ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์

ผลกระทบทางเศรษฐกิจของการพัฒนาระบบมาตรวิทยา

เสนอต่อ

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

โดย

สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

พฤษภาคม 2544

RES 38 ส9 สพช10674
B6150010541

NIMT

ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์

ผลกระทบทางเศรษฐกิจของการพัฒนาระบบมาตรวิทยา

เสนอต่อ

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

RES 38 ส9 สพธ10674
B6150010541

โดย

สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

RES 38 ส9
สพธ10674
9 ก.ย 45

พฤษภาคม 2544

NIMT

คณะนักวิจัย

ดร. สมเกียรติ ตั้งกิจวานิชย์	หัวหน้าโครงการ
คุณ วีระชาติ กิเลนทอง	นักวิจัย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติที่ให้การสนับสนุนการวิจัย และขอขอบคุณเป็นพิเศษต่อ คุณประยูร เชี่ยววัฒนา ผู้อำนวยการ และ ร.อ. บรรจบ สุขทัต รองผู้อำนวยการสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ ซึ่งกรุณาให้ข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในการวิจัย

ในการนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้จัดการฝ่ายแผนวิสาหกิจ ผู้จัดการฝ่ายบริหาร ทีมวิจัยข้อมูลอุตสาหกรรม และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการสอบเทียบของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ ที่กรุณาให้ความร่วมมือการประสานงาน และการสนับสนุนข้อมูลจากรายงาน "ผลการสำรวจความต้องการสอบเทียบเครื่องมือวัดและสาขาเครื่องมือวัดที่มีใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม" ที่ฝ่ายแผนวิสาหกิจได้จัดทำขึ้น ซึ่งคณะวิจัยได้อ้างอิงข้อมูลดังกล่าว เพื่อประมาณการมูลค่าการส่งเครื่องมือไปสอบเทียบในต่างประเทศในแต่ละอุตสาหกรรม

นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้บริหารโรงงานและสถานประกอบการทุกแห่งที่ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดทำกรณีศึกษา ซึ่งด้วยสาเหตุของการปกป้องความลับทางข้อมูล ทำให้ไม่สามารถจะเอ่ยนามได้ ณ ที่นี้

คณะนักวิจัยโครงการ
สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

บทคัดย่อสำหรับผู้บริหาร
(Executive Summary)

ความสำเร็จของประเทศไทยในการส่งออกสินค้าไปยังตลาดโลกขึ้นอยู่กับการเข้าสู่มาตรฐานสากลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะระบบมาตรฐาน ISO 9000 ระบบมาตรฐาน ISO 14000 ระบบมาตรฐาน QS 9000 และระบบมาตรฐาน HACCP อย่างไรก็ตามในปัจจุบันผู้ประกอบการไทยได้เข้าสู่ระบบมาตรฐานที่สำคัญบางระบบโดยเฉพาะระบบมาตรฐาน ISO 9000 ช้ากว่าประเทศคู่แข่งในเอเชีย การเข้าสู่ระบบมาตรฐาน ISO 9000 จึงเป็นภารกิจที่มีความสำคัญเร่งด่วนสำหรับธุรกิจไทยในการพัฒนาความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศ การคาดการเบื้องต้นพบว่ามีความเป็นไปได้สูง ที่ผู้ประกอบการไทยที่เกี่ยวข้องกับการส่งออกจะเข้าสู่ระบบมาตรฐานดังกล่าวทั้งหมดในระหว่างปี พ.ศ. 2549-2553 ระบบมาตรวิทยาทั้งในระดับชาติและในระดับห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐานจะเป็นปัจจัยเกื้อหนุนที่ช่วยให้ธุรกิจของไทยสามารถเข้าสู่ระบบมาตรฐานดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในทางตรงกันข้ามหากระบบมาตรวิทยาของประเทศไทยเป็นระบบที่ไม่ได้มาตรฐานหรือไม่สามารถให้บริการได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการแล้ว ระบบมาตรวิทยาก็จะกลายเป็นภาระแก่ธุรกิจไทยในการเข้าสู่มาตรฐานสากล การศึกษาผลกระทบในเชิงเศรษฐกิจของระบบมาตรวิทยาจากการสำรวจโรงงานอุตสาหกรรมชี้อย่างชัดเจนว่า ระบบมาตรวิทยาที่ไม่ได้มาตรฐาน เช่น การขาดการสอบเทียบเครื่องมือวัดบางชนิดที่มีความสำคัญต่อการผลิต การขาดความเข้าใจในการเลือกและการใช้เครื่องมือวัด การขาดห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายในโรงงาน การลงทุนในเครื่องมือวัดบางประเภทเกินความจำเป็น และความล่าช้าของบริการสอบเทียบของห้องปฏิบัติการ ได้สร้างต้นทุนส่วนเพิ่มให้แก่ธุรกิจในรูปแบบต่าง ๆ ต้นทุนดังกล่าวได้แก่ การสิ้นเปลืองวัตถุและพลังงาน การผลิตสินค้าที่มีคุณภาพไม่ได้ตามมาตรฐาน การหยุดชะงักในกระบวนการผลิต และการลงทุนซ้ำซ้อนในด้านเครื่องมือวัด ในหลายกรณีต้นทุนดังกล่าวมีมูลค่าสูงมาก โดยอาจสูงถึงหลายล้านบาทต่อปี

การประมาณการมูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศยังชี้ให้เห็นด้วยว่า หากขีดความสามารถของระบบมาตรวิทยาของประเทศไทยขยายตัวในอัตราร้อยละ 4 ต่อปีเท่ากับการขยายตัวของการส่งออก โรงงานอุตสาหกรรมเฉพาะใน 2 สาขาซึ่งใช้ระบบมาตรวิทยามากที่สุดคือ อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนก็จะมีต้นทุนในการส่งเครื่องมือวัดไปยังต่างประเทศสูงถึง 131-305 ล้านบาทต่อปี ในปี 2549 อย่างไรก็ตามหากขีดความสามารถของระบบมาตรวิทยาหยุดนิ่งอยู่ในระดับปัจจุบัน ต้นทุนในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบในต่างประเทศของทั้งสองอุตสาหกรรมจะสูงขึ้นเป็น 175-411 ล้านบาทต่อปี ในปีเดียวกันการเร่งพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐานและมีห้องปฏิบัติการสอบเทียบเพียงพอกับความต้องการของอุตสาหกรรมจึงเป็นภารกิจที่มีความสำคัญเร่งด่วนเป็นอย่างยิ่ง

จากการศึกษาครั้งนี้ คณะผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะทางนโยบายในการพัฒนาระบบมาตรวิทยาทั้ง 3 ส่วนดังต่อไปนี้

- การพัฒนาระบบมาตรวิทยาแห่งชาติ โดยเฉพาะการพัฒนาระบบมาตรวิทยาในสาขาที่มีความสำคัญเร่งด่วน 4 ด้านคือ การวัดความชื้น การวัดความหวาน การวัดความซาบซึมได้ และการวัดอัตราการไหลของของเหลว
- การส่งเสริมให้เกิดห้องปฏิบัติการสอบเทียบโดยการให้คำปรึกษาแก่ผู้ประกอบการที่สนใจ และใช้มาตรการส่งเสริมการลงทุนหรือการลดหย่อนภาษี โดยถือว่าการลงทุนจัดตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยและพัฒนา
- การจัดตั้งห้องปฏิบัติการภายในโรงงานและสถานประกอบการ โดยการให้คำแนะนำในการจัดทำแผนการลงทุนตั้งห้องปฏิบัติการ การฝึกอบรมบุคลากร และการให้ข้อมูลห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการศึกษาผลกระทบทางเศรษฐกิจของการพัฒนาระบบมาตรวิทยา

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ i

บทคัดย่อสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary) ii

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเบื้องต้น 1

1.2 เนื้อหาของการวิจัย 2

1.3 โครงสร้างของรายงานการวิจัย 3

บทที่ 2 ความสำคัญของมาตรวิทยาต่อการค้าระหว่างประเทศของไทย 5

2.1 มาตรฐานกับการกีดกันทางการค้า 5

2.2 ความสำคัญของมาตรวิทยาต่อมาตรฐาน 6

2.3 มาตรวิทยากับความสามารถในการแข่งขันของธุรกิจไทย 9

บทที่ 3 ผลกระทบทางเศรษฐกิจของระบบมาตรวิทยาจากกรณีศึกษา 15

3.1 ผลกระทบทางเศรษฐกิจของระบบมาตรวิทยา 17

3.2 ต้นทุนการพัฒนาระบบมาตรวิทยา 26

3.2.1 ต้นทุนการพัฒนาระบบมาตรวิทยาของภาคเอกชน 26

3.2.2 ต้นทุนการพัฒนาระบบมาตรวิทยาของภาครัฐ 28

3.3 สรุป 29

บทที่ 4 การประมาณการมูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศ 31

4.1 บทนำ 31

4.2 กรณีฐาน: ระบบมาตรวิทยาของประเทศสามารถรองรับการขยายตัวของการส่งออก 33

การส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศเนื่องจากการส่งออกโดยตรง 35

การส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศเนื่องจากการส่งออกทางอ้อม 38

สรุป 43

หน้า

4.3 กรณีเปรียบเทียบ: ระบบมาตรฐานวิทยาของประเทศไม่สามารถรองรับการขยายตัวของการส่งออก 45
4.4 สรุป 48

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะทางนโยบาย 49
5.1 สรุป 49
5.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย 50

เอกสารอ้างอิง 52

ภาคผนวก ก: กรณีศึกษาบริษัทส่งออกข้าว
ภาคผนวก ข: กรณีศึกษาผู้ส่งออกกุ้งแช่เย็นและแช่แข็ง
ภาคผนวก ค: กรณีศึกษาบริษัทผลไม้และน้ำผลไม้กระป๋อง
ภาคผนวก ง: กรณีศึกษาบริษัทเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์
ภาคผนวก จ: กรณีศึกษาบริษัทผลิตยานยนต์และชิ้นส่วน
ภาคผนวก ฉ: กรณีศึกษาบริษัทผู้ประกอบยานยนต์
ภาคผนวก ช: กรณีศึกษาบริษัทผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์
ภาคผนวก ซ: กรณีศึกษาบริษัทผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า
ภาคผนวก ฌ: กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมเหล็ก
ภาคผนวก ญ: กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมหล่อโลหะ

สารบัญภาพและตาราง

หน้า

ภาพที่ 2.1 จำนวนบริษัทที่ได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 14000 13
ภาพที่ 2.2 จำนวนบริษัทที่ได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9000 14
ภาพที่ 4.1 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการส่งออก ของอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน และอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (ตัวเลขที่แสดงเป็นมูลค่าล้านบาทของการส่งออกทางอ้อมในปี 2549) 44

ตารางที่ 2.1 มาตรการทางการค้าที่มิใช่ภาษีต่อสินค้าไทยของประเทศต่าง ๆ 11
ตารางที่ 3.1 รายละเอียดกรณีศึกษาทั้ง 10 กรณี 16
ตารางที่ 3.2 ปัญหาของระบบมาตรวิทยาในประเทศไทยที่พบในกรณีศึกษา 21
ตารางที่ 3.3 การประมาณการผลกระทบทางเศรษฐกิจในเชิงปริมาณที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ของระบบมาตรวิทยา 24
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลการสำรวจของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ 32
ตารางที่ 4.2 ค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศในแต่ละอุตสาหกรรม 33
ตารางที่ 4.3 สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศต่อมูลค่า การส่งออกในแต่ละอุตสาหกรรม 35
ตารางที่ 4.4 มูลค่าการส่งออกสินค้าในช่วงปี 2549 ถึง 2553 36
ตารางที่ 4.5 การประมาณการมูลค่าการส่งออกเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศ เนื่องจากการส่งออกทางตรง สำหรับกรณีฐาน 37
ตารางที่ 4.6 การปรับมูลค่าวัตถุดิบในการผลิตผลผลิตรวมภายในประเทศในปีเป็นมูลค่า การส่งออกทางอ้อมในปี 2542 40
ตารางที่ 4.7 การส่งออกทางอ้อมของอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนและอุตสาหกรรม ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในปี 2542 41
ตารางที่ 4.8 การส่งออกทางอ้อมของอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนและอุตสาหกรรม ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในช่วงปี 2542 ถึง 2553 41
ตารางที่ 4.9 มูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศเนื่องจากการส่งออก ทางอ้อมในช่วงปี 2549 – 2553 (กรณีอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน) 42
ตารางที่ 4.10 มูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศเนื่องจากการส่งออก ทางอ้อมในช่วงปี 2549 – 2553 (กรณีอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์) 42

หน้า

ตารางที่ 4.11 การประมาณการมูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศ
สำหรับกรณีฐาน 43
ตารางที่ 4.12 สัดส่วนที่ใช้ในการคำนวณ 47
ตารางที่ 4.13 มูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศในกรณีฐาน (M_{growth})
และกรณีเปรียบเทียบ (M_{zero}) 47

บทที่ 1 บทนำ

เจ้าอย่ากระทำผิดในการพิพากษา ในการวัดยาว ในการชั่งน้ำหนัก หรือนับจำนวน
(เลวีนิติ 19:35)
เจ้าจงใช้ตาชั่งเที่ยงตรง ลูกตุ้มเที่ยงตรง เอฟาห์เที่ยงตรง และชิ้นเที่ยงตรง
(เลวีนิติ 19:36)
พระคริสตธรรมคัมภีร์ ภาคพันธสัญญาเดิม ฉบับภาษาไทย ค.ศ. 1971

1.1 ความเบื้องต้น

มาตรวิทยา (metrology) และการชั่งตวงวัดเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญเป็นอย่างสูงต่อระบบเศรษฐกิจ อุตสาหกรรมและการพาณิชย์ของประเทศ เนื่องจากมาตรวิทยาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและการประกอบธุรกิจโดยทั่วไปในแทบทุกด้าน เช่น

- ผู้บริโภคจะสนใจว่าสินค้าอุปโภคบริโภคที่ตนซื้อจากพ่อค้าคนกลาง เช่น สินค้าบรรจุหีบห่อหรือแก๊สหุงต้มนั้นมีน้ำหนักหรือปริมาณตรงกับที่ระบุไว้หรือไม่
- ผู้โดยสารรถแท็กซี่จะสนใจเรื่องความถูกต้องของมิเตอร์บอกราคา เจ้าของรถยนต์จะสนใจความถูกต้องของปริมาณน้ำมันที่เติมจากสถานีบริการน้ำมัน
- ประชาชนทั่วไปจะสนใจความถูกต้องของค่าไฟฟ้า น้ำประปาและโทรศัพท์
- ผู้ผลิตสินค้าจะสนใจความถูกต้องแม่นยำในการผลิตสินค้าให้ได้ขนาดตามความต้องการของผู้สั่งซื้อสินค้าหรือตามที่กำหนดในมาตรฐานอุตสาหกรรม
- นักวิทยาศาสตร์ตลอดจนนักสำรวจรังวัดที่ดินจะสนใจความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือชั่งตวงวัดของตน เป็นต้น

ในด้านเศรษฐกิจระบบมาตรวิทยาที่มีความถูกต้องแม่นยำและความน่าเชื่อถือสูงจะช่วยให้การผลิตและการพาณิชย์มีประสิทธิภาพสูงและมีต้นทุนทางธุรกรรม (transaction cost) ต่ำ ระบบมาตรวิทยายังเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในการกำหนดความสามารถในการแข่งขันของธุรกิจดังจะเห็นได้จากการที่ธุรกิจซึ่งจะได้รับการรับรองมาตรฐานตามระบบมาตรฐาน ISO 9000 จะต้องมีระบบมาตรวิทยาที่มีความถูกต้องแม่นยำอย่างน้อยตามเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด ซึ่งทำให้ระบบมาตรวิทยามีความสำคัญต่อการส่งออกเป็นอย่างยิ่ง

มาตรวิทยายังเกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ ตลอดจนการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต การขาดระบบมาตรวิทยาที่ถูกต้องแม่นยำจึงทำให้ธุรกิจของประเทศไทยไม่สามารถพัฒนาความสามารถในการแข่งขันได้เท่าที่ควร และทำให้เกิดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศจากการที่ธุรกิจต้องส่งเครื่องมือวัดต่างๆ ไปสอบเทียบในต่างประเทศอีกด้วย

อย่างไรก็ตามแม้ว่าระบบมาตรวิทยาจะมีความสำคัญต่อการสร้างความสามารถในการแข่งขันของภาคเอกชนไทยและมีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงดังที่กล่าวมาแล้วก็ตาม ลำพังการลงทุนในการพัฒนาระบบมาตรวิทยาโดยภาคเอกชนก็มีแนวโน้มที่ต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม (optimal level) เนื่องปัญหาความล้มเหลวของตลาด (market failure) ที่อาจเกิดจากสาเหตุหลายประการอาทิ การไม่ทราบผลตอบแทนของการพัฒนาระบบการวัดในระดับโรงงาน หรือการที่ตลาดของระบบมาตรวิทยาบางส่วนโดยเฉพาะระบบมาตรวิทยาแห่งชาติมีลักษณะเป็นตลาดของสินค้าสาธารณะ (public good) เช่นเดียวกับตลาดของโครงสร้างพื้นฐานอื่นๆ ภาครัฐจึงมีความจำเป็นที่ต้องมีบทบาทในการลงทุนเพื่อพัฒนาระบบดังกล่าวด้วย

ปัญหาก็คือรัฐเองก็อาจขาดข้อมูลเกี่ยวกับผลตอบแทนที่จะเกิดขึ้นจากการลงทุนในการพัฒนาระบบมาตรวิทยาแห่งชาติ เนื่องจากผลตอบแทนดังกล่าวส่วนใหญ่จะตกอยู่กับภาคเอกชน โดยรัฐจะทราบสารสนเทศดังกล่าวได้ก็จากการศึกษาอย่างเป็นระบบเท่านั้น การศึกษาผลกระทบทางเศรษฐกิจของระบบมาตรวิทยาซึ่งช่วยชี้ให้เห็นถึงต้นทุนและประโยชน์ที่ได้จากการพัฒนาระบบดังกล่าวจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะจะช่วยให้ภาครัฐและธุรกิจ เอกชนสามารถตัดสินใจลงทุนในการพัฒนาระบบมาตรวิทยาได้อย่างคุ้มค่ามากยิ่งขึ้น

1.2 เนื้อหาของการวิจัย

ผลกระทบทางเศรษฐกิจในการพัฒนาระบบมาตรวิทยามีทั้งผลกระทบที่เป็นต้นทุน (cost) ในการลงทุนเพื่อพัฒนาระบบมาตรวิทยาและประโยชน์ที่ได้รับ (benefit) จากการลงทุนดังกล่าว ผลกระทบเหล่านี้ยังสามารถแบ่งออกได้เป็นผลกระทบต่อเอกชน (private cost/benefit) และผลกระทบต่อสาธารณะ (public cost/benefit)

ผลกระทบดังกล่าวบางส่วนเป็นผลกระทบซึ่งสามารถตรวจวัดเชิงปริมาณได้ และอีกส่วนหนึ่งเป็นผลกระทบเชิงคุณภาพ ในการศึกษานี้คณะผู้วิจัยจะให้ความสำคัญต่อการศึกษาผลกระทบที่สามารถแปลงเป็นค่าเชิงปริมาณได้ (quantifiable) เป็นหลัก โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ประเด็นคือ หนึ่ง การจัดทำกรณีศึกษา (case study) เพื่อศึกษาถึงต้นทุนและประโยชน์ในการพัฒนาระบบมาตรวิทยาในอุตสาหกรรมสาขาต่าง ๆ 5 สาขา ซึ่งล้วนเป็นอุตสาหกรรมส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย และ สอง การศึกษาต้นทุนและประโยชน์ในการพัฒนาระบบมาตรวิทยาโดยรวมเพื่อลดการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบในต่างประเทศในอุตสาหกรรมสาขาที่มีการใช้เครื่องมือวัดมาก

1. การจัดทำกรณีศึกษาการพัฒนาระบบมาตรวิทยาใน 5 อุตสาหกรรม

ในการศึกษานี้ คณะผู้วิจัยจะศึกษากรณีศึกษา 10 กรณี โดยกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาจะคัดเลือกจากอุตสาหกรรม 5 สาขา สาขาละ 2 กรณีศึกษา โดยแต่ละสาขามีแนวโน้มจะใช้เครื่องมือวัดในลักษณะและระดับที่แตกต่างกันดังต่อไปนี้

1. ภาคการเกษตร
2. อุตสาหกรรมอาหารแปรรูป
3. อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนประกอบรถยนต์
4. อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์
5. อุตสาหกรรมอื่นๆ

2. การศึกษาต้นทุนจากการลดการส่งเครื่องมือออกไปสอบเทียบยังต่างประเทศ

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติเคยสำรวจความต้องการบริการสอบเทียบเครื่องมือวัดในภาคอุตสาหกรรมเมื่อปี 2542 โดยมีกลุ่มตัวอย่างในการสำรวจคือโรงงานที่ได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO การศึกษาดังกล่าวชี้ว่ามีโรงงานหลายแห่งต้องส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบในต่างประเทศ เนื่องจากไม่สามารถสอบเทียบได้ในประเทศไทย ซึ่งทำให้เกิดความสูญเสียเงินตราต่างประเทศ ตลอดจนสูญเสียค่าส่งและเวลาของผู้ประกอบการ อย่างไรก็ตามการสำรวจดังกล่าวเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลในระดับโรงงานแต่ละแห่งเท่านั้น โดยยังไม่ได้มีการประมาณการความสูญเสียดังกล่าวในระดับอุตสาหกรรม

ในการศึกษาครั้งนี้คณะผู้วิจัยจะประมาณการความสูญเสียดังกล่าวในระดับอุตสาหกรรมโดยจะเลือกศึกษาเฉพาะอุตสาหกรรมสำคัญที่มีการส่งเครื่องมือออกไปสอบเทียบยังต่างประเทศมาก 2 อุตสาหกรรมคือ อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน

1.3 โครงสร้างของรายงานการวิจัย

รายงานนี้ประกอบด้วยบทต่างๆ 5 บทและภาคผนวก 1 บท บทที่ 2 จะกล่าวถึงความสำคัญของระบบมาตรวิทยาต่อการค้าระหว่างประเทศของไทย บทที่ 3 จะวิเคราะห์ถึงผลกระทบทางเศรษฐกิจของระบบมาตรวิทยาจากการสำรวจโรงงานอุตสาหกรรมในกรณีศึกษา 10 แห่ง บทที่ 4 จะประมาณการมูลค่าการส่งออกเครื่องมือวัดไปยังต่างประเทศ เมื่อโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับส่งออกทุกแห่งเข้าสู่ระบบมาตรฐาน ISO 9000 ในบทที่ 5 ซึ่งเป็นบทสุดท้าย คณะผู้วิจัยจะสรุปภาพรวมของผลการวิจัยและจะนำเสนอข้อเสนอแนะทางนโยบายเพื่อพัฒนาระบบมาตรวิทยาในประเทศไทย ภาคผนวกของรายงานฉบับนี้จะนำเสนอการประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจของระบบมาตรวิทยาของโรงงานอุตสาหกรรมในกรณีศึกษาแต่ละกรณีในรายละเอียด

บทที่ 2 ความสำคัญของมาตรวิทยาต่อการค้าระหว่างประเทศของไทย

ในบทนี้คณะผู้วิจัยจะกล่าวถึงความสำคัญของระบบมาตรวิทยาต่อการค้าระหว่างประเทศของไทย

2.1 มาตรฐานกับการกีดกันทางการค้า

ภายหลังการจัดตั้งองค์การการค้าโลก (WTO) เมื่อปี 2537 แนวโน้มของการกีดกันทางการค้าระหว่างประเทศได้เปลี่ยนรูปแบบจากการกีดกันทางการค้าด้วยกำแพงภาษี (tariff) และการอุดหนุนการส่งออก (export subsidy) มาเป็นการใช้มาตรการกีดกันทางการค้าที่ไม่ใช่ภาษีศุลกากร (Non-tariff Measure หรือ NTM) มากขึ้น นอกจากการจำกัดโควต้าการนำเข้าสินค้า (quota restriction) และการตอบโต้การทุ่มตลาด (anti-dumping) แล้ว มาตรการกีดกันทางการค้าที่ไม่ใช่ภาษีศุลกากรที่แพร่หลายมากที่สุดอีกรูปแบบหนึ่งก็คือ การกำหนดมาตรฐานด้านเทคนิคหรือด้านสุขอนามัยที่เข้มงวดมากขึ้น

สินค้าไทยหลายชนิดได้รับผลกระทบจากการกีดกันทางการค้าดังกล่าว ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างของการกีดกันทางการค้าของประเทศต่างๆ ต่อสินค้าไทยโดยอ้างเหตุผลด้านมาตรฐานทางเทคนิคและมาตรฐานด้านสุขอนามัย จากตารางจะเห็นได้ว่า ผลิตภัณฑ์อาหารและสินค้าเกษตรของไทยหลายรายการไม่ว่าจะเป็นอาหารแช่แข็ง อาหารกระป๋อง ผักและผลไม้สด ถูกกีดกันทางการค้าจากประเทศต่างๆ โดยอ้างมาตรฐานด้านสุขอนามัย นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปบางรายการยังถูกกีดกันทางการค้าโดยอ้างมาตรฐานทางเทคนิคอีกด้วย

เพื่อป้องกันการใช้มาตรฐานด้านเทคนิคและมาตรฐานด้านสุขอนามัยเพื่อกีดกันทางการค้า ที่ประชุมพหุภาคีรอบอุรุกวัยเพื่อจัดตั้งองค์การการค้าโลกได้มีความตกลงที่สำคัญ 2 ความตกลงคือ ความตกลงว่าด้วยอุปสรรคทางด้านเทคนิค (Agreement on Technical Barrier to Trade หรือ TBT) และความตกลงว่าด้วยมาตรการด้านสุขอนามัย (Agreement on the application of Sanitary and Phytosanitary Measures หรือ SPS) สาระสำคัญของความตกลงแรกคือการยินยอมให้ประเทศสมาชิกสามารถกำหนดมาตรฐานหรือข้อกำหนดซึ่งวางอยู่บนรากฐานของคุณลักษณะ (performance) ของผลิตภัณฑ์ได้ตราบเท่าไม่เป็นอุปสรรคที่ไม่จำเป็นต่อการค้าระหว่างประเทศ ส่วนสาระสำคัญของความตกลงที่สองคือการยินยอมให้ประเทศสมาชิกสามารถกำหนดมาตรฐานด้านสุขอนามัยของตนขึ้นได้ เฉพาะในกรณีที่มีผลการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลางรองรับ เพื่อป้องกันการกำหนดมาตรฐานต่างๆ ในลักษณะที่ไม่สมเหตุผล องค์การการค้าโลกจึงส่งเสริมให้ประเทศสมาชิกกำหนดมาตรฐานด้านเทคนิคและด้านสุขอนามัยขึ้นโดยอ้างอิงกับมาตรฐานสากลเช่น มาตรฐาน ISO/IEC และ HACCP เป็นต้น มาตรฐานดังกล่าวรวมถึงมาตรฐานของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด และมาตรฐานในการทำงานซึ่งเรียกกันว่าระบบมาตรฐาน

2.2 ความสำคัญของมาตรวิทยาต่อมาตรฐาน

ตัวอย่างของมาตรฐานสากลที่มีความสำคัญต่อประเทศไทยในระดับสูงได้แก่ ระบบมาตรฐาน ISO 9000 ระบบมาตรฐาน QS 9000 ระบบมาตรฐาน ISO 14000 และระบบมาตรฐาน HACCP ระบบมาตรฐานเหล่านี้แตกต่างจากมาตรฐานของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด เนื่องจากครอบคลุมถึงระบบการดำเนินงานขององค์กรในทุกขั้นตอน

ระบบมาตรฐาน ISO 9000

ระบบมาตรฐาน ISO 9000 เป็นระบบมาตรฐานด้านคุณภาพซึ่งเริ่มใช้อย่างแพร่หลายในประชาคมยุโรปมาตั้งแต่ปี 2530 ระบบมาตรฐานดังกล่าวสามารถนำไปใช้ได้กับกิจกรรมทุกประเภท ทั้งด้านอุตสาหกรรม พาณิชยกรรม ตลอดจนธุรกิจบริการทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ระบบมาตรฐานดังกล่าวจะระบุถึงหน้าที่ วิธีการปฏิบัติและหลักเกณฑ์ต่างๆ เพื่อให้มั่นใจได้ว่าผลิตภัณฑ์หรือบริการขององค์กรหนึ่งๆ ได้มาตรฐานและเป็นไปตามความต้องการของลูกค้า ในปัจจุบันระบบมาตรฐานดังกล่าวได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางทั่วโลกโดยเฉพาะในประเทศพัฒนาแล้ว ซึ่งทำให้ผู้ส่งออกสินค้าไปยังประเทศเหล่านั้นจำเป็นต้องเข้าสู่ระบบมาตรฐานดังกล่าว

ระบบมาตรฐาน ISO 9000 (1994) มีความสัมพันธ์กับระบบมาตรวิทยาอย่างใกล้ชิดเนื่องจากข้อกำหนดที่ 4.11 ของมาตรฐานดังกล่าวกำหนดให้ผู้ประกอบการที่จะได้รับการรับรองต้องควบคุม สอบเทียบ และบำรุงรักษาเครื่องวัด และเครื่องทดสอบที่ในกระบวนการผลิตและควบคุมคุณภาพ ในทางปฏิบัติ ผู้ประกอบการจะต้องดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ระบุวิธีวัดที่ใช้ ความแม่นยำที่ต้องการ และเลือกใช้เครื่องวัด และเครื่องทดสอบที่เหมาะสม
2. สอบเทียบและปรับเครื่องวัด เครื่องทดสอบและอุปกรณ์ทั้งหมดซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามช่วงเวลาที่กำหนดหรือก่อนการใช้ โดยเทียบกับเครื่องมือที่ได้รับการรับรองและทราบค่าความสัมพันธ์กับมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับระดับชาติ
3. จดบันทึกวิธีสอบเทียบไว้เป็นเอกสาร รวมทั้งรายละเอียดแบบของเครื่องมือ หมายเลขเครื่อง ที่ตั้ง ความถี่ของการตรวจ วิธีตรวจ เกณฑ์การตรวจรับ และวิธีปฏิบัติ เมื่อผลการสอบเทียบไม่เป็นที่น่าพอใจ
4. ให้ความมั่นใจว่าเครื่องวัดและเครื่องทดสอบอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานและมีความเที่ยงตรง
5. กำหนดตัวบ่งชี้ที่เหมาะสมหรือบันทึกประวัติการสอบเทียบที่ได้รับรองแล้ว เพื่อแสดงสถานะการสอบเทียบของเครื่องวัด และเครื่องทดสอบ
6. เก็บรักษาบันทึกประวัติการสอบเทียบเครื่องวัด และเครื่องทดสอบ
7. ประเมินและบันทึกไว้เป็นหลักฐานเกี่ยวกับความถูกต้องของผลการตรวจและผลการทดสอบครั้งก่อน ๆ เมื่อพบว่าเครื่องมือไม่อยู่ในเกณฑ์ที่สอบเทียบไว้

8. ให้ความมั่นใจว่าสภาวะแวดล้อมที่ใช้เหมาะสมต่อการสอบเทียบ การตรวจ การวัด และการทดสอบ
9. ให้ความมั่นใจว่าการเคลื่อนย้าย การรักษา และการจัดเก็บเครื่องวัด และเครื่องทดสอบ ยังคงไว้ซึ่งความแม่นยำและเหมาะสมกับการใช้งานของเครื่องมือนั้น
10. ป้องกันมิให้การตรวจ การวัดและการทดสอบได้รับผลกระทบจากการปรับใด ๆ ที่จะทำให้การปรับตั้งเสียไป

ระบบมาตรฐาน QS 9000

ระบบมาตรฐาน QS 9000 เป็นระบบคุณภาพที่กลุ่มบริษัทรถยนต์ยักษ์ใหญ่ของสหรัฐสามราย คือฟอร์ด (Ford) เจเนรัล มอเตอรส์ (General Motors) และไครสเลอร์ (Chrysler) ร่วมกันกำหนดขึ้นในปี 2537 โดยได้นำระบบคุณภาพของตนมาผสมผสานกัน เพื่อใช้เป็นมาตรฐานร่วมสำหรับซัพพลายเออร์ของบริษัททั้งสามนอกเหนือไปจากข้อกำหนดเฉพาะของแต่ละบริษัท ระบบดังกล่าวมีเป้าหมายหลักเพื่อลดการสูญเสียในสายการผลิตทุกขั้นตอนในอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน

ล่าสุดได้มีการผสมผสานระหว่างระบบมาตรฐาน ISO 9001:2000 และระบบมาตรฐาน QS 9000 ขึ้นเป็นระบบมาตรฐาน ISO/TS 16949 ซึ่งได้รับการยอมรับกันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนทั้งในสหรัฐอเมริกาและยุโรป

ในทางเทคนิคแล้ว ระบบมาตรฐาน QS 9000 ได้เพิ่มข้อกำหนดในแนวทางปฏิบัติเพื่อควบคุมคุณภาพเพิ่มขึ้นจากระบบมาตรฐาน ISO 9000 หลายประการทั้งในด้านการวางแผน การควบคุมการออกแบบ การควบคุมเอกสาร การจัดซื้อ การควบคุมกระบวนการผลิต การควบคุมกระบวนการทดสอบ การเคลื่อนย้าย การเก็บและการส่งมอบสินค้า

ในด้านมาตรวิทยา ระบบมาตรฐาน QS 9000 กำหนดให้ผู้ประกอบการต้องสอบเทียบ และบันทึกผลการสอบเทียบของเครื่องวัดและเครื่องทดสอบต่างๆ เช่นเดียวกับระบบ ISO 9000 นอกจากนี้ ระบบมาตรฐาน QS 9000 ยังมีข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับมาตรวิทยาที่เข้มงวดกว่าระบบมาตรฐาน ISO 9000 เนื่องจากระบบดังกล่าวเป็นระบบมาตรฐานเฉพาะสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน ซึ่งจำเป็นต้องใช้ระบบมาตรวิทยาที่มีความถูกต้องแม่นยำสูง โดย QS 9000 กำหนดให้เครื่องมือวัดที่ใช้งานจะต้องได้รับการสอบเทียบจากห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง ISO/IEC Guide 25 และต้องมีการวิเคราะห์ระบบการวัด (measurement system analysis) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ผลการตรวจสอบ วัด และระบบของเครื่องมือวัดในเชิงสถิติด้วย

ระบบมาตรฐาน ISO 14000

ระบบมาตรฐาน ISO 14000 เป็นมาตรฐานที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยคณะกรรมการเทคนิคของ ISO เพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการจัดการธุรกิจที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ โดยมุ่งเน้นให้องค์กรมีระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมในการควบคุม และปรับปรุงผลการปฏิบัติงานของกระบวนการ ผลิต

ภัณฑ์และบริการ เพื่อลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมเช่น ผลกระทบที่เป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ผลกระทบต่อสุขอนามัย และผลกระทบต่อนิเวศน์วิทยา นับตั้งแต่ขั้นตอนของการออกแบบ การวิจัยและพัฒนา การผลิต การส่งมอบ การนำไปใช้งาน การนำกลับมาใช้ใหม่ และการกำจัดขั้นสุดท้าย ระบบดังกล่าวได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางไม่น้อยไปกว่าระบบมาตรฐาน ISO 9000 เนื่องจากเกิดความตื่นตัวในด้านการคุ้มครองสิ่งแวดล้อมในประเทศต่างๆ โดยเฉพาะประเทศพัฒนาแล้ว ในปัจจุบันธุรกิจไม่น้อยได้เข้าสู่ระบบดังกล่าวเพื่อป้องกันการถูกกีดกันทางการค้าด้วยเหตุผลด้านสิ่งแวดล้อมและสุขอนามัย

ระบบมาตรฐาน ISO 14000 เกี่ยวข้องกับระบบมาตรวิทยาเนื่องจากการเฝ้าติดตามและการวัดผลการรักษาสิ่งแวดล้อมจำเป็นต้องอาศัยการวัดค่าตัวแปรต่างๆ เช่น อัตราการปล่อยของเสียและสารต่างๆ โดยข้อกำหนดที่ 4.4.1 ของระบบ ISO 14000 กำหนดให้องค์กรที่ต้องการได้รับการรับรองต้องสอบเทียบและรักษาเครื่องมือวัดและเครื่องทดสอบ ตลอดจนให้บันทึกการสอบเทียบและการบำรุงรักษา เพื่อให้มั่นใจได้ว่าค่าที่วัดได้มีความน่าเชื่อถือ

ระบบมาตรฐาน HACCP

ระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม (Hazard Analysis and Critical Control Points หรือ HACCP) เป็นระบบมาตรฐานเพื่อป้องกันอันตรายในอาหารซึ่งกำหนดขึ้นโดย FAO/WHO Codex Alimentarius Commission (CODEX) ระบบมาตรฐานดังกล่าวได้กำหนดแนวทางการควบคุมความปลอดภัยในขั้นตอนที่สำคัญในการจัดหาอาหารเพื่อให้มั่นใจได้ว่า อาหารดังกล่าวปราศจากสิ่งปนเปื้อนทางชีวภาพ สิ่งปนเปื้อนทางเคมี และสิ่งปนเปื้อนทางกายภาพ

เมื่อปี 2538 องค์การอาหารและยา (Food and Drug Administration) แห่งสหรัฐอเมริกาได้นำข้อกำหนดของระบบดังกล่าวมาออกกฎหมายบังคับใช้ในการผลิตอาหารทะเล และเมื่อปี 2539 กระทรวงเกษตรแห่งสหรัฐอเมริกา (FSIS-USDA) ได้กำหนดให้ผลิตภัณฑ์เนื้อและสัตว์ปีกต้องใช้ระบบดังกล่าวในการผลิตด้วย นอกจากนี้หน่วยงานระหว่างประเทศเช่น องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) และองค์การอนามัยโลก (WHO) ยังให้การยอมรับระบบดังกล่าวด้วย ล่าสุดเมื่อเดือนมกราคม 2543 คณะกรรมาธิการของสหภาพยุโรป (Commission of European Communities) ได้ออกประกาศสมุดปกขาวเกี่ยวกับความปลอดภัยของอาหาร (White Paper on Food Safety) ซึ่งกำหนดให้ผู้ผลิตอาหารและอาหารสัตว์ต้องใช้มาตรฐาน HACCP อย่างเป็นระบบ

ในปัจจุบันผู้ประกอบการผลิตอาหารในประเทศไทยที่ส่งออกไปยังสหรัฐอเมริกาและสหภาพยุโรปต้องเริ่มปรับตัวในการจัดทำระบบดังกล่าวขึ้นเป็นแนวทางในการผลิตอาหารกระป๋องทั้งประเภทที่มีความเป็นกรดต่ำ และอาหารปรับกรด อาหารทะเลและผลิตภัณฑ์จากอาหารทะเล อาหารประเภทเนื้อสัตว์ และสัตว์ปีก ตลอดจนน้ำผลไม้

HACCP ทำให้เกิดความต้องการระบบมาตรวิทยาที่ได้มาตรฐานมากขึ้นเช่นเดียวกับระบบมาตรฐานอื่นๆ แม้ว่า HACCP จะไม่มีข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับมาตรวิทยาโดยตรงก็ตาม เนื่องจากกิจกรรมที่ผู้ประกอบการจะต้องจัดทำขึ้นก่อนเข้าสู่ระบบ HACCP รวมถึง โปรแกรมพื้นฐานทั่วไป (Common Pre-requisite Programs) ซึ่งกำหนดให้การวัดต่างๆ ในการผลิต ไม่ว่าจะเป็นการวัดวัตถุดิบทางเคมีเพื่อหาสารพิษ วัตถุเจือปนและสารปนเปื้อน หรือการวัดทางจุลชีววิทยาเพื่อตรวจหาโคลิฟอร์ม หรืออี โคไล (E coli) หรือการวัดปริมาณต่างๆ ในกระบวนการผลิตเช่น เวลา อุณหภูมิและ pH ต้องได้รับการดูแลและสอบเทียบอย่างสม่ำเสมอ และต้องจัดทำเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.3 มาตรวิทยากับความสามารถในการแข่งขันของธุรกิจไทย

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่า การเข้าสู่มาตรฐานสากลต่างๆ เป็นกิจกรรมขั้นต่ำที่ผู้ส่งสินค้าต่างๆ ออกสู่ตลาดโลกต้องดำเนินการ ผู้ส่งออกไทยซึ่งส่งสินค้าไปยังต่างประเทศโดยเฉพาะประเทศพัฒนาแล้วเช่น สหรัฐ หรือยุโรปจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเข้าสู่ระบบมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้องโดยเร็ว นอกจากผู้ประกอบการซึ่งส่งสินค้าออกไปต่างประเทศโดยตรงแล้ว ผู้ส่งออกทางอ้อม (indirect exporter) ซึ่งหมายถึงผู้ผลิตวัตถุดิบและชิ้นส่วนต่างๆ ให้แก่ผู้ส่งออกทางตรงหรือผู้ส่งออกทางอ้อมรายอื่นก็จำเป็นต้องเข้าสู่มาตรฐานสากลด้วยเช่นกัน เราจึงสามารถคาดการณ์ได้ว่าในอนาคต ผู้ประกอบการไทยจำนวนมากจะต้องเข้าสู่ระบบมาตรฐานดังกล่าว

จากการศึกษาของคณะผู้วิจัยพบว่า ประเทศไทยมีจำนวนผู้ประกอบการซึ่งได้รับการรับรองตามระบบมาตรฐานสากลบางมาตรฐานเช่น ระบบมาตรฐาน ISO 14000 ในระดับที่ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศเพื่อนบ้านในภูมิภาคเดียวกัน (ภาพที่ 2.1) กล่าวคือ ประเทศไทยมีจำนวนผู้ประกอบการซึ่งได้รับการรับรองมาตรฐานสากลบางมาตรฐานเช่น ระบบมาตรฐาน ISO 14000 สูงถึง 229 รายเมื่อปี 2542 ซึ่งนับว่าสูงกว่ามาเลเซีย สิงคโปร์ อินโดนีเซีย ฮ่องกง และฟิลิปปินส์

อย่างไรก็ตามจำนวนบริษัทของประเทศไทยที่ได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9000 ซึ่งถือเป็นระบบมาตรฐานที่มีความสำคัญที่สุดต่อการส่งออกยังมีไม่มากนัก จากการสำรวจพบว่า เมื่อปี 2542 ผู้ประกอบการไทยที่เข้าสู่ระบบดังกล่าวแล้วมีเพียง 1,527 รายเท่านั้น ซึ่งนับว่าน้อยกว่าของไต้หวัน สิงคโปร์ ฮ่องกง มาเลเซีย โดยประเทศในเอเชียตะวันออกที่มีบริษัทซึ่งได้รับรองระบบมาตรฐานดังกล่าวน้อยกว่าประเทศไทยมีเพียงอินโดนีเซียและฟิลิปปินส์เท่านั้น (ภาพที่ 2.2) การเข้าสู่ระบบมาตรฐานดังกล่าวช้ากว่าประเทศเพื่อนบ้านอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อุตสาหกรรมการผลิตของไทยสูญเสียความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศ[1]

[1] ข้อมูลล่าสุดชี้ว่า จำนวนผู้ประกอบการที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9000 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ไม่เป็นที่แน่ชัดว่าอัตราการเพิ่มดังกล่าวสูงหรือต่ำกว่าประเทศเพื่อนบ้าน

ในอนาคตอันใกล้นี้ การเข้าสู่ระบบมาตรฐานสากลโดยเฉพาะระบบมาตรฐาน ISO 9000 จะเป็นภารกิจที่มีความสำคัญเร่งด่วนสำหรับธุรกิจไทยในการพัฒนาความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศ ระบบมาตรวิทยาทั้งในระดับชาติและในระดับห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐานจะเป็นปัจจัยเกื้อหนุนที่สำคัญที่ช่วยให้ธุรกิจของไทยสามารถเข้าสู่ระบบมาตรฐานสากลและผลิตสินค้าส่งออกไปยังตลาดโลกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในทางตรงกันข้ามหากระบบมาตรวิทยาของประเทศไทยเป็นระบบที่ไม่ได้มาตรฐานหรือไม่สามารถให้บริการได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการแล้ว ระบบมาตรวิทยาก็จะกลายเป็นภาระแก่ธุรกิจไทยในการเข้าสู่มาตรฐานสากล

ตารางที่ 2.1 มาตรการทางการค้าที่มิใช่ภาษีต่อสินค้าไทยของประเทศต่าง ๆ

ประเทศผู้นำเข้า	มาตรการ	สินค้า
สหรัฐ	SPS/QR	ผักและผลไม้สด
	SPS/TBT	อาหารกระป๋องกรดต่ำ
	SPS	อาหารทะเลแช่เย็นแช่แข็ง ผลิตภัณฑ์ไก่แช่แข็ง
	QR/ENV	สิ่งทอ
	ENV/TBT	ปลาทูน่ากระป๋อง
แคนาดา	SPS	ไก่ต้มสุก
เม็กซิโก	SPS	ข้าว, กล้วยไม้
สหภาพยุโรป	ENV (labeling)	สิ่งทอ
	SPS/QR	ผักและผลไม้สด
	SPS	ของเล่นจาก PVC, กุ้งแช่เย็นแช่แข็ง, อาหารสัตว์, ส้ม, กล้วยไม้, ผลไม้กระป๋อง
	SPS/TBT	สินค้าประมง, ปศุสัตว์/ไก่แช่แข็ง, สินค้าประมง, ผักผลไม้, ปลาซาร์ดีนกระป๋อง
	ENV	บรรจุภัณฑ์
เยอรมัน	SPS	สิ่งทอ
เดนมาร์ก	Health Certificate/SPS	ผักและผลไม้สด
	SPS	ซอสปรุงรส
สเปน	SPS	ปลาหมึกแช่เย็นแช่แข็ง
เนเธอร์แลนด์	ENV	บรรจุภัณฑ์
สวีเดน	SPS	สิ่งทอ
ฝรั่งเศส	SPS	กุ้งแช่เย็นแช่แข็ง, โปรตีนสำเร็จรูปจากเนื้อสัตว์ ปลาป่น
นอร์เวย์	Health Certificate/SPS	ผักและผลไม้สด
สาธารณรัฐเชค	Health Certificate/SPS	ผักและผลไม้สด
โรมาเนีย	SPS	เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์ยา ไก่แช่แข็ง
รัสเซีย	SPS	ของเล่น, ไก่สดแช่แข็ง, ผลิตภัณฑ์จากข้าว/ข้าวสาลี, ผักผลไม้, ปลากระป๋อง, ปิโตรเคมี, ยา, เครื่องสำอาง, อิเล็กทรอนิกส์, เฟอร์นิเจอร์

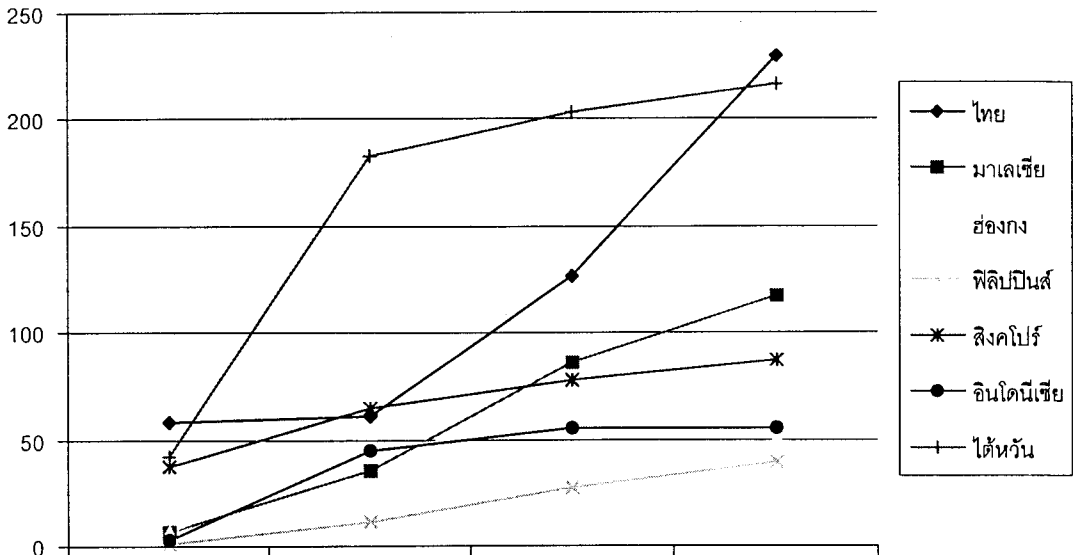
ตารางที่ 2.1 มาตรการทางการค้าที่มิใช่ภาษีต่อสินค้าไทยของประเทศต่าง ๆ (ต่อ)

