การประเมินวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปา กรณีศึกษาการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

นายนิติวิศว์ แตงไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

LIFE CYCLE ASSESSMENT OF WATER SUPPLY PRODUCTION AND DISTRIBUTION SYSTEM: CASE STUDY OF CHIANG RAI PROVINCIAL WATERWORKS AUTHORITH

Mr. Nitiwis Taengthai

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Environmental Engineering
Department of Environmental Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปา กรณีศึกษาการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย
โดย	นายนิติวิศว์ แตงไทย
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนาธิป ผาริโน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธเรศ ศรีสถิตย์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนาธิป ผาริโน)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิบูลย์ ศรีเจริญชัยกุล)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.อัจฉริยา สุริยะวงศ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.กิตติคุณ ตรุยานนท์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นิติวิศว์ แตงไทย : การประเมินวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปา กรณีศึกษาการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย. (LIFE CYCLE ASSESSMENT OF WATER SUPPLY PRODUCTION AND DISTRIBUTION SYSTEM: CASE STUDY OF CHIANG RAI PROVINCIAL WATERWORKS AUTHORITH) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.ชนาธิป ผาริโน, 111 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปา รวมถึงผลกระทบที่ลดลงได้จากการดำเนินโครงการลดน้ำสูญเสียจากระบบจ่ายน้ำประปา โดยใช้กรณีศึกษาของการประปาส่วนภูมิภาคจังหวัดเชียงราย และมีเป้าหมายพัฒนาตารางคำนวณสำหรับประเมินผลกระทบจากการลดน้ำสูญเสียเพื่อประยุกต์ใช้ในหน่วยงานของการประปาในพื้นที่อื่นๆ ต่อไป พร้อมจัดทำข้อเสนอแนะในการส่งเสริมและเพิ่มประสิทธิภาพของการลดน้ำสูญเสียในอนาคต งานวิจัยได้รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากกรณีศึกษาของการประปาส่วนภูมิภาคจังหวัดเชียงราย ระหว่างปี 2554-2556 มาประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตโดยใช้โปรแกรม SimaPro เวอรชั่น 7.3.3 ประเมินผลกระทบในลักษณะ Endpoint ด้วย วิธี ReCiPe ในการวิเคราะห์หาประเภทและขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการผลิตและแจกจ่ายน้ำประปา และจากการเกิดน้ำสูญเสีย ผลการวิจัย พบว่าการผลิตและจ่ายน้ำประปาของกรณีศึกษาทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกเป็นปริมาณเท่ากับ 0.173 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากส่วนของการผลิตเท่ากับ 0.101 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลูกบาศก์เมตร และปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการแจกจ่ายน้ำประปาเท่ากับ 0.072 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดลงได้จากการดำเนินโครงการลดน้ำสูญเสียระหว่างปี 2554-2556 ของกรณีศึกษาเท่ากับ 131,075 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า การประเมินระดับผลกระทบสิ่งแวดล้อมรวมแบบ Single Score ของทั้งระบบคิดระหว่างปี 2554-2556 มีค่าระหว่าง 0.0245 Pt, 0.0373 Ptและ0.0354 Pt ตามลำดับ กลุ่มเป้าหมายที่ได้รับผลกระทบสิ่งแวดล้อมมากที่สุดคือ การลดลงของทรัพยากรคิดเป็น 60.77% ของผลกระทบสิ่งแวดล้อมทั้งหมด รองลงมาคือสุขภาพของมนุษย์คิดเป็น 36.23% ของผลกระทบสิ่งแวดล้อมทั้งหมด และ ผลกระทบต่อระบบนิเวศ มีระดับผลกระทบน้อยที่สุดคิดเป็น 3% ของผลกระทบสิ่งแวดล้อมทั้งหมด

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2556

5570264721 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING
KEYWORDS: LIFE CYCLE ASSESSMENT / WATER LOSS REDUCTION / ENVIRONMENT IMPACT ASSESSMENT

NITIWIS TAENGTHAI: LIFE CYCLE ASSESSMENT OF WATER SUPPLY PRODUCTION AND DISTRIBUTION SYSTEM: CASE STUDY OF CHIANG RAI PROVINCIAL WATERWORKS AUTHORITH. ADVISOR: ASST. PROF. CHANATHIP PHARINO, 111 pp.

This research objective is to conduct life cycle assessment of water supply production and distribution system and evaluate environmental impacts from the waste loss reduction project. The study chose Chiang Rai provincial waterworks authority as a case study. Also, the research aims to develop a simple spreadsheet to calculate GHG emission from water supply system and to provide suggestions for improving water losses reduction efficiency. The research collected secondary data from case study during year 2011-2013 for life cycle assessment using SimaPro version 7.3.3. Endpoint environmental impact was evaluated using ReCiPe method in determining types and magnitude of environmental impacts caused by water production, water distribution and water loss. The result found that GHG emission from water production system of the case study was 0.173 kilograms of carbon dioxide equivalent per cubic meter. GHG emission from water production was 0.101 kilograms per cubic meter while GHG emission from water distribution is equal to 0.072 kg of carbon dioxide per cubic meter. Amounts of GHG from water loss reduction projects during 2011-2013 were approximately 131,075 kg of carbon dioxide equivalent. Level of environmental impact in term of single scores of the entire system during 2011-2013 was found to be 0.0245 Pt, 0.0373 Pt and 0.0354 Pt. The most environmental impact target is resource depletion which is about 60.77 % of total environmental impact. Following by the human health impact is about 36.23 % and ecological impact is equal to 3% of total environmental impact.

Department: Environmental Engineering
Field of Study: Environmental Engineering
Academic Year: 2013

Student's Signature .....

Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำการวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้เขียนขอขอบคุณ ผศ.ดร.ชนาธิป ผาริโน อาจารย์ที่ปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นผู้เสนอแนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง และขอขอบคุณประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้

ขอขอบคุณการประปาส่วนภูมิภาคสำนักงานใหญ่ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 9 การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย และบริษัท TOTAL WATER จำกัด (มหาชน) ที่สนับสนุนความรู้และข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการทำวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ธุรการที่อำนวยความสะดวกในการสอบและจัดทำวิทยานิพนธ์เล่นนี้และเพื่อนร่วมหลักสูตรที่ได้ให้กำลังใจและช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมที่ได้สนับสนุนทุนดำเนินการวิจัย

สุดท้ายผู้เขียนขอขอบคุณพ่อและแม่ที่ได้ให้ความสนับสนุนทั้งค่าใช้จ่ายและกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์นี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญรูป ..... ญ

สารบัญตาราง ..... ฒ

บทที่ 1 1

บทนำและวัตถุประสงค์ 1

1.1 บทนำ 1

1.2 วัตถุประสงค์ 3

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.4 ขอบเขตการวิจัย 3

บทที่ 2 5

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 กระบวนการผลิตน้ำประปา 5

2.2 น้ำสูญเสีย 11

2.3 แนวทางในการป้องกันน้ำสูญเสีย 15

2.4 นโยบายและแผนการลดน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาค 17

2.5. การประเมินวัฏจักรชีวิต 20

2.6 โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับประเมินวัฏจักรชีวิต SimaPro 28

2.7 วิธีประเมินค่าผลกระทบโดย ReCiPe 28

2.8 การประยุกต์ใช้การประเมินวัฏจักรชีวิต 31

2.9 บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 33

บทที่ 3 38

วิธีการดำเนินการวิจัย 38

3.1 ศึกษากระบวนการผลิตน้ำประปาและระบบจ่ายน้ำประปา 39

3.2 ศึกษาความหมาย สาเหตุ และสถานการณ์น้ำสูญเสีย 39

3.3 เลือกกรณีศึกษา..... 39

หน้า

3.4 เก็บรวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิตน้ำประปา ระบบจ่ายน้ำประปา ปริมาณน้ำสูญเสีย และแนวทางในการลดน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย..... 39
3.5 ประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโดยใช้การประเมินวัฏจักรชีวิตจากโปรแกรม SimaPro ของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย 40
3.6 ประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย ... 50
3.7 การพัฒนาตารางคำนวณอย่างง่ายสำหรับการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ลดลงได้จากโครงการลดน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย 53
3.8วิเคราะห์ สรุป และเสนอแนะแนวทางในการลดน้ำสูญเสียอย่างมีประสิทธิภาพ 54
บทที่ 4..... 55
ข้อมูลของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย..... 55
4.1 จำนวนผู้ใช้น้ำและพื้นที่บริการของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย 55
4.2 ที่ตั้งของโรงผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย..... 57
4.3 แหล่งน้ำดิบของโรงผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย..... 58
4.4 กระบวนการผลิตน้ำประปาของโรงผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย 59
4.5 ข้อมูลด้านน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย..... 66
บทที่ 5..... 70
ผลการวิจัย 70
5.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้า สารส้ม และคลอรีนของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย 70
5.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดการผลิตและจ่ายน้ำประปา..... 75
5.3 ปริมาณน้ำสูญเสียและปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสีย 80
5.4 การพัฒนาตารางคำนวณอย่างง่ายในการประเมินก๊าซเรือนกระจกจากระบบผลิตและจ่ายน้ำประปา..... 83
5.5 ผลการประเมินวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปา..... 90
5.6 แนวทางการดำเนินการเพื่อลดน้ำสูญเสีย 101
บทที่ 6..... 103
สรุปผลและข้อเสนอแนะ 103
6.1 สรุปผล 103

6.2 ข้อเสนอแนะ 104

หน้า

รายการอ้างอิง 105
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 111

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 การเติมอากาศในกระบวนการผลิตน้ำประปาจากน้ำบาดาล..... 7

รูปที่ 2.2 ถังกรองที่ใช้ทรายเป็นชั้นกรอง..... 7

รูปที่ 2.3 ถังก๊าซคลอรีนและระบบการเติมลงในน้ำประปา..... 8

รูปที่ 2.4 ถังเก็บน้ำใสแบบหอสูงและแบบถังเก็บใต้ดิน..... 8

รูปที่ 2.5 แผนผังกระบวนการผลิตน้ำประปาจากน้ำผิวดิน..... 9

รูปที่ 2.6 การกวนเร็วโดย Static mixer และสารส้ม..... 10

รูปที่ 2.7 ถังกวนช้า..... 10

รูปที่ 2.8 ถังตกตะกอนแบบวงกลมและแบบสี่เหลี่ยม..... 11

รูปที่ 2.9 แผนภาพสมดุลของน้ำ..... 12

รูปที่ 2.10 ปริมาณน้ำสูญเสียเฉลี่ยรายปีของการประปาส่วนภูมิภาคตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 – 2550..... 14

รูปที่ 2.11 ปริมาณน้ำสูญเสียเฉลี่ยรายปีของการประปาส่วนภูมิภาคจังหวัดเชียงราย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 – 2555..... 15

รูปที่ 2.12 มาตรวัดอัตราการไหลเข้าพื้นที่ย่อยและการแบ่งพื้นที่ย่อย..... 16

รูปที่ 2.13 เครื่องมือ Listening stick และ Geo phone ตามลำดับ..... 16

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.14 การใช้เครื่องมือ Listening stick ในการฟังเสียงตามท่อน้ำประปา
เพื่อตรวจสอบหาการรั่วไหล..... 17
รูปที่ 2.15 อนุกรมของISO 14000 มาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม.....20
รูปที่ 2.16 ขั้นตอนการทำการประเมินวัฏจักรชีวิต..... 23
รูปที่ 2.17 แผนผังสมดุลมวล (Mass Balance)..... 26
รูปที่ 2.18 แผนผังสมดุลพลังงาน (Energy Balance).....26
รูปที่ 2.19 แผนผังการประเมินผลกระทบแบบ ReCiPe..... 29
รูปที่ 3.1 แผนผังวิธีการดำเนินการวิจัย.....38
รูปที่ 3.2 ขอบเขตการศึกษาวิจัย.....41
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างวงจรชีวิตการผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค
สาขาเชียงราย.....44
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างวงจรชีวิตการจ่ายน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค
สาขาเชียงราย.....44
รูปที่ 3.5 โปรแกรมSimaPro.....45
รูปที่ 3.6 ตั้งชื่อโปรเจคในโปรแกรม..... 46
รูปที่ 3.7 เลือกตัวเลือกการสร้างการประเมินวัฏจักรชีวิต.....46
รูปที่ 3.8 เลือกเพิ่มกระบวนการ.....47
รูปที่ 3.9 เพิ่มการใช้สารเคมีในกระบวนการ.....47
รูปที่ 3.10 เลือกชนิดสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการ.....48

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.11 เลือกเพิ่มการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการ....48

รูปที่ 3.12 เลือกประเภทของไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการ....49

รูปที่ 3.13 แผนผังวัฏจักรที่สร้างในโปรแกรม....49

รูปที่ 3.14 ผลจากการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากโปรแกรม....50

รูปที่ 3.15 แผนผังการทำงานของตารางคำนวณอย่างง่าย....54

รูปที่ 4.1 จำนวนผู้ใช้น้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายระหว่างปี พ.ศ. 2550 – 2555....55

รูปที่ 4.2 เขตพื้นที่บริการการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย....56

รูปที่ 4.3 ที่ตั้งการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย....57

รูปที่ 4.4 จุดตั้งจุดตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำกกของ....58

รูปที่ 4.5 แหล่งน้ำดิบของโรงผลิตน้ำประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย....59

รูปที่ 4.6 ผังการไหลของระบบผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย....60

รูปที่ 4.7 จุดสูบน้ำดิบและเครื่องสูบน้ำของโรงผลิตน้ำประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย....61

รูปที่ 4.8 ปั๊มสูบจ่ายสารส้มและท่อแบบกวนผสมในเส้นท่อของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย....61

รูปที่ 4.9 หอแบ่งน้ำและถังกวนช้าแบบแผ่นกั้นของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย....62

รูปที่ 4.10 ถังตกตะกอนแบบสี่เหลี่ยมของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย....62

รูปที่ 4.11 ถังกรองทรายของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย....63

รูปที่ 4.12 ถังก๊าซคลอรีนและการเติมคลอรีนของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย....63

รูปที่ 4.13 ถังเก็บน้ำใสของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย....64

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.14 เครื่องสูบน้ำและหอถังสูงของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย.....64

รูปที่ 4.15 แผนผังการจ่ายน้ำของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย..... 65

รูปที่ 4.16 ปริมาณน้ำสูญเสียเฉลี่ยรายปีของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายตั้งแต่
ปี พ.ศ. 2550 – 2555.....67

รูปที่ 4.17 แผนผังขอบเขตของพื้นที่ย่อยที่ได้แบ่งไว้.....68

รูปที่ 5.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในการผลิตและจ่ายน้ำประปาปี 2554 – 2556.....70

รูปที่ 5.2 ปริมาณการใช้สารส้มและคลอรีนในการผลิตน้ำปี 2554 – 2556..... 72

รูปที่ 5.3 ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตและจ่ายน้ำในปี 2554 – 2556..... 73

รูปที่ 5.4 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปาปี 2554.....77

รูปที่ 5.5 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปาปี 2555.....78

รูปที่ 5.6 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปาปี 2556.....79

รูปที่ 5.7 ปริมาณน้ำผลิต น้ำสูญเสีย และก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสีย
ปี 2554 – 2556..... 80

