



## รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์  
Development of Web Application for Hard Disk Screw Torque  
Measurement System

นายกาญจน์ภิเษก สาสุข

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2561



## รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์  
Development of Web Application for Hard Disk Screw Torque  
Measurement System

นายกฤษฎณ์ภิเชก สาสุข

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายกาญจน์ภิเษก สาสุข

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ. ดร. ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายพรพงษ์ อนันตศักดิ์

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

### บทคัดย่อ

กระบวนการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์มีขั้นตอนเริ่มจากพนักงานในสายการผลิตอัตโนมัติทำการสุ่มตัวอย่างฮาร์ดดิสก์เพื่อมาทำการวัดแรงบิดสกรูที่เครื่องวัดค่าแรงบิดสกรู (Offline Station) และจะได้รับข้อมูลแรงบิดสกรูในไฟล์ Raw Data (.csv) หลังจากทำการวัดค่าแรงบิดสกรูเสร็จสิ้น จากนั้นพนักงานจะทำการกรองข้อมูลและจัดเก็บข้อมูลเข้าสู่ระบบ Google Sheet เพื่อให้วิศวกรสามารถนำข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์มาทำการพล็อตกราฟ SPC เพื่อตรวจสอบข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและควบคุมการผลิตตามลำดับ ซึ่งวิธีการนี้ยังคงเป็นกระบวนการที่ไม่เป็นระบบอัตโนมัติและมีลักษณะขั้นตอนที่ซ้ำเติมในการวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ เนื่องจากการผลิตฮาร์ดดิสก์จำเป็นต้องควบคุมค่าแรงบิดสกรูในทุกผลิตภัณฑ์ จึงส่งผลให้สูญเสียเวลาเป็นอย่างมากในขั้นตอนการกรองข้อมูลและขั้นตอนการพล็อตกราฟ SPC ดังนั้นปัญหานี้จึงเป็นการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ (Development of Web Application for Hard Disk Screw Torque Measurement System) โดยวิธีการคือ พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันให้มีระบบหลักที่สำคัญดังนี้ 1. ระบบยืนยันตัวตน, 2. ระบบนำข้อมูลไฟล์ Raw Data เข้าสู่ฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ, 3. ระบบพล็อตกราฟ SPC, 4. ระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ เพื่อช่วยลดขั้นตอนการกรองข้อมูลและการพล็อตกราฟ SPC ที่ซ้ำเติม ซึ่งช่วยให้วิศวกรสามารถตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ในทุกผลิตภัณฑ์จากกราฟ SPC ได้อย่างรวดเร็ว พร้อมทั้งควบคุมการผลิตฮาร์ดดิสก์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ :** ระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์, เครื่องวัดค่าแรงบิดสกรู (Offline Station), กราฟ SPC, ไฟล์ Raw Data (.csv)

**Co-operative Title :** Development of Web Application for Hard Disk Screw Torque Measurement System

**Student Intern Name :** Mr. Kanpisek Sasuk

**Faculty :** Engineering **Department :** Telecommunication Engineering

**Advisor Name :** Assoc. Prof. Dr. Yuttapong Rangsanseri

**Mentor Name :** Mr. Pacharapong Anantasak

**Company Name :** Seagate Technology (Thailand) Co., Ltd.

## ABSTRACT

The process of monitoring and analysis screw torque data on hard disk has steps starting from operator in automatic production line sampling hard disk to measure screw torque at Screw Torque Tester (Offline Station) and received data in Raw Data file (.csv) after measurement. Then operator performs filtering data and storing into Google Sheet system. So, engineers can take the information from Google Sheet system to plot SPC chart for analysis and control production respectively. This method is still a process that is not automation system and has the same steps of data analysis. Since the hard disk production has necessary to control screw torque on every products so impact to loss time very much in procedure filtering and plot SPC chart. Therefore, this project is development a web application for the organization called Web Application for Hard Disk Screw Torque Measurement System by developing Web application have important system as follows

1. Log in system,
2. Upload Raw Data file into database automatic system,
3. SPC chart system,
4. Investigate screw torque information system for reduce procedure of filtering and plotting.

So engineers can investigate and analysis the screw torque information quickly from SPC chart with control hard disk production effectively.

**Keywords :** Screw Torque Measurement System, Screw Torque Tester (Offline Station), SPC chart, Raw Data file (.csv)

## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าได้รับหน้าที่ปฏิบัติงานที่บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด แผนก Drive Process Engineering ระหว่างวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2561 ถึงวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 ในโครงการวิชาสหกิจศึกษา หัวข้อโครงการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ ข้าพเจ้าได้รับความรู้ ประสบการณ์ในการทำงาน การดูแลและการช่วยเหลือต่าง ๆ จากทีมวิศวกรในแผนกและหลายภาคส่วนของบริษัทตลอดระยะเวลาการทำงาน

โครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับคำปรึกษา การแนะนำ แนวคิดในด้านการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจากคุณ นฤตล อยู่จันทร์ และคุณ ชนาธิป ปลาบู่ทอง ผู้เป็นทีมวิศวกรแผนก Information Technology (IT) ของบริษัทในตลอดระยะเวลาปฏิบัติงานที่ผ่านมา

ขอขอบคุณคุณ พชรพงศ์ อนันตศักดิ์ ผู้เป็นที่เลื่อมใสและทีมวิศวกรแผนก Drive Process Engineering ที่คอยให้การช่วยเหลือ การดูแลเอาใจใส่ สอนวิธีการติดต่อประสานงานกับบุคคลอื่นตลอดจนถ่ายทอดประสบการณ์การทำงานจากชีวิตจริงให้ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณ รศ. ดร. ยุทธพงษ์ รั้งสรรค์เสรี ผู้เป็นอาจารย์นิเทศโครงการสหกิจศึกษาที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ และให้คำแนะนำการปรับตัวในการปฏิบัติงานสำหรับโครงการสหกิจศึกษา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาจากมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ที่เข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษากับบริษัท ซีเกทฯ ในขณะที่ข้าพเจ้าปฏิบัติงานและครอบครัวที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจในการฝ่าฟันอุปสรรคต่าง ๆ ทำให้ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

กาญจน์ภิเษก สาสุข

## สารบัญ

บทที่	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ข้อมูลสถานประกอบการที่เข้าร่วมปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	1
1.2 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ	6
1.4 ขอบเขตของโครงการ	6
1.5 วิธีการดำเนินงาน	7
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	9
1.6.1 ประโยชน์ต่อตนเอง	9
1.6.2 ประโยชน์ต่อพนักงานที่เกี่ยวข้อง	9
1.6.3 ประโยชน์ต่อบริษัท	10
1.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาโครงการ	10
1.7.1 ฮาร์ดแวร์	10
1.7.2 ซอฟต์แวร์	10
1.7.3 เพรมเวิร์กที่ใช้พัฒนา	10
1.7.4 ไคลบรารีที่ใช้พัฒนา	10
1.7.5 ภาษาที่ใช้พัฒนา	11
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
2.1 แนวคิดที่เกี่ยวข้องด้านสถิติศาสตร์	12
2.1.1 แนวคิดการควบคุมกระบวนการผลิต	12
2.1.2 เครื่องมือควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ	13

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องด้านภาษาคอมพิวเตอร์	20
2.2.1 ภาษาไพทอน (Python) และไลบรารีแพนดาส (Pandas library)	20
2.2.2 ภาษาเอชทีเอ็มแอล (Hypertext Markup Language : HTML)	22
2.2.3 ภาษาซีเอสเอส (Cascading Style Sheet : CSS)	24
2.2.4 ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript)	25
2.2.5 ภาษาเจควีรี่ (jQuery)	26
2.2.6 ภาษาเจสัน (JSON)	27
2.2.7 บูทสเตรป เฟรมเวิร์ก (Bootstrap Framework)	28
2.2.8 ภาษาเอสคิวแอล (Structured Query Language : SQL)	29
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	30
3.1 การออกแบบ	30
3.1.1 กระบวนการทำงานของระบบ	30
3.1.2 ระบบฐานข้อมูล	43
3.1.3 การแสดงผลหน้าเว็บเพจ	45
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทำงาน	48
3.2.1 Visual Studio Code	48
3.2.2 sqldeveloper	48
3.2.3 GitLab Web Application ของบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด จ. นครราชสีมา	48
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	48
3.3.1 การจัดเก็บข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์เข้าสู่ฐานข้อมูลเว็บแอปพลิเคชัน	48
3.3.2 ผลการพล็อตกราฟ SPC	49
3.3.3 ผลการแสดงผลข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์	49
3.3.4 จับเวลาเปรียบเทียบการวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์โดย การใช้เว็บแอปพลิเคชันและไม่ใช้เว็บแอปพลิเคชัน	49

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	50
4.1 การใช้งานระบบยืนยันตัวตน	50
4.2 การใช้งานระบบนำข้อมูลไฟล์ Raw Data (.csv) เข้าสู่ฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ	52
4.2.1 อัปโหลดข้อมูลไฟล์ Raw Data สำเร็จและไม่มีบรรทัดข้อมูล ที่มีรูปแบบผิดปกติ	53
4.2.2 อัปโหลดข้อมูลไฟล์ Raw Data สำเร็จและมีบรรทัดข้อมูล ที่มีรูปแบบผิดปกติ	53
4.2.3 อัปโหลดข้อมูลไฟล์ Raw Data ไม่สำเร็จเนื่องจากมีข้อมูล ภายในไฟล์ที่ผิดพลาด	54
4.3 การใช้งานระบบพล็อตกราฟ SPC	55
4.4 การใช้งานระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์	60
4.5 การใช้งานระบบแก้ไขชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร และจำนวนกลุ่มข้อมูล ที่ใช้ในการคำนวณ, คุณลักษณะการแสดงผลกราฟ SPC, ผู้มีสิทธิ์เข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน	63
4.5.1 การแก้ไขข้อมูลระบบแก้ไขชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร และจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ	63
4.5.2 การแก้ไขข้อมูลระบบแก้ไขคุณลักษณะการแสดงผลกราฟ SPC	64
4.5.3 การแก้ไขข้อมูลระบบแก้ไขผู้มีสิทธิ์เข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน	65
4.6 เปรียบเทียบการวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์โดยการใช้เว็บแอปพลิเคชัน และไม่ใช้เว็บแอปพลิเคชัน	66
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	68
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	68
5.2 ปัญหาที่พบในระหว่างการทำงานและแนวทางแก้ไขปัญหา	68
5.3 ข้อเสนอแนะ	69
บรรณานุกรม	70

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก	72
ภาพขึ้นงาน	72



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ	7
4.1 เปรียบเทียบการวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์โดยการใช้เว็บแอปพลิเคชัน และไม่ใช้เว็บแอปพลิเคชัน	67



## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 เครื่องวัดค่าแรงบิดสกรู (Offline Station)	2
1.2 บล็อกไดอะแกรมการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์	2
1.3 ตัวอย่างข้อมูลไฟล์ Raw Data	4
1.4 ตัวอย่างกราฟ SPC ที่ทีมวิศวกรแผนก Drive Process Engineering ใช้สำหรับควบคุมข้อมูลที่สนใจในการผลิตฮาร์ดดิสก์	5
2.1 ตัวอย่างแผนภูมิก้างปลา (Fish Bone Diagram)	14
2.2 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart)	14
2.3 ตัวอย่างแผนภาพกระจาย (Scatter Diagram)	15
2.4 องค์ประกอบของการแจกแจงแบบปกติที่ใช้กับแผนภูมิควบคุม	16
2.5 กฏข้อที่ 1 ของแผนภูมิควบคุม	16
2.6 กฏข้อที่ 2 ของแผนภูมิควบคุม	17
2.7 กฏข้อที่ 3 ของแผนภูมิควบคุม	17
2.8 กฏข้อที่ 4 ของแผนภูมิควบคุม	17
2.9 กฏข้อที่ 5 ของแผนภูมิควบคุม	18
2.10 กฏข้อที่ 6 ของแผนภูมิควบคุม	18
2.11 กฏข้อที่ 7 ของแผนภูมิควบคุม	18
2.12 กฏข้อที่ 8 ของแผนภูมิควบคุม	18
2.13 โลโก้ภาษาไพทอน	20
2.14 สัญลักษณ์แฟลคส์ เฟรมเวิร์ก	21
2.15 สัญลักษณ์ภาษาเอชทีเอ็มแอล	22
2.16 สัญลักษณ์ภาษาซีเอสเอส	24
2.17 สัญลักษณ์ภาษาจาวาสคริปต์	25
2.18 สัญลักษณ์ภาษาเจคิววี	26
2.19 สัญลักษณ์ภาษาเจสัน	27
2.20 โลโก้บูทสเตรป เฟรมเวิร์ก	28

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
3.1	บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน	31
3.2	โพล์ชาร์ตระบบยืนยันตัวตน	32
3.3	ตัวอย่างไฟล์ Raw Data ที่มีรูปแบบปกติ	33
3.4	ตัวอย่างไฟล์ Raw Data ที่มีรูปแบบผิดปกติ	34
3.5	ตัวอย่างไฟล์ Raw Data ที่มีข้อผิดพลาดคือ จำนวนคอลัมน์ที่เพิ่มขึ้นมา	35
3.6	ตัวอย่างไฟล์ Raw Data ที่มีข้อผิดพลาด คือ ชนิดข้อมูลไม่ตรงตามพื้นฐานข้อมูลกำหนดไว้	36
3.7	โพล์ชาร์ตระบบนำข้อมูลไฟล์ Raw Data (.csv) เข้าสู่ฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ	37
3.8	โพล์ชาร์ตระบบพล็อตกราฟ SPC	38
3.9	โพล์ชาร์ตระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์	39
3.10	โพล์ชาร์ตการแก้ไขชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร และจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ	40
3.11	โพล์ชาร์ตการแก้ไขคุณลักษณะการแสดงผลกราฟ SPC	41
3.12	โพล์ชาร์ตการแก้ไขผู้มีสิทธิ์เข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน	42
3.13	รูปแบบการจัดเก็บข้อมูลไฟล์ Raw Data	43
3.14	รูปแบบการจัดเก็บชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร และจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ	44
3.15	รูปแบบการจัดเก็บค่า Lower & Upper Control Limit ที่ใช้ควบคุมกราฟ	44
3.16	รูปแบบการจัดเก็บผู้มีสิทธิ์เข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน	45
3.17	กราฟ SPC ที่ทีมวิศวกรแผนก Drive Process Engineering ใช้สำหรับควบคุมข้อมูลที่น่าสนใจในการผลิตฮาร์ดดิสก์	47
3.18	ตัวอย่างตารางแสดงผลข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ที่ออกแบบด้วยโปรแกรม Excel	47
4.1	หน้าเว็บเพจระบบยืนยันตัวตน	50
4.2	หน้าเว็บเพจหลัก (Home page) แนะนำการใช้งานของเว็บแอปพลิเคชัน	50
4.3	หน้าเว็บเพจไม่อนุญาตให้เข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชันของระบบยืนยันตัวตน	51
4.4	หน้าเว็บเพจแจ้งเตือนการกรอกรหัสผ่านไม่ถูกต้องของระบบยืนยันตัวตน	51
4.5	หน้าเว็บเพจระบบนำข้อมูลไฟล์ Raw Data (.csv) เข้าสู่ฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ	52
4.6	ระบบแจ้งเตือนการอัปโหลดข้อมูลไฟล์ Raw Data สำเร็จและไม่มีบรรทัดข้อมูลที่มีรูปแบบผิดปกติ	53

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.7 ระบบแจ้งเตือนการอัปโหลดข้อมูลไฟล์ Raw Data สำเร็จและมีบรรทัดข้อมูลที่มีรูปแบบผิดปกติ	53
4.8 ระบบแจ้งเตือนการอัปโหลดไฟล์ข้อมูลไม่สำเร็จเนื่องจากไฟล์ Raw Data มีข้อผิดพลาด	54
4.9 การแยกประเภทงานการผลิตฮาร์ดดิสก์และสายการผลิตของระบบพล็อตกราฟ SPC	55
4.10 หน้าเว็บเพจระบบพล็อตกราฟ SPC	56
4.11 กราฟ SPC ของสกรูตำแหน่ง BBB Screw 2 (นามสมมติ) จากผลิตภัณฑ์ XXX ของงานทุกประเภท	56
4.12 กราฟ SPC ของสกรูตำแหน่ง AAA Screw 1 (นามสมมติ) จากผลิตภัณฑ์ XXX ของงานทุกประเภท	57
4.13 ปุ่มสำหรับดาวน์โหลดข้อมูลของกราฟและข้อมูลที่ยังไม่ผ่านการคำนวณ	58
4.14 ข้อมูลกราฟค่าเฉลี่ย (Mean chart data) สกรูตำแหน่ง AAA Screw 1 จากผลิตภัณฑ์ XXX	58
4.15 ข้อมูลที่ยังไม่ผ่านการคำนวณของสกรูตำแหน่ง AAA Screw 1 จากผลิตภัณฑ์ XXX	59
4.16 บล็อกไดอะแกรมประเภทงานการผลิตฮาร์ดดิสก์และสายการผลิตของระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์	60
4.17 หน้าเว็บเพจระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์	61
4.18 ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ของผลิตภัณฑ์ ZZZ ที่มาจากสายการผลิตที่ XX1 ในวันที่ 29 พฤศจิกายน ค.ศ. 2018	61
4.19 ข้อมูลแรงบิดสกรูของผลิตภัณฑ์ YYY ที่มาจากสายการผลิตที่ XX8 ในวันที่ 28 พฤศจิกายน ค.ศ. 2018	62
4.20 หน้าเว็บเพจระบบแก้ไขชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร และจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ	63
4.21 แก้ไขจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณสำเร็จ	64
4.22 หน้าเว็บเพจระบบแก้ไขคุณลักษณะการแสดงผลกราฟ SPC	64
4.23 แก้ไขค่า Lower Control Limit (LCL) ของสกรูตำแหน่ง XXX Screw สำเร็จ	65
4.24 หน้าเว็บเพจระบบแก้ไขผู้มีสิทธิ์ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน	65
4.25 เพิ่มข้อมูลผู้มีสิทธิ์ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันสำเร็จ	66

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ข้อมูลสถานประกอบการที่เข้าร่วมปฏิบัติงานสหกิจศึกษา [1]

บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด เป็นบริษัท American Data Storage ได้รับการจัดตั้งขึ้นในชื่อ Shugart Technology เมื่อปี ค.ศ. 1978 มีสำนักงานใหญ่อยู่ที่เมืองสก็อตวัลเลย์ รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมี Stephen J. Luczo ดำรงตำแหน่งประธานกรรมการ และ David Mosley ดำรงตำแหน่ง CEO

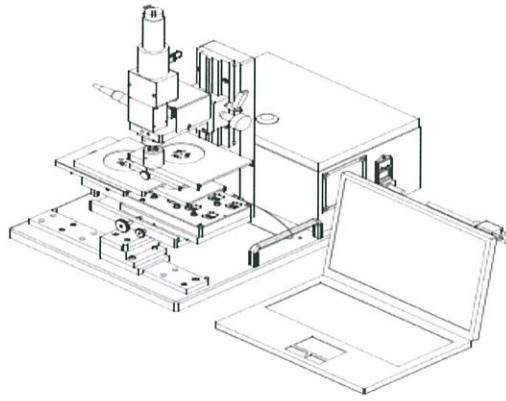
บริษัท ซีเกท ฯ เป็นบริษัทชั้นนำในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ของโลก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตและจำหน่ายอุปกรณ์บันทึกข้อมูลหรือฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Hard Disk Drive) ต่อมาได้ขยายกิจการไปยังภูมิภาคต่าง ๆ ทั้งทวีปยุโรปและทวีปเอเชีย ปัจจุบันได้กระจายแหล่งที่ตั้งไปทั่วทุกภูมิภาค ซึ่งแบ่งเป็นฝ่ายออกแบบ ตั้งอยู่ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา ทำหน้าที่ออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ตามความต้องการของลูกค้า และฝ่ายฐานการผลิต ตั้งอยู่ที่รัฐมินเนโซต้า ประเทศสหรัฐอเมริกา และในต่างประเทศได้แก่ ไอร์แลนด์ เหนือ สิงคโปร์ จีน มาเลเซีย และไทย เมื่อปี ค.ศ. 2010 ได้เป็นบริษัทนิติบุคคลที่เมือง Dublin ประเทศไอร์แลนด์ โดยปัจจุบันมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตให้เป็นระบบอัตโนมัติ คือ การใช้เครื่องจักรกลทั้งหมดในสายการผลิต โดยใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานแทนการใช้แรงงานคน

### 1.2 ความเป็นมาและความสำคัญ

ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและมีความน่าเชื่อถือจำเป็นต้องมีการควบคุมการผลิตที่มีประสิทธิภาพเข้ามาเกี่ยวข้อง หนึ่งในกระบวนการควบคุมการผลิตฮาร์ดดิสก์ คือ การตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ ซึ่งเป็นการควบคุมค่าแรงบิดสกรูตำแหน่งต่าง ๆ บนฮาร์ดดิสก์ให้ตรงตามค่ามาตรฐานที่วิศวกรผู้ออกแบบได้กำหนดไว้ เนื่องจากหากแรงบิดสกรูไม่ตรงตามค่ามาตรฐานอาจทำให้ฝุ่นผง หรือละออง เข้าสู่ฮาร์ดดิสก์และส่งผลให้ฮาร์ดดิสก์ไม่สามารถอ่าน - เขียนข้อมูล ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อข้อมูลที่ถูกบันทึกลงในฮาร์ดดิสก์โดยมีอาจประเมินมูลค่าได้ ถือเป็นความร้ายแรงต่อคุณภาพและความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์เป็นอย่างยิ่ง

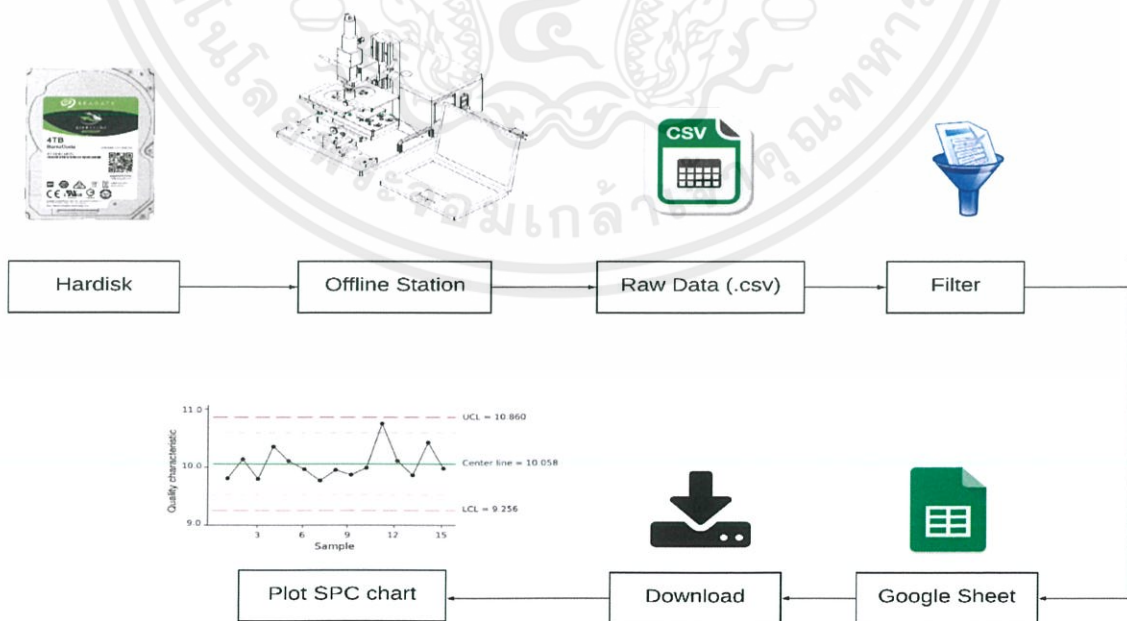
ในปัจจุบันการผลิตฮาร์ดดิสก์มีการยืนยันค่าแรงบิดสกรูที่ทำการติดตั้งลงบนฮาร์ดดิสก์อยู่ที่สายการผลิตอัตโนมัติ (Automatic Production line) และยังมีการสุ่มตัวอย่างฮาร์ดดิสก์มาทำการวัดแรงบิดสกรูที่เครื่องวัดค่าแรงบิดสกรู (Offline Station) ที่ตั้งอยู่ในสายการผลิตอัตโนมัติอีกด้วย ซึ่งเครื่องมือที่ใช้วัดค่าแรงบิดสกรูมีลักษณะดังรูปที่ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 เครื่องวัดค่าแรงบิดสกรู (Offline Station)

กระบวนการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์มีขั้นตอนเริ่มจากพนักงานในสายการผลิตอัตโนมัติทำการสุ่มตัวอย่างฮาร์ดดิสก์เพื่อทำการวัดค่าแรงบิดสกรูที่เครื่องวัดค่าแรงบิดสกรู (Offline Station) และจะได้รับข้อมูลแรงบิดสกรูที่ถูกจัดเก็บในไฟล์ Raw Data (.csv) หลังจากการวัดค่าแรงบิดสกรูเสร็จสิ้น จากนั้นพนักงานจะทำการกรองข้อมูลเพื่อคัดแยกข้อมูลค่าแรงบิดสกรูในสกรูแต่ละตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มาจากสายการผลิตที่แตกต่างกันและทำการจัดเก็บข้อมูลเข้าสู่ระบบ Google Sheet เพื่อให้วิศวกรสามารถตรวจสอบข้อมูลและนำข้อมูลค่าแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ที่ตนเองดูแลมาทำการพล็อตกราฟ SPC เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและควบคุมการผลิตฮาร์ดดิสก์ตามลำดับ โดยกระบวนการตรวจสอบและการวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์มีกระบวนการทำงานดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 บล็อกไดอะแกรมการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

กระบวนการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ตามรูปที่ 1.2 นี้ยังคงเป็นกระบวนการที่ไม่เป็นระบบอัตโนมัติและมีลักษณะขั้นตอนที่ซ้ำเดิมในการวิเคราะห์ข้อมูล เนื่องจากการผลิตฮาร์ดดิสก์จำเป็นต้องควบคุมค่าแรงบิดสกรูในทุกผลิตภัณฑ์ จึงส่งผลให้สูญเสียเวลาเป็นอย่างมากในขั้นตอนการกรองข้อมูลจากไฟล์ Raw Data และขั้นตอนการพล็อตกราฟ SPC เนื่องจากไฟล์ Raw Data มีข้อมูลแรงบิดสกรูรวมทุกผลิตภัณฑ์ที่มาจากสายการผลิตและอาคารการผลิตที่แตกต่างกัน และการพล็อตกราฟ SPC ต้องทำการพล็อตกราฟให้มีส่วนประกอบ รายละเอียด และเงื่อนไขที่ซับซ้อนจึงจะสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ ซึ่งก่อให้เกิดความลำบากและความสับสนกับวิศวกรสำหรับการพล็อตกราฟ SPC

ข้อมูลค่าแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ที่ถูกจัดเก็บอยู่ภายในไฟล์ Raw Data ประกอบด้วยจำนวนคอลัมน์ทั้งหมด 12 คอลัมน์ คือ

1. คอลัมน์ DateTime (คอลัมน์ A)
2. คอลัมน์ HDA S/N (คอลัมน์ B)
3. คอลัมน์ Screw Location (คอลัมน์ C)
4. คอลัมน์ Index (คอลัมน์ D)
5. คอลัมน์ Time (คอลัมน์ E)
6. คอลัมน์ Rotation (คอลัมน์ F)
7. คอลัมน์ Torque (คอลัมน์ G)
8. คอลัมน์ Slope (คอลัมน์ H)
9. คอลัมน์ Overshoot (คอลัมน์ I)
10. คอลัมน์ Result (คอลัมน์ J)
11. คอลัมน์ Mode (คอลัมน์ K)
12. คอลัมน์ Comment (คอลัมน์ L)

โดยข้อมูลที่วิศวกรนำมาพล็อตกราฟ SPC เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลค่าแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ประกอบด้วย 5 คอลัมน์ คือ

1. คอลัมน์ DateTime (คอลัมน์ A) หมายถึง วันและเวลาที่ทำการวัดค่าแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์
2. คอลัมน์ HDA S/N (คอลัมน์ B) หมายถึง รหัสสินค้าของผลิตภัณฑ์
3. คอลัมน์ Screw Location (คอลัมน์ C) หมายถึง ชื่อเรียกตำแหน่งสกรูที่ทำการติดตั้งบนฮาร์ดดิสก์

4. คอลัมน์ Torque (คอลัมน์ G) หมายถึง ค่าแรงบิดสกรูในตำแหน่งสกรูต่าง ๆ ที่ทำการติดตั้งบนฮาร์ดดิสก์

5. คอลัมน์ Comment (คอลัมน์ L) หมายถึง สายการผลิตที่ทำการผลิตฮาร์ดดิสก์

ตัวอย่างข้อมูลไฟล์ Raw Data ที่จัดเก็บข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ซึ่งได้รับหลังจากการนำฮาร์ดดิสก์ไปวัดค่าแรงบิดสกรูที่เครื่องวัดค่าแรงบิดสกรูมีรูปแบบของข้อมูลภายในไฟล์ดังรูปที่ 1.3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	04/29/18 10:43:01 AM												
2	Date/Time	HDA SN	Screw Location	Index	Time	Rotation	Torque	Slope	Overshoot	Result	Mode	Comment	
3	04/29/18 10:43:13 AM	K	1	1	0.737	0	2.144	1.215	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
4	04/29/18 10:43:20 AM	K	2	1	0.869	0.072	3.561	-0.696	0	Pass	AutoForwardTorque	2con	
5	04/29/18 10:43:26 AM	K	3	1	0.821	0	3.216	-0.764	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
6	04/29/18 10:43:34 AM	K	4	1	0.823	0.072	3.186	-0.882	-0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
7	04/29/18 10:43:44 AM	K	6	1	4.378	0	8.825	6.332	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
8	04/29/18 10:44:06 AM	K	6	1	0.984	0	3.527	2.229	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
9	04/29/18 10:44:16 AM	K	Screw 1	1	0.956	0.072	3.526	0.696	0	Pass	AutoForwardTorque	2con	
10	04/29/18 10:44:36 AM	K	Screw 2	1	1.853	0.072	2.719	1.012	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
11	04/29/18 10:44:49 AM	K	1	1	1.083	0	5.328	0.049	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
12	04/29/18 10:44:55 AM	K	1	1	1.269	0	5.947	0.519	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
13	04/29/18 10:46:34 AM	K	1	1	0.705	0.072	2.832	-0.431	0	Pass	AutoForwardTorque	2con	
14	04/29/18 10:46:55 AM	K	1	1	1.022	0.072	2.295	-1.013	-0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
15	04/29/18 10:47:05 AM	K	1	1	0.85	0	3.008	0.031	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
16	04/29/18 10:47:14 AM	K	1	1	0.53	0	1.628	0.502	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
17	04/29/18 10:48:33 AM	K	1	1	0.66	0	1.633	0.297	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
18	04/29/18 10:48:40 AM	K	1	1	0.57	0	1.955	-0.288	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
19	04/29/18 10:48:47 AM	K	1	1	0.682	0	1.742	0.143	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
20	04/29/18 10:49:01 AM	K	1	1	0.795	0	2.056	-0.724	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
21	04/29/18 10:49:10 AM	K	1	1	0.575	0.072	1.832	-0.517	0	Pass	AutoForwardTorque	2con	
22	04/29/18 10:49:25 AM	K	1	1	2.734	0.072	4.982	5.336	0	Pass	AutoForwardTorque	2con	
23	04/29/18 10:50:08 AM	K	1	1	0.815	0	3.21	-1.697	0	Pass	AutoForwardTorque	2con	
24	04/29/18 10:50:15 AM	N	1	1	0.852	0.072	3.407	-0.061	0	Pass	AutoForwardTorque	2con	
25	04/29/18 10:51:14 AM	K	1	1	0.528	0	1.835	-1.009	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
26	04/29/18 10:51:28 AM	N	2	1	1.073	0.072	3.917	-1.303	0	Pass	AutoForwardTorque	2con	
27	04/29/18 10:51:28 AM	N	3	1	0.949	0	3.676	0.371	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
28	04/29/18 10:51:36 AM	N	4	1	0.92	0.072	3.191	0.659	0	Pass	AutoForwardTorque	2con	
29	04/29/18 10:51:42 AM	N	5	1	1.083	0.072	4.212	-1.518	-0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
30	04/29/18 10:52:13 AM	N	Screw 1	1	1.571	0	6.625	-7.327	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
31	04/29/18 10:52:25 AM	N	Screw 1	1	1.064	0.072	3.408	-1.077	0	Pass	AutoForwardTorque	2con	
32	04/29/18 10:52:45 AM	N	Screw	1	0.67	0	3.526	-0.208	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	

รูปที่ 1.3 ตัวอย่างข้อมูลไฟล์ Raw Data

การพล็อตกราฟ SPC ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลค่าแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ถูกจัดทำให้กราฟมีลักษณะเหมือนกราฟ SPC ที่ที่วิศวกรแผนก Drive Process Engineering ใช้สำหรับควบคุมข้อมูลที่สนใจในการผลิตฮาร์ดดิสก์ ซึ่งประกอบด้วยกราฟค่าเฉลี่ย (Mean chart หรือ Xbar-chart) และกราฟค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation chart หรือ S-chart) โดยกราฟทั้งสองมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ กราฟเส้นกำกับ Upper Control Limit (UCL) และ Lower Control Limit (LCL) ที่ใช้สำหรับควบคุมช่วงของข้อมูล, กราฟค่าเป้าหมาย, กราฟค่าเป้าหมายที่สนใจ  $\pm\sigma$ , กราฟค่าเป้าหมายที่สนใจ  $\pm 2\sigma$ , ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด (Mean) พร้อมทั้งทำการแสดงจุดข้อมูลที่อยู่ในช่วงของการควบคุมการผลิตเป็นสีเขียวและทำการเปลี่ยนจุดข้อมูลที่ไม่ได้อยู่ในช่วงของการควบคุมการผลิตเป็นสีแดงดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 ตัวอย่างกราฟ SPC ที่ทีมวิศวกรแผนก Drive Process Engineering ใช้สำหรับควบคุมข้อมูล ที่สนใจในการผลิตฮาร์ดดิสก์