ประเทศผู้นำเข้า	มาตรการ	สินค้า
นิวซีแลนด์	SPS/AD	ผักและผลไม้สด
	SPS	มะม่วง,ไก่ต้มสุก
	กำหนดมาตรฐาน	สินค้า GMOs
ออสเตรเลีย	SPS/QR	ทุเรียน
	SPS	ไก่ต้มสุก, ผัก,ผลไม้กระป๋อง
	ENV	สิ่งทอ
	กำหนดมาตรฐาน	เครื่องดื่มกระทิงแดง
ญี่ปุ่น	SPS/QR	ผักและผลไม้สด
	SPS	กุ้งแช่เย็นแช่แข็ง, ไก่-ปลา-เนื้อสุกรแช่เย็น, ผลไม้กระป๋อง
	Health Certificate/SPS	ปศุสัตว์ เนื้อสัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์
	ENV	สิ่งทอ
เกาหลีใต้	SPS/QR	ผักและผลไม้สด
	SPS	ไก่แช่แข็ง, เนื้อสุกรแช่แข็ง, กุ้งแช่แข็ง
	ENV	ปูนซิเมนต์
จีน	SPS	มะม่วง
	SPS/กำหนดผู้นำเข้า	ตะพาบน้ำ
ไต้หวัน	SPS	มะม่วง, ไก่แช่แข็ง
ฮ่องกง	SPS/QR	เนื้อสุกรแช่เย็นแช่แข็ง
	SPS	ผักและผลไม้สด
มาเลเซีย	SPS	ผักและผลไม้สด, ลำไย/ทุเรียน
	มาตรฐานสินค้า	ลำไย/เหล็กโครงสร้าง
อินโดนีเซีย	มาตรฐานสินค้า	ผลิตภัณฑ์นม
สิงคโปร์	SPS	ลำไย, สุกรและไก่แช่แข็ง,พืชและผักสด
ฟิลิปปินส์	SPS	ผักและผลไม้สด
	มาตรฐานสินค้า	สินค้าอุตสาหกรรม
บรูไน	SPS	ผักสด, ผลไม้
คูเวต	SPS/TBT	ทูน่ากระป๋องในน้ำมันถั่วเหลือง

หมายเหตุ: SPS = Sanitary and Phytosanitary Standards
TBT = Technical Barriers to Trade
ENV = Environmental Measures
QR = Quota Restriction

ที่มา: กรมการค้าต่างประเทศ, 2544

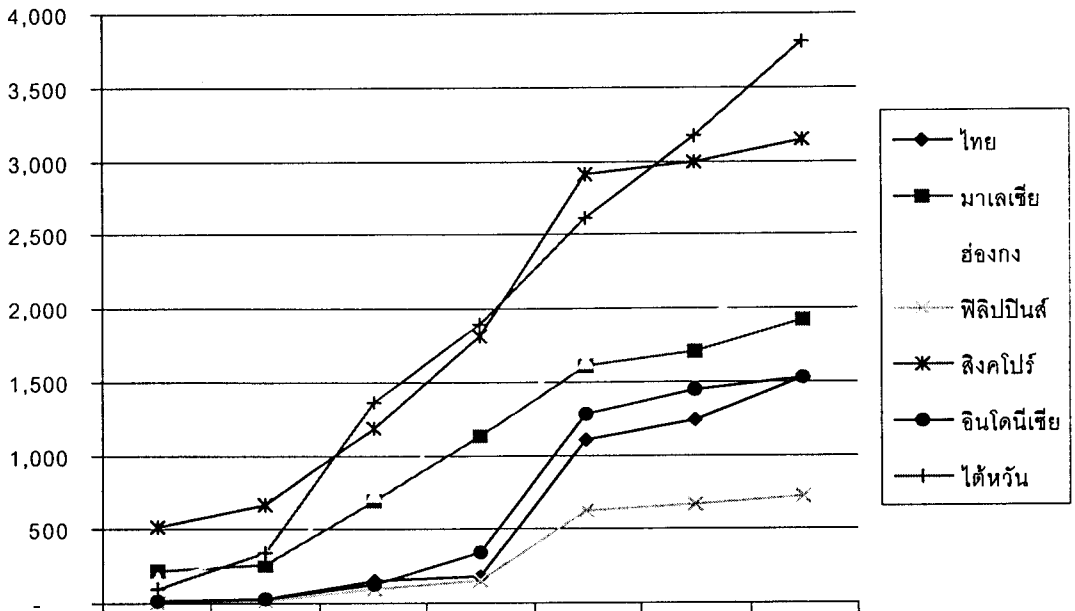
ภาพที่ 2.1 จำนวนบริษัทที่ได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 14000



	1996	1997	1998	1999
ไทย	58	61	126	229
มาเลเซีย	7	36	86	117
ฮ่องกง	7	46	56	51
ฟิลิปปินส์	1	11	27	39
สิงคโปร์	37	65	78	87
อินโดนีเซีย	3	45	55	55
ไต้หวัน	42	183	203	216

ที่มา: องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (International Organization for Standardization: ISO), 2000

ภาพที่ 2.2 จำนวนบริษัทที่ได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9000



	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
ไทย	9	24	143	182	1,104	1,236	1,527
มาเลเซีย	224	258	690	1,123	1,610	1,707	1,921
ฮ่องกง	161	336	739	1,312	1,637	1,940	2,150
ฟิลิปปินส์	4	13	102	155	629	668	723
สิงคโปร์	523	662	1,180	1,808	2,909	3,000	3,140
อินโดนีเซีย	8	22	125	340	1,273	1,442	1,525
ไต้หวัน	96	337	1,354	1,889	2,608	3,173	3,807

ที่มา: องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (International Organization for Standardization: ISO), 2000

บทที่ 3 ผลกระทบทางเศรษฐกิจของระบบมาตรวิทยาจากกรณีศึกษา

ในบทนี้คณะผู้วิจัยจะศึกษาถึงผลกระทบทางเศรษฐกิจและต้นทุนในการพัฒนาระบบมาตรวิทยาจากการศึกษาปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการใช้ระบบมาตรวิทยาในกิจการหรือโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทย 10 กรณี โดยเลือกศึกษาจาก 5 สาขาอุตสาหกรรม สาขาละ 2 กรณีศึกษา อุตสาหกรรมในการศึกษาดังกล่าวได้แก่อุตสาหกรรมเกษตร อุตสาหกรรมอาหารแบ่รรูป อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และอุตสาหกรรมอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3.1 อุตสาหกรรมเหล่านี้ล้วนเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อประเทศไทยทั้งในแง่การส่งออก และการจ้างงานทั้งสิ้น

ในการศึกษานี้ คณะผู้วิจัยจะศึกษาถึงผลกระทบทางเศรษฐกิจทั้งในเชิงคุณภาพ (qualitative impact) และเชิงปริมาณ (quantitative impact) ที่เกิดจากปัญหาการใช้ระบบมาตรวิทยาในการประกอบการของกิจการ และต้นทุนในการพัฒนาระบบมาตรวิทยาเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการศึกษาผลกระทบทางเศรษฐกิจนั้น คณะผู้วิจัยจะวิเคราะห์ถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปัญหาการใช้ระบบมาตรวิทยา และผลกระทบที่อาจเกี่ยวข้องกับกิจการอื่นๆ ในอุตสาหกรรมเดียวกันในกรณีที่สามารถทำได้ ส่วนการศึกษาต้นทุนในการพัฒนาระบบมาตรวิทยาเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นนั้น คณะผู้วิจัยจะศึกษาทั้งต้นทุนของกิจการและต้นทุนของระบบมาตรวิทยา

การศึกษาดังกล่าวจะช่วยทำให้เราสามารถเข้าใจถึงลักษณะและระดับความรุนแรงของปัญหาการใช้ระบบมาตรวิทยาในอุตสาหกรรมไทยแต่ละสาขาได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นต่อการกำหนดนโยบายที่เหมาะสมในการพัฒนาระบบมาตรวิทยาของประเทศต่อไป

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดกรณีศึกษาทั้ง 10 กรณี

อุตสาหกรรม	รูปแบบของบริษัท	มาตรฐานที่ได้รับการรับรอง	กำลังการผลิตต่อปี	ยอดขายต่อปี
1. เกษตร	1.1 บริษัทส่งออกข้าว	ไม่มี	ไม่มีข้อมูล	200,000 ตัน หรือ 2,460 ล้านบาท
	1.2 บริษัทส่งออกกุ้งแช่เย็น-แช่แข็ง	HACCP และ ISO 9000 (กำลังดำเนินการ)	ไม่มีข้อมูล	1,852 ตัน หรือ 879 ล้านบาท
2. อาหารแปรรูป	2.1 บริษัทผลิตผลไม้และน้ำผลไม้กระป๋อง	ISO 9000	ไม่มีข้อมูล	3,400 ล้านบาท
	2.2 บริษัทผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์	ISO 9000	50 ล้านลิตร	10 ล้านลิตร หรือ 30 ล้านบาท
3. ยานยนต์และชิ้นส่วน	3.1 บริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์	ISO 9000	3,400,000 ชิ้น	ไม่มีข้อมูล
	3.2 บริษัทประกอบยานยนต์	ISO 9000 และ ISO 14000	240,000 คัน	ไม่มีข้อมูล
4. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	4.1 บริษัทผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์	ISO 9000	3.9 ล้านชิ้น หรือ 6,240 ล้านบาท	3.3 ล้านชิ้น หรือ 5,300 ล้านบาท
	4.2 บริษัทผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า	ISO 9000 และ ISO 14000	ไม่มีข้อมูล	2,903 ล้านบาท
5. อื่น ๆ	5.1 บริษัทอุตสาหกรรมเหล็ก	ISO 9000	300,000 ตัน	ไม่มีข้อมูล
	5.2 บริษัทอุตสาหกรรมหล่อโลหะ	ISO 9000 และ QS 9000	42,400 ตัน	35,000 ตัน หรือ 1,000 ล้านบาท

ที่มา : จากการสำรวจโดยคณะผู้วิจัย

3.1 ผลกระทบทางเศรษฐกิจของระบบมาตรวิทยา

จากการศึกษาทั้ง 10 กรณี คณะผู้วิจัยพบปัญหาต่างๆ มากมายที่เกิดจากการที่ระบบมาตรวิทยาไม่ได้มาตรฐาน ความไม่ได้มาตรฐานของระบบมาตรวิทยาที่พบในกรณีศึกษาได้แก่ การขาดการสอบเทียบเครื่องมือวัดบางชนิดที่มีความสำคัญต่อการผลิต การขาดความเข้าใจในการเลือกและการใช้เครื่องมือวัด การขาดห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายในโรงงาน การลงทุนในเครื่องมือวัดบางประเภทเกินความจำเป็น ความล่าช้าของบริการสอบเทียบของห้องปฏิบัติการ ปัญหาต่างๆ เหล่านี้แตกต่างกันออกไปในแต่ละกิจการดังแสดงในตารางที่ 3.2 ผู้สนใจปัญหาของระบบมาตรวิทยาของกรณีศึกษาแต่ละกรณีในรายละเอียด สามารถดูได้จากภาคผนวก

อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นในภาพรวม เราจะพบว่าผลกระทบของปัญหาของระบบมาตรวิทยาในประเทศไทยมักแสดงออกมาใน 4 ลักษณะดังต่อไปนี้คือ

1. การสิ้นเปลืองวัตถุและพลังงาน
2. การผลิตสินค้าที่มีคุณภาพไม่ได้ตามมาตรฐาน
3. การหยุดชะงักในกระบวนการผลิต
4. การลงทุนซ้ำซ้อนในด้านเครื่องมือวัด

1. การสิ้นเปลืองวัตถุและพลังงาน

ระบบมาตรวิทยาที่ไม่ได้มาตรฐานในหลายกรณีทำให้เกิดความสูญเสียวัตถุดิบ (raw material) ผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิต (work in process) หรือผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการผลิตแล้ว (finished product) สาเหตุของความสูญเสียที่พบบ่อยคือความสูญเสียอันเนื่องมาจากการ 'เผื่อ' อันเนื่องมาจากความไม่มั่นใจในระบบมาตรวิทยาของตน แม้ว่าการวัดที่คลาดเคลื่อนอาจมีผลทำให้ค่าที่วัดได้สูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริงก็ตาม ในทางปฏิบัติผู้ประกอบการมักจำเป็นต้องเผื่อวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิต หรือผลิตภัณฑ์เพื่อป้องกันการส่งมอบของที่มีปริมาณน้อยกว่าที่ตกลงกันไว้ให้แก่ลูกค้า ตัวอย่างของความสูญเสียจากการเผื่อที่พบในกรณีศึกษาได้แก่

- ระบบการวัดมวลและความชื้นที่คลาดเคลื่อนและไม่ได้รับการยอมรับจากต่างประเทศทำให้บริษัทส่งออกข้าวต้องชั่งน้ำหนักเผื่อประมาณร้อยละ 1.5 และต้องผสมข้าวสารที่มีความชื้นต่ำกับข้าวสารที่มีความชื้นสูงมากเกินไป เพื่อให้ได้ระดับความชื้นตามต้องการ
- การวัดมวลที่ไม่ได้รับการยอมรับจากบริษัทผู้นำเข้าต่างประเทศทำให้บริษัทผู้ส่งออกกุ้งแช่เย็นและแช่แข็งต้องเผื่อน้ำหนักกุ้งที่ส่งออกถึงประมาณร้อยละ 2
- การวัดความหวานที่คลาดเคลื่อนทำให้บริษัทผลิตผลไม้และน้ำผลไม้กระป๋อง ต้องใช้น้ำตาลมากขึ้นในบางครั้งถึงประมาณ 0.2 บริกซ์ เพื่อป้องกันมิให้ระดับความหวานของผลิตภัณฑ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

นอกจากนี้ระบบมาตรวิทยาที่ไม่ได้มาตรฐานยังอาจทำให้เกิดความสิ้นเปลืองวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิต หรือผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการผลิตจากสาเหตุอื่นๆ อีกเช่น

- การวัดอัตราการไหลของของเหลวที่ผิดพลาดในระหว่างขั้นตอนการหมักและการกรองในโรงงานผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ในบางครั้งทำให้โรงงานสูญเสียของเหลวที่หมักได้ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตถึงประมาณร้อยละ 20
- การวัดมวลที่คลาดเคลื่อนในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบทำให้โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ต้องสูญเสียวัตถุดิบที่ผสมแล้วไม่ได้คุณภาพประมาณร้อยละ 0.074 โดยความสูญเสียดังกล่าวลดลงไปหลังจากที่โรงงานพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐาน
- การวัดอุณหภูมิผิดพลาดทำให้โรงงานอุตสาหกรรมเหล็กต้องสูญเสียเหล็กที่หลอมเนื่องจากเบ้าหลอมทะลุประมาณ 5 ตันจากเหล็กทั้งหมด 70 ตัน และเสียเวลาในการผลิตอีกมาก

นอกจากนี้การวัดอุณหภูมิที่คลาดเคลื่อนยังอาจมีผลต่อการสูญเสียพลังงานโดยไม่จำเป็นโดยเฉพาะในอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานมากเช่น อุตสาหกรรมเหล็กซึ่งต้องอาศัยความร้อนในการหลอมเหล็ก และอุตสาหกรรมอาหารแช่เย็น-แช่แข็ง ซึ่งต้องใช้พลังงานในการลดอุณหภูมิของอาหาร

2. การผลิตสินค้าที่มีคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน

ระบบมาตรวิทยาที่ไม่ได้มาตรฐานยังส่งผลให้โรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่งไม่สามารถผลิตสินค้าได้ตามมาตรฐานที่กำหนดได้อย่างสม่ำเสมอ เช่น

- โรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งประสบปัญหาการวัดในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของสินค้า เคยส่งสินค้าที่ไม่ได้มาตรฐานให้แก่ลูกค้า เนื่องจากเข้าใจผิดว่าสินค้าดังกล่าวผ่านการทดสอบ สินค้าดังกล่าวถูกส่งคืนเมื่อลูกค้าตรวจพบว่าไม่ได้มาตรฐาน หากเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นบ่อยครั้ง ลูกค้าอาจขาดความเชื่อมั่นของคุณภาพของสินค้าและทำให้ราคาของสินค้าตกต่ำลงได้
- การวัดอุณหภูมิ ความดันหรือเวลาในขั้นตอนการฆ่าเชื้อและการอบที่คลาดเคลื่อนในการผลิตผลิตภัณฑ์ผลไม้และน้ำผลไม้กระป๋อง ซึ่งเกิดขึ้นในบางครั้งมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่ได้มาตรฐาน เนื่องจากใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อมากเกินไปซึ่งจะทำให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไปหรือใช้ความร้อนน้อยเกินไปซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุสั้นกว่าที่ควรจะเป็น โรงงานในกรณีศึกษาจึงต้องปรับปรุงระบบมาตรวิทยาดังกล่าวให้มีความถูกต้องแม่นยำสูงขึ้น

นอกจากนี้ ระบบมาตรวิทยาที่ไม่ได้มาตรฐานยังเป็นอุปสรรคขัดขวางมิให้โรงงานอุตสาหกรรมสามารถผลิตสินค้าที่มีความละเอียดสูงได้ โรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าในกรณีศึกษาจำเป็นต้องพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้สามารถวัดปริมาณต่างๆ ให้ละเอียดขึ้นก่อนเริ่มผลิตสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีชั้นสูง เช่น เตาไมโครเวฟ เป็นต้น

3. การหยุดชะงักในกระบวนการผลิต

ความผิดพลาดในการวัดหรือความไม่มั่นใจในระบบมาตรวิทยาได้ส่งผลกระทบทำให้การผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่งต้องหยุดชะงักไป การหยุดชะงักดังกล่าวมีผลต่อผลิตภาพในการผลิต และก่อให้เกิดต้นทุนแก่โรงงานเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในโรงงานที่มีกระบวนการผลิตต่อเนื่อง ตัวอย่างของปัญหาดังกล่าวที่พบในกรณีศึกษาได้แก่

- การวัดอุณหภูมิที่คลาดเคลื่อนในขั้นตอนการหลอมของโรงงานอุตสาหกรรมเหล็กทำให้โรงงานต้องหยุดการผลิตประมาณ 2 ชั่วโมงเนื่องจากเบ้าหลอมทะลุ และทำให้เกิดการสูญเสียเหล็กในกระบวนการผลิตดังกล่าวมาแล้วข้างต้น
- ความไม่เชื่อมั่นในการวัดอุณหภูมิในขั้นตอนการอบทำให้โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ต้องหยุดการสายผลิตบ่อยครั้ง โดยบางครั้งต้องหยุดสายการผลิตนานถึง 7 วันเพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหา อย่างไรก็ตามปัญหาดังกล่าวได้รับการแก้ไขเมื่อโรงงานปรับปรุงระบบมาตรวิทยาให้มีความเชื่อถือสูงขึ้น ซึ่งทำให้สามารถระบุสาเหตุของปัญหาในการผลิตได้อย่างรวดเร็วโดยใช้เวลาเพียงประมาณ 1 ชั่วโมง
- การวัดทอร์คที่คลาดเคลื่อนในขั้นตอนการประกอบรถยนต์ของโรงงานประกอบรถยนต์ ทำให้โรงงานต้องหยุดกระบวนการผลิตเพื่อตรวจสอบยานยนต์ในสายการผลิตทั้งหมด ซึ่งทำให้การผลิตต้องหยุดชะงักไปและก่อให้เกิดความสูญเสียมาก

ในอีกหลายกรณี แม้ว่าความผิดพลาดหรือความไม่เชื่อมั่นในระบบมาตรวิทยาจะไม่ทำให้สายการผลิตต้องหยุดชะงักไปก็ตาม ปัญหาดังกล่าวก็ทำให้เกิดความสูญเสียด้านผลิตภาพเนื่องจากการวัดซ้ำหลายครั้ง เช่น

- การวัดมวลของวัตถุดิบที่คลาดเคลื่อนทำให้โรงงานผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ต้องวัดมวลของวัตถุดิบดังกล่าวซ้ำหลายครั้ง เพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดในขั้นตอนต่อไป

4. การลงทุนซ้ำซ้อนในด้านเครื่องมือวัด

ปัญหาอีกประการหนึ่งในการใช้ระบบมาตรวิทยาที่พบบ่อยในกรณีศึกษาคือ การขาดบริการสอบเทียบโดยห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่เพียงพอ ซึ่งทำให้การให้บริการมีความล่าช้า นอกจากนี้โรงงานอุตสาหกรรมไม่น้อยยังขาดความรู้ในการเลือกเครื่องมือวัด ปัญหาดังกล่าวทำให้โรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่งต้องลงทุนซื้อเครื่องมือวัดมากเกินความจำเป็นเช่น

- โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์และโรงงานหล่อโลหะต้องซื้อเครื่องวัดมากเกินความจำเป็นเพื่อให้สามารถดำเนินการผลิตได้ในขณะที่ส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบกับห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายนอก เนื่องจากห้องปฏิบัติการเหล่านั้นใช้เวลานานมากในการสอบเทียบเครื่องมือวัดต่างๆ

- โรงงานหล่อโลหะต้องซื้อเครื่องมือวัดส่วนประกอบทางเคมีหลายชนิดเพื่อวัดส่วนประกอบเคมีเดียวกัน เนื่องจากไม่แน่ใจว่าเครื่องมือวัดแต่ละชนิดสามารถวัดได้อย่างถูกต้องหรือไม่

การพัฒนาระบบมาตรวิทยาเพื่อแก้ไขปัญหาทั้ง 4 ประการดังกล่าวข้างต้นจึงมีผลในการลดความสูญเสียของโรงงานอุตสาหกรรม ในบางกรณีเราไม่สามารถประเมินผลกระทบดังกล่าวในเชิงปริมาณได้เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมในกรณีศึกษาไม่ได้จัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องไว้ อย่างไรก็ตาม ในอีกหลายกรณี เราสามารถประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจในเชิงปริมาณได้ ตารางที่ 3.3 สรุปผลกระทบทางเศรษฐกิจในเชิงปริมาณของโรงงานในกรณีศึกษา ผลกระทบดังกล่าวอยู่ในรูปทั้งความสูญเสียที่เกิดจากปัญหาระบบมาตรวิทยาไม่มีมาตรฐาน และประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นเมื่อโรงงานสามารถพัฒนาระบบมาตรวิทยาที่เกี่ยวข้องให้ได้มาตรฐาน ผู้สนใจรายละเอียดการประเมินผลกระทบในเชิงปริมาณของกรณีศึกษาแต่ละกรณี กรุณาดูภาคผนวกของรายงานฉบับนี้

ตารางที่ 3.2 ปัญหาของระบบมาตรวิทยาในประเทศไทยที่พบในกรณีศึกษา

กรณีศึกษา	ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับระบบมาตรวิทยา
1. บริษัทส่งออกข้าว	• การชั่งน้ำหนักและการวัดความชื้นในขั้นตอนรับซื้อข้าวเปลือกคลาดเคลื่อน ทำให้เกิดความไม่ยุติธรรมในการซื้อขายระหว่างชาวนาและบริษัท • การชั่งน้ำหนักในขั้นตอนการส่งออกไม่ได้รับความเชื่อถือจากต่างประเทศ ทำให้ต้องชั่งน้ำหนักข้าวสารมากกว่าที่กำหนดประมาณร้อยละ 1.5 ซึ่งทำให้บริษัทต้องสูญเสียรายได้ • การวัดความชื้นในขั้นตอนการส่งออกคลาดเคลื่อน ทำให้ต้องควบคุมให้ความชื้นของข้าวที่วัดได้ต่ำกว่ามาตรฐานค่อนข้างมาก ซึ่งทำให้บริษัทสูญเสียรายได้
2.บริษัทส่งออกกุ้งแช่เย็นและแช่แข็ง	• การชั่งน้ำหนักในขั้นตอนรับซื้อกุ้งคลาดเคลื่อน ทำให้เกิดความไม่ยุติธรรมในการซื้อขายระหว่างเกษตรกรและบริษัท • การชั่งน้ำหนักในขั้นตอนการส่งออกไม่ได้รับความเชื่อถือจากต่างประเทศ ทำให้ต้องชั่งน้ำหนักกุ้งแช่เย็นและแช่แข็งมากกว่าที่กำหนดหรือเผื่อประมาณร้อยละ 2 ซึ่งทำให้ต้องสูญเสียรายได้ • การวัดอุณหภูมิในขั้นตอนการแช่คลาดเคลื่อน ทำให้ต้องสิ้นเปลืองพลังงานมากเกินไป
3. บริษัทผลิตผลไม้และน้ำผลไม้กระป๋อง	• การชั่งน้ำหนักในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบคลาดเคลื่อน ทำให้เกิดความไม่ยุติธรรมในการซื้อขายระหว่างเกษตรกรและบริษัท • การชั่งน้ำหนัก การวัดอุณหภูมิ ความดัน และเวลาในขั้นตอนฆ่าเชื้อและอบคลาดเคลื่อน ทำให้ต้องสิ้นเปลืองพลังงานมากเกินไป หรือทำให้อายุของผลิตภัณฑ์สั้นเกินไป • การวัดความเป็นกรด-เบสคลาดเคลื่อน ทำให้รสชาติและอายุของผลิตภัณฑ์ไม่ได้ตามที่ต้องการ • การวัดความหวานในขั้นตอนการปรับระดับความหวานคลาดเคลื่อน ทำให้ต้องสิ้นเปลืองน้ำตาลมากเกินไปประมาณ 0.2 บริกซ์ บ่อยครั้ง

ตารางที่ 3.2 ปัญหาของระบบมาตรวิทยาในประเทศไทยที่พบในกรณีศึกษา (ต่อ)

กรณีศึกษา	ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับระบบมาตรวิทยา
4. บริษัทผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์	• การชั่งน้ำหนักในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบคลาดเคลื่อน ทำให้ต้องสิ้นเปลืองเวลาและแรงงานในการวัดซ้ำและตรวจสอบความถูกต้อง • การวัดอัตราการไหลระหว่างขั้นตอนการหมักและการกรองผิดพลาด ทำให้ต้องสิ้นเปลืองวัตถุดิบในบางครั้งถึงร้อยละ 20 เนื่องจากปล่อยของเหลวที่หมักได้ไปยังขั้นตอนการกรองไม่หมด หรือมีน้ำเข้ามาผสมในระหว่างการปล่อยของเหลวจากขั้นตอนการหมักไปสู่ขั้นตอนการกรอง
5. บริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์	• การชั่งน้ำหนักในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบคลาดเคลื่อน ทำให้ต้องสิ้นเปลืองวัตถุดิบ • การวัดอุณหภูมิในขั้นตอนการอบมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิต เนื่องจากความไม่มั่นใจในการวัดอุณหภูมิทำให้หยุดการผลิตบ่อยครั้งและแต่ละครั้งใช้เวลานานมาก บางครั้งอาจนานถึง 7 วัน • การขาดแคลนห้องปฏิบัติการสอบเทียบและการให้บริการที่ล่าช้า ทำให้บริษัทต้องซื้อเครื่องมือวัดมากเกินความจำเป็น
6. บริษัทประกอบยานยนต์	• การวัดขนาดและรูปร่างในขั้นตอนตรวจรับชิ้นส่วนผิดพลาด ทำให้ต้องสิ้นเปลืองเวลาและแรงงานในการพยายามประกอบชิ้นส่วนที่ไม่ได้มาตรฐาน • การวัดทอร์คในขั้นตอนการประกอบคลาดเคลื่อน ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตลดลง เนื่องจากต้องหยุดการผลิตหากตรวจพบว่าค่าทอร์คที่ใช้ขันสกรูไม่ได้มาตรฐาน • การวัดค่าสีคลาดเคลื่อน ทำให้สีของยานยนต์ที่ได้ไม่ตรงกับความต้องการ หรืออาจจะทำให้ต้องสูญเสียสีที่เตรียมไว้เนื่องจากวัดค่าสีแล้วเข้าใจว่าสีดังกล่าวไม่ได้มาตรฐาน • การวัดกำลังรับแรงดึงของ butyl tape ผิดพลาด ทำให้ butyl tape ซึ่งเป็นเทปที่ทำหน้าที่ยึดติดแผ่นพลาสติกกับโครงประตูยานยนต์ที่ซัพพลายเออร์ส่งให้กับบริษัทไม่ได้มาตรฐาน บริษัทจึงต้องระงับการสั่งซื้อ ซึ่งทำให้ซัพพลายเออร์ต้องสูญเสียรายได้

ตารางที่ 3.2 ปัญหาของระบบมาตรวิทยาในประเทศไทยที่พบในกรณีศึกษา (ต่อ)

กรณีศึกษา	ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับระบบมาตรวิทยา
7. บริษัทผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์	• ระบบมาตรวิทยาที่ผิดพลาดเคยทำให้มีของเสียในขั้นตอนการผลิตถึง 6,000-7,000 ppm • การวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าภายใต้สภาวะศักย์สูงในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพคลาดเคลื่อนเช่น ระบุว่าสินค้าที่ดีเป็นสินค้าที่เสีย จะทำให้บริษัทต้องตรวจซ้ำ ส่วนในกรณีที่ระบุสินค้าเสียเป็นสินค้าที่ดี จะทำให้สินค้าที่ส่งให้แก่ลูกค้าถูกส่งคืน ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองเวลาและแรงงานในการแก้ไขความผิดพลาด และสูญเสียความเชื่อถือของลูกค้า
8. บริษัทผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า	• การวัดค่านิจของสปริงคลาดเคลื่อน ทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าเช่น พัดลมที่ผลิตได้มีอายุการใช้งานสั้น • การขาดระบบมาตรวิทยาที่มีความแม่นยำสูง ทำให้ไม่สามารถผลิตสินค้าบางชนิด เช่น เตาไมโครเวฟ ซึ่งทำให้ต้องเร่งพัฒนาระบบดังกล่าวโดยเร็ว • การไม่มีห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายในทำให้ต้องส่งเครื่องมือวัดทุกชิ้นไปสอบเทียบภายนอก และไม่สามารถสอบเทียบได้บ่อยครั้งตามที่ต้องการ
9. บริษัทอุตสาหกรรมเหล็ก	• การวัดปริมาณไฟฟ้าที่ไม่ตรงกันระหว่างบริษัทและการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ทำให้บริษัทเกิดความไม่มั่นใจในปริมาณไฟฟ้าที่วัดได้ ซึ่งมีผลต่อการกำหนดนโยบายประหยัดพลังงาน • การชั่งน้ำหนักในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบคลาดเคลื่อน ทำให้คุณภาพของเหล็กที่ได้ไม่ตรงตามที่ต้องการ • การวัดขนาดและคุณสมบัติทางกายภาพคลาดเคลื่อน ทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยในการใช้งานโครงสร้างที่ใช้เหล็กที่ไม่ได้มาตรฐานแต่นำออกมาจำหน่ายในการก่อสร้าง • การวัดอุณหภูมิในขั้นตอนการหลอมผิดพลาด ทำให้ต้องสิ้นเปลืองพลังงาน สูญเสียวัตถุดิบ และต้องหยุดการผลิต
10. บริษัทอุตสาหกรรมหล่อโลหะ	• การวัดขนาด มุม และมุมบิดในการตรวจสอบคุณภาพผิดพลาด ทำให้ต้องตรวจสอบชิ้นส่วนทั้งหมดในชุดที่มีปัญหา • ความไม่พร้อมของระบบมาตรวิทยาทำให้ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องมือวัดหลายประเภทโดยไม่จำเป็น • การขาดแคลนห้องปฏิบัติการสอบเทียบและการให้บริการที่ล่าช้าทำให้บริษัทต้องซื้อเครื่องมือวัดมากเกินความจำเป็น

ที่มา : จากการสำรวจโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ 3.3 การประมาณการผลกระทบทางเศรษฐกิจในเชิงปริมาณที่เกี่ยวข้องกับปัญหาของระบบมาตรวิทยา

กรณีศึกษา	ผลกระทบทางเศรษฐกิจในการพัฒนาระบบมาตรวิทยา
1. บริษัทส่งออกข้าว	• หากสามารถพัฒนาระบบมาตรวิทยาของประเทศไทยให้ได้รับความยอมรับ จนสามารถลดการชั่งน้ำหนักเกินกว่าที่กำหนดจากร้อยละ 1.5 ให้เหลือเพียงร้อยละ 0.5 จะมีผลทำให้บริษัทที่ศึกษาสามารถลดการสูญเสียประมาณ 8.2 ล้านบาทต่อปี และธุรกิจส่งออกข้าวของไทยสามารถลดการสูญเสียประมาณ 23.8 ล้านบาทต่อปี • หากสามารถพัฒนาระบบมาตรวิทยาที่เกี่ยวกับการวัดความชื้นของข้าว จนสามารถลดความคลาดเคลื่อนในการวัดความชื้นลงร้อยละ 1 จะมีผลทำให้บริษัทสามารถลดการสูญเสียประมาณ 24.6 ล้านบาทต่อปี และธุรกิจส่งออกข้าวสามารถลดการสูญเสียประมาณ 738 ล้านบาทต่อปี
2.บริษัทส่งออกกุ้งแช่เย็นและแช่แข็ง	• หากสามารถพัฒนาระบบมาตรวิทยาของประเทศไทยให้ได้รับความยอมรับ จนสามารถลดการชั่งน้ำหนักเผื่อจากร้อยละ 2 ให้เหลือเพียงร้อยละ 1.5 จะมีผลทำให้บริษัทที่ศึกษาสามารถลดการสูญเสียประมาณ 4.4 ล้านบาทต่อปี และธุรกิจส่งออกกุ้งแช่เย็นและแช่แข็งของไทยสามารถลดการสูญเสียประมาณ 242 ล้านบาทต่อปี
3. บริษัทผลิตผลไม้และน้ำผลไม้กระป๋อง	• การวัดความหวานในขั้นตอนการปรับระดับความหวานคลาดเคลื่อนไปประมาณ 0.2 บริกซ์ ทำให้ต้องเติมน้ำตาลมากเกินไปประมาณ 92 ตันต่อปี หรือคิดเป็นมูลค่าสูงสุดประมาณ 1.24 ล้านบาทต่อปี
4. บริษัทผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์	• หากสามารถปรับปรุงการวัดอัตราการไหลให้ลดการสูญเสียในการปล่อยของเหลวที่หมักได้ไปยังขั้นตอนการกรองจากร้อยละ 20 ให้เหลือเพียงร้อยละ 5 ย่อมมีส่วนช่วยป้องกันความสูญเสียซึ่งอาจมีมูลค่าสูงสุดถึง 4.5 ล้านบาทต่อปี
5. บริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์	• การพัฒนาระบบมาตรวิทยามีผลทำให้บริษัทสามารถลดการสูญเสียวัตถุดิบได้ประมาณ 1.6 ล้านบาทต่อปี และป้องกันการสูญเสียซึ่งอาจมีมูลค่าสูงสุดถึง 10.7 ล้านบาทต่อปี จากการหยุดการผลิต • การขาดแคลนห้องปฏิบัติการสอบเทียบและการให้บริการที่ล่าช้า ทำให้บริษัทต้องซื้อเครื่องมือวัดมากเกินความจำเป็นคิดเป็นมูลค่าประมาณ 1.5 ล้านบาท

ตารางที่ 3.3 การประมาณการผลกระทบทางเศรษฐกิจในเชิงปริมาณที่เกี่ยวข้องกับปัญหาของระบบมาตรวิทยา (ต่อ)

กรณีศึกษา	ผลกระทบทางเศรษฐกิจในการพัฒนาระบบมาตรวิทยา
6. บริษัทประกอบยานยนต์	• การวัดกำลังรับแรงดึงของ butyl tape ผิดพลาด ทำให้ butyl tape ที่ซัพพลายเออร์ส่งให้กับบริษัทไม่ได้มาตรฐาน บริษัทจึงต้องระงับการสั่งซื้อเป็นเวลา 3 เดือน ซึ่งทำให้ซัพพลายเออร์ต้องสูญเสียรายได้ประมาณ 900,000 บาท
7. บริษัทผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์	• การวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าภายใต้สภาวะศักย์สูงในการตรวจสอบคุณภาพผิดพลาดบ่อยครั้งอาจทำให้ระดับความน่าเชื่อของบริษัทลดต่ำลงจนต้องลดราคาสินค้าลงประมาณร้อยละ 2 ดังนั้น การพัฒนาระบบมาตรวิทยาของบริษัทให้ได้มาตรฐานตลอดเวลา ย่อมสามารถป้องกันความเสียหายดังกล่าวซึ่งมีมูลค่าประมาณ 106 ล้านบาทต่อปี
8. บริษัทผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า	• การลงทุนก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบทางกลและทางไฟฟ้าภายในบริษัท มีต้นทุนคงที่ประมาณ 1,550,000 บาท และต้นทุนต่อปีประมาณ 450,000 บาทต่อปี หากบริษัทเพิ่มการสอบเทียบภายในบริษัทเป็นปีละ 2 ครั้ง การก่อตั้งห้องปฏิบัติการดังกล่าวจะทำให้บริษัทสามารถลดค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบได้ประมาณ 620,000 บาทต่อปี และคุ้มทุนภายในเวลา 17 ปี และหากก่อตั้งเฉพาะห้องปฏิบัติการสอบเทียบทางกล บริษัทจะคุ้มทุนภายในเวลา 6 ปี
9. บริษัทอุตสาหกรรมเหล็ก	• การเลือกใช้หัววัด (thermocouple) ผิดพลาด ทำให้วัดอุณหภูมิคลาดเคลื่อน จนเบ้าหลอมเหล็กทะลุ ซึ่งทำให้ต้องซ่อมแซมเบ้าหลอม สูญเสียเหล็ก 5 ตัน ต้องนำเหล็กที่เหลืออีก 65 ตันมาผลิตซ้ำ และต้องหยุดการผลิตประมาณ 2 ชั่วโมง ความผิดพลาดดังกล่าวทำให้เกิดความสูญเสียทั้งสิ้นประมาณ 909,000 บาท
10. บริษัทอุตสาหกรรมหล่อโลหะ	• ความไม่มั่นใจในการวัดอุณหภูมิ ทำให้บริษัทต้องสูญเสียโอกาสในการผลิตคิดเป็นมูลค่าประมาณ 1.83 ล้านบาทต่อปี • การพัฒนาเครื่องมือวัดในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ ทำให้บริษัทลดความสูญเสียได้ประมาณ 184,000 บาทต่อปี • การขาดความรู้ในการเลือกเครื่องมือวัด ทำให้ต้องซื้อเครื่องมือวัดมากเกินไปประมาณ 3.95 ล้านบาท • การขาดแคลนห้องปฏิบัติการสอบเทียบและการให้บริการที่ล่าช้า ทำให้บริษัทต้องซื้อเครื่องมือวัดมากเกินความจำเป็นคิดเป็นมูลค่าประมาณ 1.5 ล้านบาท

ที่มา : จากการสำรวจโดยคณะผู้วิจัย

3.2 ต้นทุนการพัฒนาระบบมาตรวิทยา

จากที่กล่าวมาในหัวข้อ 3.1 จะเห็นว่า ระบบมาตรวิทยาที่ไม่ได้มาตรฐานก่อให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก และการพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐานสามารถลดความสูญเสียดังกล่าวได้ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐานนั้นจำเป็นต้องอาศัยการลงทุนต่างๆ ทั้งการลงทุนของภาคเอกชนในการพัฒนาระบบมาตรวิทยาในโรงงาน การลงทุนในห้องปฏิบัติการสอบเทียบ และการลงทุนของภาครัฐในการพัฒนาระบบมาตรวิทยาในระดับชาติ ในหัวข้อนี้ คณะผู้วิจัยจะอภิปรายถึงการลงทุนในระดับต่างๆ ดังกล่าว

3.2.1 ต้นทุนการพัฒนาระบบมาตรวิทยาของภาคเอกชน

ปัญหาด้านมาตรวิทยาในกรณีศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นส่วนหนึ่งเป็นปัญหาของผู้ประกอบการในภาคเอกชนเอง เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผู้ประกอบการจำเป็นที่จะต้องลงทุนในการพัฒนาระบบมาตรวิทยาในโรงงานหรือในกิจการของตน การลงทุนดังกล่าวอาจประกอบไปด้วยการสอบเทียบเครื่องมือวัด ทั้งการสอบเทียบภายในโรงงานและการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบภายนอก การซื้อเครื่องมือวัดเพิ่มเติมทั้งเครื่องมือวัดทั่วไปและเครื่องมือวัดมาตรฐานซึ่งใช้ในการสอบเทียบเครื่องมือวัดอื่นๆ การส่งพนักงานไปอบรมภายนอก และการก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายในบริษัท

การสอบเทียบเครื่องมือวัด

การสอบเทียบเครื่องมือวัดภายในโรงงานสามารถเพิ่มความมั่นใจและลดความคลาดเคลื่อนในการวัดปริมาณต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อการผลิต ซึ่งจะช่วยลดความสูญเสียต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้น โดยทั่วไปแล้ว โรงงานที่มีห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายในจะสามารถสอบเทียบเครื่องมือวัดได้เองโดยมีค่าใช้จ่ายไม่สูงนัก ค่าใช้จ่ายดังกล่าวส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของค่าจ้างบุคลากรด้านมาตรวิทยา ซึ่งอยู่ในระดับเดียวกันกับค่าจ้างบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์หรือเทคโนโลยีโดยทั่วไป อย่างไรก็ตามหากโรงงานยังไม่ได้ก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายใน โรงงานก็จำเป็นต้องลงทุนค่อนข้างสูงเพื่อก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบหรือต้องส่งเครื่องมือวัดที่มีอยู่ทั้งหมดไปสอบเทียบภายนอก

การส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบภายนอกสามารถทำให้บริษัทมั่นใจในความถูกต้องของผลการวัดมากขึ้น เนื่องจากสามารถสอบกลับความถูกต้องของผลการวัดดังกล่าวไปยังมาตรฐานที่สูงกว่าได้ โรงงานที่ส่งเครื่องมือวัดที่สำคัญของตนไปสอบเทียบกับภายนอกมักสามารถระบุปัญหาในกระบวนการผลิตได้อย่างรวดเร็วเมื่อเกิดเหตุขัดข้อง ต้นทุนในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบภายนอกจะสูงเพียงไรจะขึ้นอยู่กับว่าโรงงานสามารถสอบเทียบภายในด้วยตนเองได้มากหรือน้อย ยกตัวอย่างเช่น โรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งไม่มีห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายในและต้องส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบภายนอกทั้งหมดต้องเสียค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบถึงปีละ 430,000 บาท เมื่อสอบเทียบเครื่องมือวัดต่างๆ ปีละ 1 ครั้ง อย่างไรก็ตามหากโรงงานมีห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายใน โรงงานก็จะ

สามารถสอบเทียบเครื่องมือวัดส่วนใหญ่ได้เองและต้องส่งเฉพาะเครื่องมือวัดมาตรฐานไปสอบเทียบภายนอก ในกรณีนี้โรงงานจะเสียค่าใช้จ่ายเพียงปีละ 50,000 บาทเท่านั้น

การสอบเทียบเครื่องมือวัดโดยทั่วไปจึงเป็นการลงทุนที่ค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะสำหรับโรงงานที่มีห้องปฏิบัติการสอบเทียบเป็นของตนเองแล้ว

การจัดหาเครื่องมือวัดเพิ่มเติม

จากการศึกษาพบว่า โรงงานหลายแห่งลงทุนในการพัฒนาระบบมาตรวิทยาของตนด้วยการซื้อเครื่องมือวัดเพิ่มเติมทั้งเครื่องมือวัดทั่วไปและเครื่องมือวัดมาตรฐานซึ่งใช้ในการสอบเทียบเครื่องมือวัดอื่นๆ

การซื้อเครื่องมือวัดมาตรฐานเพิ่มเติมมีส่วนช่วยให้บริษัทสามารถสอบเทียบเครื่องมือวัดของบริษัทได้เอง ซึ่งจะทำให้บริษัทประหยัดค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบ จากการศึกษาพบว่า การลงทุนในส่วนนี้มีมูลค่าค่อนข้างสูง เนื่องจากเครื่องมือวัดมาตรฐานมีราคาค่อนข้างสูงเช่น ไม้บรรทัดมาตรฐานมีราคาประมาณ 50,000 บาทต่อชิ้น น้ำหนักมาตรฐาน Class F1 และ F2 น้ำหนักตั้งแต่ 1 มิลลิกรัม ถึง 1 กิโลกรัม มีราคาประมาณ 30,000 ถึง 200,000 บาทต่อชุด ในขณะที่ Gauge Block เกรด 0 และเกรด 1 (ไม่เกิน 50 ชิ้นต่อชุด) ความยาวตั้งแต่ 1 มิลลิเมตร ถึง 100 มิลลิเมตร มีราคาประมาณ 50,000 ถึง 300,000 บาทต่อชุด

ส่วนการซื้อเครื่องมือวัดทั่วไปเพิ่มเติมจะช่วยให้บริษัทสามารถขยายการผลิตและผลิตสินค้าที่ต้องการความละเอียดสูงขึ้น จากการศึกษาพบว่า การลงทุนในส่วนนี้มีมูลค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับการลงทุนซื้อเครื่องมือวัดมาตรฐานเพิ่มเติมเช่น เวอร์เนียคาลิปเปอร์ทั่วไปจะมีราคาประมาณ 2,500 บาทต่อชิ้น อย่างไรก็ตามหลังจากซื้อเครื่องมือวัดเพิ่มเติมแล้ว โรงงานจะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในการสอบเทียบเครื่องมือวัดดังกล่าวด้วย ค่าใช้จ่ายนี้จะมากหรือน้อยย่อมขึ้นอยู่กับความสามารถในการสอบเทียบภายในบริษัท

การส่งพนักงานไปอบรมภายนอก

การส่งพนักงานไปอบรมภายนอกจะช่วยให้พนักงานมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับระบบมาตรวิทยาดีขึ้น ซึ่งจะมีส่วนช่วยลดปัญหาและความสูญเสียต่างๆ ในการผลิตที่เกี่ยวข้องกับมาตรวิทยา เนื่องจากลำพังการมีเครื่องมือวัดและเครื่องมือวัดมาตรฐานจะไม่ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่แก่โรงงาน หากพนักงานที่เกี่ยวข้องไม่มีความสามารถในการใช้และสอบเทียบตลอดจนบำรุงรักษาเครื่องมือวัดอย่างเพียงพอ

จากการศึกษาพบว่า ต้นทุนในการส่งพนักงานไปอบรมภายนอกจะมีมูลค่าไม่สูงนักเช่นการเข้ารับการอบรมที่จัดโดยสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติจะมีค่าใช้จ่ายประมาณ 3,000 บาท สำหรับการอบรมหลักสูตร 2 วัน และต้องอบรมประมาณ 4 ถึง 5 หลักสูตรจึงจะสามารถสอบเทียบได้ อย่างไรก็ตาม

โรงงานหลายแห่งต้องการให้การอบรมมีเนื้อหาเฉพาะเจาะจงในอุตสาหกรรมในแต่ละสาขามากกว่าเนื้อหาทั่วไปทางทฤษฎีดังที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

การก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายใน

การก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายในทำให้โรงงานสามารถสอบเทียบเครื่องมือวัดที่มีอยู่ได้เองเกือบทั้งหมดซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบภายนอก และสามารถเพิ่มความถี่ในการสอบเทียบได้ตามความต้องการ อย่างไรก็ตามในการก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายใน โรงงานจำเป็นต้องลงทุนด้านสถานที่ จัดซื้อเครื่องมือวัดมาตรฐาน จัดหาบุคลากรด้านมาตรวิทยา และอื่น ๆ ซึ่งเป็นการลงทุนโดยรวมที่ค่อนข้างสูงและใช้ระยะเวลาในการคืนทุนหลายปี เช่น ในกรณีของโรงงานผู้ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า ผู้ประกอบการต้องลงทุนด้านสถานที่ประมาณ 150,000 บาท ซื้อเครื่องมือวัดมาตรฐานประมาณ 1,150,000 บาท เสียค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดมาตรฐานไปสอบเทียบภายนอกประมาณ 50,000 บาทต่อปี เสียค่าจ้างบุคลากรประมาณ 300,000 บาทต่อปี และเสียค่าใช้จ่ายอื่น ๆ อีกประมาณ 350,000 บาทต่อปี

3.2.2 ต้นทุนการพัฒนาระบบมาตรวิทยาของภาครัฐ

ในการส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาระบบมาตรวิทยาในภาคเอกชน รัฐจำเป็นต้องลงทุนเพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเช่น การเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับมาตรวิทยา การให้บริการรับปรึกษาปัญหาด้านมาตรวิทยา การฝึกอบรมให้ความรู้และเทคนิคเกี่ยวกับมาตรวิทยา การพัฒนาเครือข่ายห้องปฏิบัติการสอบเทียบ และการก่อตั้งสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

การเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับระบบมาตรวิทยา

การเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับระบบมาตรวิทยาจะช่วยทำให้ภาคเอกชนได้รับข้อมูลที่มีประโยชน์โดยไม่ต้องลงทุนในการแสวงหาข้อมูลเอง โดยทั่วไปการลงทุนในส่วนนี้จะมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างต่ำ ในแผนแม่บทการพัฒนาระบบมาตรวิทยาแห่งชาติ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติได้ตั้งงบประมาณในส่วนการพัฒนาบริการสารสนเทศในช่วง 3 ปีในระหว่างปี 2545 ถึง 2547 รวมทั้งสิ้นประมาณ 20 ล้านบาทเท่านั้น อย่างไรก็ตามการสำรวจโรงงานในภาคเอกชนพบว่า โรงงานไม่น้อยไม่ทราบข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบมาตรวิทยาเช่น รายชื่อและบริการที่มีอยู่ของห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

การให้บริการรับปรึกษาปัญหาด้านมาตรวิทยา

การให้บริการรับปรึกษาปัญหาด้านมาตรวิทยาจะช่วยให้ภาคเอกชนสามารถพัฒนาและปรับปรุงระบบมาตรวิทยาของตนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การลงทุนในส่วนนี้มีค่าใช้จ่ายไม่สูงกว่าการเผยแพร่ข้อมูลมากนัก เนื่องจากต้นทุนส่วนใหญ่จะเป็นการสร้างองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องและจัดเตรียมบุคลากรในการให้คำปรึกษา