รูปที่ 5.8 คำแนะนำและวิธีใช้งานของตารางคำนวณก๊าซเรือนกระจก..... 83

รูปที่ 5.9 ตารางคำนวณก๊าซเรือนกระจก.....84

รูปที่ 5.10 กราฟที่คำนวณจากตารางคำนวณก๊าซเรือนกระจก..... 84

รูปที่ 5.11 ตารางสรุปผลการเปลี่ยนแปลงของตารางคำนวณก๊าซเรือนกระจก..... 85

รูปที่ 5.12 แถบหน้าในตารางคำนวณอย่างง่าย..... 86

รูปที่ 5.13 ช่องให้กรอกข้อมูลในตารางคำนวณอย่างง่าย..... 86

รูปที่ 5.14 ช่องให้กรอกปริมาณไฟฟ้าในตารางคำนวณ.....86

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 5.15 ช่องกรอกปริมาณสารส้มในตารางคำนวณ....87
รูปที่ 5.16 ช่องกรอกปริมาณคลอรีนในตารางคำนวณ....86
รูปที่ 5.17 ช่องกรอกข้อมูลน้ำมันเชื้อเพลิงในตารางคำนวณ....88
รูปที่ 5.18 ช่องแสดงก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตในตารางคำนวณ.... 88
รูปที่ 5.19 ช่องแสดงก๊าซเรือนกระจกจากการจ่ายในตารางคำนวณ....88
รูปที่ 5.20 ช่องแสดงก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสีย....89
รูปที่ 5.21 แถวแสดงหน้าในตารางคำนวณอย่างง่าย....89
รูปที่ 5.22 ตารางสรุปเปรียบเทียบในตารางคำนวณอย่างง่าย....89
รูปที่ 5.23 ผลกระทบด้านสุขภาพมนุษย์ของการผลิตและจ่ายน้ำประปา (Human Health)..... 94
รูปที่ 5.24 ผลกระทบด้านระบบนิเวศของการผลิตและจ่ายน้ำประปา (Ecosystems)....95
รูปที่ 5.25 ผลกระทบด้านทรัพยากรของการผลิตและจ่ายน้ำประปา (Resources)....96
รูปที่ 5.26 ค่า Single score จากการผลิตน้ำประปา.... 97
รูปที่ 5.27 ค่า Single score ของการจ่ายน้ำประปา.... 98
รูปที่ 5.28 ค่า Single score ของการผลิตและจ่ายน้ำประปา....98
รูปที่ 5.29 ผลกระทบด้าน Human Health ที่เกิดจากน้ำสูญเสีย....99
รูปที่ 5.30 ผลกระทบด้านระบบนิเวศที่เกิดจากน้ำสูญเสีย....100
รูปที่ 5.31 ผลกระทบด้านทรัพยากรที่เกิดจากน้ำสูญเสีย....100
รูปที่ 5.32 ค่า Single score ที่เกิดจากน้ำสูญเสีย....101

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 กลุ่มเป้าหมายและประเภทของผลกระทบตามวิธี ReCiPe..... 30

ตารางที่ 2.2 ค่า Normalization และค่า Weighting สำหรับกลุ่มเป้าหมาย ลักษณะการทำลาย.....31

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลสารเข้าเพื่อจัดทำบัญชีรายการและป้อนเข้าโปรแกรม..... 42

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลสารขาออกเพื่อจัดทำบัญชีรายการและป้อนเข้าโปรแกรม.....43

ตารางที่ 3.3 ค่าแฟกเตอร์การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของสารเคมีและไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตและจ่ายน้ำประปา..... 51

ตารางที่ 4.1 ค่าคุณภาพน้ำที่สำคัญของแม่น้ำกกในปี2554 ตามจุดตรวจวัด..... 59

ตารางที่ 5.1 ปริมาณไฟฟ้า สารส้ม และคลอรีน ที่การประปาส่วนภูมิภาค สาขาเชียงรายใช้ในปี 2554 –2556.....71

ตารางที่ 5.2 เปรียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของการใช้ไฟฟ้าและสารเคมี.....74

ตารางที่ 5.3 ปริมาณน้ำผลิตจ่าย ปริมาณน้ำสูญเสีย และปริมาณก๊าซเรือนที่เกิดจากน้ำสูญเสีย.....82

ตารางที่ 5.4 บัญชีรายการขาเข้าและขาออกของการผลิตและจ่ายน้ำประปา 1 ลบ.ม.ปี 2554..... 90

ตารางที่ 5.5 บัญชีรายการขาเข้าและขาออกของการผลิตและจ่ายน้ำประปา 1 ลบ.ม.ปี 2555..... 91

ตารางที่ 5.6 บัญชีรายการขาเข้าและขาออกของการผลิตและจ่ายน้ำประปา 1 ลบ.ม.ปี 2556..... 92

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 5.7 หน่วยประเภทผลกระทบตามวิธี ReCiPe แบบ Endpoint..... 93

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำและวัตถุประสงค์

1.1 บทนำ

น้ำประปามีความสำคัญต่อการใช้ชีวิตประจำวันทั้งการอุปโภคและบริโภค ปัจจุบันเป็นสาธารณูปโภคพื้นฐานที่รัฐบาลพยายามขยายเขตการให้บริการประชาชนให้ครอบคลุมมากขึ้น โดยมีการสร้างและขยายโรงผลิตน้ำประปารวมถึงระบบจ่ายน้ำประปาไปสู่บ้านเรือนของประชาชน ในระบบจ่ายน้ำประปานั้นส่วนใหญ่มักก่อให้เกิดน้ำสูญเสีย โดยมีสาเหตุมาจากหลายสาเหตุ เช่น ท่อแตก ท่อรั่ว การลักขโมยใช้น้ำ การชำรุดของมิเตอร์น้ำประปา เป็นต้น ซึ่งอัตราการเกิดน้ำสูญเสียในประเทศที่พัฒนาแล้วที่มีการรายงาน เช่น เมืองลอนดอน ประเทศอังกฤษ มีอัตราน้ำสูญเสีย 10% และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมืองโทรอนโต ประเทศแคนนาดา มีอัตราน้ำสูญเสีย 11% โดยมีแนวโน้มลดลง (Brothers, 2555) ในขณะที่ประเทศกำลังพัฒนามีอัตราน้ำสูญเสียอยู่ที่ประมาณ 35% ของปริมาณน้ำประปาที่ผลิตได้ (Franciso และคณะ, 2555)

จากข้อมูลของการประปาส่วนภูมิภาคของประเทศไทย อัตราน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546-2550 มีอัตราน้ำสูญเสียระหว่าง 25.3%-26.6% ของปริมาณน้ำประปาที่ผลิตได้ ซึ่งหากพิจารณาจากสถิติทั่วโลกทุกปีมีปริมาณน้ำสูญเสีย 48 พันล้านลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าใช้จ่ายสำหรับน้ำสูญเสีย 14.6 พันล้านเหรียญสหรัฐ (Schouten และ Halim, 2553) มูลค่าความสูญเสียสูงทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม เนื่องมาจากกระบวนการในการผลิตน้ำประปานั้นต้องมีการใช้เงินในการลงทุน การใช้พลังงาน และสารเคมีเพื่อผลิตน้ำประปา น้ำสูญเสียส่งผลกระทบต่อต้นทุนในการผลิตน้ำประปา ดังนั้นการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำประปาและจากปริมาณน้ำสูญเสียจากระบบจ่ายน้ำประปาถือเป็นข้อมูลสำคัญในการที่จะสร้างความตระหนักให้เห็นคุณค่าของการใช้และอนุรักษ์น้ำประปา

เครื่องมือสำหรับใช้ในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ได้รับการยอมรับกันในระดับสากล คือการใช้แนวทางการประเมินวัฏจักรชีวิต เพื่อให้ทราบประเภทและขนาดของผลกระทบสิ่งแวดล้อมของระบบ ที่สำคัญการศึกษาวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ยังใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินประสิทธิภาพของการปรับปรุงกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นแนวทางการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกี่ยวข้องและเกิดขึ้นจากการผลิตสินค้านั้นๆตั้งแต่กระบวนการเริ่มต้นการผลิต การใช้วัตถุดิบ การใช้พลังงาน การขนส่ง รวมถึงผลลัพธ์จากการผลิตการจัดการของเสียที่เกิดขึ้น (International Standardization

Organization for ISO 14040: 2006, 2549) ข้อมูลที่ได้รับจากการศึกษาวัฏจักรชีวิตสามารถทำให้เข้าใจถึงขนาดและระดับของผลกระทบที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนต่างๆและจากการผลิตโดยรวม ปริมาณผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่สามารถวัดได้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบความสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการปรับปรุงกระบวนการ

ในปัจจุบันได้มีการใช้เครื่องมือประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อประเมินผลกระทบและส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการอย่างเป็นระบบ เช่น การวิเคราะห์ทางเลือกสำหรับผลิตและบริการน้ำดื่มในกรุงอัมสเตอดัมส์ ประเทศเนเธอแลนด์ (Maurico และคณะ, 2551) เพื่อให้เป็นไปตามข้อบังคับและกฎหมายและดูแลสภาพแวดล้อมได้อย่างเหมาะสมรวมถึงต้นทุนในการบริหารจัดการที่ต่ำที่สุด จึงได้มีการใช้แนวทางการประเมินวัฏจักรชีวิตมาให้เป็นเครื่องมือสำหรับเปรียบเทียบตัวแปรและทางเลือกระหว่างเทคโนโลยีในการบำบัดประเภทต่างๆ 6 ทางเลือก โดยเปรียบเทียบทั้งข้อได้เปรียบและเสียเปรียบทางด้านการเงิน ผลกระทบและคุณภาพสิ่งแวดล้อม ทำให้สามารถตัดสินใจวางแผนและดำเนินงานได้อย่างรอบคอบและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ในกรณีของประเทศแอฟริกาใต้ได้ใช้วิธีประเมินวัฏจักรชีวิตเข้าไปวิเคราะห์ทางเลือกสำหรับการขยายระบบการผลิตน้ำสะอาด พบว่า ควรที่จะต้องบริหารจัดการโรงผลิตน้ำที่มีอยู่ใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดก่อนและส่งเสริมการใช้ระบบรีไซเคิล จะส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าทางเลือกในการสร้างโรงผลิตน้ำแห่งใหม่

ดัชนีวัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศน์ตัวหนึ่งที่มีการนำมาใช้เพื่อให้ทราบถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ เรียกว่า คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) โดยสินค้าและบริการที่สามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จะสามารถวัดและแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีความโดดเด่นในด้านคุณภาพของความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม องค์กรบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยได้มีการกำหนดแนวทางและจัดทำเป็นคู่มือสำหรับประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก และศูนย์เทคโนโลยีวัสดุแห่งชาติ, 2552) อีกทั้งได้มีการให้ฉลากคาร์บอนสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีกระบวนการผลิตที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยลงกว่า 30% ของปีฐาน 2545

การลดปริมาณน้ำสูญเสียถือเป็นเรื่องสำคัญและควรที่มีการดำเนินการลดและแก้ไขปัญหาให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยในปัจจุบันการประปาส่วนภูมิภาคเริ่มใช้ระบบการแบ่งพื้นที่ย่อยที่เรียกว่า DMA (District Metering Area) เพื่อเฝ้าระวังและตรวจสอบปริมาณน้ำสูญเสียจากระบบจ่ายน้ำประปา หากมีการประเมินการลดกระทบสิ่งแวดล้อมถือเป็นการสร้างแรงจูงใจให้ตระหนักถึงประโยชน์ของการลดน้ำสูญเสียอีกด้วย ดังนั้น การประเมินปริมาณพลังงานและทรัพยากรและก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของน้ำประปา และปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดลงได้จากโครงการลดน้ำสูญเสียถือว่าเป็นประเด็นที่น่าสนใจที่ควรดำเนินการ ที่สำคัญหากในอนาคตการดำเนินการลักษณะนี้สามารถเข้าร่วมแนวทางตามโครงการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Mechanism) ได้ ในการซื้อขายคาร์บอนเครดิตในระดับสากลและอาจจะสามารถสร้างรายได้ให้กับการประปาส่วนภูมิภาคได้

ในปัจจุบันการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมและการลดก๊าซเรือนกระจกจากโครงการลดน้ำสูญเสียจากระบบผลิตน้ำประปาในประเทศไทยยังไม่มีการดำเนินการศึกษา การวิจัยนี้คาดว่าจะมีประโยชน์เป็นอย่างยิ่งในการศึกษาและพัฒนาข้อมูลสำหรับการประเมินโครงการในด้านนี้เพื่อขยายผลเป็นต้นแบบในการนำไปใช้ในพื้นที่ใกล้เคียงอื่นๆต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. ประเมินวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปาและผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ลดลงได้จากการดำเนินโครงการลดน้ำสูญเสียจากระบบจ่ายน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย
2. พัฒนาตารางคำนวณอย่างง่ายสำหรับคำนวณและประเมินผลกระทบจากการลดน้ำสูญเสีย สำหรับการประยุกต์ใช้ในพื้นที่การประปาของเมืองอื่นๆต่อไป
3. จัดทำข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการลดน้ำสูญเสียอย่างมีประสิทธิภาพและแนวทางในการประเมินก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการดำเนินการลดน้ำสูญเสียสำหรับกรณีศึกษา

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบประเภทและระดับผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปาและระดับผลกระทบโดยเฉพาะก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการดำเนินโครงการลดน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย
2. มีตารางคำนวณอย่างง่ายสำหรับคำนวณและประเมินผลกระทบจากการลดน้ำสูญเสีย ที่สามารถนำไปใช้ประเมินระดับผลกระทบในลักษณะเดียวกันได้สำหรับพื้นที่เมืองอื่นๆได้อย่างสะดวกและเป็นระบบมากขึ้น
3. ข้อเสนอแนะสำหรับดำเนินการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานสำหรับกรณีศึกษา

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1. การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย ใช้เป็นกรณีศึกษาในการทำการประเมินวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปา
2. การประเมินวัฏจักรชีวิตทำแบบ Gate to Gate ตั้งแต่การผลิตน้ำประปาจนถึงการจ่ายน้ำประปา

3. การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมใช้วิธี ReCiPe แบบ Endpoint

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย กระบวนการผลิตน้ำประปา ความหมายของน้ำสูญเสีย สาเหตุการเกิดน้ำสูญเสีย ปริมาณน้ำสูญเสีย แผนการลดน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาค การประเมินวัฏจักรชีวิต กลไกการพัฒนาที่สะอาด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระบวนการผลิตน้ำประปา

วัตถุประสงค์หลักของการโรงผลิตน้ำประปา คือ ผลิตน้ำที่สะอาดผ่านมาตรฐานน้ำดื่มได้ในราคาที่เหมาะสมแก่ผู้ใช้น้ำ โดยประกอบด้วยกระบวนการย่อยหลายกระบวนการเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ได้ตามต้องการเพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อนด้วยวิธีทางกายภาพและเคมี วัตถุดิบที่สำคัญของระบบผลิตน้ำประปา คือ น้ำดิบ ดังนั้นคุณสมบัติของน้ำดิบมีความสำคัญมากในการเลือกออกแบบระบบผลิตน้ำประปาเพื่อให้ได้น้ำประปาที่สะอาดตามมาตรฐาน ในกระบวนการผลิตน้ำประปาประกอบด้วยสองระบบหลักได้แก่ ระบบผลิตน้ำประปาจากน้ำบาดาล และระบบผลิตน้ำประปาจากน้ำผิวดิน ซึ่งรายละเอียดในกระบวนการผลิตน้ำประปาสามารถอธิบายได้โดยสรุปดังนี้

2.1.1 คุณภาพของแหล่งน้ำ

คุณภาพของแหล่งน้ำที่ใช้ในการผลิตน้ำประปามีผลอย่างมากต่อกระบวนการผลิตน้ำประปาที่จะเลือกใช้ในการผลิตน้ำประปา ซึ่งน้ำที่สะอาดกว่าก็จะใช้พลังงานและสารเคมีในการผลิตน้ำประปาน้อยกว่าน้ำที่มีความสะอาดน้อยกว่า โดยกรมควบคุมมลพิษได้มีการกำหนดประเภทของแหล่งน้ำผิวดินออกเป็น 5 ประเภท (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 8, 2537) ได้แก่