จากสาเหตุดังกล่าวจึงทำให้เกิดแนวคิดริเริ่มพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับ ระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ (Development of Web Application for Hard Disk Screw Torque Measurement System) เพื่อช่วยลดระยะเวลาและภาระในการทำงานที่ซ้ำเดิม โดยช่วยให้พนักงานในสายการผลิตลดระยะเวลาในการกรองข้อมูลและช่วยให้วิศวกรสามารถเข้าถึงและวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูได้อย่างรวดเร็ว โดยแสดงผลเป็นกราฟ SPC พร้อมทั้งสามารถควบคุมการผลิตฮาร์ดดิสก์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.3.1 ศึกษาการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) และการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน (Python Programming Language)
- 1.3.2 ลดภาระขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำเดิมในการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์
- 1.3.3 ลดระยะเวลาในการกรองข้อมูลไฟล์ Raw Data (.csv) และการพล็อตกราฟ SPC
- 1.3.4 จัดเก็บข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์เข้าสู่ฐานข้อมูลเว็บแอปพลิเคชัน
- 1.3.5 สามารถตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ที่ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลเว็บแอปพลิเคชัน
- 1.3.6 แสดงผลกราฟ SPC เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์และควบคุมการผลิต
- 1.3.7 แกไขคุณลักษณะการแสดงผลกราฟ SPC เช่น ค่า Upper Control Limit (UCL), Lower Control Limit (LCL) เป็นต้น
- 1.3.8 อำนวยความสะดวกและเพิ่มความเร็วในการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์

### 1.4 ขอบเขตของโครงการ

- 1.4.1 การจัดทำระบบยืนยันตัวตน
- 1.4.2 การจัดทำระบบนำข้อมูลไฟล์ Raw Data (.csv) เข้าสู่ฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ
- 1.4.3 การจัดทำระบบ Application Programming Interface (API)
- 1.4.4 การจัดทำระบบพล็อตกราฟ SPC
- 1.4.5 การจัดทำระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์
- 1.4.6 ระบบแก้ไขชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร และจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ, คุณลักษณะการแสดงผลกราฟ SPC, ผู้มีสิทธิ์ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน
- 1.4.7 การออกแบบหน้าแสดงผล (Web Graphic User Interface)

### 1.5 วิธีการดำเนินงาน

ในการดำเนินโครงการประกอบไปด้วยขั้นตอนต่าง ๆ และระยะเวลาในการดำเนินโครงการตามตารางที่ 1.1 ดังนี้

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

หัวข้อ	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. ศึกษาขั้นตอนที่มาในการวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ รูปแบบการจัดเก็บข้อมูลในระบบ Google Sheet และความต้องการของวิศวกรเพื่อนำมาพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน		↔														
2. ศึกษาการกรองและการคำนวณข้อมูลด้วยภาษาไพทอน (Python) โดยใช้ไลบรารีแพนดาส (Pandas library)		↔														
3. ศึกษาโครงสร้างเว็บไซต์ ภาษาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องสำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน เช่น HTML, CSS, JavaScript, JQuery, Flask framework เป็นต้น			↔													

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงการงาน (ต่อ)

หัวข้อ	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
4. ออกแบบคุณสมบัติหลักระบบของเว็บแอปพลิเคชัน - ระบบยืนยันตัวตน - ระบบนำข้อมูลไฟล์ Raw Data (.csv) เข้าสู่ฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ - ระบบ Application Programming Interface (API) - ระบบพล็อตกราฟ SPC - ระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ - ระบบแก้ไขชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร และจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ, คุณลักษณะการแสดงผลกราฟ SPC, ผู้มีสิทธิ์เข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน																
5. ออกแบบหน้าแสดงผลแต่ละระบบของเว็บแอปพลิเคชัน																
6. เขียนโปรแกรมจัดทำระบบของเว็บแอปพลิเคชัน																
7. ทดสอบและแก้ไขข้อผิดพลาด																
8. ส่งมอบเว็บแอปพลิเคชันให้วิศวกร																
9. จัดทำรูปเล่มและรายงาน																

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่ได้รับในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ที่ได้รับมอบหมายในการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษากับทางบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) สามารถจำแนกได้ออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

### 1.6.1 ประโยชน์ต่อตนเอง

1.6.1.1 เรียนรู้ประสบการณ์การทำงานจริงจากสถานประกอบการ และได้มีส่วนร่วมในการทำต่าง ๆ ทำให้รับทราบถึงปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาอย่างถูกวิธี

1.6.1.2 เรียนรู้การวางแผนการทำงานที่เป็นขั้นตอนและการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งมีแผนสำรองหากเกิดข้อผิดพลาด

1.6.1.3 เรียนรู้การออกแบบและการจัดการระบบฐานข้อมูล

1.6.1.4 เรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาไพทอน (Python) และการใช้ไลบรารีแพนดาส (Pandas library) สำหรับการจัดการและประมวลผลข้อมูล

1.6.1.5 เรียนรู้การติดต่อสื่อสารกับบุคคลอื่นเพื่อขอคำปรึกษาหรือความช่วยเหลือและการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง

1.6.1.6 เรียนรู้การออกแบบหน้าเว็บเพจและภาษาที่ใช้สำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน เช่น ภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML), ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript), ภาษาซีเอสเอส (CSS), เจควรี่ (jQuery) และเจสัน (JSON) เป็นต้น

1.6.1.7 สามารถนำความรู้ ประสบการณ์จากการทำงานจริงมาเป็นแนวทางการเตรียมความพร้อมในด้านต่าง ๆ ได้ในอนาคต

### 1.6.2 ประโยชน์ต่อพนักงานที่เกี่ยวข้อง

1.6.2.1 ลดภาระขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำเดิมของพนักงานในสายการผลิตในการกรองข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์และการจัดเก็บข้อมูลเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลให้กับวิศวกร

1.6.2.2 ช่วยให้วิศวกรสามารถเข้าถึงและวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ได้อย่างรวดเร็ว พร้อมทั้งสามารถควบคุมการผลิตฮาร์ดดิสก์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 1.6.3 ประโยชน์ต่อบริษัท

1.6.3.1 สามารถผลิตฮาร์ดดิสก์ที่มีคุณภาพจากการควบคุมการผลิตที่มีประสิทธิภาพและเสริมสร้างความน่าเชื่อถือให้กับสินค้าและองค์กร

1.6.3.2 สามารถนำเว็บแอปพลิเคชันระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ไปพัฒนาต่อยอดได้ในอนาคตได้

## 1.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาโครงการ

### 1.7.1 ฮาร์ดแวร์

1.7.1.1 คอมพิวเตอร์สำหรับพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

### 1.7.2 ซอฟต์แวร์

1.7.2.1 โปรแกรม Visual Studio Code

1.7.2.2 โปรแกรม Git Bash

1.7.2.3 เว็บแอปพลิเคชัน GitLab ที่ใช้ภายในบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

1.7.2.4 โปรแกรม Oracle v.11gR2

1.7.2.5 โปรแกรม sqldeveloper สำหรับจัดการฐานข้อมูล Oracle

### 1.7.3 เฟรมเวิร์กที่ใช้พัฒนา

1.7.3.1 Flask

1.7.3.2 Bootstrap

### 1.7.4 ไลบรารีที่ใช้พัฒนา

1.7.4.1 Pandas

1.7.4.2 numpy

1.7.4.3 StringIO

1.7.4.4 Plotly

1.7.4.5 ldap

1.7.4.6 cx\_Oracle

### 1.7.5 ภาษาที่ใช้พัฒนา

1.7.5.1 ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript), เจสัน (JSON), เจควีรี่ (jQuery)

1.7.5.2 ภาษาไพทอน (Python)

1.7.5.3 ภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML)

1.7.5.4 ภาษาซีเอสเอส (CSS)

### 1.8 ข้อจำกัดในการนำเสนอโครงการ

ข้อมูลต่าง ๆ ที่ถูกปกปิดด้วยสีแดง, คำเรียกชื่อแทนชื่อจริง เช่น ผลิตภัณฑ์ XXX, เว็บไซต์ที่ใช้อ้างอิงในการออกแบบการแสดงผลเว็บแอปพลิเคชัน, เนื้อหาสคริปต์ที่ใช้สำหรับพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันถือเป็นความลับหรือคำศัพท์เฉพาะที่ใช้กันภายในองค์กรของบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด จึงมีอาจทำการเปิดเผยข้อมูลได้



## บทที่ 2

### แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการ “การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์” เป็นการศึกษาการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่ใช้สำหรับการพล็อตกราฟ SPC ของข้อมูลแรงบิดสกรู เพื่อควบคุมการผลิตฮาร์ดดิสก์ให้มีประสิทธิภาพ ผู้จัดทำจึงทำการศึกษาค้นคว้าแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในด้านสถิติศาสตร์และภาษาคอมพิวเตอร์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้งาน เช่น การควบคุมกระบวนการทางสถิติ (Statistical Process Control : SPC), ภาษาสำหรับสร้างหน้าเว็บเพจ เป็นต้น โดยมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องดังนี้

#### 2.1 แนวคิดที่เกี่ยวข้องด้านสถิติศาสตร์

##### 2.1.1 แนวคิดการควบคุมกระบวนการผลิต [2]

การควบคุมกระบวนการทางสถิติ (Statistical Process Control : SPC) คือ การใช้ความรู้ในเชิงสถิติศาสตร์ (Statistic Science) เข้ามาควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิต ข้อมูล หรือตัวแปรที่สนใจ ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้กับข้อมูลได้ในหลายด้าน เช่น ด้านสังคม, อุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นต้น โดยในด้านอุตสาหกรรมการผลิตมุ่งเน้นการควบคุมคุณภาพการผลิตให้มีประสิทธิภาพที่ดีหรือมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและไม่สิ้นสุด (Improvement Continuous) หรือที่นิยมเรียกกันว่า “ไคเซ็น (Kaizen)” ซึ่งมีชื่อเรียกมาจากประเทศญี่ปุ่น

โดยมีวิธีการควบคุมกระบวนการผลิต คือ การติดตามสิ่งผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นได้ในกระบวนการผลิต เช่น วัตถุดิบ ขั้นตอนการทำงานของบุคลากร เครื่องจักร วิธีการผลิต หรือสภาพแวดล้อมต่าง ๆ และลักษณะการวิเคราะห์ข้อมูลของกระบวนการผลิต คือ การนำข้อมูลที่ปราศจากสิ่งผิดปกติซึ่งถูกจัดเก็บในอดีตมาทำการคำนวณหาเส้นควบคุมข้อมูล เช่น ค่า Lower Control Limit (LCL), ค่า Upper Control Limit (UCL), ค่ากลางของข้อมูล (ค่าเป้าหมายที่สนใจ) เป็นต้น เพื่อใช้เป็นบรรทัดฐานในการแจ้งเตือนความผิดปกติของข้อมูลที่เกิดขึ้นในปัจจุบันหรืออนาคต ซึ่งสามารถก่อให้เกิดการพัฒนาหรือปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิตของสินค้า ณ เวลานั้น ๆ ได้ ในอีกแง่มุมหนึ่งการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติเป็นเครื่องมือหรือภาพที่สะท้อนกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นจริง

โดยทั่วไปในกระบวนการผลิตสินค้าหรือบริการใด ๆ ก็ตาม ถึงแม้ว่าจะทำการผลิตสินค้าจากโรงงานเดียวกันและอยู่ในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกัน แต่ก็ไม่สามารถผลิตสินค้าให้มีความเหมือนกันได้ทุกประการ สาเหตุอาจเกิดจากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในการผลิต เช่น กลไกการผลิตของเครื่องจักร บุคลากร หรือการเปลี่ยนแปลงในธรรมชาติ ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้สินค้ามีความแตกต่างกันออกไป ซึ่งความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า ความแปรผัน (Variation) โดยความแปรผันสามารถแบ่งได้ 2 ประเภทดังนี้

1. ความแปรผันเชิงสุ่ม (Random Variation) คือ ความแปรผันที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติหรือเกิดขึ้นโดยบังเอิญ เช่น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ ฝุ่นละออง เป็นต้น

2. ความแปรผันไม่เชิงสุ่ม (Assignable Variation) คือ ความแปรผันที่เกิดขึ้นจากความผิดปกติหรือการชำรุดของปัจจัยต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของสินค้า เช่น การเสื่อมคุณภาพของเครื่องจักร ขั้นตอนการทำงานที่ผิดพลาดของบุคลากร ความผิดพลาดของเครื่องมือที่ใช้วัดคุณภาพของสินค้า เป็นต้น อย่างไรก็ตามความแปรผันไม่เชิงสุ่มสามารถควบคุมหรือกำจัดให้หมดไปได้

การควบคุมกระบวนการทางสถิติจึงเป็นการพยายามลดความแปรผันทั้ง 2 ประเภท ให้มากที่สุดหรืออนุญาตให้เบี่ยงเบนไปจากค่ากลางของข้อมูลให้น้อยที่สุด ด้วยวิธีการวัดผลที่เป็นมาตรฐาน การวิเคราะห์ข้อมูลและการเฝ้าติดตามการผลิต เพื่อให้การผลิตสินค้าเป็นมาตรฐานเดียวกันและพัฒนาประสิทธิภาพให้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง

### 2.1.2 เครื่องมือควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ

การควบคุมกระบวนการผลิตจำเป็นต้องอาศัยวิธีการทางสถิติศาสตร์ โดยเครื่องมือควบคุมกระบวนการเชิงสถิติมีอยู่ 7 เครื่องมือ คือ

2.1.2.1 ใบรายการตรวจสอบ (Check Sheet) คือ การเก็บข้อมูลอย่างง่ายในรูปแบบตาราง ซึ่งระบุขั้นตอนการผลิตและช่องสำหรับใส่เครื่องหมายถูกต้อง เพื่อบันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ได้จากการสังเกต ยกตัวอย่างเช่น ใบรายการตรวจสอบข้อบกพร่องของสินค้า เป็นต้น

2.1.2.2 แผนภูมิขั้นตอนการผลิต (Process Chart Flow) คือ แผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนการผลิตและความสัมพันธ์ระหว่างงานในแต่ละขั้นตอนของการผลิตหรือที่รู้จักกันในชื่อ “บล็อกไดอะแกรม” หรือ “โฟลว์ชาร์ต” ซึ่งช่วยให้ผู้วิเคราะห์ข้อมูลทราบถึงปัญหาคุณภาพการผลิตจากจุดเชื่อมต่อในขั้นตอนต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อจุดงานอื่น

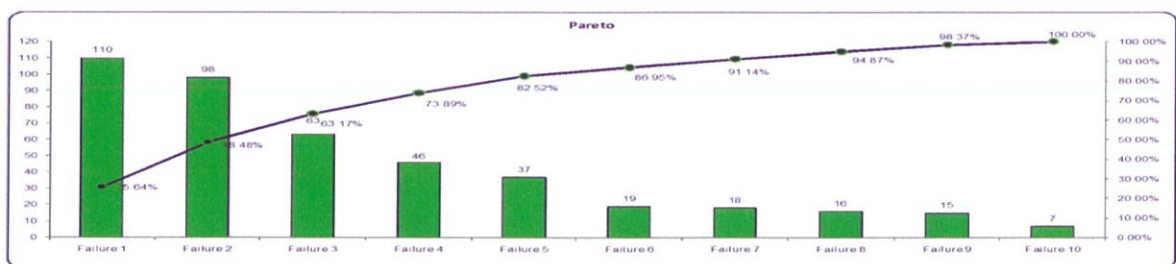
2.1.2.3 แผนภูมิก้างปลา (Fish Bone Diagram) คือ แผนภูมิเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) หรือบางครั้งเรียกว่า แผนภูมิอิชิกาวา (Ishikawa Chart) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยทางขวามือของหัวปลาในแกนแนวนอนจะแสดงผลกระทบหรือปัญหาที่เกิดขึ้น (Effect) ส่วนสาเหตุหลักของปัญหาจะแสดงอยู่บนแกนนอนที่มีลักษณะเหมือนก้างปลา (Fish Bone) และมีสาเหตุย่อยแตกแขนงออกจากสาเหตุหลักต่อไป ซึ่งแผนภูมิก้างปลาสามารถช่วยให้ผู้วิเคราะห์ข้อมูลมองเห็นถึงสาเหตุที่แท้จริงและแก้ไขปัญหานั้นได้ตรงจุดมากขึ้น โดยยกตัวอย่างแผนภูมิก้างปลาดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างแผนภูมิก้างปลา (Fish Bone Diagram) [3]

2.1.2.4 แผนภูมิแท่งหรือฮิสโตแกรม (Bar Chart or Histogram) คือ กราฟแท่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติกับปริมาณของคุณสมบัตินั้น ๆ โดยแกนแนวนอนใช้ คือ ค่าหรือปริมาณที่ต้องการวัด และแกนแนวตั้ง คือ ความถี่ของข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบการกระจายตัวของข้อมูลว่ามีค่าเกินจากเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่

2.1.2.5 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) คือ การนำข้อมูลจากแผนภูมิฮิสโตแกรมมาทำการพล็อตตามลำดับความถี่ของการเกิดปัญหา โดยเรียงลำดับจากปัญหาที่มีความถี่สูงสุดไปยังความถี่ต่ำสุด แผนภูมิพาเรโตสามารถช่วยให้ผู้วิเคราะห์ข้อมูลเรียงลำดับการตัดสินใจการแก้ไขปัญหา ก่อนหรือหลังได้ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) [4]

2.1.2.6 แผนภาพกระจาย (Scatter Diagram) คือ การนำข้อมูลจากแผนภูมิแก้งปลา มาวิเคราะห์ต่อโดยการสร้างกราฟเพื่อหาว่าปัจจัยใดเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพ นั้นจริง ๆ ยกตัวอย่างแผนภาพกระจายดังรูปที่ 2.3

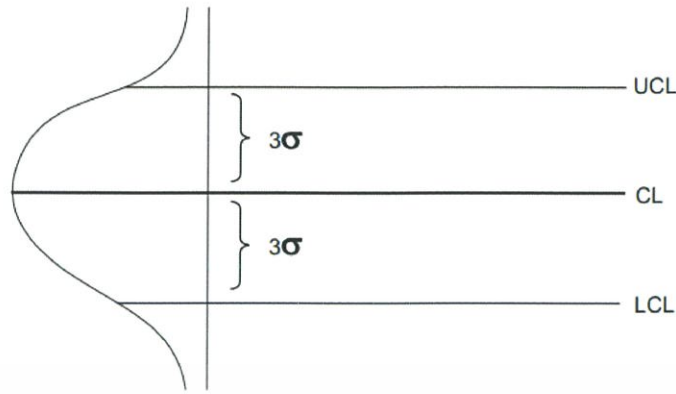


รูปที่ 2.3 ตัวอย่างแผนภาพกระจาย (Scatter Diagram) [5]

2.1.2.7 แผนภูมิควบคุม (Control Chart) คือ แผนภูมิที่ใช้เพื่อตรวจสอบค่าของตัวแปรที่ต้องการควบคุมคุณภาพว่าเกิดความแปรผันนอกเหนือจากขอบเขตที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งหากพบข้อมูลที่อยู่นอกเหนือจากขอบเขตที่กำหนดไว้ ผู้วิเคราะห์ข้อมูลจะต้องหาสาเหตุของความแปรผันและดำเนินการแก้ไขก่อนที่จะเกิดความเสียหายขึ้นกับผลิตภัณฑ์ โดยแผนภูมิควบคุมมีส่วนประกอบ 2 ส่วนดังนี้

#### 2.1.2.7.1 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม

หลักการทางสถิติที่ว่าด้วยข้อมูลที่วัดได้จากกระบวนการผลิตจะมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง 2 ค่า คือ 1. ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ), 2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) โดยมีความน่าจะเป็นของข้อมูลที่สังเกตอยู่ในช่วง  $\pm 3\sigma$  และองค์ประกอบของการแจกแจงแบบปกติมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ 1. เส้นแกนกลางหรือค่าเป้าหมายของข้อมูล (Central Line : CL), 2. ขีดจำกัดควบคุมด้านบน (Upper Control Limit : UCL), 3. ขีดจำกัดควบคุมด้านล่าง (Lower Control Limit : LCL) ซึ่งช่วงขีดจำกัดควบคุมด้านบนและด้านล่างแสดงถึงขอบเขตของความแปรผันที่อยู่ในระดับคุณภาพมาตรฐานที่ผู้ผลิตยอมรับได้ ซึ่งอยู่ในช่วง  $\pm 3\sigma$  เท่านั้น หากข้อมูลหรือตัวแปรที่สนใจมีการกระจายตัวอยู่ภายในขอบเขตดังกล่าวแสดงว่ากระบวนการผลิตยังคง “อยู่ภายใต้การควบคุม (In Control)” หรือสินค้าที่ผลิตมีคุณภาพตรงตามมาตรฐานที่กำหนด ในทางกลับกันหากอยู่นอกเหนือจากขอบเขตดังกล่าวแสดงว่ากระบวนการผลิต “อยู่นอกเหนือการควบคุม (Out of Control)” หรือสินค้าที่ผลิตมีคุณภาพไม่ได้ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งสามารถนำหลักการดังกล่าวมาสร้างกราฟแผนภูมิควบคุมที่ประกอบด้วยเส้นควบคุม 3 เส้น ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 องค์ประกอบของการแจกแจงแบบปกติที่ใช้กับแผนภูมิควบคุม

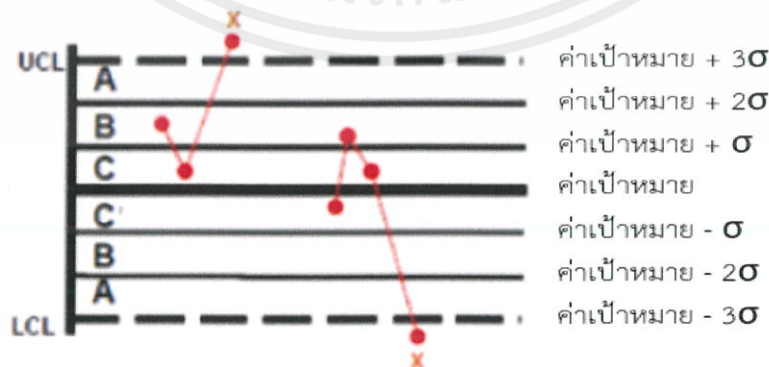
### 2.1.2.7.2 การวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิควบคุม

การพิจารณาลักษณะกระบวนการผลิตของแผนภูมิควบคุมจะพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลที่อยู่ในช่วงของค่าขีดจำกัดควบคุมด้านบนและขีดจำกัดควบคุมด้านล่าง ซึ่งสามารถแบ่งย่อยช่วงการกระจายตัวของข้อมูลได้ 6 ช่วง คือ

1. ช่วงระหว่างค่าเป้าหมาย  $+2\sigma$  และค่าเป้าหมาย  $+3\sigma$
2. ช่วงระหว่างค่าเป้าหมาย  $+\sigma$  และค่าเป้าหมาย  $+2\sigma$
3. ช่วงระหว่างค่าเป้าหมายและค่าเป้าหมาย  $+\sigma$
4. ช่วงระหว่างค่าเป้าหมายและค่าเป้าหมาย  $-\sigma$
5. ช่วงระหว่างค่าเป้าหมาย  $-\sigma$  และค่าเป้าหมาย  $-2\sigma$
6. ช่วงระหว่างค่าเป้าหมาย  $-2\sigma$  และค่าเป้าหมาย  $-3\sigma$

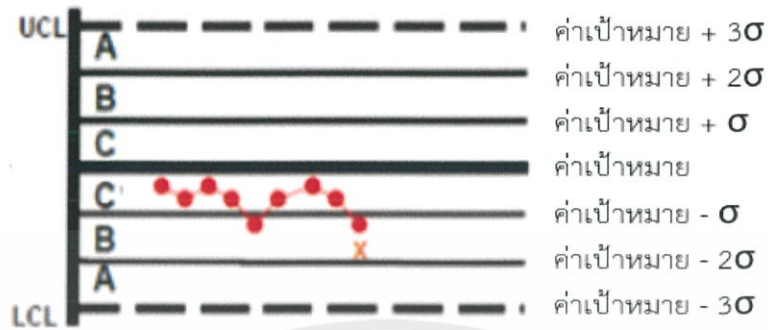
โดยการพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูลด้วยแผนภูมิควบคุมจะใช้กฎของการควบคุมกระบวนการทางสถิติ 8 ข้อดังต่อไปนี้

1. หากข้อมูลใดอยู่นอกเหนือช่วงการควบคุมให้ทำการแจ้งเตือนที่ข้อมูลจุดนั้น



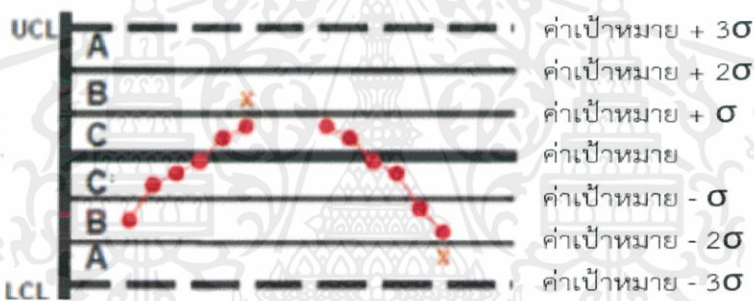
รูปที่ 2.5 กฎข้อที่ 1 ของแผนภูมิควบคุม

2. หากข้อมูล 9 จุดที่ต่อเนื่องกันอยู่ฝั่งใดฝั่งหนึ่งของค่าเป้าหมายให้ทำการแจ้งเตือนในข้อมูลจุดที่ 9



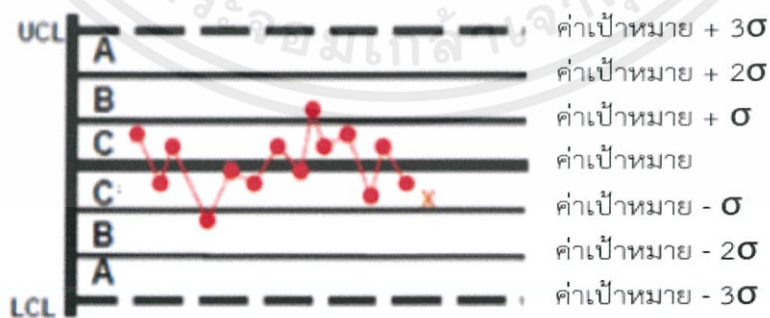
รูปที่ 2.6 กฎข้อที่ 2 ของแผนภูมิควบคุม

3. หากข้อมูล 6 จุดที่ต่อเนื่องกันมีแนวโน้มที่มากขึ้นหรือลดลงอย่างต่อเนื่องให้ทำการแจ้งเตือนในข้อมูลจุดที่ 6



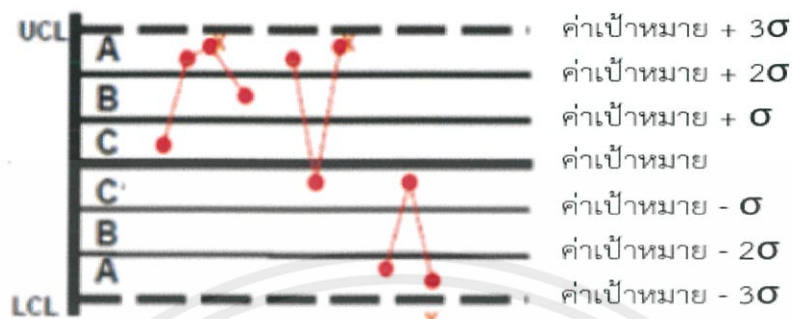
รูปที่ 2.7 กฎข้อที่ 3 ของแผนภูมิควบคุม

4. หากข้อมูล 14 จุดที่ต่อเนื่องกันเกิดการเปลี่ยนแปลงข้อมูลแบบกว้างให้ทำการแจ้งเตือนในข้อมูลจุดที่ 14



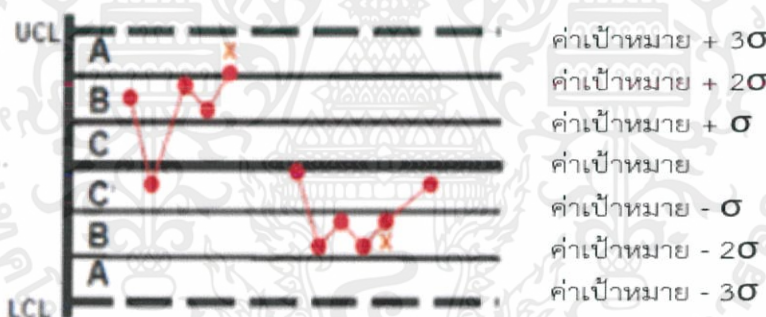
รูปที่ 2.8 กฎข้อที่ 4 ของแผนภูมิควบคุม

5. หากข้อมูล 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันอยู่ในช่วงระหว่างค่าเป้าหมาย  $+2\sigma$  และค่าเป้าหมาย  $+3\sigma$  หรือในช่วงระหว่างค่าเป้าหมาย  $-2\sigma$  และค่าเป้าหมาย  $-3\sigma$  ให้ทำการแจ้งเตือนในข้อมูลจุดที่ 3



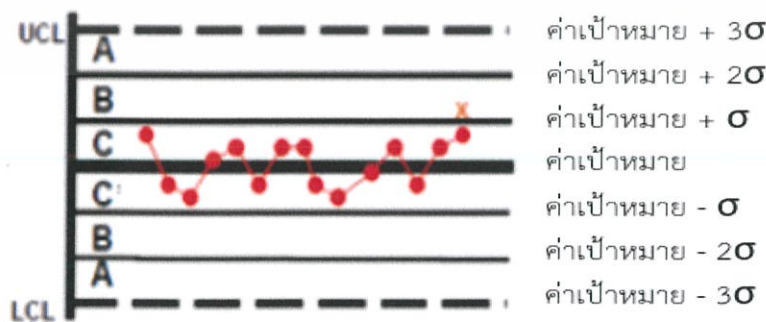
รูปที่ 2.9 กฎข้อที่ 5 ของแผนภูมิควบคุม

6. หากข้อมูล 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันอยู่ในช่วงระหว่างค่าเป้าหมาย  $+\sigma$  และค่าเป้าหมาย  $+2\sigma$  หรืออยู่ในช่วงระหว่างค่าเป้าหมาย  $-\sigma$  และค่าเป้าหมาย  $-2\sigma$  หรือมีค่ามากกว่าให้ทำการแจ้งเตือนในข้อมูลจุดที่ 5



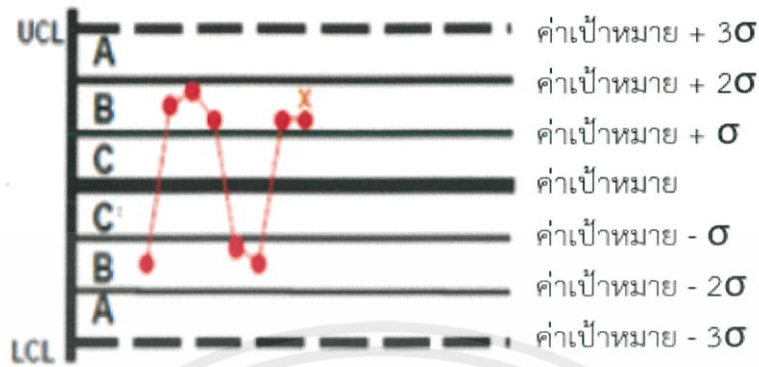
รูปที่ 2.10 กฎข้อที่ 6 ของแผนภูมิควบคุม

7. หากข้อมูล 15 จุดที่ต่อเนื่องกันอยู่ในช่วงระหว่างค่าเป้าหมาย  $+\sigma$  และค่าเป้าหมาย  $-\sigma$  ให้ทำการแจ้งเตือนในข้อมูลจุดที่ 15



รูปที่ 2.11 กฎข้อที่ 7 ของแผนภูมิควบคุม

8. หากข้อมูล 8 จุดที่ต่อเนื่องกันไม่ได้อยู่ในช่วงของค่าเป้าหมาย  $+ \sigma$  และค่าเป้าหมาย  $+ \sigma$  ให้ทำการแจ้งเตือนในข้อมูลจุดที่ 8



รูปที่ 2.12 กฎข้อที่ 8 ของแผนภูมิควบคุม

การใช้แผนภูมิควบคุมสำหรับการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติที่นิยมใช้งานมี 2 แบบดังนี้

1. การใช้งานแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (Xbar chart หรือ Mean chart) คู่กับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R chart)
2. การใช้งานแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (Xbar chart หรือ Mean chart) คู่กับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation chart หรือ S chart)

แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (Mean chart) คือ แผนภูมิที่นำข้อมูลของกระบวนการผลิตที่สนใจมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลเพื่อตรวจสอบภาพรวมของข้อมูลมีแนวโน้มเป็นอย่างไร

แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R chart) คือ แผนภูมิที่ใช้วัดความแปรผันของข้อมูลจากกระบวนการผลิตที่สนใจ โดยหากค่าพิสัยมีค่าน้อยหมายความว่าความแปรผันของข้อมูลต่ำหรือกระบวนการผลิตคงที่และที่น่าจะเป็นที่จะได้ผลิตภัณฑ์ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้จะมีค่ามากในทางกลับกันหากค่าพิสัยมีค่ามากหมายความว่าความแปรผันสูงของข้อมูลสูงหรือกระบวนการผลิตไม่คงที่เปลี่ยนแปลงบ่อย ดังนั้นโอกาสที่จะได้ผลิตภัณฑ์ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้จึงมีค่าน้อยด้วย

แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation chart) คือ แผนภูมิที่ใช้วัดการกระจายตัวของข้อมูลจากค่าเฉลี่ยหรือค่าเป้าหมายที่ต้องการควบคุมมากหรือน้อยเพียงใด โดยหากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อยหมายความว่าข้อมูลที่สนใจมีค่าอยู่ใกล้เคียงค่าเป้าหมายมากและกระบวนการผลิตมีความเป็นมาตรฐาน ในทางกลับกันหากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามากหมายความว่าข้อมูลที่สนใจมีค่าอยู่ห่างจากค่าเป้าหมายมากและส่งผลให้กระบวนการผลิตไม่มีความเป็นมาตรฐาน

แผนภูมิควบคุมที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยคู่กับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย แต่กระบวนการผลิตบางระบบอาจต้องการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการโดยตรงแทนการใช้ค่าพิสัยการใช้การใช้งานแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยคู่กับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสามารถวิเคราะห์ข้อมูลของกระบวนการผลิตได้แม่นยำมากกว่า โดยโครงการฉบับนี้ใช้เครื่องมือควบคุมกระบวนการผลิตเชิงสถิติ คือ การใช้งานแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยคู่กับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยแผนภูมิค่าเฉลี่ยใช้กฎแผนภูมิควบคุมข้อที่ 1, 3, 8 และแผนภูมิค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใช้กฎแผนภูมิควบคุมข้อที่ 1 จากหัวข้อที่ 2.1.2.7.2 ตามความต้องการของวิศวกร