การฝึกอบรมให้ความรู้และเทคนิคเกี่ยวกับมาตรวิทยา

การฝึกอบรมให้ความรู้และเทคนิคเกี่ยวกับมาตรวิทยาจะทำให้ภาคเอกชนสามารถพัฒนาบุคลากรด้านมาตรวิทยาของตน ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาระบบมาตรวิทยาภายในบริษัทต่อไป โดยทั่วไปการลงทุนในส่วนนี้จะมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าการเผยแพร่ข้อมูลแต่ไม่สูงมากนัก

การพัฒนาเครือข่ายห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

การพัฒนาเครือข่ายห้องปฏิบัติการสอบเทียบสามารถลดปัญหาการขาดแคลนห้องปฏิบัติการสอบเทียบและการให้บริการที่ล่าช้า ซึ่งทำให้บริษัทต้องซื้อเครื่องมือวัดมากเกินกว่าที่ควรจะเป็น การพัฒนาดังกล่าวประกอบไปด้วยการดำเนินการต่างๆ เช่น การเพิ่มจำนวนห้องปฏิบัติการสอบเทียบ การสร้างหลักประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ การสร้างเครือข่ายห้องปฏิบัติการสอบเทียบ เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม การลงทุนส่วนใหญ่ในการพัฒนาเครือข่ายห้องปฏิบัติการสอบเทียบเป็นการลงทุนโดยภาคเอกชนซึ่งต้องการให้บริการสอบเทียบ ซึ่งยังไม่สามารถประเมินมูลค่าได้ แต่คาดว่าน่าจะอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ส่วนการลงทุนของภาครัฐในส่วนนี้จะมีค่าใช้จ่ายไม่มากนัก

การก่อตั้งสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

การลงทุนก่อตั้งสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติเป็นการลงทุนเพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของระบบมาตรวิทยาของประเทศ ซึ่งจะนำไปสู่การได้รับความยอมรับจากต่างประเทศและการพัฒนาระบบมาตรวิทยาภายในประเทศทั้งหมด การลงทุนในส่วนนี้ประกอบด้วยการพัฒนาด้านนโยบาย การพัฒนาขีดความสามารถของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ และการพัฒนาเครือข่ายห้องปฏิบัติการสอบเทียบ เป็นต้น

การลงทุนในส่วนนี้จะมีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก เนื่องจากต้องพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของระบบมาตรวิทยาเกือบทุกด้านของประเทศ ในแผนแม่บทการพัฒนาระบบมาตรวิทยาแห่งชาติ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติได้ตั้งงบประมาณในส่วนที่เกี่ยวข้องกับแผนงานการพัฒนาระบบมาตรวิทยาแห่งชาติในช่วง 10 ปีระหว่างปี 2542 ถึง 2551 รวมทั้งสิ้นประมาณ 2,237 ล้านบาท

3.3 สรุป

การสำรวจโรงงานอุตสาหกรรม 10 แห่งในสาขาอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อประเทศไทยได้พบหลักฐานที่ยืนยันว่า ระบบมาตรวิทยามีความสำคัญต่อการสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการไทย เนื่องจากระบบมาตรวิทยาที่ได้มาตรฐานจะช่วยลดการสูญเสียต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการกระบวนการผลิตเช่น การสิ้นเปลืองวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในระหว่างกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการผลิต และพลังงาน ช่วยให้โรงงานอุตสาหกรรมสามารถผลิตสินค้าที่มีคุณภาพได้ตามมาตรฐาน ลดการหยุดชะงักในกระบวนการผลิต และลดการลงทุนซ้ำซ้อนในด้านเครื่องมือวัดต่างๆ ในการศึกษาดังกล่าว คณะผู้วิจัยได้ประเมินผลกระทบในเชิงปริมาณของการพัฒนา

ระบบมาตรวิทยา โดยพบว่าในหลายกรณีการพัฒนาระบบมาตรวิทยาจะช่วยให้โรงงานอุตสาหกรรมสามารถลดความสูญเสียและเพิ่มประสิทธิภาพได้อย่างมีนัยสำคัญ

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐานดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยการลงทุนทั้งในภาคเอกชนและภาครัฐ ในหลายกรณีโรงงานอุตสาหกรรมสามารถพัฒนาระบบมาตรวิทยาในโรงงานของตนได้โดยอาศัยการลงทุนที่ไม่สูงมากนัก โดยเฉพาะในกรณีที่โรงงานได้จัดตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบขึ้นภายในโรงงานแล้ว อย่างไรก็ตาม การแก้ปัญหาในบางกรณีเช่น การลดปัญหาการลงทุนซ้ำซ้อนในการซื้อเครื่องมือวัดของภาคเอกชนจำเป็นต้องอาศัยการลงทุนสูงทั้งในภาคเอกชนและภาครัฐในการสร้างเครือข่ายห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่สามารถให้บริการอย่างเพียงพอกับความต้องการ

บทที่ 4 การประมาณการมูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศ

ในช่วงปี 2549 ถึง 2553 ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการส่งออกในสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และสาขายานยนต์และชิ้นส่วนของไทยน่าจะเข้าสู่ระบบมาตรฐาน ISO 9000 ทั้งหมด การเข้าสู่ระบบดังกล่าวจะทำให้ความต้องการด้านมาตรวิทยาเพิ่มขึ้น หากระบบมาตรวิทยาของประเทศไม่สามารถขยายตัวเพื่อรองรับความต้องการดังกล่าว ผู้ประกอบการไทยจะต้องส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบในต่างประเทศมากกว่ากรณีที่อัตราการขยายตัวของระบบมาตรวิทยาของประเทศเท่ากับอัตราการขยายตัวของการได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9000 ที่เพิ่มขึ้นจากการขยายตัวของการส่งออกประมาณร้อยละ 34 ถึง 50

4.1 บทนำ

ดังที่กล่าวมาในบทที่ 2 ว่าปัจจัยสำคัญที่ทำให้บริษัทโดยเฉพาะบริษัทส่งออกส่วนใหญ่ต้องการบริการด้านมาตรวิทยาคือความต้องการได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9000 เนื่องจากระบบมาตรฐานดังกล่าวกำหนดให้เครื่องมือวัดของบริษัทต้องได้รับการควบคุม สอบเทียบ และบำรุงรักษาให้อยู่ในเกณฑ์ที่สอดคล้องกับขีดความสามารถของการวัดที่ต้องการ

การสำรวจของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติเมื่อปี 2542 พบว่าโรงงานอุตสาหกรรมของไทยที่ได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9000 ต้องส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบในต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศ โรงงานเหล่านี้ล้วนเกี่ยวข้องกับการส่งออกทางตรงหรือทางอ้อมซึ่งต้องเข้าสู่ระบบ ISO 9000 สาเหตุของการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบในต่างประเทศดังกล่าวเนื่องมาจากการที่ห้องปฏิบัติการสอบเทียบในประเทศไทยไม่สามารถรองรับความต้องการในการสอบเทียบดังกล่าวได้ทั้งหมด

จากที่กล่าวมาในบทที่ 2 จะเห็นได้ว่าการได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9000 ของโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยค่อนข้างล่าช้ากว่าโรงงานในประเทศคู่แข่งในภูมิภาคเอเชีย อย่างไรก็ตามในอนาคต สภาพการแข่งขันในตลาดโลกที่เข้มข้นขึ้นจะกดดันให้โรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยต้องเร่งเข้าสู่ระบบมาตรฐานดังกล่าว หากระบบมาตรวิทยาในประเทศไทยไม่สามารถขยายตัวได้ทันกับความต้องการที่เพิ่มขึ้น การส่งเครื่องมือวัดออกไปสอบเทียบในต่างประเทศก็จะเพิ่มมากขึ้น

ในบทนี้ คณะผู้วิจัยจะประมาณการมูลค่าการส่งเครื่องมือวัดออกไปสอบเทียบในต่างประเทศโดยอาศัยข้อมูลจากผลการสำรวจที่ผ่านมาของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ การสำรวจดังกล่าวครอบคลุมกลุ่มตัวอย่าง (sample) ซึ่งเป็นบริษัทที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9000 ในหลายสาขาอย่าง

ไรก็ตามในบทนี้ คณะผู้วิจัยจะประมาณการมูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบในต่างประเทศเฉพาะใน 2 สาขาคืออุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนเท่านั้น

เหตุผลในการเลือกประมาณการเพียง 2 อุตสาหกรรมดังกล่าวมีหลายประการ ประการที่หนึ่ง อุตสาหกรรมทั้งสองเป็นอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าการส่งออกสูงมาก โดยในปี 2542 มูลค่าการส่งออกรวมกันของทั้งสองอุตสาหกรรมมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 40 ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมด[1] ประการที่สอง อุตสาหกรรมทั้งสองเป็นอุตสาหกรรมที่ส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศมากที่สุด โดยในอุตสาหกรรมอื่นมีผู้ประกอบการเพียงไม่กี่รายที่ส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบยังต่างประเทศ ประการที่สาม อุตสาหกรรมทั้งสองเป็นเพียงอุตสาหกรรมที่มีจำนวนตัวอย่างที่สมบูรณ์เพียงพอสำหรับการประมาณการ (ดูตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลการสำรวจของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

ประเภทอุตสาหกรรม	จำนวนบริษัทที่ตอบแบบสอบถาม	จำนวนบริษัทที่ใช้บริการสอบเทียบต่างประเทศ	จำนวนตัวอย่างที่สมบูรณ์[a]
1. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	93	53	35
2. ยานยนต์และชิ้นส่วน	47	22	14
3. พลาสติก	23	3	5
4. อาหารและเครื่องดื่ม	22	5	4
5. เหล็กและเหล็กกล้า	15	6	7
6. ยางและยางสังเคราะห์	10	3	5

หมายเหตุ: [a] ตัวอย่างที่สมบูรณ์หมายถึงตัวอย่างที่มีข้อมูลการส่งออกและข้อมูลมาตรวิทยาที่สมบูรณ์
ที่มา: สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ, 2543

การสำรวจดังกล่าวของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศในทั้งสองอุตสาหกรรมดังแสดงในตารางที่ 4.2 ค่าใช้จ่ายดังกล่าวอยู่ในรูปค่าต่ำสุดและสูงสุดที่เป็นไปได้ การประมาณการของคณะผู้วิจัยซึ่งอ้างอิงผลการสำรวจดังกล่าวจึงเป็นการประมาณการโดยอาศัยค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดที่เป็นไปได้เช่นเดียวกัน[2]

---

[1] ข้อมูลจาก " *สถิติการค้าและเครื่องชี้ภาวะเศรษฐกิจของไทย ปี 2542* " โดย กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์ สิงหาคม 2543

[2] ในกรณีของบริษัทที่ไม่มีข้อมูลหรือไม่มีค่าใช้จ่าย และบริษัทมีค่าใช้จ่ายมากกว่า 700,000 บาทต่อปี คณะผู้วิจัยเลือกใช้ค่าสูงสุดและต่ำสุดเท่ากันคือ 0 และ 0.7 ล้านบาทต่อปีตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้ผลการประมาณการที่ได้เป็นผลการประมาณการขั้นต่ำ

ตารางที่ 4.2 ค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศในแต่ละอุตสาหกรรม

ค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศ (บาท)	ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์			ยานยนต์และชิ้นส่วน		
	ความถี่	ค่าใช้จ่ายรวม (ล้านบาทต่อปี)		ความถี่	ค่าใช้จ่ายรวม (ล้านบาทต่อปี)	
		ต่ำสุด	สูงสุด		ต่ำสุด	สูงสุด
ไม่มีการสอบเทียบหรือไม่ตอบในเรื่องค่าใช้จ่าย	13	0.0	0.0	7	0.0	0.0
ภายใน 100,000	8	0.0	0.8	3	0.0	0.3
100.001 – 300,000	7	0.7	2.1	4	0.4	1.2
300,001 – 500,000	3	0.9	1.5	-	0.0	0.0
500,001 – 700,000	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0
มากกว่า 700,000	4	2.8	2.8	-	0.0	0.0
รวม	35	4.4	7.2	14	0.4	1.5

ที่มา : สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ, 2543

ในการศึกษาครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 กรณี คือ

1. กรณีฐาน: ระบบมาตรวิทยาของประเทศสามารถรองรับการขยายตัวของการส่งออก กล่าวคือ อัตราการขยายตัวของระบบมาตรวิทยาของประเทศเท่ากับอัตราการขยายตัวของการได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9000 ซึ่งสัมพันธ์กับการขยายตัวของการส่งออก
2. กรณีเปรียบเทียบ: ระบบมาตรวิทยาของประเทศไม่สามารถรองรับการขยายตัวของการส่งออก กล่าวคือ ระบบมาตรวิทยาของประเทศไม่มีการขยายตัวเพื่อรองรับความต้องการที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการขยายตัวของการส่งออก

4.2 กรณีฐาน: ระบบมาตรวิทยาของประเทศสามารถรองรับการขยายตัวของการส่งออก

การประมาณการในกรณีฐานจะใช้ข้อสมมติดังนี้

1. บริษัทที่ส่งออกทั้งทางตรงและทางอ้อมจะได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9000 ทั้งหมด ภายในเวลา 5 ถึง 10 ปี นับจากปี 2544 กล่าวคือ ภายในปี 2549 ถึง 2553
2. แม้ว่าจำนวนบริษัทที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9000 จะเพิ่มมากขึ้น สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศต่อมูลค่าการส่งออก (ρ_0) ในแต่ละอุตสาหกรรมยังคงที่

3. อัตราการขยายตัวของการส่งออกของทุกอุตสาหกรรมที่ใช้ในการประมาณการคงที่เท่ากับร้อยละ 4 ต่อปี ในระหว่างปี 2544-2553

สาเหตุที่สำคัญที่ทำให้ข้อสมมติข้อแรกสมเหตุสมผล คือความพยายามของภาครัฐในการส่งเสริมให้บริษัทส่งออกได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9000 และความต้องการของตลาดต่างประเทศซึ่งเพิ่มข้อกำหนดต่าง ๆ ที่ทำให้บริษัทต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9000 ในที่สุด ความพยายามของภาครัฐดังกล่าวสามารถเห็นได้อย่างชัดเจนจากมติคณะรัฐมนตรี เมื่อตุลาคม 2541 ซึ่งเห็นชอบในหลักการกับข้อเสนอมาตรการการส่งเสริมให้ธุรกิจได้รับใบรับรองมาตรฐาน ISO 9000 โดยมีเป้าหมายให้มีการรับรองมาตรฐาน ISO 9000 ปีละประมาณ 1,500 โรงงาน[3]

ข้อสมมติข้อที่สองเป็นการสมมติให้อัตราการขยายตัวของระบบมาตรวิทยาของประเทศเท่ากับอัตราการขยายตัวของการได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9000 ที่เพิ่มขึ้นจากการขยายตัวของการส่งออก ดังนั้น เมื่อพิจารณาประชากร (population) ซึ่งสมมติให้ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9000 ทั้งหมด ย่อมจะเห็นได้ว่า สัดส่วนระหว่างค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบในประเทศและต่างประเทศคงที่ และสัดส่วนค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศต่อมูลค่าการส่งออกในแต่ละอุตสาหกรรมคงที่เท่ากับสัดส่วนดังกล่าวของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งแสดงในตารางที่ 4.3

สำหรับข้อสุดท้าย การสมมติให้อัตราการขยายตัวของการส่งออกคงที่เท่ากับร้อยละ 4 ต่อปี ย่อมทำให้ผลการประมาณการที่ได้เป็นแบบขั้นต่ำ (underestimate) เนื่องจาก โดยปกติแล้วการขยายตัวของการส่งออกของไทยจะอยู่ในอัตราที่สูงกว่าร้อยละ 4 ต่อปี

[3] ข้อมูลจาก*"Industrial Technology Review"*, 75, กันยายน 2543, หน้า 145

ตารางที่ 4.3 สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศต่อมูลค่าการส่งออกในแต่ละอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรม	ค่าใช้จ่าย[a] (ล้านบาทต่อปี)		มูลค่าการส่งออก[b] (ล้านบาทต่อปี)	สัดส่วน[c] (บาทต่อล้านบาท)	
	ต่ำสุด	สูงสุด		ต่ำสุด	สูงสุด
ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	4.4	7.2	58,260	75.5	123.6
ยานยนต์และชิ้นส่วน	0.4	1.5	1,253	319.2	1,197.1
เหล็กและเหล็กกล้า	0.1	0.5	6,388	15.7	78.3
ยางและยางสังเคราะห์	0.0	0.1	8,274	0.0	12.1

หมายเหตุ: [a] ค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศของกลุ่มตัวอย่าง

[b] มูลค่าการส่งออกของกลุ่มตัวอย่าง

[c] สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศต่อมูลค่าการส่งออกของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งคำนวณได้จาก (ค่าใช้จ่าย / มูลค่าส่งออก) x 1,000,000 เช่น (4.4 / 58,260) x 1,000,000 = 75.52 บาทต่อล้านบาท

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

การประมาณการมูลค่าการส่งเครื่องมือวัดออกไปสอบเทียบในต่างประเทศทั้งหมดประกอบด้วยการประมาณการมูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศของบริษัทผู้ส่งออกโดยตรงและการประมาณการมูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศของบริษัทผู้ส่งออกทางอ้อม

การส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศเนื่องจากการส่งออกโดยตรง

จากอัตราการขยายตัวของการส่งออกซึ่งสมมติให้คงที่ร้อยละ 4 และมูลค่าการส่งออกในแต่ละอุตสาหกรรมในปี 2542 ซึ่งจะเห็นได้ว่า อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนส่งออกประมาณ 91,950 ล้านบาท และอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ส่งออกประมาณ 798,780 ล้านบาท คณะผู้วิจัยสามารถประมาณการมูลค่าการส่งออกในช่วงปี 2549 ถึง 2553 (ดังแสดงในตารางที่ 4.4) โดยอาศัยความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

$$E(T) = E(t_0) \times (1 + r)^{T - t_0} \qquad (1)$$

โดยที่ $E(T)$ หมายถึง มูลค่าการส่งออกสินค้าในปี T

$E(t_0)$ หมายถึง มูลค่าการส่งออกสินค้าในปีฐาน t_0 ซึ่งในที่นี้คือปี 2542

r หมายถึง อัตราการขยายตัวของการส่งออก ซึ่งในที่นี้เราสมมติเท่ากับ 0.04 ต่อปี

ตารางที่ 4.4 มูลค่าการส่งออกสินค้าในช่วงปี 2549 ถึง 2553

หน่วย : ล้านบาท

ปี	ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	ยานยนต์และชิ้นส่วน
2549	1,051,140	121,000
2550	1,093,186	125,840
2551	1,136,913	130,874
2552	1,182,390	136,108
2553	1,229,685	141,553

ที่มา : จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

จากข้อสมมติต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว คณะผู้วิจัยสามารถประมาณการมูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศ $M_{growth}(T)$ ในแต่ละอุตสาหกรรม ได้จากความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

$$M_{growth}(T) = \rho_0 \times E(T) \qquad (2)$$

โดยที่ $M_{growth}(T)$ หมายถึงมูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศในปี T สำหรับกรณีฐาน

ρ_0 หมายถึงสัดส่วนค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศต่อมูลค่าการส่งออกในแต่ละอุตสาหกรรมซึ่งกำหนดให้คงที่

E(T) หมายถึง มูลค่าการส่งออกสินค้าในปี T

จากสัดส่วนค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศต่อมูลค่าการส่งออกในตารางที่ 4.3 และมูลค่าการส่งออกสินค้าในช่วงปี 2549 ถึง 2553 ในตารางที่ 4.4 คณะผู้วิจัยสามารถประมาณการมูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศเนื่องจากการส่งออกทางตรง ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การประมาณการมูลค่าการส่งออกเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศเนื่องจากการส่งออกทางตรง สำหรับกรณีฐาน

มูลค่า : ล้านบาทต่อปี

ปี	ยานยนต์และชิ้นส่วน			ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์			มูลค่าการสอบเทียบรวม (ล้านบาทต่อปี)	
	มูลค่าการส่งออก (ล้านบาทต่อปี)	มูลค่าการสอบเทียบ (ล้านบาทต่อปี)		มูลค่าการส่งออก (ล้านบาทต่อปี)	มูลค่าการสอบเทียบ (ล้านบาทต่อปี)			
		ต่ำสุด	สูงสุด		ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด
2549	121,000	38.6	144.9	1,051,140	79.4	129.9	118.0	274.8
2550	125,840	40.2	150.6	1,093,186	82.5	135.1	122.7	285.7
2551	130,874	41.8	156.7	1,136,913	85.8	140.5	127.6	297.2
2552	136,108	43.5	162.9	1,182,390	89.3	146.1	132.8	309.0
2553	141,553	45.2	169.5	1,229,685	92.8	152.0	138.0	321.5

ที่มา : จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

การส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศเนื่องจากการส่งออกทางอ้อม

การส่งออกทางอ้อม (indirect export) หมายถึงการจำหน่ายชิ้นส่วน อุปกรณ์ หรือสินค้าให้แก่ผู้ผลิตซึ่งเป็นผู้ส่งออกทางตรง ยกตัวอย่างเช่น บริษัทผู้ผลิตหลอดภาพโทรทัศน์จะผลิตหลอดภาพให้แก่บริษัทผู้ประกอบโทรทัศน์ ซึ่งส่งออกโทรทัศน์ไปยังต่างประเทศ สินค้าของบริษัทผู้ผลิตหลอดภาพจึงถูกส่งออกไปยังต่างประเทศโดยผ่านบริษัทผู้ประกอบโทรทัศน์[4] ในทางปฏิบัติ ผู้ส่งออกทางอ้อมส่วนใหญ่จะต้องได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9000 ด้วย เพื่อเป็นหลักประกันว่าผลิตภัณฑ์สุดท้ายของกระบวนการผลิตได้ผ่านกระบวนการด้านมาตรฐาน ผู้ส่งออกทางอ้อมเหล่านี้จึงมีความต้องการที่จะได้รับบริการด้านมาตรวิทยาเช่นเดียวกันกับผู้ส่งออกทางตรง ซึ่งทำให้เราต้องพิจารณาถึงผลของการส่งออกทางอ้อมต่อการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบยังต่างประเทศด้วย

การประมาณการในส่วนนี้พิจารณาเฉพาะการส่งออกทางอ้อมของอุตสาหกรรมการผลิตที่ป้อนวัตถุดิบให้แก่อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และ ยานยนต์และชิ้นส่วน จากตารางปัจจัยการผลิตและผลิตผลของประเทศไทย (Input–Output Table) ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) วัตถุดิบหลักของอุตสาหกรรมทั้งสองประกอบไปด้วยผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า และอุตสาหกรรมยางและยางสังเคราะห์[5]

การประมาณการในส่วนนี้จะยังคงใช้ข้อสมมติในการประมาณการในส่วนแรกเป็นหลักเช่นเดิม จะมีข้อแตกต่างก็เพียงในประเด็นของมูลค่าการส่งออก เนื่องจากการศึกษาในส่วนนี้ต้องใช้มูลค่าการส่งออกทางอ้อม ในขณะที่การศึกษาในส่วนแรกใช้มูลค่าการส่งออกทางตรง ข้อแตกต่างนี้ทำให้เราต้องใช้ข้อสมมติเพิ่มเติมเพื่อช่วยในการคำนวณมูลค่าการส่งออกทางอ้อมซึ่งจะกล่าวถึงในรายละเอียดต่อไป

การคำนวณมูลค่าการส่งออกทางอ้อมต้องอาศัยข้อมูลจากตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตของประเทศไทย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการหมุนเวียน (flow) ของสินค้าและบริการระหว่างสาขาการผลิต (sector) ของระบบเศรษฐกิจในช่วงระยะเวลาที่แน่นอน มูลค่าของปัจจัยการผลิตที่ได้จากตารางดังกล่าวจะเป็นผลรวมของการผลิตเพื่อส่งออกและการบริโภคภายในประเทศ ดังนั้น เพื่อให้สอดคล้องกับการประมาณการในส่วนแรก เราจึงต้องปรับมูลค่าของวัตถุดิบดังกล่าวให้เป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสินค้าเพื่อส่งออกทางตรงเท่านั้น นอกจากนี้ ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลในปี 2538 แต่

---

[4] การส่งออกทางอ้อมมีหลายระดับ เช่น การส่งออกทางอ้อมให้กับผู้ผลิตที่ส่งออกทางตรง (primary indirect export) หรือการส่งออกทางอ้อมให้กับผู้ผลิตที่ส่งออกทางอ้อมข้างต้น (secondary indirect export) เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาเฉพาะกรณีของการส่งออกทางอ้อมให้กับผู้ผลิตที่ส่งออกทางตรง (primary indirect export) เท่านั้น เนื่องจากความเชื่อมโยง (linkage) ของการส่งออกในขั้นถัดไปกับการส่งออกทางตรงจะมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับ การส่งออกทางอ้อมให้กับผู้ผลิตที่ส่งออกทางตรง

[5] *ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตของประเทศไทย ปี 2538* โดย สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี

ข้อมูลการส่งออกที่ใช้คำนวณส่วนแรกเป็นข้อมูลในปี 2542 เราจึงต้องปรับมูลค่าของวัตถุดิบจากมูลค่าในปี 2538 เป็นมูลค่าในปี 2542 การปรับมูลค่าของวัตถุดิบดังกล่าวจำเป็นต้องกำหนดข้อสมมติเพิ่มเติมดังนี้

- เทคโนโลยีในการผลิต (production technology) และโครงสร้างของอุตสาหกรรมภายในประเทศในปี 2542 มีลักษณะเช่นเดียวกับในปี 2538 กล่าวคือ สัดส่วนของวัตถุดิบต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตต่อผลผลิตรวมภายในประเทศในปี 2542 ยังคงเท่ากับในปี 2538 และอัตราส่วนการส่งออกต่อผลผลิตรวมภายในประเทศยังคงเท่าเดิม จะแตกต่างกันก็เพียงมูลค่าของผลผลิตและการส่งออกเท่านั้น

จากข้อสมมติเพิ่มเติมทั้งสองข้อข้างต้น เราสามารถปรับมูลค่าของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลผลิตรวมภายในประเทศในปี 2538 เป็นมูลค่าการส่งออกทางอ้อมในช่วงปี 2549 ถึง 2553 ได้โดยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ปรับมูลค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลผลิตรวมในประเทศทั้งหมด เป็นมูลค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลผลิตที่ส่งออกโดยใช้อัตราส่วนมูลค่าการส่งออกต่อมูลค่าของผลผลิตรวมภายในประเทศของสินค้าที่ส่งออก ซึ่งจะได้มูลค่าการส่งออกทางอ้อมในปี 2538
2. ปรับมูลค่าวัตถุดิบที่ได้จาก 1. ให้เป็นมูลค่าการออกทางอ้อมในปี 2542 โดยใช้ อัตราส่วนมูลค่าการส่งออกในปี 2542 ต่อมูลค่าการส่งออกในปี 2538 ซึ่งจะได้มูลค่าการส่งออกทางอ้อมในแต่ละอุตสาหกรรมในปี 2542
3. ปรับมูลค่าการส่งออกทางอ้อมในปี 2542 เป็นมูลค่าการส่งออกทางอ้อมในช่วงปี 2549 ถึง 2553 โดยสมการที่ (1) เช่นเดียวกับกรณีการส่งออกทางตรง

จากข้อมูลการส่งออกในปี 2538 และ 2542 และมูลค่าผลผลิตรวมภายในประเทศในปี 2538 เราสามารถคำนวณอัตราส่วนมูลค่าการส่งออกต่อมูลค่าของผลผลิตรวมภายในประเทศของสินค้าที่ทำการส่งออกได้ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การปรับมูลค่าวัตถุดิบในการผลิตผลผลิตรวมภายในประเทศในปีเป็นมูลค่าการส่งออกทางอ้อมในปี 2542

รายการ	ยานยนต์ฯ	ไฟฟ้าฯ
1.มูลค่าผลผลิตรวมภายในประเทศปี 2538 (ล้านบาท)	254,212	559,539
2.มูลค่าการส่งออกในปี 2538 (ล้านบาท)	22,437	400,512
3.มูลค่าการส่งออกในปี 2542 (ล้านบาท)	91,954	798,780
4.อัตราส่วนที่ใช้ในการปรับมูลค่าวัตถุดิบในการผลิตผลผลิตรวมเป็นมูลค่าการส่งออกทางอ้อมในปี 2538 (บาทต่อล้านบาท)	(22,437 / 254,212) x 1,000,000 = 88,300	(400,512 / 559,539) x 1,000,000 = 715,800
5.อัตราส่วนที่ใช้ในการปรับมูลค่าการส่งออกทางอ้อมจากปี 2538 เป็นมูลค่าการส่งออกทางอ้อมในปี 2542 (ล้านบาทต่อล้านบาท)	(91,954 / 22,437) = 4.098	(798,780 / 400,512) = 1.994
6.อัตราส่วนที่ใช้ปรับมูลค่าวัตถุดิบในการผลิตผลผลิตรวมในปี 2538 เป็นมูลค่าการส่งออกทางอ้อมในปี 2542 (ล้านบาทต่อล้านบาท)	(88,300 / 1,000,000) x 4.098 = 0.362	(715,800 / 1,000,000) x 1.994 = 1.427

ที่มา : จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

จากอัตราส่วนที่ได้และมูลค่าวัตถุดิบในการผลิตผลผลิตรวมภายในประเทศจากตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต เราสามารถคำนวณมูลค่าการส่งออกทางอ้อมโดยผ่านการส่งออกทางตรงของอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และ อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน ดังแสดงในตารางที่ 4.7 ภาพที่ 4.1 แสดงตัวอย่างมูลค่าการส่งออกทางอ้อมในปี 2549

ตารางที่ 4.7 การส่งออกทางอ้อมของอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนและอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในปี 2542

หน่วย : ล้านบาท

อุตสาหกรรม	มูลค่าวัตถุดิบ		มูลค่าการส่งออกทางอ้อม	
	ยานยนต์ฯ	ไฟฟ้าฯ	ยานยนต์ฯ	ไฟฟ้าฯ
1.ยางและยางสังเคราะห์	375.2	2,211.0	0.362 x 375.2 = 135.8	1.427 x 2,211.0 = 3,155.1
2.เหล็กและเหล็กกล้า	1,802.6	4,578.0	0.362 x 1,802.6 = 652.5	1.427 x 4,578.0 = 6,532.8
3.ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	9,107.5	57,732.0	0.362 x 9,107.5 = 3,296.9	1.427 x 57,732.0 = 82,383.6
4.ยานยนต์และชิ้นส่วน	20,075.8	1,535.0	0.362 x 20,075.8 = 7,267.4	1.427 x 1,535.0 = 2,190.4

ที่มา : จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

จากอัตราการขยายตัวของการส่งออกซึ่งสมมติให้คงที่ร้อยละ 4 ต่อปีและมูลค่าการส่งออกทางอ้อมในแต่ละอุตสาหกรรมในปี 2542 (ตารางที่ 4.7) เราสามารถคำนวณการส่งออกทางอ้อมในช่วงปี 2549 และ 2553 โดยใช้สมการที่ 1 ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 การส่งออกทางอ้อมของอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนและอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในช่วงปี2542 ถึง 2553

หน่วย : ล้านบาทต่อปี

ปี	มูลค่าส่งออกทางอ้อมผ่านยานยนต์และชิ้นส่วน				มูลค่าส่งออกทางอ้อมผ่านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์			
	ยานยนต์	ไฟฟ้าฯ	ยางฯ	เหล็กฯ	ยานยนต์	ไฟฟ้าฯ	ยางฯ	เหล็กฯ
2549	9,563	4,339	179	859	2,882	108,412	4,152	8,597
2550	9,945	4,512	186	894	2,997	112,748	4,318	8,941
2551	10,343	4,693	194	929	3,117	117,258	4,491	9,298
2552	10,757	4,880	201	967	3,242	121,948	4,670	9,670
2553	11,187	5,076	209	1,005	3,371	126,826	4,857	10,057

ที่มา : จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

จากมูลค่าการส่งออกทางอ้อมในตารางที่ 4.8 และสัดส่วนค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศต่อมูลค่าการส่งออกในแต่ละอุตสาหกรรมในตารางที่ 4.3 เราสามารถประมาณการมูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศเนื่องจากการส่งออกทางอ้อมผ่านอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน และอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ได้เช่นเดียวกับกรณีของการส่งออกทางตรง ดังแสดงในตารางที่ 4.9 และ 4.10 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 มูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศเนื่องจากการส่งออกทางอ้อมในช่วงปี 2549 – 2553 (กรณีอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน)

มูลค่า : ล้านบาทต่อปี

ปี	ยานยนต์และชิ้นส่วน			ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์			ยางและยางสังเคราะห์			เหล็กและเหล็กกล้า			มูลค่าสอบเทียบรวม	
	ส่งออก	มูลค่าสอบเทียบ		ส่งออก	มูลค่าสอบเทียบ		ส่งออก	มูลค่าสอบเทียบ		ส่งออก	มูลค่าสอบเทียบ		ต่ำสุด	สูงสุด
		ต่ำสุด	สูงสุด		ต่ำสุด	สูงสุด		ต่ำสุด	สูงสุด		ต่ำสุด	สูงสุด		
2549	9,563	3.05	11.45	4,339	0.33	0.54	179	0.00	0.002	859	0.01	0.07	3.42	12.05
2550	9,945	3.17	11.91	4,512	0.34	0.56	186	0.00	0.002	894	0.01	0.07	3.55	12.54
2551	10,343	3.30	12.38	1,693	0.35	0.58	194	0.00	0.002	929	0.01	0.07	3.69	13.04
2552	10,757	3.34	12.88	4,880	0.37	0.60	201	0.00	0.002	967	0.02	0.08	3.84	13.56
2553	11,187	3.57	13.39	5,076	0.38	0.63	209	0.00	0.002	1,005	0.02	0.08	4.00	14.10

ที่มา : จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ 4.10 มูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศเนื่องจากการส่งออกทางอ้อมในช่วงปี 2549 – 2553 (กรณีอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์)

มูลค่า : ล้านบาทต่อปี

ปี	ยานยนต์และชิ้นส่วน			ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์			ยางและยางสังเคราะห์			เหล็กและเหล็กกล้า			มูลค่าสอบเทียบรวม	
	ส่งออก	มูลค่าสอบเทียบ		ส่งออก	มูลค่าสอบเทียบ		ส่งออก	มูลค่าสอบเทียบ		ส่งออก	มูลค่าสอบเทียบ		ต่ำสุด	สูงสุด
		ต่ำสุด	สูงสุด		ต่ำสุด	สูงสุด		ต่ำสุด	สูงสุด		ต่ำสุด	สูงสุด		
2549	2,882	0.92	3.45	108,412	8.19	13.40	4,152	0.00	0.05	8,597	0.13	0.67	9.24	17.57
2550	2,997	0.96	3.59	112,748	8.51	13.94	4,318	0.00	0.05	8,941	0.14	0.70	9.61	18.28
2551	3,117	0.99	3.73	117,258	8.85	14.49	4,491	0.00	0.05	9,298	0.15	0.73	9.99	19.01
2552	3,242	1.03	3.88	121,948	9.21	15.07	4,670	0.00	0.06	9,670	0.15	0.76	10.39	19.77
2553	3,371	1.08	4.04	126,826	9.58	15.68	4,857	0.00	0.06	10,057	0.16	0.79	10.81	20.56

ที่มา : จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

สรุป

เมื่อพิจารณาทั้งผลของการส่งออกทางตรงและการส่งออกทางอ้อม เราจะสามารถประมาณการได้ว่า หากประเทศไทยสามารถพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้สามารถรองรับความต้องการบริการด้านมาตรวิทยาอันเนื่องมาจากการเข้าสู่ระบบมาตรฐาน ISO 9000 ของผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ยานยนต์และชิ้นส่วน เหล็กและเหล็กกล้า และยางและยางสังเคราะห์ได้เพียงพอ โดยอัตราการขยายตัวของระบบมาตรวิทยาของประเทศเท่ากับอัตราการขยายตัวของการได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9000 ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมดังกล่าวจะต้องส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศ ดังแสดงผลการประมาณการในตารางที่ 4.11

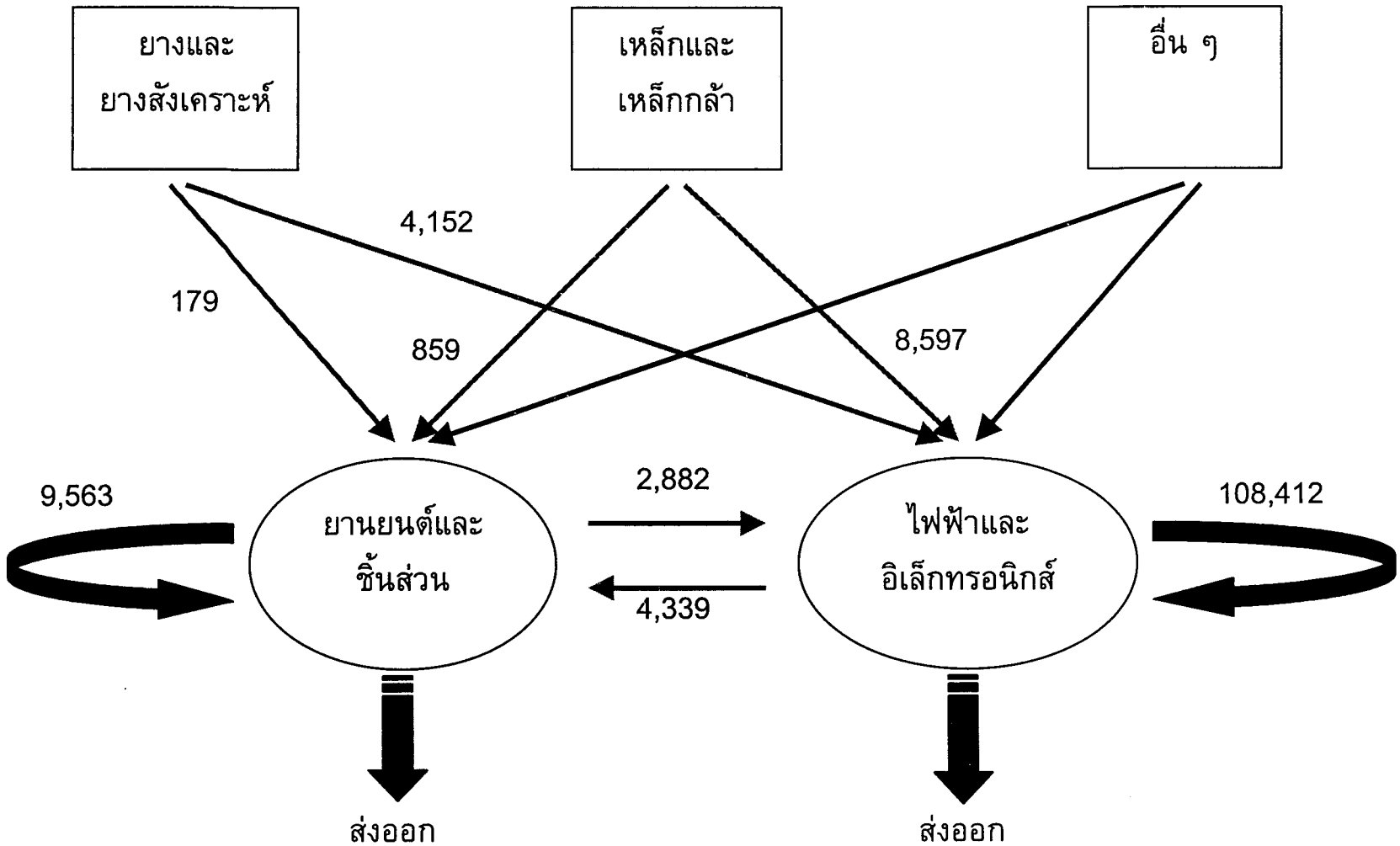
ตารางที่ 4.11 การประมาณการมูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศ สำหรับกรณีฐาน

หน่วย : ล้านบาทต่อปี

ปี	มูลค่าการสอบเทียบต่ำสุด					มูลค่าการสอบเทียบสูงสุด				
	ยานยนต์		ไฟฟ้า		รวม	ยานยนต์		ไฟฟ้า		รวม
	ตรง	อ้อม	ตรง	อ้อม		ตรง	อ้อม	ตรง	อ้อม	
2549	38.6	3.4	79.4	9.2	130.6	144.9	12.1	130.0	17.6	304.6
2550	40.2	3.6	82.5	9.6	135.9	150.6	12.5	135.1	18.3	316.5
2551	41.8	3.7	85.8	10.0	141.3	156.7	13.0	140.5	19.0	329.2
2552	43.5	3.8	89.3	10.4	147.0	162.9	13.6	146.1	19.8	342.4
2553	45.2	4.0	92.8	10.8	152.8	169.5	14.1	152.0	20.6	356.5

ที่มา : จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ภาพที่ 4.1 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการส่งออกของอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน และ อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (ตัวเลขที่แสดงเป็นมูลค่าล้านบาทของการส่งออกทางอ้อมในปี 2549)



4.3 กรณีเปรียบเทียบ: ระบบมาตรวิทยาของประเทศไม่สามารถรองรับการขยายตัวของการส่งออก

การศึกษาในส่วนนี้ใช้ข้อสมมติเช่นเดียวกับกรณีแรกเกือบทั้งหมด ยกเว้นการสมมติเกี่ยวกับอัตราการขยายตัวของระบบมาตรวิทยาของประเทศ โดยในส่วนนี้เราสมมติว่า

- ระบบมาตรวิทยาของประเทศไม่มีการขยายตัวเพื่อรองรับความต้องการที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการขยายตัวของการส่งออก

จากข้อสมมตินี้จะเห็นได้ว่า ความต้องการระบบมาตรวิทยาที่เพิ่มขึ้นไม่สามารถใช้บริการภายในประเทศได้ จึงจำเป็นต้องส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น กล่าวคือ ระบบมาตรวิทยาของประเทศสามารถรองรับความต้องการระบบมาตรวิทยาได้เฉพาะส่วนที่สัมพันธ์กับมูลค่าการส่งออกที่ปีฐาน ($E(t_0)$) เท่านั้น ส่วนความต้องการระบบมาตรวิทยาที่เพิ่มขึ้นจากการส่งออกที่ขยายตัวเพิ่มขึ้น ($\Delta E(T)$) จะต้องใช้บริการสอบเทียบในต่างประเทศ

เนื่องจากความต้องการระบบมาตรวิทยาที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวต้องใช้บริการสอบเทียบในต่างประเทศทั้งหมด การสอบเทียบเครื่องมือวัดในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการส่งออกที่ขยายตัว ($\Delta E(T)$) จึงต้องรวมเอาการสอบเทียบทั้งในประเทศและต่างประเทศเข้าด้วยกัน ในการประมาณการในกรณีนี้เราจึงสามารถกำหนดให้ สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศต่อมูลค่าการส่งออกในแต่ละอุตสาหกรรมสำหรับส่วนการส่งออกที่ขยายตัวเพิ่มขึ้น[6] (ρ_1) เท่ากับ สัดส่วนระหว่างผลรวมของค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบทั้งภายในและภายนอกประเทศต่อมูลค่าการส่งออกของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งสมมติให้คงที่เช่นเดียวกับกรณีแรก

จากที่กล่าวมาแล้ว เราสามารถคำนวณมูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศได้จากความสัมพันธ์ดังนี้

$$M_{zero}(T) = \rho_0 \times E(t_0) + \rho_1 \times \Delta E(T) \qquad (3)$$

โดยที่ $M_{zero}(T)$ หมายถึงมูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศในปี T สำหรับกรณีที่ระบบมาตรวิทยาของประเทศไม่มีการขยายตัว

$\Delta E(T)$ หมายถึงส่วนต่างระหว่างมูลค่าการส่งออกสินค้าในปีที่ T กับมูลค่าการส่งออกสินค้าในปีฐาน t_0 ซึ่งมีค่าเท่ากับ $E(T) - E(t_0)$

ρ_1 หมายถึงสัดส่วนค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศต่อมูลค่าการส่งออกในแต่ละอุตสาหกรรมสำหรับส่วนการส่งออกที่ขยายตัวเพิ่มขึ้น

ρ_0 หมายถึงสัดส่วนค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศต่อมูลค่าการส่งออกในแต่ละอุตสาหกรรมสำหรับกรณีฐาน

---

[6] ค่า ρ_1 ในการประมาณการดังกล่าวเป็นค่าขั้นต่ำของค่าที่ควรจะเป็น เนื่องจากคิดจากค่าใช้จ่ายการสอบเทียบภายในประเทศ ซึ่งต่ำกว่าค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบต่างประเทศ

การศึกษาในส่วนนี้มุ่งเน้นที่จะชี้ให้เห็นว่าหากระบบมาตรวิทยาของประเทศไม่ได้เพิ่มขีดความสามารถให้รองรับความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น จะทำให้ภาคอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และยานยนต์และชิ้นส่วน ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศ (M_{zero}) มากกว่ากรณีที่ระบบมาตรวิทยาสามารถเพิ่มขีดความสามารถได้ในระดับเดียวกับการขยายตัวของความต้องการหรือการขยายตัวของการส่งออก (M_{growth}) โดยสามารถพิจารณาได้จากความแตกต่าง $M_{zero} - M_{growth}$ ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการคณิตศาสตร์ได้เป็นดังนี้

$$M_{zero}(T) - M_{growth}(T) = \left\{\frac{\rho_1 - \rho_0}{\rho_0}\right\} \times \left\{1 - \frac{1}{(1+r)^{T-t_0}}\right\} \times M_{growth}(T) \qquad (4)$$

โดยที่ r หมายถึงอัตราการขยายตัวของการส่งออกซึ่งกำหนดให้เท่ากับร้อยละ 4 ต่อปี

รายละเอียดการคำนวณสมการที่ 4

จาก

$$M_{growth}(T) = \rho_0 \times E(T) = \rho_0 \times E(t_0) + \rho_0 \times \Delta E(T)$$
$$M_{zero}(T) = \rho_0 \times E(t_0) + \rho_1 \times \Delta E(T)$$

เราจะได้ว่า

$$M_{zero}(T) - M_{growth}(T) = (\rho_1 - \rho_0) \times \Delta E(T)$$

โดยที่

$$\Delta E(T) = E(T) - E(t_0) = E(t_0) \times (1+r)^{T-t_0} - E(t_0)$$
$$= E(t_0) \times \left\{(1+r)^{T-t_0} - 1\right\}$$

ดังนั้น

$$M_{zero}(T) - M_{growth}(T) = (\rho_1 - \rho_0) \times E(t_0) \times \left\{(1+r)^{T-t_0} - 1\right\}$$
$$= \left\{\frac{\rho_1 - \rho_0}{\rho_0}\right\} \times \left\{1 - \frac{1}{(1+r)^{T-t_0}}\right\} \times M_{growth}(T)$$

เราสามารถคำนวณสัดส่วน ρ_1 และ $\frac{\rho_1 - \rho_0}{\rho_0}$ ของอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน และอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ได้จากข้อมูลจากการสำรวจของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 สัดส่วนที่ใช้ในการคำนวณ

อุตสาหกรรม	ρ_0 (บาทต่อล้านบาท)		ρ_1 (บาทต่อล้านบาท)		$\frac{\rho_1 - \rho_0}{\rho_0}$	
	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด
ยานยนต์และชิ้นส่วน	319.2	1,197.1	957.4	3151.4	2.00	1.63
ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	75.5	123.6	155.3	272.1	1.06	1.20

ที่มา : จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

จากตารางที่ 4.11 และตารางที่ 4.12 คณะผู้วิจัยสามารถประมาณการมูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศสำหรับกรณีที่ระบบมาตรวิทยาของประเทศไม่มีการขยายตัว โดยอาศัยสมการที่ 4 ผลการประมาณการแสดงอยู่ในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 มูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศในกรณีฐาน (M_{growth}) และกรณีเปรียบเทียบ (M_{zero})

ปี	มูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศ (ล้านบาทต่อปี)				ร้อยละความแตกต่าง $\frac{M_{zero} - M_{growth}}{M_{growth}} \times 100$	
	M_{growth}		M_{zero}			
	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด
2549	130.6	304.6	175.3	410.9	34.3	34.9
2550	135.9	316.5	188.1	440.4	38.4	39.1
2551	141.3	329.2	201.3	471.5	42.4	43.2
2552	147.0	342.4	215.0	503.9	46.3	47.2
2553	152.8	356.5	229.2	538.1	50.0	50.9

ที่มา : จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

สรุป

จากตารางที่ 4.13 จะเห็นได้ว่า หากระบบมาตรวิทยาของประเทศไม่ได้รับการพัฒนาให้สามารถรองรับการขยายตัวของการส่งออก จะทำให้ผู้ประกอบการไทยต้องส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศมากกว่ากรณีฐานประมาณร้อยละ 34 ถึง 50 ทั้งค่าสูงสุดและต่ำสุด นอกจากนี้ ยังจะพบว่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นจะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปมากขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการขยายตัวของการส่งออกที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

4.4 สรุป

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่า ในกรณีฐานซึ่งสมมติให้บริษัทที่ส่งออกทั้งทางตรงและทางอ้อมจะได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9000 ทั้งหมด ภายในปี 2549 ถึง 2553 และอัตราการขยายตัวของระบบมาตรวิทยาของประเทศเท่ากับอัตราการขยายตัวของการได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9000 ที่เพิ่มขึ้นจากการขยายตัวของการส่งออก ผู้ประกอบการไทยจำเป็นต้องส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศคิดเป็นมูลค่าประมาณ 131 ถึง 305 ล้านบาทต่อปี