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถใช้เป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรค น้ำประเภทนี้เหมาะสมในการขยายพันธุ์ตามธรรมชาติ การอนุรักษ์ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน น้ำประเภทนี้เหมาะสมในการอนุรักษ์สัตว์น้ำ การประมง การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพทั่วไปก่อน และสามารถใช้ในการเกษตรได้

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และสามารถใช้ในการอุตสาหกรรมได้

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการคมนาคม

คุณภาพน้ำโดยรวมในแม่น้ำต่างๆของประเทศไทยตามการรวบรวมของกรมควบคุมมลพิษในปี พ.ศ. 2547 อยู่ในประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคและผ่านการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และสามารถใช้ในการเกษตรได้

2.1.2 กระบวนการผลิตน้ำประปาจากน้ำบาดาล

การผลิตน้ำประปาจากน้ำบาดาลเป็นระบบที่มีใช้ในประปาชุมชนขนาดเล็กของประเทศไทย โดยกระบวนการผลิตน้ำประปาจากน้ำบาดาลประกอบด้วยกระบวนการได้แก่ การเติมอากาศ การกรอง การฆ่าเชื้อโรค และถังน้ำใสเพื่อแจกจ่าย

1. การเติมอากาศ เป็นการเติมอากาศหรือก๊าซให้สัมผัสกับน้ำดังรูปที่ 2.1 โดยมีวัตถุประสงค์ของการเติมอากาศได้แก่ เพื่อลดความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดกลิ่นและรส และเพื่อออกซิไดซ์เหล็กและแมงกานีสให้ตกตะกอนออกมา โดยการเติมอากาศนั้นจะใช้ในกระบวนการผลิตน้ำประปาจากน้ำบาดาลเท่านั้น

Chulalongkorn University

รูปที่ 2.1 การเติมอากาศในกระบวนการผลิตน้ำประปาจากน้ำบาดาล

ที่มา : http://wastewatertreatments.wordpress.com/page/5/ [2556, มิถุนายน 19]

2. การกรอง เป็นกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยอาศัยกลไกที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น การที่น้ำไหลผ่านชั้นหินต่างๆที่มีความพรุนบนผิวโลกจนเกิดเป็นน้ำสะอาด การกรองเป็นขั้นตอนที่ทำให้น้ำไหลผ่านชั้นกรอง เช่น ทราย ในรูปที่ 2.2 แสดงให้เห็นถังกรองทราย โดยตัวกลางที่นิยมใช้ในการผลิตประปาจากน้ำจากน้ำบาดาลของประเทศไทยคือ ทราย เพราะสามารถหาได้จากแม่น้ำต่างๆทั่วประเทศไทย ขณะที่น้ำไหลผ่านชั้นกรอง ของแข็งแขวนลอยที่ปนมากับน้ำจะติดค้างอยู่ในช่องว่างของชั้นกรอง น้ำที่ไหลผ่านชั้นกรองออกมาจะเป็นน้ำที่สะอาด โดยชนิดของถังกรองมีหลายชนิด ซึ่งถังกรองช้าเป็นถังกรองชนิดที่ได้รับความนิยมใช้ในการผลิตน้ำประปาจากน้ำบาดาลเพราะราคาก่อสร้างถูกและควบคุมระบบได้ง่าย โดยถังกรองช้าเป็นถังกรองที่มีอัตราการกรองน้ำประมาณ 10 ลบ.ม./ตร.ม.วันและเมื่อใช้งานจนเกิดการอุดตันของชั้นกรองก็จะทำการตักทรายด้านบนของถังกรองไปทิ้งและใช้งานถังกรองน้ำต่อไป

รูปที่ 2.2 ถังกรองที่ใช้ทรายเป็นชั้นกรอง

ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

3. การฆ่าเชื้อโรค เป็นการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคเกือบทั้งหมดในน้ำ โดยกระบวนการฆ่าเชื้อโรคมีหลายวิธี ได้แก่ แสงอัลตราไวโอเลต โอโซน โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต และคลอรีน ซึ่งการฆ่าเชื้อโรคที่ระบบผลิตน้ำประปานิยมใช้ คือ คลอรีนเพราะมีราคาถูกและใช้งานง่ายดังในรูปที่ 2.3 แต่คลอรีนมีข้อเสียที่เมื่อเติมลงในน้ำที่มีสารอินทรีย์อยู่มากจะทำให้เกิดเป็นสารไตรฮาโลมีเทน (Trihalomethane: THM) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งที่ส่งผลอันตรายต่อผู้ใช้น้ำประปา

รูปที่ 2.3 ถังก๊าซคลอรีนและระบบการเติมลงในน้ำประปา

ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

4. ถังเก็บน้ำใส เป็นถังที่ใช้เก็บน้ำประปาที่ผ่านกระบวนการต่างๆของโรงผลิตน้ำประปาแล้ว ในรูปที่ 2.4 แสดงในเห็นถังเก็บน้ำใสและหอถังสูง โดยมีลักษณะเป็นถังสูงปิดทุกด้านเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกภายนอก และความสูงของถังมีประโยชน์เพื่อใช้ในการกระจายและจ่ายน้ำให้เกิดแรงดันที่ต้องการเพื่อไปถึงบ้านเรือนผู้ใช้น้ำประปา

รูปที่ 2.4 รูปแสดงถังเก็บน้ำใสแบบหอสูงและแบบถังเก็บใต้ดิน

ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

5. ระบบจ่ายน้ำประปา ระบบจ่ายน้ำประปาแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ระบบไหลตามแรงโน้มถ่วง และระบบจ่ายน้ำภายใต้แรงดัน ซึ่งอาจจะมีถังเก็บน้ำหรือสูบจ่ายด้วยเครื่องสูบน้ำโดยตรง การเลือกระบบจ่ายน้ำ โดยทั่วไปจะพิจารณาจากลักษณะภูมิประเทศของชุมชนเป็นหลัก ชุมชนที่อยู่บริเวณพื้นที่ราบ จำเป็นต้องอาศัยการสูบจ่ายน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำ ขณะที่ชุมชนที่อยู่บนเนินอาจจะอาศัยจุดที่สูงเป็นที่เก็บและจ่ายน้ำ โดยอาศัยแรงโน้มถ่วง ระบบท่อส่งจ่ายน้ำแบ่งออกเป็น 3 ระบบ ได้แก่ ระบบสาขา ระบบตาราง และระบบผสม ที่ระบบจ่ายน้ำประปาเป็นส่วนที่ทำให้เกิดการรั่วไหลของน้ำจากระบบจ่าย ซึ่งเรียกว่าน้ำสูญเสีย

2.1.3 กระบวนการผลิตน้ำประปาจากน้ำผิวดิน

กระบวนการผลิตน้ำประปาจากน้ำผิวดินมีกระบวนการคล้ายคลึงกับระบบผลิตน้ำประปาจากน้ำบาดาล แต่จะแตกต่างที่มีการเพิ่มกระบวนการกวนเร็ว การกวนช้า และการตกตะกอน เข้าไปในกระบวนการผลิตน้ำประปาจากน้ำผิวดิน โดยมีกระบวนการดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 กระบวนการผลิตน้ำประปาจากน้ำผิวดิน

ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

1. กระบวนการกวนเร็ว เป็นหน่วยปฏิบัติการทางกายภาพและเคมี ประกอบด้วยการเติมสารเคมีและการกวนน้ำด้วยความปั่นป่วนสูง โดยมีวัตถุประสงค์ทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์ เพื่อให้เกิดการรวมตัวของตะกอนแขวนลอยในน้ำ โดยสารเคมีที่นิยมใช้ในระบบผลิตน้ำประปาของประเทศไทย เช่น สารส้ม โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ เป็นต้น ดังรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 การกวนเร็วโดย Static mixer และสารส้ม

ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

2. กระบวนการกวนช้า เป็นหน่วยปฏิบัติการกายภาพและเคมี ในรูปที่ 2.7 แสดงในเห็นถังกวนช้า โดยน้ำหลังจากที่ผ่านกระบวนการกวนเร็วเพื่อทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์แล้ว น้ำก็จะเข้าสู่กระบวนการกวนช้า ซึ่งเป็นกระบวนการที่น้ำจะถูกกวนช้าๆอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้อนุภาคเกิดการสัมผัสและรวมตัวเป็นกลุ่มก้อนที่มีขนาดใหญ่ขึ้น และจะตกตะกอนในกระบวนการตกตะกอนต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 2.7 ถังกวนช้า

ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

3. การตกตะกอน เป็นปฏิบัติการหน่วยทางกายภาพที่อาศัยแรงโน้มถ่วงแยกของแข็งแขวนลอยออกจากน้ำ ซึ่งเป็นกระบวนการที่จะรับน้ำที่ผ่านกระบวนการกวนช้า โดยถังตกตะกอนมีหลายแบบดังรูปที่ 2.8 เช่น ถังตกตะกอนแบบวงกลม และแบบสี่เหลี่ยม มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันออกไป ซึ่งถังตกตะกอนแบบวงกลมจะมีปัญหาเรื่องการไหลลัดทางของน้ำ แต่จะมีข้อดีเรื่องการเก็บรวบรวมตะกอนที่ก้นถัง และถังตกตะกอนแบบสี่เหลี่ยมมีข้อเสียเรื่องการรวบรวมตะกอน แต่มีข้อดีเรื่องการแก้ปัญหาน้ำไหลลัดทาง

รูปที่ 2.8 ถังตกตะกอนแบบวงกลมและแบบสี่เหลี่ยม

ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

ระบบจ่ายน้ำประปาเป็นส่วนที่เกิดการรั่วไหลของน้ำประปาจากเครือข่ายท่อส่งน้ำประปา ทำให้เกิดน้ำที่ไม่สามารถสร้างรายได้ต่อการประปา ซึ่งปริมาณน้ำสูญเสียที่มากขึ้นก็จะส่งผลให้โรงผิตน้ำประปาต้องเพิ่มกำลังการผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการของประชาชนที่ใช้น้ำประปา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2 น้ำสูญเสีย

2.2.1 ความหมายและการคำนวณปริมาณน้ำสูญเสีย

จากตารางสมดุลน้ำในรูปที่ 2.9 อธิบายถึงน้ำสูญเสีย หมายถึง น้ำที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ ซึ่งประกอบไปด้วย การบริโภคแบบไม่มีสิทธิ์ ความไม่ถูกต้องของมิเตอร์ลูกค้า และการรั่วไหลจากเครือข่ายท่อประปา โดยเรียกรวมทั้งหมดว่าน้ำที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้

<table>
<tr><td rowspan="8">System Input Volume</td><td rowspan="4">Authorised Consumption</td><td rowspan="3">Billed Authorised Consumption</td><td>Billed Water Exported</td><td rowspan="3">Revenue Water</td></tr>
<tr><td>Billed Meter Consumption</td></tr>
<tr><td>Billed Unmetered Consumption</td></tr>
<tr><td>Unbilled Authorised Consumption</td><td>Unbilled Meter Consumption</td><td rowspan="5">Non Revenue Water</td></tr>
<tr><td>Unbill Unmetered Consumption</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Water Loss</td><td>Apparent Loss</td><td>Unauthorised Consumption</td></tr>
<tr><td>Customer Meter Inaccuracies</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Real Losses</td><td>Leakage on Tranmission and Distribution Mains</td></tr>
<tr><td>Leakage and Overflow at Storage Tanks</td></tr>
<tr><td>Leakage on Service Connection Up to point of Customer Meter</td></tr>
</table>

รูปที่ 2.9 แผนภาพสมดุลของน้ำ

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Charalambous และ Hamilton, 2012

สำหรับประปาส่วนภูมิภาคได้ให้ความหมายของน้ำสูญเสีย คือ น้ำที่เป็นส่วนต่างระหว่างปริมาณน้ำที่ผลิตจ่ายเข้าระบบแจกจ่าย ลบด้วย ปริมาณน้ำที่สามารถเรียกเก็บเงินได้ตามบิลค่าน้ำประปา ลบด้วย ปริมาณน้ำเพื่อซ่อมบำรุงและปริมาณน้ำแจกฟรีเพื่อการสาธารณะ โดยสามารถเขียนได้ดังสมการ

ปริมาณน้ำสูญเสีย = ปริมาณที่ผลิตจ่ายเข้าระบบแจกจ่าย – ปริมาณน้ำที่สามารถเรียกเก็บเงินได้ตามบิลค่าน้ำประปา – ปริมาณน้ำเพื่อการซ่อมบำรุง – ปริมาณน้ำแจกฟรีเพื่อการสาธารณะ

2.2.2 สาเหตุของการเกิดน้ำสูญเสีย

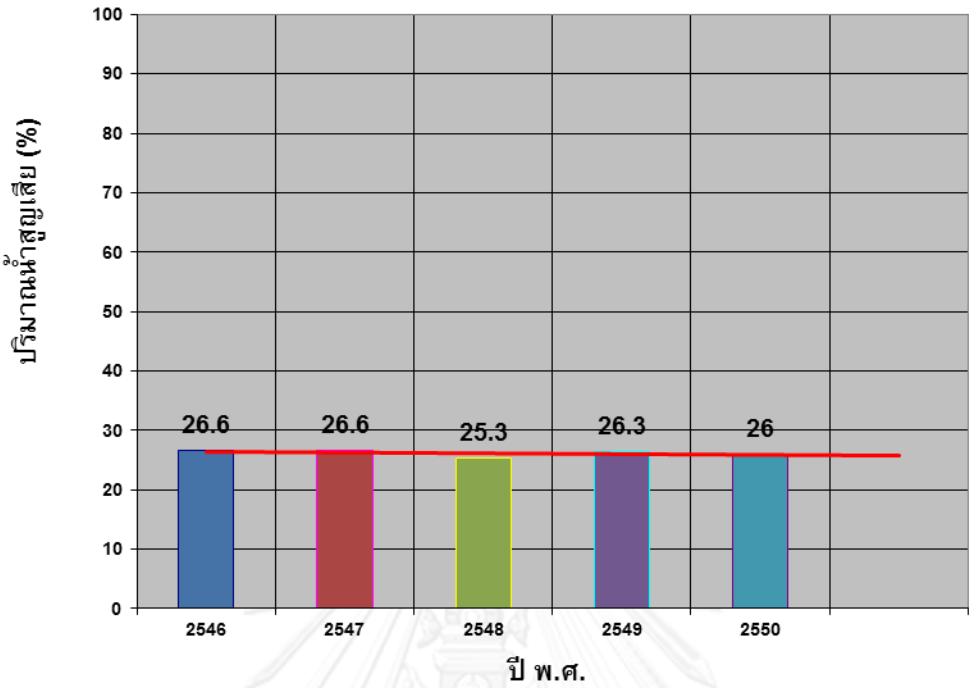
น้ำสูญเสียแบ่งสาเหตุการเกิดเป็น 2 ประเภทดังต่อไปนี้

1. น้ำสูญเสียที่เกิดขึ้นเอง เกิดจากการหมดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ การเลือกชนิดท่อที่ไม่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ การก่อสร้างวางท่อไม่ได้มาตรฐาน วางท่อใหม่ทดแทนท่อเดิมแต่ไม่ได้ยกเลิกการส่งน้ำผ่านท่อเดิม การหมดอายุการใช้งานของมาตรวัดผู้ใช้น้ำ มาตรวัดน้ำชำรุดหรือไม่สามารถอ่านค่าจากมาตรวัดน้ำได้ ขนาดมาตรวัดน้ำที่ไม่เหมาะสมกับปริมาณการใช้น้ำ การติดตั้งมาตรวัดน้ำที่ไม่ถูกต้อง

2. น้ำสูญเสียที่เกิดจากการกระทำเกิดจากการให้บริการสาธารณะโดยไม่มีการเก็บเงิน เช่น น้ำดับเพลิง น้ำเพื่อการสาธารณะ น้ำที่ใช้ในการบำรุงรักษาท่อ การลักขโมยใช้น้ำและการปรับแก้มาตรวัดน้ำ อุบัติเหตุจากการก่อสร้างถนน ท่อระบายน้ำ ท่อประปา และแรงดันน้ำในท่อน้ำประปาที่สูงเกินไป