## 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องด้านภาษาคอมพิวเตอร์

### 2.2.1 ภาษาไพทอน (Python) และไลบรารีแพนดาส (Pandas library)



รูปที่ 2.13 โลโก้ภาษาไพทอน

2.2.1.1 ภาษาไพทอน (Python Programming Language) [6] เป็นภาษาโปรแกรมระดับสูงและเป็นภาษาโปรแกรมแบบอินเทอร์พรีเตอร์ที่สร้างโดย กิโด ฟาน รอสซัม (Guido van Rossum) ในปี พ.ศ. 2533 ที่ Stichting Mathematisch Centrum (CWI) ณ ประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยต้นแบบภาษาสืบทอดมาจากภาษา ABC เพื่อให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเข้าใจไวยากรณ์ได้ง่าย ปัจจุบันผู้ดูแลคือ มูลนิธิซอฟต์แวร์ไพทอน ภาษาไพทอนเป็นภาษาโปรแกรมระดับสูงที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการเขียนโปรแกรมสำหรับวัตถุประสงค์ทั่วไป โดยมีจุดเด่นของภาษาดังนี้

1. ภาษาไพทอนเป็นภาษาสคริปต์ ทำให้ใช้เวลาในการเขียนและคอมไพล์ไม่นานมาก ซึ่งเหมาะกับงานด้านการดูแลระบบ (System Administration) เป็นอย่างยิ่งและไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์มที่ใช้ งาน กล่าวคือ สามารถใช้งานภาษาไพทอนได้ในหลายระบบปฏิบัติการ โดยรองรับระบบปฏิบัติการ UNIX, Linux และสามารถติดตั้งให้ทำงานเป็นภาษาสคริปต์ของระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) ผ่านระบบ Windows Script Host เป็นต้น

2. ภาษาไพทอนสามารถนำมาพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ได้ ซึ่งมีเฟรมเวิร์ก (Framework) สำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน เช่น Django, Pyramid, TurboGears และไมโครเฟรมเวิร์ก เช่น Flask, Bottle เป็นต้น

3. โลบรารีในภาษาไพทอนสามารถใช้ลดภาระการทำงานของโปรแกรมเมอร์ได้เป็นอย่างดีและเนื่องจากภาษาไพทอนเป็นภาษา OpenSource จึงทำให้ผู้พัฒนาจากทั่วโลกสามารถดำเนินการพัฒนาโลบรารีและแก้ไขข้อผิดพลาดได้

2.2.1.2 โลบรารีแพนดาส (Pandas library) [7] คือ โลบรารีในภาษาไพทอนที่เป็นเครื่องมือในด้านการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Science) ที่ช่วยทำให้ข้อมูลมีความสะอาด (Data Wrangling) เพื่อให้ข้อมูลที่ไม่เป็นระเบียบถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายและสามารถนำข้อมูลหลังจากการทำความสะอาดไปวิเคราะห์ (Analysis) หรือแสดงผลเป็นกราฟ (Visualization) ต่อไปได้ง่าย

2.2.1.3 แพลกส์ เฟรมเวิร์ก (Flask Framework) [8] คือ เว็บ เฟรมเวิร์ก (Web Framework) ที่พัฒนาขึ้นมาใช้สำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันในภาษาไพทอน เพื่อใช้ทำงานร่วมกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Webserver) เช่น Apache และได้รับการยอมรับจาก Community We Pages ชั้นน้ำเช่น Pinterest, LinkedIn เป็นต้น โดยถูกเรียกว่า “ไมโคร เฟรมเวิร์ก (Micro Framework)” เนื่องจากไม่ต้องการเครื่องมือหรือโลบรารีอะไรมากมายในการทำงานและไม่จำเป็นต้องมีฐานข้อมูล โดยมีรูปสัญลักษณ์ของแพลกส์ เฟรมเวิร์กดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 สัญลักษณ์แพลกส์ เฟรมเวิร์ก

## 2.2.2 ภาษาเอชทีเอ็มแอล (Hypertext Markup Language : HTML) [9]



รูปที่ 2.15 สัญลักษณ์ภาษาเอชทีเอ็มแอล

ภาษาเอชทีเอ็มแอล (Hypertext Markup Language : HTML) เป็นภาษาประเภทมาร์กอัป (Markup Language) ที่ใช้ในการสร้างเว็บเพจและการทำงานของเว็บร่วมกับภาษาซีเอสเอส (Cascading Style Sheets : CSS) และภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript) โดยมีต้นแบบมาจากภาษา SGML (Standard Generalized Markup Language) ที่ถูกตัดความสามารถบางส่วนออกไปเพื่อให้สามารถทำความเข้าใจและเรียนรู้ได้ง่าย ปัจจุบันผู้พัฒนาและกำหนดมาตรฐาน คือ องค์กรดับเบิลยูทีซี (World Wide Web Consortium : W3C) ถูกพัฒนาออกมาเป็นเวอร์ชันต่าง ๆ ดังนี้ HTML 1.0, HTML 2.0, HTML 3.0, HTML 4.0, HTML 4.01 และเวอร์ชันล่าสุด คือ HTML 5.0 โดยเวอร์ชัน HTML 5.0 มีการเพิ่มคุณสมบัติให้สามารถรองรับแท็กเกี่ยวกับวิดีโอ (Video) และออดิโอ (Audio) โดยไม่ต้องใช้ปลั๊กอินเสริม เพื่อให้เข้ากับผู้ใช้งานสมัยใหม่ที่เน้นการรับชมสื่อต่าง ๆ ผ่านอินเทอร์เน็ต

ภาษาเอชทีเอ็มแอลมีโครงสร้างของภาษาที่ถูกเขียนด้วยตัวกำกับหรือที่เรียกกันว่า “แท็ก (Tag)” ซึ่งคอยควบคุมการแสดงผลข้อความ รูปภาพ หรือวัตถุอื่น ๆ ผ่านโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) เช่น Internet Explorer, Google Chrome, Firefox, Safari เป็นต้น โดยในแต่ละแท็กอาจมีส่วนขยายที่เรียกว่า “แอตทริบิวต์ (Attribute)” สำหรับระบุหรือควบคุมการแสดงผลของเว็บเพจได้เช่นกัน การใช้งานแท็กจะประกอบด้วย 1. แท็กเปิด โดยมีลักษณะการเขียนแท็ก คือ <>, 2. แอตทริบิวต์ (Attribute) สำหรับจัดรูปแบบเพิ่มเติม, 3. แท็กปิด โดยมีลักษณะการเขียน คือ </> ยกตัวอย่างการเขียนแท็กโดยแสดงผลตัวอักษรคำว่า “Hello World” เช่น <label>Hello World</label> เป็นต้น

ส่วนประกอบที่สำคัญของภาษาเอชทีเอ็มแอลประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. แท็กเฮดหรือส่วนหัว (Head) คือ คำสั่งที่อยู่ในส่วนนี้จะใช้บรรยายรายละเอียดเกี่ยวกับเว็บเพจ เช่น ชื่อเรื่องของหน้าเว็บเพจ (Title), ชื่อผู้จัดทำเว็บ (Author), การเข้ารหัสต่าง ๆ ของหน้าเว็บเพจ ซึ่งจะไม่ได้แสดงผลที่หน้าเว็บเพจผ่านเว็บเบราว์เซอร์โดยตรง

2. แท็กบอดี (Body) คือ ส่วนการจัดรูปแบบตัวอักษร รูปภาพ โครงหน้าเว็บเพจ ของเนื้อหาเอกสารที่ต้องการแสดงผล ซึ่งจะแสดงผลที่หน้าเว็บเพจผ่านเว็บเบราว์เซอร์โดยตรง โดยข้อมูลของเอกสารสามารถแสดงผลได้หลายชนิด เช่น ข้อความ, รูปภาพ, เสียง, วิดีโอ, ไฟล์ข้อมูลต่าง ๆ เป็นต้น

ส่วนประกอบที่สามารถเพิ่มเติมเข้ามาในภาษาเอชทีเอ็มแอลได้ คือ แท็กสคริปต์ (Script) โดยมีลักษณะการเขียน คือ `<script></script>` ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้สำหรับใส่ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript) หรือภาษาเจควีรี่ (jQuery) เพื่อเพิ่มการแสดงผลหน้าเว็บเพจที่หลากหลาย

ยกตัวอย่างการเขียนภาษาเอชทีเอ็มแอลดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
<html lang="en">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="ie=edge">
  <title> ชื่อเรื่องของหน้าเว็บเพจ </title>
  <link> การดาวน์โหลดภาษาซีเอสเอสมาใช้งาน </link>
  <script> การดาวน์โหลดภาษาจาวาสคริปต์มาใช้งาน </script>
</head>
<body> เนื้อหาเอกสาร </body>
</html>
```

### 2.2.3 ภาษาซีเอสเอส (Cascading Style Sheet : CSS) [10]



รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์ภาษาซีเอสเอส

การจัดทำหน้าเว็บเพจให้มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีการวางแผนและการออกแบบระบบที่ดี โดยในยุคแรกมีการใช้ภาษา HTML ในการจัดทำระบบการแสดงผลทางด้านโครงสร้างและข้อมูลของ เว็บไซต์ แต่ปัจจุบันการพัฒนาของภาษา HTML นั้นมีการพัฒนาเป็นเวอร์ชัน HTML 5.0 และยังมีการพัฒนาภาษาที่ใช้เพื่อกำหนดรูปแบบการแสดงผลทางหน้าเว็บเพจได้หลากหลายและมีความยืดหยุ่น เช่น สีตัวอักษร, สีพื้นหลัง, กรอบข้อความ, ขนาดตัวอักษร, การจัดวาง Layout เป็นต้น เพื่อให้มีความสวยงาม ซึ่งภาษาที่ใช้จัดการคุณสมบัติดังกล่าวนี้ คือ ภาษาซีเอสเอส (Cascading Style Sheet : CSS)

ภาษาซีเอสเอส (Cascading Style Sheet : CSS) หรือมักถูกเรียกว่า “สไตล์ชีท” ถูกใช้ในการจัดรูปแบบของเอกสารที่เขียนในภาษามาร์กอัป (Markup Language) หรือภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML) ซึ่งการกำหนดรูปแบบนี้ใช้หลักการของการแยกเนื้อหาเอกสารออกจากคำสั่งที่ใช้ในการจัดรูปแบบการแสดงผล จึงทำให้การแสดงผลของเอกสารไม่ขึ้นอยู่กับเนื้อหาของเอกสารที่ถูกเขียนในภาษา HTML การพัฒนาและการกำหนดมาตรฐานของภาษา CSS ถูกกำหนดโดยองค์กรดับเบิลยูทีซี (W3C) จึงมักถูกเรียกโดยย่อว่า สไตล์ชีท แต่ความจริงแล้วคำว่าสไตล์ชีทอาจหมายถึงภาษาสไตล์อื่น ๆ ก็ได้ โดยภาษา CSS ถูกพัฒนาให้มีเวอร์ชันดังนี้ CSS 1, CSS 2, CSS 3 และเวอร์ชันล่าสุดคือ CSS 4 เริ่มร่างเมื่อวันที่ 29 กันยายน ค.ศ. 2009 โดยปัจจุบันยังไม่มีเว็บเบราว์เซอร์ที่รองรับภาษา CSS เวอร์ชัน 4

ยกตัวอย่างการเขียนภาษาซีเอสเอสดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
.login-page { width : 43 px; color : red; background-color : blue; }
```

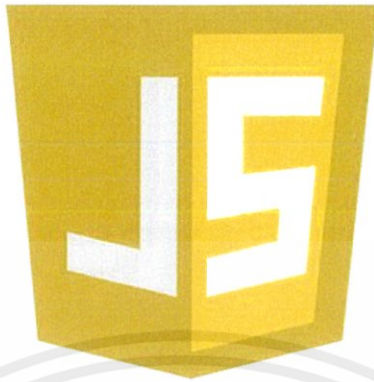
โดยชื่อ login-page คือ ชื่อคลาส (Class) หรือชื่อเรียกแทนกลุ่มที่กำหนดลักษณะการ

แสดงผลของเอกสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.4 ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript) [11]



รูปที่ 2.17 สัญลักษณ์ภาษาจาวาสคริปต์

ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript) เป็นภาษาสคริปต์ที่มีลักษณะการเขียนแบบโปรโตไทป์ (Prototyped – based Programming) โดยส่วนมากถูกใช้ในหน้าเว็บเพจเพื่อประมวลข้อมูลที่ฝั่งผู้ใช้งาน แต่ก็ยังมีการใช้เพื่อเพิ่มเติมความสามารถในการเขียนสคริปต์โดยฝั่งอยู่ในโปรแกรมอื่น ๆ โดยภาษาจาวาสคริปต์มีบริษัท ซัน ไมโครซิสเต็ม เป็นเจ้าของเครื่องหมายการค้า ซึ่งเป็นภาษาที่กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างสูงและมีรูปแบบการเขียนที่เป็นภาษาสคริปต์เชิงวัตถุหรือที่เรียกกันว่า “สคริปต์” ในด้านการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันนั้นภาษาจาวาสคริปต์มีการทำงานร่วมกับภาษา HTML เพื่อให้หน้าเว็บเพจดูมีการเคลื่อนไหว สามารถตอบสนองผู้ใช้งานได้มากขึ้น ซึ่งมีวิธีการทำงานในลักษณะแปลความและดำเนินงานไปที่ละคำสั่ง (Interpret) หรือเรียกว่า การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) ที่มีเป้าหมายในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต ภาษาจาวาสคริปต์สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้โดยทำงานร่วมกับภาษา HTML และภาษาจาวาได้ทั้งฝั่ง Client หรือฝั่ง Server

ยกตัวอย่างการเขียนภาษาจาวาสคริปต์ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. `let variable = document.getElementById(“example1”);`
2. `var x = document.getElementById(“example2”).innerHTML = “Helo World”;`
3. `var y = document.getElementsByClassName(“example3”);`

## 2.2.5 ภาษาเจควีรี (jQuery) [12]



รูปที่ 2.18 สัญลักษณ์ภาษาเจควีรี

เจควีรีเป็นไลบรารีของภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript Library) ที่มีการรวบรวมฟังก์ชันของภาษาจาวาสคริปต์ต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปแบบแพทเทิร์นสเฟรมเวิร์ก (Patterns Framework) ที่สะดวก ง่ายต่อการใช้งาน ยืดหยุ่นและรองรับต่อการใช้งานข้ามเว็บเบราว์เซอร์ได้ กล่าวคือไม่ว่าจะใช้งานบนเว็บเบราว์เซอร์ใดก็ตามภาษาเจควีรีจะมีการเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการทำงานและการแสดงผลบนเว็บเบราว์เซอร์ที่กำลังทำงานอยู่ จึงช่วยลดปัญหาการทำงานที่ผิดพลาดในฝั่งของผู้ใช้งานได้ เนื่องจากปัญหาในอดีตที่นักพัฒนาซอฟต์แวร์ (Programmer) มีความนิยมการทดสอบเว็บแอปพลิเคชันที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมาบนเว็บเบราว์เซอร์ Internet Explorer ซึ่งปัจจุบันมีการพัฒนาเว็บเบราว์เซอร์ให้มีการใช้งานกันอย่างมากมาย เช่น Firefox, Google Chrome, Safari, Opera เป็นต้น และรองรับการทำงานทั้งในภาษา HTML รูปแบบเดิม หรือภาษา CSS, DOM element, effect, การจัดอีเวนต์ (Event) ต่าง ๆ หรือแม้กระทั่งการพัฒนาอแจกซ์ (Ajax) อีกด้วย

ยกตัวอย่างการเขียนภาษาเจควีรีดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. `$("#ID name1").hide()`
2. `$("#ID name2").show()`
3. `$("#ID name3").html("Text")`

## 2.2.6 ภาษาเจสัน (JSON) [13]

# { JSON }

JavaScript Object Notation

รูปที่ 2.19 สัญลักษณ์ภาษาเจสัน

เจสัน หรือ จาวาสคริปต์ อ็อบเจกต์ โนเทชัน (JavaScript Object Notation : JSON) คือ เครื่องหมายที่ใช้แทนวัตถุที่เป็นข้อมูล ซึ่งสามารถทำงานได้กับภาษาจาวาสคริปต์ การส่งข้อมูลระหว่าง Client และ Server ด้วยภาษาเจสันจะใช้งานร่วมกับภาษาจาวาสคริปต์ได้เป็นอย่างดี โดยถูกออกแบบมาให้เป็นภาษาเชิงวัตถุเพื่อมองข้อมูลหรือฟังก์ชันการทำงานเปรียบเสมือนวัตถุชนิดหนึ่ง ๆ นอกจากนี้ภาษาจาวาสคริปต์ยังมีตัวแปลงข้อมูลให้เป็นภาษาเจสันได้ คือ คำสั่ง พาร์เซอร์ (Parser)

ยกตัวอย่างการเขียนข้อมูลในรูปแบบภาษาเจสันดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
Raw_Data = {  
    'Data 1' : {  
        'DateTime' : '07/13/2018',  
        'Serial Number' : 'AAA123',  
        'Screw Location' : 'BBB Screw 1',  
        'Torque' : '1.540',  
        'Production Line' : '1'  
    }  
}
```

## 2.2.7 บูทสเตรป เฟรมเวิร์ก (Bootstrap Framework) [14]



รูปที่ 2.20 โลโก้บูทสเตรป เฟรมเวิร์ก

บูทสเตรป เฟรมเวิร์ก (Bootstrap Framework) หรือที่นิยมเรียกกันว่า “Bootstrap” เป็น front – end framework ที่ช่วยในการสร้างหน้าเว็บเพจของเว็บแอปพลิเคชันที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้งานได้อย่างรวดเร็วและสวยงามโดยจะถูกเขียนไว้ในส่วนของแท็กบอดี (Body) ในภาษา HTML ภายในบูทสเตรปมีส่วนประกอบ CSS Component และ JavaScript Plugin ที่ทำให้สามารถเรียกการใช้งานได้อย่างหลากหลาย ถูกออกแบบมาให้รองรับการทำงานแบบ Responsive Web กล่าวคือ มีการตอบสนองกับผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของขนาดหน้าจออุปกรณ์หรือเว็บเบราว์เซอร์ โดยการใช้บูทสเตรปในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสามารถเขียนโค้ดแค่ครั้งเดียวแต่สามารถนำไปทำงานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ที่แตกต่างกัน หรืออุปกรณ์มือถือ แท็บเล็ต หรือพีซีทั่วไปได้โดยไม่ต้องทำการเขียนโค้ดใหม่

บูทสเตรปถูกพัฒนาขึ้นด้วยกลุ่มนักพัฒนาจากทั่วทุกมุมโลก มีการอัปเดตข้อมูลอยู่ตลอดเวลาเพื่อรองรับการทำงานได้อย่างทันสมัยและการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ดังนั้นจึงเป็นที่นิยมของคนทั่วโลกที่เลือกใช้งานบูทสเตรปเฟรมเวิร์ก โดยบูทสเตรปแต่เดิมมีชื่อเรียกว่า Twitter Blueprint ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดย Mark Otto และ Jacob Thomson ที่บริษัท Twitter เพื่อเป็นเฟรมเวิร์กที่เป็นเครื่องมือใช้กันภายในองค์กรเพื่อให้การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

ยกตัวอย่างการเขียนภาษา HTML ในส่วนของแท็กบอดีด้วยบูทสเตรปเฟรมเวิร์ก ดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
<body>
```

```
  <div class=“container”> <nav class=“navbar”></nav> </div>
```

โดย container และ navbar คือ ชื่อคลาสของบูทสเตรป โดยมีส่วนประกอบของภาษา CSS อยู่ภายในคลาส ซึ่งกำหนดรูปแบบการแสดงผลเอกสาร

## 2.2.8 ภาษาเอสคิวแอล (Structured Query Language : SQL) [15]

ภาษาเอสคิวแอล (Structured Query Language : SQL) คือ ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อจัดการกับระบบฐานข้อมูลโดยเฉพาะ เป็นภาษามาตรฐานบนระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ และเป็นระบบเปิด (Open System) กล่าวคือ สามารถใช้คำสั่งภาษาเอสคิวแอลกับฐานข้อมูลชนิดใดก็ได้ และคำสั่งการทำงานเดียวกันเมื่อทำการสั่งงานผ่านระบบฐานข้อมูลที่แตกต่างกันจะได้ผลลัพธ์ที่เหมือนกัน หรืออาจต้องทำการปรับเปลี่ยนรูปแบบของคำสั่งเล็กน้อย เนื่องจากระบบฐานข้อมูลมีการพัฒนาจากบริษัทที่แตกต่างกันแต่สามารถใช้งานภาษาเอสคิวแอลร่วมกันได้ จึงทำให้สามารถเลือกใช้ฐานข้อมูลชนิดใดก็ได้ โดยไม่ต้องยึดติดกับฐานข้อมูลใดฐานข้อมูลหนึ่ง

ภาษาเอสคิวแอลสามารถแบ่งรูปแบบการทำงานออกได้ 5 ประเภท ดังนี้

1. Select Query ใช้สำหรับการเลือกข้อมูลที่ต้องการ
2. Update Query ใช้สำหรับการแก้ไขข้อมูล
3. Create Query ใช้สำหรับการสร้างตารางฐานข้อมูล
4. Insert Query ใช้สำหรับการเพิ่มข้อมูล
5. Delete Query ใช้สำหรับการลบข้อมูล

ตัวอย่างการเขียนภาษาเอสคิวแอลสำหรับการจัดการระบบฐานข้อมูลมีตัวอย่างดังต่อไปนี้

1. SELECT \* FROM TABLE WHERE COLUMN\_1 = "TEST"
2. SELECT COLUMN\_1 FROM TABLE WHERE COLUMN\_2 IS NULL
3. SELECT COLUMN\_1, COLUMN\_2 FROM TABLE

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

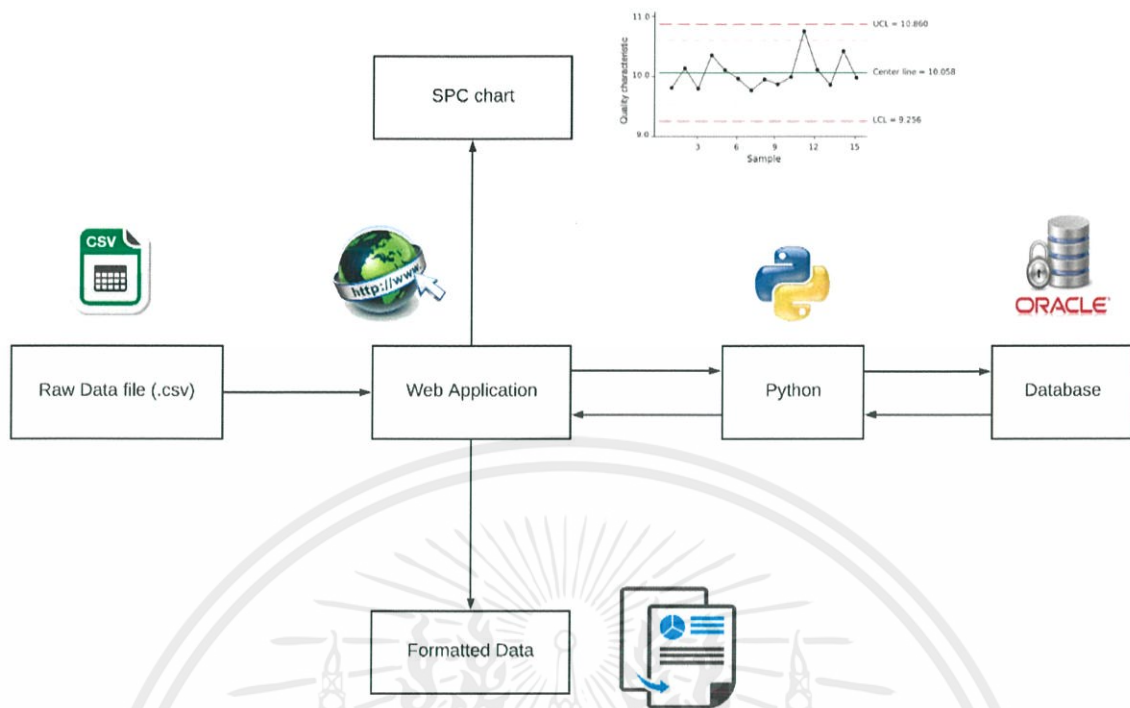
#### 3.1 การออกแบบ

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ได้มีการใช้เฟรมเวิร์ก เฟรมเวิร์ก (Flask Framework) สำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเนื่องจากสามารถทำการพัฒนาได้อย่างรวดเร็ว และใช้กันภายในองค์กรเท่านั้น เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์และควบคุมการผลิตได้ทันที

##### 3.1.1 กระบวนการทำงานของระบบ

การทำงานของเว็บแอปพลิเคชันสำหรับระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์มีการทำงานเริ่มจากพนักงานในสายการผลิตนำข้อมูลไฟล์ Raw Data (.csv) เข้าสู่ฐานข้อมูลเว็บแอปพลิเคชันโดยผ่านระบบนำข้อมูลไฟล์ Raw Data (.csv) เข้าสู่ฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ จากนั้นเว็บแอปพลิเคชันจะสามารถทำการแสดงผลข้อมูลที่ถูกจัดเก็บและพล็อตกราฟ SPC ต่อไปได้ โดยมีระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ทำหน้าที่แสดงผลข้อมูลแรงบิดสกรูออกมาในรูปแบบตารางเพื่อให้วิศวกรตรวจสอบข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลได้ และระบบพล็อตกราฟ SPC สามารถแสดงผลกราฟค่าเฉลี่ย (Mean chart) และกราฟค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation chart) เพื่อให้วิศวกรสามารถควบคุมค่าแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์และควบคุมการผลิตได้

เมื่อมีการร้องขอจากผู้ใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ การเชื่อมต่อระหว่างเว็บเบราว์เซอร์และฐานข้อมูลซึ่งในที่นี้ใช้ฐานข้อมูล Oracle จะใช้ภาษาไพทอน (Python) เป็นภาษากลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล จากนั้นภาษาไพทอนจะทำการประมวลผลและส่งข้อมูลไปยังเว็บเบราว์เซอร์เพื่อทำการแสดงผลต่อไป โดยการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันต้องเริ่มจากการนำข้อมูลไฟล์ Raw Data มาอัปโหลดเข้าสู่ฐานข้อมูลผ่านเว็บแอปพลิเคชันก่อน จึงจะสามารถแสดงผลข้อมูลที่ถูกรวบรวมและพล็อตกราฟ SPC ได้ เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่มีระบบที่คอยจัดการนำข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์เข้าสู่ฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ โดยสามารถสรุปกระบวนการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันได้ดังรูปที่ 3.1

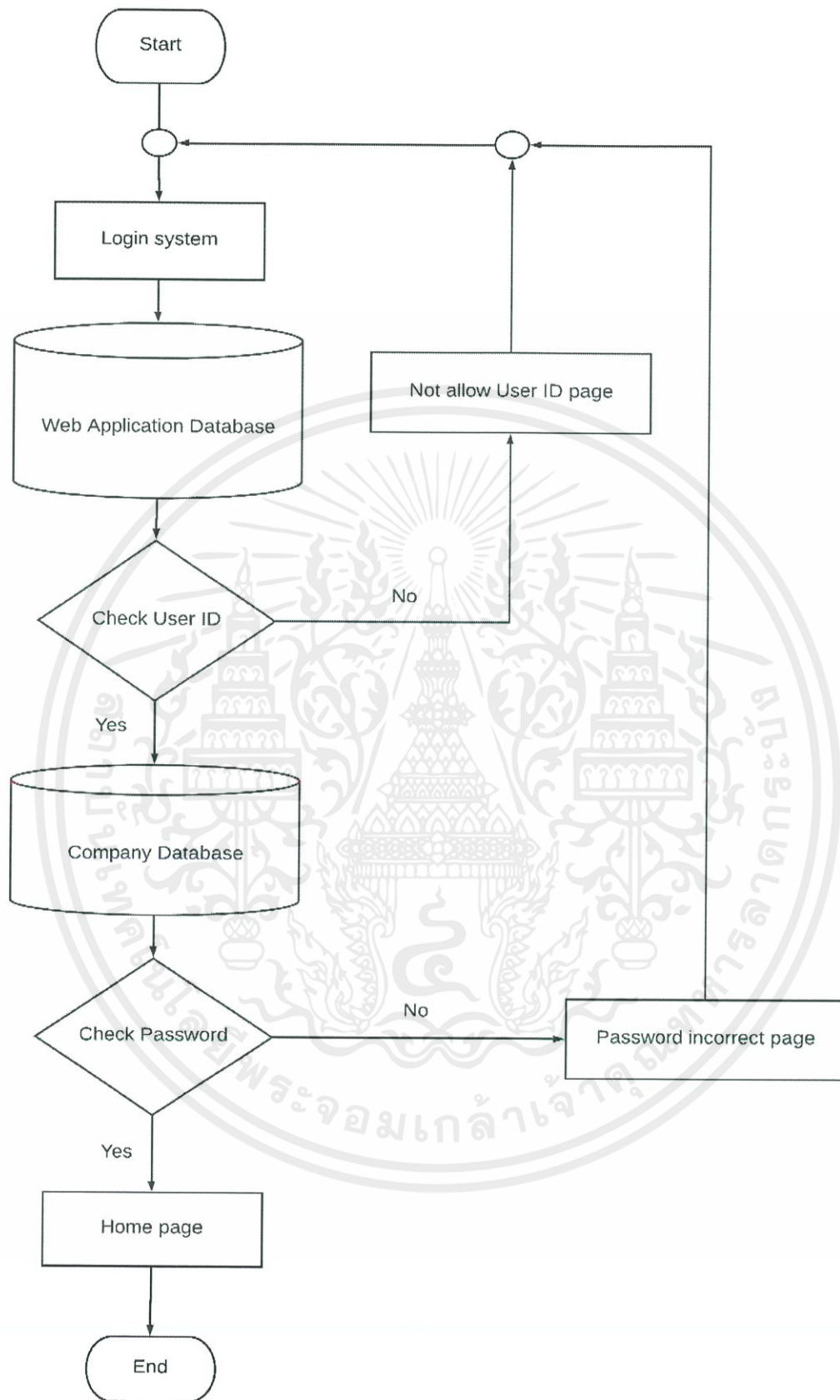


รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน

กระบวนการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันสามารถแบ่งย่อยออกได้เป็น 5 ระบบหลักดังนี้

#### 3.1.1.1 ระบบยืนยันตัวตน

ระบบยืนยันตัวตนถูกจัดทำให้สามารถควบคุมและตรวจสอบรายชื่อผู้มีสิทธิ์เข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชันได้ เพื่อป้องกันไม่ให้บุคคลภายนอกเข้ามาทำการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลในระบบ โดยบุคคลที่สามารถเข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชันได้จะต้องมีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูลของเว็บแอปพลิเคชัน และเป็นพนักงานของบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด เท่านั้น เนื่องจากรหัสผ่าน (Password) ที่ใช้ในการยืนยันตัวตนจะถูกตรวจสอบจากฐานข้อมูลของบริษัท โดยมีการทำงานของระบบดังรูปที่ 3.2



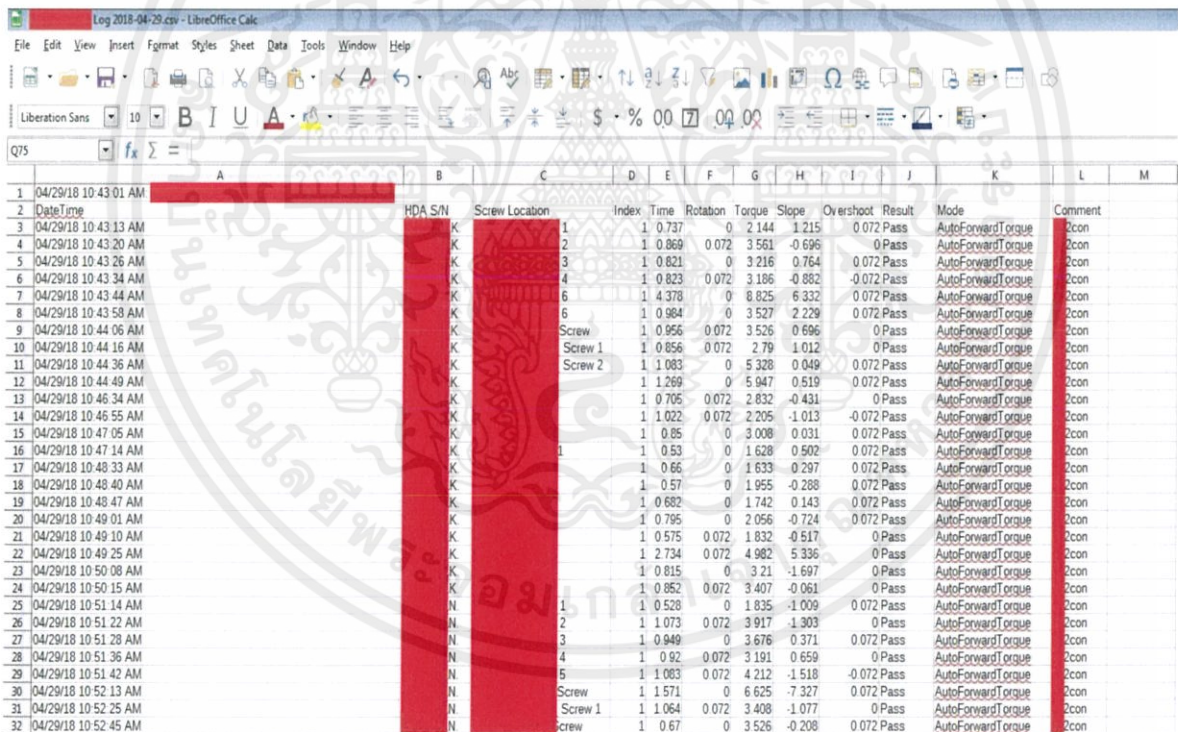
รูปที่ 3.2 โฟลว์ชาร์ตระบบยืนยันตัวตน

### 3.1.1.2 ระบบนำข้อมูลไฟล์ Raw Data (.csv) เข้าสู่ฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ

ระบบนำข้อมูลไฟล์ Raw Data เข้าสู่ฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติถูกจัดทำขึ้นเพื่อให้พนักงานในสายการผลิตนำข้อมูลไฟล์ Raw Data มาทำการอัปโหลดเข้าสู่ฐานข้อมูลเว็บแอปพลิเคชัน เนื่องจากแต่เดิมข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์จะถูกจัดเก็บไว้ในระบบ Google Sheet โดยมีพนักงานในสายการผลิตเป็นผู้นำข้อมูลเข้ามาจัดเก็บให้วิศวกร ซึ่งข้อเสียของระบบ Google Sheet คือ บุคคลต่าง ๆ สามารถแก้ไขข้อมูลในระบบได้และมีรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลที่ไม่แน่นอน และยังมีระบบอัตโนมัติที่เข้ามารับการการจัดเก็บข้อมูล โดยข้อมูลไฟล์ Raw Data ถูกแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ 1. ไฟล์ Raw Data ที่มีรูปแบบปกติ, 2. ไฟล์ Raw Data ที่มีรูปแบบผิดปกติ, 3. ไฟล์ Raw Data ที่มีข้อผิดพลาด ดังนี้