อย่างไรก็ตาม หากระบบมาตรวิทยาของประเทศไม่ได้รับการพัฒนาให้สามารถรองรับการขยายตัวของการส่งออก จะทำให้ผู้ประกอบการไทยต้องส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศมากกว่ากรณีฐานประมาณร้อยละ 34 ถึง 50 ทั้งค่าสูงสุดและต่ำสุด

กล่าวโดยสรุป หากระบบมาตรของประเทศไม่ได้รับการพัฒนาให้สามารถรองรับความต้องการภายในประเทศได้ ประเทศไทยจะต้องสูญเสียเงินตราต่างประเทศในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศเป็นจำนวนมาก

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะทางนโยบาย

5.1 สรุป

ความสำเร็จของประเทศไทยในการส่งออกสินค้าไปยังตลาดโลกขึ้นอยู่กับการเข้าสู่มาตรฐานสากลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะระบบมาตรฐาน ISO 9000 ระบบมาตรฐาน ISO 14000 ระบบมาตรฐาน QS 9000 และระบบมาตรฐาน HACCP อย่างไรก็ตามในปัจจุบันผู้ประกอบการไทยได้เข้าสู่ระบบมาตรฐานที่สำคัญบางระบบโดยเฉพาะระบบมาตรฐาน ISO 9000 ช้ากว่าประเทศคู่แข่งในเอเชีย การเข้าสู่ระบบมาตรฐาน ISO 9000 จึงเป็นภารกิจที่มีความสำคัญเร่งด่วนสำหรับธุรกิจไทยในการพัฒนาความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศ การคาดการเบื้องต้นพบว่า มีความเป็นไปได้สูงที่ผู้ประกอบการไทยที่เกี่ยวข้องกับการส่งออกจะเข้าสู่ระบบมาตรฐานดังกล่าวทั้งหมดในระหว่างปี พ.ศ. 2549-2553 ระบบมาตรวิทยาทั้งในระดับชาติและในระดับห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐานจะเป็นปัจจัยเกื้อหนุนที่ช่วยให้ธุรกิจของไทยสามารถเข้าสู่ระบบมาตรฐานดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในทางตรงกันข้ามหากระบบมาตรวิทยาของประเทศไทยเป็นระบบที่ไม่ได้มาตรฐานหรือไม่สามารถให้บริการได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการแล้ว ระบบมาตรวิทยาก็จะกลายเป็นภาระแก่ธุรกิจไทยในการเข้าสู่มาตรฐานสากล การศึกษาผลกระทบในเชิงเศรษฐกิจของระบบมาตรวิทยาจากการสำรวจโรงงานอุตสาหกรรมชี้อย่างชัดเจนว่า ระบบมาตรวิทยาที่ไม่ได้มาตรฐานเช่น การขาดการสอบเทียบเครื่องมือวัดบางชนิดที่มีความสำคัญต่อการผลิต การขาดความเข้าใจในการเลือกและการใช้เครื่องมือวัด การขาดห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายในโรงงาน การลงทุนในเครื่องมือวัดบางประเภทเกินความจำเป็น และความล่าช้าของบริการสอบเทียบของห้องปฏิบัติการ ได้สร้างต้นทุนส่วนเพิ่มให้แก่ธุรกิจในรูปแบบต่างๆ ต้นทุนดังกล่าวได้แก่ การสิ้นเปลืองวัตถุและพลังงาน การผลิตสินค้าที่มีคุณภาพไม่ได้ตามมาตรฐาน การหยุดชะงักในกระบวนการผลิต และการลงทุนซ้ำซ้อนในด้านเครื่องมือวัด ในหลายกรณีต้นทุนดังกล่าวมีมูลค่าสูงมาก โดยอาจสูงถึงหลายล้านบาทต่อปี

การประมาณการมูลค่าการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบต่างประเทศยังชี้ให้เห็นด้วยว่าหากขีดความสามารถของระบบมาตรวิทยาของประเทศไทยขยายตัวในอัตราร้อยละ 4 ต่อปีเท่ากับการขยายตัวของการส่งออก โรงงานอุตสาหกรรมเฉพาะใน 2 สาขาซึ่งใช้ระบบมาตรวิทยามากที่สุดคือ อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนก็จะมีต้นทุนในการส่งเครื่องมือวัดไปยังต่างประเทศสูงถึง 131-305 ล้านบาทต่อปี ในปี 2549 อย่างไรก็ตามหากขีดความสามารถของระบบมาตรวิทยาหยุดนิ่งอยู่ในระดับปัจจุบัน ต้นทุนใน

การส่งเครื่องมือวัดไปยังต่างประเทศของทั้งสองอุตสาหกรรมจะสูงขึ้นเป็น 175-411 ล้านบาทในปีเดียวกัน การเร่งพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐานและมีห้องปฏิบัติการสอบเทียบเพียงพอกับความต้องการของอุตสาหกรรมจึงเป็นภารกิจที่มีความสำคัญเร่งด่วนเป็นอย่างยิ่ง

5.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นว่าการพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐานและมีห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่เพียงพอต่อความต้องการจะช่วยให้อุตสากรรมไทยสามารถลดการสูญเสียในกระบวนการผลิต เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศและลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศ รัฐจึงควรให้ความสำคัญต่อการพัฒนาระบบมาตรวิทยาโดยดำเนินการดังต่อไปนี้

การเร่งพัฒนาระบบมาตรวิทยาแห่งชาติ

จากการสำรวจ คณะผู้วิจัยพบว่าโรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่งยังคงประสบกับปัญหาการไม่มีบริการสอบเทียบเครื่องมือวัดหลายชนิดซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งในระดับห้องปฏิบัติการสอบเทียบและระดับมาตรวิทยาแห่งชาติ รัฐควรให้การสนับสนุนการพัฒนาระบบมาตรวิทยาของประเทศไทยทั้งห้องปฏิบัติการ เครื่องมือวัด และทรัพยากรมนุษย์ ในด้านต่างๆ ต่อไปนี้

- การวัดความชื้น ซึ่งใช้กันมากในอุตสาหกรรมการเกษตรเช่น ข้าว มัน สำปะหลัง
- การวัดความหวาน ซึ่งใช้กันมากในอุตสาหกรรมอาหารแปรรูปต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม และผลไม้กระป๋อง
- การวัดความซาบซึมได้ ซึ่งใช้กันมากในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์และอุตสาหกรรมหล่อชิ้นส่วนโลหะ
- การวัดอัตราการไหลของของเหลว ซึ่งใช้กันมากในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มต่างๆ โดยเฉพาะเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์

การส่งเสริมให้เกิดห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติและหน่วยงานอื่นในภาครัฐควรส่งเสริมให้เกิดห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่เพียงพอต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตาม การจัดตั้งห้องปฏิบัติการดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยการลงทุนสูงและต้องมีข้อมูลต่างๆ สนับสนุนในการตัดสินใจเพื่อส่งเสริมให้เกิดการลงทุนในการจัดตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบ หน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้องควรดำเนินการดังต่อไปนี้

- ให้คำปรึกษาแก่ภาคเอกชนที่สนใจจัดตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบ โดยให้ข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นต่อการวางแผนทางธุรกิจ และการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนจัดตั้งห้องปฏิบัติการ
- พิจารณาหามาตรการในการส่งเสริมการลงทุนของผู้ประกอบการในการจัดตั้งห้องปฏิบัติการเช่น การส่งเสริมการลงทุนจากคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน หรือการส่งเสริมโดยใช้มาตรการสนับสนุนอื่นๆ ของภาครัฐที่มีอยู่ เช่น การลดหย่อนภาษีในอัตราพิเศษ โดยถือว่าการลงทุนในด้านมาตรวิทยาเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยและพัฒนา
- ทบทวนการคิดอัตราค่าบริการสอบเทียบของหน่วยงานสอบเทียบในภาครัฐที่ให้บริการโดยตรงแก่โรงงานอุตสาหกรรมว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ ทั้งนี้เนื่องจากการคิดอัตราค่าบริการโดยภาครัฐในระดับต่ำกว่าต้นทุน จะเป็นอุปสรรคต่อการตัดสินใจลงทุนของภาคเอกชน เนื่องจากทำให้อัตราผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุนลดลงกว่าที่ควรจะเป็น

การสนับสนุนการจัดตั้งห้องปฏิบัติการภายใน

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติควรเพิ่มบทบาทในการสนับสนุนและให้คำปรึกษาแก่โรงงานอุตสาหกรรมและธุรกิจอื่นๆ ที่ต้องการจัดตั้งห้องปฏิบัติการภายในกิจการของตน

- ให้คำแนะนำในการจัดทำแผนการลงทุนจัดตั้งห้องปฏิบัติการ โดยอาจจัดทำตัวอย่างของแผนการลงทุน วิธีการคำนวณระยะเวลาในการคืนทุน และการให้คำแนะนำในการจัดซื้อเครื่องมือวัดที่เหมาะสม
- ให้การฝึกอบรมแก่เจ้าหน้าที่ด้านมาตรวิทยาของโรงงาน โดยเพิ่มเนื้อหาที่ลงลึกในอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อประเทศหรืออุตสาหกรรมที่มีการใช้มาตรวิทยามาก นอกเหนือไปจากการฝึกอบรมด้านมาตรวิทยาโดยทั่วไป
- ให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบริการของห้องปฏิบัติการสอบเทียบต่างๆ ทั้งบริการสอบเทียบที่มีอยู่และอัตราค่าบริการ โดยอาจพิจารณาจัดทำเว็บไซต์ซึ่งรวบรวมข้อมูลดังกล่าวไว้ที่จุดเดียวเพื่อให้ง่ายต่อการค้นหาข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์, *สถิติการค้าและเครื่องชี้ภาวะเศรษฐกิจของไทย ปี 2542*, สิงหาคม 2543

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ, *การสำรวจความต้องการสอบเทียบเครื่องมือวัดและสาขาเครื่องมือวัดที่มีใช้ในงานภาคอุตสาหกรรม*, พฤศจิกายน 2543

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี, *ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตของประเทศไทย ปี 2538*

Industrial Technology Review, 75, กันยายน 2543, หน้า 145

International Organization of Standardization, *The ISO Survey of ISO 9000 and 14000 Certificates*, 2000 (http://www.iso.ch/iso/en/iso9000-14000/iso9000/iso9000index.html)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก: กรณีศึกษาบริษัทส่งออกข้าว

ผลกระทบของระบบมาตรวิทยาต่อบริษัทส่งออกข้าวที่ศึกษาในครั้งนี้ สามารถประเมินได้จากความสูญเสียที่เกิดจากการชั่งน้ำหนักที่ไม่ได้รับการยอมรับจากประเทศในยุโรปและการวัดความชื้นที่มีความคลาดเคลื่อนสูง จากการศึกษาพบว่า หากระบบมาตรวิทยาของประเทศไทยและของบริษัทได้รับการพัฒนาจนสามารถช่วยลดการชั่งน้ำหนักเกินกว่าที่กำหนดให้เหลือเพียงร้อยละ 0.5 และปรับปรุงการวัดความชื้นให้สามารถลดความไม่แน่นอนลงได้ร้อยละ 1 จะทำให้บริษัทผู้ส่งออกที่เป็นกรณีศึกษาสามารถลดการสูญเสียประมาณ 32.8 ล้านบาทต่อปี และธุรกิจส่งออกข้าวทั้งประเทศจะลดการสูญเสียประมาณ 762 ล้านบาทต่อปี

1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริษัท

บริษัทในกรณีศึกษาเป็นผู้ส่งออกข้าวขนาดใหญ่รายหนึ่ง ซึ่งในปัจจุบันบริษัทมียอดส่งออกประมาณปีละ 200,000 ตัน หรือคิดเป็นมูลค่าประมาณปีละ 2,460 ล้านบาท (ประมาณร้อยละ 3.3 ของยอดส่งออกทั้งหมดในปี 2542)[1] โดยส่วนใหญ่ส่งออกข้าวสารขาวและข้าวนึ่งไปยัง ยุโรป ตะวันออกกลาง และแอฟริกา โดยมีสัดส่วนการส่งออกไปยังส่วนต่าง ๆ เท่า ๆ กัน นั่นคือ ส่งออกไปยัง ยุโรปประมาณปีละ 67,000 ตัน หรือคิดเป็นมูลค่าประมาณ 824 ล้านบาท

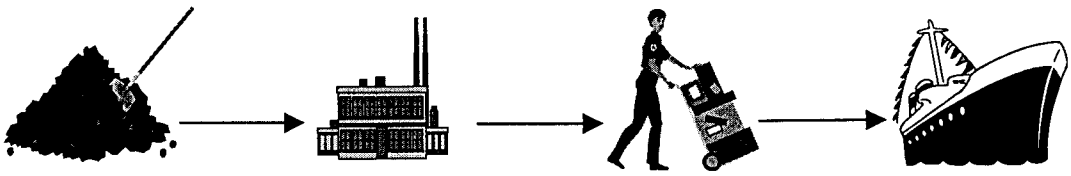
ในด้านการส่งออก บริษัทส่งออกข้าวอาจจะส่งออกด้วยตนเอง หรือ ส่งออกผ่านบริษัทผู้ตรวจสอบ (International Surveyor) ซึ่งเป็นตัวแทนในการตรวจสอบคุณภาพและปริมาณของข้าว ขึ้นอยู่กับว่าผู้ซื้อต้องการให้มีบริษัทผู้ตรวจสอบหรือไม่ ในปัจจุบัน บริษัทที่ศึกษาในครั้งนี้จะดำเนินการติดต่อและส่งสินค้าให้กับลูกค้าด้วยตนเอง ซึ่งมีส่วนช่วยให้บริษัทสามารถลดต้นทุนในส่วนของค่านายหน้าได้มาก

นอกจากจะเป็นผู้ส่งออกข้าวแล้วบริษัทยังประกอบกิจการโรงสีข้าว โดยมีขั้นตอนในการผลิตประกอบไปด้วย ขั้นตอนการรับซื้อ ซึ่งต้องตรวจสอบน้ำหนักและความชื้นของข้าวเปลือก ขั้นตอนการสีข้าว ขั้นตอนการบรรจุ และขั้นตอนการส่งออก ซึ่งต้องตรวจสอบน้ำหนักและความชื้นของข้าวสารที่สีได้ ดังภาพที่ 1

---

[1] จาก " *สถิติการค้าและเครื่องชี้ภาวะเศรษฐกิจของไทย ปี 2542* " โดย กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์ สิงหาคม 2543 พบว่ามูลค่าการส่งออกข้าวทั้งหมดของไทยประมาณ 73,800 ล้านบาท

ภาพที่ 1 กระบวนการที่สำคัญของธุรกิจส่งออกข้าวและความจำเป็นของระบบมาตรวิทยา



รับซื้อ	สีข้าว	บรรจุ	ส่งออก
การชั่งน้ำหนักข้าวเปลือก การวัดความชื้นของ ข้าวเปลือก		การชั่งน้ำหนัก ข้าวสาร	การชั่งน้ำหนักข้าวสาร การวัดความชื้นของ ข้าวสาร

2. ความสำคัญของมาตรวิทยาต่อธุรกิจส่งออกข้าว

แม้ว่า ธุรกิจการส่งออกสินค้าเกษตรโดยเฉพาะอย่างยิ่งการส่งออกข้าวไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดหรือมาตรวิทยาที่มีเทคโนโลยีชั้นสูงหรือทันสมัยมากนัก แต่ความถูกต้องและน่าเชื่อถือของระบบมาตรวิทยาก็มีความสำคัญและจำเป็นต่อธุรกิจนี้ไม่น้อย ทั้งในขั้นตอนการรับซื้อ และ การส่งออก ยกตัวอย่าง เช่น

- ในขั้นตอนการรับซื้อข้าวเปลือกจำเป็นต้องชั่งมวลหรือน้ำหนัก (mass) และวัดความชื้น (humidity) ของข้าวเปลือกที่รับซื้อ
- ในขั้นตอนการส่งออกจำเป็นต้องชั่งมวลหรือน้ำหนัก และวัดความชื้นของข้าวสาร

การชั่งน้ำหนักในขั้นตอนการรับซื้อและขั้นตอนการส่งออกมีความสำคัญต่อการซื้อขายอย่างมาก เนื่องจากการซื้อขายข้าวต้องกำหนดปริมาณการซื้อขายเป็นน้ำหนัก หากชั่งน้ำหนักผิดพลาดไปย่อมมีผลทำให้เกิดความไม่ยุติธรรมในการซื้อขาย เช่น

- หากการชั่งน้ำหนักคลาดเคลื่อน โดยผลการชั่งมากกว่าความเป็นจริง ย่อมทำให้ผู้ขายได้ผลประโยชน์แต่ผู้ซื้อเสียผลประโยชน์
- หากการชั่งน้ำหนักคลาดเคลื่อน โดยผลการชั่งน้อยกว่าความเป็นจริง ย่อมทำให้ผู้ซื้อได้ผลประโยชน์แต่ผู้ขายเสียผลประโยชน์

การวัดความชื้นก็มีความสำคัญต่อการซื้อขายทั้งในขั้นตอนการรับซื้อและส่งออกเช่นกัน เนื่องจากความชื้นมีความสำคัญต่อคุณภาพของทั้งข้าวเปลือกและข้าวสารอย่างมาก โดยความชื้นของข้าวเปลือกมีผลต่อปริมาณและคุณภาพข้าวสารที่สีได้ ในขณะที่ความชื้นของข้าวสารมีผลต่ออายุของข้าวสารที่จำหน่าย กล่าวคือ ข้าวเปลือกที่มีความชื้นมากทำให้เกิดความลำบากในการสี เนื่องจากหักได้ง่าย และข้าวสารที่สีได้ก็จะมีความชื้นสูงซึ่งไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน

นอกจากนี้ การวัดความชื้นยังมีความสำคัญต่อการซื้อขายในแง่ที่ว่าการวัดความชื้นคลาดเคลื่อนย่อมมีผลทำให้เกิดความไม่ยุติธรรมในการซื้อขาย โดยมีผลต่อราคาที่รับซื้อข้าว ทั้งนี้เนื่องจากข้าวที่มีความชื้นสูงจะมีราคาต่ำกว่าข้าวที่มีความชื้นต่ำ ยกตัวอย่างเช่น

- หากวัดความชื้นคลาดเคลื่อน โดยผลการวัดมากกว่าความเป็นจริง ย่อมทำให้ผู้ซื้อได้ผลประโยชน์แต่ผู้ขายเสียผลประโยชน์
- หากวัดความชื้นคลาดเคลื่อน โดยผลการวัดน้อยกว่าความเป็นจริง ย่อมทำให้ผู้ขายได้ผลประโยชน์แต่ผู้ซื้อเสียผลประโยชน์

3. การประเมินผลกระทบของระบบมาตรวิทยา

การชั่งน้ำหนักในขั้นตอนรับซื้อข้าวเปลือกมีผลกระทบต่อธุรกิจส่งออกข้าวในด้านของต้นทุนการผลิตข้าวสาร ยกตัวอย่างเช่น กรณีรับซื้อข้าวเปลือกในราคาเกวียนละ 4,000 บาท

- หากการชั่งน้ำหนักคลาดเคลื่อน โดยชั่งได้น้อยกว่าที่เป็นจริงประมาณร้อยละ 2 นั่นคือ ข้าวเปลือก 100 เกวียน ชั่งได้เพียง 98 เกวียน ย่อมมีผลทำให้ชาวนาต้องสูญเสียรายได้ประมาณ 2 x 4,000 = 8,000 บาทต่อข้าวเปลือก 100 เกวียน ในขณะที่บริษัทผู้รับซื้อได้รับผลประโยชน์ส่วนนี้ไป
- หากเกิดกรณีตรงกันข้ามคือ ชั่งได้มากกว่าที่เป็นจริงประมาณร้อยละ 2 นั่นคือ ข้าวเปลือก 100 เกวียน ชั่งได้ถึง 102 เกวียน ย่อมมีผลทำให้บริษัทผู้รับซื้อต้องมีต้นทุนเพิ่มขึ้นประมาณ 2 x 4,000 = 8,000 บาทต่อข้าวเปลือก 100 เกวียน ในขณะที่ชาวนาได้ประโยชน์ส่วนนี้ไป

การวัดความชื้นมีผลกระทบโดยตรงต่อราคาข้าวที่ซื้อข้าวเปลือกเช่นเดียวกับการชั่งน้ำหนัก ยกตัวอย่างเช่น กรณีรับซื้อข้าวเปลือกที่มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 15 จะมีราคาประมาณ 4,000 บาทต่อเกวียน ในขณะที่ ข้าวที่มีความชื้นร้อยละ 16 จะมีราคาประมาณ 3,800 บาทต่อเกวียน

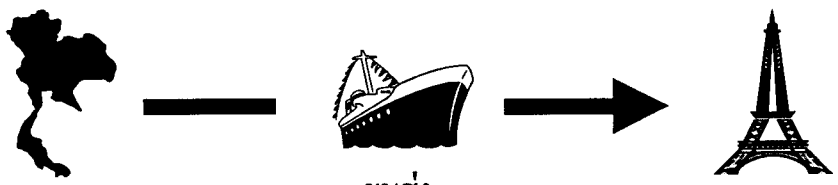
- หากการวัดความชื้นของข้าวมีความคลาดเคลื่อนร้อยละ 1 โดยข้าวที่มีความชื้นจริงประมาณร้อยละ 15 ถูกระบุว่ามีความชื้นประมาณร้อยละ 16 ซึ่งจะมีผลทำให้ราคาข้าวเปลือกที่ชาวนาได้รับลดลงทันที 200 บาทต่อเกวียน
- หากการวัดความชื้นของข้าวมีความคลาดเคลื่อนร้อยละ 1 โดยข้าวที่มีความชื้นจริงประมาณร้อยละ 16 ถูกระบุว่ามีความชื้นประมาณร้อยละ 15 มีผลทำให้บริษัทผู้รับซื้อต้องซื้อข้าวเปลือกในราคาที่สูงกว่าความเป็นจริงเกวียนละ 200 บาท

ประเด็นที่น่าสนใจที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ คือผลกระทบของการชั่งน้ำหนักและวัดความชื้นในขั้นตอนการส่งออกข้าวสาร ซึ่งมีผลทำให้บริษัทผู้ส่งออกข้าวและธุรกิจส่งออกข้าวต้องสูญเสียรายได้ไปไม่น้อย ดังที่จะกล่าวในรายละเอียดต่อไป

ในกรณีของการชั่งน้ำหนัก การตรวจสอบน้ำหนักข้าวที่ส่งออกมี 2 วิธีคือ

- การชั่งน้ำหนักก่อนส่ง (deliver weight) ในกรณีนี้ ส่วนใหญ่ผู้ซื้อจะกำหนดให้มีบริษัทผู้ตรวจสอบ เป็นตัวแทนในการตรวจสอบน้ำหนักและคุณภาพของข้าว โดยน้ำหนักชั่งได้จะถือว่าเป็นปริมาณที่ซื้อขาย
- การชั่งน้ำหนักที่ปลายทาง (ship weight) ในกรณีนี้ ผู้ส่งออกข้าวจะตรวจสอบน้ำหนักของข้าวสารด้วยตนเอง แต่ปริมาณที่ซื้อขายจะชั่งที่ปลายทางโดยผู้ซื้อ

ภาพที่ 2 รูปแบบของการตรวจสอบน้ำหนักของข้าวสารที่จะส่งออก



จากการสัมภาษณ์พบว่า การส่งออกข้าวไปยังสหภาพยุโรป (EU) มักจะเกิดปัญหาเกี่ยวกับการชั่งน้ำหนักในกรณีการตรวจสอบน้ำหนักที่ปลายทาง โดยผลการชั่งน้ำหนักที่ต้นทางและ ปลายทางไม่ตรงกัน โดยในอดีตที่ผ่านมา บริษัทพบว่าหากไม่ชั่งเพื่อเกินกว่าที่กำหนดจะถูกลูกค้าร้องเรียนว่าน้ำหนักขาดไปประมาณร้อยละ 1.5 ดังนั้น เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในการซื้อขาย ผู้ส่งออกจึงจำเป็นต้องชั่งน้ำหนักเกินกว่าที่กำหนดประมาณร้อยละ 1.5 ของน้ำหนักรวมของข้าวตามยอดขายทุกครั้ง เช่น

- หากบริษัทต้องการขายข้าวสารทั้งหมด 100 ตัน บริษัทจำเป็นจะต้องส่งข้าวที่ชั่งได้ทั้งหมด 100 + 100 x0.015 = 101.5 ตัน

แม้ว่าผู้ส่งออกเองไม่สามารถระบุถึงสาเหตุที่ชัดเจนของปัญหาดังกล่าวว่า เกิดจากการสูญเสียความชื้นหรือน้ำหนักไประหว่างการขนส่ง หรือความบกพร่องของระบบมาตรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการชั่งน้ำหนัก แต่คณะผู้วิจัยเชื่อว่าน่าจะเป็นผลจากความบกพร่องของระบบมาตรวิทยา ทั้งนี้เนื่องจาก

- จากการสัมภาษณ์บริษัทผู้ตรวจสอบรายหนึ่งพบว่า น้ำหนักข้าวที่บริษัทเป็นผู้รับผิดชอบในการขนส่งไปยังยุโรปหายไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งแตกต่างจากกรณีของผู้ส่งออกที่ส่งออกเอง
- จากการสัมภาษณ์บริษัทผู้ส่งออกข้าวยังพบอีกว่า น้ำหนักที่ต้องเกินกว่าที่กำหนดทุกครั้งมีอัตราเท่ากันไม่ว่าจะขนส่งในฤดูกาลใด ซึ่งหากเกิดจากการสูญเสียความชื้นเพียงอย่างเดียว น้ำหนักที่หายไปน่าจะแปรผันตามฤดูกาลด้วย

นอกจากนี้ จากข้อมูลของบริษัทผู้ส่งออกที่ว่า บริษัทผู้ตรวจสอบจะคิดค่าธรรมเนียมหรือค่าบริการประมาณร้อยละ 1.5 ของมูลค่าที่ซื้อขาย ซึ่งเท่ากับน้ำหนักข้าวที่ส่งออกที่ผู้ส่งออกต้องเกินกว่าที่กำหนด และในการตรวจสอบน้ำหนักของบริษัทผู้ตรวจสอบ บริษัทผู้ตรวจสอบชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งของผู้ส่งออกเช่นเดิมเพียงแต่จะสอบเทียบเครื่องชั่งดังกล่าวให้ถูกต้องก่อน ทำให้คณะผู้วิจัยเชื่อว่า ค่าใช้จ่ายดังกล่าวเป็นต้นทุนการซื้อขาย (transaction cost) ซึ่งมีสาเหตุสำคัญจากการขาดความเชื่อมั่นในระบบมาตรวิทยาของไทยที่ยังไม่เป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ

นอกจากการชั่งน้ำหนักแล้ว การวัดความชื้นก็มีความสำคัญต่อการส่งออกข้าวเช่นเดียวกัน เนื่องจากการวัดความชื้นเป็นการตรวจสอบคุณภาพของข้าวที่สำคัญ โดยความชื้นของข้าวที่ส่งออกจะต้องไม่เกินร้อยละ 14 และจากการสัมภาษณ์บริษัทผู้ส่งออกข้าวและบริษัทผู้ตรวจสอบพบว่า เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความชื้นดังกล่าว เป็นเครื่องมือวัดที่อาศัยหลักการเกี่ยวกับคุณสมบัติทางไฟฟ้าของข้าว จากการสอบถามจากสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ คณะผู้วิจัยพบว่า เครื่องมือวัดความชื้นดังกล่าวยังมีความไม่แน่นอนค่อนข้างสูง

จากความไม่แน่นอนของเครื่องมือวัดความชื้นดังกล่าว ผู้ส่งออกจำเป็นจะต้องทำให้ข้าวที่ส่งออกมีความชื้นต่ำกว่ามาตรฐานค่อนข้างมาก ยกตัวอย่างเช่น ถ้าเครื่องมือมีความไม่แน่นอนร้อยละ 4 เพื่อให้แน่ใจว่าการส่งออกจะไม่มีปัญหา ผู้ส่งออกจำเป็นจะต้องทำให้ข้าวที่ส่งออกมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 จากการสัมภาษณ์สมาคมผู้ส่งออกข้าวพบว่า วิธีการปรับความชื้นของข้าวที่ส่งออกก็คือ การนำข้าวที่มี

ความชื้นต่างกันมาผสมกันเพื่อให้ได้ความชื้นตามที่ต้องการ เช่น หากมีความชื้นมากเกินไปก็จะนำข้าวที่มีความชื้นน้อยมาผสมเพื่อให้ความชื้นลดลง โดยข้าวที่นำมาผสมจะมีราคาสูงกว่าเพราะมีความชื้นต่ำกว่า เป็นต้น

การประมาณการผลกระทบเชิงปริมาณของการชั่งน้ำหนักเกินกว่าที่กำหนดของผู้ส่งออก ดังกล่าว อาศัยข้อมูลและข้อสมมติดังนี้

- ในปัจจุบัน บริษัทต้องชั่งน้ำหนักข้าวที่จะส่งออกไปยังสหภาพยุโรปเกินกว่าที่กำหนดร้อยละ 1.5 ของยอดขาย
- หากระบบมาตรวิทยาของไทยได้รับความเชื่อถือในระดับนานาชาติ ย่อมทำให้บริษัทจำเป็นต้องชั่งน้ำหนักเกินกว่าที่กำหนดแค่ร้อยละ 0.5 ของยอดขาย นั่นคือ สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักที่ต้องเกินกว่าที่กำหนดร้อยละ 1 ของยอดขาย
- ราคาของข้าวสารที่ส่งออกไปยังสหภาพยุโรปเฉลี่ยประมาณ 12,300 บาทต่อตัน[2]
- บริษัทส่งออกข้าวสารไปยังสหภาพยุโรปประมาณ 67,000 ตันต่อปี
- การส่งออกข้าวไปยังยุโรปทั้งหมดของไทยในปี 2542 มีมูลค่าประมาณ 2,380 ล้านบาท

จากข้อมูลและข้อสมมติข้างต้น เราสามารถประมาณการผลกระทบเชิงปริมาณของการลดน้ำหนักข้าวที่ต้องชั่งเกินกว่าที่กำหนดเหลือเพียงร้อยละ 0.5 ของยอดขาย ได้ดังนี้

- บริษัทที่ศึกษาสามารถลดการสูญเสียได้ประมาณ 12,300 x 67,000 x 0.01 = 8,241,000 บาทต่อปี หรือประมาณ 8.24 ล้านบาทต่อปี
- ธุรกิจส่งออกข้าวสามารถลดการสูญเสียได้ประมาณ 2,380 x 0.01 = 23.8 ล้านบาทต่อปี

ปัญหาอีกอย่างหนึ่งที่บริษัทต้องประสบอยู่ในปัจจุบัน คือการวัดความชื้นที่มีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างมากทำให้บริษัทไม่มั่นใจในผลการวัดความชื้นที่ได้ ซึ่งนำไปสู่การควบคุมความชื้นให้ต่ำกว่าระดับที่กำหนดมาก ๆ (ความชื้นของข้าวสารที่ส่งออกต้องไม่เกินร้อยละ 14) ซึ่งจะมีผลทำให้บริษัทต้องสูญเสียรายได้เนื่องจากการควบคุมความชื้นมีผลต่อน้ำหนักของข้าวที่ซื้อขาย ยกตัวอย่างเช่น

- หากการวัดความชื้นมีความคลาดเคลื่อนประมาณร้อยละ 4 ย่อมหมายความว่าเมื่อวัดความชื้นของข้าวที่มีความชื้นร้อยละ 14 อาจจะได้ผลเป็นร้อยละ 10 หรือ 18

---

[2] คำนวณจาก มูลค่าส่งออกรวมของข้าวสารขาว 100% และข้าวนึ่งต่อน้ำหนักส่งออกรวมของข้าวทั้งสองประเภท

- เพื่อขจัดปัญหาในการซื้อขาย บริษัทจำเป็นต้องหลีกเลี่ยงข้าวสารที่วัดความชื้นได้มากกว่าร้อยละ 10 หรือจำหน่ายเฉพาะข้าวสารที่วัดความชื้นได้ต่ำกว่าร้อยละ 10 เนื่องจากผลการวัดที่ได้อาจจะสูงกว่าร้อยละ 14 ได้
- ข้าวสารที่มีความชื้นร้อยละ 10 ย่อมมีผลทำให้ข้าวสารที่ชั่งได้มีน้ำหนักน้อยกว่าข้าวที่มีความชื้นร้อยละ 14 ประมาณร้อยละ 4.65 ของน้ำหนักทั้งหมด[3]

ดังนั้น หากการวัดความชื้นมีความคลาดเคลื่อนน้อยลง ย่อมมีผลทำให้บริษัทผู้ส่งออกสามารถจำหน่ายข้าวสารที่มีความชื้นมากขึ้นได้ ซึ่งย่อมหมายถึงน้ำหนักข้าวที่ซื้อขายที่มากขึ้น ผลกระทบของการลดลงของความคลาดเคลื่อนดังกล่าวสามารถประมาณการ โดยอาศัยข้อมูลและข้อสมมติต่อไปนี้

- หากระบบมาตรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการวัดความชื้นของไทยได้รับการพัฒนา จนทำให้การวัดความชื้นมีความคลาดเคลื่อนน้อยลงร้อยละ 1
- การลดความคลาดเคลื่อนในการวัดความชื้น มีผลทำให้บริษัทสามารถจำหน่ายข้าวสารด้วยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 1 ของน้ำหนักทั้งหมด[4]
- สมมติให้ในปัจจุบันบริษัทผู้ส่งออกข้าวต้องควบคุมความชื้นในลักษณะเดียวกันทุกแห่ง
- มูลค่าการส่งออกข้าวทั้งหมดของบริษัทที่ศึกษาเท่ากับ 12,300 x 200,000 = 2,460,000,000 บาทต่อปี หรือ 2,460 ล้านบาทต่อปี
- มูลค่าการส่งออกข้าวของทั้งหมดของไทยเท่ากับ 73,800 ล้านบาทต่อปี

จากข้อมูลข้างต้น สามารถคำนวณผลกระทบเชิงปริมาณของการลดลงของความคลาดเคลื่อนในการวัดความชื้นเพียงร้อยละ 1 ได้ดังนี้

- บริษัทที่ศึกษาสามารถลดการสูญเสียประมาณ 2,460 x 0.01 = 24.6 ล้านบาทต่อปี
- ธุรกิจส่งออกข้าวทั้งประเทศสามารถลดการสูญเสียประมาณ 73,800 x 0.01 = 738 ล้านบาท

---

[3] ข้าวมีความชื้นร้อยละ 10 หมายความว่า ข้าวสารที่ชั่งได้ 100 กิโลกรัม ประกอบด้วย ข้าวสารที่ไม่มีความชื้น 90 กิโลกรัม และน้ำอีก 100 – 90 = 10 กิโลกรัม ดังนั้น หากข้าวสารปริมาณดังกล่าวมีความชื้นร้อยละ 14 ย่อมจะมีน้ำหนักรวมถึง 90 + [90/(100-14)] x 14 = 104.65 กิโลกรัม นั่นคือ ข้าวที่มีความชื้นร้อยละ 14 จะมีน้ำหนักมากกว่าข้าวที่มีคามชื้นร้อยละ 10 ประมาณร้อยละ 4.65 ของน้ำหนักข้าวที่มีความชื้นร้อยละ 10

[4] หากระดับความชื้นสูงสุดเดิมที่บริษัทยังมั่นใจว่าจะไม่ประสบปัญหาเท่ากับร้อยละ 10 เมื่อความคลาดเคลื่อนลดลงร้อยละ 1 ย่อมมีผลทำให้ความชื้นสูงสุดที่เป็นไปได้เปลี่ยนเป็นร้อยละ 11 ทำให้น้ำหนักของข้าวที่ซื้อขายเพิ่มขึ้นร้อยละ [90/(100-11) x 11] –10 = 1.12

อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติ ลำพังการพัฒนาระบบมาตรวิทยาเพียงอย่างเดียวย่อมไม่สามารถลดความสูญเสียทางการค้าดังกล่าวได้ หากผู้ประกอบการไม่ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการดำเนินธุรกิจ ซึ่งต้องการรักษาแนวทางเดิมในการส่งมอบ เพราะไม่ต้องการที่จะรับความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น

สรุป

ระบบมาตรวิทยามีความสำคัญต่อธุรกิจการส่งออกข้าวเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการชั่งน้ำหนักและการวัดความชื้นของข้าว ทั้งในขั้นตอนการรับซื้อข้าวเปลือกภายในประเทศและการส่งออกข้าวไปยังต่างประเทศ

จากการศึกษาพบว่า การพัฒนาระบบมาตรวิทยามีผลกระทบต่อธุรกิจส่งออกข้าวอย่างมาก โดยจะเห็นได้ว่า หากสามารถพัฒนาระบบมาตรวิทยาเกี่ยวกับการชั่งน้ำหนักให้เป็นที่น่าเชื่อถือจนทำให้สามารถลดน้ำหนักที่ต้องเผื่อให้เหลือเพียงร้อยละ 0.5 บริษัทจะสามารถลดการสูญเสียประมาณ 8.2 ล้านบาทต่อปี และธุรกิจส่งออกข้าวทั้งประเทศจะสามารถลดการสูญเสียได้ถึง 23.8 ล้านบาทต่อปี

ในทำนองเดียวกัน หากสามารถพัฒนาระบบมาตรวิทยาเกี่ยวกับการวัดความชื้นจนทำให้สามารถลดความไม่แน่นอนลงได้ร้อยละ 1 จะทำให้บริษัทลดการสูญเสียประมาณ 24.6 ล้านบาทต่อปี และธุรกิจส่งออกข้าวทั้งประเทศจะลดการสูญเสียได้ถึง 738 ล้านบาทต่อปี ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปการประเมินผลประโยชน์ของการพัฒนาระบบมาตรวิทยาในธุรกิจการส่งออกข้าวทั้งในระดับบริษัทและระดับประเทศ

ปริมาณที่วัด	ผลประโยชน์ที่บริษัทในกรณีศึกษาจะได้รับ (ล้านบาทต่อปี)	ผลประโยชน์ที่ธุรกิจส่งออกข้าวทั้งประเทศจะได้รับ (ล้านบาทต่อปี)
การชั่งน้ำหนัก	8.2	23.8
การวัดความชื้น	24.6	738
รวม	32.8	761.8

ที่มา : จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ภาคผนวก ข: กรณีศึกษาผู้ส่งออกกุ้งแช่เย็นและแช่แข็ง

ผลกระทบของระบบมาตรวิทยาต่อบริษัทส่งออกกุ้งแช่เย็นและแช่แข็งที่ศึกษาในครั้งนี้ สามารถประเมินได้จากความสูญเสียที่เกิดจากการชั่งน้ำหนักกุ้งที่ไม่ได้รับการยอมรับจากประเทศคู่ค้า จากการศึกษาพบว่า หากระบบมาตรวิทยาของประเทศไทยและของบริษัทได้รับการพัฒนาจนสามารถช่วยลดการชั่งน้ำหนักเผื่อให้เหลือเพียงร้อยละ 1.5 จะทำให้บริษัทผู้ส่งออกในกรณีศึกษาสามารถลดการสูญเสียประมาณ 4.4 ล้านบาทต่อปี และธุรกิจส่งออกกุ้งแช่เย็นและแช่แข็งทั้งประเทศสามารถลดการสูญเสียประมาณ 242 ล้านบาทต่อปี

1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริษัท

บริษัทในกรณีศึกษาเป็นผู้ส่งออกกุ้งแช่เย็นและแช่แข็งขนาดใหญ่รายหนึ่ง ซึ่งในปัจจุบันบริษัทมียอดส่งออกประมาณปีละ 1,852 ตัน หรือคิดเป็นมูลค่าประมาณปีละ 879 ล้านบาท (ประมาณร้อยละ 2 ของยอดส่งออกทั้งหมดในปี 2542)[1] โดยส่วนใหญ่บริษัทจะส่งออกกุ้งแช่เย็นและแช่แข็งไปยังสหรัฐอเมริกา ยุโรป และญี่ปุ่น

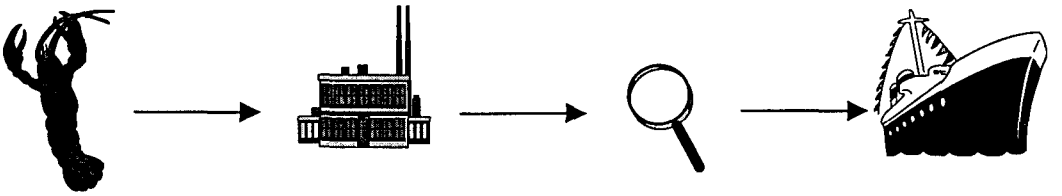
ขั้นตอนการผลิตที่สำคัญประกอบไปด้วย ขั้นตอนการรับซื้อ การแช่เย็นและแช่แข็ง การบรรจุ และการตรวจสอบคุณภาพ ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยขั้นตอนที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของกุ้งแช่เย็นและแช่แข็ง คือ ขั้นตอนการรับซื้อและคัดกุ้งและการแช่เย็นและแช่แข็ง

บริษัทที่ศึกษานี้ ได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน HACCP ในปี 2540 ซึ่งเป็นระบบมาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยของอาหาร (food safety) ที่สำคัญ และกำลังอยู่ในระหว่างการขอการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9000 ซึ่งมีผลทำให้ระบบมาตรวิทยาของบริษัทได้รับการพัฒนาอย่างมาก เนื่องจากระบบมาตรฐานดังกล่าว โดยมาตรฐาน ISO 9000 กำหนดให้บริษัทต้องจัดระบบการสอบเทียบทั้งภายในและภายนอกบริษัท และ เก็บบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ

---

[1] จาก " *สถิติการค้าและเครื่องชี้ภาวะเศรษฐกิจของไทย ปี 2542* " โดย กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์ สิงหาคม 2543 พบว่ามูลค่าการส่งออกกุ้งแช่เย็นและแช่แข็งทั้งหมดของไทยประมาณ 48,350 ล้านบาท

ภาพที่ 1 กระบวนการที่สำคัญของธุรกิจส่งออกกุ้งแช่เย็นและกุ้งแช่แข็งและความจำเป็นของระบบมาตรวิทยา



รับซื้อ	แช่	ตรวจสอบ	ส่งออก
การชั่งมวล	การชั่งมวล	การชั่งมวล	การชั่งมวล
การวัดขนาด	การวัดอุณหภูมิ	การวัดอุณหภูมิ	
การวัดปริมาณสารพิษ		การวัดปริมาณสารพิษ	
วัตถุเจือปนและสารปนเปื้อน		วัตถุเจือปนและสารปนเปื้อน	

2. ความสำคัญของมาตรวิทยาต่อธุรกิจส่งออกกุ้งแช่เย็นและแช่แข็ง

แม้ว่า ธุรกิจการส่งออกสินค้าเกษตรรวมทั้งการส่งออกกุ้งแช่เย็นและแช่แข็ง ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดหรือมาตรวิทยาที่มีเทคโนโลยีชั้นสูงหรือทันสมัยมากนัก แต่ความถูกต้องและน่าเชื่อถือของระบบมาตรวิทยาก็มีความสำคัญและจำเป็นต่อธุรกิจนี้ไม่น้อย ทั้งในขั้นตอนการรับซื้อกุ้ง การแช่เย็นและแช่แข็ง การตรวจสอบคุณภาพ และการส่งออก ยกตัวอย่างเช่น

- ในขั้นตอนการรับซื้อกุ้งจำเป็นต้องชั่งมวลหรือน้ำหนัก (mass) ของกุ้งที่รับซื้อ วัดขนาด (dimension) เพื่อคัดแยกประเภท และวัดคุณสมบัติต่าง ๆ ตามข้อกำหนดของมาตรฐาน HACCP เช่น ปริมาณสารพิษ วัตถุเจือปนและสารปนเปื้อน เป็นต้น
- ในขั้นตอนการแช่เย็นและแช่แข็งจำเป็นต้องชั่งน้ำหนักเพื่อบรรจุเป็นชุดตามที่ต้องการ และต้องวัดอุณหภูมิ (temperature) ที่ใช้ในการแช่เย็นและแช่แข็ง
- ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ ต้องสุ่มตรวจทั้งน้ำหนัก อุณหภูมิ และ คุณสมบัติอื่น ๆ ตามข้อกำหนดของมาตรฐาน HACCP เช่น ปริมาณสารพิษ วัตถุเจือปนและสารปนเปื้อน เป็นต้น
- ในขั้นตอนการส่งออก ต้องชั่งน้ำหนักของกุ้งแช่เย็นและแช่แข็งที่จะส่งออก

การชั่งน้ำหนักในขั้นตอนการรับซื้อกุ้งและขั้นตอนการส่งออกมีความสำคัญต่อการซื้อขายอย่างมาก เนื่องจากการซื้อขายกุ้งต้องกำหนดปริมาณการซื้อขายเป็นน้ำหนัก หากชั่งน้ำหนักผิดพลาดไปย่อมมี

ผลทำให้เกิดความไม่ยุติธรรมในการซื้อขาย เช่น

- หากการชั่งน้ำหนักคลาดเคลื่อน โดยผลการชั่งมากกว่าความเป็นจริง ย่อมทำให้ผู้ขายได้ผลประโยชน์แต่ผู้ซื้อเสียผลประโยชน์
- หากการชั่งน้ำหนักคลาดเคลื่อน โดยผลการชั่งน้อยกว่าความเป็นจริง ย่อมทำให้ผู้ซื้อได้ผลประโยชน์แต่ผู้ขายเสียผลประโยชน์

นอกจากนี้ การชั่งน้ำหนักในขั้นตอนการแช่เย็นและแช่แข็งยังมีความสำคัญต่อการกำหนดระยะเวลาและกำลังการทำความเย็น (cooling power) เนื่องจากน้ำหนักของกุ้งที่ต้องแช่ที่แตกต่างกันย่อมต้องใช้พลังงานในการแช่เย็นและแช่แข็งแตกต่างกัน หากการชั่งน้ำหนักในขั้นตอนนี้ผิดพลาดย่อมทำให้การกำหนดพลังงานที่ใช้ผิดพลาด ซึ่งอาจจะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมากเกินไปหากชั่งน้ำหนักได้ค่ามากกว่าที่เป็นจริง และในทางตรงกันข้าม หากชั่งน้ำหนักได้ค่าน้อยกว่าที่เป็นจริงย่อมมีผลต่อคุณภาพกุ้งแช่เย็นและแช่แข็ง โดยอาจจะทำให้กุ้งดังกล่าวเน่าเสียเร็วกว่าที่กำหนดได้

การวัดอุณหภูมิในขั้นตอนการแช่เย็นและแช่แข็งมีความสำคัญต่อคุณภาพของกุ้งแช่แข็งและแช่เย็นอย่างมาก เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในการแช่กุ้งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะกำหนดอายุและคุณภาพของกุ้ง โดยอายุของกุ้งจะสั้นเกินไปหากวัดอุณหภูมิได้ค่าที่มากกว่าที่เป็นจริง เนื่องจากถูกแช่ที่อุณหภูมิที่ต่ำเกินไป แต่หากวัดอุณหภูมิได้ค่าน้อยกว่าที่เป็นจริงจะมีผลทำให้รสชาติและความสดของกุ้งเสียไปและสิ้นเปลืองพลังงานที่ใช้ในการแช่ เนื่องจากแช่ที่อุณหภูมิที่สูงเกินไป

นอกจากจะมีผลต่อการดำเนินการของบริษัทโดยตรงแล้ว ระบบมาตรวิทยายังมีบทบาทที่สำคัญต่อการได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9000 เนื่องจากระบบมาตรฐาน ISO 9000 กำหนดให้บริษัทจะต้องมีการสอบเทียบและปรับเครื่องตรวจ เครื่องวัด และเครื่องทดสอบทั้งหมด ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ตามช่วงเวลาที่กำหนดหรือก่อนการใช้ ซึ่งหมายความว่าบริษัทจะต้องพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐาน จึงจะสามารถขอการรับรองระบบมาตรฐานดังกล่าวได้

3. การประเมินผลกระทบของระบบมาตรวิทยา

เนื่องจากระบบมาตรวิทยาเป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งในระบบมาตรฐาน ISO 9000 ผลประโยชน์ส่วนหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการใช้ระบบมาตรฐานดังกล่าวส่วนหนึ่งจึงเป็นผลมาจากการพัฒนาระบบมาตรวิทยา โดยที่ระบบมาตรวิทยามีส่วนช่วยในการควบคุม ปรับปรุง และ พัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่งผลทำให้ลูกค้าเกิดความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์ของบริษัท

การชั่งน้ำหนักในขั้นตอนรับซื้อกุ้งมีผลกระทบต่อธุรกิจส่งออกกุ้งในด้านของต้นทุนการผลิตกุ้งแช่เย็นและแช่แข็ง ยกตัวอย่างเช่น กรณีรับซื้อกุ้งในราคากิโลกรัมละ 420 บาท[2]

- หากการชั่งน้ำหนักคลาดเคลื่อน โดยชั่งได้น้อยกว่าที่เป็นจริงประมาณร้อยละ 2 นั่นคือ กุ้ง 100 กิโลกรัม ชั่งได้เพียง 98 กิโลกรัม ย่อมมีผลทำให้เกษตรกรต้องสูญเสียรายได้ประมาณ 2 x 420 = 840 บาทต่อกุ้ง 100 กิโลกรัม ในขณะที่บริษัทผู้รับซื้อได้รับผลประโยชน์ส่วนนี้ไป
- หากเกิดกรณีตรงกันข้ามคือ ชั่งได้มากกว่าที่เป็นจริงประมาณร้อยละ 2 นั่นคือ กุ้ง 100 กิโลกรัม ชั่งได้ถึง 102 กิโลกรัม ย่อมมีผลทำให้บริษัทต้องสูญเสียรายได้ประมาณ 2 x 420 = 840 บาทต่อกุ้ง 100 กิโลกรัม ในขณะที่เกษตรกรได้รับผลประโยชน์ส่วนนี้ไป