2.2.3 สถานการณ์ของน้ำสูญเสีย

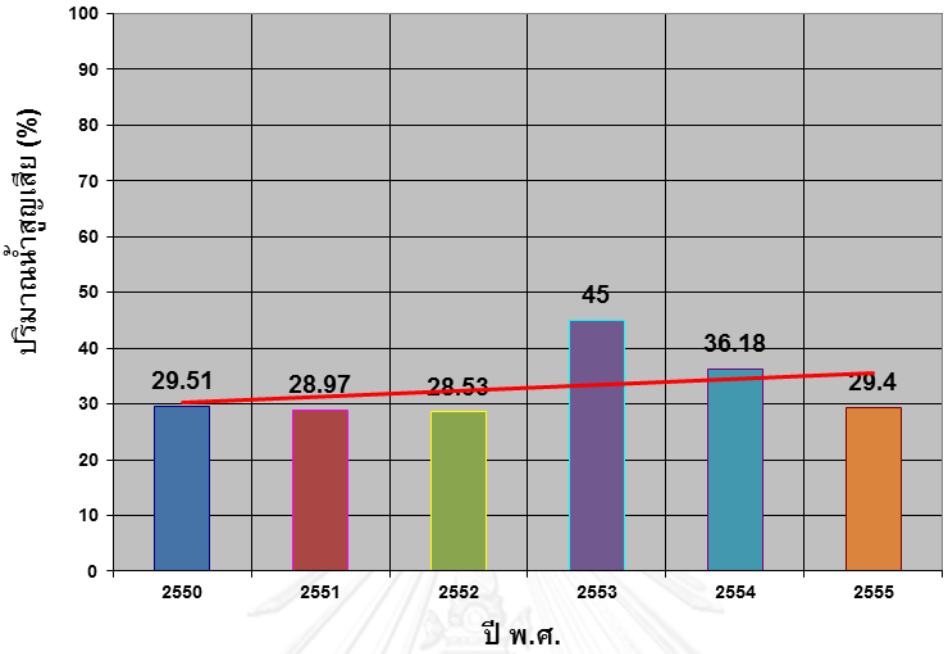
ในประเทศที่พัฒนาแล้วมีอัตราการเกิดน้ำสูญเสียที่รายงานประมาณ 15% ของปริมาณน้ำประปาที่ผลิตได้ เช่น ฝรั่งเศสมีอัตราน้ำสูญเสีย 26% ของปริมาณน้ำประปาที่ผลิตได้ อังกฤษมีอัตราสูญเสีย 19% ของปริมาณน้ำประปาที่ผลิตได้ และเยอรมันมีอัตราน้ำสูญเสีย 7% ของปริมาณน้ำประปาที่ผลิตได้ ส่วนในประเทศกำลังพัฒนามีปริมาณน้ำสูญเสีย 35% ของปริมาณน้ำประปาที่ผลิตได้ (Franciso และคณะ, 2555) ในทุกปีทั่วโลกมีปริมาณน้ำสูญเสีย 48 พันล้านลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าใช้จ่ายสำหรับน้ำสูญเสีย 14.6 พันล้านเหรียญสหรัฐ (Schouten และ Halim, 2553) โดยอัตราน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคตั้งแต่ปี 2546 – 2550 ดังรูปที่ 2.10 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 26.16% ของปริมาณน้ำประปาที่ผลิตได้ และอัตราน้ำสูญเสียของกรณีศึกษาการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายเฉลี่ย 6 ปี ตั้งแต่ปี 2550 - 2555 มีค่าเท่ากับ 32.93% ของปริมาณน้ำประปาที่ผลิตได้ ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.10 ปริมาณน้ำสูญเสียเฉลี่ยรายปีของการประปาส่วนภูมิภาคตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 – 2550

ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาค

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2.11 ปริมาณน้ำสูญเสียเฉลี่ยรายปีของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 – 2555

ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

2.3 แนวทางในการป้องกันน้ำสูญเสีย

จากสาเหตุและสถานการณ์ของน้ำสูญที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบต่างๆมากมายทั้งด้านรายได้ของการประปา และด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงควรมีแนวทางในการลดน้ำสูญเสียให้มีเกิดขึ้นน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

ปกติในการหาการรั่วไหลของน้ำทำได้หลายวิธี วิธีแรกโดยการวัดความดันของน้ำ หากปรากฏว่าในแนวท่อสายใดค่าความดันของน้ำลดลงอย่างผิดสังเกตในช่วงใดช่วงหนึ่งของเส้นท่อ อาจมาจากสาเหตุดังนี้

1. ถ้าเกิดทั้งกลางคืนและกลางวันแสดงว่ารอยรั่วขนาดใหญ่
2. ถ้าเกิดเฉพาะกลางวันแสดงว่าท่อที่ใช้มีขนาดเล็กเกินไป
3. ถ้าเกิดเฉพาะกลางคืนแสดงว่าอาจมีรอยรั่วหลายจุด

อีกวิธีหนึ่ง คือ การวัดปริมาณการไหลของน้ำในเส้นท่อดังรูปที่ 2.12 กระทำได้โดยการแบ่งพื้นที่การวางท่อเป็นพื้นที่ย่อยๆแล้ววัดปริมาณการไหลของน้ำในเส้นท่อทั้งเวลากลางวันและกลางคืน

เก็บเป็นข้อมูลไว้ หากในพื้นที่ย่อยส่วนใดเกิดการรั่วไหลขึ้น อัตราการไหลของน้ำจะสูงกว่าค่าที่ได้เคยเก็บเป็นข้อมูลไว้ ซึ่งทำให้สามารถกำหนดพื้นที่ที่จะสำรวจจุดรั่วไหลได้

รูปที่ 2.12 มาตรวัดอัตราการไหลเข้าพื้นที่ย่อยและการแบ่งพื้นที่ย่อย

ที่มา : บริษัท TOTAL WATER จำกัด (มหาชน)

วิธีสุดท้าย คือ การใช้เครื่องมือวัดคลื่นเสียง ตามรูปที่ 2.13 โดยอาศัยหลักการที่ว่า หากจุดใดเกิดการรั่วไหลจะเกิดเสียงไหลของน้ำ ณ จุดนั้น เครื่องมือนี้จะขยายเสียงรั่วให้ได้ยินชัดเจน การสำรวจด้วยวิธีนี้จำเป็นจะต้องใช้ประสบการณ์ในการใช้เครื่องมือประเภทนี้มากดังรูปที่ 2.14

รูปที่ 2.13 เครื่องมือ Listening stick และ Geo phone ตามลำดับ

ที่มา : บริษัท TOTAL WATER จำกัด (มหาชน)

รูปที่ 2.14 การใช้เครื่องมือ Listening stick ในการฟังเสียงตามท่อน้ำประปาเพื่อตรวจสอบหาการรั่วไหล

ที่มา : บริษัท TOTAL WATER จำกัด (มหาชน)

ปริมาณน้ำสูญเสียที่ยิ่งมีค่าสูงขึ้นก็จะส่งผลกระทบการผลิตน้ำประปาที่จะต้องเพิ่มกำลังการผลิตเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้น้ำประปาที่เพิ่มขึ้นทุกวัน การเพิ่มกำลังการผลิตหรือการสร้างโรงประปาส่งผลต่อปริมาณการใช้พลังงานและสารเคมีที่จะต้องสูงขึ้นตามไปด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4 นโยบายและแผนการลดน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาค

การประปาส่วนภูมิภาคได้ให้ความสำคัญกับการบริหารจัดการน้ำสูญเสียอย่างเป็นระบบ โดยได้บรรจุกลยุทธ์ในการบริหารจัดการน้ำสูญเสียในแผนยุทธศาสตร์องค์กรของการประปาส่วนภูมิ ฉบับที่ 2 ปี 2555 – 2559 ตามแผนยุทธศาสตร์ในปี 2555 – 2559 การประปาส่วนภูมิภาคจะเร่งบริหารจัดการระบบน้ำสูญเสียให้เป็นระบบมากขึ้น โดยเน้นการลดน้ำสูญเสียด้วยระบบ District Metering Area; DMA การปรับปรุงหรือเปลี่ยนท่อตามข้อเท็จจริง และการควบคุมแรงดันน้ำหรือลดน้ำสูญเสียอื่นๆ

2.4.1 การควบคุมน้ำสูญเสียด้วยระบบ DMA

ระบบ District Metering Area; DMA เป็นระบบบริหารจัดการ ที่มีการแบ่งพื้นที่ออกเป็นพื้นที่ย่อยๆตามปริมาณจำนวนผู้ใช้น้ำ 3,000 – 5,000 ราย โดยในแต่ละ DMA ขอให้มีเส้นทางท่อที่นำน้ำเข้าพื้นที่เพียงเส้นเดียว ตรงที่จุดนำน้ำเข้าพื้นที่นี้จะมีการติดตั้งมาตรวัดน้ำเพื่อวัดปริมาณน้ำที่ไหลเข้าในแต่ละ DMA พร้อมมีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดและควบคุมภาคสนามซึ่งเรียกว่า ตู้ RTU (Remote Terminal Unit) อุปกรณ์ชุดนี้จะทำหน้าที่เป็นการวัดแรงดันน้ำที่เส้นท่อแล้วส่งสัญญาณไปยัง Control Room ที่การประปาส่วนภูมิภาคสาขา ด้วยระบบสัญญาณโทรศัพท์แบบ Real Time ข้อมูลต่างๆที่ได้จากสัญญาณจะทำให้สามารถทราบได้ว่า มีความเป็นไปอย่างใดเกิดขึ้นใน DMA เช่น แรงดันน้ำในเส้นท่อพอเพียงหรือไม่ในแต่ละช่วงเวลา หากมีท่อแตกรั่ว ก็สามารถทราบได้จากแรงดันน้ำที่ลดลง ก็จะสามารถแก้ไขปัญหาได้ง่ายและทันเวลามากขึ้น

แนวทางการพัฒนาระบบ DMA การประปาส่วนภูมิภาคได้กำหนดแนวทางที่จะพัฒนา DMA ในช่วงปี 2555 – 2559 รวม 3 แนวทาง โดยมีการแบ่งการประปาส่วนภูมิสาขาออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้ใช้น้ำไม่เกิน 15,000 ราย การประปาส่วนภูมิภาคจะดำเนินการเอง ส่วนกลุ่มที่มีผู้ใช้น้ำมากกว่า 15,000 – 50,000 ราย และกลุ่มที่ผู้ใช้น้ำเกิน 50,000 ราย จะใช้วิธีจ้างเหมาเอกชนทำการติดตั้งและบริหารจัดการระบบ โดยมีอายุสัญญา 2 ปีและ 3 ปี ตามลำดับ ในปี 2555 การประปาส่วนภูมิภาคจะจัดตั้งคณะทำงานศึกษาความเหมาะสม ในการที่การประปาส่วนภูมิภาคจะดำเนินการเรื่อง DMA เองในการประปาส่วนภูมิภาคสาขากลุ่มข้างต้น

สำหรับพื้นที่เป้าหมายจะดำเนินการติดตั้งในปี 2555 – 2559 การประปาส่วนภูมิภาคจะเน้นการพัฒนาในกลุ่มการประปาส่วนภูมิสาขาศักยภาพ พื้นที่มีปัญหาน้ำสูญเสียแต่ยังไม่ได้งบประมาณและพื้นที่สูญเสียสูงเกิน 1 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และมีระดับการทำกำไรตั้งแต่ 20 ล้านบาทขึ้นไป ซึ่งจะนำระบบ DMA มาใช้ควบคุมน้ำสูญเสีย โดยจะติดตั้งเพิ่มเติมในปี 2553 – 2554 จำนวน 20 สาขา และการประปาส่วนภูมิภาคจะมีสาขาที่มีระบบ DMA มาใช้ควบคุมน้ำสูญเสียทั้งสิ้น 100 สาขา ภายในปี 2559

Chulalongkorn University

2.4.2 การปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงท่อจ่ายน้ำ

ในการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงเส้นท่อ ที่การประปาส่วนภูมิภาคจะดำเนินการในช่วงปี 2555 – 2559 การประปาส่วนภูมิภาคมีแผนจะมุ่งดำเนินการเฉพาะในส่วนที่มีความชัดเจนหรือสามารถพิสูจน์ได้ว่า ท่อที่จะทำการเปลี่ยนเป็นต้นเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดน้ำสูญเสีย คือ จะทำการเปลี่ยนท่อจ่ายน้ำที่สามารถตรวจสอบหรือพิสูจน์ได้ด้วยระบบ DMA ที่นำมาใช้ ซึ่งการประปาส่วนภูมิภาคเชื่อว่าจะเป็นการเปลี่ยนท่อที่ได้ผลสามารถตรวจสอบหรือประเมินผลอัตราน้ำสูญเสียที่ลดลงได้ด้วย ทั้งนี้ในปี 2555 – 2559 การประปาส่วนภูมิภาคมีเป้าหมายที่ปรับปรุงหรือเปลี่ยนเส้นท่อใน

พื้นที่เป้าหมายให้ได้ปีละประมาณ 20 สาขา ซึ่งจะทำให้สามารถเปลี่ยนท่อได้จนครบถ้วนทั้ง 100 แห่ง ในปี 2559

2.4.3 การควบคุมแรงดันน้ำ

การควบคุมแรงดัน เป็นวิธีที่ไม่ต้องทำการค้นหาหรือตรวจสอบการรั่วเพื่อดำเนินการซ่อมแซม แต่เป็นวิธีที่สามารถทำได้ทันทีและง่ายที่สุดในการลดน้ำสูญเสีย สำหรับพื้นที่ๆมีระบบจ่ายน้ำที่มีแรงดันสูงทั้งวันหรือในพื้นที่แรงดันสูงมากในบางเวลา เช่น ในเวลากลางคืน การควบคุมลดแรงดันจะทำให้อัตราและปริมาณการรั่วลดลง โอกาสเกิดท่อแตกหรือระเบิดน้อยลง สำหรับการควบคุมแรงดันน้ำเพื่อควบคุมน้ำสูญเสีย สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้วาล์วลดแรงดันน้ำ การควบคุมแรงดันของเครื่องสูบน้ำ การออกแบบหอถังสูงที่จำกัดแรงดันน้ำ เป็นต้น

2.4.4 ติดตั้ง เปลี่ยนหรือ ซ่อมแซมมาตรวัดน้ำให้เพียงพอและเที่ยงตรง

1. มาตราวัดผู้ใช้น้ำ ในปี 2555 – 2559 การประปาส่วนภูมิควรจัดให้มีการตรวจสอบมาตรวัดตามบ้านผู้ใช้น้ำ เพื่อทำการเปลี่ยนใหม่ หรือซ่อมบำรุงเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการวัดเป็นไปตามมาตรฐาน แต่เนื่องจากมาตรวัดน้ำมีจำนวนมากกว่า 3 ล้านเครื่อง การดำเนินการอาจใช้เวลาหรือสูญเสียค่าใช้จ่ายโดยไม่คุ้มค่า ดังนั้น จึงต้องเน้นดำเนินการเฉพาะในส่วนที่เห็นว่ามีความจำเป็นก่อน โดยอาจเน้นในส่วนที่มีอายุเกิน 10 ปี ซึ่งมีจำนวนประมาณ 1.2 ล้านเครื่อง หรือ 40% ของมาตรผู้ใช้น้ำทั้งหมด 2.9 ล้านเครื่องเศษส่วน ดังนั้น ในปี 2555 – 2559 การประปาส่วนภูมิจึงมีแผนที่จะดำเนินการตรวจสอบเพื่อเปลี่ยน หรือซ่อมบำรุงเฉพาะมาตรที่มีอายุใช้งานเกิน 10 ปี ให้ได้ปีละไม่น้อยกว่า 2 แสนเครื่อง ซึ่งจะทำให้สามารถเปลี่ยนมาตรผู้ใช้น้ำได้ทั้งหมด 1 ล้านเครื่องภายในปี 2559