#### 1. ไฟล์ Raw Data ที่มีรูปแบบปกติ

ไฟล์ Raw Data ที่มีรูปแบบปกติจะมีข้อมูลทั้งหมด 12 คอลัมน์และมีชนิดของข้อมูล (Data Type) ที่ถูกต้องตามที่ฐานข้อมูลกำหนดไว้



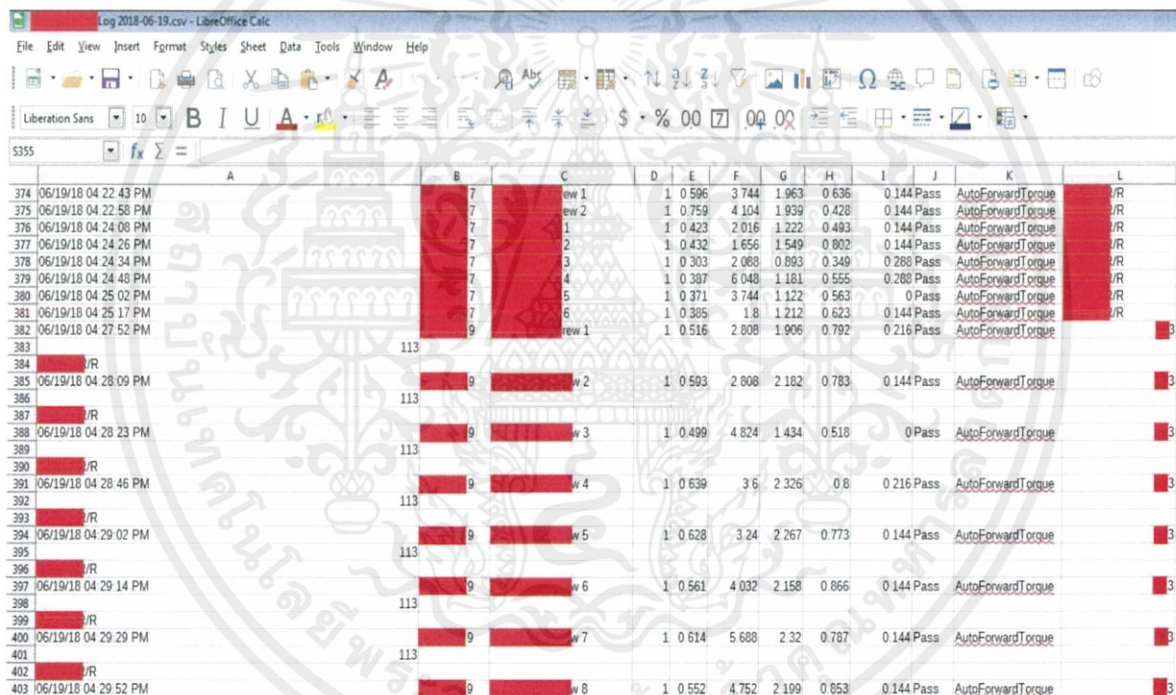
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	04/29/18 10:43:01 AM												
2	Date/Time	HDA SN	Screw Location	Index	Time	Rotation	Torque	Slope	Overshoot	Result	Mode	Comment	
3	04/29/18 10:43:13 AM	K	1	1	0.737	0	2.144	1.215	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
4	04/29/18 10:43:20 AM	K	2	1	0.869	0.072	3.561	-0.696	0	Pass	AutoForwardTorque	2con	
5	04/29/18 10:43:26 AM	K	3	1	0.821	0	3.216	0.764	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
6	04/29/18 10:43:34 AM	K	4	1	0.823	0.072	3.186	-0.882	-0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
7	04/29/18 10:43:44 AM	K	6	1	4.378	0	8.825	6.332	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
8	04/29/18 10:43:58 AM	K	6	1	0.984	0	3.527	2.229	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
9	04/29/18 10:44:06 AM	K	Screw	1	0.956	0.072	3.526	0.696	0	Pass	AutoForwardTorque	2con	
10	04/29/18 10:44:16 AM	K	Screw 1	1	0.856	0.072	2.79	1.012	0	Pass	AutoForwardTorque	2con	
11	04/29/18 10:44:36 AM	K	Screw 2	1	1.083	0	5.328	0.049	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
12	04/29/18 10:44:49 AM	K		1	1.269	0	5.947	0.519	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
13	04/29/18 10:46:34 AM	K		1	0.705	0.072	2.832	-0.431	0	Pass	AutoForwardTorque	2con	
14	04/29/18 10:46:55 AM	K		1	1.022	0.072	2.205	-1.013	-0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
15	04/29/18 10:47:05 AM	K		1	0.85	0	3.008	0.031	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
16	04/29/18 10:47:14 AM	K	1	1	0.53	0	1.628	0.502	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
17	04/29/18 10:48:33 AM	K		1	0.66	0	1.633	0.297	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
18	04/29/18 10:48:40 AM	K		1	0.57	0	1.955	-0.288	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
19	04/29/18 10:48:47 AM	K		1	0.682	0	1.742	0.143	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
20	04/29/18 10:49:01 AM	K		1	0.795	0	2.056	-0.724	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
21	04/29/18 10:49:10 AM	K		1	0.575	0.072	1.832	-0.517	0	Pass	AutoForwardTorque	2con	
22	04/29/18 10:49:25 AM	K		1	2.734	0.072	4.982	5.336	0	Pass	AutoForwardTorque	2con	
23	04/29/18 10:50:08 AM	K		1	0.815	0	3.21	-1.697	0	Pass	AutoForwardTorque	2con	
24	04/29/18 10:50:15 AM	K		1	0.852	0.072	3.407	-0.061	0	Pass	AutoForwardTorque	2con	
25	04/29/18 10:51:14 AM	N	1	1	0.528	0	1.835	-1.009	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
26	04/29/18 10:51:22 AM	N	2	1	1.073	0.072	3.917	-1.303	0	Pass	AutoForwardTorque	2con	
27	04/29/18 10:51:28 AM	N	3	1	0.949	0	3.676	0.371	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
28	04/29/18 10:51:36 AM	N	4	1	0.92	0.072	3.191	0.659	0	Pass	AutoForwardTorque	2con	
29	04/29/18 10:51:42 AM	N	5	1	1.083	0.072	4.212	-1.518	-0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
30	04/29/18 10:52:13 AM	N	Screw	1	1.571	0	6.625	-7.327	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	
31	04/29/18 10:52:25 AM	N	Screw 1	1	1.064	0.072	3.408	-1.077	0	Pass	AutoForwardTorque	2con	
32	04/29/18 10:52:45 AM	N	crew	1	0.67	0	3.526	-0.208	0.072	Pass	AutoForwardTorque	2con	

#### รูปที่ 3.3 ตัวอย่างไฟล์ Raw Data ที่มีรูปแบบปกติ

เมื่อทำการอัปโหลดไฟล์ Raw Data ที่มีรูปแบบปกติเข้าสู่ฐานข้อมูลเว็บแอปพลิเคชัน ระบบจะสามารถนำข้อมูลทุกบรรทัดเข้าสู่ฐานข้อมูลได้โดยไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น

## 2. ไฟล์ Raw Data ที่มีรูปแบบผิดปกติ

ไฟล์ Raw Data ที่มีรูปแบบผิดปกติจะมีจำนวนคอลัมน์เท่ากับไฟล์ Raw Data ที่มีรูปแบบปกติ คือ 12 คอลัมน์ และชนิดของข้อมูลที่ต้องการ แต่จะมีรูปแบบการจัดวางข้อมูลภายในคอลัมน์ที่ผิดพลาดไปจากเดิม โดยความผิดปกติของรูปแบบที่เกิดขึ้นนี้ไม่มีความแน่นอนสามารถเกิดได้หลายรูปแบบ เช่น 1. ข้อมูลบางบรรทัดมีข้อมูลภายในคอลัมน์ HDA S/N ไม่ถูกต้องตามรหัสสินค้าที่บริษัทกำหนด เนื่องจากพนักงานในสายการผลิตต้องทำการพิมพ์รหัสสินค้าเองในขั้นตอนการวัดค่าแรงบิดสกรูด้วยตนเอง, 2. ข้อมูลบางบรรทัดมีข้อมูลภายในบางคอลัมน์ไม่ครบถ้วนตามรูปแบบปกติ, 3. ข้อมูลบางบรรทัดมีข้อมูลว่างเปล่าในทุกคอลัมน์ เป็นต้น ยกตัวอย่างไฟล์ Raw Data ที่มีรูปแบบผิดปกติ คือ ข้อมูลบางบรรทัดมีข้อมูลภายในบางคอลัมน์ไม่ครบถ้วนตามรูปแบบปกติ ดังรูปที่ 3.4



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
374	06/19/18 04 22 43 PM	7	ew 1	1	0.596	3.744	1.963	0.636	0.144	Pass	AutoForwardTorque	/R
375	06/19/18 04 22 58 PM	7	ew 2	1	0.759	4.104	1.939	0.428	0.144	Pass	AutoForwardTorque	/R
376	06/19/18 04 24 08 PM	7	1	1	0.423	2.016	1.222	0.483	0.144	Pass	AutoForwardTorque	/R
377	06/19/18 04 24 26 PM	7	2	1	0.432	1.656	1.549	0.802	0.144	Pass	AutoForwardTorque	/R
378	06/19/18 04 24 34 PM	7	3	1	0.303	2.088	0.893	0.349	0.288	Pass	AutoForwardTorque	/R
379	06/19/18 04 24 48 PM	7	4	1	0.387	6.048	1.181	0.555	0.288	Pass	AutoForwardTorque	/R
380	06/19/18 04 25 02 PM	7	5	1	0.371	3.744	1.122	0.563	0	Pass	AutoForwardTorque	/R
381	06/19/18 04 25 17 PM	7	6	1	0.385	1.8	1.212	0.623	0.144	Pass	AutoForwardTorque	/R
382	06/19/18 04 27 52 PM	9	rew 1	1	0.516	2.808	1.906	0.792	0.216	Pass	AutoForwardTorque	/R
383		113										
384	/R											
385	06/19/18 04 28 09 PM	9	ew 2	1	0.593	2.808	2.182	0.783	0.144	Pass	AutoForwardTorque	/R
386		113										
387	/R											
388	06/19/18 04 28 23 PM	9	ew 3	1	0.499	4.824	1.434	0.518	0	Pass	AutoForwardTorque	/R
389		113										
390	/R											
391	06/19/18 04 28 46 PM	9	ew 4	1	0.639	3.6	2.326	0.8	0.216	Pass	AutoForwardTorque	/R
392		113										
393	/R											
394	06/19/18 04 29 02 PM	9	ew 5	1	0.628	3.24	2.267	0.773	0.144	Pass	AutoForwardTorque	/R
395		113										
396	/R											
397	06/19/18 04 29 14 PM	9	ew 6	1	0.561	4.032	2.158	0.866	0.144	Pass	AutoForwardTorque	/R
398		113										
399	/R											
400	06/19/18 04 29 29 PM	9	ew 7	1	0.614	5.688	2.32	0.787	0.144	Pass	AutoForwardTorque	/R
401		113										
402	/R											
403	06/19/18 04 29 52 PM	9	ew 8	1	0.552	4.752	2.199	0.853	0.144	Pass	AutoForwardTorque	/R

รูปที่ 3.4 ตัวอย่างไฟล์ Raw Data ที่มีรูปแบบผิดปกติ

เมื่อทำการอัปโหลดไฟล์ Raw Data ที่ข้อมูลบางบรรทัดมีข้อมูลภายในบางคอลัมน์ไม่ครบถ้วนดังรูปที่ 3.4 เข้าสู่ฐานข้อมูลเว็บแอปพลิเคชัน ระบบจะไม่สามารถนำข้อมูลทุกบรรทัดเข้าสู่ฐานข้อมูลได้ โดยระบบจะนำบรรทัดที่มีข้อมูลภายในคอลัมน์ครบถ้วนเข้าสู่ฐานข้อมูลและปฏิเสธการนำเข้าข้อมูลบรรทัดที่มีข้อมูลภายในคอลัมน์ไม่ครบถ้วน คือ บรรทัดที่ 383, 384, 386, 387, 389, 390 เป็นต้น เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดข้อผิดพลาดขึ้นในระบบ

### 3. ไฟล์ Raw Data ที่มีข้อผิดพลาด

ไฟล์ Raw Data ที่มีข้อผิดพลาดจะมีรูปแบบการจัดวางข้อมูลภายในคอลัมน์ที่เป็นปกติหรือผิดพลาดไปจากเดิมโดยอาจมีจำนวนคอลัมน์มากกว่าหรือน้อยกว่า 12 คอลัมน์ หรือชนิดของข้อมูลไม่ตรงตามพื้นฐานข้อมูลกำหนดไว้ เมื่อทำการอัปโหลดข้อมูลไฟล์ Raw Data ที่มีข้อผิดพลาดเข้าสู่ฐานข้อมูลจะส่งผลให้ระบบเกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้ ซึ่งสาเหตุเกิดจากระบบไม่สามารถอ่านข้อมูลภายในไฟล์ได้หรือฐานข้อมูลปฏิเสธการนำข้อมูลที่มีชนิดของข้อมูลในคอลัมน์ไม่ถูกต้องเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลตามลำดับ ยกตัวอย่างไฟล์ Raw Data ที่มีข้อผิดพลาด คือ มีจำนวนคอลัมน์ 13 คอลัมน์และมีชนิดของข้อมูลไม่ตรงตามพื้นฐานข้อมูลกำหนดไว้ (ลูกศรสีน้ำเงิน) ดังรูปที่ 3.5

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
254	06/23/18 11:16:31 AM	T	1		1	0.385	2.664	1.09	0.451	0.072	Pass	AutoForwardTorque	R
255	06/23/18 11:16:38 AM	T	2		1	0.402	3.024	1.107	0.385	0	Pass	AutoForwardTorque	R
256	06/23/18 11:16:49 AM	T	3		1	0.502	0.072	1.205	-0.033	0.072	Pass	AutoForwardTorque	R
257	06/23/18 11:16:58 AM	T	4		1	0.403	1.44	1.265	0.543	0.072	Pass	AutoForwardTorque	R
258	06/23/18 11:17:06 AM	T	5		1	0.369	1.368	1.123	0.386	0	Pass	AutoForwardTorque	R
259	06/23/18 11:17:14 AM	T	6		1	0.343	1.368	1.018	0.254	0.144	Pass	AutoForwardTorque	R
260	06/23/18 06:20:45 PM	5	rew 1		1	0.638	3.096	2.189	0.668	0.072	Pass	AutoForwardTorque	R
261		3/06/23/18 06:20:56 PM	5	2	1	0.635	3.384	2.245	0.732	0.144	Pass	AutoForwardTorque	3
262		3/06/23/18 06:21:10 PM	5	3	1	0.654	3.180	2.305	0.714	0.144	Pass	AutoForwardTorque	3
263		3/06/23/18 06:21:22 PM	5	4	1	0.681	3.384	2.445	0.762	0.072	Pass	AutoForwardTorque	3
264		3/06/23/18 06:21:33 PM	5	5	1	0.682	3.096	2.342	0.853	0	Pass	AutoForwardTorque	3
265		3/06/23/18 06:21:46 PM	5	6	1	0.631	3.024	2.219	0.707	0.144	Pass	AutoForwardTorque	3
266		3/06/23/18 06:22:04 PM	5	7	1	0.637	3.096	2.201	0.713	0.072	Pass	AutoForwardTorque	3
267		3/06/23/18 06:22:15 PM	5	8	1	0.605	2.808	2.284	0.778	0.216	Pass	AutoForwardTorque	3
268		3/06/23/18 06:22:30 PM	5	Screw	1	0.972	4.968	3.429	0.685	0.144	Pass	AutoForwardTorque	3
269		3/06/23/18 06:22:43 PM	5	Screw 1	1	0.672	4.896	2.42	0.801	0.144	Pass	AutoForwardTorque	3
270		3/06/23/18 06:23:07 PM	5	Screw 2	1	0.727	3.96	2.021	0.469	0.072	Pass	AutoForwardTorque	3
271		3/06 24:49 PM	5	Screw	1	0.856	10.44	4.039	1.092	0.144	Pass	AutoForwardTorque	3
272		3/06/23/18 06:28:43 PM	6	1	1	0.59	2.52	2.305	0.814	0.144	Pass	AutoForwardTorque	3
273		3/06/23/18 06:28:54 PM	6	2	1	0.569	2.448	2.136	0.824	0.072	Pass	AutoForwardTorque	3
274		3/06/23/18 06:29:07 PM	6	3	1	0.605	2.304	2.299	0.812	0.072	Pass	AutoForwardTorque	3
275		3/06/23/18 06:29:17 PM	6	4	1	0.634	0.648	2.422	0.632	0.072	Pass	AutoForwardTorque	3
276		3/06/23/18 06:29:28 PM	6	5	1	0.583	2.52	2.207	0.816	0.072	Pass	AutoForwardTorque	3
277		3/06/23/18 06:29:41 PM	6	6	1	0.591	2.592	2.18	0.781	0.072	Pass	AutoForwardTorque	3
278		3/06/23/18 06:29:50 PM	6	7	1	0.572	2.448	2.095	0.736	0	Pass	AutoForwardTorque	3
279		3/06/23/18 06:30:02 PM	6	8	1	0.609	2.808	2.317	0.845	0	Pass	AutoForwardTorque	3
280		3/06/23/18 06:30:13 PM	6	Screw	1	0.796	3.744	3.308	0.832	0.072	Pass	AutoForwardTorque	3
281		3/06/23/18 06:30:25 PM	6	Screw 1	1	0.577	2.88	2.314	0.95	0	Pass	AutoForwardTorque	3
282		3/06/23/18 06:30:34 PM	6	Screw 2	1	0.436	1.944	1.559	0.751	0.144	Pass	AutoForwardTorque	3
283		3/06/23/18 06:31:05 PM	6	Screw	1	0.834	3.6	4.02	1.03	0	Pass	AutoForwardTorque	3

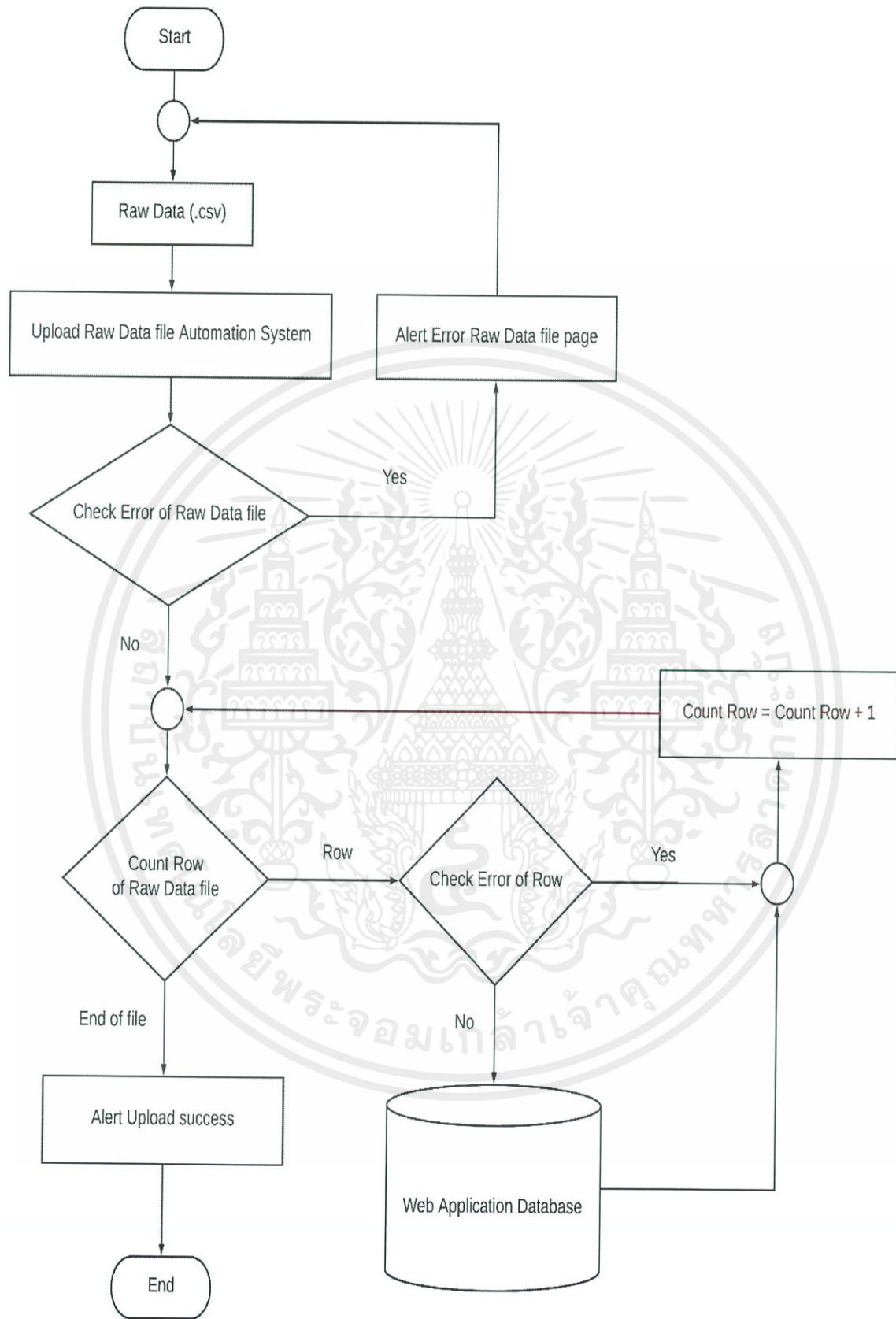
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างไฟล์ Raw Data ที่มีข้อผิดพลาดคือ จำนวนคอลัมน์ที่เพิ่มขึ้นมา

โดยข้อมูลไฟล์ Raw Data ที่มีข้อผิดพลาดดังรูปที่ 3.5 นี้มีชนิดของข้อมูลไม่ตรงตามพื้นฐานข้อมูลกำหนดไว้ในบรรทัดที่ 271 (ลูกศรสีน้ำเงิน) โดยมีรูปแบบข้อมูลของวันและเวลาในคอลัมน์ HDA S/N (คอลัมน์ B) ที่ถูกเอียงมาจากคอลัมน์ DateTime (คอลัมน์ A เดิม) คือ HH:MI:SS AM ซึ่งไม่ตรงตามชนิดข้อมูลพื้นฐานข้อมูลกำหนดไว้ให้มีรูปแบบการจัดเก็บ คือ MM/DD/YY HH:MI:SS AM ยกตัวอย่างไฟล์ Raw Data ที่มีข้อผิดพลาด คือ ชนิดของข้อมูลไม่ตรงตามพื้นฐานข้อมูลกำหนดไว้ โดยข้อมูลในคอลัมน์ DateTime (คอลัมน์ A) มีรูปแบบข้อมูลวันเวลาที่ทำการวัดค่าแรงบิดสกรู คือ HH:MI:SS AM ทั้งคอลัมน์ดังรูปที่ 3.6

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	11/12/18 12:09:17 AM											
2	Date/Time	HDA S/N	Screw Location	Index	Time	Rotation	Torque	Slope	Overhead	Result	Mode	Comment
3	07:12:47 PM	Z	New 1	1	0.9756	3.324	3.148	0.816	0.072	Pass	Auto-Forward	on
4	07:13:44 PM	Z		1	0.831	3.384	3.524	0.9	0.216	Pass	Auto-Forward	on
5	07:14:03 PM	Z		1	0.403	1.368	1.495	0.647	0.072	Pass	Auto-Forward	on
6	07:14:10 PM	Z		1	0.364	1.008	1.207	0.585	0.072	Pass	Auto-Forward	on
7	07:14:25 PM	Z		1	0.311	0.648	1.06	0.464	0.072	Pass	Auto-Forward	on
8	07:14:33 PM	Z		1	0.667	2.592	2.444	0.616	0.072	Pass	Auto-Forward	on
9	07:14:42 PM	Z		1	0.462	1.512	1.579	0.626	0.072	Pass	Auto-Forward	on
10	07:15:25 PM	W		1	0.831	3.456	3.633	0.889	0.288	Pass	Auto-Forward	on
11	07:15:42 PM	W		1	0.357	1.08	1.235	0.699	0.216	Pass	Auto-Forward	on
12	07:15:49 PM	W		1	0.413	1.224	1.545	0.766	0.216	Pass	Auto-Forward	on
13	07:16:03 PM	W		1	0.388	1.08	1.544	0.734	0.216	Pass	Auto-Forward	on
14	07:16:10 PM	W		1	0.647	2.52	2.429	0.651	0.144	Pass	Auto-Forward	on
15	07:16:18 PM	W		1	0.483	1.656	1.452	0.624	0.144	Pass	Auto-Forward	on
16	07:16:57 PM	W		1	0.789	3.096	3.375	0.883	0.288	Pass	Auto-Forward	on
17	07:17:11 PM	N		1	0.386	1.224	1.241	0.571	0.216	Pass	Auto-Forward	on
18	07:17:18 PM	N		1	0.458	1.368	1.444	0.548	0.144	Pass	Auto-Forward	on
19	07:17:28 PM	N		1	0.393	0.876	0.951	0.378	0.144	Pass	Auto-Forward	on
20	07:17:36 PM	N		1	0.374	1.008	1.435	0.834	0	Pass	Auto-Forward	on
21	07:17:50 PM	N		1	0.399	1.08	1.4	0.654	0.144	Pass	Auto-Forward	on
22	07:18:30 PM	N		1	0.769	3.096	3.435	0.813	0.144	Pass	Auto-Forward	on
23	07:18:51 PM	N		1	0.434	1.512	1.473	0.72	0.072	Pass	Auto-Forward	on
24	07:18:57 PM	L		1	0.434	1.584	1.145	0.378	0.072	Pass	Auto-Forward	on
25	07:19:09 PM	L		1	0.342	1.008	1.158	0.491	0.072	Pass	Auto-Forward	on
26	07:19:17 PM	L		1	0.692	2.808	2.3	0.63	0.144	Pass	Auto-Forward	on
27	07:19:25 PM	M		1	0.389	0.936	1.272	0.572	0.072	Pass	Auto-Forward	on
28	07:20:02 PM	M		1	0.836	3.6	3.519	0.861	0.216	Pass	Auto-Forward	on
29	07:20:20 PM	M		1	0.399	1.368	1.444	0.739	0.072	Pass	Auto-Forward	on

รูปที่ 3.6 ตัวอย่างไฟล์ Raw Data ที่มีข้อผิดพลาด คือ ชนิดข้อมูลไม่ตรงตามพื้นฐานข้อมูลกำหนดไว้

การเกิดรูปแบบของข้อมูลไฟล์ Raw Data ที่ไม่เป็นมาตรฐานเดียวกัน มีสาเหตุเกิดจากในบางครั้งเครื่องวัดค่าแรงบิดสกรูมีความผิดปกติในการเขียนไฟล์ Raw Data หรือพนักงานในสายการผลิตทำการแก้ไขข้อมูลไฟล์ Raw Data ต้นฉบับ ซึ่งส่งผลให้รูปแบบการจัดวางข้อมูลหรือชนิดข้อมูลภายในไฟล์ไม่ตรงตามไฟล์ Raw Data ที่มีรูปแบบปกติ เนื่องจากในปัจจุบันยังคงมีการกรอข้อมูลไฟล์ Raw Data เพื่อนำเข้าสู่ระบบ Google Sheet จึงทำให้พนักงานในสายการผลิตแก้ไขข้อมูลไฟล์ Raw Data ตามความชำนาญของแต่ละบุคคล ดังนั้นระบบนำข้อมูลไฟล์ Raw Data (.csv) เข้าสู่ฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติจึงถูกออกแบบให้ปฏิเสธการนำข้อมูลบรรทัดที่มีรูปแบบผิดปกติของไฟล์ Raw Data เข้าสู่ฐานข้อมูลของเว็บแอปพลิเคชันดังรูปที่ 3.4 และปฏิเสธการนำไฟล์ข้อมูลที่มีข้อผิดพลาดเข้าสู่ฐานข้อมูลดังรูปที่ 3.5 และรูปที่ 3.6 โดยหากต้องการแก้ไขไฟล์ข้อมูลทั้ง 2 กรณีเพื่อจะทำการอัปเดตข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล จะต้องรักษารูปแบบการจัดวางข้อมูลของไฟล์ให้มีรูปแบบปกติ และรักษาชนิดของข้อมูล (Data Type) ให้ตรงตามพื้นฐานข้อมูลกำหนดไว้ดังรูปที่ 3.4 โดยสามารถสรุปการทำงานของระบบได้ดังรูปที่ 3.7



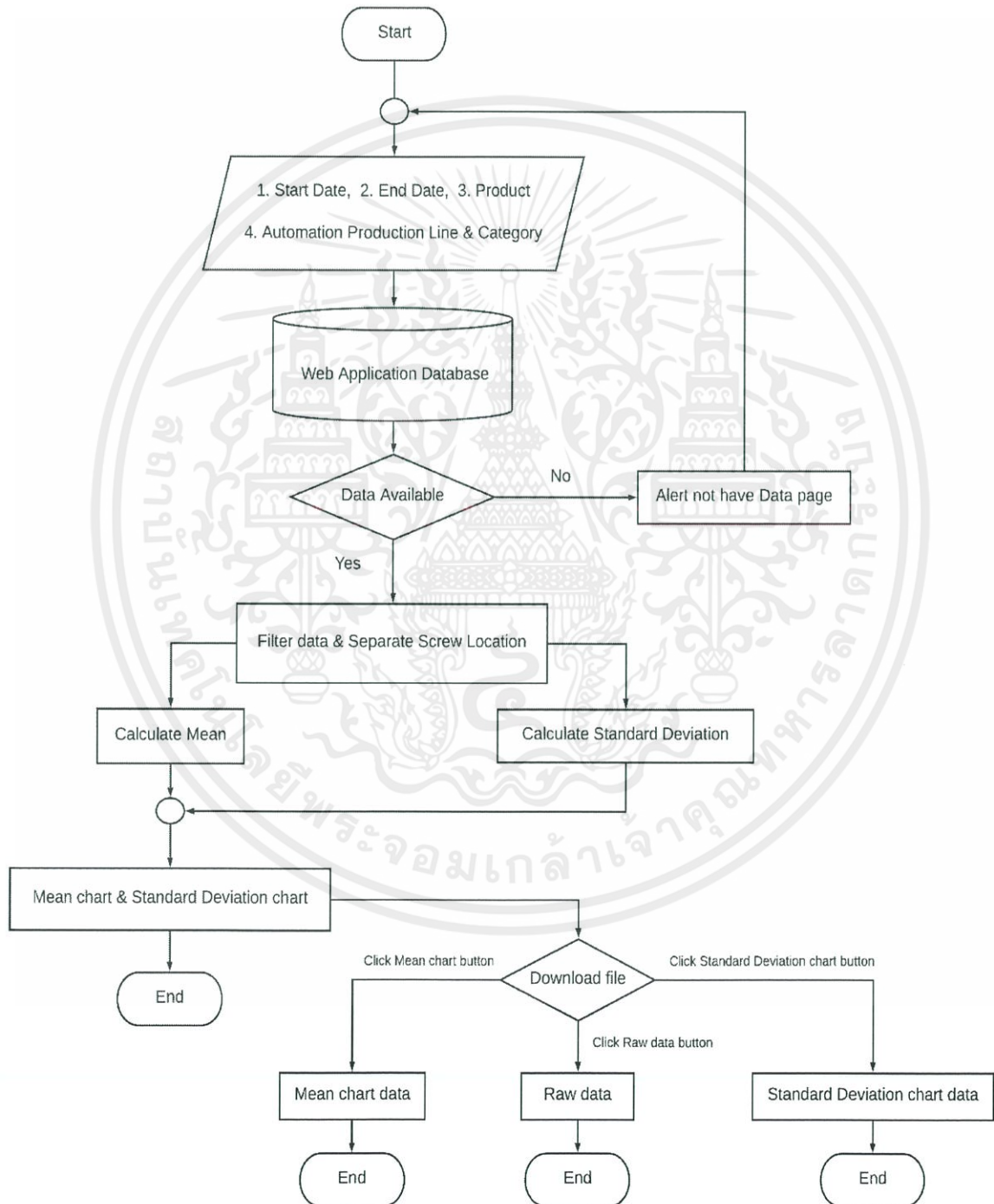
รูปที่ 3.7 โฟลว์ชาร์ตระบบนำข้อมูลไฟล์ Raw Data (.csv) เข้าสู่ฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.1.3 ระบบพล็อตกราฟ SPC