การวัดอุณหภูมิมีความสำคัญต่อการผลิตของบริษัทอย่างมาก จากการศึกษาพบว่า บริษัทจำเป็นต้องแช่กุ้งที่อุณหภูมิประมาณ –18 องศาเซลเซียส และในกรณีของกุ้งแช่เย็นและแช่แข็งพร้อมรับประทานต้องต้มกุ้งที่อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส ทำให้บริษัทต้องวัดอุณหภูมิในขอบเขตที่ค่อนข้างกว้าง คือตั้งแต่อุณหภูมิแช่แข็งไปจนถึงอุณหภูมิที่น้ำเดือด การวัดอุณหภูมิที่กว้างย่อมทำให้ควบคุมความถูกต้องของการวัดได้ยากทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดอุณหภูมิได้ง่าย

จากการสัมภาษณ์ยังพบว่า บริษัทไม่มีการสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิของตู้แช่ทำให้เกิดความไม่มั่นใจในผลการวัดอุณหภูมิที่ใช้แช่เย็นและแช่แข็ง จากความไม่มั่นใจดังกล่าวทำให้บริษัทต้องแช่กุ้งที่อุณหภูมิต่ำกว่าที่กำหนดประมาณ 2 องศา เพื่อให้แน่ใจได้ว่าอุณหภูมิของกุ้งแช่เย็นและแช่แข็งจะไม่สูงกว่าที่กำหนด ซึ่งจะมีผลเสียทำให้กุ้งเน่าเสียเร็วเกินกว่าที่กำหนด

การเผื่ออุณหภูมิในการแช่ดังกล่าวทำให้บริษัทต้องสิ้นเปลืองพลังงานมากเกินไป อย่างไรก็ตามบริษัทไม่มีข้อมูลที่เพียงพอที่จะประมาณการผลกระทบทางเศรษฐกิจเชิงปริมาณของการเผื่ออุณหภูมินี้ เนื่องจากบริษัทไม่สามารถระบุได้ว่าค่าใช้จ่ายหรือปริมาณพลังงานที่ใช้ในการแช่เย็นและแช่แข็งมากน้อยเพียงไร

ประเด็นที่น่าสนใจที่สุดสำหรับกรณีศึกษานี้ คือการชั่งน้ำหนักในขั้นตอนการส่งออก ซึ่งจากการสัมภาษณ์พบว่า บริษัทจะชั่งน้ำหนักกุ้งแช่เย็นและแช่แข็งมากกว่าที่กำหนดหรือเผื่อประมาณร้อยละ 2 โดยมีบริษัทเชื่อว่ามีสาเหตุสำคัญ 2 ประการคือ

---

[2] ข้อมูลราคากุ้งกุลาดำที่เกษตรกรขายได้ในปี 2543 ของกรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์

- ขนาดของกุ้งที่ไม่สามารถควบคุมให้เท่ากันทุกตัวและสามารถชั่งให้ลงตัวเท่ากับที่ต้องการได้พอดี น้ำหนักรวมที่ชั่งได้จึงต้องมากกว่าที่กำหนดเล็กน้อย
- บริษัทไม่ต้องการให้เกิดปัญหาในการซื้อขายซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้หากลูกค้าพบว่ากุ้งแช่เย็นและแช่แข็งที่บริษัทจำหน่ายมีน้ำหนักไม่ถึงที่กำหนด ทำให้บริษัทต้องเผื่อน้ำหนักให้มากกว่าที่กำหนดดังกล่าว

นอกจากนี้ การคัดกุ้งออกเป็นเกรดโดยแบ่งตามขนาดและน้ำหนักน่าจะทำให้ได้กุ้งที่มีขนาดและน้ำหนักที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ ซึ่งน่าจะทำให้น้ำหนักที่ต้องชั่งเผื่อน้อยกว่าร้อยละ 2 โดยคณะผู้วิจัยเชื่อว่าสาเหตุสำคัญที่ทำให้บริษัทต้องชั่งน้ำหนักมากเกินไปถึงร้อยละ 2 คือความไม่มั่นใจในระบบมาตรวิทยาที่เกี่ยวกับการชั่งน้ำหนักของบริษัทและการที่ประเทศคู่ค้าขาดความเชื่อมั่นในระบบมาตรวิทยาของไทย

การพัฒนาระบบมาตรวิทยาทั้งในระดับบริษัทและระดับประเทศย่อมทำให้เกิดความมั่นใจในการชั่งน้ำหนักและได้รับการยอมรับจากประเทศคู่ค้ามากขึ้น อันจะนำไปสู่การชั่งน้ำหนักเผื่อที่ลดลง ซึ่งจะทำให้บริษัทและธุรกิจส่งออกกุ้งแช่เย็นและแช่แข็งสามารถลดการสูญเสียเนื่องจากการเผื่อ น้ำหนักได้อย่างมาก

การประมาณการผลกระทบเชิงปริมาณของการชั่งน้ำหนักเผื่อของผู้ส่งออกกุ้งแช่เย็นและ แช่แข็ง อาศัยข้อมูลและข้อสมมติดังนี้

- ในปัจจุบัน บริษัทต้องชั่งน้ำหนักกุ้งแช่เย็นและแช่แข็งที่จะส่งออกเผื่อร้อยละ 2.0 ของยอดขาย
- หากระบบมาตรวิทยาของไทยได้รับความเชื่อถือในระดับนานาชาติ ย่อมทำให้บริษัทจำเป็นต้องชั่งน้ำหนักเกินกว่าที่กำหนดเพียงแค่ร้อยละ 1.5 ของยอดขาย นั่นคือสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักที่ต้องเกินกว่าที่กำหนดร้อยละ 0.5 ของยอดขาย
- มูลค่าส่งออกกุ้งแช่เย็นและแช่แข็งประมาณ 879 ล้านบาทต่อปี
- การส่งออกกุ้งแช่เย็นและแช่แข็งของไทยในปี 2542 มีมูลค่าประมาณ 48,350 ล้านบาท

จากข้อมูลข้างต้น เราสามารถประมาณการผลกระทบเชิงปริมาณของการลดน้ำหนักกุ้งที่ต้องชั่งเผื่อให้เหลือเพียงร้อยละ 0.5 ของยอดขายดังนี้

- บริษัทที่ศึกษาสามารถลดการสูญเสียได้ประมาณ 879 x 0.005 = 4.40 ล้านบาทต่อปี
- ธุรกิจส่งออกกุ้งแช่เย็นและแช่แข็งสามารถลดการสูญเสียได้ประมาณ 48,350 x 0.005 = 242 ล้านบาทต่อปี

อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติ ลำพังการพัฒนาระบบมาตรวิทยาเพียงอย่างเดียวย่อมไม่สามารถลดความสูญเสียทางการค้าดังกล่าวได้เช่นเดียวกับกรณีศึกษาผู้ส่งออกข้าว หากผู้ประกอบการไม่ปรับแนวทางในการส่งมอบสินค้าจากที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

สรุป

บริษัทที่ศึกษาในครั้งนี้ได้พัฒนาระบบมาตรวิทยามาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการขอรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9000 ทำให้บริษัทต้องบริหารจัดการระบบมาตรวิทยาให้เป็นระบบทั้งการสอบเทียบภายในและภายนอกบริษัท นอกจากนี้ การพัฒนาระบบมาตรวิทยามีส่วนช่วยทำให้การผลิตของบริษัทมีประสิทธิภาพโดยเฉพาะในแง่ของต้นทุนด้านพลังงาน

จากการศึกษาพบว่า การพัฒนาระบบมาตรวิทยามีผลกระทบต่อธุรกิจส่งออกกุ้งแช่เย็นและแช่แข็งอย่างมาก โดยจะเห็นได้ว่า หากสามารถพัฒนาระบบมาตรวิทยาเกี่ยวกับการชั่งน้ำหนักให้เป็นที่น่าเชื่อถือจนทำให้สามารถลดน้ำหนักที่ต้องเผื่อจากร้อยละ 2.0 ให้เหลือเพียงร้อยละ 1.5 บริษัทจะสามารถลดการสูญเสียได้ประมาณ 4.4 ล้านบาทต่อปี และธุรกิจส่งออกกุ้งแช่เย็นและแช่แข็งจะสามารถลดการสูญเสียได้ถึง 242 ล้านบาทต่อปี

ภาคผนวก ค: กรณีศึกษาบริษัทผลไม้และน้ำผลไม้กระป๋อง

ผลกระทบของระบบมาตรวิทยาต่อโรงงานอุตสาหกรรมผลไม้และน้ำผลไม้กระป๋องที่ศึกษาในครั้งนี้ สามารถประเมินได้จาก ความสูญเสียของบริษัทที่เกิดจากการวัดระดับความหวานโดยใช้รีแฟล็กโตมิเตอร์คลาดเคลื่อนไป 0.2 บริกซ์ ซึ่งทำให้ต้องใช้น้ำตาลมากเกินไป สามารถคิดเป็นมูลค่าสูงสุดได้ประมาณ 1.24 ล้านบาทต่อปี

1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริษัท

บริษัทที่ศึกษาในครั้งนี้ เป็นบริษัทผู้ผลิตผลไม้และน้ำผลไม้กระป๋องรายใหญ่รายหนึ่งในประเทศไทย ซึ่งมียอดขายรวมในปี 2541 รวมทั้งหมดประมาณ 3,400 ล้านบาท โดยยอดขายส่วนใหญ่ของบริษัทจะเป็นสินค้าประเภทเครื่องดื่มซึ่งคิดเป็นร้อยละ 57 ของยอดขายทั้งหมด นอกจากนี้บริษัทยังมีรูปแบบการขายทั้งภายในประเทศ ส่งออกและรับจ้างผลิต โดยบริษัทมีสัดส่วนการรับจ้างผลิตมากที่สุด คือ ร้อยละ 53

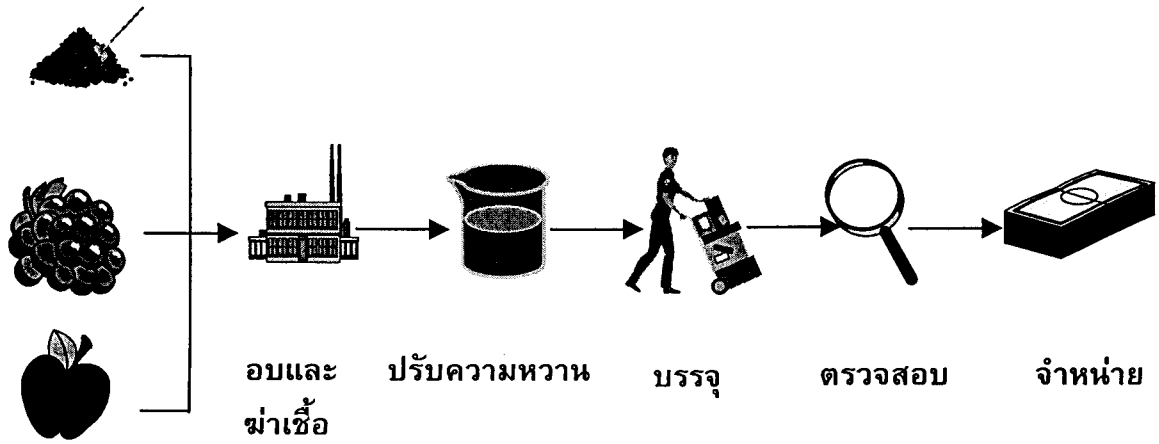
ผลิตภัณฑ์หลักของบริษัทประกอบไปด้วย

1. ผลิตภัณฑ์สับปะรด (pineapple product) ได้แก่สับปะรดบรรจุกระป๋อง
2. น้ำผลไม้เข้มข้น (concentrated juice) ได้แก่ น้ำผลไม้ชนิดต่าง ๆ ที่มีความเข้มข้นสูง โดยบรรจุถังขนาด 200 ลิตร และจัดส่งให้ลูกค้าไปผสมให้เจือจางและบรรจุเอง
3. ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่สับปะรด (non-pineapple product) ซึ่งได้แก่ผลไม้กระป๋องชนิดอื่น ๆ
4. เครื่องดื่ม (beverage) ได้แก่ กาแฟกระป๋อง รวมถึงน้ำผลไม้ชนิดบรรจุกระป๋องและกล่อง UHT เช่น น้ำส้ม น้ำองุ่น น้ำกะทกรก
5. นมปรุงแต่ง UHT ซึ่งบริษัทรับจ้างผลิตให้กับผู้ประกอบการหลายราย

ขั้นตอนการผลิตที่สำคัญประกอบไปด้วย ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ ขั้นตอนการฆ่าเชื้อและบ่ม ขั้นตอนการปรับระดับความหวาน ขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง และขั้นตอนการรับประกันคุณภาพ (quality assurance) ดังแสดงในภาพที่ 1

บริษัทนี้ได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9000 ซึ่งมีผลทำให้ระบบมาตรวิทยาของบริษัทได้รับการพัฒนามากขึ้น เนื่องจากระบบมาตรฐาน ISO กำหนดให้บริษัทต้องจัดระบบการสอบเทียบทั้งภายในและภายนอกบริษัท และ เก็บบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ

ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตผลไม้และน้ำผลไม้กระป๋องและความจำเป็นของระบบมาตรวิทยา



การชั่งมวลของวัตถุดิบ การวัดความหวาน	การวัดอุณหภูมิ การวัดความดัน การวัดเวลา การวัดความเป็นกรด-เบส การวัดคุณสมบัติทางจุลชีววิทยา	การชั่งมวล การวัดความหวาน	การชั่งมวล	การวัดความเป็นกรด-เบส การวัดความหวาน

2. ความสำคัญของระบบมาตรวิทยา

อุตสาหกรรมแปรรูปสินค้าเกษตรจำเป็นต้องใช้ระบบมาตรวิทยาค่อนข้างมาก ไม่ว่าจะเป็นในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ การฆ่าเชื้อและบ่ม การปรับระดับความหวาน การบรรจุกระป๋อง และการรับประกันคุณภาพ (quality assurance) ยกตัวอย่างเช่น

- ในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ จำเป็นต้องชั่งน้ำหนัก (mass) และวัดระดับความหวานของวัตถุดิบ
- ในขั้นตอนการฆ่าเชื้อและบ่ม จำเป็นต้องวัดอุณหภูมิ (temperature) ความดัน (pressure) เวลา (time) วัดระดับความเป็นกรด-เบส (acidify levels) และคุณสมบัติทางจุลชีววิทยา (microbiological properties) ที่ต้องควบคุม
- ในขั้นตอนการปรับระดับความหวาน จำเป็นต้องชั่งน้ำหนักและระดับความหวานของผลไม้

- ในขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง จำเป็นต้องชั่งน้ำหนักผลไม้ที่บรรจุในแต่ละกระป๋อง
- การตรวจสอบมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ จำเป็นต้องชั่งน้ำหนัก วัดระดับความหวาน และระดับความเป็นกรด-เบสของผลิตภัณฑ์

การชั่งน้ำหนักในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบและการบรรจุกระป๋องมีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะในด้านของน้ำหนักและระดับความหวาน เนื่องจากการชั่งน้ำหนักที่ถูกต้องย่อมมีผลทำให้ปริมาณที่บรรจุในกระป๋องที่สม่ำเสมอและถูกต้อง และมีส่วนทำให้สามารถกำหนดปริมาณและระดับความหวานของน้ำเชื่อมที่จะนำมาผสมกับผลไม้ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะทำให้ได้รับผลไม้และน้ำผลไม้กระป๋องที่มีระดับความหวานที่สม่ำเสมอ

การวัดอุณหภูมิ ความดัน และเวลาในขั้นตอนการฆ่าเชื้อและอบมีส่วนสำคัญต่ออายุ รสชาติ และสีสันของผลิตภัณฑ์อย่างมาก เนื่องจากการฆ่าเชื้อและอบภายใต้สภาวะที่ไม่ถูกต้องอาจจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังมีเชื้อจุลินทรีย์เหลืออยู่มากเกินมาตรฐาน ซึ่งจะมีผลทำให้สินค้าดังกล่าวมีอายุสั้นกว่าที่กำหนด และอาจจะส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ และในทางตรงกันข้าม การฆ่าเชื้อหรืออบที่อุณหภูมิสูงเกินไปย่อมมีผลต่อรสชาติและสีสันของผลไม้และน้ำผลไม้ที่ได้ ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดต่อคุณภาพอของสินค้าประเภทนี้

การวัดระดับความหวานในขั้นตอนต่าง ๆ มีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยตรง ทั้งนี้เนื่องจากความหวานเป็นส่วนที่มีความสำคัญอย่างมากต่อรสชาติของผลไม้และผลไม้กระป๋องและบริษัทต้องควบคุมระดับความหวานของผลิตภัณฑ์ให้ได้มาตรฐาน โดยการเติมน้ำเชื่อมเพื่อเพิ่มความหวานหากวัดความหวานแล้วทราบว่าผลไม้มีความหวานไม่เพียงพอ ดังนั้น หากการวัดระดับความหวานผิดพลาดย่อมมีผลทำให้การกำหนดปริมาณน้ำเชื่อมที่ต้องเติมคลาดเคลื่อน ซึ่งจะมีผลทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์ไม่ได้มาตรฐาน

การวัดปริมาณต่าง ๆ ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพมีความสำคัญต่อคุณภาพของสินค้าที่บริษัทจำหน่าย ซึ่งมีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคอย่างมาก เนื่องจากหากการวัดปริมาณดังกล่าวผิดพลาด ย่อมทำให้สินค้าที่ไม่ได้มาตรฐานถูกนำไปจำหน่าย และจะทำให้ผู้บริโภคไม่พึงพอใจในการบริโภคสินค้าดังกล่าว ซึ่งจะส่งผลต่อความนิยมและชื่อเสียงของสินค้าของบริษัท

นอกจากจะมีผลต่อการดำเนินการของบริษัทโดยตรงแล้ว ระบบมาตรวิทยายังมีบทบาทที่สำคัญต่อการได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9000 เนื่องจากระบบมาตรฐาน ISO 9000 กำหนดให้บริษัทจะต้องมีการสอบเทียบและปรับเครื่องตรวจ เครื่องวัด และเครื่องทดสอบทั้งหมด ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของ

ผลิตภัณฑ์ ตามช่วงเวลาที่กำหนดหรือก่อนการใช้ ซึ่งหมายความว่าบริษัทจะต้องพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐาน จึงจะสามารถขอการรับรองระบบมาตรฐานดังกล่าวได้

3. การประเมินผลกระทบของระบบมาตรวิทยา

เนื่องจากระบบมาตรวิทยาเป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งในระบบมาตรฐาน ISO 9000 ผลประโยชน์ส่วนหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการใช้ระบบมาตรฐานดังกล่าวส่วนหนึ่งจึงเป็นผลมาจากการพัฒนาระบบมาตรวิทยา โดยที่ระบบมาตรวิทยามีส่วนช่วยในการควบคุม ปรับปรุง และ พัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่งผลทำให้ลูกค้าเกิดความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์ของบริษัท

การชั่งมวลในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบซึ่งหมายถึงผลไม้ชนิดต่าง ๆ มีผลกระทบต่อความยุติธรรมในการซื้อขายระหว่างเกษตรกรและบริษัทอย่างมาก ยกตัวอย่างเช่น

- หากชั่งมวลได้ค่าน้อยกว่าที่เป็นจริง ย่อมมีผลทำให้เกษตรกรที่ขายผลไม้ดังกล่าวสูญเสียผลประโยชน์ แต่บริษัทจะได้รับผลประโยชน์
- หากชั่งมวลได้ค่ามากกว่าที่เป็นจริง ย่อมมีผลทำให้บริษัทต้องสูญเสียผลประโยชน์ แต่เกษตรกรที่ขายผลไม้ดังกล่าวได้รับผลประโยชน์

ยิ่งไปกว่านั้น การชั่งมวลในขั้นตอนการฆ่าเชื้อและอบเพื่อกำหนดพลังงานที่ใช้ในการฆ่าเชื้อมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และประสิทธิภาพการผลิต เช่น

- หากใช้พลังงานมากเกินไปหรือร้อนเกินไปสีของผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนทำให้ไม่ได้คุณภาพตามที่ต้องการ และต้องสูญเสียพลังงานที่มากเกินไปดังกล่าวด้วย
- หากใช้พลังงานน้อยเกินไปจะมีผลทำให้ไม่สามารถฆ่าเชื้อได้หมด ซึ่งจะมีผลทำให้อายุของผลิตภัณฑ์สั้นกว่าที่ต้องการ ซึ่งอาจจะต้องทิ้งหรือขายลดราคาเพื่อให้สามารถขายสินค้าชุดดังกล่าวหมดก่อนสินค้าจะหมดอายุ

การวัดอุณหภูมิ ความดัน และเวลามีผลกระทบต่อการฆ่าเชื้อของผลิตภัณฑ์ผลไม้และน้ำ ผลไม้กระป๋องเป็นอย่างมาก เนื่องจากอุณหภูมิและเวลาเป็นปริมาณการวัดที่ใช้ในการกำหนดพลังงานความร้อนในการฆ่าเชื้อ โดยมีความดันเป็นปริมาณการวัดที่ช่วยตรวจสอบอุณหภูมิอีกชั้นหนึ่ง (double check)[1] จากการสัมภาษณ์พบว่า หากอุณหภูมิหรือเวลาหรือความดันที่วัดได้ผิดพลาดไปย่อมส่งผลทำให้พลังงาน

[1] โดยอาศัยหลักการอุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics) ซึ่งกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความดันภายใต้สภาวะต่าง ๆ

ความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อผิดพลาดไปได้ ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพตามที่ต้องการดังที่กล่าวมาแล้วในกรณีผลกระทบของการชั่งมวลในขั้นตอนการฆ่าเชื้อและอบ

การวัดความเป็นกรด-เบส มีความสำคัญต่อมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ในด้านรสชาติและอายุของผลิตภัณฑ์ โดยค่าความเป็นกรด-เบสมาตรฐานของแต่ละผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกัน[2] เมื่อวัดค่าความเป็นกรด-เบสได้ต่างกัน จะทำให้การเพิ่มสารต่าง ๆ แตกต่างกันไปด้วย อันจะมีผลต่อคุณภาพในด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ได้ ยิ่งไปกว่านั้น การวัดค่าความเป็นกรด-เบสที่คลาดเคลื่อนจะทำให้เกิดปัญหาในการฆ่าเชื้อ ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ดังที่กล่าวมาแล้ว

จากการสัมภาษณ์พบว่า บริษัทได้ดูแล บำรุงรักษา และสอบเทียบเครื่องมือวัดดังกล่าวทั้งภายในบริษัท และภายนอกบริษัทโดยห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐาน เช่น สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ ตามข้อกำหนดของระบบมาตรฐาน ISO 9000 อย่างสม่ำเสมอ ประกอบกับในขั้นตอนต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วยังมีขั้นตอนการตรวจสอบซ้ำ (double and cross check) เป็นประจำ ทำให้ปัญหาที่เกิดจากความผิดพลาดของเครื่องมือวัดที่เกี่ยวกับ มวล อุณหภูมิ ความดันและเวลามีไม่มากนัก

ประเด็นที่น่าสนใจในการศึกษานี้ คือผลกระทบของการวัดระดับความหวานหรือน้ำตาลในขั้นตอนการปรับปรุงระดับความหวาน ซึ่งมีผลกระทบต่อรสชาติของผลไม้และน้ำผลไม้กระป๋องโดยตรง จากการสัมภาษณ์พบว่า บริษัทวัดระดับความหวานโดยใช้รีแฟล็กโตมิเตอร์ (refractometer) ซึ่งจัดเป็นทัศนอุปกรณ์ (optical instrument) อย่างหนึ่งที่อาศัยหลักการของการหักเหของแสงเมื่อผ่านตัวกลางที่ต่างกัน

การวัดระดับความหวานหรือน้ำตาล หมายถึงการวัดระดับความเข้มข้นน้ำตาลซูโครสที่มีอยู่ในสารละลายน้ำเชื่อม โดยมีหน่วยการวัดเป็นบริกซ์ (Brix Scale) ซึ่งสามารถนิยามได้ว่า

- สารละลายน้ำเชื่อมที่มีระดับความหวานหรือน้ำตาล 1 บริกซ์ หมายถึง สารละลายที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครส 1 กรัม ในสารละลายน้ำเชื่อมทั้งหมด 100 กรัม

จากการสัมภาษณ์พบว่า บริษัทประสบปัญหาในการสอบเทียบเครื่องมือวัดความหวานหรือรีแฟล็กโตมิเตอร์เป็นอย่างมาก เนื่องจากไม่มีห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ได้มาตรฐานที่ให้บริการดังกล่าวได้ บริษัทจำเป็นต้องสอบเทียบด้วยตนเอง โดยใช้น้ำตาลมาตรฐานเพื่อเตรียมน้ำเชื่อมมาตรฐาน หลังจากนั้นจึงใช้น้ำเชื่อมมาตรฐานดังกล่าวสอบเทียบเครื่องมือวัด การสอบเทียบโดยวิธีนี้นอกจากจะทำให้เกิดความ

---

[2] โดยใช้ค่าความเป็นกรด-เบสสามารถแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรด (acid product) ซึ่งมีค่า pH ประมาณ 3.2 – 3.6, กลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรดต่ำ (low-acid product) ซึ่งมีค่า pH ประมาณ 4.5 – 6.8 และกลุ่มที่ต้องทำให้เป็นกรด (acidify product) ซึ่งมีค่า pH ประมาณ 3.6 – 4.5

ไม่มั่นใจในความถูกต้องของเครื่องมือวัดเนื่องจากน้ำเชื่อมมาตรฐานเองมีโอกาสผิดพลาดค่อนข้างสูงแล้ว ยังต้องใช้เวลาและแรงงานค่อนข้างมากทั้งในขั้นตอนการเตรียมน้ำเชื่อมมาตรฐานและการสอบเทียบ ทำให้บริษัทประสบปัญหาในการวัดระดับความหวานเป็นอย่างมาก

ปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการวัดระดับความหวานที่บริษัทประสบอยู่ เกิดจากความไม่แน่นอนของเครื่องมือวัด จากการสัมภาษณ์พบว่า การวัดระดับความหวานนั้น มีความไม่แน่นอนในการวัดประมาณ 0.2 บริกซ์ ซึ่งหมายความว่าค่าที่แท้จริงอาจจะมากหรือน้อยกว่าค่าที่วัดได้ประมาณ 0.2 บริกซ์ นอกจากนี้ การที่ไม่สามารถสอบเทียบความถูกต้องของเครื่องมือวัดกับห้องปฏิบัติการภายนอกได้ ยังทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัด ซึ่งบางครั้งอาจจะมากกว่า 0.2 บริกซ์ด้วย

เมื่อเกิดความไม่แน่ใจในผลการวัดระดับความหวานในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ บริษัทจะวัดซ้ำและใช้พนักงานชิมที่มากขึ้นและสุ่มตัวอย่างเพื่อนำมาชิมมากยิ่งขึ้น ซึ่งทำให้เสียเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายมากขึ้น ดังนั้น หากบริษัทสามารถมั่นใจในผลของการวัดได้ย่อมช่วยลดต้นทุนส่วนนี้ ยิ่งไปกว่านั้น ขั้นตอนที่เกิดปัญหากับบริษัทมากที่สุด ได้แก่ ขั้นตอนการผลิต ซึ่งจำเป็นจะต้องวัดระดับความหวาน เพื่อกำหนดปริมาณน้ำเชื่อมที่ต้องเติม หากการวัดความหวานมีความคลาดเคลื่อนย่อมทำให้ปริมาณน้ำเชื่อมที่เติมลงไปอาจจะมากหรือน้อยจนเกินไปได้

เนื่องจากความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจเป็นไปได้ทั้งสองทาง คือ วัดได้ระดับความหวานต่ำกว่าหรือ วัดได้มากกว่าระดับความหวานจริง อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ จะพิจารณาความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเป็นการวัดที่ได้ระดับความหวานต่ำกว่าความหวานที่แท้จริงเท่านั้น โดยมีเหตุผลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- เนื่องจากมีทั้งการตรวจซ้ำด้วยเครื่องวัดและการชิมด้วยนักชิม ทำให้ปัญหาในส่วนนี้มีน้อยมาก หรือหากเกิดขึ้นก็น่าจะอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (ระดับความหวานที่ 0.2 บริกซ์ เป็นระดับความหวานที่น้อยมากจนมนุษย์ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้) ดังนั้น การวัดระดับความหวานที่ได้ค่ามากเกินไปประมาณ 0.2 บริกซ์ จึงส่งผลต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์น้อยมาก
- ในสภาวะที่ตลาดสินค้าผลไม้และน้ำผลไม้กระป๋องมีการแข่งขันกันสูงมาก ดังนั้น เพื่อรักษาคุณภาพของสินค้า ทำให้บริษัทจำเป็นจะต้องรักษาระดับความหวานให้ได้มาตรฐาน โดยบริษัทจะต้องพยายามให้ค่าความหวานที่วัดได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเสมอ แม้บางครั้งความหวานอาจจะขาดไปเพียง 0.2 บริกซ์ก็ตาม

ผลกระทบเชิงปริมาณของการวัดระดับความหวานคลาดเคลื่อนซึ่งมีผลทำให้ต้องเติมน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นมากเกินไปที่สูงสุดที่อาจเป็นไปได้ สามารถประมาณการได้จากข้อมูลและข้อสมมติดังนี้

- น้ำเชื่อมที่ใช้เติมเพื่อเพิ่มความหวานมีระดับความหวานเฉลี่ยประมาณ 15.0 บริกซ์
- การวัดระดับความหวานหรือน้ำตาลความคลาดคลาดไปประมาณ 0.2 บริกซ์ ทำให้จำเป็นต้องเพิ่มน้ำตาลให้มีระดับความหวานเป็น 15.2 บริกซ์
- บริษัทใช้น้ำตาลที่ในการเตรียมน้ำเชื่อมทั้งหมดประมาณ 7,000 ตันต่อปี
- ราคาน้ำตาลทรายขาวในท้องตลาดในปี 2542 อยู่ที่ระดับ 13.44 บาทต่อกิโลกรัม

จากข้อมูลและข้อสมมติฐานข้างต้น จะเห็นได้ว่า

- หากบริษัทใช้น้ำเชื่อมที่มีระดับความหวาน 15.2 บริกซ์ จะต้องใช้น้ำเชื่อมทั้งหมดประมาณ 7,000 x (100/15.2) = 46,052 ตันต่อปี
- แต่หากบริษัทใช้น้ำเชื่อมที่มีระดับความหวาน 15.0 บริกซ์ เพื่อเตรียมน้ำเชื่อมทั้งหมด 46,052 ตันต่อปี จะใช้น้ำตาลทั้งหมดประมาณ 46,052 x (15.0/100) = 6,908 ตันต่อปี
- ปริมาณน้ำตาลที่ต้องใช้มากเกินไปเนื่องจากการวัดระดับความหวานคลาดเคลื่อนไป 0.2 บริกซ์ มีน้ำหนักประมาณ 7,000 – 6,908 = 92 ตันต่อปี ซึ่งคิดเป็นมูลค่าประมาณ 92,000 x 13.44 =1,236,480 บาทต่อปี หรือ 1.24 ล้านบาทต่อปี

มูลค่าที่คำนวณได้ดังกล่าวเป็นมูลค่าความเสียหายสูงสุดที่เป็นไปได้ เนื่องจากเราสมมติให้เกิดความคลาดเคลื่อนทุกครั้งที่ทำการวัด ทำให้ผู้ผลิตต้องเติมน้ำเชื่อมมากเกินไปอย่างต่อเนื่อง

สรุป

บริษัทที่ศึกษาในครั้งนี้จำเป็นต้องใช้มาตรวิทยาค่อนข้างมากไม่ว่าจะเป็นเพื่อช่วยในการผลิตและตรวจสอบคุณภาพ และการได้รับระบบมาตรฐาน ISO 9000 ทำให้บริษัทต้องบริหารจัดการระบบมาตรวิทยาให้เป็นระบบมากขึ้น ทั้งการสอบเทียบภายในและภายนอกบริษัท นอกจากนี้ การพัฒนาระบบมาตรวิทยายังมีส่วนช่วยทำให้การผลิตของบริษัทมีประสิทธิภาพและคุณภาพของสินค้าของบริษัทได้มาตรฐาน

จากการศึกษาพบว่า ผลกระทบเชิงปริมาณของระบบมาตรวิทยาสามารถประเมินได้จากผลกระทบของการวัดระดับความหวานหรือน้ำตาลที่คลาดเคลื่อนไป 0.2 บริกซ์ ซึ่งมีผลทำให้ต้องเติมน้ำตาลในขั้นตอนการเตรียมน้ำเชื่อมมากกว่าที่ควรจะเป็นประมาณ 92 ตันต่อปี หรือคิดเป็นมูลค่าสูงสุด 1.24 ล้านบาทต่อปี ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 0.04 ของยอดขายทั้งหมดของบริษัท

ภาคผนวก ง: กรณีศึกษาบริษัทเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์

ผลกระทบของระบบมาตรวิทยาต่อโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ในการศึกษาครั้งนี้สามารถประเมินได้จากความเสียหายของบริษัทที่เกิดจากการวัดอัตราการไหลในระหว่างขั้นตอนการหมักและการกรอง การศึกษาพบว่าการพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐานจะมีส่วนช่วยป้องกันความเสียหายซึ่งคิดเป็นมูลค่าสูงสุดประมาณ 4.5 ล้านบาทต่อปี หรือคิดเป็นสัดส่วนความสูญเสียต่อยอดการผลิตได้ถึงร้อยละ 15

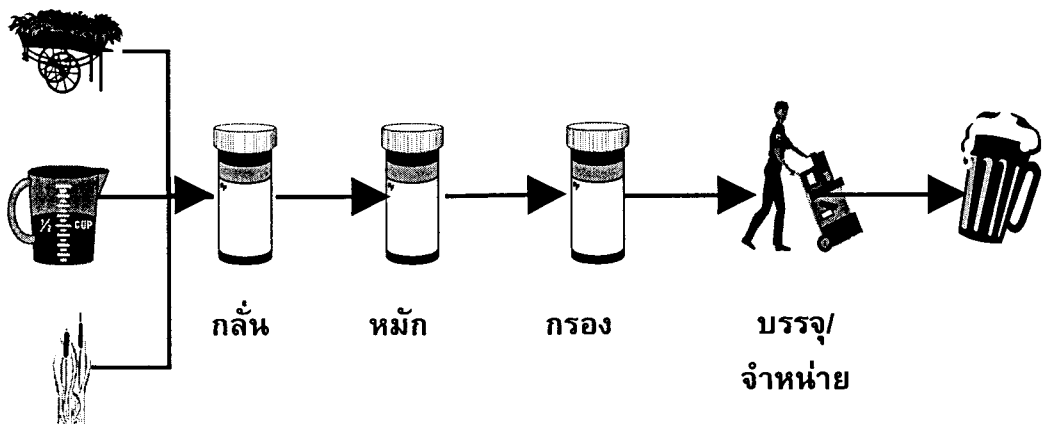
1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริษัท

บริษัทในการศึกษาเป็นบริษัทที่ผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ขนาดเล็กแห่งหนึ่ง ในปัจจุบัน บริษัทผลิตเครื่องดื่มฯประมาณ 10 ล้านลิตรต่อปี ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 20 ของกำลังการผลิตของบริษัท ซึ่งอยู่ที่ระดับ 50 ล้านลิตรต่อปี สาเหตุสำคัญที่ทำให้บริษัทไม่สามารถผลิตได้เต็มกำลังคือ ปัญหาวิกฤติเศรษฐกิจ ซึ่งมีผลทำให้ความต้องการของเครื่องดื่มของบริษัทลดลงไปอย่างมาก โดยที่ยอดขายในปัจจุบันมีมูลค่าประมาณ 30 ล้านบาทต่อปี

ขั้นตอนในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ประกอบไปด้วยการเตรียมวัตถุดิบ การกลั่น (brewing) การหมัก (fermentation) การกรอง (filtration) และการบรรจุ (packaging) ดังภาพที่ 1 โดยการกลั่นและการหมักเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในกระบวนการผลิตทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องจากขั้นตอนดังกล่าวเป็นขั้นตอนที่มีผลต่อรสชาติ และคุณสมบัติอื่น ๆ ของเครื่องดื่มมากที่สุด

ในปัจจุบันบริษัทยังไม่ได้ขอการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9000 เนื่องจากผลิตภัณฑ์ของบริษัทเป็นสินค้าที่ผลิตเพื่อจำหน่ายภายในประเทศเท่านั้น อย่างไรก็ตามบริษัทได้วางแผนที่จะขอการรับรองดังกล่าวในอนาคตอันใกล้นี้ เพื่อให้ผู้บริโภคเกิดความเชื่อมั่นในคุณภาพของสินค้า และเพื่อให้เกิดการปรับปรุงระบบการทำงานภายในบริษัทให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย

ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์และความจำเป็นของระบบมาตรวิทยา



2. ความสำคัญของระบบมาตรวิทยา

อุตสาหกรรมเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์จำเป็นต้องใช้มาตรวิทยาค่อนข้างมาก ไม่ว่าจะเป็นในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ การกลั่น การหมัก ตลอดจนขั้นตอนหลังการหมัก โดยในแต่ละขั้นตอนมีการวัดปริมาณต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น

- ในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบจำเป็นต้องชั่งมวลหรือน้ำหนัก (mass) ของวัตถุดิบและสารเคมีต่าง ๆ ต้องผสมเข้าไป และวัดความชื้นของวัตถุดิบที่ใช้อีกด้วย
- ในขั้นตอนการหมักก็จำเป็นต้องมีการวัดคุณสมบัติทางเคมี (chemical properties) เช่น ปริมาณแอลกอฮอล์ น้ำตาลและโปรตีน ตลอดจนคุณสมบัติทางกายภาพ (physical properties) เช่น ความใส สีและกลิ่น
- ในขั้นตอนก่อนและหลังการหมักจำเป็นจะต้องมีการปล่อยของเหลวเข้าสู่ขั้นตอนการหมักและปล่อยของเหลวที่ได้ไปยังขั้นตอนต่อไป จึงจำเป็นต้องวัดอัตราการไหล (flow rate) เพื่อให้ทราบถึงปริมาณของเหลวที่ไหลผ่าน

การวัดปริมาณต่าง ๆ ในระหว่างขั้นตอนการผสมวัตถุดิบจะช่วยทำให้โรงงานสามารถผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอและได้มาตรฐาน เนื่องจากหากการวัดมวลหรือความชื้นของส่วนผสมต่างๆ ของวัตถุดิบผิดพลาดจะทำให้ได้ส่วนผสมที่ไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งเมื่อนำไปผลิตในขั้นตอนต่อไปแล้ว ก็จะได้เครื่องดื่มที่ไม่มีคุณภาพ

การวัดคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพในขั้นตอนการหมักก็มีส่วนสำคัญในการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพของเครื่องดื่ม เพื่อให้มั่นใจได้ว่าเครื่องดื่มที่ผลิตได้มีส่วนประกอบต่าง ๆ ตามที่กำหนด ซึ่งจะทำให้มีรสชาติดี มีสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อการบริโภค และปลอดภัยต่อผู้บริโภค ส่วนการวัดอัตราการไหลก็มีส่วนสำคัญในการช่วยให้สามารถควบคุมการส่งถ่ายของเหลวในระหว่างขั้นตอนการหมักได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากจะช่วยทำให้ได้เครื่องดื่มที่มีคุณภาพมาตรฐานและสม่ำเสมอแล้ว ระบบมาตรวิทยายังมีส่วนช่วยทำให้สามารถผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยกตัวอย่างเช่น

- ในขั้นตอนการผสมวัตถุดิบ หากชั่งมวลของส่วนผสมบางอย่างผิดพลาดไป ย่อมทำให้เครื่องดื่มที่ได้มีคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน และต้องทิ้งไป ซึ่งย่อมหมายถึงต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น
- ในขั้นตอนการกลั่นและการหมัก หากสามารถควบคุมอุณหภูมิให้ถูกต้องย่อมทำให้ได้เครื่องดื่มที่มีคุณภาพ และช่วยประหยัดพลังงานที่จะต้องสูญเสียไปโดยไม่จำเป็น

การผลิตที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้บริษัทมีความสามารถในการแข่งขันสูงขึ้น เนื่องจาก สินค้าที่มีคุณภาพย่อมเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค ในขณะที่ต้นทุนการผลิตที่ต่ำลงย่อมทำให้บริษัทสามารถกำหนดราคาขายที่ต่ำลง หรือได้กำไรที่มากขึ้น

3. การประเมินผลกระทบของระบบมาตรวิทยา

แม้ว่าบริษัทจำเป็นจะต้องวัดปริมาณต่างๆ มากมายในการกระบวนการผลิต บริษัทก็ยังไม่ได้พัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐาน โดยยังไม่ได้ส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบจากห้องปฏิบัติภายนอก เนื่องจากบริษัทกำลังประสบปัญหาทางการเงินและการบริหารงานภายในบริษัทซึ่งเป็นผลมาจากภาวะวิกฤติทางเศรษฐกิจ นอกจากนี้บริษัทยังประเมินว่าการพัฒนาระบบมาตรวิทยา จำเป็นจะต้องลงทุนสูงมาก ทั้งการลงทุนในการซื้อเครื่องมือที่มีความละเอียดสูง และค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบ

จากการสัมภาษณ์ คณะผู้วิจัยมีความเห็นว่าปัจจัยสำคัญที่ทำให้บริษัทประเมินว่าการลงทุนด้านมาตรวิทยาเป็นการลงทุนที่สูงและไม่คุ้มกับการลงทุนคือการขาดข้อมูลที่เกี่ยวกับระบบมาตรวิทยา โดย

เฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลการประเมินค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบเครื่องมือวัดจากห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายนอก ตลอดจนข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเช่น รายชื่อของห้องปฏิบัติการในประเทศที่สามารถให้บริการได้มาตรฐาน

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า ปัญหาของระบบมาตรวิทยาของบริษัทคือการขาดห่วงโซ่ที่สอบกลับได้ (traceability chain) เนื่องจากบริษัทไม่มีกระบวนการสอบเทียบเครื่องมือวัดของบริษัทกับห้องปฏิบัติการภายนอก การขาดห่วงโซ่ที่สอบกลับได้ดังกล่าวทำให้บริษัทไม่สามารถมั่นใจในความถูกต้องของเครื่องมือวัดและผลการวัดปริมาณที่มีความสำคัญต่างๆ เช่น การวัดมวล อัตราการไหล และอุณหภูมิ เป็นต้น

ในการวัดมวลซึ่งเป็นการวัดที่สำคัญในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ บริษัทประสบปัญหาจากการที่โหลดเซลล์ (load cell) ที่ใช้มักจะขัดข้องและทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดอยู่เสมอเช่น ภายหลังจากการชั่ง เมื่อนำวัตถุดิบออกจากเครื่องชั่ง จะพบว่าค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งจะไม่เท่ากับศูนย์ ทั้ง ๆ ที่ก่อนการชั่งสามารถอ่านค่าได้เป็นศูนย์ บ่อยครั้งที่ความคลาดเคลื่อนในการวัดที่เกิดโดยเฉลี่ยเกินกว่าร้อยละ 10 เมื่อเกิดความผิดพลาดดังกล่าวขึ้น บริษัทจะวัดซ้ำและตรวจสอบคุณภาพของสารผสมที่ได้เพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นในขั้นตอนต่อไป อย่างไรก็ตามการแก้ปัญหาด้วยวิธีนี้ทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตของบริษัทลดลง เนื่องจากต้องเสียทั้งเวลาและแรงงานในการวัดซ้ำและตรวจสอบดังกล่าว

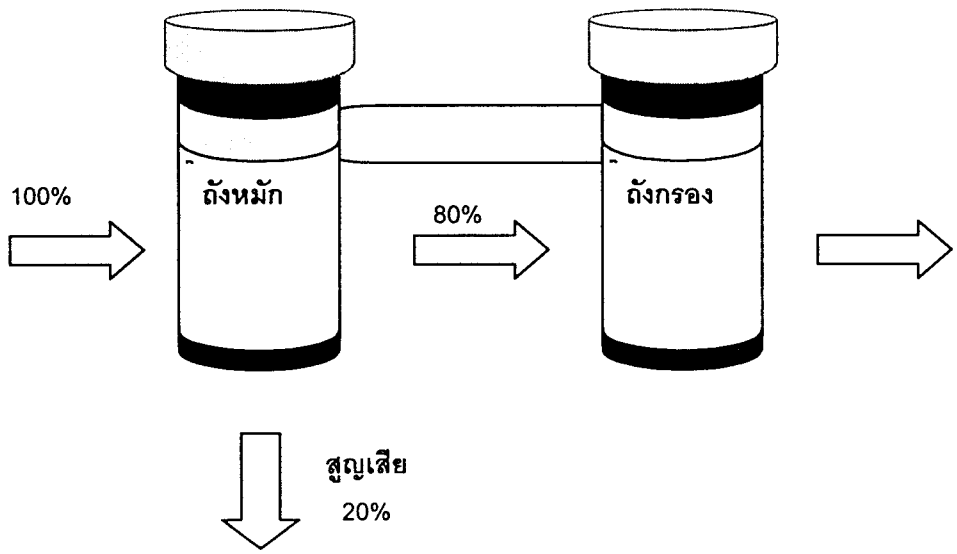
ปัญหาในการวัดที่สำคัญที่สุดประการหนึ่งที่บริษัทประสบอยู่ในปัจจุบันคือ การวัดอัตราการไหลในระหว่างขั้นตอนก่อนและหลังการหมัก การวัดอัตราการไหลดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงปริมาณของเหลวที่ส่งจากขั้นตอนหนึ่งไปยังอีกขั้นตอนหนึ่งเช่น ของเหลวจากขั้นตอนการหมักที่ส่งต่อไปยังขั้นตอนการกรอง ซึ่งจะทำให้แน่ใจได้ว่าของไหลที่ได้จากการหมักจะผ่านไปยังขั้นตอนการกรองทั้งหมดก่อนที่จะทำความสะอาดถังหมักและท่อส่ง

จากการสัมภาษณ์บริษัทพบว่า การที่เครื่องวัดอัตราการไหล (flow meter) ที่ใช้งานอยู่มีความคลาดเคลื่อนทำให้เกิดปัญหาในการวัดอัตราการไหลเป็นอย่างมาก โดยที่ปัญหาที่เกิดขึ้นมีสองลักษณะคือ

- ปัญหาการปล่อย (draining) ของเหลวที่หมักได้ไปยังขั้นตอนการกรองไม่หมด
- ปัญหาการมีของเหลวเข้าสู่ขั้นตอนการกรองมากเกินไปซึ่งหมายถึงว่ามีน้ำเข้ามาผสมในระหว่างการปล่อยของเหลวจากขั้นตอนการหมักไปสู่ขั้นตอนการกรอง

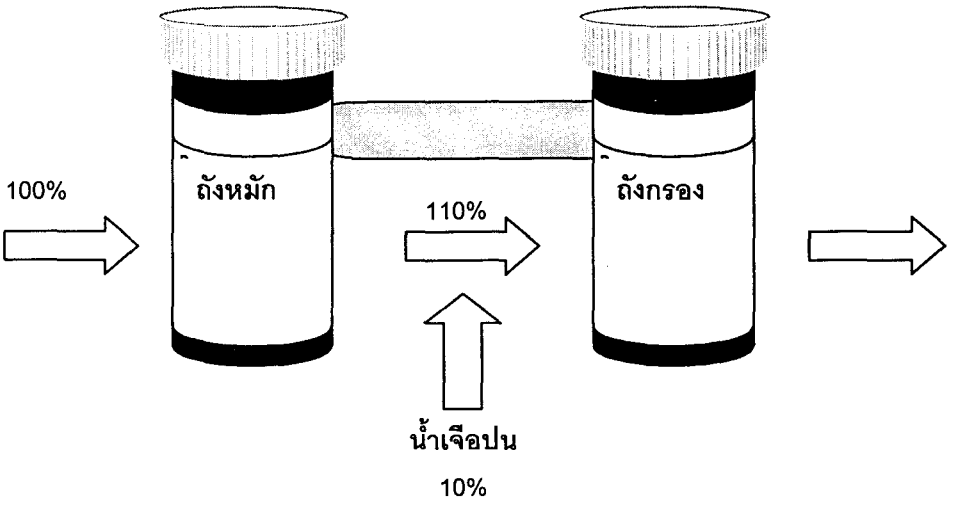
ปัญหาการปล่อยของเหลวที่หมักได้ไปยังขั้นตอนการกรองไม่หมดเป็นปัญหาที่เกิดจากการวัดอัตราการไหลคลาดเคลื่อน โดยค่าที่วัดได้มีค่ามากกว่าความเป็นจริง ซึ่งทำให้ฝ่ายผลิตเข้าใจว่าปล่อยของเหลวที่หมักได้ไปหมดแล้วทั้งที่ในความเป็นจริงยังมีของเหลวเหลืออยู่ การทำความสะอาดถังหมักและท่อส่งเพื่อการผลิตรอบต่อไปจึงทำให้ของเหลวที่ตกค้างอยู่ถูกปล่อยทิ้งไปด้วย จากการสัมภาษณ์พบว่าอัตราการสูญเสียในกรณีนี้โดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 20 ซึ่งหมายความว่า เมื่อส่งของเหลวที่ส่งเข้าหมัก 100 ลิตร จะได้ของเหลวที่ส่งต่อไปยังขั้นตอนการกรองเพียง 80 ลิตร ส่วนที่เหลืออีกประมาณ 20 ลิตรจะสูญเสียไปจากการติดค้างในถังหมัก (ดูภาพที่ 2)