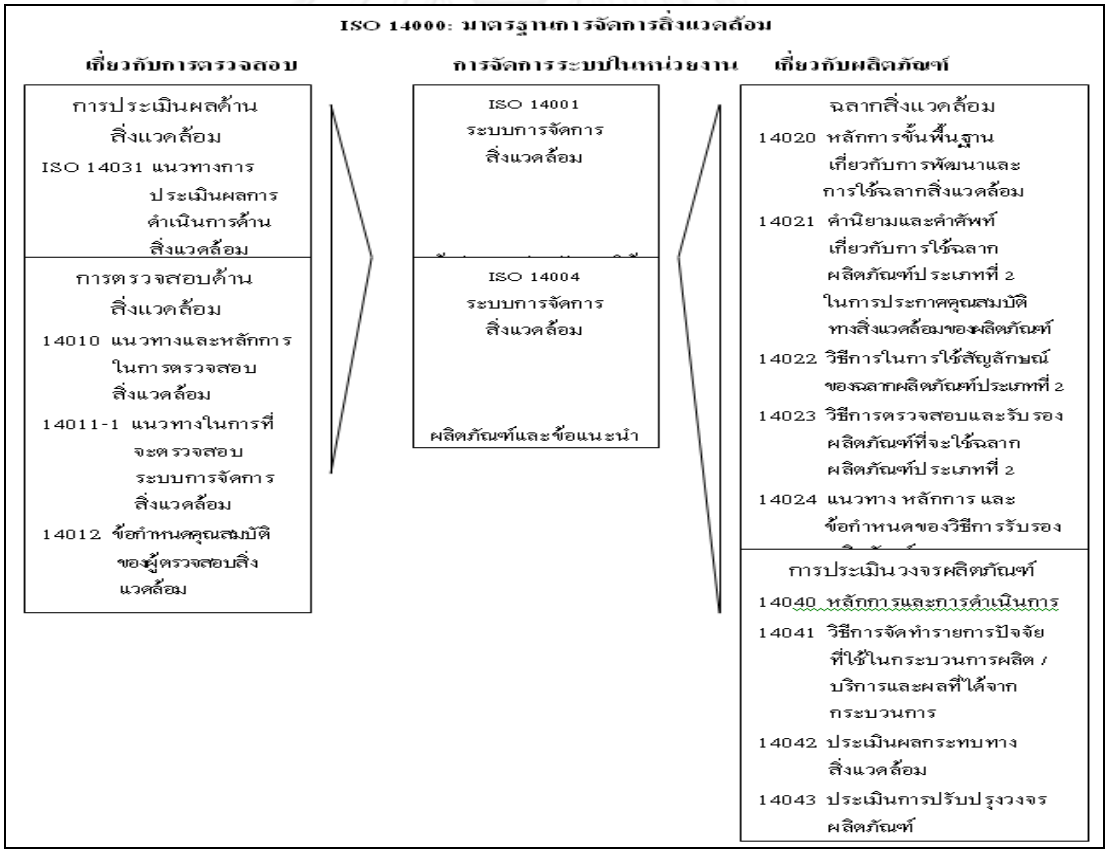
2. มาตรวัดน้ำหลัก จากข้อมูลกองบริหารทรัพย์สิน พบว่า หน่วยบริการของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาต่างๆมีการติดตั้งมาตรวัดหลักไว้เพื่อตรวจวัดปริมาณการไหลหรือตรวจสอบการสูญเสียของน้ำทั้งในระบบน้ำดิบ ระบบผลิต และระบบจ่าย รวมทั้งสิ้นประมาณ 2,520 เครื่อง คิดเป็นอัตราเฉลี่ย 4 เครื่องต่อ 1 หน่วยบริการ ในจำนวนนี้เป็นมาตรวัดหลักที่อยู่ในสภาพใช้งานในระดับปานกลาง – ดี จำนวน 2,052 เครื่อง มีสภาพชำรุดแต่ยังมีการใช้งานอยู่ประมาณ 203 เครื่อง ชำรุดและใช้งานไม่ได้ 265 เครื่อง ในปี 2555 – 2559 การประปาส่วนภูมิต้องเร่งซ่อมแซมมาตรวัดหลักโดยเฉพาะส่วนที่มีสภาพชำรุดแต่ยังมีการใช้งานอยู่ ให้มีความเที่ยงตรงตามมาตรฐาน หรือ อาจทำการเปลี่ยนเครื่องใหม่ทดแทนให้ขึ้นอยู่กับสภาพและความเหมาะสม นอกจากนี้ควรเร่งรัดจัดหามาตรวัดหลักใหม่ให้กับหน่วยบริหารที่ยังมีมาตรวัดหลักต่ำกว่า 4 เครื่องต่อหน่วยบริการ โดยมีแผนดำเนินการซ่อมแซมบำรุง เปลี่ยน หรือจัดหามาตรวัดหลักให้ประปาในพื้นที่เป้าหมายภายในปี 2559

2.5. การประเมินวัฏจักรชีวิต

ในการศึกษานี้มีจุดประสงค์ที่จะประเมินให้เห็นถึงผลกระทบสิ่งแวดล้อมของระบบผลิตและจ่ายน้ำประปา โดยใช้แนวทางการประเมินวัฏจักรชีวิตของน้ำประปา เพื่อวิเคราะห์ว่าในกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปานั้นเกิดปริมาณผลกระทบสิ่งแวดล้อมขึ้นมากหรือน้อยเพียงใดต่อการผลิตและจ่ายน้ำประปาหนึ่งลูกบาศก์เมตร

2.5.1 นิยามการประเมินวัฏจักรชีวิต

LCA (Life cycle assessment) เป็นส่วนหนึ่งซึ่งถูกบรรจุอยู่ในมาตรฐาน ISO 14040 ตามรูปที่ 2.15 ซึ่งอยู่ภายในระบบมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม 14000 การประเมินวัฏจักรชีวิตเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์และประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวเนื่องกับผลิตภัณฑ์ตลอดวัฏจักร โดยพิจารณาตลอดวัฏจักรชีวิตซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่ง การใช้งานผลิตภัณฑ์ การแปรรูป รวมถึงการใช้ซ้ำและการกำจัดทิ้ง



รูปที่ 2.15 อนุกรมของISO 14000 มาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม

ที่มา : http://uhost.rmutp.ac.th/tasanee.p/Unit%206/6-2ISO14000.html [2556, มิถุนายน 20]

หลักการใช้การประเมินวัฏจักรชีวิต

1. การบ่งชี้และระบุปริมาณของภาระทางสิ่งแวดล้อมในทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องหรือที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์

2. การประเมินการหาค่าของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มีโอกาสเกิดขึ้นจากผลิตภัณฑ์

3. การประเมินหาโอกาสในการปรับปรุงทางสิ่งแวดล้อม และการใช้ข้อมูลที่มีการแสดงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของกิจกรรมเหล่านี้เป็นองค์ประกอบในการตัดสินใจ

2.5.2 ความสำคัญและประโยชน์ของการประเมินวัฏจักรชีวิต

การประเมินวัฏจักรชีวิตเป็นหลักการคิดและวิเคราะห์แบบที่พิจารณาผลิตภัณฑ์โดยภาพรวม จึงได้มีการประยุกต์การประเมินวัฏจักรชีวิตมาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการสิ่งแวดล้อมดังนี้

1. เพื่อการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ ปัจจุบันเศรษฐกิจเป็นสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมทางด้านอุตสาหกรรม ตลอดจนการกำหนดนโยบายต่างๆยังมุ่งเน้นและได้ให้ความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจมากกว่าด้านสิ่งแวดล้อม หลักการของการประเมินวัฏจักรชีวิต นอกจากจะสามารถประเมินผลทางสิ่งแวดล้อมแล้วยังสามารถวิเคราะห์ผลทางเศรษฐกิจต่างๆได้ เช่น การลดต้นทุน และการประเมินความเสี่ยงของผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์โดยหลักการประเมินวัฏจักรชีวิต สามารถช่วยปรับปรุงผลิตภัณฑ์ได้ คือ ใช้วิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ ช่วยในการตัดสินใจทางเลือกในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ได้ง่ายขึ้น และใช้วางแผนกลยุทธ์เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์

2. เพื่อการวิเคราะห์ผลกระทบโดยรวม การมองภาพรวมช่วยหลีกเลี่ยงปัญหาที่จะเกิดจากการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในที่หนึ่งแต่จะสร้างปัญหาสิ่งแวดล้อมในอีกที่หนึ่งแทน โดยปัจจุบันมีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยเทคนิคการผลิตที่สะอาด ซึ่งจะพิจารณาความเหมาะสมในการรีไซเคิล การเลือกวัตถุดิบรวมทั้งจำกัดปริมาณของวัตถุดิบ โดยการประเมินวัฏจักรชีวิตสามารถป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้นได้ คือ พยายามรวมผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมทั้งหมดของผลิตภัณฑ์หรือกิจกรรมในกระบวนการประเมิน ใช้เป็นเกณฑ์การเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีผลกระทบน้อย ตัดปัญหาที่จะเกิดขึ้นตามขั้นตอนหนึ่งไปสู่ขั้นตอนอื่น และขจัดปัญหาเบื้องต้นที่เป็นสาเหตุของปัญหาอื่นๆจากปัญหาประเภทหนึ่งไปอีกประเภทหนึ่ง

3. เพื่อการวิเคราะห์ที่ละเอียดและเป็นระบบ การศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตตั้งอยู่บนพื้นฐานของวิทยาศาสตร์และให้ข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งจะเป็นเครื่องมือที่ดีที่สุดในการตัดสินใจทางด้าน

สิ่งแวดล้อมเนื่องจากสามารถเพิ่มขีดความน่าเชื่อถือในผลการวิเคราะห์มากกว่าการใช้ความรู้สึกตัดสินใจในเรื่องที่ซับซ้อน ซึ่งการประเมินวัฏจักรชีวิตเป็นเครื่องมือที่มีความเป็นกลางในการนำไปใช้เพื่อตัดสินใจในปัญหาต่างๆ ข้อดีของการประเมินวัฏจักรชีวิต ที่ช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจ คือ ไม่ใช้ความเชื่อในการตัดสิน เข้าใจง่าย สามารถพิสูจน์ได้ สามารถให้คำตอบที่เป็นรูปธรรม และเป็นเครื่องมือที่ดีในการตัดสินใจคือการใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ

ประโยชน์ของการทำการประเมินวัฏจักรชีวิต

1. สามารถนำ LCA ไปใช้ในการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการว่า ผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการใดมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่า

2. ใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมรวมถึงใช้เป็นฐานข้อมูลในการวางแผนการจัดการ เพื่อปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพและเลือกใช้เทคโนโลยีในกระบวนการที่เกี่ยวข้อง

3. ผลที่ได้รับจากการศึกษา LCA สามารถนำไปเป็นข้อมูลหรือข้ออ้างอิงด้านสิ่งแวดล้อมให้เป็นไปตามกฎหมายสิ่งแวดล้อมของประเทศคู่ค้าเพื่อสนับสนุนการส่งออกของโรงงานและของประเทศไทย

4. จะช่วยเตรียมความพร้อมของประเทศในการรองรับกับมาตรฐานด้านการค้าและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศคู่ค้า

2.5.3 ขั้นตอนการประเมินวัฏจักรชีวิต

การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการใดๆตามมาตรฐาน ISO 14040-14043 สามารถแบ่งกระบวนการการทำการประเมินวัฏจักรชีวิตออกเป็น 4 ขั้นตอนตามรูปที่ 2.16 ได้แก่

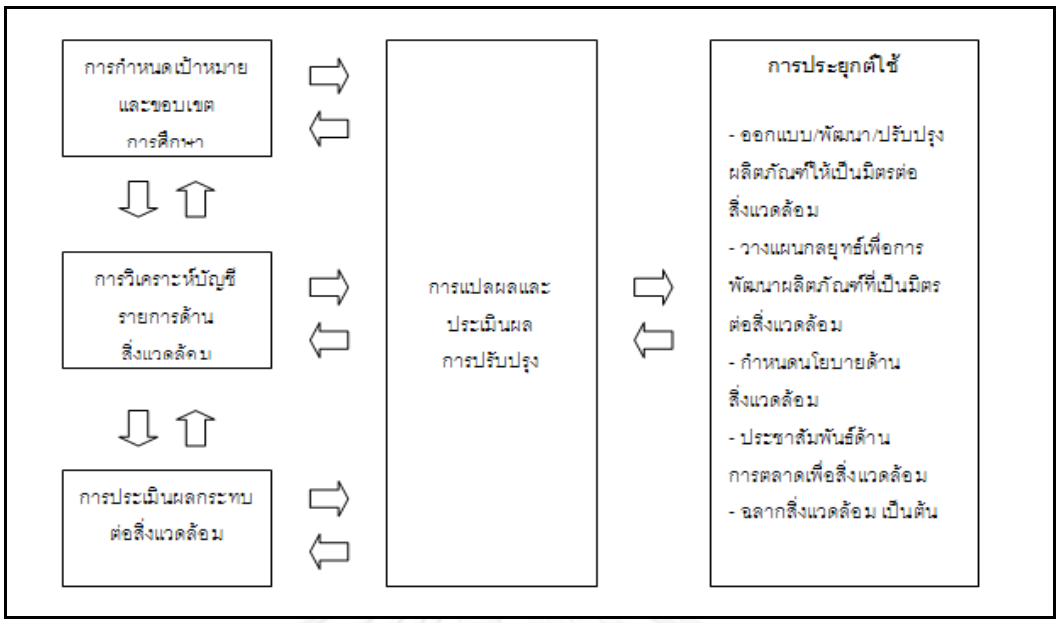
1. การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา

2. การจัดทำบัญชีรายการ

3. การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

4. การแปลผลการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2.16 ขั้นตอนการทำการประเมินวัฏจักรชีวิต

ที่มา : http://www.en.mahidol.ac.th/EI/1089_4.html [2556, มิถุนายน 20]

1. การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต

การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษาจัดเป็นขั้นตอนที่จำเป็นในการทำ LCA เพื่อให้เกิดความชัดเจนในวัตถุประสงค์ของการศึกษา และกำหนดระบบที่จะใช้ศึกษาให้ตรงตามความต้องการ ซึ่งจะมีอิทธิพลโดยตรงต่อทิศทางและความละเอียดในการศึกษา ถ้ากำหนดเป้าหมายและขอบเขตไม่ครอบคลุมและไม่ดีพอจะทำให้การประเมินสารเข้าและสารออกจากระบบหรือประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับปรุงระบบนั้นทำได้ยากและไม่ตรงประเด็น

ขั้นตอนการกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษาประกอบด้วย

หน้าที่ของผลิตภัณฑ์

การกำหนดขอบเขตของการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต ควรระบุหน้าที่ และคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจนเนื่องจากผลิตภัณฑ์หนึ่งๆอาจมีหน้าที่หลายอย่าง

หน่วยการทำงาน

หน่วยการทำงาน จะถูกกำหนดขึ้นเพื่อใช้เป็นพื้นฐานสำหรับกำหนดการวัดหรือเก็บข้อมูลของสารเข้าและสารออกจากระบบ หน่วยการทำงานมีความสำคัญในการใช้เปรียบเทียบระหว่างผลของการประเมินวัฏจักรชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระบบที่ต่างกัน ระหว่าง

ผลิตภัณฑ์ หรือหลายผลิตภัณฑ์ที่รวมเป็นผลิตภัณฑ์เดียว เพื่อให้ข้อมูลปริมาณสารที่เข้าและออกจากระบบตั้งอยู่บนพื้นฐานเดียวกัน