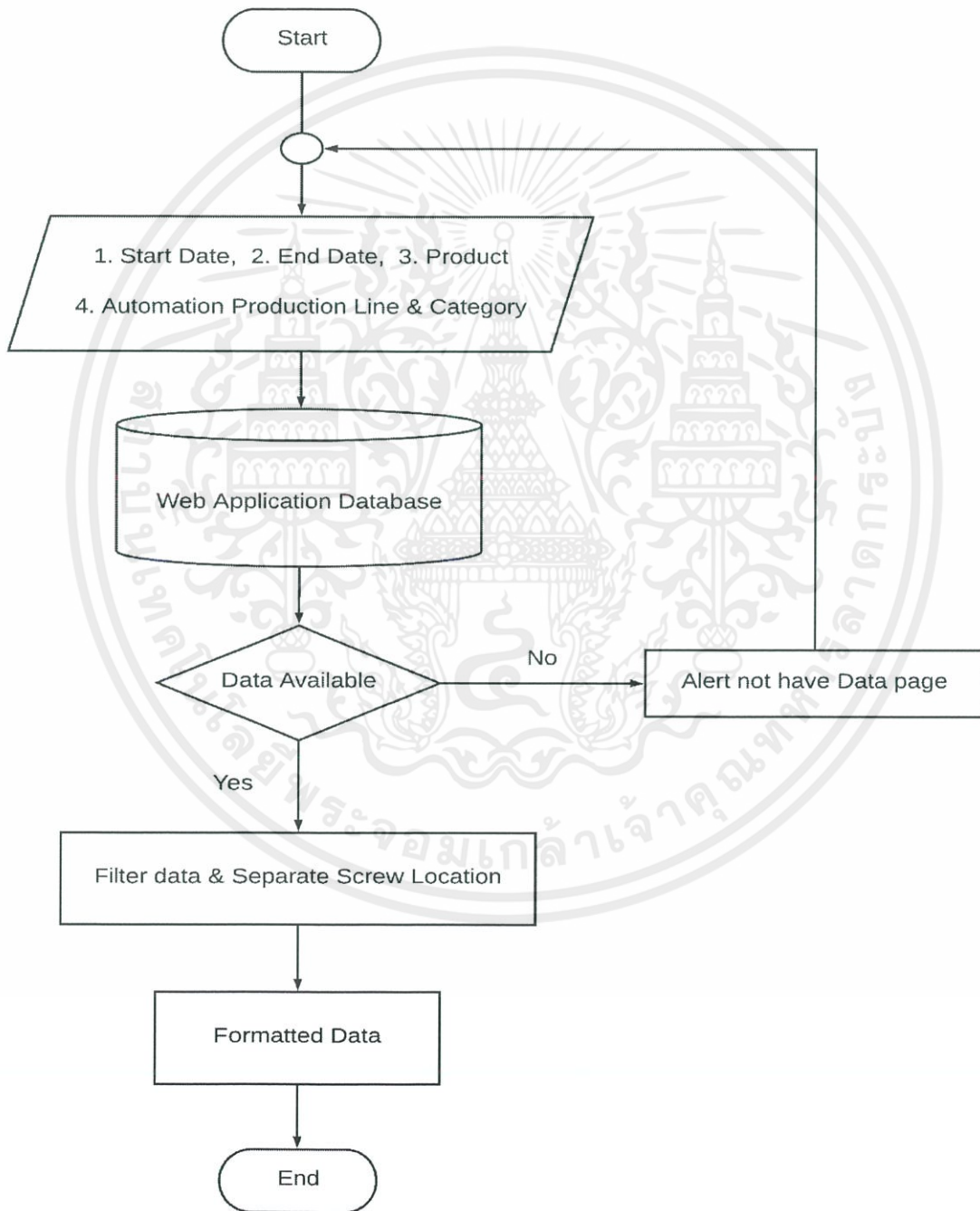
ระบบพล็อตกราฟ SPC ประกอบด้วยการแสดงผลกราฟค่าเฉลี่ย (Mean chart) และกราฟค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation chart) ซึ่งผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดข้อมูลที่ยังไม่ผ่านการคำนวณใด ๆ (ข้อมูล Raw Data) หรือข้อมูลของกราฟหลังผ่านการคำนวณค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ โดยมีกระบวนการทำงานของระบบพล็อตกราฟ SPC ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 โฟลว์ชาร์ตระบบพล็อตกราฟ SPC

### 3.1.1.4 ระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์

ระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ถูกจัดทำขึ้นเพื่อให้วิศวกรสามารถตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ในผลิตภัณฑ์ที่ตนเองได้รับผิดชอบได้จากไฟล์ Raw Data ที่พนักงานในสายการผลิตนำเข้าสู่ฐานข้อมูลของเว็บแอปพลิเคชัน เนื่องจากในไฟล์ Raw Data มีข้อมูลแรงบิดสกรูของทุกผลิตภัณฑ์ที่มาจากสายการผลิตและอาคารการผลิตที่แตกต่างกัน โดยมีกระบวนการทำงานของระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 โฟลว์ชาร์ตระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

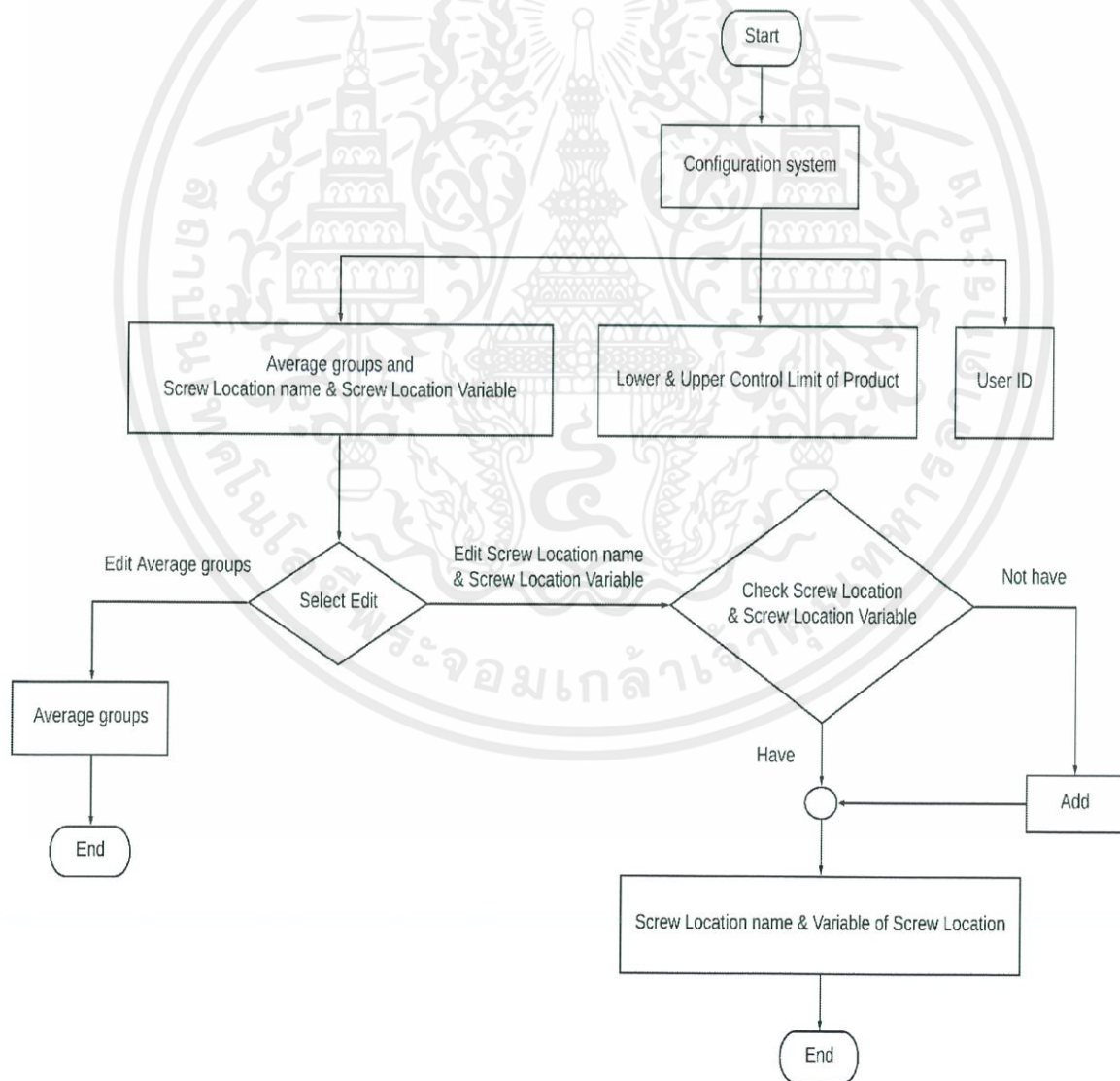
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.5 ระบบแก้ไขชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร และจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ, คุณลักษณะการแสดงผลกราฟ SPC, ผู้มีสิทธิ์เข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

เว็บแอปพลิเคชันสำหรับระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์จำเป็นต้องมีการควบคุมการทำงานของระบบต่าง ๆ เพื่อรองรับการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ในอนาคตและจำนวนผู้ใช้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน โดยมีส่วนประกอบของระบบอยู่ 3 ส่วนดังนี้

1. แก้ไขชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร และจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์มีความหลากหลายและจำนวนสกรูที่ทำการติดตั้งมีจำนวนไม่เท่ากันในแต่ละผลิตภัณฑ์ จึงมีความจำเป็นต้องจัดการแก้ไขชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร เพื่อรองรับการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ในอนาคต และต้องสามารถปรับเปลี่ยนจำนวนกลุ่มข้อมูลที่จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลค่าแรงบิดสกรูได้ โดยมีกระบวนการทำงานดังรูปที่ 3.10



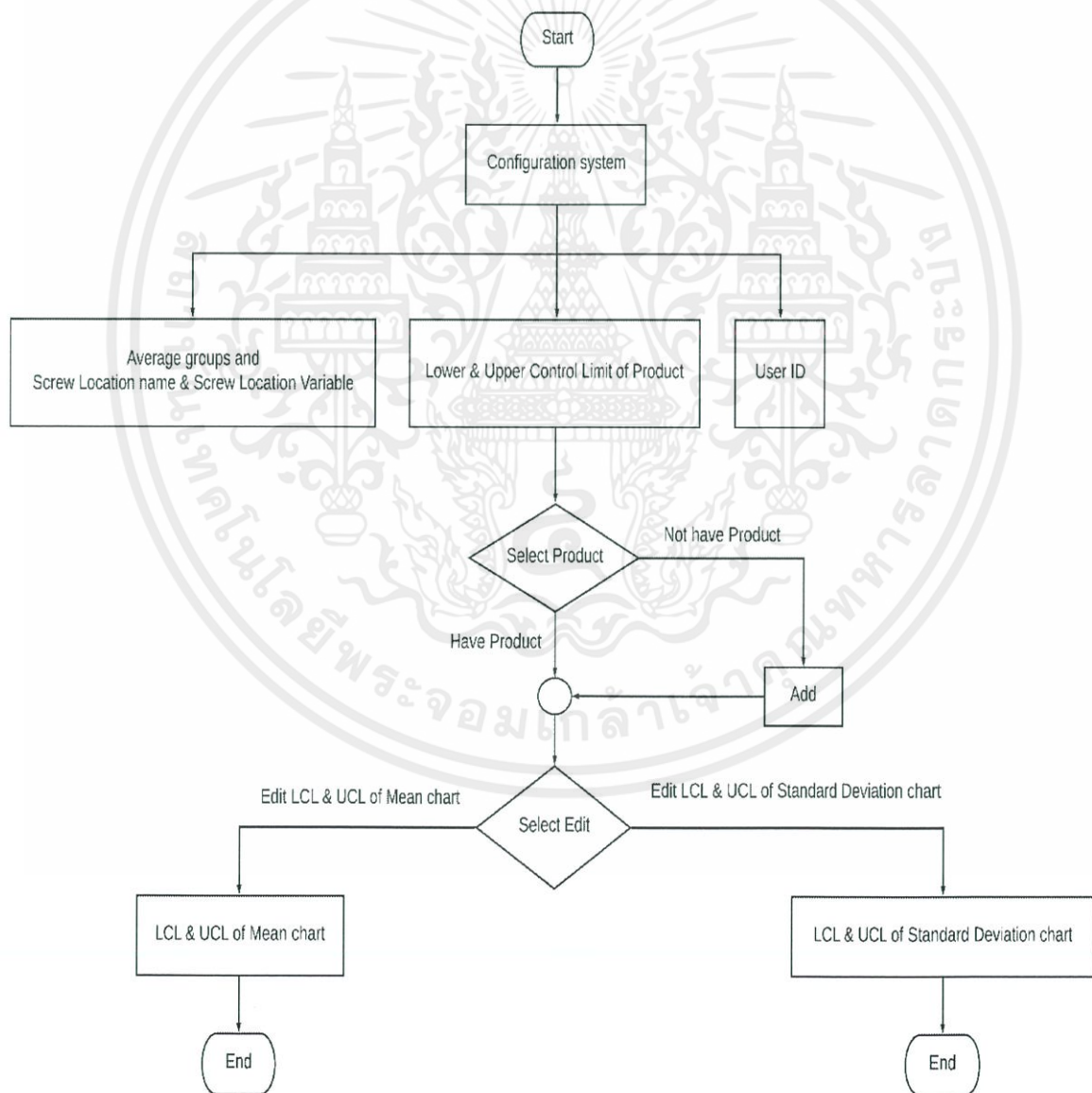
รูปที่ 3.10 โฟลว์ชาร์ตการแก้ไขชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร และจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. แก้ไขคุณลักษณะการแสดงผลกราฟ SPC

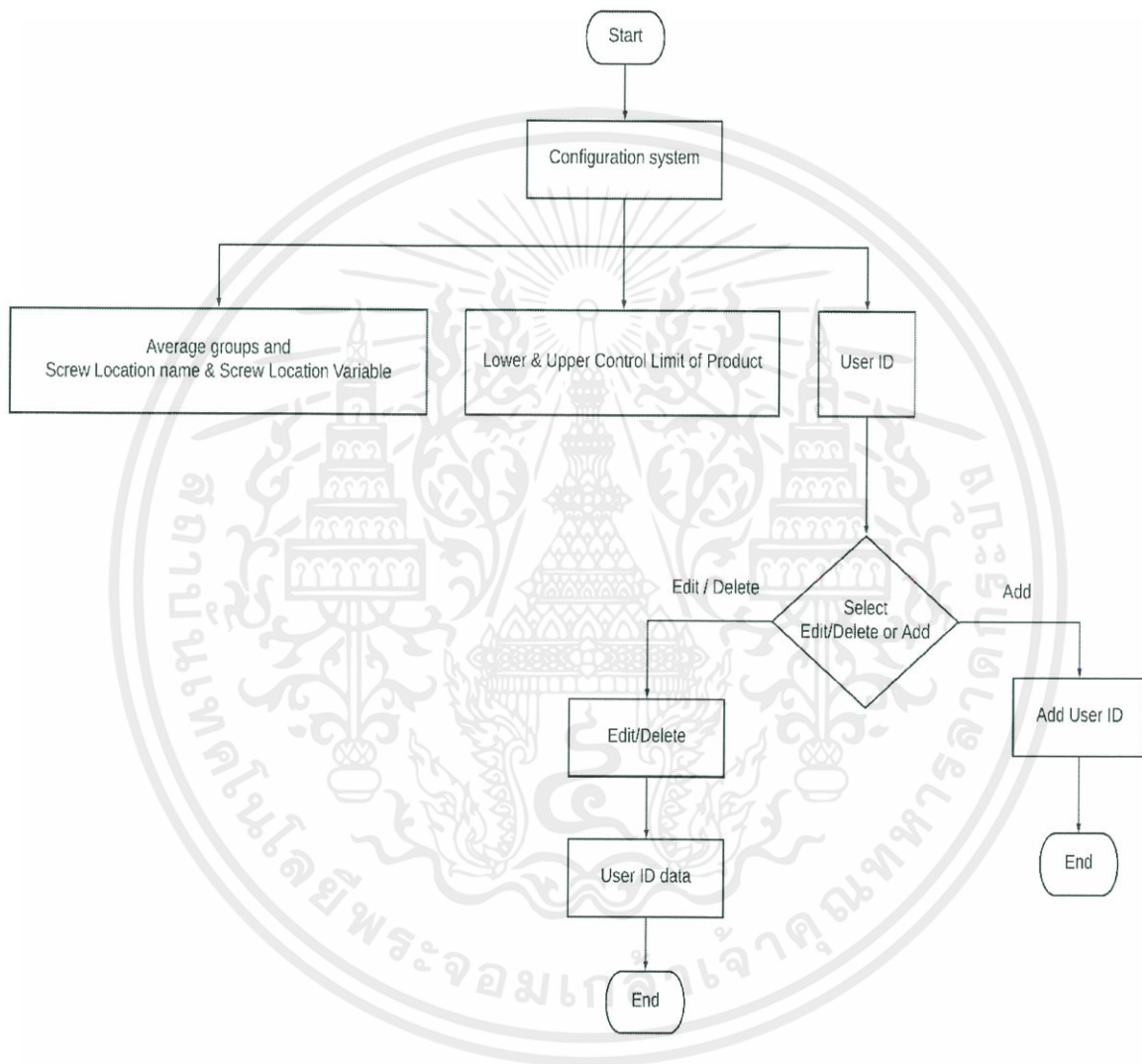
กราฟ SPC ประกอบด้วยกราฟค่าเฉลี่ย (Mean chart) และกราฟค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation chart) การแก้ไขกราฟ SPC ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1. จำนวนกลุ่มข้อมูลที่ทำการประมวลผล, 2. ค่า Lower Control Limit (LCL) และค่า Upper Control Limit (UCL) ที่ใช้สำหรับควบคุมข้อมูลของกราฟทั้งสอง ซึ่งการแก้ไขกราฟ SPC ในส่วนที่ 1 สามารถแก้ไขได้จากการแก้ไขชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร และจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณได้และการแก้ไขกราฟ SPC ส่วนที่ 2 จะถูกแก้ไขและกำหนดโดยวิศวกรที่ทำการดูแลค่าแรงบิดสกรูในผลิตภัณฑ์ที่ตนเองได้รับผิดชอบ ซึ่งระบบนี้ถูกจัดทำขึ้นเพื่อแก้ไขค่า LCL และ UCL ในแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยมีกระบวนการทำงานดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 โฟลว์ชาร์ตการแก้ไขคุณลักษณะการแสดงผลกราฟ SPC

### 3. แก้ไขผู้มีสิทธิ์ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

เว็บแอปพลิเคชันจำเป็นต้องมีการควบคุมผู้ใช้งานเพื่อควบคุมและตรวจสอบหากมีบุคคลใดเข้ามาทำการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลในระบบ และรองรับการปรับเปลี่ยนหน้าที่ควบคุมผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ของวิศวกรหรือการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของพนักงาน โดยมีกระบวนการทำงานของระบบ ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 โฟลว์ชาร์ตการแก้ไขผู้มีสิทธิ์ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

ระบบที่นอกเหนือจากระบบหลักทั้ง 5 ระบบแล้ว คือ ระบบ Application Programming Interfect (API) ถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษาไพทอน (Python) ซึ่งในที่นี้เป็นระบบที่จัดทำขึ้นเพื่อรับ – ส่งข้อมูลระหว่างหน้าเว็บเพจที่ต้องการแสดงผลและฐานข้อมูล โดยแสดงผลไปยังหน้าเว็บเพจผลลัพธ์ก่อนที่เว็บแอปพลิเคชันจะประมวลผลเสร็จสิ้น เมื่อประมวลผลเสร็จสิ้นแล้วจะทำการแสดงผลออกมาเพื่อให้ผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันไม่ต้องรอการประมวลผลอยู่ที่หน้าเว็บเพจเดิมของเว็บแอปพลิเคชันนานจนเกินไป ยกตัวอย่างระบบที่ใช้งานระบบ API คือ

1. ระบบพล็อตกราฟ SPC
2. ระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์
3. ระบบแก้ไขชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร และจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ, คุณลักษณะการแสดงผลกราฟ SPC, ผู้มีสิทธิ์ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

### 3.1.2 ระบบฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูลที่ใช้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ได้ถูกออกแบบให้แยกออกจากกันโดยสิ้นเชิง ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้

#### 3.1.2.1 ฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บข้อมูลไฟล์ Raw Data

ฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บข้อมูลไฟล์ Raw Data นี้ได้ถูกออกแบบการจัดเก็บข้อมูลดังรูปที่ 3.13

COLUMN_NAME	DATA_TYPE	NULLABLE	DATA_DEFAULT	COLUMN_ID	COMMENTS
1 DATETIME	DATE	Yes	(null)	1 (null)	
2 SERIAL_NUM	VARCHAR2 (50 BYTE)	Yes	(null)	2 (null)	
3 SCREW_LOCATION	VARCHAR2 (50 BYTE)	Yes	(null)	3 (null)	
4 TIME	NUMBER	Yes	(null)	4 (null)	
5 ROTATION	NUMBER	Yes	(null)	5 (null)	
6 TORQUE	NUMBER	Yes	(null)	6 (null)	
7 SLOPE	NUMBER	Yes	(null)	7 (null)	
8 OVERSHOOT	NUMBER	Yes	(null)	8 (null)	
9 R_RESULT	VARCHAR2 (50 BYTE)	Yes	(null)	9 (null)	
10 R_MODE	VARCHAR2 (50 BYTE)	Yes	(null)	10 (null)	
11 R_COMMENT	VARCHAR2 (50 BYTE)	Yes	(null)	11 (null)	

รูปที่ 3.13 รูปแบบการจัดเก็บข้อมูลไฟล์ Raw Data

3.1.2.2 ฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร และจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

ฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร และจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณได้ถูกออกแบบการจัดเก็บข้อมูลดังรูปที่ 3.14

COLUMN_NAME	DATA_TYPE	NULLABLE	DATA_DEFAULT	COLUMN_ID	COMMENTS
1 ID	NUMBER	No	(null)	1 (null)	
2 SCREW_LOCATION	VARCHAR2(50 BYTE)	Yes	(null)	2 (null)	
3 VARIABLE_SCREW	VARCHAR2(50 BYTE)	Yes	(null)	3 (null)	
4 VARIABLE_AVG_SCREW	VARCHAR2(50 BYTE)	Yes	(null)	4 (null)	
5 AVERAGE_GROUP	NUMBER	Yes	(null)	5 (null)	

รูปที่ 3.14 รูปแบบการจัดเก็บชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร และจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

3.1.2.3 ฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บค่า Lower & Upper Control Limit ที่ใช้ควบคุมกราฟในแต่ละผลิตภัณฑ์

ฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บค่า Lower Control Limit (LCL), Upper Control Limit (UCL) ของกราฟค่าเฉลี่ย (Mean chart) และกราฟค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation chart) ในแต่ละผลิตภัณฑ์ถูกออกแบบไว้ดังรูปที่ 3.15

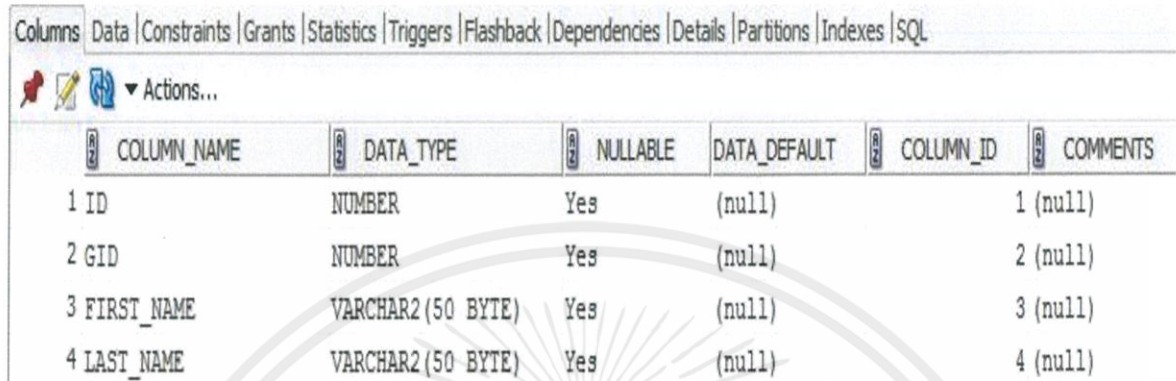
COLUMN_NAME	DATA_TYPE	NULLABLE	DATA_DEFAULT	COLUMN_ID	COMMENTS
1 ID	NUMBER	Yes	(null)	1 (null)	
2 SCREW_LOCATION	VARCHAR2(50 BYTE)	Yes	(null)	2 (null)	
3 AVG_MIN_SPEC	NUMBER	Yes	(null)	3 (null)	
4 AVG_MAX_SPEC	NUMBER	Yes	(null)	4 (null)	
5 STD_MIN_SPEC	NUMBER	Yes	(null)	5 (null)	
6 STD_MAX_SPEC	NUMBER	Yes	(null)	6 (null)	
7	VARCHAR2(50 BYTE)	Yes	(null)	7 (null)	
8 PRODUCT	VARCHAR2(50 BYTE)	Yes	(null)	8 (null)	

รูปที่ 3.15 รูปแบบการจัดเก็บค่า Lower & Upper Control Limit ที่ใช้ควบคุมกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.2.4 ฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บผู้มีสิทธิ์ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

ฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บผู้มีสิทธิ์ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันได้ถูกออกแบบการจัดเก็บข้อมูลไว้ดังรูปที่ 3.16



COLUMN_NAME	DATA_TYPE	NULLABLE	DATA_DEFAULT	COLUMN_ID	COMMENTS
1 ID	NUMBER	Yes	(null)	1	(null)
2 GID	NUMBER	Yes	(null)	2	(null)
3 FIRST_NAME	VARCHAR2(50 BYTE)	Yes	(null)	3	(null)
4 LAST_NAME	VARCHAR2(50 BYTE)	Yes	(null)	4	(null)

รูปที่ 3.16 รูปแบบการจัดเก็บผู้มีสิทธิ์ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

### 3.1.3 การแสดงผลหน้าเว็บเพจ

การออกแบบการแสดงผลหน้าเว็บเพจได้ถูกแบ่งเป็น 2 ส่วนที่สำคัญ คือ

1. การแสดงผลหน้าเว็บเพจระบบพล็อตกราฟ SPC
2. การแสดงผลหน้าเว็บเพจระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์

#### 3.1.3.1 การแสดงผลหน้าเว็บเพจระบบพล็อตกราฟ SPC

ระบบพล็อตกราฟ SPC สามารถแสดงผลกราฟ 2 ส่วนในตำแหน่งสกรูที่ทำการติดตั้ง

1 ตำแหน่ง คือ 1. กราฟค่าเฉลี่ย (Mean chart) 2. กราฟค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation chart) ซึ่งระบบได้ถูกออกแบบให้สามารถแสดงผลกราฟ SPC ได้ดังนี้

3.1.3.1.1 การแสดงผลกราฟค่าเฉลี่ยถูกออกแบบให้สามารถแสดงผลส่วนประกอบได้ทั้งหมด 12 ส่วน ตามความต้องการของวิศวกรในแผนกดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลแรงบิดสกรู
2. เส้นกำกับข้อมูลช่วงบนของข้อมูลที่สนใจ Upper Control Limit (UCL)
3. เส้นกำกับข้อมูลช่วงล่างของข้อมูลที่สนใจ Lower Control Limit (LCL)
4. ค่ากลางระหว่างเส้นกำกับ UCL และ LCL ซึ่งในที่นี้มีค่าเท่ากับ  $(UCL + LCL)/2$
5. ค่ากลาง  $+ \sigma$
6. ค่ากลาง  $+ 2\sigma$

7. ค่ากลาง  $-\sigma$
8. ค่ากลาง  $-2\sigma$
9. ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของกลุ่มข้อมูลแรงบิดสกรูที่ทำการหาค่าเฉลี่ย
10. จุดสีแดง แสดงผลเมื่อค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลแรงบิดสกรูไม่ได้อยู่ในช่วงของค่า UCL และ LCL ซึ่งแสดงผลตามกฎข้อที่ 1 ของการพล็อตกราฟ SPC
11. จุดสีเหลี่ยมสีม่วง แสดงผลเมื่อค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลแรงบิดสกรู 6 จุดที่ต่อเนื่องกันมีแนวโน้มของข้อมูลที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งแสดงผลตามกฎข้อที่ 3 ของการพล็อตกราฟ SPC
12. จุดสามเหลี่ยมสีดำ แสดงผลเมื่อค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลแรงบิดสกรู 8 จุดที่ต่อเนื่องกัน ไม่อยู่ในช่วงของค่ากลาง  $+\sigma$  และค่ากลาง  $-\sigma$  ซึ่งแสดงผลตามกฎข้อที่ 8 ของการพล็อตกราฟ SPC

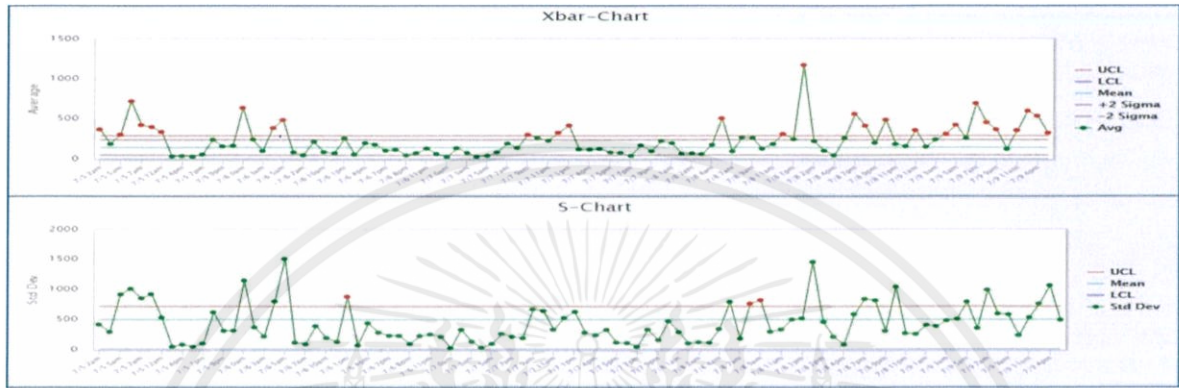
ส่วนประกอบกราฟ SPC ในข้อที่ 10, 11, 12 ทำให้การแสดงผลของกราฟค่าเฉลี่ยขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ทำการพล็อตกราฟ SPC

3.1.3.1.2 การแสดงผลกราฟค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ถูกออกแบบให้สามารถแสดงผลส่วนประกอบได้ทั้งหมด 5 ส่วน ตามความต้องการของวิศวกรในแผนกดังนี้

1. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลแรงบิดสกรู
2. เส้นกำกับข้อมูลช่วงบนของข้อมูลที่สนใจ Upper Control Limit (UCL)
3. เส้นกำกับข้อมูลช่วงล่างของข้อมูลที่สนใจ Lower Control Limit (LCL)
4. ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของกลุ่มข้อมูลแรงบิดสกรูที่ทำการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
5. จุดสีแดง แสดงผลเมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มข้อมูลแรงบิดสกรูไม่ได้อยู่ในช่วงของค่า UCL และ LCL ซึ่งแสดงผลตามกฎข้อที่ 1 ของการพล็อตกราฟ SPC

ส่วนประกอบกราฟ SPC ในข้อที่ 5 ทำให้การแสดงผลของกราฟค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ทำการพล็อตกราฟ SPC

การแสดงผลกราฟ SPC มีรูปแบบการพล็อตกราฟเหมือนเว็บไซต์ระบบวิเคราะห์ข้อมูล  
 ที่ทีมวิศวกรแผนก Drive Process Engineering ใช้ควบคุมการผลิตเป็นประจำเช่นเดียวกับรูปที่ 1.4  
 เพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายและมีรูปแบบการแสดงผลที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยมีลักษณะการแสดงผล  
 กราฟ SPC ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 กราฟ SPC ที่ทีมวิศวกรแผนก Drive Process Engineering ใช้สำหรับควบคุมข้อมูลที่น่าสนใจใน  
 การผลิตฮาร์ดดิสก์

### 3.1.3.2 การแสดงผลหน้าเว็บเพจระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์

การออกแบบระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ถูกออกแบบให้มีการ  
 แสดงผลในรูปแบบตารางเพื่อจำแนกข้อมูลแรงบิดสกรูที่ทำการวัดค่าในแต่ละวัน ซึ่งมีรหัสสินค้าของ  
 ผลิตภณณ์นั้น ๆ ที่มาจากสายการผลิตและอาคารการผลิตที่แตกต่างกันและลดภาระงานในการกรองข้อมูล  
 ไฟล์ Raw Data ของพนักงานในสายการผลิต โดยมีลักษณะการแสดงผลดังรูปที่ 3.18

Control Spec	Screw A	Screw B	Screw C	Screw C	Screw D	Screw E	Screw F	Screw G	Automation Production Line										
Min spec	-	1	1	1	1	1	1.4	1.4	2.97	-	2.7	-	-	-	-	4.1	3.2		
Max spec	-	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.8	1.8	3.63	-	3.3	-	-	-	-	4.9	3.8		
Date Time (DD/MM/YYYY)	HDA S/N	1	2	3	4	5	6	1	2	3	1	1	1	2	3	4	1	1	
13/07/2018	XXXXXXXXSQ	1.227	1.42	1.364	1.406	1.368	1.326	1.752	1.601				3.254						Line A
	XXXXXXXXSX	1.356	1.255	1.267	1.232	1.46	1.456	1.842	1.748				2.942						Line A
	XXXXXXXXSY	1.39	1.289	1.42	1.393	1.19	1.382	1.693	1.803				3.355						Line A
14/07/2018	XXXXXXXXCL																		Line B
	XXXXXXXXC9																		Line B
	XXXXXXXXCE																		Line B
	XXXXXXXXCF																		Line B

รูปที่ 3.18 ตัวอย่างตารางแสดงผลข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ที่ออกแบบด้วยโปรแกรม Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารทสงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาทานาน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

## 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทำงาน

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์สามารถสรุปเครื่องมือที่ใช้ในการทำงานหลักได้ 3 เครื่องมือ ดังนี้

### 3.2.1 Visual Studio Code

โครงการนี้ใช้โปรแกรม Visual Studio Code ในการพัฒนาสคริปต์ภาษาไพทอน (Python) ที่ใช้สำหรับการประมวลผล และภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML), ภาษาซีเอสเอส (CSS), ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript) ที่ใช้สำหรับการแสดงผลเอกสารบนหน้าเว็บเพจ

### 3.2.2 sqldeveloper

โครงการนี้ใช้โปรแกรม sqldeveloper เพื่อจัดการระบบฐานข้อมูลของเว็บแอปพลิเคชัน โดยในที่นี้ใช้ระบบฐานข้อมูล Oracle

### 3.2.3 GitLab Web Application ของบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด จ.นครราชสีมา

GitLab Web Application เป็นเว็บไซต์ที่ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลสคริปต์ต่าง ๆ ของเว็บแอปพลิเคชันระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์และนำเว็บแอปพลิเคชันที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมาไปทำงานบนเซิร์ฟเวอร์ (Server) ของบริษัท

## 3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

### 3.3.1 การจัดเก็บข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์เข้าสู่ฐานข้อมูลเว็บแอปพลิเคชัน

การจัดเก็บข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ที่ได้รับหลังจากการนำฮาร์ดดิสก์ไปวัดค่าแรงบิดสกรูที่เครื่องวัดค่าแรงบิดสกรู (Offline Station) เข้าสู่ฐานข้อมูล จะถูกจัดเก็บโดยการนำข้อมูลไฟล์ Raw Data มาทำการอัปโหลดผ่านระบบนำข้อมูลไฟล์ Raw Data (.csv) เข้าสู่ฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ ซึ่งถูกออกแบบด้วยสคริปต์ที่พัฒนาขึ้นจากภาษา Python เพื่อให้เว็บแอปพลิเคชันสามารถทำการแสดงผลกราฟ SPC และข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ต่อไปได้