ภาพที่ 2 การสูญเสียเนื่องจากการปล่อยของเหลวที่หมักได้ไปยังขั้นตอนการกรอง



ส่วนปัญหาการมีของเหลวเข้าสู่ขั้นตอนการกรองมากเกินไปเป็นปัญหาที่เกิดจาก ความคลาดเคลื่อนของการวัดอัตราการไหล ซึ่งวัดอัตราการไหลของน้ำที่ใช้ทำความสะอาดถังหมักและท่อส่งมีค่ามากเกินความเป็นจริง ทำให้เข้าใจว่าปล่อยน้ำออกไปหมดแล้ว ทั้ง ๆ ที่ยังคงมีน้ำ ตกค้างอยู่ในถังหรือท่อ น้ำที่ตกค้างดังกล่าวจะเข้าไปผสมกับของเหลวที่ผลิตได้ในระหว่างการส่งจากขั้นตอนการหมักไปยังขั้นตอนการกรอง ซึ่งทำให้ได้ของเหลวที่เจือจางเกินไป จากการสัมภาษณ์พบว่า มีน้ำเข้ามาเจือปนในกระบวนการนี้ประมาณร้อยละ 10 นั่นคือ เมื่อส่งของเหลวเข้าหมัก 100 ลิตร จะมีของเหลวเข้าสู่ขั้นตอนการกรองประมาณ 110 ลิตรโดยมีส่วนที่เกินมาประมาณ 10 ลิตร (ดูภาพที่ 3)

ภาพที่ 3 การสูญเสียเนื่องจากการมีของเหลวเจือปนสู่ขั้นตอนการกรอง



ในกรณีดังกล่าว บริษัทอาจแก้ปัญหาโดยการนำของเหลวที่มีความเข้มข้นสูงมาผสมกับของเหลวที่เจือจาง โดยบริษัทจะตรวจสอบความเข้มข้นของของเหลวทันทีเมื่อพบว่ามีการเจือปนของน้ำ ในกรณีที่พบว่าของเหลวดังกล่าวเจือจางไม่มากเกินไป บริษัทจะนำของเหลวที่เจือจางไปผสมกับของเหลวที่เข้มข้นเพื่อให้ได้เครื่องดื่มที่มีความเข้มข้นพอดี แต่หากพบว่าของเหลวที่ได้เจือจางมากเกินไป บริษัทก็จำเป็นจะต้องทิ้งของเหลวส่วนนั้นไป

อย่างไรก็ตามบริษัทไม่ได้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับอัตราส่วนการผสมระหว่างของเหลวที่เจือจางและของเหลวที่เข้มข้น การขาดข้อมูลดังกล่าวทำให้คณะผู้วิจัยไม่สามารถประมาณการผลกระทบเชิงปริมาณของการกระทำดังกล่าวได้ ในรายงานฉบับนี้ คณะผู้วิจัยจึงจะประมาณการเฉพาะ ผลกระทบเชิงปริมาณของปัญหาการปล่อยของเหลวที่หมักได้ไปยังขั้นตอนการกรองไม่หมด การประมาณการดังกล่าวอาศัยข้อมูลและข้อสมมติต่อไปนี้

- บริษัทมีกำลังการผลิตทั้งหมด 50 ล้านลิตรต่อปี แต่เนื่องปัญหาทางเศรษฐกิจทำให้ความต้องการในตลาดมีไม่มากพอ ในปัจจุบันบริษัทจึงผลิตเพียง 10 ล้านลิตรต่อปีเท่านั้น
- การผลิตของเหลวที่ผ่านขั้นตอนการหมักแล้วมีต้นทุนประมาณ 3 บาทต่อลิตร
- การปล่อยของเหลวที่หมักได้ไปยังขั้นตอนการกรองไม่หมดทำให้เกิดการสูญเสียเครื่องดื่มประมาณร้อยละ 20
- สมมติว่า หากปรับปรุงระบบมาตรวิทยาให้ดีพอ น่าจะทำให้สามารถป้องกันการสูญเสียในการปล่อยของเหลวที่หมักได้ไปยังขั้นตอนการกรองให้เหลือเพียงร้อยละ 5

จากข้อมูลและข้อสมมติข้างต้น จะเห็นได้ว่า

- ในปัจจุบัน บริษัทอาจต้องสูญเสียของเหลวเนื่องจากปัญหาดังกล่าวประมาณ 10 x 0.2 = 2 ล้านลิตร ซึ่งคิดเป็นมูลค่าประมาณ 6 ล้านบาท
- ในอนาคตหากบริษัทผลิตเต็มกำลัง บริษัทอาจต้องสูญเสียประมาณ 50 x 0.2 = 10 ล้านลิตร ซึ่งคิดเป็นมูลค่าประมาณ 30 ล้านบาท หากยังไม่แก้ไขปัญหาทางมาตรวิทยา
- หากบริษัทปรับปรุงระบบการวัดการไหลด้วยการสอบเทียบเครื่องมือวัดจนสามารถลดการสูญเสียได้ตามข้อสมมติ และเดินเครื่องผลิตเครื่องดื่มในปริมาณที่เท่ากับปัจจุบัน บริษัทจะสูญเสียเพียง 10 x 0.05 = 0.5 ล้านลิตร หรือ 1.5 ล้านบาท
- หากบริษัทปรับปรุงระบบการวัดและสามารถเดินเครื่องผลิตเต็มกำลังการผลิต บริษัทจะสูญเสียเพียง 50 x 0.05 = 2.5 ล้านลิตร หรือ 7.5 ล้านบาท

กล่าวอีกนัยหนึ่ง

- ในกรณีการผลิตด้วยกำลังการผลิตที่เท่ากับในปัจจุบัน การพัฒนาระบบการวัดการไหลตามข้อสมมติ จะช่วยป้องกันการสูญเสียของเหลวที่ผ่านการหมักประมาณ 2.0-0.5 = 1.5 ล้านลิตร ซึ่งคิดเป็นมูลค่า 4.5 ล้านบาท
- ในกรณีการผลิตด้วยกำลังการผลิตเต็มที่ การพัฒนาระบบการวัดการไหลตามข้อสมมติ จะช่วยป้องกันการสูญเสียของเหลวที่ผ่านการหมักประมาณ 10-2.5 = 7.5 ล้านลิตร ซึ่งคิดเป็นมูลค่า 22.5 ล้านบาท

การประมาณการข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การพัฒนาระบบมาตรวิทยาในโรงงานด้วยการสอบเทียบเครื่องมือวัด ซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีต้นทุนไม่สูง อาจช่วยลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ได้เป็นอย่างมาก

มูลค่าที่คำนวณได้ดังกล่าวเป็นมูลค่าความเสียหายสูงสุดที่เป็นไปได้ เนื่องจากเราสมมติให้เกิดความคลาดเคลื่อนทุกครั้งที่ทำการวัด ทำให้ผู้ผลิตสูญเสียของเหลวที่หมักได้อย่างต่อเนื่อง

สรุป

บริษัทที่ศึกษาในครั้งนี้ยังไม่ได้มีการพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐาน ซึ่งมีสาเหตุสำคัญมาจากปัญหาการเงินของบริษัทและปัญหาการขาดข้อมูลเกี่ยวกับมาตรวิทยาที่พอเพียง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประเมินค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบ ซึ่งบริษัทเข้าใจว่าเป็นการลงทุนที่สูง

การขาดการพัฒนาระบบมาตรวิทยาดังกล่าวทำให้บริษัทประสบปัญหาความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของเครื่องชั่งและเครื่องวัดอัตราการไหล การศึกษาครั้งนี้ซึ่งให้ความสนใจต่อการวัดอัตราการไหลพบว่า ความคลาดเคลื่อนของการวัดอัตราการไหลในขั้นตอนระหว่างการหมักและขั้นตอนการกรองซึ่งอาจจะก่อให้เกิดความสูญเสียแก่บริษัทสูงสุดถึงปีละประมาณ 6 ล้านบาท ในกรณีที่บริษัทสามารถปรับปรุงระบบการวัดการไหลดังกล่าว จะสามารถป้องกันความสูญเสียสูงสุดได้ประมาณ 4.5 ล้านบาทต่อปีเมื่อคิดกำลังการผลิตในปัจจุบัน

ภาคผนวก จ: กรณีศึกษาบริษัทผลิตยานยนต์และชิ้นส่วน

ผลกระทบของระบบมาตรวิทยาต่อโรงงานอุตสาหกรรมผลิตยานยนต์และชิ้นส่วนที่ศึกษาครั้งนี้ สามารถประเมินได้ว่า การพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐานมีส่วนช่วยทำให้บริษัทสามารถลดความเสียหายที่เกิดจากการชั่งมวลคลาดเคลื่อนในขั้นตอนการผสมวัตถุดิบ คิดเป็นมูลค่าประมาณ 1.6 ล้านบาทต่อปี และยังช่วยป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นจากความผิดพลาดในการวัดอุณหภูมิในขั้นตอนการอบ คิดเป็นมูลค่าสูงสุดประมาณ 10.7 ล้านบาทต่อปี นอกจากนี้ บริษัทยังประสบปัญหาการจัดซื้อเครื่องมือวัดมากเกินความจำเป็นคิดเป็นมูลค่าประมาณ 1.5 ล้านบาท

1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริษัท

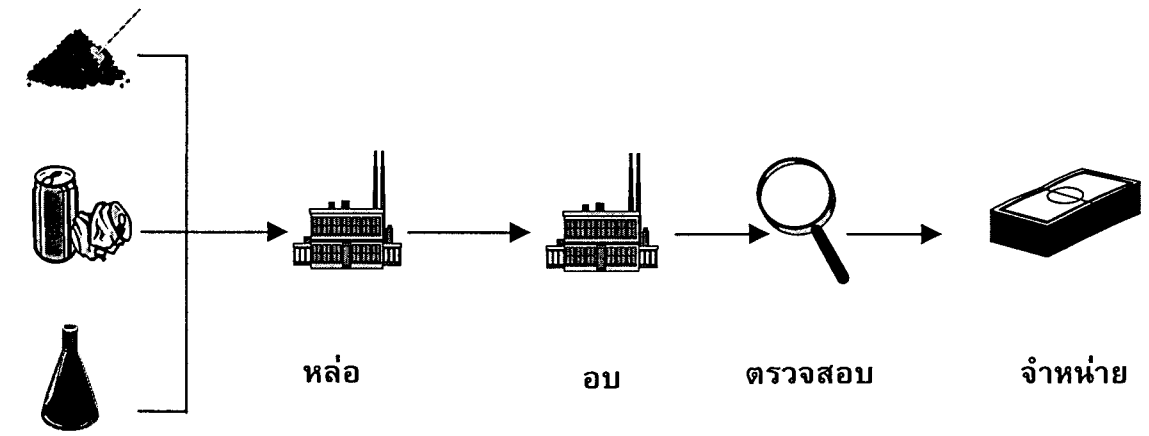
บริษัทที่ศึกษาในครั้งนี้ เป็นบริษัทที่ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง ซึ่งเป็นบริษัทร่วมทุนระหว่างนักลงทุนชาวไทยและญี่ปุ่น ซึ่งมีสัดส่วนผู้ถือหุ้นชาวไทย 40 % และชาวญี่ปุ่น 60 % ปัจจุบันบริษัทมีโรงงานผลิตทั้งสิ้น 2 แห่ง ซึ่งมีกำลังการผลิตประมาณ 3,400,000 ชิ้นต่อปี 2,600,000 ชิ้นต่อปี ตามลำดับ

เทคโนโลยีและมาตรฐานในการผลิตเกือบทั้งหมดที่บริษัทใช้งานอยู่ในปัจจุบัน เป็นเทคโนโลยีและมาตรฐานที่ได้รับการถ่ายทอดมาจากบริษัทแม่ในญี่ปุ่น ไม่ว่าจะเป็น รูปแบบผลิตภัณฑ์ เทคนิคในการผลิต เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต รวมทั้ง มาตรฐานของระบบมาตรวิทยาที่ใช้งานในบริษัท

ขั้นตอนการผลิตที่สำคัญของบริษัทประกอบด้วย การผสมวัตถุดิบ การหล่อชิ้นงาน การอบ และการตรวจสอบคุณภาพ ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยในแต่ละขั้นตอน บริษัทจะตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานที่ผลิตได้ในขั้นตอนนั้นก่อนส่งต่อไปยังขั้นตอนอื่น เช่น ในขั้นตอนการผสมวัตถุดิบ บริษัทจะตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบผสมทุกชุด เพื่อให้แน่ใจว่าได้วัตถุดิบผสมที่มีคุณภาพดีพอที่จะใช้ในการผลิตต่อไป

บริษัทนี้ได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9002 ในปี 2538 ซึ่งมีผลทำให้ระบบมาตรวิทยาของบริษัทได้รับการพัฒนามากขึ้น เนื่องจากระบบมาตรฐาน ISO กำหนดให้บริษัทต้องจัดระบบการสอบเทียบทั้งภายในและภายนอกบริษัท และ เก็บบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ

ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์และความจำเป็นของระบบมาตรวิทยา



2. ความสำคัญของระบบมาตรวิทยา

อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนจำเป็นต้องใช้ระบบมาตรวิทยาเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ การหล่อ การอบ และการตรวจสอบคุณภาพ ยกตัวอย่างเช่น

- ในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบจำเป็นต้องชั่งมวลหรือน้ำหนัก (mass) ของทั้งวัตถุดิบหลักและสารเคมีที่ใช้ปรับปรุงคุณภาพ
- ในขั้นตอนการหล่อจำเป็นต้องวัดขนาด (dimension) ของแบบที่ใช้หล่อ และอุณหภูมิ (temperature) ของวัตถุดิบผสมที่นำมาหล่อ
- ในขั้นตอนการอบจำเป็นต้องวัดอุณหภูมิ (temperature) และความดัน (pressure) ที่ใช้ในการอบชิ้นงาน และความหนืด (viscosity) ของแก๊สที่ใช้ควบคุมความดัน
- ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพจำเป็นต้องทดสอบประสิทธิภาพในการใช้งานของผลิตภัณฑ์ภายใต้สภาวะจำลองที่มาตรฐาน ทำให้ต้องวัดปริมาณต่าง ๆ เช่น ขนาด ความเร็ว อุณหภูมิ คุณสมบัติทางกายภาพ (physical properties) และคุณสมบัติทางเคมี (chemical properties) เป็นต้น

การชั่งมวลหรือน้ำหนักในขั้นตอนการผสมวัตถุดิบมีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และประสิทธิภาพอย่างมาก เนื่องจาก

- การชั่งน้ำหนักคลาดเคลื่อนจะทำให้ส่วนผสมที่ได้ไม่เป็นไปตามที่ต้องการ ซึ่งจะมีผลทำให้เมื่อนำวัตถุดิบผสมส่วนนี้ไปผลิตต่อไปจะได้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน
- การชั่งน้ำหนักคลาดเคลื่อนจะทำให้ต้องสูญเสียวัตถุดิบที่ผสมและสิ้นเปลืองเวลาที่ใช้ในการผสม ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตลดลง

การวัดอุณหภูมิในขั้นตอนการหล่อและการอบก็มีความสำคัญต่อคุณภาพของชิ้นงานและประสิทธิภาพในการทำงานเช่นกัน

- การวัดอุณหภูมิในขั้นตอนการหล่อและอบคลาดเคลื่อนจะมีผลทำให้คุณสมบัติด้านความทนทานและความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์ไม่ได้มาตรฐาน
- การวัดอุณหภูมิผิดพลาด ในแง่ที่ว่าวัดได้ค่าน้อยกว่าที่เป็นจริงย่อมทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน ซึ่งหมายถึงต้นทุนที่เพิ่มขึ้นนั่นเอง

การวัดปริมาณต่าง ๆ ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ มีส่วนช่วยทำให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งานยานยนต์ เนื่องจากชิ้นส่วนที่ผลิตได้จะต้องถูกนำไปประกอบเป็นส่วนต่างๆ ของยานยนต์ ไม่ว่าจะเป็น เครื่องยนต์ ระบบห้ามล้อ (break system) และ ระบบช่วงล่างซึ่งมีความสำคัญต่อระดับความปลอดภัยในการใช้งานยานยนต์อย่างมาก ยกตัวอย่างเช่น ระบบห้ามล้อที่ประกอบจากชิ้นส่วนที่ไม่ได้มาตรฐานย่อมทำให้ประสิทธิภาพในการห้ามล้อไม่ดีพอ ซึ่งจะมีผลต่อความปลอดภัยของผู้ใช้ยานยนต์อย่างเห็นได้ชัด[1]

นอกจากนี้ การพัฒนาระบบมาตรวิทยาในบริษัทยังมีส่วนสำคัญที่ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตดียิ่งขึ้น ยกตัวอย่างเช่น

- หากระบบมาตรวิทยาไม่ดีพอ เมื่อเกิดปัญหาในขั้นตอนต่าง ๆ ฝ่ายซ่อมบำรุงย่อมต้องใช้เวลาค่อนข้างมากในการตรวจหาสาเหตุของปัญหา ซึ่งมีผลทำให้สิ้นเปลืองเวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว
- หากระบบมาตรวิทยาของบริษัทดีพอ ย่อมสามารถหาสาเหตุของปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งมีผลทำให้ฝ่ายซ่อมบำรุงทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
- หากมีการสอบเทียบเครื่องมือเป็นประจำ ย่อมทำให้พนักงานเกิดความ มั่นใจในความถูกต้องของเครื่องมือวัด ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพในการผลิตเนื่องจากความเชื่อมั่นในผลการวัดทำให้พนักงานสามารถทำงานหรือแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

---

[1] แม้ว่าชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตยานยนต์จะได้รับการตรวจสอบอย่างดีโดยบริษัทผู้ประกอบยานยนต์ แต่ชิ้นส่วนที่มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอและไม่ได้มาตรฐานย่อมมีผลทำให้บริษัทผู้ประกอบยานยนต์ต้องมีต้นทุนการตรวจสอบชิ้นส่วนสูงขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้ต้องจำหน่ายยานยนต์ในราคาที่สูง

นอกจากจะมีผลต่อการดำเนินการของบริษัทโดยตรงแล้ว ระบบมาตรวิทยายังมีบทบาทที่สำคัญต่อการได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9000 เนื่องจากระบบมาตรฐาน ISO 9000 กำหนดให้บริษัทจะต้องมีการสอบเทียบและปรับเครื่องตรวจ เครื่องวัด และเครื่องทดสอบทั้งหมด ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามช่วงเวลาที่กำหนดหรือก่อนการใช้ ซึ่งหมายความว่าบริษัทจะต้องพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐาน จึงจะสามารถขอการรับรองระบบมาตรฐานดังกล่าวได้

3. การประเมินผลกระทบของระบบมาตรวิทยา

เนื่องจากระบบมาตรวิทยาเป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งในระบบมาตรฐาน ISO 9000 ผลประโยชน์ส่วนหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการใช้ระบบมาตรฐานดังกล่าวส่วนหนึ่งจึงเป็นผลมาจากการพัฒนาระบบมาตรวิทยา โดยที่ระบบมาตรวิทยามีส่วนช่วยในการควบคุม ปรับปรุง และ พัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่งผลทำให้ลูกค้าเกิดความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์ของบริษัท

การชั่งน้ำหนักในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบมีผลกระทบต่อการผลิตของบริษัทอย่างมาก โดยเฉพาะในแง่ของการสิ้นเปลืองวัตถุดิบ เนื่องจากการชั่งน้ำหนักที่คลาดเคลื่อนมีผลทำให้ต้องสูญเสียวัตถุดิบผสมที่มีส่วนผสมไม่ได้ตามมาตรฐาน

จากการสัมภาษณ์พบว่า ก่อนที่จะมีการปรับปรุงระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐาน บริษัทต้องสูญเสียวัตถุดิบผสมเนื่องจากคุณภาพไม่ได้มาตรฐานเป็นจำนวนมาก ซึ่งบริษัทเชื่อว่ามีสาเหตุมาจากการชั่งส่วนผสมไม่ถูกต้อง

แต่ภายหลังที่พัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐาน ปริมาณการสูญเสียวัตถุดิบผสมเนื่องจากความผิดพลาดของระบบมาตรวิทยา ทั้งในแง่ความคลาดเคลื่อนของเครื่องชั่งและบุคลากรลดลงถึงร้อยละ 0.074 ของปริมาณการผสมวัตถุดิบทั้งหมด[2] ทั้งนี้บริษัทคาดว่าน่าจะเป็นผลมาจาก เครื่องมือวัดที่ถูกต้องและบุคลากรที่มีความรู้และความเข้าใจในการวัดมากขึ้น

ผลกระทบเชิงปริมาณของการพัฒนาระบบมาตรวิทยาในบริษัทต่อการชั่งน้ำหนักในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ สามารถนำมาคำนวณโดยอาศัยข้อมูลและข้อสมมติดังนี้

- บริษัทผสมวัตถุดิบประมาณ 30,000 ชุดต่อเดือน หรือ 36,000 x 12 = 360,000 ชุดต่อปี
- บริษัทสูญเสียวัตถุดิบผสมลดลงร้อยละ 0.074 ของปริมาณวัตถุดิบผสมทั้งหมด
- ต้นทุนในการผสมวัตถุดิบประมาณ 5,950 บาทต่อชุด

---

[2] จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า บริษัทตรวจสอบวัตถุดิบผสมทุกชุดเพื่อให้มั่นใจได้ว่า วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตขั้นต่อไป มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ ทำให้บริษัทสามารถให้ข้อมูลการลดลงของการสิ้นเปลืองดังกล่าวได้อย่างชัดเจน

จากข้อมูลและข้อสมมติข้างต้น สามารถประมาณได้ว่า

- การพัฒนาระบบมาตรวิทยามีผลทำให้สามารถลดการสูญเสียวัตถุดิบผสมลงได้ประมาณ 30,000 x (0.074/100) = 22 ชุดต่อเดือน หรือ 360,000 x (0.074/100) = 266 ชุดต่อปี
- ผลประโยชน์ดังกล่าวคิดเป็นมูลค่าได้ประมาณ 5,950 x 266 = 1,580,000 บาทต่อปี หรือ 1.6 ล้านบาทต่อปี

นอกจากนี้ ทางบริษัทยังกล่าวอีกว่า ก่อนที่จะปรับปรุงระบบมาตรวิทยา บริษัทต้องประสบปัญหาเกี่ยวกับเครื่องชั่งในขั้นตอนการผสมวัตถุดิบประมาณ 10 ถึง 20 ครั้งต่อเดือน ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากบุคลากรที่ชั่งไม่เข้าใจการชั่งน้ำหนักที่ถูกต้องทำให้ชั่งผิดวิธีซึ่งเป็นสาเหตุให้เครื่องชั่งเสียหาย เช่น โยนวัสดุที่ชั่งใส่เครื่องชั่ง แต่ภายหลังจากการปรับปรุงระบบมาตรวิทยา ปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าวลดลงเหลือเพียงไม่เกิน 1 ครั้งต่อเดือน

อีกประเด็นหนึ่งที่น่าสนใจอย่างมาก คือผลกระทบของการวัดอุณหภูมิในขั้นตอนการอบ โดยผลกระทบที่เกิดขึ้นมีผลต่อประสิทธิภาพในการผลิต เนื่องจากการวัดอุณหภูมิที่ถูกต้องย่อมช่วยลดปัญหาที่เกิดจากความไม่มั่นใจในการวัดอุณหภูมิและมีผลทำให้สามารถซ่อมหรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการอบได้อย่างรวดเร็ว

จากการสัมภาษณ์พบว่า ก่อนที่จะปรับปรุงระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐาน บริษัทประสบปัญหาในการวัดอุณหภูมิเป็นประจำ ซึ่งต้องเสียเวลาในการซ่อมบำรุงอย่างมาก โดยเฉพาะในขั้นตอนการหาสาเหตุ ทั้งนี้เนื่องจากระบบมาตรวิทยาไม่ดีพอทำให้เกิดความไม่มั่นใจในการวัดปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จึงคาดเดาสาเหตุของปัญหาได้ลำบาก บางครั้งต้องใช้เวลาแก้ไขปัญหาประมาณ 1 ถึง 7 วัน แต่ภายหลังจากปรับปรุงระบบมาตรวิทยาแล้วพบว่า ใช้เวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมงก็สามารถแก้ไขปัญหาได้

ยิ่งไปกว่านั้น ก่อนที่ระบบมาตรวิทยาของบริษัทจะได้มาตรฐาน บริษัทได้กำหนดเป้าหมายของการเกิดปัญหาดังกล่าวไม่ให้เกิน 10 ครั้งต่อเดือน แต่ในปัจจุบัน กำหนดไว้เพียงแค่ 1 ครั้งต่อเดือนเท่านั้น โดยทางบริษัทเชื่อว่า การลดลงของปัญหาดังกล่าวเป็นผลมาจากการปรับปรุงระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐาน โดยให้เหตุผลว่าเครื่องมือวัดที่ใช้งานในขั้นตอนการอบนี้มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือตลอดเวลา ทำให้การวัดและควบคุมอุณหภูมิเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลกระทบเชิงปริมาณของการวัดอุณหภูมิในขั้นตอนการอบต่อประสิทธิภาพการผลิตสามารถคำนวณได้โดยอาศัยข้อมูลและข้อสมมติดังนี้

- สมมติให้ก่อนพัฒนาระบบมาตรวิทยาต้องหยุดการอบครั้งละ 1 วัน
- หลังจากปรับปรุงจนได้มาตรฐานต้องหยุดการอบเพียงครั้งละ 2 ชั่วโมง

- สมมติให้ก่อนจะพัฒนาระบบมาตรวิทยาเกิดปัญหาเกี่ยวกับการวัดอุณหภูมิ 10 ครั้งต่อเดือน
- หลังจากปรับปรุงจนได้มาตรฐานเกิดปัญหาเพียง 1 ครั้งต่อเดือน นั่นคือสามารถลดการเกิดปัญหาลงได้ 9 ครั้งต่อเดือน
- ราคาขายเฉลี่ยของชิ้นงานประมาณ 1,500 บาทต่อชิ้น
- ความจุของเตาอบประมาณ 60 ชิ้นต่อเตาต่อวัน

จากข้อมูลและข้อสมมติข้างต้น สามารถประมาณได้ว่า

- ก่อนจะพัฒนาระบบมาตรวิทยา บริษัทอาจจะสูญเสียโอกาสในการผลิตไปประมาณ 1x 10 x 60 = 600 ชิ้นต่อเดือน
- หลังจากพัฒนาระบบมาตรวิทยา บริษัทสูญเสียกำลังการผลิตไปไม่เกิน (2/24) x 1 x 60 = 5 ชิ้นต่อเดือน
- การพัฒนาระบบมาตรวิทยา สามารถป้องกันการสูญเสียที่อาจจะเกิดจากปัญหาการวัดอุณหภูมิไม่ถูกต้องได้ประมาณ 600 – 5 = 595 ชิ้นต่อเดือน ซึ่งคิดเป็นมูลค่าได้ประมาณ 595 x 1,500 = 892,500 บาทต่อเดือน หรือประมาณ 12 x 0.89 = 10.7 ล้านบาทต่อปี

ปัญหาการขาดแคลนห้องปฏิบัติการสอบเทียบและการให้บริการที่ล่าช้าของห้องปฏิบัติการฯ เป็นปัญหาที่น่าสนใจและเป็นผลกระทบของการพัฒนาระบบมาตรวิทยาระดับชาติ เนื่องจากการพัฒนาระบบมาตรวิทยาระดับชาติ ย่อมมีผลทำให้ห้องปฏิบัติการสอบเทียบมีปริมาณและความสามารถที่มากพอกับความต้องการ และสามารถให้บริการได้รวดเร็วตามความต้องการของภาคอุตสาหกรรม

แต่อย่างไรก็ตาม บริษัทได้แก้ปัญหาความไม่เพียงพอของห้องปฏิบัติการสอบเทียบด้วยการจัดซื้อเครื่องมือวัดมาตรฐานที่จำเป็นต้องนำไปสอบเทียบกับห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายนอกในปริมาณที่มากเกินความจำเป็น ดังแสดงในตารางที่ 1 เพื่อให้สามารถยังปฏิบัติงานได้ในขณะที่ส่งเครื่องมือบางชิ้นออกไปสอบเทียบภายนอก

ตารางที่ 1 จำนวนเครื่องมือวัดมาตรฐานแต่ละประเภทที่บริษัทใช้งานจริงและปริมาณที่จัดซื้อทั้งหมด รวมทั้งราคาที่บริษัทจัดซื้อเครื่องมือวัดดังกล่าว

ลำดับ	ประเภทเครื่องมือวัด	ใช้งานจริง (ชุด)	จัดซื้อ (ชุด)	ส่วนเกิน (ชุด)	มูลค่าส่วนที่ซื้อเกิน (บาท)
1	ความต้านทานมาตรฐาน	1	2	1	95,000
2	เทอร์โมมิเตอร์แก้วมาตรฐาน	2	3	1	120,000
3	กำเนิดกระแสตรงมาตรฐาน	1	2	1	300,000
4	Gauge Block มาตรฐาน	1	2	1	400,000
5	ไม้บรรทัดมาตรฐาน	1	2	1	50,000
6	Dead Weight มาตรฐาน	2	3	1	350,000
7	น้ำหนักมาตรฐาน	2	3	1	200,000
	รวม				**1,515,000**

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ

สรุป

บริษัทที่ศึกษาในครั้งนี้ได้พัฒนาระบบมาตรวิทยาของบริษัทมาเป็นเวลานาน โดยระยะแรกเป็นการพัฒนาตามข้อกำหนดของระบบมาตรฐาน ISO และหลังจากนั้นจึงมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนสามารถช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ทำให้บริษัทมีประสิทธิภาพในการผลิตที่ดีขึ้น และสามารถลดหรือป้องกันความเสียหายที่จะเกิดจากการวัดปริมาณต่าง ๆ คลาดเคลื่อนได้

จากการศึกษาพบว่า การพัฒนาระบบมาตรวิทยาของบริษัทมีส่วนช่วยให้บริษัทสามารถลดความเสียหายในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบผสมคิดเป็นมูลค่าประมาณ 1.6 ล้านบาทต่อปี และสามารถช่วยป้องกันความสูญเสียที่อาจจะเกิดขึ้นจากความผิดพลาดในการวัดอุณหภูมิในขั้นตอนการอบคิดเป็นมูลค่าสูงสุดประมาณ 10.7 ล้านบาทต่อปี

นอกจากนี้ การพัฒนาระบบมาตรวิทยาของบริษัทต้องประสบปัญหาขาดแคลนห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายนอกและความล่าช้าในการให้บริการสอบเทียบทำให้บริษัทต้องซื้อเครื่องมือวัดมาตรฐานเผื่อไว้คิดเป็นมูลค่าทั้งหมดประมาณ 1.5 ล้านบาท

ตารางที่ 2 สรุปผลกระทบของระบบมาตรวิทยา

ประเด็นที่ศึกษา	ลักษณะของผลกระทบ	ผลกระทบเชิงปริมาณ
การชั่งมวล	ช่วยลดการสูญเสียวัตถุดิบผสมที่ไม่ได้มาตรฐาน	1.6 ล้านบาทต่อปี
การวัดอุณหภูมิ	ช่วยป้องกันการสูญเสียที่อาจจะเกิดขึ้น	10.7 ล้านบาทต่อปี
ห้องปฏิบัติการสอบเทียบ	ช่วยลดการซื้อเครื่องมือวัดมากเกินความจำเป็น	1.5 ล้านบาท

ที่มา : จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ภาคผนวก ฉ: กรณีศึกษาบริษัทผู้ประกอบยานยนต์

ผลกระทบของระบบมาตรวิทยาต่ออุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนที่ศึกษาในครั้งนี้ สามารถประเมินได้จาก ความสูญเสียของซัพพลายเออร์ที่เกิดจากการวัดกำลังรับแรงดึงของ butyl tape ผิดพลาด ทำให้บริษัทต้องระงับการสั่งซื้อ butyl tape เป็นเวลา 3 เดือน จากการศึกษาพบว่า หากระบบมาตรวิทยาของซัพพลายเออร์ได้รับการพัฒนาจนสามารถวัดปริมาณดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง ย่อมสามารถป้องกันความสูญเสียดังกล่าวซึ่งคิดเป็นมูลค่าประมาณ 900,000 บาท

1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริษัท

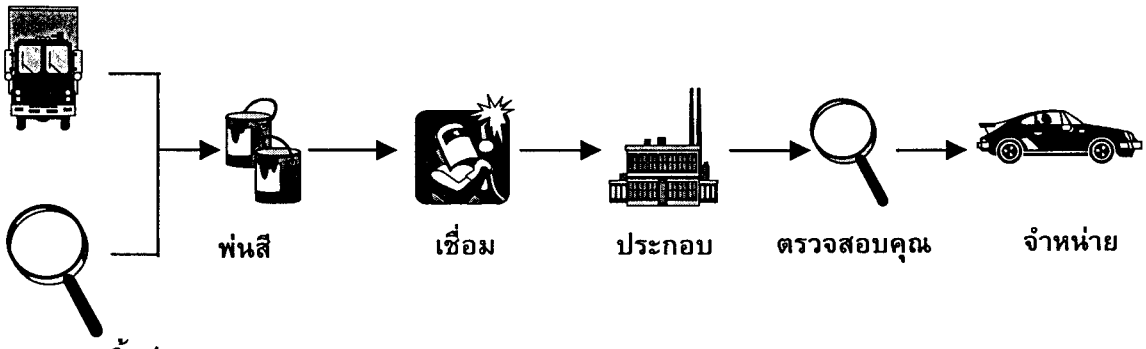
บริษัทที่ศึกษาในครั้งนี้ เป็นผู้ประกอบยานยนต์รายใหญ่รายหนึ่งที่ก่อตั้งขึ้นในปี 2505 โดยมีทุนจดทะเบียนเมื่อเริ่มต้นประมาณ 11.8 ล้านบาท และเพิ่มเป็น 4,520 ล้านบาท ในปี 2541 บริษัทมีโรงงานประกอบยานยนต์ทั้งหมด 2 แห่ง โดยตั้งอยู่ในจังหวัดสมุทรปราการและจังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งมีกำลังการผลิตประมาณ 140,000 คันต่อปี และ 100,000 คันต่อปีตามลำดับ

บริษัทมีนโยบายที่เข้มงวดกับคุณภาพของชิ้นส่วนที่สั่งซื้ออย่างมาก เนื่องจากชิ้นส่วนที่ไม่ได้มาตรฐานจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพของยานยนต์ของบริษัทลดลง ทำให้ในปัจจุบันบริษัทต้องกำหนดมาตรการเพื่อควบคุมและตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วนต่าง ๆ โดยจะประเมินคุณภาพของสินค้าที่ซื้อจากแต่ละบริษัท ซึ่งหากพบว่ามีชิ้นส่วนที่ไม่ได้มาตรฐานมากเกินไป บริษัทจะแจ้งซัพพลายเออร์รายดังกล่าว และจะระงับการสั่งซื้อต่อไป

ขั้นตอนการผลิตที่สำคัญประกอบไปด้วย ขั้นตอนการตรวจรับชิ้นส่วน ขั้นตอนการพ่นสี ขั้นตอนการเชื่อม ขั้นตอนการประกอบ และขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ ดังแสดงในภาพที่ 1 นอกจากนี้ บริษัทยังได้จัดตั้งบริษัทที่ดำเนินงานในด้านการขาย การให้บริการหลังการขาย และการให้บริการด้านการเงินแก่ลูกค้า อีกด้วย

บริษัทนี้ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9000 ในปี 2540 ซึ่งมีผลทำให้ระบบมาตรวิทยาของบริษัทได้รับการพัฒนามากขึ้น เนื่องจากระบบมาตรฐาน ISO กำหนดให้บริษัทต้องจัดระบบการสอบเทียบทั้งภายในและภายนอกบริษัท และ เก็บบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ บริษัทยังได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 14001 ในปี 2541

ภาพที่ 1 กระบวนการประกอบยานยนต์และความจำเป็นของระบบมาตรวิทยา



การวัดขนาด	การวัดค่าสี	การวัดปริมาณ	การวัดขนาด	การวัดกำลัง
การวัดรูปร่าง	การวัดอุณหภูมิ	ทางไฟฟ้า	ทอร์ค	เครื่องยนต์
การวัดกำลังรับ	การวัดความหนืด	การวัดขนาดและ		การวัดศูนย์ถ่วง
แรงดึง		ความแข็งแรง		ของล้อ
การวัดความแข็ง		ของรอยเชื่อม		

2. ความสำคัญของระบบมาตรวิทยา

อุตสาหกรรมประกอบยานยนต์จำเป็นต้องใช้มาตรวิทยาเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นในขั้นตอนการตรวจรับชิ้นส่วน การพ่นสี การเชื่อม การประกอบ และขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ โดยในแต่ละขั้นตอนจำเป็นต้องวัดปริมาณต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น

- ในขั้นตอนการตรวจรับชิ้นส่วน จำเป็นต้องวัดปริมาณหลายอย่างขึ้นอยู่กับประเภทของชิ้นส่วน เช่น วัดขนาด (dimension) รูปร่าง (shape) ความแข็ง (hardness) และความสามารถรับแรงดึง (tensile strength) ของชิ้นส่วนต่าง ๆ
- ในขั้นตอนการพ่นสี จำเป็นต้องวัดค่าสี (color) อุณหภูมิ (temperature) และความหนืด (viscosity)
- ในขั้นตอนการเชื่อม จำเป็นต้องวัดปริมาณทางไฟฟ้า (electrical quantities) วัดขนาดและความแข็งแรงของรอยเชื่อม
- ในขั้นตอนการประกอบ จำเป็นต้องวัดขนาด วัดทอร์ค (torque)
- ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ จำเป็นจะต้องวัดปริมาณต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อการทำงานของยานยนต์ ความปลอดภัยของผู้ขับขี่ และ ความพึงพอใจของลูกค้า เช่น วัดกำลังของเครื่องยนต์ วัดศูนย์ถ่วงของล้อ วัดความสมบูรณ์ของการพ่นสี

การขนาดและรูปร่างของชิ้นส่วน มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมประกอบยานยนต์เป็นอย่างมาก เนื่องจากขนาดและรูปร่างมีผลต่อคุณภาพของยานยนต์และประสิทธิภาพในการผลิตดังนี้

- หากขนาดหรือรูปร่างชิ้นส่วนไม่ได้มาตรฐาน อาจทำให้ยานยนต์ที่ประกอบได้ประสิทธิภาพไม่ดีพอ ซึ่งจะมีผลต่อความปลอดภัยของผู้ขับขี่
- หากขนาดหรือรูปร่างชิ้นส่วนไม่ได้มาตรฐานมาก จนไม่สามารถประกอบเข้ากับชิ้นส่วนอื่นได้ ย่อมทำให้บริษัทต้องสูญเสียชิ้นส่วน เวลา และแรงงาน ซึ่งมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตลดต่ำลง

นอกจากนี้ การวัดความแข็งและความสามารถรับแรงดึงของชิ้นส่วนย่อมมีผลทำให้ ยานยนต์มีความทนทาน และทำให้เกิดความสะดวกสบายขณะใช้งาน เช่น

- หากที่นั่งในรถยนต์แข็งมากเกินไป มีผลทำให้ผู้ขับขี่รู้สึกไม่สบายเมื่อต้องนั่งนานนาน
- แต่หากที่นั่งแข็งน้อยเกินไปหรือนิ่มเกินไป ย่อมไม่จะรับน้ำหนักของผู้ขับขี่ได้ ทำให้ผู้ขับขี่เกิดความไม่สะดวกได้
- หากยางที่ใช้ติดบริเวณประตู หรือ butyl tape ซึ่งเป็นเทปที่ทำหน้าที่ยึดติดแผ่นพลาสติกกับโครงประตูยานยนต์มีกำลังรับแรงดึงน้อยเกินไปย่อมทำให้ประตูรถยนต์มีความทนทานน้อยลง

สีเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อความพึงพอใจของลูกค้าเป็นอย่างมาก บริษัทจึงจำเป็นต้องควบคุมคุณภาพสีของยานยนต์ให้ได้มาตรฐาน การควบคุมดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยระบบมาตรวิทยาที่ดี ไม่ว่าจะเป็นการวัดอุณหภูมิและความหนืดซึ่งมีผลกระทบต่อความละเอียด ความสม่ำเสมอ ความทนทาน และความถูกต้องของสี ยิ่งไปกว่านั้น ความถูกต้องของค่าสียังต้องอาศัยการวัดค่าสีที่ถูกต้อง ซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมคุณภาพของสีของยานยนต์ได้เป็นอย่างดี

การวัดปริมาณทางไฟฟ้า ในขั้นตอนการเชื่อมมีความสำคัญต่อความแข็งแรงและคงทนของตัวถังยานยนต์เป็นอย่างมาก เนื่องจากปริมาณทางไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมมีผลต่อความแข็งแรงและขนาดของรอยเชื่อม ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่กำหนดความแข็งแรงและคงทนของตัวถัง ส่วนการวัดขนาดและความแข็งแรงของรอยเชื่อมมีส่วนช่วยให้บริษัทสามารถตรวจสอบคุณภาพของรอยเชื่อมให้ได้มาตรฐาน ซึ่งมีผลทำให้ลูกค้าเกิดความมั่นใจในคุณภาพของตัวถังยานยนต์

ขั้นตอนการประกอบจำเป็นต้องวัดทอร์ค เนื่องจากขนาดของทอร์คที่ใช้ขันสกรูให้แน่นมีผลต่อคุณภาพของยานยนต์ เช่น หากขันสกรูเบาเกินไปย่อมมีผลทำให้ชิ้นส่วนที่นำมาประกอบกันยึดกันไม่ดีพอ ซึ่งอาจจะหลุดออกจากกันได้ และหากขันสกรูแรงเกินไปก็อาจจะมีผลทำให้ชิ้นส่วนที่นำมาประกอบกันได้รับแรงอัดมากเกินไป ซึ่งจะมีผลทำให้ชิ้นส่วนดังกล่าวเสียรูปได้

ยิ่งไปกว่านั้น ระบบมาตรวิทยายังมีส่วนช่วยทำให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งานยานยนต์ เนื่องจากระบบมาตรวิทยาเป็นปัจจัยสำคัญในขั้นตอนการตรวจคุณภาพของยานยนต์ก่อนนำออก

จำหน่าย ในขั้นตอนนี้จำเป็นต้องวัดปริมาณที่สำคัญหลายอย่าง เช่น วัดการทำงานของเครื่องยนต์และศูนย์ถ่วงล้อซึ่งมีความสำคัญต่อการทำงานของยานยนต์และความปลอดภัยในการขับขี่อย่างมาก และวัดความสมบูรณ์ของสีและตัวถังซึ่งมีความสำคัญต่อรูปลักษณ์และความสวยงานของยานยนต์

นอกจากจะมีผลต่อการดำเนินการของบริษัทโดยตรงแล้ว ระบบมาตรวิทยายังมีบทบาทที่สำคัญต่อการได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9000 เนื่องจากระบบมาตรฐาน ISO 9000 กำหนดให้บริษัทจะต้องมีการสอบเทียบและปรับเครื่องตรวจ เครื่องวัด และเครื่องทดสอบทั้งหมด ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามช่วงเวลาที่กำหนดหรือก่อนการใช้ ซึ่งหมายความว่าบริษัทจะต้องพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐาน จึงจะสามารถขอการรับรองมาตรฐานดังกล่าวได้

3. การประเมินผลกระทบของระบบมาตรวิทยา

เนื่องจากระบบมาตรวิทยาเป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งในระบบมาตรฐาน ISO 9000 ผลประโยชน์ส่วนหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการใช้ระบบมาตรฐานดังกล่าวส่วนหนึ่งจึงเป็นผลมาจากการพัฒนาระบบมาตรวิทยา โดยที่ระบบมาตรวิทยามีส่วนช่วยในการควบคุม ปรับปรุง และ พัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่งผลทำให้ลูกค้าเกิดความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์ของบริษัท

การวัดขนาดและรูปร่างมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมประกอบยานยนต์เป็นอย่างมาก เนื่องจากบริษัทต้องตรวจสอบขนาดและรูปร่างของชิ้นส่วนยานยนต์ที่นำมาประกอบก่อนนำเข้าสู่กระบวนการผลิต เพื่อให้มั่นใจได้ว่าชิ้นส่วนที่นำมาประกอบมีขนาดและรูปร่างได้มาตรฐาน ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพของยานยนต์ที่ผลิตได้เป็นอย่างมาก

หากวัดขนาดหรือรูปร่างคลาดเคลื่อน ย่อมมีผลทำให้ประสิทธิภาพการผลิตลดลง เนื่องจากชิ้นส่วนที่ผ่านการตรวจสอบจะถูกนำไปประกอบเข้าด้วย ดังนั้น หากมีขนาดหรือรูปร่างที่ไม่ได้มาตรฐานย่อมทำให้ไม่สามารถประกอบเข้าด้วยกันได้ ซึ่งจะมีผลทำให้ต้องเสียเวลาและแรงงานที่ใช้ประกอบชิ้นส่วนดังกล่าว และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและขนย้ายชิ้นส่วนที่ไม่สามารถใช้งานได้ นอกจากนี้ อาจทำให้ต้องหยุดการผลิตเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นส่วนก็เป็นได้

จากการสัมภาษณ์พบว่า ก่อนที่บริษัทจะพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐานในปี 2540 บริษัทเคยประสบปัญหาเกี่ยวกับการวัดทอร์คในขั้นตอนการประกอบและตรวจสอบคุณภาพ โดยเครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนการประกอบสามารถตั้งค่าทอร์คที่ใช้ขันสกรูได้ และจะมีสัญญานเตือนเมื่อค่าทอร์คถึงค่าที่กำหนดไว้ ซึ่งน่าจะมีส่วนช่วยทำให้ค่าทอร์คที่วัดได้มีความถูกต้อง แต่อย่างไรก็ตาม ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพบริษัทตรวจพบว่าค่าทอร์คที่ใช้ขันสกรูไม่ได้มาตรฐานบ่อยครั้ง โดยคาดว่าอาจจะมีสาเหตุมาจาก

- ในด้านเครื่องมือวัดพบว่า ก่อนปี 2540 บริษัทไม่ได้สอบเทียบเครื่องมือวัดทอร์คที่ใช้ในทั้งสองขั้นตอน ซึ่งน่าจะมีผลทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดเป็นอย่างมาก
- ในด้านบุคลากรและสภาพแวดล้อมในการวัดพบว่า สภาพแวดล้อมการทำงานที่มีเสียงดัง อาจจะมีผลทำให้พนักงานไม่สามารถได้ยินเสียงสัญญานเตือนจึงยังขันต่อไป ทำให้ค่าทอร์คมากเกินไป หรือในทางตรงกันข้าม อาจจะได้ยินเสียงอย่างอื่นแต่เข้าใจว่าเป็นสัญญานเตือนจึงหยุดขัน ทำให้ค่าทอร์คน้อยเกินไป

เมื่อพบว่าค่าทอร์คไม่ได้มาตรฐาน บริษัทจะทำการหยุดกระบวนการผลิต เพื่อตรวจสอบว่าเกิดจากสาเหตุใดและต้องตรวจสอบยานยนต์ที่อยู่ในแนวการผลิต (production line) ทั้งหมด การหยุดกระบวนการผลิตเพื่อตรวจสอบดังกล่าวมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการผลิตเป็นอย่างมาก ทั้งในแง่เวลาและแรงงานที่ต้องใช้ในการตรวจสอบ และต้นทุนค่าเสียโอกาสที่ต้องหยุดกระบวนการผลิต

แต่หลังจากที่พัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐานแล้ว บริษัทพบว่าปัญหาดังกล่าวลดลงเป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นผลมาจากทั้งเครื่องมือวัดที่ถูกต้องเนื่องจากได้รับการสอบเทียบอย่างสม่ำเสมอ และบุคลากรที่มีความรู้และความเข้าใจในการวัดมากขึ้น อย่างไรก็ตาม บริษัทไม่มีข้อมูลเพียงพอ ทำให้คณะผู้วิจัยไม่สามารถประเมินผลกระทบเชิงปริมาณของปัญหาส่วนนี้ได้

การวัดที่มีผลกระทบที่สำคัญอีกอันหนึ่งคือ การวัดค่าสีในขั้นตอนการพ่นสี ค่าสีที่วัดได้มีผลโดยตรงต่อความสวยงามของยานยนต์ หากค่าสีที่วัดได้ไม่ถูกต้องย่อมมีผลกระทบต่อบริษัทไม่น้อย กล่าวคือ

- หากวัดค่าสีที่ผสมได้คลาดเคลื่อน โดยวัดสีที่ได้มาตรฐานแต่ผลการวัดระบุว่าเป็นสีที่ไม่ได้มาตรฐาน ย่อมมีผลทำให้ต้องสิ้นเปลืองสี เวลา และแรงงานในการผสมสี
- หากวัดค่าสีที่ผสมได้คลาดเคลื่อน โดยวัดสีที่ไม่ได้มาตรฐานแต่ผลการวัดระบุว่าเป็นสีที่ได้มาตรฐาน ย่อมมีผลทำให้ต้องสิ้นเปลืองเวลา และแรงงานในการพ่นสี

ประเด็นที่น่าสนใจสำหรับกรณีศึกษานี้เกี่ยวข้องกับผลกระทบของระบบมาตรวิทยาของซัพพลายเออร์ (suppliers) โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบมาตรวิทยาที่ใช้ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งจะต้องวัดปริมาณต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อคุณสมบัติของชิ้นส่วนที่บริษัทต้องนำมาประกอบ ผลกระทบของการวัดที่คลาดเคลื่อนของซัพพลายเออร์มีทั้งต่อบริษัทประกอบยานยนต์และซัพพลายเออร์เอง