ขอบเขตระบบ

ขอบเขตของระบบ ขอบเขตระหว่างระบบผลิตภัณฑ์กับสิ่งแวดล้อมหรือกับระบบผลิตภัณฑ์อื่น โดยระบบผลิตภัณฑ์ คือ ระบบที่ถูกจำลองขึ้นจากกระบวนการย่อยหลายกระบวนการมาเชื่อมต่อกันโดยอาศัยการไหลของผลิตภัณฑ์ หรือ ของเสียที่ต้องนำไปบำบัดของแต่ละกระบวนการย่อยเป็นตัวเชื่อมโยง

2. การจัดทำบัญชีรายการ

การจัดทำบัญชีรายการเป็นขั้นตอนหนึ่งของการประเมินวัฏจักรชีวิตที่ใช้ระยะเวลานานและยุ่งยากที่สุด เพื่อนำไปสู่การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการที่ได้มีการกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายไว้แล้วในขั้นตอนแรก รวมทั้งสร้างแบบจำลองของระบบผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณของสารเข้าและสารออกจากระบบผลิตภัณฑ์ โดยสร้างผังการไหลของพลังงาน วัตถุดิบ ของเสีย และมลพิษที่เข้าและออกจากระบบ การเก็บรวบรวมข้อมูลควรจะอยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่ายได้ง่าย สอดคล้องกับกระแสการไหลของกระบวนการ

1. คุณลักษณะของข้อมูล

1) การเก็บรวบรวมข้อมูล กระบวนการวิเคราะห์รายการจะรวมถึงการคัดเลือกและการจัดการกับข้อมูลวัตถุดิบที่ใช้ ของเสีย และสิ่งที่แพร่กระจายสำหรับทุกขั้นตอนของวัฏจักรชีวิต โดยข้อมูลสามารถจัดหาได้จากหน่วยงาน สถานที่ต่างๆ แต่เมื่อข้อมูลของกระบวนการเฉพาะหาไม่ได้ ควรระบุแหล่งข้อมูลอื่นจากข้อมูลต่อไปนี้ ผู้ออกแบบกระบวนการ การคำนวณทางวิศวกรรมที่ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยี การประมาณจากการดำเนินงานที่คล้ายกัน และแหล่งที่จัดพิมพ์และฐานข้อมูลทางการค้าที่หาได้

2) การกลั่นกรองข้อมูล ขอบเขตระบบจะถูกกำหนดเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการกำหนดขอบเขต หลังจากการเก็บข้อมูลชุดแรกเสร็จสิ้นแล้ว ขอบเขตของระบบจะสามารถถูกกลั่นกรองได้ เช่น การตัดสินใจในการเลือกขั้นตอนของวงจรชีวิตหรือการยกเว้นข้อมูลของวัตถุดิบบางอย่างที่ไม่เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมมาก

3) การคำนวณ ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ในการคำนวณและอ้างอิงได้ กระบวนการคำนวณสามารถที่จะกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น การคำนวณในโปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆ ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองงานโดยเฉพาะ ซึ่งสามารถเลือกใช้ได้ตามชนิดและข้อมูลของงาน

4) การเชื่อมโยงข้อมูล หมายถึง ความสามารถทำให้เห็นถึงความสอดคล้องและเชื่อมโยงของข้อมูลที่ได้ เช่น การรวบรวมข้อมูลโดยโรงงานหรือองค์กรที่เกี่ยวข้องถูกกำหนดขึ้นมาเอง

บ่อยครั้งที่ข้อมูลที่ได้จากโรงงานแต่ละหน่วยการผลิต มักไม่ค่อยสัมพันธ์กับกระบวนการผลิตในการพิจารณาผลิตภัณฑ์แต่เพียงอย่างเดียวซึ่งบ่อยครั้งที่ผลิตภัณฑ์ที่คล้ายคลึงกันนั้นอาจเกี่ยวข้องกับสายการผลิตเดียวกัน

5) การปันส่วน สามารถนำไปใช้ได้ในกรณีหากต้องมีการปันส่วนของข้อมูลเมื่อทำการประเมินวัฏจักรชีวิตอาจเป็นไปได้ที่ระบบของเรานั้นมีความยากและซับซ้อนทำให้การเก็บข้อมูลหรืออ้างอิงข้อมูล ทำได้ยากและลำบาก จึงต้องอาศัยการปันส่วนของข้อมูลซึ่งอาจทำได้โดยการเพิ่มขอบเขตของระบบ เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลได้กว้างมากขึ้นหรือจัดสรรผลกระทบให้ตรงกับสิ่งที่เราศึกษามากขึ้น

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

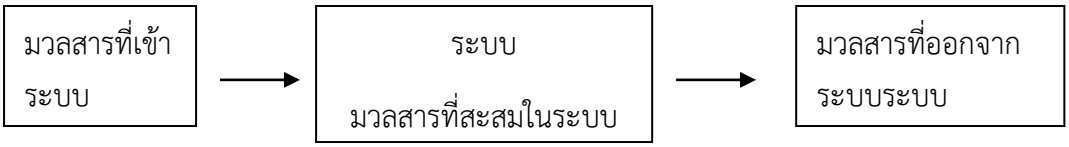
การเก็บรวบรวมข้อมูลต้องสอดคล้องกับขอบเขตการศึกษาที่กำหนดไว้ โดยต้องแสดงรายละเอียดของสารเข้า (วัตถุดิบ พลังงาน และสารเคมีอื่นๆ) และสารออก (ผลิตภัณฑ์ ของเสีย) ซึ่งความยากง่ายในการเก็บรวมรวมข้อมูลขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การศึกษา ข้อมูลควรเก็บย้อนหลังเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปี การเก็บข้อมูลทั่วไปของสถานประกอบการที่ศึกษา ทำให้ทราบถึงข้อมูลเบื้องต้นที่มีความสำคัญของสถานประกอบการ ข้อมูลดังกล่าวจะเป็นข้อมูลที่แสดงให้เห็นถึงลักษณะเฉพาะที่ทำให้รู้จักสถานประกอบการ โดยข้อมูลที่ควรรวบรวมได้แก่ ชื่อสถานประกอบการ สถานที่ตั้งของสถานประกอบการ ข้อมูลภาพรวมการประกอบธุรกิจ การติดต่อสื่อสาร และชนิดและปริมาณของผลิตภัณฑ์

3. สมดุลมวลและสมดุลพลังงาน

การจัดทำบัญชีรายการและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ที่การเก็บข้อมูลของสารเข้าและสารออกจำนวนมากเพื่อให้เกิดความถูกต้องและครบถ้วนของข้อมูลจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบโดยใช้วิธีการสมดุลมวลและสมดุลพลังงาน ดังนี้

สมดุลมวล เป็นหลักการพื้นฐานของกฎการอนุรักษ์มวลสาร กล่าวคือมวลไม่สูญหายหรือถูกทำลายไปดังรูปที่ 2.17 ซึ่งเป็นการพิจารณาว่ามีมวลสารเข้าและมวลสารออกอย่างละเท่าไรและมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของมวลสารภายในระบบเป็นเท่าไร ดังสมการ

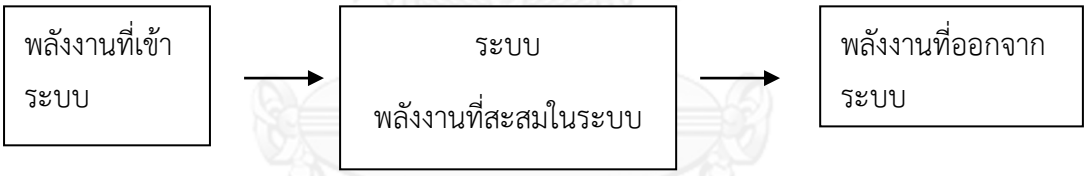
มวลสารเข้าระบบ = มวลสารที่ออกจากระบบ + มวลสารที่สะสมในระบบ



รูปที่ 2.17 ผังสมดุลมวล (Mass Balance)

สมดุลพลังงาน เป็นหลักพื้นฐานของกฎอนุรักษ์พลังงาน ว่าพลังงานเป็นสิ่งที่ไม่สามารถสร้างขึ้นมาได้และไม่สามารถที่จะทำให้สูญหายไปได้ดังรูปที่ 2.18 ดังนั้นพลังงานรวมทั้งหมดของวัตถุก้อนใดก้อนหนึ่งไม่ว่าอยู่ตำแหน่งใดๆย่อมมีค่าเท่ากันทุกๆตำแหน่ง ซึ่งสามารถเขียนดังสมการ

พลังงานที่เข้าสู่ระบบ = พลังงานที่ออกจากระบบ + พลังงานที่สะสมในระบบ



รูปที่ 2.18 ผังสมดุลพลังงาน (Energy Balance)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเป็นขั้นตอนที่สามของการประเมินวัฏจักรชีวิต ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญเพื่อจำแนกและประเมินผลทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วยดังนี้

1. การจำแนกประเภท (Classification) เป็นการจัดกลุ่มผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยสารเคมีบางชนิดสามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้หลายด้าน เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบทั้งด้านสุขภาพมนุษย์และการเกิดฝนกรด เป็นต้น

2.การกำหนดบทบาท (Characterization) เป็นการแสดงประเภทของผลกระทบให้อยู่ในรูปของตัวบ่งชี้ โดยใช้ค่าแฟกเตอร์ในการคูณเพื่อเปลี่ยนปริมาณเป็นค่าผลกระทบและรวมค่าทั้งหมดของของผลกระทบดังสมการ

$$EP_j = \sum (Q_i \times EF_{ij})$$

เมื่อ EP_j (Environmental impact potential) คือ ค่าศักยภาพของผลกระทบสิ่งแวดล้อมสำหรับผลกระทบประเภท J ใดๆ (kg substance equivalent)

Q_i (Quality of Substance) คือ ปริมาณมลภาวะที่ i ที่ปล่อยออกมา

EF_{ij} (Equivalency factor) คือ ค่าเทียบเท่าของสาร i ที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม j

3.การหาขนาดของผลกระทบ (Normalization) เป็นการแสดงขนาดของผลกระทบโดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์หรือบริการ โดยเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์หรือบริการอื่นที่ต้องการอ้างอิง ดังสมการ

$$NP_{j(product)} = EP_j / (T \times ER_j)$$

เมื่อ $NP_{j(product)}$ (Normalized Environmental Impact Potential) คือ ค่าปกติทางศักยภาพของผลกระทบสิ่งแวดล้อม j ใดๆ ของผลิตภัณฑ์ใดๆ

T (Life Time of Product) คือ อายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์

ER_j (Normalization Reference) คือ ค่าอ้างอิงปกติของผลกระทบสิ่งแวดล้อม j ที่เกิดขึ้นจากการกระทำของคนหนึ่งต่อปี (kg substance equivalent/person/year)

4. การให้ค่าน้ำหนัก (Weighing) เป็นการให้ความสำคัญของผลกระทบทั้ง 3 แบบ คือ ระบบนิเวศ สุขภาพมนุษย์ และการใช้ทรัพยากร ทำการรวมการค่าดัชนีทั้ง 3 ตัวให้เป็นคะแนนเดียว

$$WP_j = WF_j \times NP_j$$

เมื่อ WP_j (Weight Environmental Impact Potential) คือ ค่าศักยภาพทางผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม j ใดๆ หลังการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญแล้ว (person for target: Pt)

WF_j (Weight Factor) คือ ค่าสัดส่วนน้ำหนักความสำคัญของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม j ใดๆ ในปีที่ตั้งเป้าหมายเอาไว้

4. การแปลผลการศึกษา

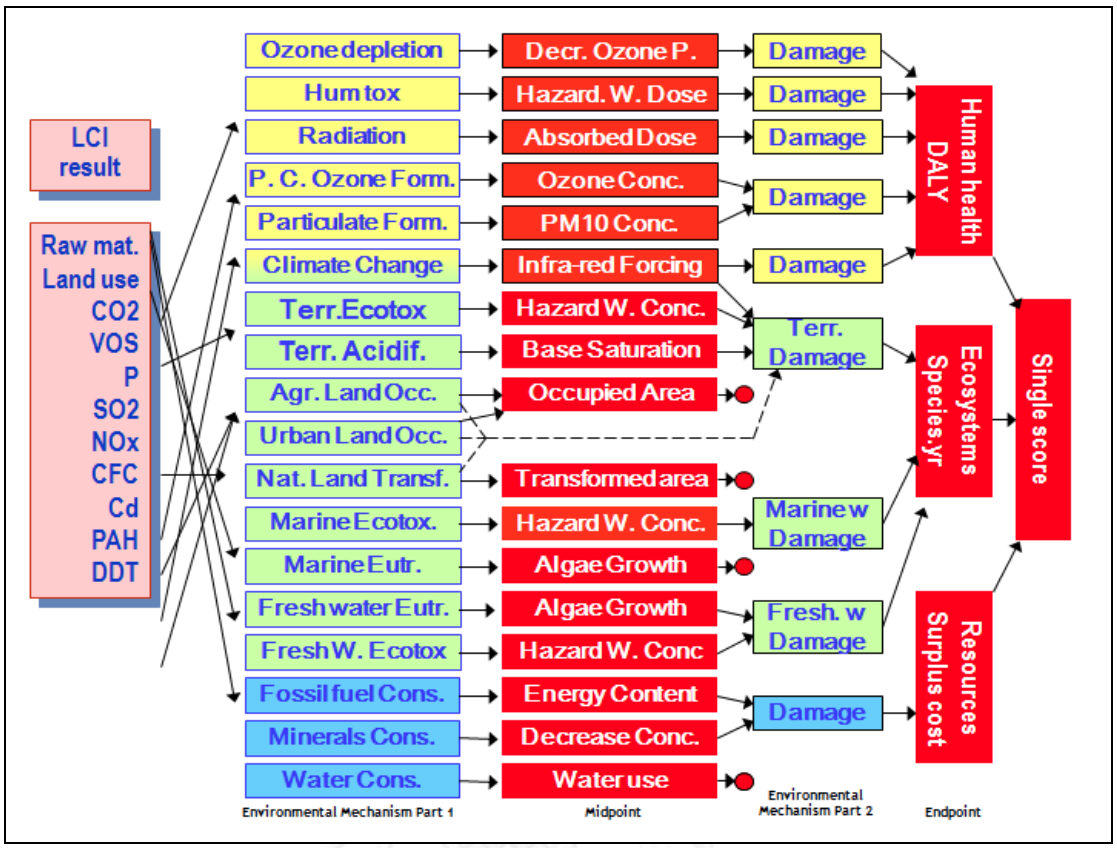
การแปลผลการศึกษาเป็นขั้นตอนในการนำผลจากการจัดทำบัญชีรายการและการประเมินผลกระทบมารวมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปตามเป้าหมาย วัตถุประสงค์ และขอบเขตการศึกษา

2.6 โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับประเมินวัฏจักรชีวิต SimaPro

โปรแกรม SimaPro เป็นโปรแกรมของบริษัท PerConsultants สร้างขึ้นในปี 1990 โดย Mark Goedkoop ภายใต้รัฐบาลเนเธอร์แลนด์ ซึ่งมีผู้ใช้กว่า 47 ประเทศทั่วโลก โดยโปรแกรมมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมเพราะมีการวิเคราะห์ตามระบบ ISO มีการเปรียบเทียบผลกระทบ มีฐานข้อมูล มีการแสดงรูปของตารางและรูปภาพ มีความยืดหยุ่นในการเพิ่มข้อมูลใหม่ และสามารถปรับปรุงฐานข้อมูลได้

2.7 วิธีประเมินค่าผลกระทบโดย ReCiPe

เป็นวิธีที่ใช้อย่างแพร่หลายเพราะมีระบบการให้น้ำหนัก ซึ่งขั้นตอนการประเมินผลกระทบของ ReCiPe (Goedkoop และคณะ, 2556) ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 แผนผังการประเมินผลกระทบแบบ ReCiPe

ที่มา: http://www.lcia-recipe.net [2557, มีนาคม 15]