### 3.3.2 ผลการพล็อตกราฟ SPC

เมื่อนำข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์เข้าสู่ฐานข้อมูลเว็บแอปพลิเคชันสำเร็จ จะทำการทดลองให้เว็บแอปพลิเคชันพล็อตกราฟ SPC ตามที่ได้ทำการออกแบบไว้ โดยกรอกข้อมูลตามเงื่อนไขการพล็อตกราฟที่หน้าเว็บเพจของระบบพล็อตกราฟ SPC ซึ่งข้อมูลที่ต้องทำการกรอกมีดังนี้

1. วันที่เริ่มต้นของข้อมูล
2. วันที่สิ้นสุดของข้อมูล
3. หมวดหมู่รหัสสินค้าของผลิตภัณฑ์
4. สายการผลิตและประเภทการผลิต

### 3.3.3 ผลการแสดงผลข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์

เมื่อนำข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์เข้าสู่ฐานข้อมูลเว็บแอปพลิเคชันสำเร็จ จะทำการทดลองให้เว็บแอปพลิเคชันแสดงผลข้อมูลที่ถูกจัดเก็บออกมาในรูปแบบตารางที่ได้ทำการออกแบบไว้ โดยกรอกข้อมูลตามเงื่อนไขการแสดงผลข้อมูลที่หน้าเว็บเพจของระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ ซึ่งข้อมูลที่ต้องทำการกรอกมีดังนี้

1. วันที่เริ่มต้นของข้อมูล
2. วันที่สิ้นสุดของข้อมูล
3. หมวดหมู่รหัสสินค้าของผลิตภัณฑ์
4. สายการผลิตและประเภทการผลิต

### 3.3.4 จัปเวลาเปรียบเทียบการวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์โดยการใช้เว็บแอปพลิเคชันและไม่ใช้เว็บแอปพลิเคชัน

เว็บแอปพลิเคชันสำหรับระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์เข้ามาช่วยลดภาระงาน 2 ขั้นตอน คือ 1. การกรอกข้อมูลไฟล์ Raw Data (.csv), 2. การพล็อตกราฟ SPC ดังนั้นจึงทำการทดสอบจับเวลาโดยศึกษาการผลิตฮาร์ดดิสก์ผลิตภัณฑ์ XXX (นามสมมติ) จำนวน 10 ไดรฟ์ ที่มาจากสายการผลิตอัตโนมัติในอาคารและชั้นที่ทำการผลิตเดียวกัน (1 สายการผลิต) และทำการสุ่มพนักงานในสายการผลิต 3 คน เพื่อทำการกรอกข้อมูลไฟล์ Raw Data ที่ได้รับหลังจากการวัดแรงบิดสกรูที่เครื่องวัดแรงบิดสกรู (Offline Station) และทำการสุ่มวิศวกร 3 คน เพื่อทำการพล็อตกราฟ SPC สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ จากนั้นทำการหาค่าเฉลี่ยของเวลาและสรุปเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์โดยการใช้เว็บแอปพลิเคชันและไม่ใช้เว็บแอปพลิเคชัน

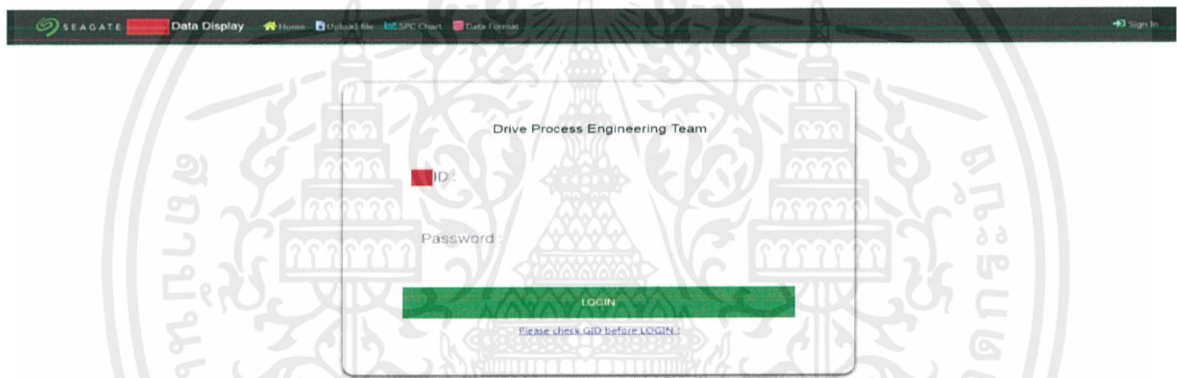
## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

จากการทำวิจัยตลอดจนสิ้นสุดโครงการสหกิจศึกษา นี้ ผลการวิจัยที่ได้รับสามารถแสดงให้เห็นถึงวิธีการทำงานของระบบต่าง ๆ ภายในเว็บแอปพลิเคชันได้ดังนี้

#### 4.1 การใช้งานระบบยืนยันตัวตน

เมื่อผู้ใช้งานเข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชันจะต้องทำการยืนยันตัวตนก่อนเข้าใช้งานเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดบุคคลภายนอกเข้าถึงข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์หรือทำการแก้ไขข้อมูลต่าง ๆ ภายในเว็บแอปพลิเคชัน โดยหน้าเว็บเพจสำหรับระบบยืนยันตัวตนมีลักษณะดังรูปที่ 4.1

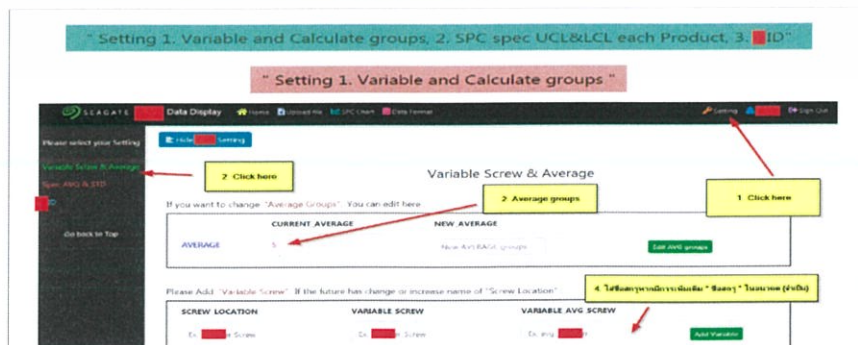


รูปที่ 4.1 หน้าเว็บเพจระบบยืนยันตัวตน

หากผู้ใช้งานทำการยืนยันตัวตนด้วย User ID และรหัสผ่านถูกต้องเว็บแอปพลิเคชันจะแสดงผลหน้าเว็บเพจหลักแนะนำการใช้งานดังรูปที่ 4.2



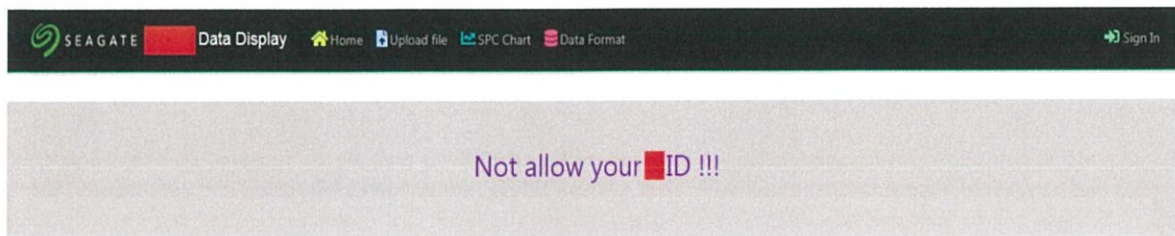
How to use Web applications. Have 2 condition as below.



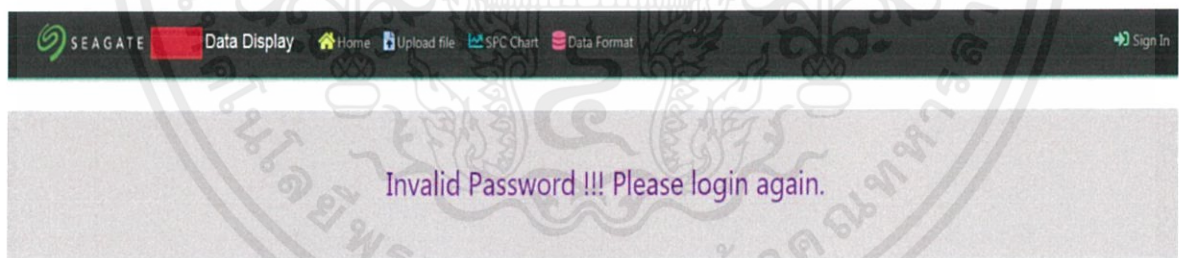
รูปที่ 4.2 หน้าเว็บเพจหลัก (Home page) แนะนำการใช้งานของเว็บแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารทสงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากผู้ใช้งานทำการยืนยันตัวตนด้วย User ID ไม่ผ่านเนื่องจากไม่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูลผู้มีสิทธิ์เข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชันจะแสดงผลดังรูปที่ 4.3



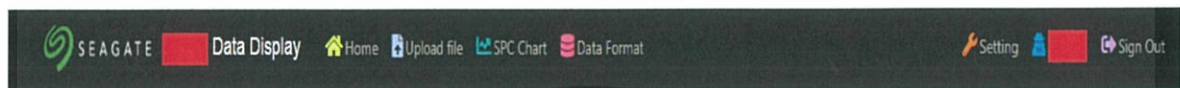
รูปที่ 4.3 หน้าเว็บเพจไม่อนุญาตให้เข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชันของระบบยืนยันตัวตน หากผู้ใช้งานทำการยืนยันตัวตนด้วยรหัสผ่านไม่ถูกต้องเนื่องจากรหัสผ่านที่กรอกมาไม่ตรงกับข้อมูลรหัสผ่านในฐานข้อมูลของบริษัทจะแสดงผลดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 หน้าเว็บเพจแจ้งเตือนการกรอกรหัสผ่านไม่ถูกต้องของระบบยืนยันตัวตน

## 4.2 การใช้งานระบบนำข้อมูลไฟล์ Raw Data (.csv) เข้าสู่ฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ

ก่อนทำการพล็อตกราฟ SPC หรือตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์จำเป็นต้องให้พนักงานในสายการผลิตนำข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ (ไฟล์ Raw Data) มาทำการอัปโหลดเข้าสู่ฐานข้อมูลของเว็บแอปพลิเคชันผ่านระบบนำข้อมูลไฟล์ Raw Data (.csv) เข้าสู่ฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติก่อน เพื่อให้เว็บแอปพลิเคชันมีข้อมูลที่สามารถแสดงผลต่อไปได้ โดยมีหน้าเว็บเพจของระบบดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 หน้าเว็บเพจระบบนำข้อมูลไฟล์ Raw Data (.csv) เข้าสู่ฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ

เนื่องจากข้อมูลไฟล์ Raw Data ต้นฉบับมีรูปแบบของข้อมูลอยู่ 3 รูปแบบ คือ

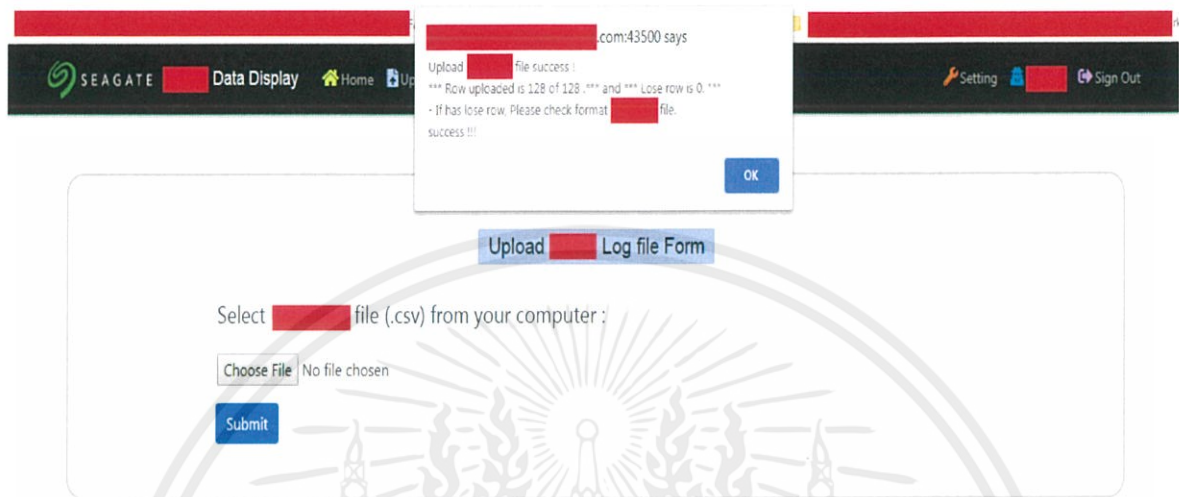
1. ไฟล์ Raw Data ที่มีรูปแบบปกติ
2. ไฟล์ Raw Data ที่มีรูปแบบผิดปกติ
3. ไฟล์ Raw Data ที่มีข้อผิดพลาด

เมื่อทำการนำข้อมูลไฟล์ Raw Data เข้าสู่ฐานข้อมูลของเว็บแอปพลิเคชัน เว็บแอปพลิเคชัน จะทำการแจ้งเตือนจำนวนบรรทัดข้อมูลที่อัปโหลดสำเร็จและจำนวนบรรทัดข้อมูลที่อัปโหลดไม่สำเร็จทั้งหมดให้ผู้ใช้งานรับทราบ โดยจะมีการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบอยู่ 3 ลักษณะ คือ

1. อัปโหลดข้อมูลไฟล์ Raw Data สำเร็จและไม่มีบรรทัดข้อมูลที่มีรูปแบบผิดปกติ
2. อัปโหลดข้อมูลไฟล์ Raw Data สำเร็จและมีบรรทัดข้อมูลที่มีรูปแบบผิดปกติ
3. อัปโหลดข้อมูลไฟล์ Raw Data ไม่สำเร็จเนื่องจากมีข้อมูลภายในไฟล์ที่ผิดพลาด

#### 4.2.1 อัปโหลดข้อมูลไฟล์ Raw Data สำเร็จและไม่มีบรรทัดข้อมูลที่มีรูปแบบผิดปกติ

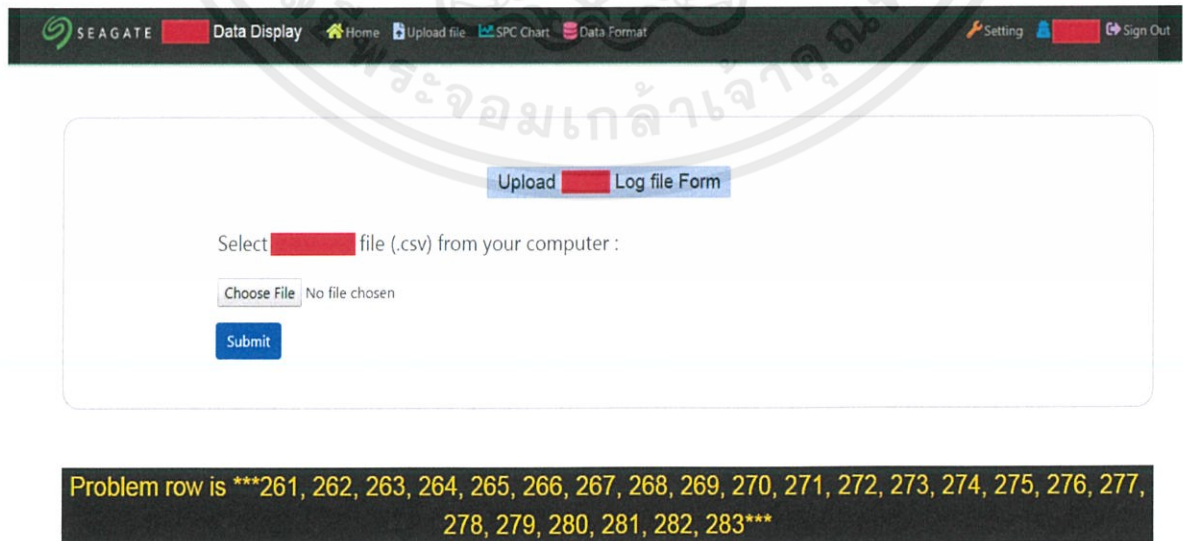
ยกตัวอย่างการอัปโหลดข้อมูลไฟล์ Raw Data ที่มีรูปแบบปกติและมีจำนวนบรรทัดข้อมูล 128 บรรทัด เข้าสู่ฐานข้อมูลเว็บแอปพลิเคชันจะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ระบบแจ้งเตือนการอัปโหลดข้อมูลไฟล์ Raw Data สำเร็จและไม่มีบรรทัดข้อมูลที่มีรูปแบบผิดปกติ

#### 4.2.2 อัปโหลดข้อมูลไฟล์ Raw Data สำเร็จและมีบรรทัดข้อมูลที่มีรูปแบบผิดปกติ

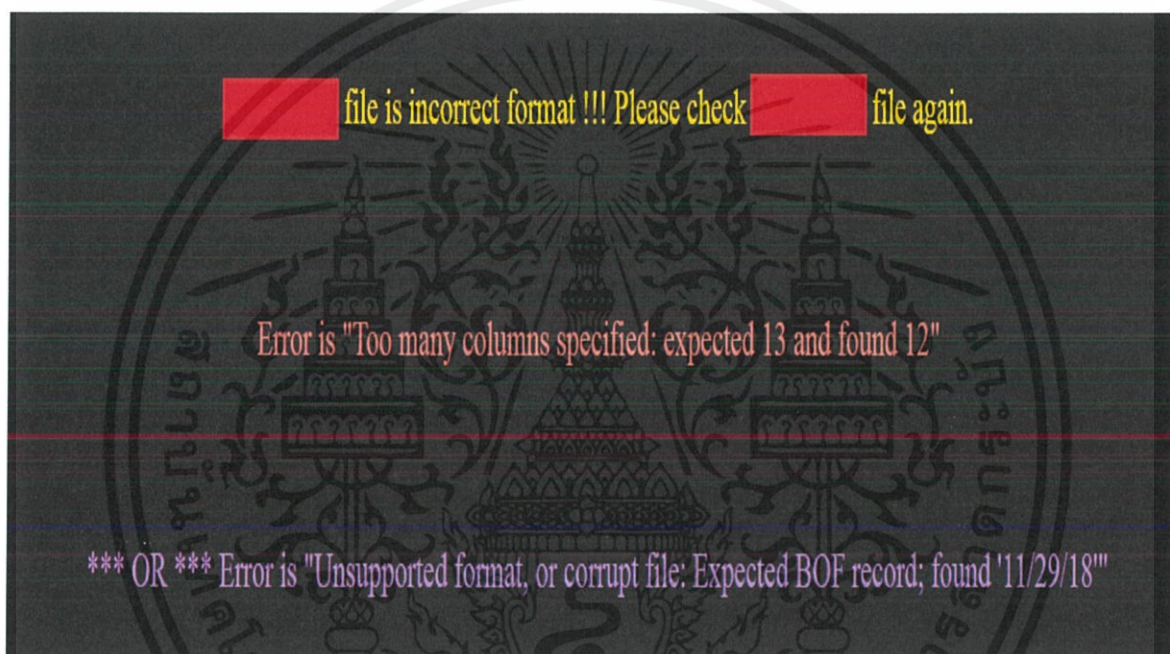
ยกตัวอย่างการอัปโหลดข้อมูลไฟล์ Raw Data ที่มีรูปแบบผิดปกติ โดยมีจำนวนบรรทัดข้อมูลที่มีรูปแบบผิดปกติ 23 บรรทัด คือ บรรทัดที่ 261 ถึงบรรทัดที่ 283 เข้าสู่ฐานข้อมูลเว็บแอปพลิเคชันจะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ระบบแจ้งเตือนการอัปโหลดข้อมูลไฟล์ Raw Data สำเร็จและมีบรรทัดข้อมูลที่มีรูปแบบผิดปกติ เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.3 อัปโหลดข้อมูลไฟล์ Raw Data ไม่สำเร็จเนื่องจากมีข้อมูลภายในไฟล์ที่ผิดพลาด

เมื่อทำการอัปโหลดข้อมูลไฟล์ Raw Data ที่มีข้อผิดพลาดเข้าสู่ฐานข้อมูลเว็บแอปพลิเคชัน เว็บแอปพลิเคชันจะทำการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานรับทราบสาเหตุของการเกิดข้อผิดพลาดในระบบ โดยแสดงผลสาเหตุเป็น 2 ส่วน เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบถึงสาเหตุที่ทำให้ระบบเกิดข้อผิดพลาดได้จากปัญหาของจำนวนคอลัมน์ที่ไม่เท่ากับไฟล์ Raw Data ที่มีรูปแบบปกติ คือ 12 คอลัมน์ หรือชนิดของข้อมูลไม่ตรงตามที่ฐานข้อมูลกำหนดไว้ โดยยกตัวอย่างนำข้อมูลไฟล์ Raw Data ที่มีข้อผิดพลาด คือ มีจำนวนคอลัมน์ 13 คอลัมน์ เข้าสู่ฐานข้อมูลจะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ระบบแจ้งเตือนการอัปโหลดไฟล์ข้อมูลไม่สำเร็จเนื่องจากไฟล์ Raw Data มีข้อผิดพลาด

หากเกิดข้อผิดพลาดจากการอัปโหลดข้อมูลไฟล์ Raw Data ไม่สำเร็จ ผู้ใช้งานต้องทำการแก้ไขไฟล์ข้อมูลต้นฉบับแล้วทำการอัปโหลดอีกครั้ง โดยการแก้ไขข้อมูลไฟล์ Raw Data ต้องรักษารูปแบบการจัดวางข้อมูลให้มีลักษณะเป็นปกติ คือ มีจำนวนคอลัมน์ 12 คอลัมน์ และรักษาชนิดของข้อมูล (Data Type) ให้ตรงตามที่ฐานข้อมูลกำหนดไว้เช่นเดียวกับรูปที่ 3.3

### 4.3 การใช้งานระบบพล็อตกราฟ SPC

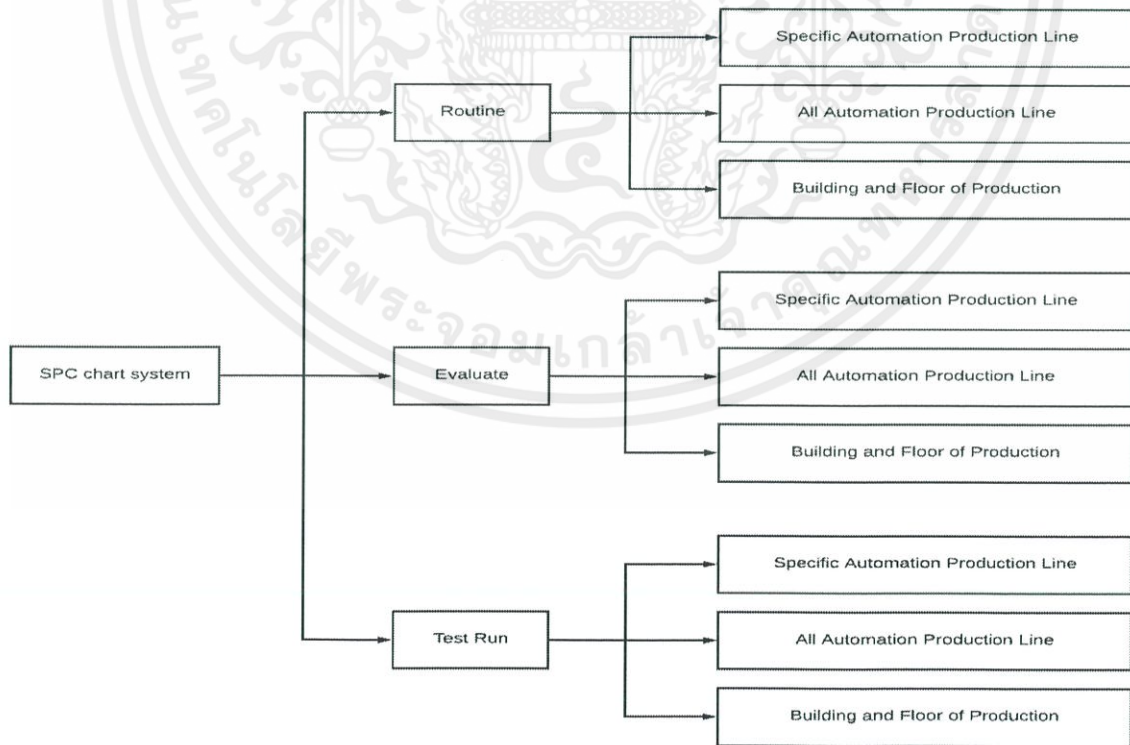
การแสดงผลกราฟ SPC ของระบบพล็อตกราฟ SPC จะประกอบด้วยกราฟ 2 ส่วน คือ  
 1. กราฟค่าเฉลี่ย (Mean chart หรือ Xbar chart) 2. กราฟค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation chart หรือ S chart) โดยระบบพล็อตกราฟ SPC สามารถจำแนกประเภทงานของการผลิตฮาร์ดดิสก์ได้ 4 ประเภท คือ

1. งานผลิตประจำวัน (Routine)
2. งานทดสอบกรณีพิเศษ (Evaluation)
3. งานทดสอบก่อนทำการผลิตปกติ (Test Run)
4. รวมงานการผลิตทุกประเภท

ซึ่งงานแต่ละประเภทสามารถจำแนกได้ 3 กรณี คือ

1. เจาะจงสายการผลิต
2. รวมสายการผลิต
3. จำแนกอาคารและชั้นที่ทำการผลิต

โดยการจำแนกประเภทงานของการผลิตฮาร์ดดิสก์และสายการผลิตมีบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 4.9 และหน้าเว็บเพจของระบบพล็อตกราฟ SPC ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.9 การแยกประเภทงานการผลิตฮาร์ดดิสก์และสายการผลิตของระบบพล็อตกราฟ SPC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**SPC Chart Form**

Start Date :

End Date :

Pr

Line & Type production :

รูปที่ 4.10 หน้าเว็บเพจระบบพล็อตกราฟ SPC

ยกตัวอย่างกราฟ SPC ของผลิตภัณฑ์ XXX (นามสมมติ) ที่ผลิตในช่วงวันที่ 1 กรกฎาคม ถึงวันที่ 1 สิงหาคม ค.ศ. 2018 ซึ่งมาจากทุกสายการผลิตและรวมงานทุกประเภท โดยมีจำนวนกราฟ SPC ที่แสดงทั้งหมด 26 กราฟ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ XXX มีตำแหน่งสกรูทั้งหมด 26 ตำแหน่ง จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.11 และรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.11 กราฟ SPC ของสกรูตำแหน่ง BBB Screw 2 (นามสมมติ) จากผลิตภัณฑ์ XXX

ของงานทุกประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

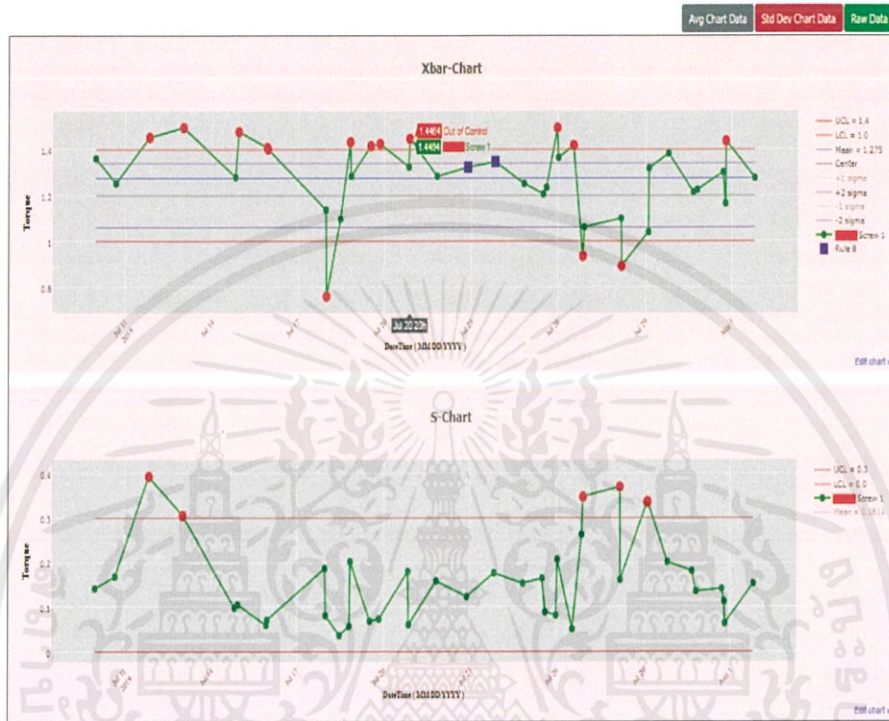
Start Date : 07/01/2018 (MM/DD/YYYY)

End Date : 08/01/2018 (MM/DD/YYYY)

Product

XXX

Line Number: all all...

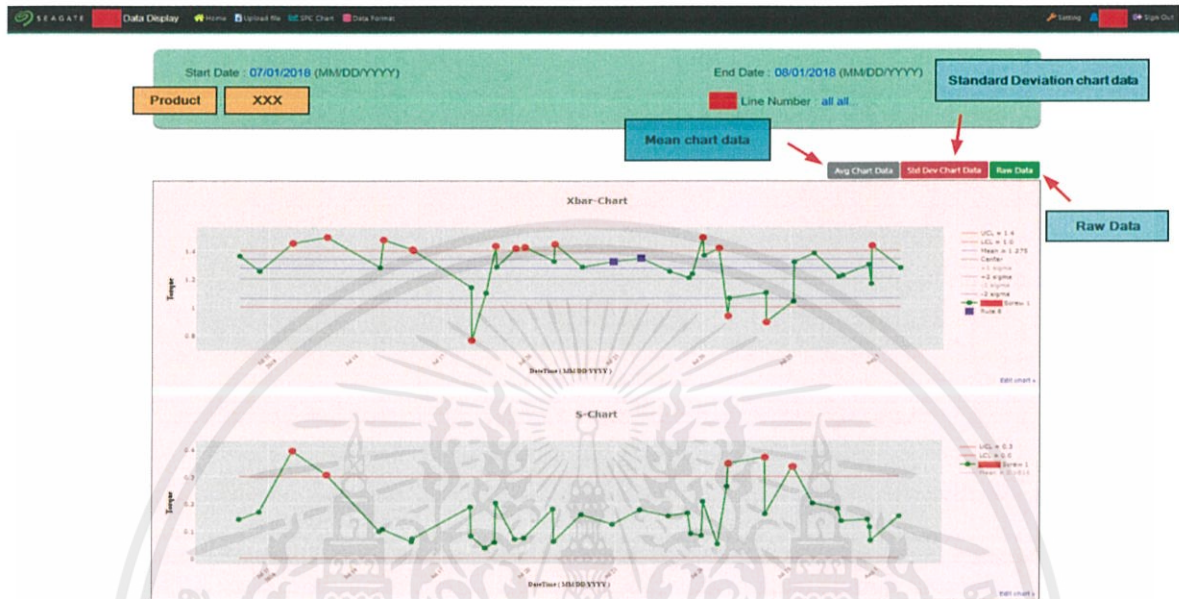


รูปที่ 4.12 กราฟ SPC ของสกรูตำแหน่ง AAA Screw 1 (นามสมมติ) จากผลิตภัณฑ์ XXX ของงานทุกประเภท

กราฟ SPC ของตำแหน่งสกรู BBB Screw 2 ที่ทำการแสดงผลในส่วนของกราฟค่าเฉลี่ยมีส่วนประกอบทั้งหมด 10 ส่วน ยกเว้นส่วนที่ 11 คือ จุดสี่เหลี่ยมสีม่วง เนื่องจากค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลแรงบิดสกรู 6 จุดที่ต่อเนื่องกันไม่มีแนวโน้มที่มีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างต่อเนื่อง และส่วนที่ 12 คือ จุดสามเหลี่ยมสีดำ เนื่องจากค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลแรงบิดสกรู 8 จุดที่ต่อเนื่องกันอยู่ในช่วงของค่าเป้าหมาย  $+σ$  และค่าเป้าหมาย  $-σ$  ทั้งหมด ดังแสดงผลในรูปที่ 4.11

กราฟ SPC ของตำแหน่งสกรู AAA Screw 1 ที่ทำการแสดงผลในส่วนของกราฟค่าเฉลี่ยมีส่วนประกอบทั้งหมด 11 ส่วน ยกเว้นส่วนที่ 12 คือ จุดสามเหลี่ยมสีดำ เนื่องจากค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลแรงบิดสกรู 8 จุดที่ต่อเนื่องกันอยู่ในช่วงของค่าเป้าหมาย  $+σ$  และค่าเป้าหมาย  $-σ$  ทั้งหมด ดังแสดงผลในรูปที่ 4.12

ถ้าหากหาวิศวกรทำการพล็อตกราฟ SPC และต้องการดูข้อมูลที่ของกราฟ SPC วิศวกรสามารถทำการดาวน์โหลดข้อมูลได้ 3 กรณีคือ 1. กราฟค่าเฉลี่ย, 2. กราฟค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, 3. ข้อมูลที่ยังไม่ผ่านการคำนวณ โดยมีตัวเลือกการดาวน์โหลดข้อมูลที่ปุ่มต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 ปุ่มสำหรับดาวน์โหลดข้อมูลของกราฟและข้อมูลที่ยังไม่ผ่านการคำนวณ

ตัวอย่างข้อมูลกราฟค่าเฉลี่ยของสกรูตำแหน่ง AAA Screw 1 จากผลิตภัณฑ์ XXX ของงานทุกประเภทที่ทำการผลิตในช่วงวันที่ 1 กรกฎาคม ถึงวันที่ 1 สิงหาคม ค.ศ. 2018 ซึ่งทำการดาวน์โหลดข้อมูลจากรูปที่ 4.13 โดยจะได้รับไฟล์ข้อมูลที่มีลักษณะดังรูปที่ 4.14