หากซัพพลายเออร์วัดปริมาณต่าง ๆ ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพคลาดเคลื่อนบ่อยครั้ง โดยผลการวัดระบุว่าเป็นชิ้นส่วนที่ได้มาตรฐานทั้งที่ในความเป็นจริงไม่ได้มาตรฐาน ย่อมมีผลทำให้

บริษัทประกอบยานยนต์ต้องตรวจสอบชิ้นส่วนต่าง ๆ อย่างละเอียด ซึ่งมีส่วนทำให้ต้นทุนของบริษัทเพิ่มสูงขึ้น ยิ่งไปกว่านั้น หากชิ้นส่วนที่ไม่ได้มาตรฐานดังกล่าว ผ่านขั้นตอนการตรวจสอบไปยังขั้นตอนการประกอบย่อมจะก่อให้เกิดปัญหาในการผลิต

เนื่องจากชิ้นส่วนต่าง ๆ มีความสำคัญต่อการผลิตดังที่กล่าวมาแล้ว ทำให้บริษัทต้องกำหนดมาตรการในการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วนต่าง ๆ โดยกำหนดให้ซัพพลายเออร์ต้องควบคุมให้มีอัตราสินค้าที่มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด หากซัพพลายเออร์ไม่สามารถควบคุมคุณภาพได้ บริษัทจะลงโทษด้วยการระงับการซื้อจากซัพพลายเออร์ที่มีปัญหาเป็นเวลาอย่างน้อย 3 เดือน

จากการสัมภาษณ์พบว่า บริษัทเคยระงับการซื้อยางที่ใช้ติดบริเวณประตู หรือ butyl tape จากซัพพลายเออร์รายหนึ่งเป็นเวลา 3 เดือน เนื่องจากบริษัทตรวจสอบพบว่า กำลังรับแรงดึง (tensile strength) ของยางไม่ได้มาตรฐาน ความผิดพลาดในประเด็นเป็นผลมาจากความบกพร่องของระบบมาตรวิทยาของซัพพลายเออร์ที่เกี่ยวข้องกับการวัดกำลังรับแรงดึง ทั้งนี้หากมีระบบมาตรวิทยาที่ดีพอย่อมจะสามารถควบคุมไม่ให้มีสินค้าที่ไม่ได้มาตรฐานถูกส่งให้กับลูกค้า

ผลกระทบที่เกิดขึ้นดังกล่าวสามารถประมาณเชิงปริมาณได้โดยอาศัยข้อมูลต่อไปนี้

- โดยเฉลี่ยจะสั่งซื้อ butyl tape จากซัพพลายเออร์ดังกล่าวประมาณ 1,500 ม้วนต่อเดือน
- บริษัทซื้อ butyl tape ในราคาประมาณ 200 บาทต่อม้วน

จากข้อมูลข้างต้น สามารถคำนวณมูลค่าความสูญเสียที่ซัพพลายเออร์ได้รับเนื่องจากความผิดพลาดของระบบมาตรวิทยาที่เกี่ยวกับการวัดกำลังรับแรงดึง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- บริษัทต้องสูญเสียรายได้ อันเนื่องมาจากการระงับการสั่งซื้อของบริษัทประกอบยานยนต์เป็นเวลา 3 เดือน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 3 x 200 x 1,500 = 900,000 บาท

สรุป

บริษัทที่ศึกษาในครั้งนี้ได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9000 ทำให้บริษัทต้องบริหารจัดการระบบมาตรวิทยาให้เป็นระบบมากขึ้น ทั้งการสอบเทียบภายในและภายนอกบริษัท นอกจากนี้การพัฒนาระบบมาตรวิทยายังมีส่วนช่วยทำให้การผลิตของบริษัทมีประสิทธิภาพและคุณภาพของสินค้าของบริษัทได้มาตรฐาน

จากการศึกษาพบว่า บริษัทที่ศึกษาได้ระงับการสั่งซื้อ butyl tape จากซัพพลายเออร์รายหนึ่งเป็นเวลา 3 เดือน เนื่องจากบริษัทตรวจสอบพบว่า กำลังรับแรงดึงของ butyl tape ของซัพพลายเออร์รายดังกล่าวไม่ได้มาตรฐาน จากการศึกษาพบว่า ความผิดพลาดดังกล่าวเกิดจากความบกพร่องของระบบมาตรวิทยาของซัพพลายเออร์ ดังนั้น หากระบบมาตรวิทยาของซัพพลายเออร์ได้รับการพัฒนาจนสามารถวัดปริมาณดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง ย่อมสามารถป้องกันความสูญเสียดังกล่าวซึ่งคิดเป็นมูลค่าประมาณ 900,000 บาท

ภาคผนวก ช: กรณีศึกษาบริษัทผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

ผลกระทบของระบบมาตรวิทยาต่อบริษัทผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ศึกษาในครั้งนี้สามารถประเมินได้จากความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการวัดปริมาณทางไฟฟ้าในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพคลาดเคลื่อน จากการศึกษาพบว่า หากระบบมาตรวิทยาของบริษัทไม่ได้รับการดูแลให้อยู่ในระดับที่ดี ย่อมทำให้เกิดการส่งคืนสินค้าครั้งใหญ่บ่อยครั้งมากขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้ลูกค้าขาดความเชื่อมั่นในคุณภาพของสินค้า และผลที่ตามมาก็คือ บริษัทอาจจะต้องลดราคาสินค้าลงจนทำให้ต้องสูญเสียรายได้ประมาณ 106 ล้านบาทต่อปี

1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริษัท

บริษัทที่ศึกษาในครั้งนี้ เป็นบริษัทผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ตั้งขึ้นในปี 2529 บริษัทแม่ของบริษัทนี้ได้ร่วมมือกับบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ชั้นนำของญี่ปุ่นก่อตั้งบริษัทนี้ขึ้นมา โดยบริษัทแม่ถือหุ้น 40% บริษัทของญี่ปุ่น ถือหุ้น 30% ส่วนอีก 30% ถือหุ้นโดยลูกค้าของบริษัท

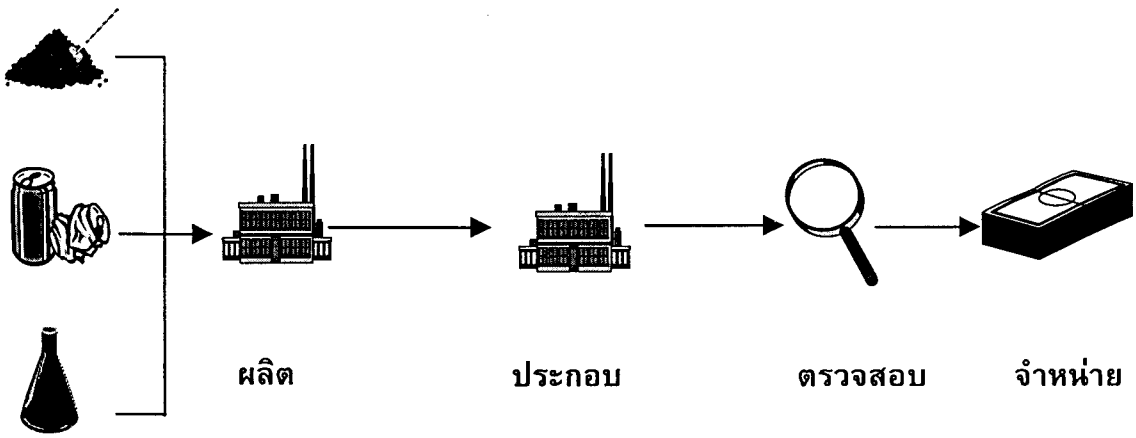
ในปัจจุบันบริษัทผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เพื่อจำหน่ายในประเทศเป็นหลัก โดยมีสัดส่วนส่งออกโดยตรงเพียง 5% อย่างไรก็ตาม การจำหน่ายในประเทศนั้นเป็นการจำหน่ายให้แก่บริษัทผู้ผลิตเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ซึ่งบริษัทเหล่านี้จะส่งออกเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์อีกต่อหนึ่ง บริษัทฯจึงมีสัดส่วนการส่งออกทางอ้อม (indirect export) อีกประมาณ 75% ของยอดการผลิต

ที่ผ่านมา ยอดการผลิตของบริษัทเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนสูงถึง 5.3 พันล้านบาทต่อปี และคิดเป็นจำนวนสูงถึงประมาณ 3.3 ล้านชิ้นในปี 2542 ซึ่งนับว่าเป็นระดับการผลิตที่ได้การประหยัดจากขนาด (economy of scale) จากการสัมภาษณ์บุคลากรของบริษัทพบว่า กำลังการผลิตที่ถือได้ว่าเป็นระดับการผลิตที่ได้การประหยัดจากขนาดของบริษัทจะอยู่ที่ระดับประมาณ 85 – 90 % ของกำลังการผลิตสูงสุดที่เป็นไปได้ ซึ่งหมายความว่า ต้นทุนเฉลี่ยรวมของการผลิตต่อหน่วยจะเพิ่มขึ้นหากผลิตมากกว่าหรือน้อยกว่ากำลังการผลิตที่เหมาะสมดังกล่าวนี้

ขั้นตอนที่สำคัญในการผลิตประกอบด้วย ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ ขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วน ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วน และขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยที่บริษัทให้ความสำคัญในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพก่อนจะส่งสินค้าให้กับลูกค้าอย่างมาก บริษัทจึงตรวจสอบคุณภาพทุกชิ้น (100% test) เพื่อให้มั่นใจได้ว่าสินค้าทุกชิ้นที่จำหน่ายต้องมีคุณภาพได้มาตรฐาน ซึ่งมีผลต่อความเชื่อถือระหว่างลูกค้าและชื่อเสียงของบริษัทอย่างมาก

บริษัทนี้ได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9000 ซึ่งมีผลทำให้ระบบมาตรวิทยาของบริษัทได้รับการพัฒนามากขึ้น เนื่องจากระบบมาตรฐาน ISO กำหนดให้บริษัทต้องจัดระบบการสอบเทียบทั้งภายในและภายนอกบริษัท และ เก็บบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ

ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์และความจำเป็นของระบบมาตรวิทยา



2. ความสำคัญของมาตรวิทยา

อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์จำเป็นต้องใช้มาตรวิทยาเป็นอย่างมาก ทั้งในขั้นตอนของการผลิตชิ้นส่วน การประกอบชิ้นส่วน และการตรวจสอบคุณภาพ ยกตัวอย่างเช่น

- ในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วน จำเป็นต้องชั่งมวลหรือน้ำหนัก (mass) ของสารต่าง ๆ ที่ใช้เป็นส่วนประกอบเพื่อผลิตชิ้นส่วน และคุณสมบัติทางไฟฟ้า (electrical properties) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วนในขั้นตอนการผลิต
- ในขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วน จำเป็นต้องวัดขนาด (dimension) และรูปร่าง (shape) ของชิ้นส่วนที่จะนำมาประกอบ
- ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ จำเป็นต้องวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าภายใต้สภาพความต่างศักย์สูง (high-voltage electrical properties)

การชั่งมวลในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนมีความสำคัญต่อคุณภาพของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ผลิตได้อย่างมาก เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพย่อมต้องประกอบด้วยชิ้นส่วนที่ได้มาตรฐาน ซึ่งต้องอาศัยการชั่งมวลสารเคมีที่ถูกต้อง จึงจะได้ส่วนประกอบของสารต่าง ๆ ที่ถูกต้อง และสารประกอบที่มีส่วนผสมที่ถูกต้องย่อมนำไปสู่ชิ้นส่วนที่มีคุณภาพสูง

การวัดขนาดในขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และประสิทธิภาพการผลิตอย่างมาก เช่น

- หากการวัดชิ้นส่วนต่าง ๆ ถูกต้อง ย่อมทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน
- หากการวัดชิ้นส่วนต่าง ๆ คลาดเคลื่อนย่อมทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนการประกอบ เนื่องจากไม่สามารถประกอบชิ้นส่วนที่มีขนาดผิดพลาดเข้าด้วยกันได้ ซึ่งหมายถึงประสิทธิภาพการผลิตที่ลดลง

การวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนมีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และประสิทธิภาพในการผลิตอย่างมาก เนื่องจากการวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าในขั้นตอนการผลิตมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มั่นใจได้ว่า ชิ้นส่วนที่จะนำไปประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย (final product) ได้มาตรฐาน ซึ่งมีผลต่อทั้งคุณภาพของผลิตภัณฑ์และประสิทธิภาพการผลิต เช่น

- การวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนคลาดเคลื่อน อาจทำให้ต้องสูญเสียวัตถุดิบอย่างไม่จำเป็นหากวัดชิ้นส่วนที่ได้มาตรฐานแต่ระบุว่าไม่ได้มาตรฐาน
- ในทางตรงกันข้าม การวัดที่คลาดเคลื่อน อาจทำให้ชิ้นส่วนที่ผ่านการผลิตไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายไม่ได้มาตรฐาน และอาจจะทำให้ต้องสิ้นเปลืองเวลาและแรงงานในการเปลี่ยนชิ้นส่วนที่ไม่ได้มาตรฐานดังกล่าว หากตรวจสอบพบในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ

การวัดที่สำคัญในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ คือการวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าภายใต้สภาวะความต่างศักย์สูง ซึ่งมีความสำคัญต่อคุณภาพของชิ้นงานที่ส่งให้กับลูกค้าและประสิทธิภาพการผลิตของบริษัท เช่น

- หากการวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าในขั้นตอนนี้คลาดเคลื่อนอาจจะทำให้บริษัทต้องทิ้งชิ้นงานที่ได้มาตรฐาน แต่ผลการวัดระบุว่าไม่ได้มาตรฐาน
- หากการวัดนี้คลาดเคลื่อน โดยระบุว่าชิ้นงานได้มาตรฐาน ทั้ง ๆ ที่ในความเป็นจริงไม่ได้มาตรฐาน ย่อมจะทำให้ชิ้นส่วนที่ไม่ได้มาตรฐานดังกล่าวถูกส่งให้กับลูกค้า

นอกจากนี้ การวัดในขั้นตอนนี้ยังมีความสำคัญต่อคุณภาพของชิ้นงานและประสทธิภาพการผลิตของลูกค้า เนื่องจากชิ้นส่วนที่ถูกส่งให้กับลูกค้าจะถูกนำไปประกอบเป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าอีกต่อหนึ่ง ดังนั้น หากชิ้นส่วนที่ได้รับไม่ได้มาตรฐานย่อมมีผลกระทบกับการผลิตอย่างแน่นอน ยกตัวอย่างเช่น

- หากการวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าในขั้นตอนนี้คลาดเคลื่อน อาจจะทำให้มีสินค้าที่ไม่ได้มาตรฐานผ่านการตรวจสอบและส่งให้กับลูกค้า ซึ่งจะมีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพของสินค้าที่ผลิตได้

นอกจากจะมีผลต่อการดำเนินการของบริษัทโดยตรงแล้ว ระบบมาตรวิทยายังมีบทบาทที่สำคัญต่อการได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9000 เนื่องจากระบบมาตรฐาน ISO 9000 กำหนดให้บริษัทจะต้องมีการสอบเทียบและปรับเครื่องตรวจ เครื่องวัด และเครื่องทดสอบทั้งหมด ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ตามช่วงเวลาที่กำหนดหรือก่อนการใช้ ซึ่งหมายความว่าบริษัทจะต้องพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐาน จึงจะสามารถขอการรับรองระบบมาตรฐานดังกล่าวได้

3. การประเมินผลกระทบของระบบมาตรวิทยา

เนื่องจากระบบมาตรวิทยาเป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งในระบบมาตรฐาน ISO 9000 ผลประโยชน์ส่วนหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการใช้ระบบมาตรฐานดังกล่าวส่วนหนึ่งจึงเป็นผลมาจากการพัฒนาระบบมาตรวิทยา โดยที่ระบบมาตรวิทยามีส่วนช่วยในการควบคุม ปรับปรุง และ พัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่งผลทำให้ลูกค้าเกิดความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์ของบริษัท

ผลประโยชน์ที่สำคัญของระบบมาตรฐาน ISO คือทำให้สามารถลดของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิตได้เป็นอย่างมาก จากการสัมภาษณ์พบว่า ก่อนที่บริษัทจะเข้าสู่ระบบมาตรฐาน ISO มีของเสียประมาณ 6,000 ถึง 7,000 ppm (หนึ่งส่วนในล้านส่วน) แต่ภายหลังการเข้าสู่ระบบมาตรฐาน ISO ได้ระยะหนึ่ง มีของเสียลดลงเหลือเพียง 2,000 ppm และบริษัทหวังว่าจะสามารถปรับปรุงให้มีของเสียลดลงเป็น 1,500 ppm ในอนาคตอันใกล้นี้ การลดลงนี้มีส่วนทำให้เกิดความเชื่อมั่นในคุณภาพของสินค้าและชี้ให้เห็นถึงการพัฒนาประสิทธิภาพในการผลิตของบริษัท

ระบบมาตรวิทยาที่มีผลกระทบต่อบริษัทอย่างมากคือ การวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าภายใต้สภาวะความต่างศักย์สูงในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ เนื่องจากการวัดในขั้นตอนนี้มีผลกระทบต่อคุณภาพของสินค้าที่ส่งให้กับลูกค้าดังที่กล่าวมาแล้ว

จากการสัมภาษณ์พบว่า การวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าในขั้นตอนดังกล่าวต้องการความละเอียดสูงถึง 10^{-9} แอมแปร์(ηA) ซึ่งมักจะเกิดความผิดพลาดในการวัดบ่อยครั้ง และส่วนใหญ่เป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า โดยปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนนี้แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

- การตรวจสอบที่ระบุว่าสินค้าที่ดีหรือได้มาตรฐาน เป็นสินค้าที่เสียหรือไม่ได้มาตรฐาน
- การตรวจสอบที่ระบุว่าสินค้าที่เสียหรือไม่ได้มาตรฐาน เป็นสินค้าที่ดีหรือได้มาตรฐาน

ในกรณีแรกที่ระบุว่าสินค้าที่ดีเป็นสินค้าที่เสียนั้นเกิดผลเสียไม่มากนัก เนื่องจากเมื่อเกิดความผิดพลาดดังกล่าว บริษัทจะตรวจซ้ำหรือตรวจสอบโดยใช้เครื่องมืออีกชุดหนึ่ง (recheck and cross check) ก่อนจะสรุปว่าเป็นสินค้าที่เสียจริงหรือไม่ และเมื่อพบว่าเป็นสินค้าที่เสียจริงก็จะนำไปปรับปรุงแก้ไข (rework) หากสามารถทำได้ นั่นหมายความว่าอย่างมากที่สุดก็คือ ต้องเสียเวลา แรงงาน และอาจจะเสียชิ้นงานไป จากข้อมูลที่ได้รับจากการสัมภาษณ์พบว่า ความผิดพลาดในส่วนแรกนี้ มีพอ ๆ กับส่วนที่สอง แต่สามารถแก้ไขได้เกือบทั้งหมด นั่นคือ ผลกระทบส่วนใหญ่ของระบบมาตรวิทยาเกิดจากความผิดพลาดประเภทที่สอง

ความผิดพลาดโดยระบุว่าสินค้าที่เสียเป็นสินค้าที่ดี ทำให้สินค้าที่ส่งให้กับลูกค้าเป็นสินค้าที่เสียหรือไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งในบางครั้งจะทำให้เกิดปัญหาลูกค้าส่งคืนสินค้าครั้งใหญ่ (Big Lot)[1] จากการสัมภาษณ์พบว่า บริษัทต้องประสบปัญหาลูกค้าส่งคืนสินค้าครั้งใหญ่ประมาณปีละ 2 ครั้ง โดยแต่ละครั้งจะมีสินค้าที่มีปัญหาประมาณ 100 ถึง 200 ชิ้น ยิ่งไปกว่านั้นยังพบอีกว่า ปริมาณสินค้าที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าทั้งหมดในปี 2542 มีประมาณ 1,870 ชิ้นต่อล้านชิ้น (รวมทั้งกรณีที่ส่งคืนครั้งใหญ่และการส่งคืนทั่ว ๆ ไป)

เมื่อเกิดปัญหาลูกค้าส่งคืนสินค้าครั้งใหญ่ดังกล่าว บริษัทมีการแก้ปัญหา 2 วิธีคือ ส่งพนักงานไปปรับปรุงสินค้าชุดที่ไม่ได้มาตรฐานดังกล่าวให้กับลูกค้าสำหรับกรณีที่คาดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถแก้ไขได้ไม่ยากมากนัก หรือส่งสินค้าชุดใหม่ไปแทนสำหรับกรณีที่คาดว่าความบกพร่องของสินค้าไม่สามารถแก้ไขได้โดยง่าย อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าบริษัทจะเลือกดำเนินการด้วยวิธีการใด บริษัทจำเป็นจะต้องศึกษาหาสาเหตุของความผิดพลาดดังกล่าวและรายงานต่อลูกค้าต่อไป เพื่อรักษาความเชื่อมั่นต่อประสิทธิภาพในการผลิตและตรวจสอบของบริษัท

ผลกระทบเชิงปริมาณของระบบมาตรวิทยาต่อการตรวจสอบคุณภาพ ในแง่ของสินค้าที่ถูกส่งคืนสามารถประมาณการได้จากข้อมูลและข้อสมมติดังนี้

---

[1] ปัญหาลูกค้าส่งคืนสินค้าครั้งใหญ่ หมายถึง การที่สินค้าชุดใดชุดหนึ่งทั้งชุดหรือเกือบทั้งหมดที่ส่งให้กับลูกค้าเกิดความเสียหายหรือไม่ได้คุณภาพตามที่กำหนด ทำให้ลูกค้าส่งกลับหรือแจ้งให้ดำเนินการแก้ไข

- ราคาของสินค้าประมาณชิ้นละ 1,600 บาท
- จำนวนสินค้าที่ส่งคืนในในปี 2542 ซึ่งมีประมาณ 1870 ชิ้นต่อล้านชิ้น[2]

จากข้อมูลและข้อสมมติฐานข้างต้น จะเห็นได้ว่า

- ระบบมาตรวิทยาในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพเกี่ยวข้องกับความเสียหายที่เป็นสินค้าที่ถูกส่งคืนประมาณ 1,600 x 1,870 x 3.3 = 9,873,600 บาทต่อปี หรือประมาณ 9.9 ล้านบาทต่อปี

ผลเสียที่ตามมาจากการเกิดปัญหาลูกค้าส่งคืนสินค้า นอกจากการสูญเสียสินค้าชุดดังกล่าว สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการส่งพนักงานไปแก้ไขความผิดพลาดและต้นทุนในการศึกษาหาสาเหตุของความผิดพลาดดังกล่าวแล้ว ยังอาจมีผลต่อความเชื่อมั่นที่บริษัทได้รับจากลูกค้า ซึ่งหากความผิดพลาดนี้เกิดขึ้นบ่อยครั้ง ย่อมมีผลทำให้ความเชื่อมั่นที่บริษัทได้รับลดต่ำลงจนอาจเกิดผลเสียอย่างมากต่อบริษัท

ผลของการที่ความน่าเชื่อถือลดต่ำลงนั้นอาจจะนำไปสู่การลดปริมาณการสั่งซื้อหรือการต่อรองเพื่อขอลดราคาหรือการยกเลิกการสั่งซื้อ เมื่อปริมาณการสั่งซื้อน้อยลงย่อมส่งผลทั้งต่อต้นทุนการผลิตที่ต้องเพิ่มขึ้นเนื่องจากไม่สามารถผลิตระดับการผลิตที่ได้การประหยัดจากขนาดได้ หรือหากต้องการรักษากำลังการผลิตให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมย่อมจำเป็นจะต้องลดราคาลง แม้ว่าความเสียหายอันนี้อาจจะมีโอกาสเกิดขึ้นได้น้อยมาก แต่ผลกระทบนี้สามารถชี้ให้เห็นถึงความสำคัญและจำเป็นของระบบมาตรวิทยาได้เป็นอย่างดี

ผลกระทบเชิงปริมาณของการลดลงของความเชื่อมั่นดังกล่าว สามารถคำนวณได้จากข้อมูลและข้อสมมติดังนี้

- หากการตรวจสอบคุณภาพมีปัญหาทำให้ลูกค้าส่งคืนสินค้าบ่อยครั้ง จนความเชื่อมั่นที่บริษัทได้รับจากลูกค้าลดลงอย่างมาก จะมีผลทำให้บริษัทต้องลดราคาสินค้าลงประมาณร้อยละ 2 ซึ่งเป็นระดับราคาเดียวกับประเทศคู่แข่งซึ่งในปัจจุบันผลิตสินค้าที่ได้รับความน่าเชื่อถือต่ำกว่าไทย[3]
- บริษัทมียอดขายประมาณ 5,300 ล้านบาทต่อปี

---

[2] จากการสัมภาษณ์บุคลากรของบริษัทพบว่า สามารถนำชิ้นส่วนเหล่านี้กลับมาใช้งานหรือปรับปรุงแก้ไขจนใช้งานได้ประมาณร้อยละ 60 ของสินค้าที่ส่งคืนทั้งหมด

[3] เนื่องจากทางบริษัทถือว่า ราคาสินค้าเป็นความลับที่สำคัญทางการค้า ดังนั้นจึงไม่สามารถทราบตัวเลขที่แท้จริงของความแตกต่าง ระหว่างราคาของสินค้าของไทยกับของคู่แข่งได้ ดังนั้น จึงสมมติให้ราคาต่างกันประมาณร้อยละ 2 หรือประมาณ 32 บาทต่อชิ้น

- ความเสียหายดังกล่าวจะลดลงอย่างมากหากระบบมาตรวิทยาของบริษัทได้รับการดูแลและพัฒนาให้ได้มาตรฐาน

จากข้อมูลและข้อสมมติฐานข้างต้น จะเห็นได้ว่า

- หากระบบมาตรวิทยาของบริษัทได้รับการดูแลและพัฒนาให้ได้มาตรฐานตลอดเวลา ย่อมสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นซึ่งมีมูลค่าประมาณ 0.02 x 5,300 = 106 ล้านบาทต่อปี

สรุป

บริษัทที่ศึกษาในครั้งนี้ได้พัฒนาระบบมาตรวิทยาของบริษัทมาโดยตลอด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ระบบมาตรฐาน ISO 9000 ทำให้บริษัทต้องบริหารจัดการระบบมาตรวิทยาให้เป็นระบบมากขึ้น ทั้งการสอบเทียบภายในและภายนอกบริษัท นอกจากนี้ การพัฒนาระบบมาตรวิทยามีส่วนช่วยทำให้การผลิตของบริษัทมีประสิทธิภาพและคุณภาพของสินค้าของบริษัทได้มาตรฐาน

จากการศึกษาพบว่า ผลกระทบของระบบมาตรวิทยาสามารถพิจารณาได้จากปัญหาลูกค้าส่งคืนสินค้า โดยแบ่งได้เป็นสองแนวทาง คือ ผลเสียหายที่เกิดจากการสูญเสียสินค้าที่ส่งคืนโดยตรง โดยในส่วนนี้สามารถประมาณผลเสียหายได้ประมาณ 9.9 ล้านบาทต่อปี และอีกแนวทางหนึ่งคือการสมมติให้ผลเสียหายที่เกิดขึ้นมีผลต่อความเชื่อมั่นของลูกค้าต่อสินค้าของบริษัท ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายสูงถึง 106 ล้านบาทต่อปี

ภาคผนวก ซ: กรณีศึกษาบริษัทผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า

ผลกระทบของระบบมาตรวิทยาต่ออุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ศึกษาในครั้งนี้ สามารถประเมินได้จาก การประเมินความเป็นไปได้ของการลงทุนก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบทางกลและทางไฟฟ้าภายในบริษัท โดยมีต้นทุนคงที่ 1,550,000 บาท และต้นทุนต่อปี 450,000 บาท จากการศึกษาพบว่า การลงทุนก่อตั้งเฉพาะห้องปฏิบัติการสอบเทียบทางกลจะคุ้มทุนภายในเวลา 6 ปี ในขณะที่ การลงทุนก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบทั้งทางกลและทางไฟฟ้าจะคุ้มทุนภายในเวลา 17 ปี

1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริษัท

บริษัทที่ศึกษาในครั้งนี้ เป็นบริษัทผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ตั้งขึ้นในปี 2512 โดยโรงงานตั้งอยู่ในจังหวัดนนทบุรี บริษัทแม่ของบริษัทนี้เป็นบริษัทผู้ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าชั้นนำของญี่ปุ่น โดยบริษัทแม่ถือหุ้น 45% บริษัทของไทย 2 บริษัทใหญ่ถือหุ้นรวมกัน 54% ส่วนอีก 1% ถือหุ้นโดยกลุ่มพนักงานของบริษัท

ในปัจจุบันบริษัทมียอดขายเครื่องใช้ไฟฟ้าประมาณ 2,903 ล้านบาทต่อปี และมีมูลค่าส่งออกในปี 2542 คิดเป็นมูลค่าประมาณ 1,947 ล้านบาทต่อปี โดยมีสัดส่วนส่งออกถึงร้อยละ 70 สินค้าหลักของบริษัทประกอบไปด้วย

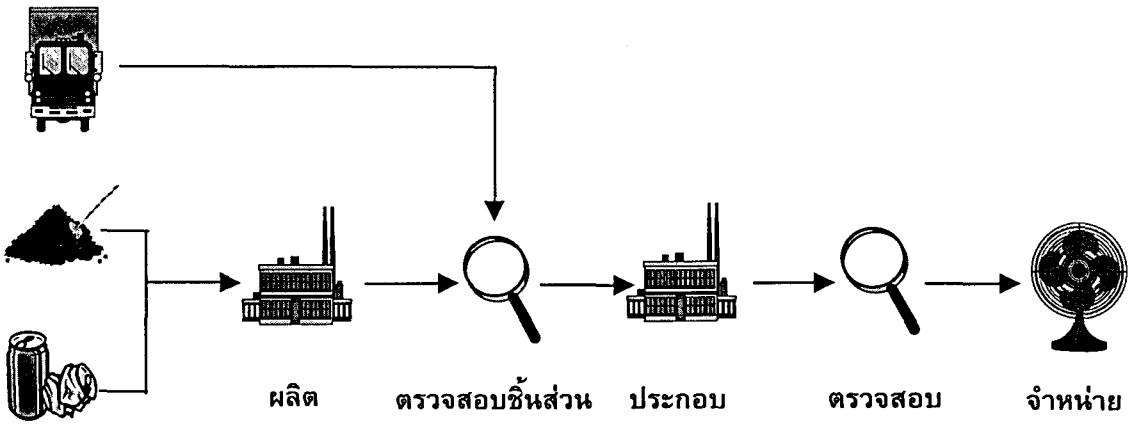
- ตู้เย็น
- พัดลม
- โทรทัศน์
- เครื่องใช้ไฟฟ้าในครัว เช่น หม้อหุงข้าวไฟฟ้า กะทะไฟฟ้า เตาไมโครเวฟ
- มอเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องสูบน้ำ

ขั้นตอนที่สำคัญในการผลิตประกอบด้วย ขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วน ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วน ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วน และขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วน บริษัทยังจำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วนทั้งที่ผลิตเองและสั่งซื้อมา โดยในบางกรณีบริษัทจำเป็นต้องตรวจสอบอย่างเข้มงวดเนื่องจากไม่มั่นใจในมาตรฐานการตรวจสอบของผู้ขาย

บริษัทนี้ได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9002 เมื่อต้นปี 2544 ซึ่งมีผลทำให้ระบบมาตรวิทยาของบริษัทได้รับการพัฒนามากขึ้น เนื่องจากระบบมาตรฐาน ISO กำหนดให้บริษัท

ต้องจัดระบบการสอบเทียบทั้งภายในและภายนอกบริษัท และ เก็บบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้บริษัทยังได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 14001 ในปี 2541

ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าและความจำเป็นของระบบมาตรวิทยา



2. ความสำคัญของมาตรวิทยา

อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าจำเป็นต้องใช้มาตรวิทยาเป็นอย่างมาก ทั้งในขั้นตอนของการผลิตชิ้นส่วน การตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วน การประกอบชิ้นส่วน และการตรวจสอบคุณภาพ ยกตัวอย่างเช่น

- ในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วน จำเป็นต้องชั่งมวลหรือน้ำหนัก (mass) ของสารต่าง ๆ ที่ใช้เป็นส่วนประกอบเพื่อผลิตชิ้นส่วน และวัดขนาด (dimension) และรูปร่าง (shape) ในระหว่างการผลิต
- ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วน จำเป็นต้องวัดขนาด รูปร่าง และคุณสมบัติทางกล (mechanical properties) และคุณสมบัติทางไฟฟ้า (electrical properties) ของชิ้นส่วนที่จะนำมาประกอบ
- ในขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วน จำเป็นต้องวัดขนาดของชิ้นส่วนที่นำมาประกอบ
- ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ จำเป็นต้องวัดปริมาณไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้ต้องใช้

การชั่งมวลในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วน มีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้อย่างมาก เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพย่อมต้องประกอบด้วยชิ้นส่วนที่ได้มาตรฐาน ซึ่งต้องอาศัยการชั่งมวลสารเคมีที่ถูกต้อง จึงจะได้ส่วนประกอบของสารต่าง ๆ ที่ถูกต้อง และสารประกอบที่มีส่วนผสมที่ถูกต้องย่อมนำไปสู่ชิ้นส่วนที่มีคุณภาพสูง

การวัดขนาด รูปร่าง และคุณสมบัติทางกลและไฟฟ้าในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วนมีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และประสิทธิภาพในการผลิตอย่างมาก เนื่องจากการวัดคุณสมบัติของชิ้นส่วนย่อมทำให้มั่นใจได้ว่า ชิ้นส่วนที่จะนำไปประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย (final product) ได้มาตรฐาน ซึ่งมีผลต่อทั้งคุณภาพของผลิตภัณฑ์และประสิทธิภาพการผลิต เช่น

- การวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าชิ้นส่วนคลาดเคลื่อนอาจทำให้ต้องสูญเสียวัตถุดิบอย่างไม่จำเป็นหากวัดชิ้นส่วนที่ได้มาตรฐานแต่ระบุว่าไม่ได้มาตรฐาน
- ในทางตรงกันข้าม การวัดที่คลาดเคลื่อนอาจทำให้ชิ้นส่วนที่ผ่านการผลิตไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายไม่ได้มาตรฐาน และอาจจะทำให้ต้องสิ้นเปลืองเวลาและแรงงานในการเปลี่ยนชิ้นส่วนที่ไม่ได้มาตรฐานดังกล่าวหากตรวจสอบพบในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ

การวัดขนาดและรูปร่างในขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และประสิทธิภาพการผลิตอย่างมาก เช่น

- หากการวัดชิ้นส่วนต่าง ๆ ถูกต้อง ย่อมทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน
- หากการวัดชิ้นส่วนต่าง ๆ คลาดเคลื่อนย่อมทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนการประกอบ เนื่องจากไม่สามารถประกอบชิ้นส่วนที่มีขนาดผิดพลาดเข้าด้วยกันได้ ซึ่งหมายถึงประสิทธิภาพการผลิตที่ลดลง

นอกจากจะมีผลต่อการดำเนินการของบริษัทโดยตรงแล้ว ระบบมาตรวิทยายังมีบทบาทที่สำคัญต่อการได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9000 เนื่องจากระบบมาตรฐาน ISO 9000 กำหนดให้บริษัทจะต้องมีการสอบเทียบและปรับเครื่องตรวจ เครื่องวัด และเครื่องทดสอบทั้งหมด ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ตามช่วงเวลาที่กำหนดหรือก่อนการใช้ ซึ่งหมายความว่าบริษัทจะต้องพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐาน จึงจะสามารถขอการรับรองระบบมาตรฐานดังกล่าวได้

3. การประเมินผลกระทบของระบบมาตรวิทยา

เนื่องจากระบบมาตรวิทยาเป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งในระบบมาตรฐาน ISO 9000 ผลประโยชน์ส่วนหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการใช้ระบบมาตรฐานดังกล่าวส่วนหนึ่งจึงเป็นผลมาจากการพัฒนาระบบมาตรวิทยา โดยที่ระบบมาตรวิทยามีส่วนช่วยในการควบคุม ปรับปรุง และพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่งผลทำให้ลูกค้าเกิดความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์ของบริษัท

จากการสัมภาษณ์พบว่า ค่านิจของสปริงที่รับซื้อมักจะไม่ได้มาตรฐานบ่อยครั้ง ทำให้บริษัทต้องเข้มงวดในการตรวจสอบเป็นพิเศษ ซึ่งหมายถึงการสิ้นเปลืองเวลาและแรงงานในการตรวจสอบมากเกินไป ทางบริษัทเชื่อว่าสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวคือความบกพร่องของระบบการตรวจสอบคุณภาพและระบบมาตรวิทยาของบริษัทผู้ขาย ทำให้มีสินค้าที่ไม่ได้มาตรฐานถูกส่งมาจำหน่าย อย่างไรก็ตาม บริษัทยังจำเป็นจะต้องสั่งซื้อกับผู้ขายรายดังกล่าว เนื่องจากเป็นผู้ขายที่มีสินค้าในคลังมากพอกับความต้องการของบริษัท

ผลกระทบของระบบมาตรวิทยาต่อบริษัทผู้ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าที่น่าสนใจอีกประการหนึ่ง คือ การพัฒนาระบบมาตรวิทยาทำให้บริษัทสามารถผลิตสินค้าที่ต้องการความละเอียดสูงขึ้นได้ จากการศึกษาพบว่า บริษัทจำเป็นจะต้องซื้อและสอบเทียบเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าที่ละเอียดมากขึ้นเพื่อช่วยให้บริษัทสามารถดำเนินการผลิตเตาไมโครเวฟ[1] เนื่องจากเตาไมโครเวฟเป็นสินค้าที่ต้องการการวัดทางไฟฟ้าที่ละเอียดสูงกว่าผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ของบริษัท

ประเด็นที่น่าสนใจที่สุดสำหรับกรณีศึกษานี้ คือการศึกษาความเป็นไปได้ (feasibility study) ของการก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายในบริษัท ทั้งนี้เนื่องจากในปัจจุบันบริษัทจำเป็นต้องส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบภายนอกปีละครั้ง จากการสัมภาษณ์พบว่า ค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบเครื่องมือวัดของบริษัทในปี 2543 มีมูลค่าประมาณ 430,000 บาท โดยแบ่งเป็นการสอบเทียบเครื่องมือวัดทางกล 150,000 บาท และสอบเทียบเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า 280,000 บาท

ในด้านต้นทุน บริษัทประเมินค่าใช้จ่ายในส่วนต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบทางกลมีต้นทุนคงที่ (fixed cost) ประมาณ 350,000 บาทและต้นทุนต่อปี (intertemporal cost) 220,000 บาทต่อปี และการก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบทางไฟฟ้ามีต้นทุนคงที่ (fixed cost) ประมาณ 1,200,000 บาทและต้นทุนต่อปี (intertemporal cost) 230,000 บาทต่อปี

[1] จากข้อมูลของบริษัทพบว่า ยอดขายเตาไมโครเวฟของบริษัทในปี 2542 มีมูลค่าประมาณ 975 ล้านบาท

ตารางที่ 1 ค่าใช้จ่ายสำหรับการก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายในบริษัท

ค่าใช้จ่าย	ห้องปฏิบัติการสอบเทียบทางกล	ห้องปฏิบัติการสอบเทียบทางไฟฟ้า	รวม
สถานที่และเครื่องปรับอากาศ (บาท)	200,000	200,000	400,000
เครื่องมือวัดมาตรฐาน (บาท)	150,000	1,000,000	1,150,000
รวมต้นทุนคงที่ (บาท)	350,000	1,200,000	1,550,000
ค่าสอบเทียบภายนอก (บาทต่อปี)	20,000	30,000	50,000
ค่าจ้างพนักงาน (บาทต่อปี)	150,000	150,000	300,000
อื่น ๆ (บาทต่อปี)	50,000	50,000	100,000
รวมต้นทุนต่อปี (บาทต่อปี)	220,000	230,000	450,000

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ

ในด้านผลประโยชน์ บริษัทประเมินว่าการก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายในบริษัทจะทำให้บริษัทสามารถลดค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบภายนอกและสามารถสอบเทียบได้บ่อยมากขึ้น โดยคาดว่าบริษัทน่าจะสอบเทียบอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง ขณะที่ในปัจจุบันบริษัทสอบเทียบเพียงแค่ปีละครั้ง ผลประโยชน์ที่ได้รับดังกล่าวแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายในบริษัท

	สอบเทียบทางกล	สอบเทียบทางไฟฟ้า	รวม
ค่าสอบเทียบเครื่องมือวัดภายนอกก่อนมีห้องปฏิบัติการ[a] (บาทต่อปี)	150,000	280,000	430,000
ค่าสอบเทียบเครื่องมือวัดภายนอกหลังมีห้องปฏิบัติการ[b] (บาทต่อปี)	0	240,000	240,000
ผลประโยชน์ที่ได้รับ[c] (บาทต่อปี)	150,000 x 2- 0 = 300,000	280,000 x 2 – 240,000 =320,000	620,000

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

[a] ค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบภายนอกปีละ 1 ครั้ง

[b] ค่าใช้จ่ายในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบภายนอกปีละ 2 ครั้ง

[c] ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายในบริษัทพิจารณาจาก ค่าสอบเทียบเครื่องมือวัดภายนอกก่อนมีห้องปฏิบัติการ x 2 - ค่าสอบเทียบเครื่องมือวัดภายนอกหลังมีห้องปฏิบัติการ

จากต้นทุนและผลประโยชน์ข้างต้น เราสามารถคำนวณกระแสรายได้ (cash flow) ของบริษัทในส่วนผลประโยชน์ของการลงทุนก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายในบริษัท ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 กระแสรายได้ของบริษัทในส่วนของผลประโยชน์ของการลงทุนก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายในบริษัท

	สอบเทียบทางกล	สอบเทียบทางไฟฟ้า	รวม
ผลประโยชน์ (บาทต่อปี)	300,000	320,000	620,000
ต้นทุนต่อปี (บาทต่อปี)	220,000	230,000	450,000
กระแสรายได้ (บาทต่อปี)	80,000	90,000	170,000

ที่มา: จากการคำนวนโดยคณะผู้วิจัย

จากต้นทุนคงที่และกระแสรายได้ คณะผู้วิจัยสามารถประมาณการระยะเวลาที่บริษัทจะคุ้มทุนในการลงทุนก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายในบริษัทโดยใช้ความสัมพันธ์ที่ว่า ระยะเวลาที่คุ้มทุน (T) คือระยะเวลาที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนเท่ากับศูนย์ รายละเอียดการคำนวณแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายในบริษัท

ปีที่	สอบเทียบทางกล		สอบเทียบทางไฟฟ้า		มูลค่าปัจจุบันสุทธิรวม[c] (บาท)
	มูลค่าปัจจุบัน[a] (บาท)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ[b] (บาท)	มูลค่าปัจจุบัน (บาท)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)	
0	-350,000	-350,000	-1,200,000	-1,200,000	-1,550,000
1	74,074	-275,926	83,597	-1,116,403	-1,392,329
2	68,587	-207,339	77,649	-1,038,754	-1,246,093
3	63,507	-143,832	72,124	-966,630	-1,110,462
4	58,802	-85,030	66,992	-899,638	-984,668
5	54,447	-30,583	62,226	-837,412	-867,995
6	50,414	19,831	57,798	-779,614	-759,783
7	46,679	66,510	53,686	-725,928	-659,418
8	43,222	109,732	49,866	-676,062	-566,330
9	40,020	149,752	46,318	-629,744	-479,992
10	37,055	186,807	43,023	-586,721	-399,914
11	34,311	221,118	39,962	-546,759	-325,641
12	31,769	252,887	37,118	-509,641	-256,754
13	29,416	282,303	34,477	-475,164	-192,861
14	27,237	309,540	32,024	-443,140	-133,600
15	25,219	334,759	29,746	-413,394	-78,635
16	23,351	358,110	27,629	-385,765	-27,655
17	21,622	379,732	25,664	-360,101	19,631

หมายเหตุ: [a] มูลค่าปัจจุบัน (present value) ณ ปีที่ T (PV_T) สามารถคำนวณได้จาก $PV_T = \frac{\text{cash flow}}{(1+\rho)^T}$

โดยที่ ρ คืออัตราส่วนลด (discount rate) ซึ่งในที่นี้กำหนดให้เท่ากับ 0.08 หรือร้อยละ 8

[b] มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (net present value) ณ ปีที่ T (NPV_T) สามารถคำนวณได้จาก $NPV_T = NPV_{T-1} + PV_T$โดยที่ NPV_0 เท่ากับต้นทุนคงที่ (fixed cost)

[c] มูลค่าปัจจุบันสุทธิรวม หมายถึง ผลรวมของมูลค่าปัจจุบันสุทธิของกรณีการสอบเทียบทางกลและทางไฟฟ้า

ที่มา : จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่า หากบริษัทลงทุนก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายในบริษัทซึ่งสามารถสอบเทียบได้ทั้งทางกลและทางไฟฟ้าบริษัทน่าจะคุ้มทุนได้ภายใน 17 ปี และหากก่อตั้งเฉพาะห้องปฏิบัติการสอบเทียบทางกลบริษัทจะคุ้มทุนได้ภายใน 6 ปีเท่านั้น ส่วนการลงทุนก่อตั้งเฉพาะห้องปฏิบัติการสอบเทียบทางไฟฟ้าต้องใช้เวลามากกว่า 50 ปี บริษัทจึงจะคุ้มทุน ทำให้บริษัทน่าจะไม่ลงทุนก่อตั้งเฉพาะห้องปฏิบัติการสอบเทียบทางไฟฟ้า กล่าวคือ บริษัทอาจจะลงทุนเฉพาะห้องปฏิบัติการสอบเทียบทางกล หรือลงทุนทั้งสองส่วน

สรุป

บริษัทที่ศึกษาในครั้งนี้ได้พัฒนาระบบมาตรวิทยาของบริษัทมาโดยตลอด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ระบบมาตรฐาน ISO 9002 ทำให้บริษัทต้องบริหารจัดการระบบมาตรวิทยาให้เป็นระบบมากขึ้น ซึ่งมีส่วนช่วยทำให้การผลิตของบริษัทมีประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพของสินค้าของบริษัทได้มาตรฐาน อย่างไรก็ตาม บริษัทยังไม่มีห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายในบริษัท ทำให้บริษัทต้องส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบภายนอกปีละ 1 ครั้ง โดยมีค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบในปี 2542 ประมาณ 430,000 บาท

ผลกระทบของระบบมาตรวิทยาสามารถประเมินได้จาก การศึกษาความเป็นไปได้ของการก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบทางกลและไฟฟ้าภายในบริษัท ซึ่งมีต้นทุนคงที่ประมาณ 1,550,000 บาท และต้นทุนต่อปี 450,000 บาทต่อปี จากการศึกษาพบว่า หากบริษัทเพิ่มการสอบเทียบภายในบริษัทเป็นปีละ 2 ครั้ง การก่อตั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบทางกลและไฟฟ้าจะทำให้บริษัทลดค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบได้ประมาณ 620,000 บาทต่อปี และคุ้มทุนได้ภายในเวลา 17 ปี และหากบริษัทก่อตั้งเฉพาะห้องปฏิบัติการสอบเทียบทางกล บริษัทจะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบได้ประมาณ 300,000 บาทต่อปี และคุ้มทุนได้ภายในเวลา 6 ปี

ตารางที่ 5 สรุปผลการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ

	สอบเทียบทางกล	สอบเทียบทางไฟฟ้า	รวม
ต้นทุนคงที่ (บาท)	350,000	1,200,000	1,550,000
ต้นทุนต่อปี (บาทต่อปี)	220,000	230,000	450,000
ผลประโยชน์ (บาทต่อปี)	300,000	320,000	620,000
ระยะเวลาคืนทุน	6 ปี	มากกว่า 50 ปี	17 ปี

ที่มา : จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ภาคผนวก ฌ: กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมเหล็ก

ผลกระทบของระบบมาตรวิทยาต่อโรงงานอุตสาหกรรมเหล็กที่ศึกษาในครั้งนี้ สามารถประเมินได้จากความเสียหายที่เกิดจาก การวัดอุณหภูมิในขั้นตอนการหลอมผิดพลาด เนื่องจากเลือกใช้หัววัด (thermocouple) ผิดพลาดทำให้หลอมเหล็กจนทำให้เบ้าหลอมทะลุ จากการศึกษาพบว่าหากระบบมาตรวิทยาของบริษัทดีพอ ย่อมสามารถป้องกันความเสียหายดังกล่าวซึ่งมีมูลค่าประมาณ 909,000 บาท