จากรูปที่ 2.19 ทำให้ทราบว่าวิธีการประเมินผลกระทบแบบ ReCiPe ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. วัตถุดิบ พลังงาน และของเสียจะถูกแจกแจงเป็นประเภทของผลกระทบทั้ง 18 ประเภท
2. การประเมินผลกระทบแบบระยะกลาง (Midpoint) จะเป็นการประเมินผลระดับผลกระทบที่เกิดขึ้นหลังจากการจำแนกประเภท (Characterization) ของผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยสามารถวิเคราะห์ผลกระทบระยะกลางได้ประเภทผลกระทบได้เป็น 18 ประเภท
3. การประเมินผลแบบระยะสุดท้าย (Endpoint) จะเป็นการประเมินระดับผลกระทบจากประเภทผลกระทบทั้ง 18 ประเภท โดยท้ายสุดผลกระทบจะแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะของกลุ่มเป้าหมาย คือ กลุ่มผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสุขภาพมนุษย์ ระบบนิเวศน์ และการลดลงของทรัพยากร
4. การให้น้ำหนักหรือความสำคัญและรวมคะแนนเป็นคะแนนเดียว

กลุ่มเป้าหมายและประเภทของผลกระทบ สามารถสรุปรายละเอียดของประเภทผลกระทบที่สำคัญๆได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 กลุ่มเป้าหมายและประเภทของผลกระทบตามวิธี ReCiPe

กลุ่มเป้าหมาย	ประเภทของผลกระทบ	สสารที่เป็นปัจจัย
สุขภาพมนุษย์	สารก่อมะเร็ง	สารหนู,แคดเมียม,นิกเกิล
	ผลกระทบด้านการหายใจจากอินทรีย์สาร	มีเทน,เบนซิน
	ผลกระทบด้านการหายใจจากอนินทรีย์สาร	CO,SO_X ,NH_3
	สารแผ่รังสี	สารกัมมันตรังสี
	ภาวะโลกร้อน	CO_2 ,CH_4
	การลดลงของชั้นโอโซน	CFC_s
ระบบนิเวศ	ภาวะความเป็นกรด	SO_2 ,NO_2
	ภาวะยูโทรฟิเคชั่น	N,P
	ความเป็นพิษ	โละหนัก
	การใช้พื้นที่	ทุ่งหญ้า,ไม้
การลดลงของทรัพยากร	การใช้สินแร่	สินแร่

ที่มา : http://www.lcia-recipe.net [2557, มีนาคม 15]

หลังจากการจัดกลุ่มผลกระทบทั้ง 3 ประเภท จะทำการเปรียบเทียบกับปีฐาน โดยใช้ค่า Normalization และให้ค่าความสำคัญหรือน้ำหนักโดยใช้ค่า Weighting และรวมเป็นคะแนนเดียว ค่า Normalization และค่า Weighting สำหรับคำนวณผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตามวิธี ReCiPe แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ค่า Normalization และค่า Weighting สำหรับกลุ่มเป้าหมายลักษณะการทำลาย

ประเภทการทำลาย	Normalization factor	Weighting factor
สุขภาพมนุษย์	1.21×10^{2}	400
ระบบนิเวศ	2.22×10^{-4}	400
การลดลงของทรัพยากร	6.77×10^{-3}	200

ที่มา : http://www.lcia-recipe.net [2557, มีนาคม 15]

ในการศึกษาสนใจที่จะประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้วยวิธี ReCiPe ซึ่งผลการประเมินจะออกเป็น 3 ประเภท ประกอบไปด้วย 1.ด้านสุขภาพมนุษย์ 2.ด้านระบบนิเวศ 3.ด้านค่าใช้จ่ายของทรัพยากร

2.8 การประยุกต์ใช้การประเมินวัฏจักรชีวิต

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นแสดงแนวคิดและวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต โดยการประเมินวัฏจักรชีวิตยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกิจกรรมได้หลากหลาย เช่น การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ และกลไกการพัฒนาที่สะอาด

2.8.1 กลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM)

กลไกการพัฒนาที่สะอาดเป็นกลไกที่เปิดโอกาสให้ประเทศที่มีพันธกรณีและประเทศที่ไม่มีพันธกรณีตามพิธีสารเกียวโต เพื่อร่วมกันลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ โดยใช้หลักการตลาดมาส่งเสริม โดยให้ประเทศที่มีพันธกรณีร่วมลงทุนถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับประเทศนอกพันธกรณี ให้เกิดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศนอกพันธกรณีขึ้น โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้นั้นเรียกว่าคาร์บอนเครดิต และให้ประเทศที่มีพันธกรณีสามารถซื้อคาร์บอนเครดิตจากประเทศที่ไม่มีพันธกรณีเพื่อมารวมกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศตนเอง ทำให้ไม่ต้องลดปริมาณการปล่อยในประเทศของตนเองเพื่อเป็นการลดการต้นทุนในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและประเทศที่ไม่มีพันธกรณีก็จะได้เทคโนโลยีและเงินทุนเป็นการตอบแทน

ประเทศที่จะเข้าร่วมดำเนินการภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาดจะต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขดังต่อไปนี้

1. เป็นประเทศที่ลงนามให้สัตยาบันในพิธีสารเกียวโต

2. มีการจัดตั้งองค์กรกำกับดูแลการดำเนินงานตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด

3. ร่วมดำเนินโครงการด้วยความสมัครใจ

ประเภทของโครงการที่เข้าข่ายโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดมี 15 ประเภท ดังต่อไปนี้1. อุตสาหกรรมด้านพลังงาน 2. อุตสาหกรรมการจำหน่ายพลังงาน 3. การใช้พลังงาน 4. อุตสาหกรรมการผลิต 5. อุตสาหกรรมเคมี 6. การก่อสร้าง 7. การขนส่ง 8. การทำเหมืองแร่และการถลุงแร่ 9. การผลิตโลหะ 10. การรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากเชื้อเพลิง 11. การรั่วไหลของก๊าซเรือนกกระจกจากกระบวนการผลิต 12. การใช้สารละลาย 13. การจัดการของเสีย 14. การปลูกป่าและการฟื้นฟูป่า และ15. การเกษตร

สถานการณ์คาร์บอนเครดิตของโลกมีปริมาณคาร์บอนเครดิตทั้งหมด 756 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งประเทศที่ดำเนินการโครงการและมีคาร์บอนเครดิตมากที่สุด คือ จีน และอินเดีย ปะเทศไทยมีโครงการได้รับการรับรองแล้วทั้งหมด 221 โครงการรวมปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้หรือปริมาณคาร์บอนเครดิต 12.7 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2556)

2.8.2 คาร์บอนฟุตพริ้นท์

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์ตลอดวัฏจักรของผลิตภัณฑ์โดยใช้หลักการประเมินผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงชีวิต โดยคำนวณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kg co_2eq) โดยมีรูปแบบการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังต่อไปนี้

1. แบบ Business-to-Consumer (B2C) เป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรของผลิตภัณฑ์ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การใช้งาน และการกำจัดซากผลิตภัณฑ์

2. แบบ Business-to-Business (B2B) เป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิตจนถึงพร้อมส่งผลิตภัณฑ์ออก

ปัจจุบันในประเทศไทยมีผลิตภัณฑ์ที่ได้รับฉลากคาร์บอนทั้งหมด 810 ผลิตภัณฑ์ จาก 193 บริษัท (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2556) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอัดกระป๋อง กระเบื้องเซรามิคบุผนัง เนื้อไก่สด อาหารไก่ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ข้ามหอมมะลิ พรมปูพื้น ยางรถแทรกเตอร์ ภาชนะบรรจุภัณฑ์พลาสติก เสื้อยืด สารให้ความหวานแทนน้ำตาล เครื่องปรับ

อากาศ ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์ยา ปูนซีเมนต์ แบตเตอรี่ น้ำมันหล่อลื่น น้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น

2.9 บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการประเมินวัฏจักรชีวิต

นันทมล ลิมป์พิทักษ์พงศ์ (2552) ได้ทำการวิจัยหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากระบบบำบัดน้ำเสียของกรุงเทพมหานคร โดยใช้โปรแกรม JEMAI-lca Proในการการประเมินวัฏจักรชีวิตเป็นเครื่องมือวิเคราะห์ระบบบำบัดน้ำเสีย จะเปรียบเทียบในหน่วย 1 ลูกบาศก์เมตรของน้ำเสีย ซึ่งขอบเขตการศึกษาไม่รวมการก่อสร้างและการบำรุงรักษา จากกรณีศึกษากรุงเทพมหานคร พบว่า การใช้ไฟฟ้าของระบบบำบัดน้ำเสียเฉลี่ย 0.22 กิโลวัตต์-ชั่งโมงต่อ 1 ลูกบาศก์เมตรของน้ำเสียที่บำบัด ปริมาณผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้าน Global Warming Acidification และ Photochemical Oxidant จะแปรผันตามขนาดของระบบบำบัด ปริมาณผลกระทบด้าน Toxicity และ Eutrophication จะขึ้นอยู่กับปริมาณมลสารของน้ำที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย และจากการวิจัยสามารถพัฒนาสมการความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรวมของผลกระทบสิ่งแวดล้อมกับปริมาณน้ำเสียที่เขาระบบบำบัด คือ Y = 39.3803WW – 1,157,908.9508 โดยที่ Y คือ คะแนนรวมผลกระทบสิ่งแวดล้อม และ WW คือ ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัด

สิทธิกร ผลพอตน (2549) ได้ทำการประเมินวักจักรชีวิตด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับการสังเคราะห์ไททาเนียมไดออกไซด์ โดยงานวิจัยพิจารณาตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง และการสังเคราะห์ เพื่อประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการสังเคราะห์ไททาเนียมไดออกไซด์ขนาด 5-25 นาโนเมตรจำนวน 25 กรัม โดยเปรียบเทียบวิธีโซลเจลเป็น 3 วิธี ประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SimaPro เวอร์ชั่น 6.0 จากการวิจัยพบว่า วิธีโซลเจล 3 ที่ใช้ไททาเนียมโพรพอกไซด์ เอทานอล น้ำ กรดไฮโดรคลอริก และเมทิลเซลลูโลส เป็นวิธีที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด รองลงมาเป็นวิธีโซลเจล 2 ที่ใช้ไททาเนียมโพรพอกไซด์ ไอโซโพรพานอล น้ำ และกรดไนตริก ซึ่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการสังเคราะห์ไททาเนียมไดออกไซด์ส่งผลด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากที่สุด รองลงมาเป็นผลกระทบด้านการเกิดปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจจากสารอนินทรีย์ ซึ่งขั้นตอนการสังเคราะห์เป็นขั้นตอนที่ส่งผลกระทบมากที่สุด

อรกมล เห็นชอบดี (2552) ได้ทำการวิจัยการประเมินวัฏจักรชีวิตของโรงไฟฟ้าความร้อนร่วมแก๊สซิฟิเคชั่นจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรโดยใช้โปรแกรม SimaPro ซึ่งงานวิจัยได้ศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตไฟฟ้าความร้อนร่วมแก๊สซิฟิเคชั่นด้วยวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต ซึ่งสารเหลือใช้ทางการเกษตรได้แก่ แกลบ ฟางข้าว ชานอ้อย และกะลาปาล์ม โดยประเมินผลกระทบเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ ระบบนิเวศน์ ภาวะโลกร้อน และการลดลงของทรัพยากร จากการวิจัยพบว่าผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์การใช้ฟางข้าวเป็นวัสดุที่ส่งผลกระทบมากที่สุด ด้านระบบนิเวศน์และการลดลงของทรัพยากรการใช้แกลบเป็นวัสดุที่ส่งผลกระทบมากที่สุด ด้านภาวะโลกร้อนการใช้กะลาปาล์มเป็นวัสดุที่ส่งผลกระทบมากที่สุด

ชลิตา สุวรรณ (2554) ได้ทำการวิจัยการประเมินวัฏจักรชีวิตและการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมก่อสร้างมีการใช้พลังงานและทรัพยากรสูง ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หลายประเทศได้ประยุกต์ใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจหรือกำหนดแนวทางเพื่อให้สามารถใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด บทความนำเสนอเกี่ยวกับแนวคิดและวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต การประยุกต์ใช้เพื่อเปรียบเทียบวัสดุก่อสร้างและเพื่อประเมินวัฏจักรของอาคาร ซึ่งสรุปได้ว่าการประเมินวัฏจักรชีวิตสามารถใช้เป็นแนวทางในการนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนอีกทั้งสามารถประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมก่อสร้างได้

อรุษ เพชรเชิดชู (2554) ได้ทำการวิจัยเรื่องวัฏจักรชีวิตของโครงสร้าง: ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยบทความมุ่งเน้นเพื่อชี้ให้เห็นถึงความสำคัญในการพิจารณาการก่อสร้างเนื่องจากส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อันนำไปสู่การก่อสร้างแบบใหม่ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น การให้ข้อแนะนำในการก่อสร้างอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม แต่ผลกระทบไม่ได้เกิดขึ้นที่โครงการก่อสร้างเท่านั้นแต่เกิดขึ้นตลอดอายุการใช้งานโครงสร้าง ดังนั้นในการพิจารณาปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากโครงสร้างควรที่จะต้องทำตลอดอายุการใช้งานโครงสร้างด้วย

วิภาศรี เรืองเนตร (2554) ได้ทำการวิจัยเรื่องการประเมินวัฏจักรของก๊าซเชื้อเพลิงจากถ่านหินเพื่อใช้กับเตาเผาเหล็ก โดยงานวิจัยนำเสนอผลการประเมินวัฏจักรชีวิตซึ่งทำให้ทราบผลกระทบด้านต่างๆโดยมีขอบเขตการศึกษาตั้งแต่ขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบ การขนส่ง การผลิตเชื้อเพลิง และการนำก๊าซเชื้อเพลิงไปใช้กับเตาเผาเหล็ก จากการวิจัยพบว่าขั้นตอนการนำก๊าซเชื้อเพลิงไปใช้กับเตาเผาเหล็กมีการใช้พลังงานสูงสุดโดยปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ 2,922.81 กรัม และขั้นตอนที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดคือการจัดวัตถุดิบ

Ivan และคณะ (2553) ได้ทำการประเมินวัฏจักรชีวิตของโรงผลิตน้ำประปาจากทะเลเมดิเตอร์เรเนียนที่ประเทศสเปนโดยมีการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเปรียบเทียบสองโครงการระหว่างโครงการที่มีชื่อว่า AGUA ที่จะผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำดิบหลายแห่งได้แก่ น้ำทะเล น้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน น้ำกร่อย และโครงการที่สอง Ebro ที่จะผลิตน้ำประปาจากน้ำผิวดินอย่างเดียว ได้ทำการประเมินผลกระทบด้านต่างๆต่อ 1 ลูกบาศก์เมตรของน้ำประปาที่ผลิต ซึ่งผลการวิจัยปรากฏว่าผลกระทบทุกด้านยกเว้นด้านภาวะโลกร้อนของโครงการที่จะผลิตน้ำประปาจากน้ำผิวดินอย่างเดียว มีผลกระทบสูงกว่าโครงการจะผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำดิบหลายแห่งได้แก่ น้ำทะเล น้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน น้ำกร่อย

Katihanna และคณะ (2546) ได้ทำการประเมินวัฏจักรชีวิตเปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของน้ำที่ประชาชนใช้ในการอุปโภคและบริโภคของเมืองฮานอย ประเทศเวียดนาม โดยใช้โปรแกรม SimaPro ในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มต้มน้ำดื่ม กลุ่มดื่มน้ำบรรจุขวด กลุ่มดื่มน้ำประปา จากการประเมินผลกระทบพบว่า ในกลุ่มผลกระทบด้านต่างๆของสิ่งแวดล้อมสูงสุดคือ การต้มน้ำดื่ม การดื่มน้ำขวด และการดื่มน้ำประปา ตามลำดับ และได้ทำการประเมินผลกระทบชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ต้มน้ำเรียงลำดับผลกระทบดังนี้ ถ่านหิน ก๊าซปิโตรเลียมเหลว(LPG) ไฟฟ้า ตามลำดับ