A	B	C	D	E	F	
1	Date/Time	HDA		Screw Location	Torque	Line
2	0 2018-07-09 23:53:06	Q	KP	R9	0.0	60
3	1 2018-07-10 16:28:06	Z	77	ZA	1.3612	99
4	2 2018-07-11 19:44:06	P1	XZ	ZA	1.2524	111
5	3 2018-07-12 23:49:03	L	WZ	ZA	1.4528	113
6	4 2018-07-14 19:23:30	76	MS	EW	1.4954	114
7	5 2018-07-14 22:12:14	1	Z	ZA	1.2796	115
8	6 2018-07-15 22:15:58	9	A	ZA	1.4777	116
9	7 2018-07-15 22:57:34	9	K	WZ	1.4078	117
10	8 2018-07-17 23:24:09	3	Z	ZA	1.402	118
11	9 2018-07-17 23:58:36	D	V	ZA	1.1374	119
12	10 2018-07-18 11:32:39	AG	WR	PZ	0.7596	120
13	11 2018-07-18 19:31:53	CT	M	WZ	1.0972	121
14	12 2018-07-18 20:16:28	1	DM	PS	1.4322	122
15	13 2018-07-19 12:20:02	ZL	N	WZ	1.2836	123
16	14 2018-07-19 19:53:08	2	L	WZ	1.4158	124
17	15 2018-07-20 19:42:18	3	Z	ZA	1.4246	125
18	16 2018-07-20 20:26:18	D	C	ZA	1.3244	126
19	17 2018-07-21 19:14:08	D	X	Z	1.4454	127
20	18 2018-07-22 20:59:42	V	K	ZA	1.2830	128
21	19 2018-07-23 19:53:49	L	D	ZA	1.3226	129
22	20 2018-07-24 19:52:40	GB	G1	Z	1.3468	130
23	21 2018-07-25 12:03:46	Y	9	ZA	1.2518	131
24	22 2018-07-25 14:44:21	45	07	ZA	1.2062	132
25	23 2018-07-25 23:37:04	4	S	ZA	1.2344	133
26	24 2018-07-26 00:41:03	4	A	ZA	1.4944	134
27	25 2018-07-26 13:00:54	EW	ET	ER	1.3658	135
28	26 2018-07-26 20:34:19	26	M	PZ	1.4182	136
29	27 2018-07-26 21:41:17	N	Y	Z	0.9346	137
30	28 2018-07-28 03:47:46	1	L	Z	1.0614	138
31	29 2018-07-28 04:12:12	PS	R	Z	1.1004	139
32	30 2018-07-29 02:26:06	PH	P8	BZ	0.8912	140
33	31 2018-07-29 02:48:09	PH	P7	WZ	1.0406	141
34	32 2018-07-29 19:16:53	PC	BA	WZ	1.3194	142
35	33 2018-07-30 15:47:13	25	9	Z	1.3842	143
36	34 2018-07-30 19:07:17	F8	FN	WZ	1.2148	144
37	35 2018-07-31 16:52:06	V	Z	ZA	1.2248	145
38	36 2018-07-31 18:48:54	2	Z	ZA	1.3016	146
39	37 2018-07-31 19:22:56	EM	ET	EE	1.165	147
40	38 2018-08-01 19:21:44	F	JZ	ZA	1.4372	148
					1.2766	149

รูปที่ 4.14 ข้อมูลกราฟค่าเฉลี่ย (Mean chart data) สกรูตำแหน่ง AAA Screw 1 จากผลิตภัณฑ์ XXX

เอกสารนี้เป็นเอกสารทูลงงานไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์

ข้อมูลกราฟค่าเฉลี่ยที่ได้รับมีจำนวนคอลัมน์ทั้งหมด 5 คอลัมน์ ดังนี้

1. คอลัมน์ DateTime (คอลัมน์ B) หมายถึง วันและเวลาที่ทำการวัดค่าแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์
2. คอลัมน์ HDA S/N (คอลัมน์ C) หมายถึง กลุ่มรหัสสินค้าของผลิตภัณฑ์ที่ทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ย
3. คอลัมน์ Screw Location (คอลัมน์ D) หมายถึง ชื่อเรียกตำแหน่งสกรูที่ทำการติดตั้งบนฮาร์ดดิสก์
4. คอลัมน์ Torque (คอลัมน์ E) หมายถึง ค่าแรงบิดสกรูที่ทำการเฉลี่ยจากกลุ่มรหัสสินค้า
5. คอลัมน์ Production Line (คอลัมน์ F) หมายถึง กลุ่มสายการผลิตในแต่ละรหัสสินค้า โดยเรียงลำดับตามรหัสสินค้า

ตัวอย่างข้อมูลที่ยังไม่ผ่านการคำนวณ (Raw Data) ของสกรูตำแหน่ง AAA Screw 1 จากผลิตภัณฑ์ XXX ของงานทุกประเภทที่ทำการผลิตในช่วงวันที่ 1 กรกฎาคม ถึงวันที่ 1 สิงหาคม ค.ศ. 2018 ซึ่งดาวน์โหลดจากรูปที่ 4.13 โดยจะได้รับไฟล์ข้อมูลที่มีลักษณะดังรูปที่ 4.15

	A	B	C	D	E	F
1		DateTime	HDA	Screw Location	Torque	Line
2	0	2018-07-09 22:28:23		Screw 1	1 109	
3	1	2018-07-09 22:36:16		Screw 1	1 422	
4	2	2018-07-09 22:43:14		Screw 1	1 409	
5	3	2018-07-09 23:45:45		Screw 1	1 446	
6	4	2018-07-09 23:53:06		Screw 1	1 42	
7	5	2018-07-10 00:00:19		Screw 1	1 522	
8	6	2018-07-10 16:10:38		Screw 1	1 297	
9	7	2018-07-10 16:15:46		Screw 1	1 168	
10	8	2018-07-10 16:22:52		Screw 1	1 088	
11	9	2018-07-10 16:28:06		Screw 1	1 187	
12	10	2018-07-10 16:33:14		Screw 1	1 165	
13	11	2018-07-10 16:38:48		Screw 1	1 125	
14	12	2018-07-11 19:31:12		Screw 1	2 084	
15	13	2018-07-11 19:37:14		Screw 1	1 567	
16	14	2018-07-11 19:44:06		Screw 1	1 323	
17	15	2018-07-11 19:50:05		Screw 1	1 994	
18	16	2018-07-11 19:56:24		Screw 1	1 484	
19	17	2018-07-11 20:04:03		Screw 1	1 498	
20	18	2018-07-12 23:42:46		Screw 1	1 296	
21	19	2018-07-12 23:49:03		Screw 1	1 205	
22	20	2018-07-12 23:55:20		Screw 1	1 341	
23	21	2018-07-13 00:01:38		Screw 1	1 227	
24	22	2018-07-13 00:07:51		Screw 1	1 141	
25	23	2018-07-13 00:13:37		Screw 1	1 39	
26	24	2018-07-14 19:23:30		Screw 1	1 299	
27	25	2018-07-14 19:29:44		Screw 1	1 447	
28	26	2018-07-14 19:35:53		Screw 1	1 375	
29	27	2018-07-14 22:01:22		Screw 1	1 394	
30	28	2018-07-14 22:07:17		Screw 1	1 622	
31	29	2018-07-14 22:12:14		Screw 1	1 547	
32	30	2018-07-14 22:16:50		Screw 1	1 365	
33	31	2018-07-14 22:21:49		Screw 1	1 363	
34	32	2018-07-14 22:26:26		Screw 1	1 447	
35	33	2018-07-14 22:31:02		Screw 1	1 494	
36	34	2018-07-15 22:15:58		Screw 1	1 37	

รูปที่ 4.15 ข้อมูลที่ยังไม่ผ่านการคำนวณของสกรูตำแหน่ง AAA Screw 1 จากผลิตภัณฑ์ XXX

ข้อมูลที่ยังไม่ผ่านการคำนวณ เมื่อทำการดาวน์โหลดข้อมูลจะมีจำนวนคอลัมน์ทั้งหมด 5 คอลัมน์ เช่นเดียวกับข้อมูลกราฟค่าเฉลี่ยหรือข้อมูลกราฟค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แต่ข้อมูลภายในคอลัมน์

HDA S/N (คอลัมน์ C) และคอลัมน์ Production Line (คอลัมน์ F) คือ ข้อมูลของรหัสสินค้า 1 รหัส เท่านั้น เอกสารนี้เป็นเอกสารทสงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาทนาน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

#### 4.4 การใช้งานระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์

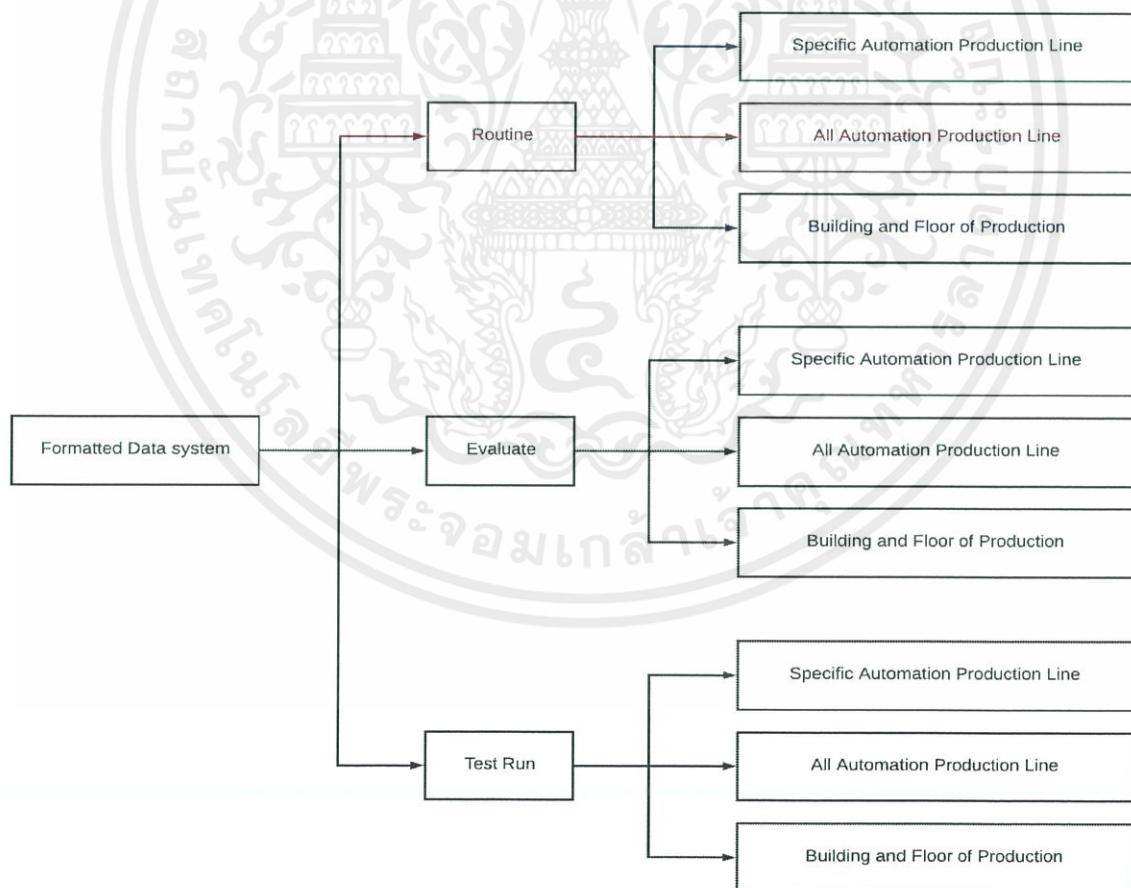
ระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์สามารถจำแนกงานได้ 4 ประเภท คือ

1. งานผลิตประจำวัน (Routine)
2. งานทดสอบกรณีพิเศษ (Evaluation)
3. งานทดสอบก่อนทำการผลิตปกติ (Test Run)
4. รวมงานการผลิตทุกประเภท

ซึ่งงานแต่ละประเภทสามารถจำแนกได้ 3 กรณี คือ

1. เจาะจงสายการผลิต
2. รวมทุกสายการผลิต
3. จำแนกอาคารและชั้นที่ทำการผลิต

โดยการจำแนกประเภทงานของการผลิตฮาร์ดดิสก์และสายการผลิตมีบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 4.16 และมีหน้าเว็บเพจของระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.16 บล็อกไดอะแกรมประเภทงานการผลิตฮาร์ดดิสก์และสายการผลิตของระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์

Data Format Form

Start Date :  
MM/DD/YYYY

Pr

ex. 2

Submit

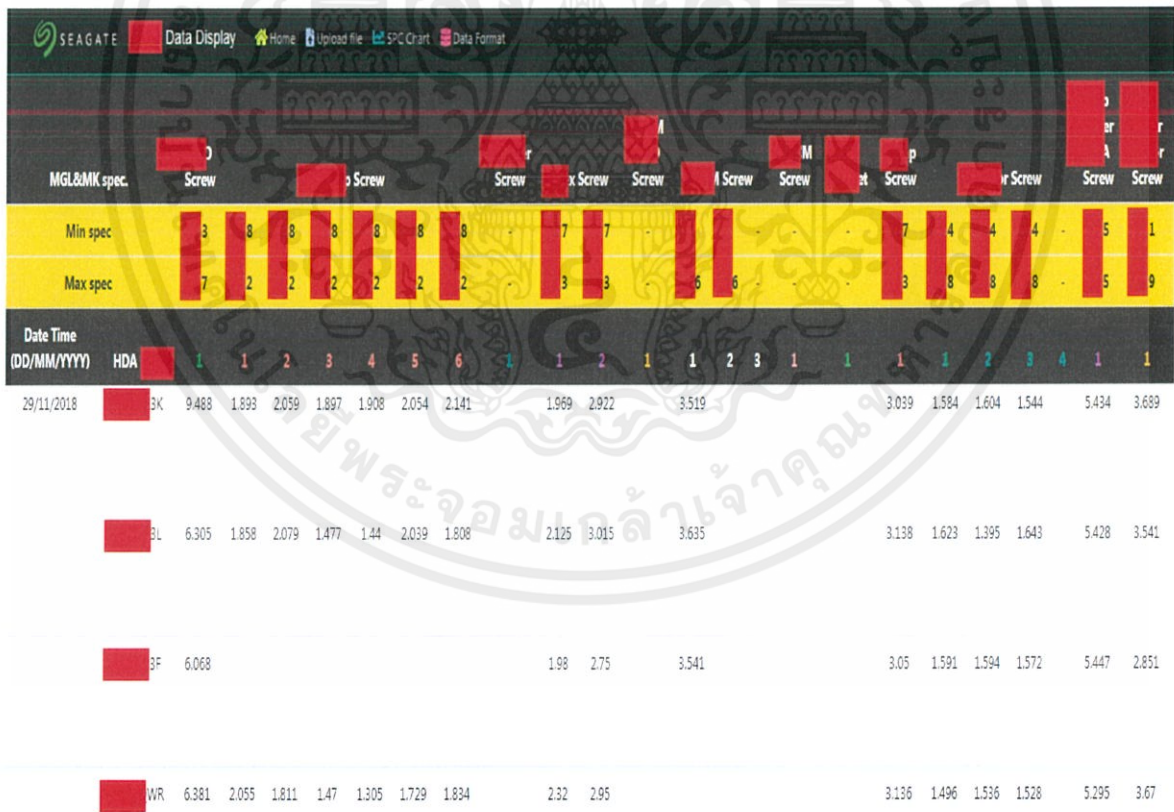
End Date :  
MM/DD/YYYY

Line & Type production

ex.  Line

รูปที่ 4.17 หน้าเว็บเพจระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์

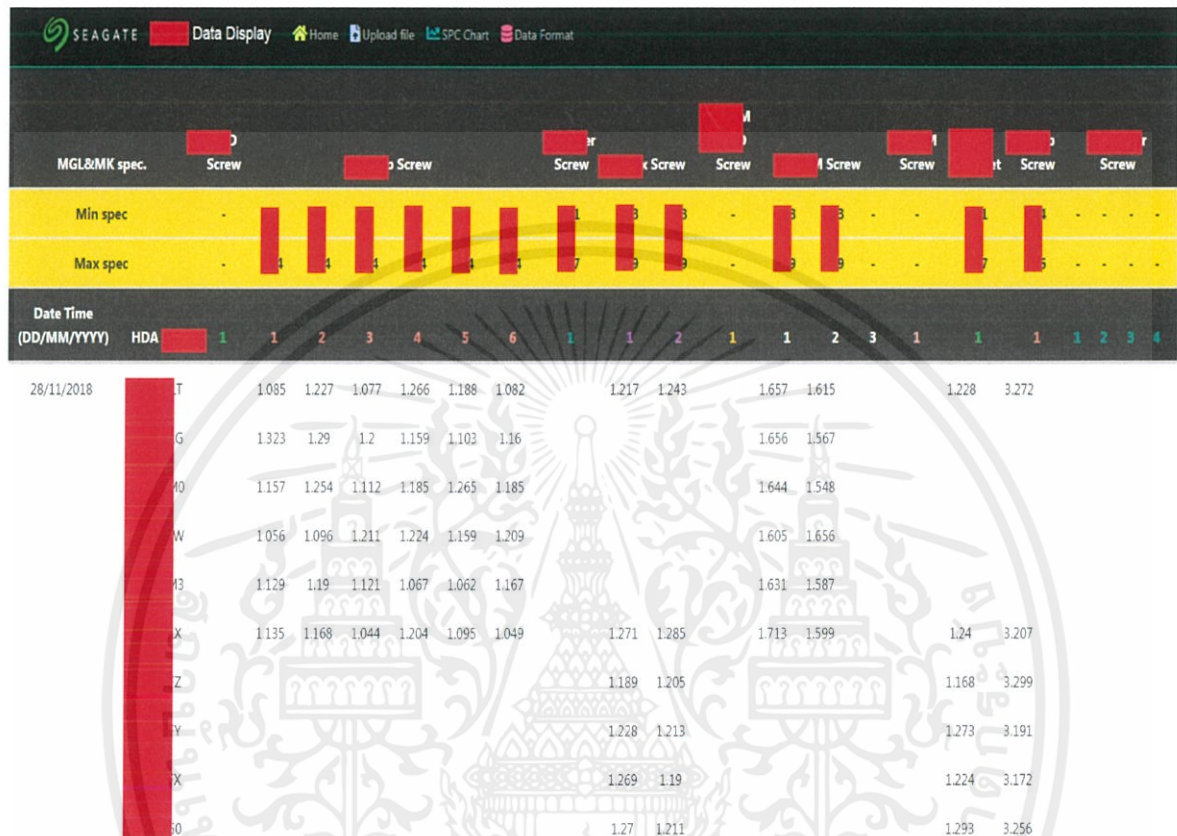
ยกตัวอย่างการดูข้อมูลแรงบิดสกรูของผลิตภัณฑ์ ZZZ (นามสมมติ) ที่ผลิตในวันที่ 29 พฤศจิกายน ค.ศ. 2018 ซึ่งมาจากสายการผลิตที่ XX1 และเป็นงานประเภททดสอบก่อนทำการผลิตปกติ (Test Run) จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ของผลิตภัณฑ์ ZZZ ที่มาจากสายการผลิตที่ XX1

ในวันที่ 29 พฤศจิกายน ค.ศ. 2018

ยกตัวอย่างการดูข้อมูลแรงบิดสกรูของผลิตภัณฑ์ YYY (นามสมมติ) ที่ผลิตในวันที่ 28 พฤศจิกายน ค.ศ. 2018 ซึ่งมาจากสายการผลิตที่ XX8 และเป็นงานประเภทผลิตประจำวัน (Routine) จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 ข้อมูลแรงบิดสกรูของผลิตภัณฑ์ YYY ที่มาจากสายการผลิตที่ XX8 ในวันที่ 28 พฤศจิกายน ค.ศ. 2018

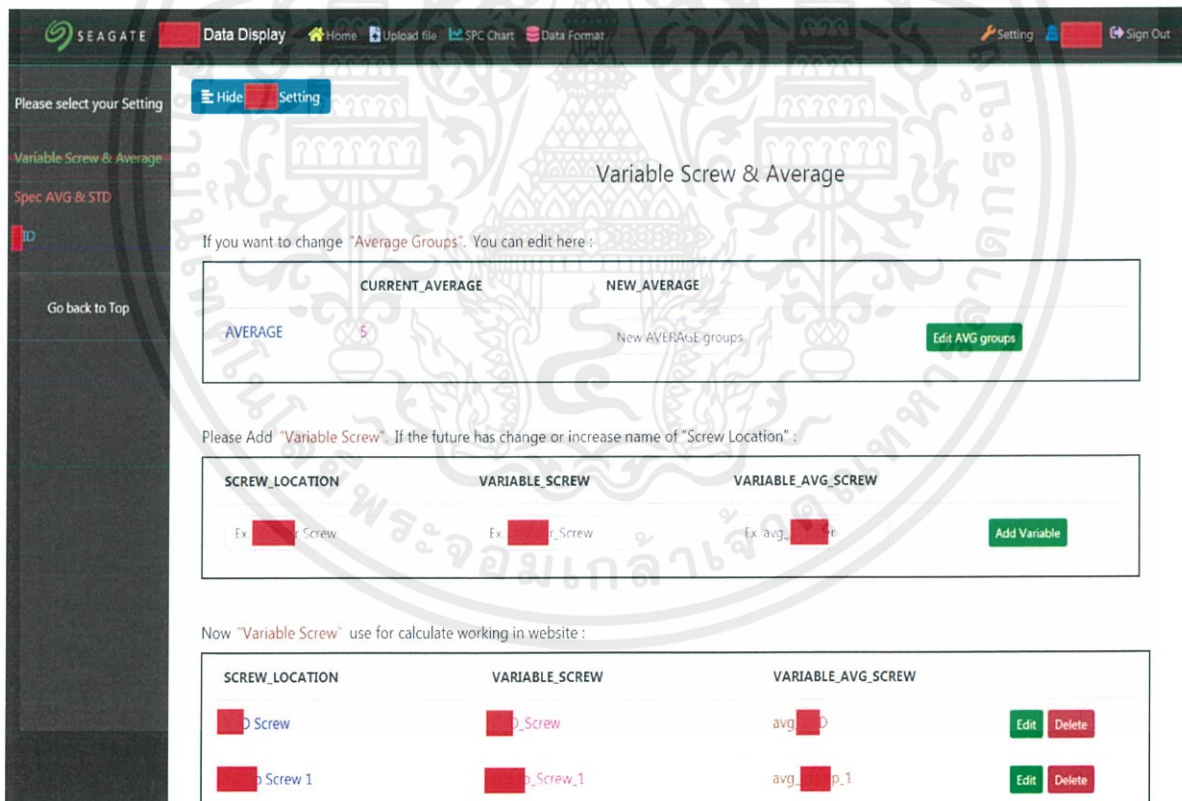
#### 4.5 การใช้งานระบบแก้ไขชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร และจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ, คุณลักษณะการแสดงผลกราฟ SPC, ผู้มีสิทธิ์เข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

การแก้ไขข้อมูลภายในระบบสามารถแก้ไขได้ 3 ส่วน คือ

1. ระบบแก้ไขชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร และจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ
2. ระบบแก้ไขคุณลักษณะการแสดงผลกราฟ SPC
3. ระบบแก้ไขผู้มีสิทธิ์เข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

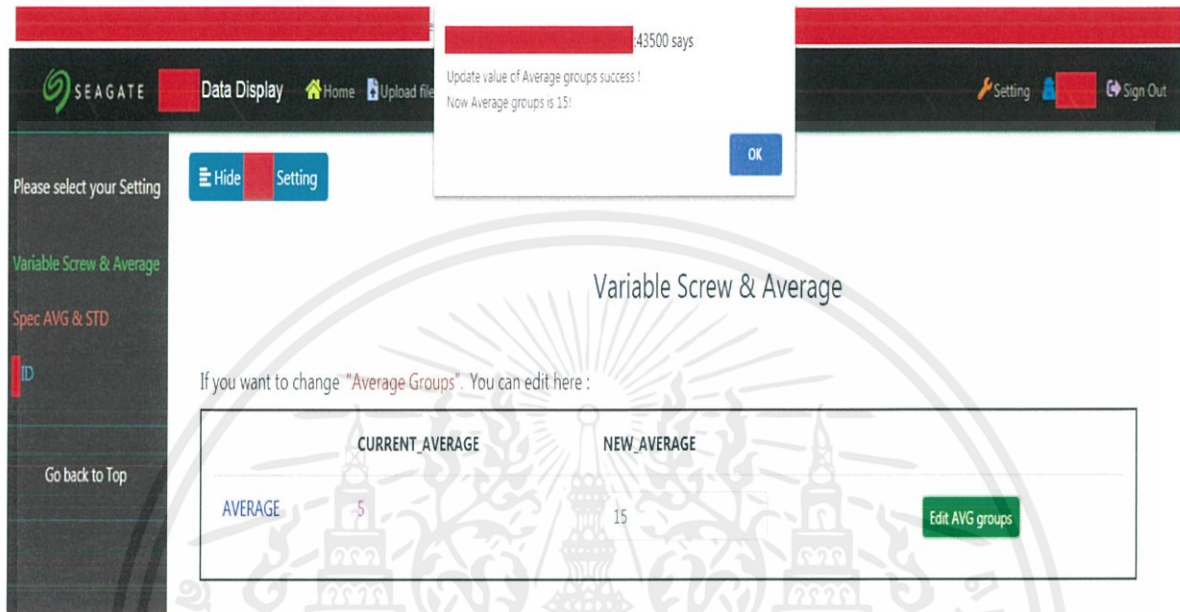
##### 4.5.1 การแก้ไขข้อมูลระบบแก้ไขชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร และจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

การแสดงผลระบบพล็อตกราฟ SPC และระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ จำเป็นต้องมีส่วนการควบคุมชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร และจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ ซึ่งมีหน้าเว็บเพจระบบดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 หน้าเว็บเพจระบบแก้ไขชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร และจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

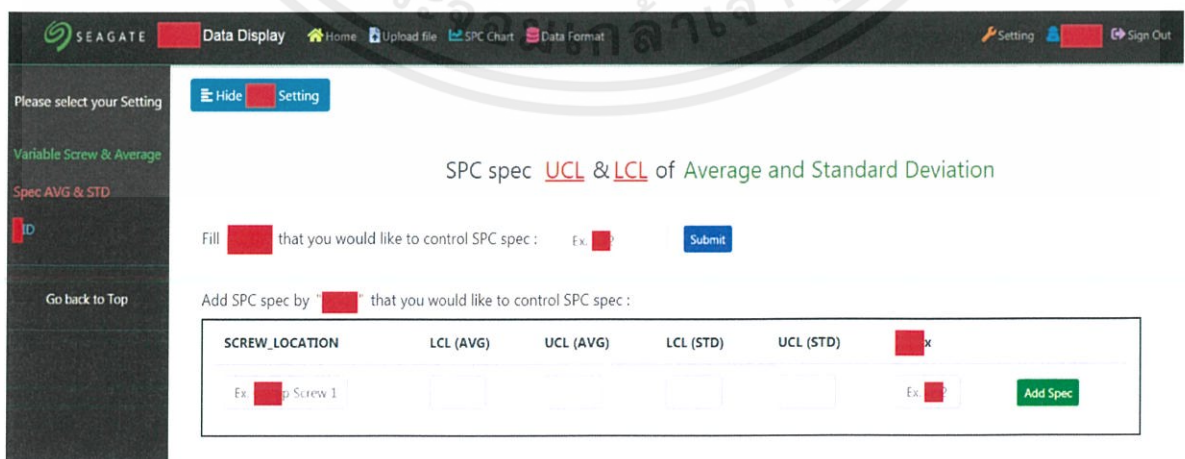
ยกตัวอย่างการแก้ไขจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ โดยทำการเปลี่ยนแปลงจำนวนกลุ่มข้อมูลจากเดิม 5 จำนวนเป็น 15 จำนวน โดยข้อมูล 15 จำนวนจะทำการคำนวณและพล็อตกราฟ SPC เป็น 1 จุด ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 แก้ไขจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณสำเร็จ

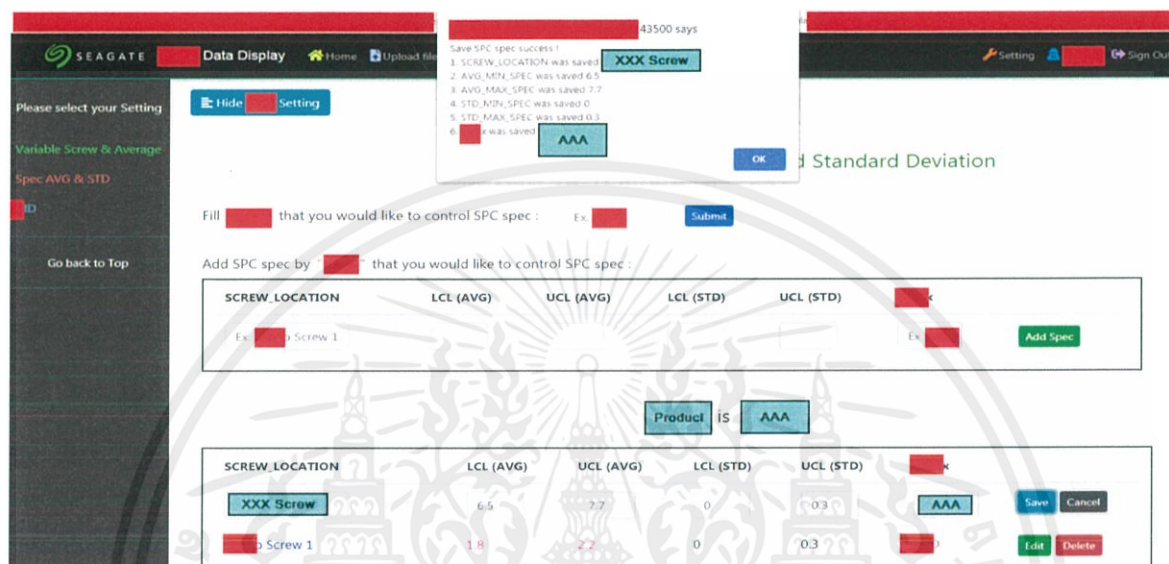
#### 4.5.2 การแก้ไขข้อมูลระบบแก้ไขคุณลักษณะการแสดงผลกราฟ SPC

ระบบแก้ไขคุณลักษณะการแสดงผลกราฟ SPC ประกอบด้วยการแก้ไขค่า Lower Control Limit (LCL) และ Upper Control Limit (UCL) ของกราฟค่าเฉลี่ย (Mean chart) และกราฟค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation chart) ซึ่งมีหน้าเว็บเพจระบบดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 หน้าเว็บเพจระบบแก้ไขคุณลักษณะการแสดงผลกราฟ SPC

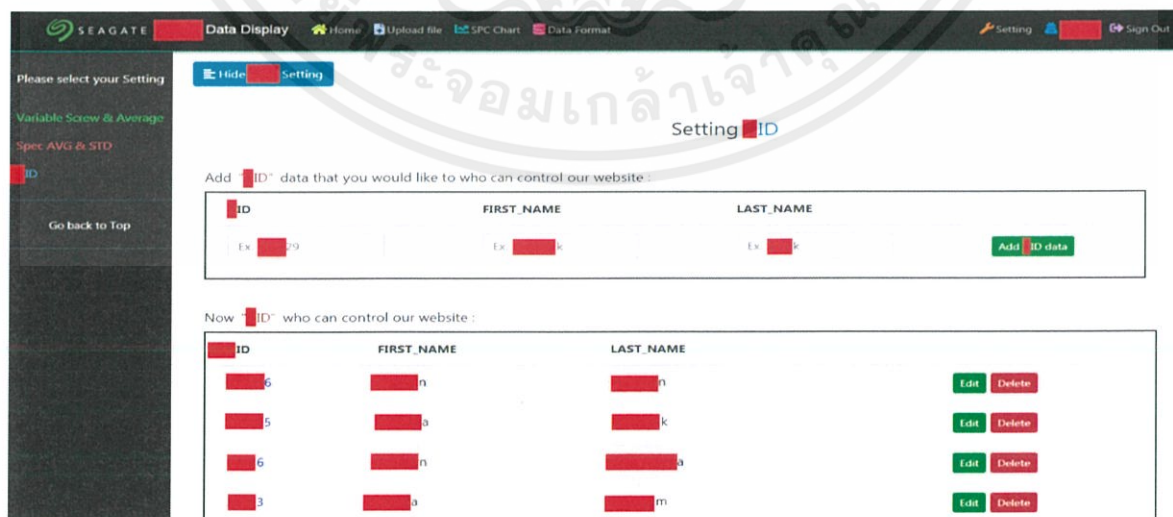
การควบคุมค่า LCL และ UCL จะต้องระบุผลิตภัณฑ์ที่ต้องการควบคุม โดยให้วิศวกรที่รับผิดชอบผลิตภัณฑ์ของตนเองเข้ามาทำการควบคุม ซึ่งในที่นี้จะยกตัวอย่างการแก้ไขค่า LCL ของกราฟค่าเฉลี่ย (Mean chart) ของผลิตภัณฑ์ AAA (นามสมมติ) ในตำแหน่งสกรู XXX Screw ให้มีค่าแรงบิดสกรูเป็น 6.5 โดยจากเดิมมีค่าแรงบิดสกรูอยู่ที่ 6.3 ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 แก้ไขค่า Lower Control Limit (LCL) ของสกรูตำแหน่ง XXX Screw สำเร็จ

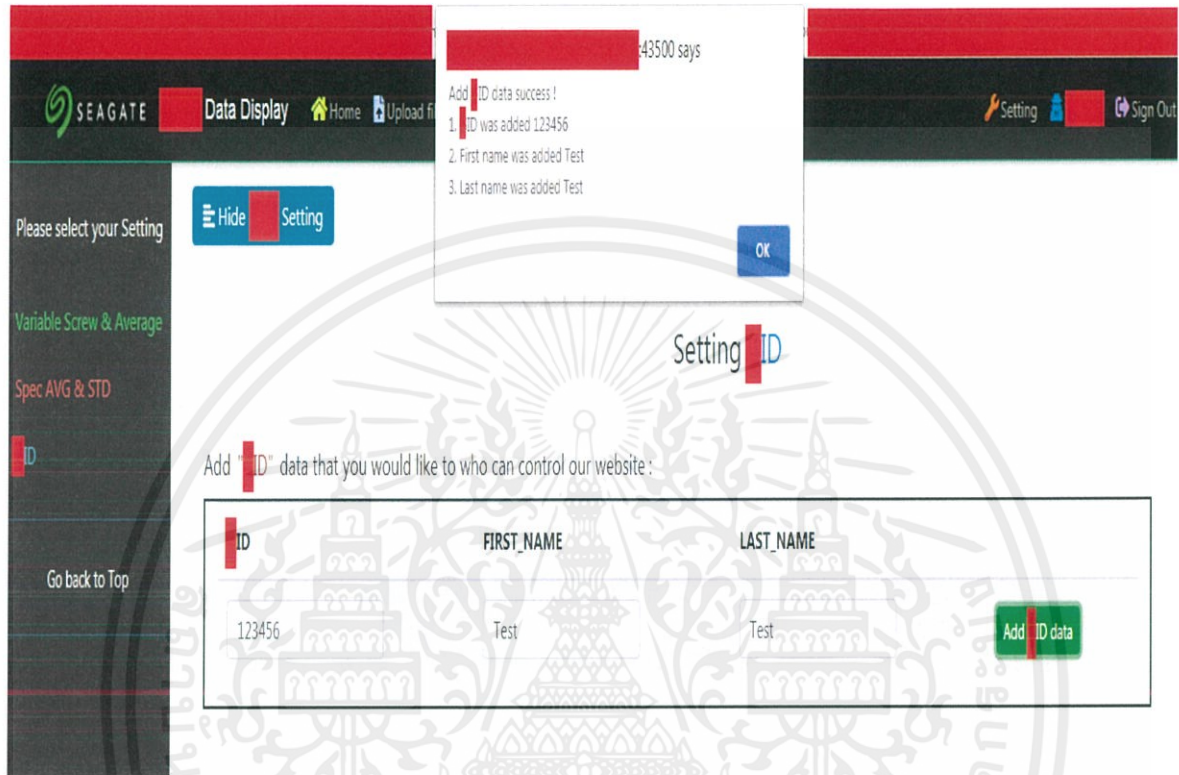
#### 4.5.3 การแก้ไขข้อมูลระบบแก้ไขผู้มีสิทธิ์ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