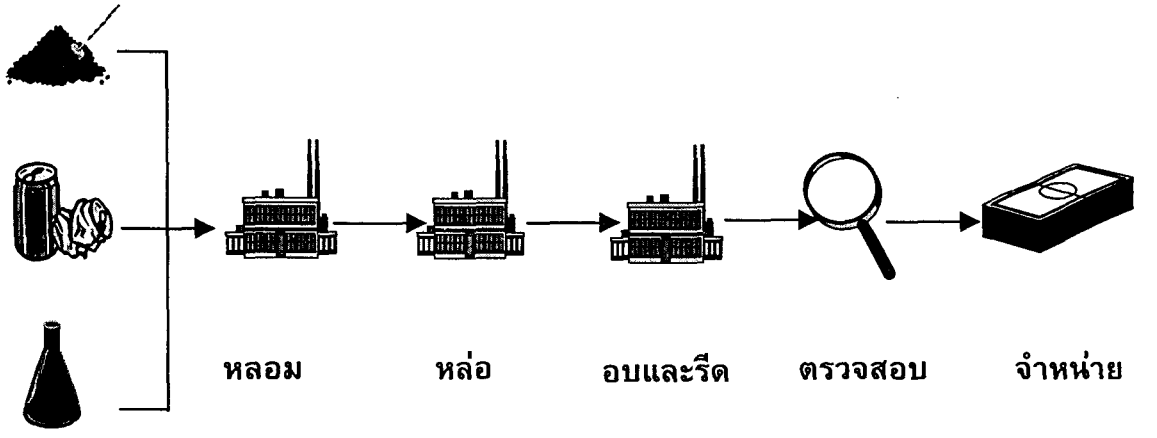
1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริษัท

บริษัทที่ศึกษาในครั้งนี้ เป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจด้านอุตสาหกรรมเหล็ก โดยผลิตเหล็กก่อสร้างเป็นหลัก ในระยะเริ่มแรกบริษัทใช้เตาหลอมขนาด 30 ตัน และมีกำลังการผลิต 65,000 ตันต่อปี ต่อมาได้ขยายกำลังการผลิตเป็น 174,000 ตันต่อปี และในช่วงที่เศรษฐกิจของไทยขยายตัวบริษัทได้ขยายกิจการโดยก่อตั้งบริษัทเพื่อผลิตเหล็กก่อสร้าง ซึ่งมีเตาหลอมขนาด 70 ตัน และมีกำลังการผลิต 300,000 ตันต่อปี อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันบริษัทเดินเครื่องจักรเพียงร้อยละ 50 ของกำลังการผลิตเท่านั้น เนื่องจากสภาวะเศรษฐกิจที่ซบเซา ทำให้อุปสงค์ (demand) ของเหล็กก่อสร้างมีน้อย

ขั้นตอนการผลิตที่สำคัญประกอบไปด้วย การเตรียมวัตถุดิบ การหลอมเหล็ก การหล่อเหล็กแท่ง การอบ การรีด และ การตรวจสอบคุณภาพ ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ การหลอม และ การหล่อ เป็นขั้นตอนในการหล่อเหล็กแท่ง ส่วนขั้นตอน การอบและการรีด เป็นขั้นตอนการนำเหล็กแท่งมาผลิตเหล็กเส้นหรือเหล็กรูปพรรณหรือเหล็กลวด

บริษัทนี้ได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9000 ในปี 2539 ซึ่งมีผลทำให้ระบบมาตรวิทยาของบริษัทได้รับการพัฒนามากขึ้น เนื่องจากระบบมาตรฐาน ISO กำหนดให้บริษัทต้องจัดระบบการสอบเทียบทั้งภายในและภายนอกบริษัท และ เก็บบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ

ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตเหล็กก่อสร้างและความจำเป็นของระบบมาตรวิทยา



2. ความสำคัญของระบบมาตรวิทยา

อุตสาหกรรมเหล็กจำเป็นต้องใช้มาตรวิทยาเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ การหลอม การหล่อ การอบ การรีด และขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ โดยในแต่ละขั้นตอนจำเป็นต้องวัดปริมาณต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น

- ในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบจำเป็นต้องชั่งมวลหรือน้ำหนัก (mass) ของวัตถุดิบและสารเคมีต่าง ๆ ต้องผสมเข้าไปเพื่อปรับปรุงคุณภาพของเหล็ก เช่น คาร์บอน ซิลิกอน แมงกานีส โครเมียม เป็นต้น
- ในขั้นตอนการหลอมและการอบซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในอุตสาหกรรมเหล็ก จำเป็นต้องวัดอุณหภูมิ (temperature) ในขณะที่หลอม โดยวัดทั้งอุณหภูมิของน้ำเหล็กและเตาหลอมไปด้วย
- ในขั้นตอนการหล่อและการรีดซึ่งมีส่วนสำคัญต่อรูปร่างและขนาดของเหล็ก จำเป็นจะต้องวัดขนาด (dimension)
- ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ จำเป็นจะต้องวัดคุณสมบัติทางกายภาพ (physical properties) เช่น กำลังรับแรงดึง (tensile strength) ค่าความยืดหยุ่น (elasticity) และจำเป็นตรวจสอบขนาดของผลิตภัณฑ์
- ในส่วนของการบริหาร บริษัทจำเป็นวัดปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในส่วนต่าง ๆ

การชั่งน้ำหนักในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ มีส่วนทำให้โรงงานสามารถผลิตเหล็กที่มีคุณภาพสม่ำเสมอและได้มาตรฐาน เนื่องจากปริมาณส่วนผสมต่าง ๆ มีความสำคัญกับคุณสมบัติของเหล็กที่ผลิตได้เป็นอย่างมาก ดังนั้น หากชั่งน้ำหนักของส่วนผสมไม่ถูกต้องย่อมมีผลทำให้ส่วนผสมที่ได้ไม่เหมาะสม และจะมีผลทำให้เหล็กที่ได้มีคุณสมบัติไม่ตรงตามที่ต้องการ

การวัดอุณหภูมิในขั้นตอนการหลอมและการอบเป็นการวัดที่สำคัญที่สุดในอุตสาหกรรมเหล็ก เนื่องจากอุณหภูมิหลอมเหล็กมีผลต่อทั้งคุณภาพของเหล็กและประสิทธิภาพในการผลิต ดังนี้

- หากวัดอุณหภูมิผิดพลาดไปมาก อาจทำให้เหล็กเปลี่ยนสถานะ (phase) ไปเป็นสถานะที่ไม่ต้องการ ซึ่งจะทำให้ได้เหล็กที่ไม่ได้คุณภาพตามต้องการ
- หากวัดอุณหภูมิได้มากกว่าที่เป็นจริงจะมีผลทำให้เหล็กหลอมไม่เต็มที่ทำให้ไม่สามารถหล่อเหล็กได้หมด (มีเหล็กที่เย็นตัวก่อนที่จะหล่อเสร็จ) ทำให้ต้องสูญเสียวัตถุดิบ ซึ่งหมายถึงต้นทุนที่สูงขึ้น
- หากวัดอุณหภูมิได้น้อยกว่าที่เป็นจริง ย่อมมีผลทำให้ต้องเสียพลังงานในการหลอมเหล็กโดยไม่จำเป็น ซึ่งหมายถึงต้นทุนที่สูงขึ้นเช่นกัน
- หากอบด้วยอุณหภูมิที่น้อยเกินไปย่อมมีผลทำให้คุณสมบัติด้านความเหนียวไม่ได้ตามที่ต้องการ
- การอบด้วยอุณหภูมิที่มากเกินไปย่อมทำให้สิ้นเปลืองพลังงานที่ใช้ในการอบ

การวัดขนาดทั้งในขั้นตอนการหล่อ การรีดและการตรวจสอบคุณภาพ และ การวัดคุณสมบัติทางกายภาพในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ มีความสำคัญต่อการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์อย่างมาก เนื่องจากการวัดปริมาณดังกล่าวมีส่วนทำให้ได้เหล็กที่มีขนาดและคุณสมบัติทางกายภาพตามที่กำหนด ซึ่งมีผลทำให้ผู้บริโภคมั่นใจในคุณภาพของสินค้าและทำให้สามารถจำหน่ายได้ในราคาที่ดีกว่า

ยิ่งไปกว่านั้น ระบบมาตรวิทยายังมีส่วนช่วยทำให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งานเหล็กที่ผลิตได้ เนื่องจากเหล็กที่ไม่ได้ขนาดหรือมีคุณสมบัติทางกายภาพต่ำกว่าที่กำหนดย่อมมีผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้างที่ใช้เหล็กเหล่านั้นในการก่อสร้าง โดยจะทำให้โครงสร้างมีความแข็งแรงน้อยกว่าที่ได้รับการออกแบบเอาไว้ ซึ่งจะมีผลต่อความปลอดภัยของผู้อยู่อาศัยหรือผู้ใช้งานโครงสร้างเหล่านั้น

นอกจากนี้ เพื่อให้สามารถควบคุม ดูแล การใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ บริษัทจำเป็นต้องวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ใช้ในส่วนหลัก ๆ เช่น ส่วนการหลอม การหล่อ ทั้งนี้เนื่องจากพลังงาน

ไฟฟ้าเป็นต้นทุนที่สูงมากในอุตสาหกรรมเหล็ก โดยในปัจจุบันบริษัทมีต้นทุนที่เป็นค่าไฟฟ้าประมาณ 15 ล้านต่อเดือน[1] และประกอบกับบริษัทมีนโยบายประหยัดพลังงานที่ชัดเจน

นอกจากจะมีผลต่อการดำเนินการของบริษัทโดยตรงแล้ว ระบบมาตรวิทยายังมีบทบาทที่สำคัญต่อการได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9000 เนื่องจากระบบมาตรฐาน ISO 9000 กำหนดให้บริษัทจะต้องมีการสอบเทียบและปรับ เครื่องตรวจ เครื่องวัด และเครื่องทดสอบทั้งหมด ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ตามช่วงเวลาที่กำหนดหรือก่อนการใช้ ซึ่งหมายความว่าบริษัทจะต้องพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐาน จึงจะสามารถขอการรับรองระบบมาตรฐานดังกล่าวได้

3. การประเมินผลกระทบของระบบมาตรวิทยา

เนื่องจากระบบมาตรวิทยาเป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งในระบบมาตรฐาน ISO 9000 ผลประโยชน์ส่วนหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการใช้ระบบมาตรฐานดังกล่าวส่วนหนึ่งจึงเป็นผลมาจากการพัฒนาระบบมาตรวิทยา โดยที่ระบบมาตรวิทยามีส่วนช่วยในการควบคุม ปรับปรุง และ พัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่งผลทำให้ลูกค้าเกิดความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์ของบริษัท

จากการสัมภาษณ์พบว่า ปริมาณไฟฟ้าที่บริษัทวัดได้ทั้งหมดรวมกันคลาดเคลื่อนไปจากผลการวัดของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ประมาณร้อยละ 2 ทุกเดือน (คิดเป็นมูลค่าประมาณ 0.02 x 15 x 12 = 3.6 ล้านบาทต่อปี) และบริษัทได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่า กฟผ. เป็นผู้ดูแลและสอบเทียบมิเตอร์ทั้งหมด และมิเตอร์ของ กฟผ. มีความละเอียดมากกว่ามิเตอร์ของบริษัท โดยที่มิเตอร์ของบริษัทเป็นแบบเชิงกล (mechanical meter)และมิเตอร์ของ กฟผ. เป็นแบบดิจิตอล (digital meter) ทั้งนี้ บริษัทยังไม่แน่ใจว่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวเกิดจากสาเหตุใด ทำให้ไม่สามารถคำนวณผลกระทบเชิงปริมาณของส่วนนี้ได้ อย่างไรก็ตาม ความคลาดเคลื่อนส่วนนี้ย่อมส่งผลให้เกิดความไม่มั่นใจในผลการวัดของ กฟผ. และมีผลต่อประสิทธิภาพของนโยบายประหยัดพลังงาน เนื่องจากเกิดความไม่มั่นใจในผลการวัดพลังงานที่ใช้ในแต่ละส่วน

การชั่งน้ำหนักในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบย่อมมีผลกระทบโดยตรงต่อคุณสมบัติของเหล็กที่ได้ ยกตัวอย่างเช่น ปริมาณคาร์บอนที่ต้องเติมลงไปเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดความแข็งและความเหนียวของเหล็ก โดยหากเติมคาร์บอนน้อยเกินไปเหล็กจะแข็งไม่พอ แต่หากเติมคาร์บอนมากเกินไปจะมีผลทำให้เหล็กที่ได้เปราะมากเกินไป ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจจะเป็นผลมาจากการชั่งน้ำหนักเหล็กคลาดเคลื่อนหรือชั่งน้ำหนักของสารปรับปรุงคุณภาพต่าง ๆ

---

[1] ในปัจจุบันบริษัทผลิตเพียงแค่ร้อยละ 50 และเลือกที่จะผลิตในช่วงที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ (off peak period) ทำให้บริษัทประหยัดต้นทุนด้านพลังงานไปได้ส่วนหนึ่ง

การวัดขนาดและคุณสมบัติทางกายภาพมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เหล็กเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเหล็กที่ใช้ในการก่อสร้าง เช่น เหล็กเส้น เหล็กรูปพรรณ เนื่องจากการออกแบบโครงสร้างต่าง ๆ จะกำหนดให้ใช้ปริมาณเหล็กโดยการกำหนดจำนวนเส้นที่ใช้ โดยสมมติว่าขนาดและคุณสมบัติทางกายภาพของเหล็กถูกต้อง ดังนั้น หากขนาดหรือคุณสมบัติของเหล็กต่ำกว่ามาตรฐาน ย่อมส่งผลทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยในการใช้งานโครงสร้างที่ใช้เหล็กเหล่านั้นในการก่อสร้าง ในทางตรงกันข้ามหากขนาดหรือคุณสมบัติสูงกว่ามาตรฐานมากย่อมทำให้บริษัทมีต้นทุนในการผลิตสูง ซึ่งจะมีผลทำให้บริษัทต้องขายในราคาแพงหรือขาดทุน

การวัดอุณหภูมิมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเหล็กเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากอุตสาหกรรมเหล็กเป็นอุตสาหกรรมที่ต้องใช้พลังงานในการหลอมเหล็กสูงมาก ในการหลอมเหล็กให้มีอุณหภูมิสูงถึง 1650 องศาเซลเซียส การวัดอุณหภูมิที่สูงขนาดนี้ย่อมทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวัดอุณหภูมิของน้ำเหล็ก ซึ่งจะต้องวัดภายใต้สภาวะที่มีอุณหภูมิสูงมาก ย่อมทำให้มีโอกาสสูงที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดอุณหภูมิทั้งจากความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัดและความผิดพลาดของพนักงานที่วัด

หากวัดอุณหภูมิคลาดเคลื่อนในแง่ที่ว่าอุณหภูมิที่วัดได้มีค่าน้อยกว่าที่เป็นจริง ยกตัวอย่างเช่น น้ำเหล็กมีอุณหภูมิถึง 1650 องศาเซลเซียส แต่วัดอุณหภูมิได้เพียง 1640 องศา นั่นคือวัดอุณหภูมิได้น้อยเกินไป 10 องศา ความคลาดเคลื่อนในลักษณะนี้ย่อมมีผลทำให้สิ้นเปลืองพลังงานที่ใช้ในการหลอมมากเกินไป ปัญหาส่วนนี้อาจจะมีสาเหตุมาจากการที่พนักงานวัดอุณหภูมิอ่านค่าผลการวัดเร็วเกินไป เนื่องจากรู้สึกร้อนมาก หรือเกิดจากความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัด

นอกจากนี้ในอีกมุมหนึ่ง หากวัดอุณหภูมิคลาดเคลื่อนในแง่ที่ว่าอุณหภูมิที่วัดได้มีค่ามากกว่าที่เป็นจริง ยกตัวอย่างเช่น น้ำเหล็กมีอุณหภูมิถึง 1640 องศาเซลเซียส แต่วัดอุณหภูมิได้เพียง 1650 องศา นั่นคือวัดอุณหภูมิได้มากเกินไป 10 องศา ความคลาดเคลื่อนในลักษณะนี้อาจทำให้เกิดการสูญเสีย เนื่องจากไม่สามารถหลอมเหล็กได้เต็มที่ทำให้เมื่อนำเหล็กไปหล่อจะมีเหล็กส่วนหนึ่งเย็นตัวก่อนจนไม่สามารถนำไปหล่อได้

ประเด็นที่น่าสนใจที่สุดในแง่ของผลกระทบของระบบมาตรวิทยาต่อบริษัทที่ศึกษาในครั้งนี้ คือ ผลกระทบที่เกิดจากการวัดอุณหภูมิผิดพลาด ทำให้หลอมเหล็กนานเกินไปจนเบ้าหลอมทะลุ ผลกระทบนี้สามารถทำให้เห็นถึงความสำคัญของมาตรวิทยาต่ออุตสาหกรรมเหล็กได้อย่างชัดเจน เนื่องจากความผิดพลาดนี้มีผลทำให้ต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมาก

ปัญหานี้เกิดขึ้นในช่วงเปิดดำเนินการครั้งแรก จึงยังไม่มีความคุ้นเคยและชำนาญในเรื่องเครื่องมือวัดดีพอ (ระบบมาตรวิทยายังไม่ดีพอ) ทั้งในแง่การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานที่อุณหภูมิต่าง ๆ และ การดูแล สอบเทียบเครื่องมือวัด จึงทำให้เกิดปัญหาในการวัดอุณหภูมิ

ปัญหานี้เกิดจากการเลือกใช้หัววัด (thermocouple) ผิดพลาด เนื่องจากหัววัดที่บริษัทใช้ประกอบกับเทอร์โมมิเตอร์เพื่อวัดอุณหภูมิของน้ำเหล็กมีอยู่ 2 ประเภท คือ ประเภทที่วัดได้จนถึง 1650 องศา และ ประเภทที่วัดได้ไม่เกิน 1400 องศา โดยบริษัทใช้ประเภทที่วัดได้ไม่เกิน 1400 องศา ทำให้เมื่อนำไปวัดอุณหภูมิของน้ำเหล็กจึงอ่านค่าอุณหภูมิได้ไม่ถึง 1650 แม้ว่าในความเป็นจริงน้ำเหล็กจะมีอุณหภูมิมากกว่า 1650 องศามาก ซึ่งมีผลทำให้เบ้าหลอมทะลุเนื่องจากหลอมเหล็กนานเกินไป

ผลที่ตามมาหลังจากที่เบ้าหลอมทะลุ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ต้องสูญเสียเหล็กประมาณ 5 ตัน จากทั้งหมดที่บรรจุในเบ้าหลอมซึ่งมีน้ำหนักประมาณ 70 ตัน
- เหล็กส่วนที่เหลืออยู่ประมาณ 65 ตัน ถูกนำไปหล่อ และหลังจากนั้นจึงนำไปตรวจสอบคุณภาพซึ่งพบว่าเหล็กดังกล่าวไม่ได้มาตรฐานทำให้ต้องนำกลับไปเข้าสู่กระบวนการผลิตซ้ำ (reprocess)
- เนื่องจากเบ้าหลอมทะลุ ทำให้ต้องหยุดการผลิตประมาณ 2 ชั่วโมง

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากขาดข้อมูลเกี่ยวกับช่วงเวลาที่หลอมเกินความจำเป็นและอัตราการพลังงานที่ใช้ในการหลอม ทำให้ไม่สามารถคำนวณการสูญเสียพลังงานในการหลอมโดยไม่จำเป็น ซึ่งเป็นผลกระทบเชิงปริมาณที่เกิดจากการหลอมนานเกินไปได้ ดังนั้น ในรายงานฉบับนี้คณะผู้วิจัยจึงประมาณเฉพาะผลกระทบเชิงปริมาณในส่วนที่กล่าวถึงข้างต้น การประมาณการดังกล่าวอาศัยข้อมูลและข้อสมมติต่อไปนี้

- บริษัทมีกำลังผลิต 300,000 ตันต่อปี และสมมติให้การผลิตเต็มกำลังจะต้องผลิตตลอด 24 ชั่วโมง นั่นคือ มีอัตรากำลังการผลิตเฉลี่ยประมาณ 300,000 x (1/24) x (1/301) = 41.5 ตันต่อชั่วโมง
- ราคาเหล็กแท่งประมาณ 8,000 บาทต่อตัน
- ต้นทุนในการผลิตเหล็กแท่งประมาณ 3,000 บาทต่อตัน
- ค่าซ่อมแซมเบ้าหลอมประมาณ 10,000 บาท

จากข้อมูลและข้อสมมติฐานข้างต้น จะเห็นได้ว่า

- การซ่อมแซมเบ้าหลอม ต้องเสียค่าใช้จ่ายประมาณ 10,000 บาท
- การสูญเสียเหล็กไป 5 ตัน ย่อมหมายถึงการสูญเสียเหล็กแท่ง 5 ตันเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากเสียโอกาสในการผลิตในส่วนนี้ไป ซึ่งคิดเป็นมูลค่าประมาณ 5 x 8,000 = 40,000 บาท
- การนำเหล็กที่เหลือ 65 ตัน กลับมาผลิตซ้ำ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายประมาณ 65 x 3,000 = 195,000 บาท

- การหยุดการผลิต 2 ชั่งโมงมีผลทำให้เสียโอกาสในการผลิตประมาณ 2 x 41.5 = 83.0 ตัน ซึ่งคิดเป็นมูลค่าประมาณ 83.0 x 8,000 =664,000 บาท

ตารางที่ 1 ผลกระทบเชิงปริมาณที่เกิดจากการวัดอุณหภูมิผิดพลาด

รูปแบบของผลกระทบ	ผลกระทบเชิงปริมาณ (บาท)
1. ซ่อมแซมเบ้าหลอม	10,000
2. สูญเสียเหล็ก 5 ตัน	40,000
3. นำเหล็ก 65 ตัน มาผลิตซ้ำ	195,000
4. หยุดการผลิต 2 ชั่วโมง	664,000
รวม	**909,000**

จากรายละเอียดการประมาณข้างต้นแสดงให้เห็นได้ว่า หากบริษัทไม่มีระบบมาตรวิทยาที่ดีย่อมทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่าย และนำไปสู่ความสูญเสียอย่างมาก จึงอาจจะกล่าวได้ว่าการพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ดีย่อมสามารถช่วยลดโอกาสที่จะสูญเสียในลักษณะที่กล่าวถึงข้างต้นได้เป็นอย่างมาก

สรุป

บริษัทที่ศึกษาในครั้งนี้ได้พัฒนาระบบมาตรวิทยาของบริษัทมาโดยตลอด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ระบบมาตรฐาน ISO 9000 ทำให้บริษัทต้องบริหารจัดการระบบมาตรวิทยาให้เป็นระบบมากขึ้น ทั้งการสอบเทียบภายในและภายนอกบริษัท นอกจากนี้ การพัฒนาระบบมาตรวิทยายังมีส่วนช่วยทำให้การผลิตของบริษัทมีประสิทธิภาพและคุณภาพของสินค้าของบริษัทได้มาตรฐาน

จากการศึกษาพบว่า การพัฒนาระบบมาตรวิทยาของบริษัทให้ได้มาตรฐานจะสามารถช่วยป้องกันความสูญเสียที่เกิดจากการวัดอุณหภูมิหลอมเหล็กผิดพลาด เนื่องจากเลือกใช้หัววัด (thermocouple) ผิดพลาดจนทำให้หลอมเหล็กนานเกินไปจนเบ้าหลอมทะลุ ซึ่งมีผลทำให้บริษัทต้องสิ้นเปลืองเวลา แรงงาน วัตถุดิบ และโอกาสในการผลิต (ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1) โดยมีมูลค่าความเสียหายรวมประมาณ 906,000 บาท

ภาคผนวก ญ: กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมหล่อโลหะ

ผลกระทบของระบบมาตรวิทยาต่อโรงงานอุตสาหกรรมหล่อโลหะที่ศึกษาในครั้งนี้สามารถประเมินได้จากผลกระทบที่เกิดจาก ความไม่มั่นใจในระบบมาตรวิทยาของบริษัท ความสูญเสียจากการคืนสินค้าที่เกิดจากการวัดขนาดและรูปร่างคลาดเคลื่อน และการลงทุนซ้ำซ้อนในการซื้อเครื่องมือวัด จากการศึกษาพบว่าหากระบบมาตรวิทยาของบริษัทและระบบมาตรวิทยาของประเทศได้รับการพัฒนาให้สามารถขจัดปัญหาต่าง ๆ ดังกล่าว บริษัทจะสามารถลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตได้ประมาณ 2.0 ล้านบาทต่อปี และ ความสูญเสียในการลงทุนซ้ำซ้อนได้ประมาณ 4.6 ล้านบาท

1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริษัท

บริษัทที่ศึกษาในครั้งนี้ เป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจด้านอุตสาหกรรมหล่อโลหะ โดยมีสินค้าหลัก 3 กลุ่ม คือ ชิ้นส่วนยานยนต์และชิ้นส่วนจักรยานยนต์ (ร้อยละ 40) เครื่องจักรการเกษตร (ร้อยละ 30) และชิ้นส่วนคอมเพรสเซอร์ (compressor) (ร้อยละ 30) และมีกลุ่มลูกค้าหลักเป็นบริษัทในอุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วนยานยนต์

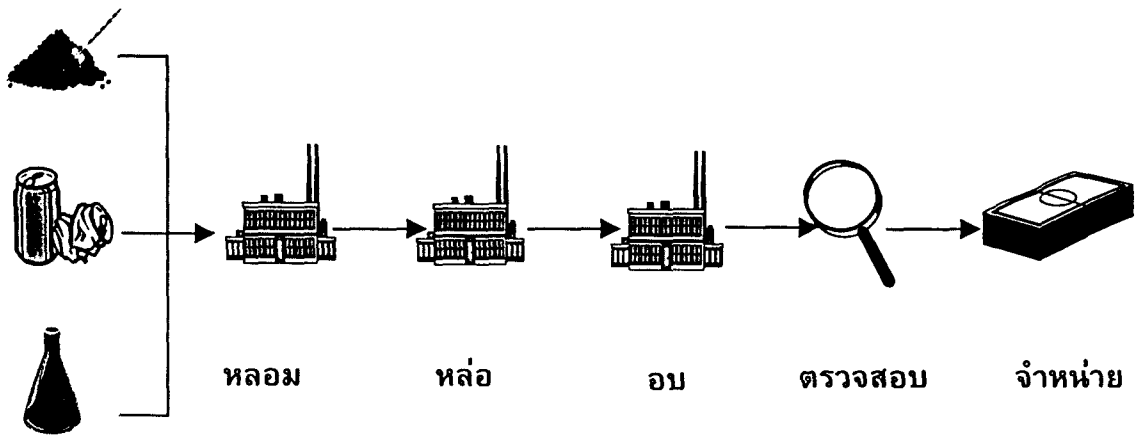
ในปัจจุบันบริษัทมีโรงงาน 2 แห่ง คือ โรงงานที่ศึกษาในครั้งนี้ซึ่งมีกำลังการผลิตประมาณ 42,400 ตันต่อปี และโรงงานอีกแห่งหนึ่งซึ่งมีกำลังการผลิตประมาณ 19,000 ตันต่อปี ในปี 2542 โรงงานที่ศึกษาดำเนินการผลิตเพียง 35,000 ตันต่อปีคิดเป็นร้อยละ 82.6 ของกำลังการผลิตของโรงงาน ซึ่งคิดเป็นมูลค่าประมาณ 1,000 ล้านบาท

ขั้นตอนการผลิตที่สำคัญประกอบไปด้วย การเตรียมวัตถุดิบ การหลอม การหล่อ การอบ และการตรวจสอบคุณภาพ ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยขั้นตอนที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของชิ้นงานมากที่สุดคือ ขั้นตอนการหลอมและการหล่อ นอกจากนี้ในบางกรณีหลังจากขั้นตอนการหล่ออาจจะต้องมีกระบวนการทำให้เย็นตัว (cooling) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของชิ้นงาน

บริษัทที่ศึกษานี้ได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9002 ในปี 2538 มาตรฐาน QS 9000 ในปี 2540 และมาตรฐาน ISO 9001 ในปี 2541 ซึ่งมีผลทำให้ระบบมาตรวิทยาของบริษัทได้รับการพัฒนาอย่างมาก เนื่องจากระบบมาตรฐาน ISO กำหนดให้บริษัทต้องจัดระบบการสอบเทียบทั้งภายในและภายนอกบริษัทและเก็บบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ ยิ่งไปกว่านั้น ระบบมาตรฐาน QS 9000 ยังมีข้อกำหนดเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับระบบมาตรวิทยา (measurement system analysis)

ที่มากกว่าข้อกำหนดของระบบมาตรฐาน ISO ซึ่งมีผลทำให้บริษัทต้องให้ความสำคัญกับระบบมาตรวิทยาอย่างมาก

ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตชิ้นส่วนโลหะและความจำเป็นของระบบมาตรวิทยา



2. ความสำคัญของระบบมาตรวิทยา

อุตสาหกรรมหล่อโลหะจำเป็นต้องใช้มาตรวิทยาเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ การหลอม การหล่อ การอบ และขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ โดยในแต่ละขั้นตอนจำเป็นต้องวัดปริมาณต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น

- ในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบจำเป็นต้องชั่งมวลหรือน้ำหนัก (mass) ของวัตถุดิบและสารเคมีต่าง ๆ ต้องผสมเข้าไปเพื่อปรับปรุงคุณภาพของโลหะ
- ในขั้นตอนการหลอมและการอบซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในอุตสาหกรรมหล่อโลหะจำเป็นต้องวัดอุณหภูมิ (temperature) ในขณะที่หลอม โดยวัดทั้งอุณหภูมิของน้ำโลหะและเตาหลอมไปด้วย
- ในขั้นตอนการหล่อซึ่งมีส่วนสำคัญต่อรูปร่าง ขนาด และลักษณะพื้นผิวของโลหะที่หล่อได้ จำเป็นจะต้องวัดขนาด (dimension) มุม (angle) และ ความซาบซึมได้ (permeability) ของทรายที่ใช้ทำแบบหล่อ

- ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ จำเป็นจะต้องวัดขนาดและรูปร่างของชิ้นงาน คุณสมบัติทางกายภาพ (physical properties) เช่น ความแข็ง (hardness) จุดบกพร่องภายในของชิ้นงาน (internal defects) และคุณสมบัติทางเคมี (chemical properties) เช่น การวัดส่วนประกอบทางเคมีโดยใช้ทั้งวิธีทางเคมีซึ่งวัดโดยเครื่องมือที่เรียกว่า CE มิเตอร์ (CE meter) และ วิธีการวัดทางแสงซึ่งวัดโดยสเปกโตรมิเตอร์ (spectrometer)

การชั่งน้ำหนักในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบมีส่วนทำให้โรงงานสามารถผลิตชิ้นงานที่มีคุณภาพสม่ำเสมอและได้มาตรฐาน เนื่องจากปริมาณส่วนผสมต่าง ๆ มีความสำคัญกับคุณสมบัติของโลหะที่ผลิตได้เป็นอย่างมาก ดังนั้น หากชั่งน้ำหนักของส่วนผสมไม่ถูกต้องย่อมมีผลทำให้ส่วนผสมที่ได้ไม่เหมาะสม และจะมีผลทำให้ชิ้นงานที่ได้มีคุณสมบัติไม่ตรงตามที่ต้องการ

การวัดอุณหภูมิในขั้นตอนการหลอมและการอบเป็นการวัดที่สำคัญมากในอุตสาหกรรมหล่อโลหะ เนื่องจากอุณหภูมิหลอมโลหะมีผลต่อทั้งคุณภาพของชิ้นงานและประสิทธิภาพในการผลิต ดังนี้

- หากวัดอุณหภูมิผิดพลาดไปมาก อาจทำให้โลหะเปลี่ยนสถานะ (phase) ไปเป็นสถานะที่ไม่ต้องการ ซึ่งจะทำให้ได้โลหะที่ไม่ได้คุณภาพตามต้องการ
- หากวัดอุณหภูมิได้มากกว่าที่เป็นจริงจะมีผลทำให้โลหะหลอมไม่เต็มที่ทำให้ไม่สามารถหล่อโลหะได้หมด (มีโลหะที่เย็นตัวก่อนที่จะหล่อเสร็จ) ทำให้ต้องสูญเสียวัตถุดิบ ซึ่งหมายถึงต้นทุนที่สูงขึ้น
- หากวัดอุณหภูมิได้น้อยกว่าที่เป็นจริง ย่อมมีผลทำให้ต้องเสียพลังงานในการหลอมโลหะโดยไม่จำเป็นซึ่งหมายถึงต้นทุนที่สูงขึ้นเช่นกัน
- หากอบด้วยอุณหภูมิที่น้อยเกินไปย่อมมีผลทำให้คุณสมบัติด้านความเหนียวไม่ได้ตามที่ต้องการ
- การอบด้วยอุณหภูมิที่มากเกินไปย่อมทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมากเกินไป

การวัดขนาดและรูปร่างทั้งในขั้นตอนการหล่อและการตรวจสอบคุณภาพ การวัดความซาบซึมได้ในขั้นตอนการหล่อ และการวัดคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ มีความสำคัญต่อการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นอย่างมาก เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีขนาด รูปร่าง และคุณสมบัติทางกายภาพตามที่กำหนด ซึ่งมีผลทำให้สินค้าที่ผลิตได้มีมาตรฐานเป็นที่ยอมรับจากลูกค้าโดยทั่วไปและทำให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพของสินค้า

ยิ่งไปกว่านั้น ระบบมาตรวิทยายังมีส่วนช่วยทำให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งาน ยานยนต์ เนื่องจากชิ้นส่วนที่ผลิตได้จะต้องถูกนำไปประกอบเป็นส่วนต่าง ๆ ของยานยนต์ ไม่ว่าจะเป็น เครื่องยนต์ ระบบห้ามล้อ (break system) และ ระบบช่วงล่าง ซึ่งมีความสำคัญต่อระดับความปลอดภัยในการใช้งานยานยนต์อย่างมาก ยกตัวอย่างเช่น ระบบห้ามล้อที่ประกอบจาก ชิ้นส่วนที่ไม่ได้มาตรฐาน

ย่อมทำให้ประสิทธิภาพในการห้ามล้อไม่ดีพอ ซึ่งจะมีผลต่อความปลอดภัยของผู้ใช้ยานยนต์อย่างเห็นได้ชัด[1]

นอกจากจะมีผลต่อการดำเนินการของบริษัทโดยตรงแล้ว ระบบมาตรวิทยายังมีบทบาทที่สำคัญต่อการได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน ISO 9000 และ QS 9000 เนื่องจากระบบมาตรฐาน ISO 9000 กำหนดให้บริษัทจะต้องมีการสอบเทียบและปรับเครื่องตรวจ เครื่องวัด และเครื่องทดสอบทั้งหมดซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามช่วงเวลาที่กำหนดหรือก่อนการใช้ ซึ่งหมายความว่าบริษัทจะต้องพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐาน จึงจะสามารถขอการรับรองระบบมาตรฐานดังกล่าวได้ และยิ่งไปกว่านั้น ระบบมาตรฐาน QS 9000 ยังมีข้อกำหนดที่เกี่ยวกับมาตรวิทยาเพิ่มเติมจากมาตรฐาน ISO 9000 อีกด้วย

3. การประเมินผลกระทบของระบบมาตรวิทยา

เนื่องจากระบบมาตรวิทยาเป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งในระบบมาตรฐาน ISO 9000 และ QS 9000 ผลประโยชน์ส่วนหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการใช้ระบบมาตรฐานดังกล่าวส่วนหนึ่งจึงเป็นผลมาจากการพัฒนาระบบมาตรวิทยา โดยที่ระบบมาตรวิทยามีส่วนช่วยในการควบคุม ปรับปรุง และ พัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่งผลทำให้ลูกค้าเกิดความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์ของบริษัท

การวัดอุณหภูมิมีผลกระทบต่อการผลิตของบริษัทในอุตสาหกรรมหล่อโลหะเป็นอย่างมาก เนื่องจากบริษัทจำเป็นต้องใช้พลังงานสูงมากในการหลอมโลหะให้มีอุณหภูมิสูงถึง 1600 องศาเซลเซียส และการวัดอุณหภูมิที่สูงขนาดนี้ย่อมมีโอกาสที่จะคลาดเคลื่อนได้ง่ายหากระบบมาตรวิทยาที่เกี่ยวข้องไม่ดีพอ

การวัดอุณหภูมิคลาดเคลื่อนย่อมมีผลทำให้สิ้นเปลืองพลังงานหากวัดอุณหภูมิได้ต่ำกว่าที่เป็นจริง และในทางตรงกันข้ามสิ้นเปลืองวัตถุดิบหากวัดอุณหภูมิได้สูงกว่าที่เป็นจริง อย่างไรก็ตามประเด็นที่น่าสนใจในการศึกษาบริษัทนี้ คือ ความไม่เชื่อมั่นในระบบมาตรวิทยาภายใน องค์กรมีผลทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานและมีส่วนทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตต่ำลง

ปัญหาที่เกิดขึ้นเกิดจากการที่ฝ่ายผลิตไม่มั่นใจในระบบมาตรวิทยาของบริษัท ทำให้ต้องเสียเวลาในการตรวจสอบความถูกต้องของเทอร์โมมิเตอร์ทุกครั้งที่เกิดปัญหาวัดอุณหภูมิได้ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น แต่เมื่อตรวจสอบแล้วพบว่าเทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้วัดถูกต้อง แต่ส่วนใหญ่ปัญหาที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากการกำหนดอัตราการใช้พลังงานความร้อนที่ต่ำเกินไป

---

[1] แม้ว่าชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตยานยนต์จะได้รับการตรวจสอบอย่างดีโดยบริษัทผู้ประกอบยานยนต์ แต่ชิ้นส่วนที่มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอและไม่ได้มาตรฐานย่อมมีผลทำให้บริษัทผู้ประกอบยานยนต์ต้องมีต้นทุนการตรวจสอบชิ้นส่วนสูงขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้ต้องจำหน่ายยานยนต์ในราคาที่สูง

แม้ว่าผลกระทบในแง่สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าไม่สามารถประเมินเชิงประมาณได้ เนื่องจากบริษัทไม่สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการใช้พลังงานในช่วงที่เกิดปัญหาได้ แต่อย่างไรก็ตาม ผลกระทบในแง่ประสิทธิภาพการผลิตที่ลดลง สามารถคำนวณได้โดยอาศัยข้อมูลและข้อสมมติดังนี้

- บริษัทดำเนินการผลิตปีละ 43 สัปดาห์ หรือ 301 วัน
- ทุกครั้งที่เกิดปัญหาต้องใช้เวลาตรวจสอบความถูกต้องของเทอร์โมมิเตอร์ประมาณ 15 นาที
- ปัญหาที่เกิดขึ้นมีความถี่ประมาณ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ นั่นคือเสียเวลาตรวจสอบความถูกต้องดังกล่าวประมาณ (15/60) x 43 = 10.75 ชั่วโมงต่อปี
- บริษัทมีกำลังการผลิต 1,200 ล้านบาทต่อปี โดยสมมติให้การผลิตเต็มกำลังต้องผลิตตลอด 24 ชั่วโมง 301 วัน นั่นคือมีกำลังการผลิตเฉลี่ยประมาณ 1,200 x (1/24) x (1/301) = 0.17 ล้านบาทต่อชั่งโมง

จากข้อมูลและข้อสมมติข้างต้น สามารถประมาณได้ว่า

- การตรวจสอบความถูกต้องของเทอร์โมมิเตอร์ดังกล่าว มีผลทำให้เสียโอกาสในการผลิตประมาณ 10.75 x 0.17 = 1.83 ล้านบาทต่อปี

ประเด็นที่น่าสนใจอีกอันหนึ่งคือ ผลกระทบของการพัฒนาระบบมาตรวิทยาต่อการวัดขนาด มุม และมุมบิด ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ จากการสัมภาษณ์พบว่า บริษัทเคยประสบปัญหาในการวัดส่วนต่าง ๆ ของชิ้นงาน เช่น ขนาด มุม มุมบิด ทำให้บริษัทต้องพัฒนาเครื่องมือวัดที่สามารถวัดปริมาณต่าง ๆ เหล่านั้นได้อย่างสะดวกและครบถ้วน การนำเครื่องมือดังกล่าวมาใช้มีผลทำให้สามารถตรวจสอบชิ้นงานที่ไม่ได้มาตรฐานมากยิ่งขึ้น นั่นย่อมหมายความว่า สินค้าที่ไม่ได้มาตรฐานถูกส่งไปให้ลูกค้ามีจำนวนน้อยลงซึ่งจะเห็นได้จากข้อมูลการส่งคืนสินค้าของลูกค้าของบริษัท โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ต่อปีสินค้าที่ถูกส่งคืนมีจำนวนเฉลี่ย 3,000 ชิ้นต่อครั้ง และเมื่อเกิดปัญหาขึ้นบริษัทจำเป็นต้องส่งสินค้าที่มีอยู่ไปทดแทนส่วนที่รับคืนมาทันที
- ก่อนนำเครื่องมือวัดที่พัฒนาขึ้นมาใช้ มีการส่งคืนสินค้าเฉลี่ยประมาณ 4 ครั้งต่อเดือน นั่นคือมีการส่งคืน 4 x 12 = 48 ครั้งต่อปี
- เมื่อนำเครื่องมือวัดดังกล่าวมาใช้ ทำให้การส่งคืนสินค้าลดลงจนเหลือ 2 ครั้งต่อปี
- ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าไป - กลับครั้งละ 4,000 บาท
- ต้องใช้แรงงาน 3 คน เพื่อตรวจสอบสินค้าทั้งหมดที่รับกลับมาเป็นเวลาประมาณ 2 วัน

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่าการพัฒนาเครื่องมือวัดดังกล่าวซึ่งหมายถึงการพัฒนาระบบมาตรวิทยา มีผลทำให้อัตราการส่งคืนสินค้าจากลูกค้าลดลงเป็นอย่างมาก การลดลงนี้ย่อมทำให้ลูกค้าเกิดความมั่นใจในคุณภาพของสินค้ามากยิ่งขึ้น ทำให้บริษัทสามารถกำหนดแผนงานการผลิตได้อย่าง

มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยไม่ต้องเก็บสินค้าไว้เผื่อในกรณีที่มีปัญหามากเกินไปและทำให้ไม่ต้องสิ้นเปลืองเวลาและแรงงานในการตรวจสอบสินค้าที่ได้รับกลับคืน

จากข้อมูลจำนวนครั้งที่ลดลง และค่าใช้จ่ายในการขนส่งไป – กลับ คณะผู้วิจัยสามารถคำนวณผลกระทบของการพัฒนาเครื่องมือวัดดังกล่าว ได้ดังนี้

- ค่าใช้จ่ายในการขนส่งทั้งหมด 46 ครั้ง คิดเป็นมูลค่า 46 x 4,000 = 184,000 บาทต่อปี

ปัญหาเกี่ยวกับมาตรวิทยาที่บริษัทเคยประสบมาอีกอันหนึ่ง คือปัญหาเกี่ยวกับการวัดส่วนประกอบทางเคมีของชิ้นงาน ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากบริษัทใช้เครื่องมือวัดหลายประเภทเพื่อวัดส่วนประกอบทางเคมีของชิ้นงาน และพบว่าค่าที่วัดได้จากเครื่องมือวัดแต่ละประเภทแตกต่างกันอย่างมาก และที่สำคัญ บริษัทไม่สามารถระบุได้ว่าผลการวัดส่วนใดถูกต้อง

ในช่วงแรกบริษัทวัดส่วนประกอบทางเคมีโดยใช้เครื่องมือวัดสองแบบคือ

- CE มิเตอร์ (CE meter) ซึ่งวัดโดยใช้หลักการทางเคมี
- สเปกโตรมิเตอร์ (spectrometer) ซึ่งวัดโดยใช้หลักทางแสง

เนื่องจากผลการวัดจากเครื่องมือทั้งสองประเภทไม่ตรงกัน บริษัทจึงตัดสินใจซื้อเครื่องมือวัดคาร์บอนเพิ่มอีกประเภทหนึ่ง โดยคาดว่าจะทำให้สามารถวัดส่วนประกอบทางเคมีได้ผลที่ดีมากขึ้นและสามารถระบุได้ว่าเครื่องมือวัดประเภทใดที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่า แต่ปรากฏว่ายิ่งทำให้เกิดปัญหามากขึ้น คือได้ผลการวัดที่ต่างกันทั้งสามประเภท

ผลการวัดที่แตกต่างกันทำให้เกิดปัญหาต่อการผลิตของอย่างมาก ดังนั้น เพื่อขจัดปัญหาดังกล่าวบริษัทจึงเลือกใช้เครื่องมือวัดประเภทเดียว คือ สเปกโตรมิเตอร์ ซึ่งมีผลทำให้บริษัทไม่ต้องประสบปัญหาความไม่แน่ใจในผลการวัดส่วนประกอบทางเคมีอีกต่อไป และพบว่าภายหลังจากเลือกใช้เครื่องมือวัดประเภทเดียวแล้ว สินค้าที่ส่งมอบให้กับลูกค้าก็ไม่ได้เกิดปัญหาเกี่ยวกับส่วนประกอบทางเคมีมากขึ้นแต่อย่างใด

ประเด็นที่น่าสนใจของปัญหาส่วนนี้ คือความบกพร่องของระบบมาตรวิทยาทำให้บริษัทไม่สามารถเลือกใช้เครื่องมือวัดที่น่าเชื่อถือพอ บริษัทจึงจำเป็นต้องเลือกเครื่องมือวัดหลายประเภทเพื่อตรวจสอบซึ่งกันและกัน และเมื่อเกิดปัญหาผลการวัดไม่ตรงกันบริษัทก็จำเป็นต้องเลือกใช้เครื่องมือวัดเพียงประเภทเดียว หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าระบบมาตรวิทยาที่บกพร่องมีผลทำให้ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องมือวัดโดยไม่จำเป็น ซึ่งในที่นี้หมายถึง CE มิเตอร์ และ เครื่องมือวัดคาร์บอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

- บริษัทมีเครื่อง CE มิเตอร์ทั้งหมด 7 เครื่องโดยมีราคาเครื่องละประมาณ 350,000 บาท ซึ่งรวมแล้วคิดเป็นมูลค่าประมาณ 7 x 350,000 =2,450,000 บาท หรือ 2.45 ล้านบาท
- บริษัทซื้อเครื่องมือวัดคาร์บอนจำนวน 1 เครื่อง โดยมีราคาเครื่องละประมาณ 1.50 ล้านบาท
- ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ต้องสิ้นเปลืองไปเท่ากับ 2.45 + 1.50 = 3.95 ล้านบาท

นอกจากนี้ บริษัทยังประสบปัญหาเกี่ยวกับความล่าช้าในการส่งเครื่องมือวัดไปสอบเทียบภายนอก ทำให้บริษัทต้องซื้อเครื่องมือวัดที่สำคัญบางประเภทมากเกินความจำเป็น ซึ่งมีมูลค่ารวมทั้งหมดประมาณ 610,000 บาท ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1 ปัญหานี้เป็นปัญหาที่เกิดจากความบกพร่องของระบบมาตรวิทยาของประเทศ ซึ่งมีผลกระทบทำให้บริษัทต้องมีค่าใช้จ่ายที่มากเกินความจำเป็น

ตารางที่ 1 รายละเอียดเครื่องมือวัดที่บริษัทต้องซื้อมากเกินความจำเป็น

เครื่องมือวัด	จำนวนที่มีมากเกินความจำเป็น (ชุด)	ราคา (บาทต่อชิ้น)	มูลค่ารวม (บาท) *
1. Portable Calibrator	1	70,000	70,000
2. Gauge Block	1	92,000	92,000
3. ตุ้มน้ำหนัก 1 g – 1,000 g	2	200,000	400,000
4. เทอร์โมมิเตอร์ระบบดิจิตอล	4	12,000	48,000
รวม			**610,000**

ที่มา : จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ

สรุป

การเข้าสู่ระบบมาตรฐาน ISO 9000 และ QS 9000 ทำให้บริษัทมีความจำเป็นต้องพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐานมากขึ้น การพัฒนาดังกล่าวมีส่วนช่วยให้คุณภาพของสินค้าของบริษัทมีคุณภาพสูงขึ้นและช่วยลดความสูญเสียที่เกิดจากการคืนสินค้า

อย่างไรก็ตาม บริษัทจำเป็นต้องลงทุนในด้านมาตรวิทยาเกินความจำเป็นเนื่องจากความไม่พร้อมของระบบมาตรวิทยาในประเทศ จากการที่บริการสอบเทียบเครื่องมือวัดของห้องปฏิบัติการที่มีอยู่ไม่เพียงพอต่อการให้บริการและจากการขาดคำแนะนำในการเลือกใช้เครื่องมือวัดด้านเคมี

ตารางที่ 2 สรุปการประเมินผลกระทบเชิงเศรษฐกิจต่อการประกอบการของบริษัทจากการพัฒนาระบบมาตรวิทยาในบริษัทและระบบมาตรวิทยาของประเทศ จากตารางจะเห็นได้ว่าการพัฒนาระบบมาตรวิทยาให้ได้มาตรฐานจะก่อให้เกิดประโยชน์แก่บริษัทในรูปของ การลดต้นทุนในการลงทุนซึ่งเป็นต้นทุนคงที่ 4.6 ล้านบาท และต้นทุนต่อปีอีก ปีละประมาณ 2.0 ล้านบาท

ตารางที่ 2 สรุปผลกระทบของระบบมาตรวิทยาต่อบริษัทที่ศึกษา

รูปแบบของผลกระทบ	การลดต้นทุน
การลงต้นทุนต่อปี	
1. การลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตจากการลดความไม่มั่นใจของการวัดอุณหภูมิ	1,830,000 บาทต่อปี
2. การลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตจากการพัฒนาเครื่องมือวัดขนาดและรูปร่างในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ	184,000 บาทต่อปี
รวมการลดต้นทุนต่อปี	**2,014,000 บาทต่อปี**
การลดต้นทุนในการลงทุน	
3. การลดความสูญเสียจากการลดการลงทุนซ้ำซ้อนในเครื่องมือวัดส่วนประกอบทางเคมี	3,950,000 บาท
4. การลดความสูญเสียจากการลดการลงทุนซ้ำซ้อนในเครื่องมือวัดอื่น ๆ	610,000 บาท
รวมการลดต้นทุนในการลงทุน	**4,560,000 บาท**

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย