)
- การทดสอบวิลคอกซัน (The Wilcoxon Signed-Rank Test)
- การทดสอบแมนวิทเนย์ (The Mann-Whitney Test)
- การทดสอบครัสคาลและวัลลิส (Kruskal-Wallis Test)
- การทดสอบมูดส์มีเดียน (Mood's Median Test)
- การทดสอบฟรีดแมน (Friedman Test)
- การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ (C_p , C_{pk} , P_p , P_{pk})
- แผนภูมิควบคุม Xbar-R Chart
- แผนภูมิควบคุม Xbar-S Chart
- แผนภูมิควบคุม XMR หรือ I-MR Chart
- แผนภูมิควบคุม P Chart
- แผนภูมิควบคุม NP Chart
- แผนภูมิควบคุม U Chart
- แผนภูมิควบคุม C Chart
- การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis)
- การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis)
- การออกแบบการทดลอง (DOE : Design Of Experiment)
- การทดลองแฟกทอเรียล (2^k)
- การทดลองแบบ Central Composite
- การทดลองแบบ Box-Behnken

ประวัติผู้เขียน

ปรัชญา พละพันธุ์

วิทยากรและที่ปรึกษาด้านงานอุตสาหกรรม, การจัดการด้านโลจิสติกส์

facebook : สถิติเพื่องานอุตสาหกรรม

- ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการพัฒนางานอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์การทำงาน

ประสบการณ์ทำงานกว่า 15 ปีในภาคอุตสาหกรรม ส่วนการผลิตและการควบคุมคุณภาพ เป็นวิทยากรพิเศษด้าน Kaizen, 7-QC Tool, Six Sigma รวมไปถึง Statistical Process Control, Process Capability Study, DoE และ FTA (Fault Tree Analysis) เป็นต้น

จัดจำหน่ายโดย IDC PREMIER

ISBN 978-616-200-769-9

9 786162 007699 ราคา 365 บาท

ผู้แต่ง ปรัชญา พละพันธุ์

บรรณาธิการ สุทธิพันธุ์ แสนละเอียด