ระบบจะแสดงรายชื่อผู้มีสิทธิ์ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถทำการแก้ไข เพิ่ม หรือลบข้อมูลได้โดยวิศวกรเท่านั้น โดยมีหน้าเว็บเพจของระบบดังรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.24 หน้าเว็บเพจระบบแก้ไขผู้มีสิทธิ์ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

ยกตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลผู้มีสิทธิ์ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน โดยเพิ่ม User ID : “123456”, FIRST\_NAME = “Test”, LAST\_NAME = “Test” จะได้ผลลัพธ์การเพิ่มผู้มีสิทธิ์ใช้งานสำเร็จ ดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 เพิ่มข้อมูลผู้มีสิทธิ์ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันสำเร็จ

#### 4.6 เปรียบเทียบการวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์โดยการใช้เว็บแอปพลิเคชันและไม่ใช้เว็บแอปพลิเคชัน

เว็บแอปพลิเคชันสำหรับระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์เข้ามาช่วยลดภาระงาน 2 ขั้นตอน คือ 1. การกรองข้อมูลไฟล์ Raw Data (.csv) และการพล็อตกราฟ SPC โดยการวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์แบ่งเป็น 2 แบบ คือ 1. การใช้เว็บแอปพลิเคชัน 2. ไม่ใช้เว็บแอปพลิเคชัน โดยสามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบการวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์โดยการใช้เว็บแอปพลิเคชันและ  
ไม่ใช้เว็บแอปพลิเคชัน

พนักงาน	เวลา (นาที.วินาที)			
	กรองข้อมูลและอัปโหลดข้อมูล		พล็อตกราฟ SPC	
	ไม่ใช้เว็บ	ใช้เว็บ	ไม่ใช้เว็บ	ใช้เว็บ
Operator 1	7.25	0.18	-	-
Operator 2	6.47	0.90	-	-
Operator 3	7.53	0.80	-	-
Engineer 1	-	-	8.11	0.25
Engineer 2	-	-	7.36	0.27
Engineer 3	-	-	6.54	0.28
รวม	22.05	0.35	22.41	1.20
เฉลี่ย	7.2167	0.1167	7.3367	0.2667

สรุปเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ในผลิตภัณฑ์ XXX ที่มาจากสายการผลิตและอาคารที่ทำการผลิตเดียวกัน (1 สายการผลิต) โดยการใช้เว็บแอปพลิเคชันใช้เวลาไปทั้งหมด 14 นาที 55.34 วินาที และการใช้เว็บแอปพลิเคชันใช้เวลาไปทั้งหมด 38.34 วินาที ซึ่งเว็บแอปพลิเคชันสามารถลดระยะเวลาได้ทั้งสิ้น 14 นาที 17 วินาที โดยในปัจจุบันบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด จ. นครราชสีมา มีสายการผลิตทั้งหมด 31 สายการผลิต ซึ่งใน 1 วันที่ทำการผลิต วิศวกรต้องควบคุมค่าแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ในทุกผลิตภัณฑ์และทุกสายการผลิต ดังนั้นเว็บแอปพลิเคชันสามารถลดระยะเวลาในการวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ได้ประมาณ 7 ชั่วโมง 22 นาที 40 วินาที ต่อวัน

## บทที่ 5

### สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

เว็บแอปพลิเคชันสำหรับระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์สามารถลดระยะเวลาในการกรองข้อมูลจากไฟล์ Raw Data ของพนักงานในสายการผลิตและการพล็อตกราฟ SPC เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์จากสายการผลิต ณ ปัจจุบัน ทั้งหมด 31 สายการผลิตของวิศวกรได้ประมาณ 7 ชั่วโมง 22 นาที 40 วินาที ต่อวัน และแยกประเภทงานของการผลิตฮาร์ดดิสก์ได้ 4 ประเภท คือ 1. งานผลิตประจำวัน (Routine), 2. งานทดสอบกรณีพิเศษ (Evaluation), 3. งานทดสอบก่อนทำการผลิตปกติ (Test Run), 4. รวมงานการผลิตทุกประเภท พร้อมทั้งสามารถรองรับการวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์จากทุกผลิตภัณฑ์ที่อาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงในอนาคตได้ ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกและเพิ่มความรวดเร็วสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้วิศวกรสามารถควบคุมการผลิตฮาร์ดดิสก์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 5.2 ปัญหาที่พบในระหว่างการดำเนินงานและแนวทางแก้ไขปัญหา

1. การเขียนข้อมูลไฟล์ Raw Data (.csv) ที่ผิดพลาดของเครื่องวัดค่าแรงบิดสกรู (Offline Station) หรือการแก้ไขข้อมูลภายในไฟล์ Raw Data ของพนักงานในสายการผลิต ซึ่งส่งผลให้รูปแบบการจัดวางข้อมูลหรือชนิดของข้อมูล (Data Type) ภายในไฟล์ผิดปกติไปจากรูปแบบมาตรฐาน จึงก่อให้เกิดความยุ่งยากในการนำข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์เข้าสู่ฐานข้อมูลเว็บแอปพลิเคชัน โดยมีวิธีการแก้ไข ปัญหา คือ หากข้อมูลไฟล์ Raw Data มีรูปแบบที่ผิดปกติหรือผิดพลาดไปจากรูปแบบมาตรฐาน จะให้พนักงานในสายการผลิตนำข้อมูลไฟล์ Raw Data ดังกล่าวส่งต่อให้วิศวกร เพื่อให้วิศวกรทำการแก้ไข และอัปโหลดข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลต่อไป

2. การนำข้อมูลไฟล์ Raw Data (.csv) เข้าสู่ฐานข้อมูลเว็บแอปพลิเคชันยังคงมีข้อบกพร่องอยู่ เนื่องจากพนักงานในสายการผลิตหรือวิศวกรสามารถแก้ไขข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ก่อนทำการอัปโหลดได้ โดยมีวิธีการแก้ไขปัญหา คือ อธิบายวิธีการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันให้พนักงานในสายการผลิต และวิศวกรเข้าใจถึงความบกพร่องของไฟล์ Raw Data ต้นฉบับ เพื่อยึดถือข้อมูลต้นฉบับที่มาจากเครื่องวัดค่าแรงบิดสกรูและไม่ทำการแก้ไขข้อมูลหากไม่จำเป็น

3. ชื่อเรียกตำแหน่งสกรูที่ติดตั้งบนฮาร์ดดิสก์ในแต่ละผลิตภัณฑ์มีความซับซ้อนและมีชื่อเรียกที่มากกว่า 1 ชื่อ เนื่องจากชื่อตำแหน่งสกรูถูกตั้งขึ้นมาจาก 3 ส่วน คือ 1. ชื่อจากการออกแบบ (Drawing name) 2. ชื่อจากเครื่องที่ทำการติดตั้ง (Station name) 3. ชื่อจากเครื่องวัดค่าแรงบิดสกรู (Offline Station name) จึงทำให้เกิดความสับสนในการแสดงผลชื่อตำแหน่งสกรูให้วิศวกรเข้าใจเป็นรูปแบบมาตรฐานที่เหมือนกัน โดยมีวิธีการแก้ไขปัญหา คือ แสดงผลชื่อตำแหน่งสกรูให้เหมือนชื่อที่มาจากเครื่องวัดค่าแรงบิดสกรู

4. การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันให้สามารถแสดงข้อมูลแรงบิดสกรูในรูปแบบตารางจากระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์ และการแสดงผลกราฟ SPC จากระบบพล็อตกราฟ SPC ให้มีความยืดหยุ่นเพื่อรองรับการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของตำแหน่งสกรูหรือผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ในอนาคต โดยมีวิธีการแก้ไขปัญหา คือ จัดทำระบบแก้ไขชื่อตำแหน่งสกรู ชื่อตัวแปร และจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ, คุณลักษณะการแสดงผลกราฟ SPC, ผู้มีสิทธิ์เข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อจัดเก็บข้อมูลของชื่อตำแหน่งสกรู และชื่อตัวแปรที่ใช้ในการประมวลผลของเว็บแอปพลิเคชัน

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

เว็บแอปพลิเคชันสำหรับระบบวัดแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์สามารถพัฒนาต่อไปได้ในอนาคต โดยมีแนวทางการพัฒนาดังนี้

1. ปรับปรุงเครื่องวัดค่าแรงบิดสกรู (Offline Station) ให้เขียนไฟล์ข้อมูลที่มีรูปแบบเป็นมาตรฐานตลอดเวลา เพื่อไม่ให้เกิดความลำบากในการข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลเว็บแอปพลิเคชัน
2. พัฒนาระบบให้มีการนำข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์เข้าสู่ฐานข้อมูลเว็บแอปพลิเคชันโดยอัตโนมัติ
3. พัฒนาระบบให้สามารถพล็อตกราฟ SPC เพื่อควบคุมข้อมูลอื่น ๆ ที่สนใจในการผลิตฮาร์ดดิสก์ได้
4. พัฒนาระบบให้สามารถพล็อตกราฟรูปแบบต่าง ๆ ได้มากขึ้น เช่น กราฟแผนภูมิวงกลม (Pie chart), กราฟแผนภูมิคอลัมน์ (Bar chart) เป็นต้น เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลที่หลากหลาย

## บรรณานุกรม

- [1] นางสาวศุภนาถ ศิริพงษ์. 2012. “ประวัติบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.tpsoc.com.go.th/sites/default/files/778-img.pdf>
- [2] พิชิต สุขเจริญพงษ์. 1998. “การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม”. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- [3] นางสาวศิริฉัตร จันทร์เต็ม และคณะ. 2014. “ตัวอย่างแผนภูมิแกงปลา” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://bit.ly/2AP3jmZ>
- [4] WHAT IS SIXSIGMA.NET. “ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://www.whatissixsigma.net/pareto-chart-and-analysis/>
- [5] ProjectCubicle. 17 สิงหาคม 2018 “ตัวอย่างแผนภาพกระจาย” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://www.projectcubicle.com/scatter-diagram-scatter-plot-scatter/>
- [6] saixiii. 27 เมษายน 2017. “Python คืออะไร” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://saixiii.com/python-programming/>
- [7] Perth@GrowthBee.com. 5 พฤศจิกายน 2017. “Pandas library” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://www.growthbee.com/cheatsheet-pandas/>
- [8] saixiii. 30 เมษายน 2017. “Flask framework” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://saixiii.com/python-flask-web-application/>
- [9] นางสาวกฤติยา พลหาญ. “ภาษา HTML คืออะไร” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : [http://www.krukikz.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=119&Itemid=1](http://www.krukikz.com/index.php?option=com_content&view=article&id=119&Itemid=1)
- [10] SEO WINNER. 6 มิถุนายน 2016. “ภาษา CSS คืออะไร” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : [http://www.seo-winner.com/CSS\\_What](http://www.seo-winner.com/CSS_What)
- [11] Wikipedia. 29 ธันวาคม 2018. “ภาษา JavaScript คืออะไร” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://goo.gl/ik7tgu>

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- [12] 100Y Design. 12 พฤศจิกายน 2011. “ภาษา JQuery คืออะไร” [ออนไลน์]  
เข้าถึงได้จาก : <http://www.100ydesign.com/column.php?id=000268>
- [13] ณัฐภัทร แก้วรัตนภัทร์. “ภาษา JSON คืออะไร” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :  
[http://www.elfhs.ssru.ac.th/nutthapat\\_ke/file.php/1/IntroJSON3\\_new.pdf](http://www.elfhs.ssru.ac.th/nutthapat_ke/file.php/1/IntroJSON3_new.pdf)
- [14] TC Admin. 12 เมษายน 2017. “Bootstrap คืออะไร” [ออนไลน์]  
เข้าถึงได้จาก : <https://www.thaicreate.com/community/bootstrap.html>
- [15] mindphp. 14 มีนาคม 2017. “ภาษา SQL คืออะไร” [ออนไลน์]  
เข้าถึงได้จาก : <https://goo.gl/g91Usi>





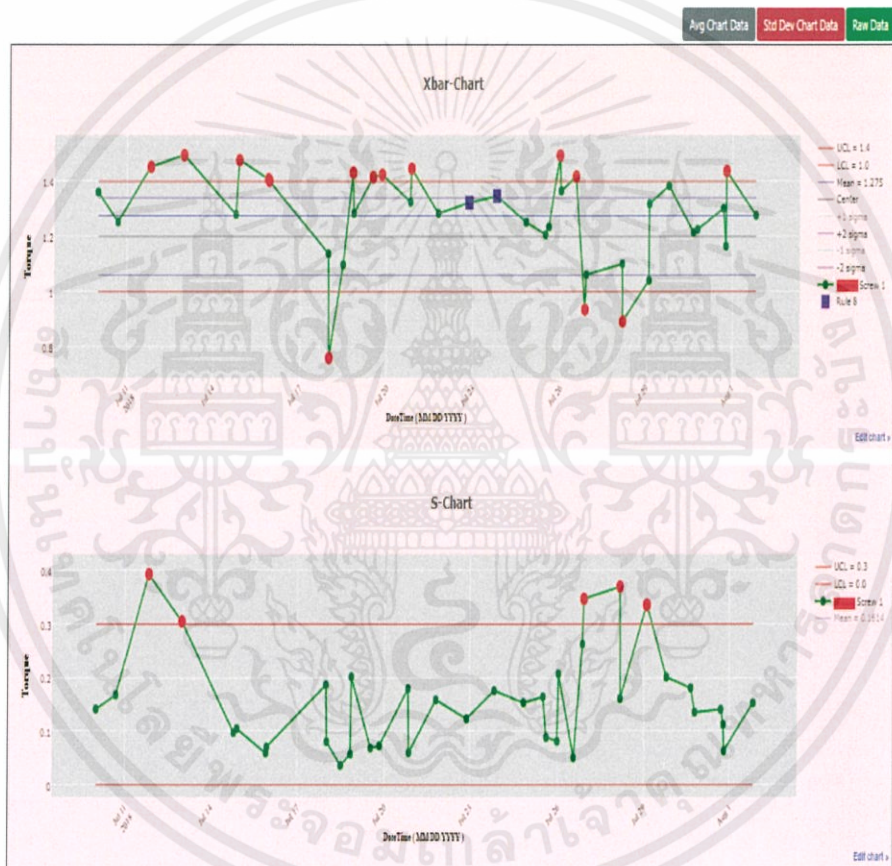
Start Date : 07/01/2018 (MM/DD/YYYY)

End Date : 08/01/2018 (MM/DD/YYYY)

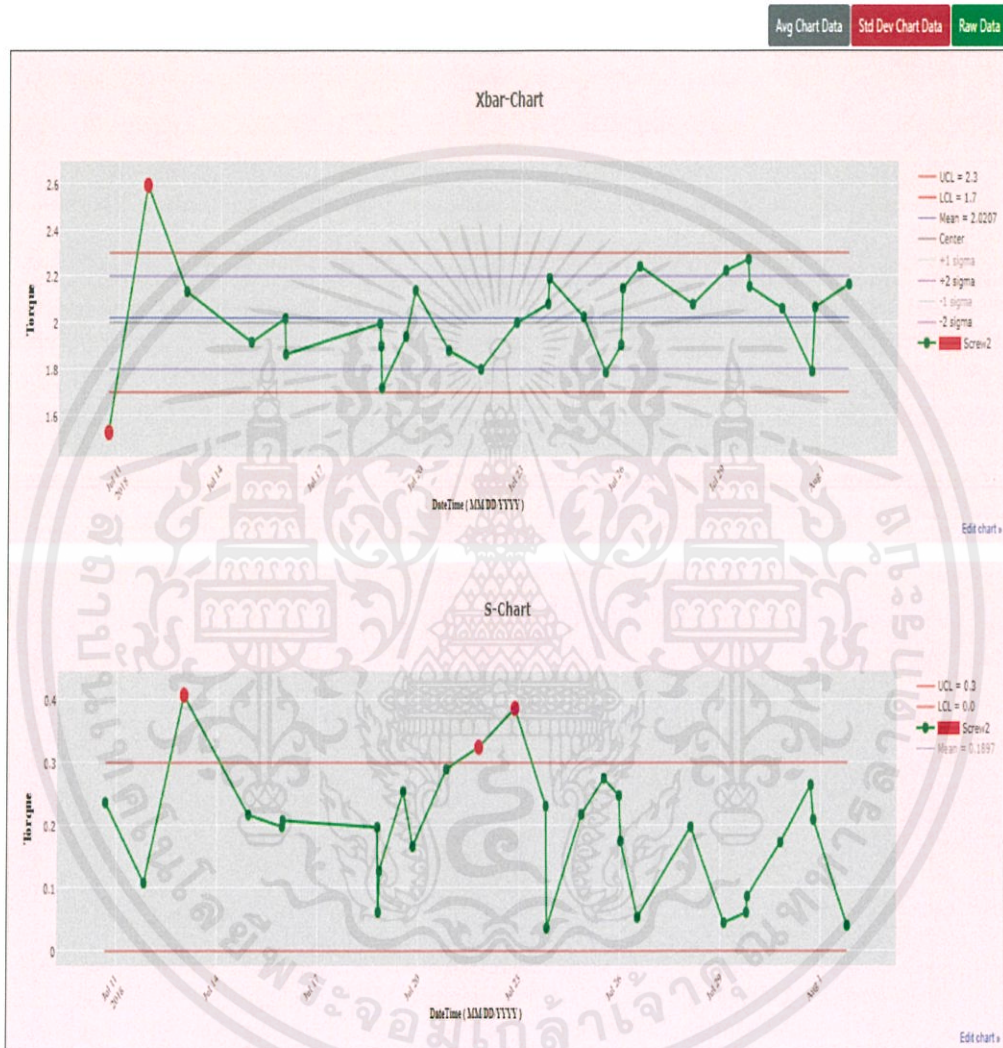
Product

XXX

Line Number : all...



รูปที่ 1 กราฟ SPC ของสกรูตำแหน่ง AAA Screw 1 (นามสมมติ) จากผลิตภัณฑ์ XXX ของงานทุกประเภท จากวันที่ 1 กรกฎาคม ค.ศ. 2018 ถึง วันที่ 1 สิงหาคม ค.ศ. 2018 จากระบบพล็อตกราฟ SPC



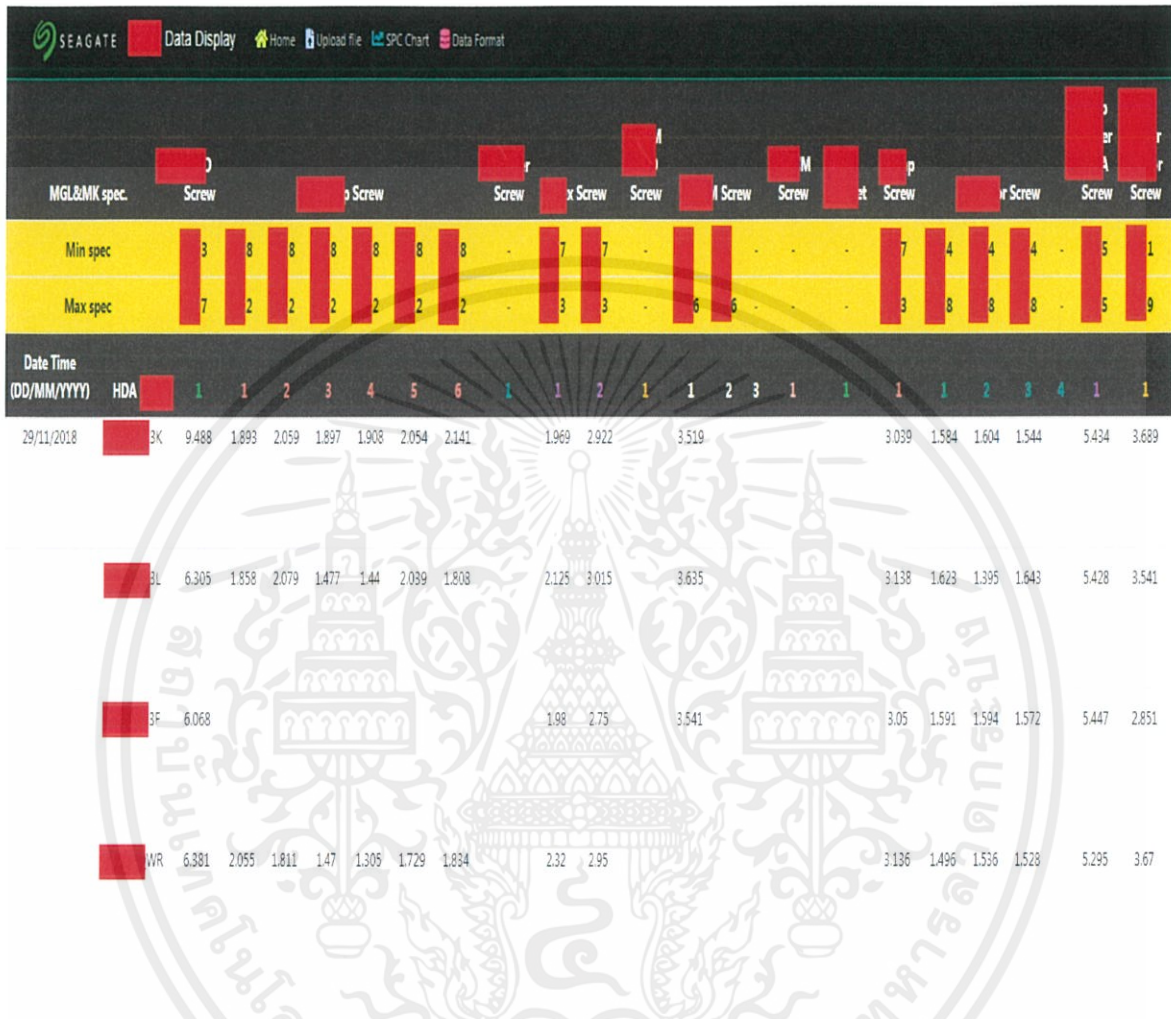
รูปที่ 2 กราฟ SPC ของสกรูตำแหน่ง BBB Screw 2 (นามสมมติ) จากผลิตภัณฑ์ XXX ของงานทุกประเภท จากวันที่ 1 กรกฎาคม ค.ศ. 2018 ถึง วันที่ 1 สิงหาคม ค.ศ. 2018 จากระบบพล็อตกราฟ SPC

A	B	C	D	E	F
1	DateTime	HDA	Screw Location	Torque	Line
2	0 2018-07-09 23:53:06	Q	Screw 1	1.3612	9.6
3	1 2018-07-10 16:28:06	Z	Screw 1	1.2524	11.3
4	2 2018-07-11 19:44:06	P	Screw 1	1.4528	11.3
5	3 2018-07-12 23:49:03	L	Screw 1	1.4954	11.3
6	4 2018-07-14 19:23:30	6	Screw 1	1.2796	4.6
7	5 2018-07-14 22:12:14	1	Screw 1	1.477	6.0
8	6 2018-07-15 22:15:58	9	Screw 1	1.4078	6.0
9	7 2018-07-15 22:57:34	K	Screw 1	1.402	6.0
10	8 2018-07-17 23:24:09	3	Screw 1	1.1374	6.0
11	9 2018-07-17 23:58:36	D	Screw 1	0.7596	6.0
12	10 2018-07-18 11:32:39	W	Screw 1	1.0972	9.6
13	11 2018-07-18 19:31:53	M	Screw 1	1.4322	11.8
14	12 2018-07-18 20:16:28	T	Screw 1	1.2836	11.8
15	13 2018-07-19 12:20:02	L	Screw 1	1.4158	9.6
16	14 2018-07-19 19:53:08	Z	Screw 1	1.4246	6.0
17	15 2018-07-20 19:42:44	3	Screw 1	1.3244	11.9
18	16 2018-07-20 20:26:18	D	Screw 1	1.4464	4.6
19	17 2018-07-21 19:14:08	X	Screw 1	1.2838	0.4
20	18 2018-07-22 20:59:42	V	Screw 1	1.3226	0.4
21	19 2018-07-23 19:53:49	L	Screw 1	1.3468	0.4
22	20 2018-07-24 19:52:40	B	Screw 1	1.2518	0.4
23	21 2018-07-25 12:03:46	Y	Screw 1	1.2062	0.4
24	22 2018-07-25 14:44:21	5	Screw 1	1.2344	1.8
25	23 2018-07-25 23:37:04	4	Screw 1	1.4944	6.0
26	24 2018-07-26 00:41:03	4	Screw 1	1.3658	6.0
27	25 2018-07-26 13:00:54	E	Screw 1	1.4182	1.8
28	26 2018-07-26 20:34:19	Q	Screw 1	0.9346	4.6
29	27 2018-07-26 21:41:17	N	Screw 1	1.0614	6.6
30	28 2018-07-28 03:47:46	1	Screw 1	1.1004	2.6
31	29 2018-07-28 04:12:12	S	Screw 1	0.8912	6.0
32	30 2018-07-29 02:26:09	H	Screw 1	1.0406	6.0
33	31 2018-07-29 02:48:09	P	Screw 1	1.3194	1.8
34	32 2018-07-29 19:16:53	C	Screw 1	1.3842	4.2
35	33 2018-07-30 15:47:13	5	Screw 1	1.2148	6.0
36	34 2018-07-30 19:07:17	F	Screw 1	1.2248	1.1
37	35 2018-07-31 16:52:06	V	Screw 1	1.3016	6.0
38	36 2018-07-31 18:48:54	D	Screw 1	1.165	1.1
39	37 2018-07-31 19:22:56	E	Screw 1	1.4372	6.0
40	38 2018-08-01 19:21:44	F	Screw 1	1.2766	6.0

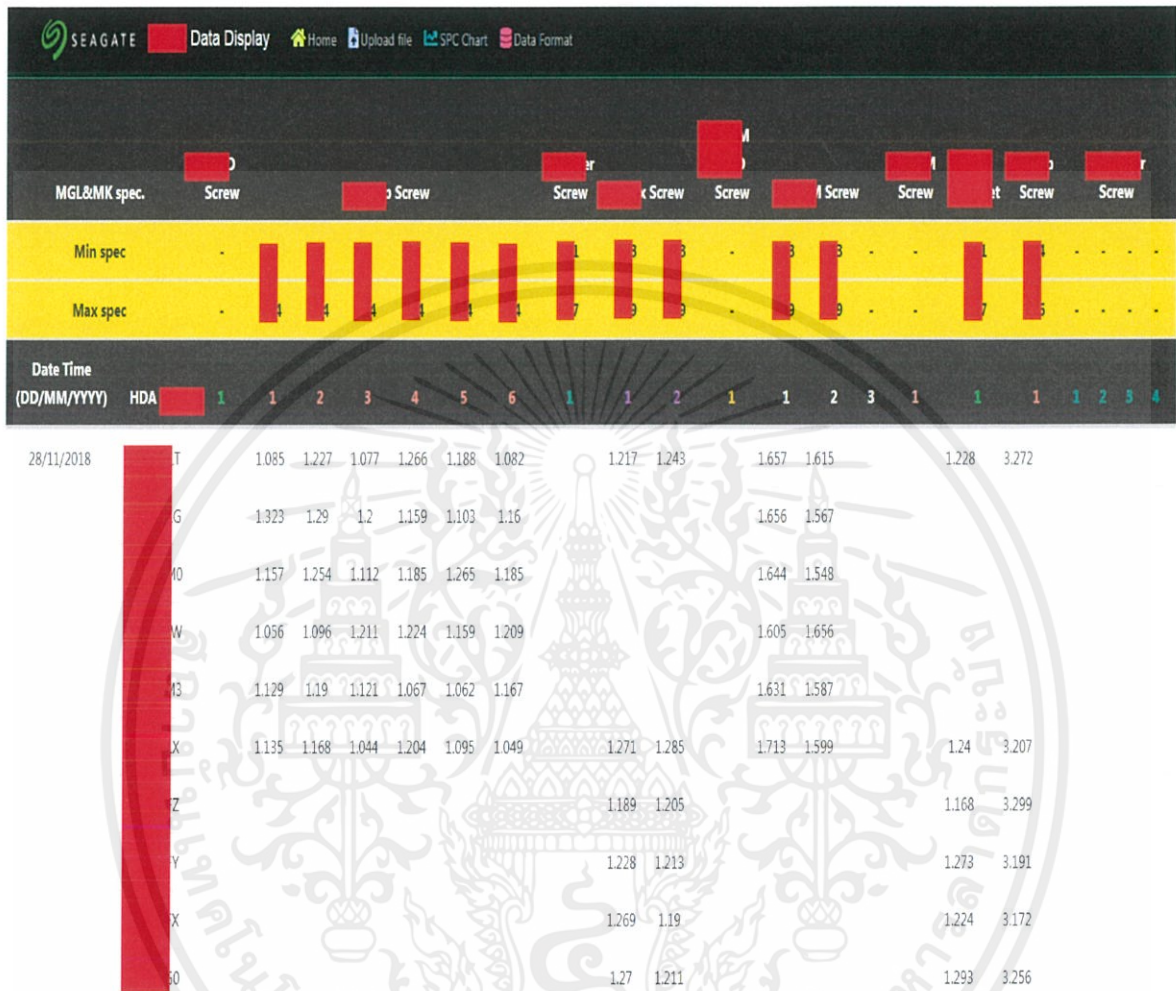
รูปที่ 3 ข้อมูลกราฟค่าเฉลี่ย (Mean chart data) สกรูตำแหน่ง AAA Screw 1 จากผลิตภัณฑ์ XXX ของงานทุกประเภท จากวันที่ 1 กรกฎาคม ค.ศ. 2018 ถึง วันที่ 1 สิงหาคม ค.ศ. 2018 จากระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์

1	A	B	C	D	E	F
		<u>DateTime</u>	HDA	Screw Location	Torque	Line
2		0 2018-07-09 22:28:23	Q.	Screw 1	1.109	19
3	1	2018-07-09 22:36:16	P.	Screw 1	1.422	19
4	2	2018-07-09 22:43:14	9.	Screw 1	1.409	19
5	3	2018-07-09 23:45:45	0.	Screw 1	1.446	19
6	4	2018-07-09 23:53:06	.	Screw 1	1.42	19
7	5	2018-07-10 00:00:19	Z.	Screw 1	1.522	19
8	6	2018-07-10 16:10:38	7	Screw 1	1.297	M
9	7	2018-07-10 16:15:46	2	Screw 1	1.168	M
10	8	2018-07-10 16:22:52	5	Screw 1	1.088	M
11	9	2018-07-10 16:28:06	0	Screw 1	1.187	M
12	10	2018-07-10 16:33:14	1	Screw 1	1.165	M
13	11	2018-07-10 16:38:48	X	Screw 1	1.125	M
14	12	2018-07-11 19:31:12	Q	Screw 1	2.084	4
15	13	2018-07-11 19:37:14	L	Screw 1	1.567	4
16	14	2018-07-11 19:44:06	N	Screw 1	1.323	4
17	15	2018-07-11 19:50:05	L	Screw 1	1.994	4
18	16	2018-07-11 19:56:24	V	Screw 1	1.484	4
19	17	2018-07-11 20:04:03	V	Screw 1	1.498	4
20	18	2018-07-12 23:42:46	2	Screw 1	1.296	4
21	19	2018-07-12 23:49:03	7	Screw 1	1.205	4
22	20	2018-07-12 23:55:20	6	Screw 1	1.341	4
23	21	2018-07-13 00:01:38	VSQ	Screw 1	1.227	4
24	22	2018-07-13 00:07:51	VSX	Screw 1	1.141	4
25	23	2018-07-13 00:13:37	VSX	Screw 1	1.39	4
26	24	2018-07-14 19:23:30	Z	Screw 1	1.299	4
27	25	2018-07-14 19:29:44	L	Screw 1	1.447	4
28	26	2018-07-14 19:35:53	B	Screw 1	1.375	4
29	27	2018-07-14 22:01:22	K	Screw 1	1.394	4
30	28	2018-07-14 22:07:17	5	Screw 1	1.622	4
31	29	2018-07-14 22:12:14	B	Screw 1	1.547	4
32	30	2018-07-14 22:16:50	9	Screw 1	1.365	4
33	31	2018-07-14 22:21:49	A	Screw 1	1.363	4
34	32	2018-07-14 22:26:26	C	Screw 1	1.447	4
35	33	2018-07-14 22:31:02	B	Screw 1	1.494	4
36	34	2018-07-15 22:15:58	M	Screw 1	1.37	5

รูปที่ 4 ข้อมูลที่ยังไม่ผ่านการคำนวณของสกรูตำแหน่ง AAA Screw 1 จากผลิตภัณฑ์ XXX  
 ของงานทุกประเภท จากวันที่ 1 กรกฎาคม ค.ศ. 2018 ถึง วันที่ 1 สิงหาคม ค.ศ. 2018  
 จากระบบตรวจสอบข้อมูลแรงบิดสกรูบนฮาร์ดดิสก์



รูปที่ 5 ข้อมูลแรงบิดสกรูบนชาร์ตติสก์ของผลิตภัณฑ์ ZZZ ที่มาจากสายการผลิตที่ XX1 ในวันที่ 29 พฤศจิกายน ค.ศ. 2018



รูปที่ 6 ข้อมูลแรงบิดสกรูของผลิตภัณฑ์ YYY ที่มาจากสายการผลิตที่ XX8  
ในวันที่ 28 พฤศจิกายน ค.ศ. 2018