Godskesen และคณะ (2555) ได้ทำการวิจัยโดยใช้การประเมินวัฏจักรชีวิตของการผลิตน้ำประปาในโคเปนเฮเกน โดยให้น้ำดิบที่เข้าระบบผลิตน้ำประปามีค่าความกระด้าง 362 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของน้ำดิบในโคเปนเฮเกนและตั้งเป้าหมายในการลดความกระด้างลดลง 108 และ 217 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเปรียบเทียบว่าระดับของความกระด้างที่จะลดลงนั้น ระดับใดที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่ากัน จากผลการวิจัยปรากฏว่าการกำจัดความกระด้างให้เหลือ 145 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่าการกำจัดความกระด้างให้เหลือ 254 มิลลิกรัมต่อลิตร

Diogo และคณะ (2556) ได้ทำการวิจัยการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของระบบน้ำในเมืองอารีโร ประเทศโปรตุเกส โดยพิจารณาขั้นตอนเหล่านี้ การผลิตน้ำ การแจกจ่าย การรวบรวมน้ำเสีย การบำบัดน้ำเสีย และการกำจัดสลัดจ์ของน้ำเสีย ผลการศึกษาพบว่าการผลิตน้ำเป็นขั้นตอนที่

ส่งผลกระทบสูงสุด ส่วนการเกิดยูโทรฟิเคชั่นจะเป็นกระทบสิ่งแวดล้มที่มาจากขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียและการกำจัดสลัดจ์

2.9.2 บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวกับน้ำสูญเสีย

อรนุช ธนารัตน์สุทธิกลุ (2544) ได้ทำการศึกษาทางเลือกเพื่อลดน้ำสูญเสียของการประปานครหลวง งานวิจัยนี้แบ่งทางเลือกในการลดน้ำสูญเสียออกเป็น 2 ทางเลือก คือ การซ่อมหรือปรับปรุงระบบประปา และการสร้างหรือขยายกำลังการผลิตเพื่อชดเชยความสูญเสียที่เพิ่มขึ้น โดยการวิเคราะห์ต้นทุนส่วนเพิ่ม จากการวิจัยพบว่าทางเลือกในการซ่อมระบบประปาจะให้ผลตอบแทนที่ดีกว่าทางเลือกในการสร้าง และทำการเปรียบเทียบว่าการซ่อมในช่วงระดับน้ำสูญเสีย จากการวิเคราะห์พบว่า การรักษาระดับน้ำสูญเสียในช่วงตั้งแต่ 35% แต่ไม่เกิน 40% เป็นทางเลือกที่คุ้มค่าที่สุด

Liu, Zhao และ Liu (2555) ได้ทำการศึกษาถึงการก่อสร้างระบบในกาจัดการระบบจ่ายน้ำและลดน้ำสูญเสียในปักกิ่ง โดยการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรทำให้ปักกิ่งมีการขาดแคลนทรัพยากรน้ำทำให้การลดน้ำสูญเสียในระบบจ่ายน้ำเป็นเรื่องสำคัญมากเนื่องจากประปามีอัตราน้ำสูญเสียอยู่ที่ 18% ของน้ำประปาที่ผลิตได้ในปี 2551 ซึ่งประปาของปักกิ่งได้ดำเนินการเพื่อลดปริมาณน้ำสูญเสียโดยการดำเนินการตามวิธีดังต่อไปนี้ การจัดการมิเตอร์ที่ผิดพลาดหรือเสีย การตรวจสอบการรั่วไหลโดยวิธีขั้นสูง เพิ่มการซ่อมท่อที่รั่วไหล การจัดการแรงดันของน้ำในท่อ การแบ่งพื้นที่เป็นพื้นที่ย่อยจัดตั้งหน่วยการจัดการน้ำสูญเสีย

Mutikanga และ Sharma (2555) ได้ทำการศึกษาถึงแผนกลยุทธ์ในการลดน้ำสูญเสีย จากความต้องการน้ำที่เพิ่มขึ้นและการขาดแคลนทรัพยากร กลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพเป็นสิ่งที่สำคัญในการจัดการปัญหาให้บรรเทาลง ในบทความนี้ได้มีการบูรณการหลายเกณฑ์การตัดสินใจสำหรับวางแผนเชิงกลยุทธ์ของการจัดการน้ำสูญเสีย โดยเสนอวิธี PROMETHEE ในการประยุกต์ใช้ในการจัดการน้ำสูญเสีย ตัวเลือกที่ดีที่สุด คือ มาตรการอนุรักษ์น้ำและสร้างความน่าเชื่อถือให้กับผู้ใช้น้ำ

Brothers และ Kenneth (2555) ได้สรุปสถานการณ์อัตราน้ำสูญเสียของเมืองต่างๆจากการประชุมองค์กรน้ำนานาชาติในปี 2555 ดังต่อไปนี้ เมืองเดอร์แฮม ประเทศแคนนาดามีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอัตราน้ำสูญเสียโดยปัจจุบันอยู่ที่ 15% เมืองแฮมมิงตัน ประเทศนิวซีแลนด์มีแนวโน้มคงที่

อยู่ที่ 30% เมืองลอนดอน ประเทศอังกฤษมีแนวโน้มที่สูงขึ้นปัจจุบันอยู่ที่ 10% เมืองโทรอนโต ประเทศแคนนาดามีแนวโน้มอัตราน้ำสูญเสียที่ลดลงปัจจุบันอยู่ที่ 11% เมืองฮอลตัน ประเทศแคนนาดามีแนวโน้มคงที่อยู่ที่ 20% เมืองออตตาวา ประเทศแคนนาดามีแนวโน้มลดลงปัจจุบันอยู่ที่ 19% ประเทศแคนนาดามีแนวโน้มอัตราน้ำสูญเสียคงที่อยู่ที่ 25% และเมืองวินเซอร์ ประเทศอังกฤษมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นปัจจุบันอยู่ที่ 23%

Lei และคณะ (2555) ได้ทำการพัฒนาอุปกรณ์ที่พวกเขาเรียกว่า Drip-proof valve ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งก่อนหน้ามิเตอร์น้ำประปา เนื่องจากผู้วิจัยเชื่อว่าการที่มิเตอร์มีการทำงานที่ผิดพลาดและนำมาสู่การเพิ่มขึ้นของอัตราน้ำสูญเสียมาจากสนิมและทรายที่ไหลไปกับน้ำประปาทำให้มิเตอร์เสีย ดังนั้นจึงได้เลือกพื้นที่ศึกษาในเขตฉงชิ่งของประเทศจีนโดยมีระยะเวลาเก็บข้อมูล 6 เดือน และให้ทุกบ้านติดตั้งอุปกรณ์ของทีมวิจัย จากผลการศึกษาพบว่าอัตราน้ำสูญเสียลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

Crowder, Hassan และ Lee (2555) ได้ทำแผนพัฒนาเครือข่ายสำหรับรัฐสลังงอของประเทศมาเลเซีย โดยโปรแกรมการลดน้ำสุญเสียของรัฐสลังงอเริ่มในปี 2542 แบ่งเป็นสองระยะ โดยผลการดำเนินการสามารถลดน้ำสูญเสียลดได้ และได้มีการจัดตั้งเขตพื้นที่เฝ้าระวังทั้งหมด 361 เขต ในระยะที่สอง ได้มีการติดตั้งมิเตอร์แม่เหล็กไฟฟ้าบนแหล่งจ่ายน้ำหลักเพื่อวัดปริมาณน้ำสูญเสียและเพื่อปรับปรุงในการดำเนินงานของระบบจำหน่าย โดยมีการดำเนินการดังต่อไปนี้ ข้อมูล GIS รหัสท่อ การจัดข้อมูลการทำงานสำหรับซ่อมแซมท่อ ข้อมูลตามเวลาของอัตราการไหลในมิเตอร์ในเครือข่าย ประวัติความสูญเสียต่างๆของระบบ

Charalambous และ Hamilton (2555) ได้นำเสนอบทความที่ชี้ให้เห็นว่าสมดุลของน้ำสามารถนำมาใช้เพื่อจัดทำแผนปฏิบัติการเพื่อลดน้ำสูญเสีย นอกจากนี้ยังให้รายละเอียดการดำเนินการที่ความเหมาะสมที่จะนำมาเป็นหนึ่งในองค์ประกอบหลักสมดุลน้ำ ปริมาณน้ำสูญเสียคำนวณจากปริมาณเข้าระบบลบด้วยปริมาณที่สามารถออกบิลเรียกเก็บได้ ลบด้วยปริมาณเพื่อซ่อมบำรุงและลบด้วยปริมาณน้ำแจกฟรีเพื่อการสาธารณะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่สามารถลดลงได้จากการลดปริมาณน้ำสูญเสียที่เกิดจากระบบผลิตและจ่ายน้ำประปา โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 แผนผังวิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษากระบวนการผลิตน้ำประปาและระบบจ่ายน้ำประปา

ศึกษากระบวนการผลิตน้ำประปาและระบบจ่ายน้ำประปา ดังต่อไปนี้

- ศึกษากระบวนการผลิตน้ำประปา

- ศึกษาระบบจ่ายน้ำประปา

3.2 ศึกษาความหมาย สาเหตุ และสถานการณ์น้ำสูญเสีย

ทำการทบทวนบทความและงานวิจัยพร้อมกับรายงานที่เกี่ยวข้องกับความหมายของน้ำสูญเสีย สาเหตุการเกิดน้ำสูญเสีย และสถานการณ์น้ำสูญเสียจากระบบจ่ายน้ำประปา จากแหล่งต่างๆ เพื่อทำความเข้าใจและวางแผนงานวิจัย

3.3 เลือกกรณีศึกษา

เลือกกรณีศึกษาโดยคำนึงถึงเรื่องจำนวนโรงผลิตน้ำประปาที่จ่ายเข้าสู่ระบบจ่ายน้ำประปาควรเป็นระบบที่มีโรงผลิตน้ำประปาโรงเดียวเพื่อให้ง่ายต่อการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตน้ำประปา 1 ลูกบาศก์เมตร เพื่อให้ง่ายในการหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากน้ำสูญเสียในระบบจ่ายน้ำประปา ตลอดจนเลือกกรณีศึกษาที่มีการดำเนินโครงการลดน้ำสูญเสีย เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบพลังงานและสารเคมีที่ใช้จากการดำเนินงานระหว่างการไม่มีการดำเนินงานการลดน้ำสูญเสียกับมีการดำเนินงานการลดน้ำสูญเสีย

ดังนั้นจึงเลือกการประปาส่วนภูมิภาคจังหวัดเชียงรายเป็นกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้ เนื่องจากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น รายละเอียดเกี่ยวกับกรณีศึกษาจะได้อธิบายในรายละเอียดต่างๆในบทที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4 เก็บรวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิตน้ำประปา ระบบจ่ายน้ำประปา ปริมาณน้ำสูญเสีย และแนวทางในการลดน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

เก็บรวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิตน้ำประปา ระบบจ่ายน้ำประปา ปริมาณน้ำสูญเสีย และแนวทางในการลดน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย โดยเก็บข้อมูลดังรายการต่อไปนี้

- ที่ตั้งของโรงผลิตน้ำประปา

- ประเภทของกระบวนการผลิตน้ำประปา

- กำลังการผลิตน้ำประปาของโรงผลิตน้ำประปา

- ชนิดและปริมาณของพลังงานและสารเคมีที่ใช้

- ระบบจ่ายน้ำประปา

- พื้นที่ให้บริการน้ำประปา

- จำนวนผู้ใช้น้ำ

- ปริมาณน้ำสูญเสียของระบบจ่ายน้ำประปา

- แนวทางในการดำเนินงานเพื่อลดน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

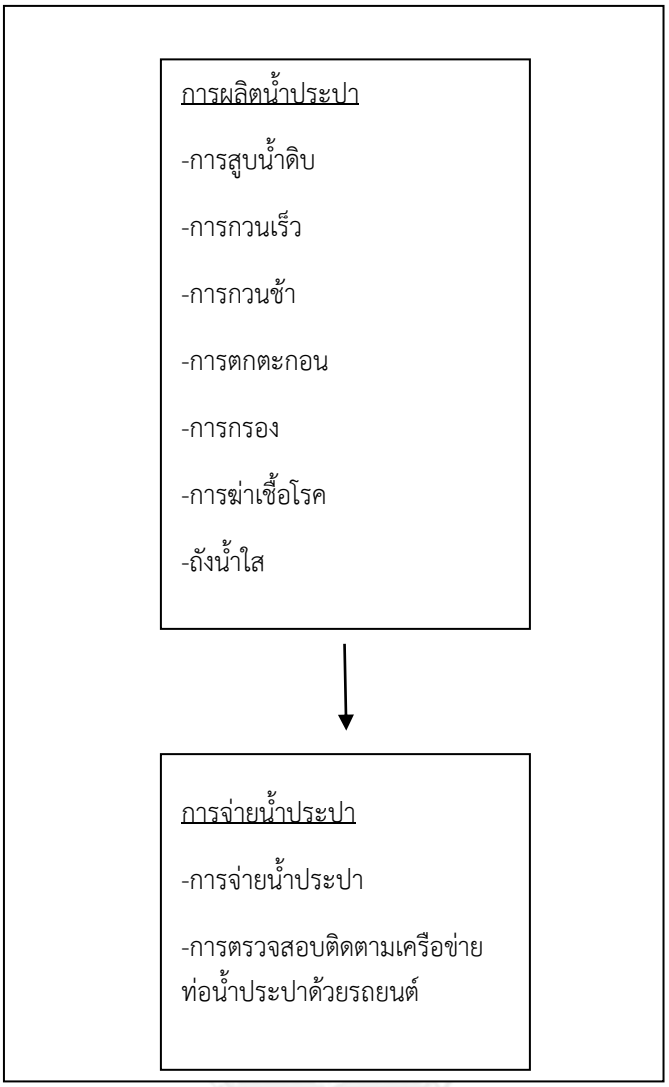
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัยอาศัยการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงาน การประมวลข้อมูลทุติยภูมิจากการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย โดยจะเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นระยะเวลา 3 ปี ตั้งแต่ปี 2554 ถึง 2556

3.5 ประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโดยใช้การประเมินวัฏจักรชีวิตจากโปรแกรม SimaPro ของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

3.5.1 กำหนดเป้าหมายและขอบเขต

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆ เปรียบเทียบปริมาณทรัพยากรที่ใช้ และพลังงานที่ใช้ต่อหน่วยการผลิตน้ำประปา 1 ลูกบาศก์เมตร เพื่อศึกษาความแตกต่างของผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการผลิตและจ่ายน้ำประปาก่อนและหลังจากการดำเนินโครงการลดน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย จึงกำหนดขอบเขตการศึกษาและการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆ โดยเริ่มต้นจากการผลิตน้ำประปาและการจ่ายน้ำประปาดังรูปที่ 3.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3.2 ขอบเขตการศึกษาวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.5.2 การจัดทำบัญชีรายการ

เป็นการจำแนกข้อมูลออกเป็นประเภทต่างๆ ด้านปริมาณสารเคมีและพลังงานที่ใช้ในการผลิตและจ่ายน้ำประปา เพื่อให้ง่ายต่อการจัดทำสมดุลมวลสารและสมดุลพลังงานดังตารางที่ 3.1 และ 3.2 จากนั้นจึงทำการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้วยการประเมินวัฏจักรชีวิตจากโปรแกรม SimaPro

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลสารเข้าเพื่อจัดทำบัญชีรายการและป้อนเข้าโปรแกรม

รายละเอียดสารขาเข้า	หน่วย	เดือน																							เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
ปริมาณน้ำดิบ	ลบ.ม.																									
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ช.ม.																									
ปริมาณการใช้สารส้ม	กก.																									
ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซล	ลิตร																									
ปริมาณการใช้คลอรีน	กก.																									

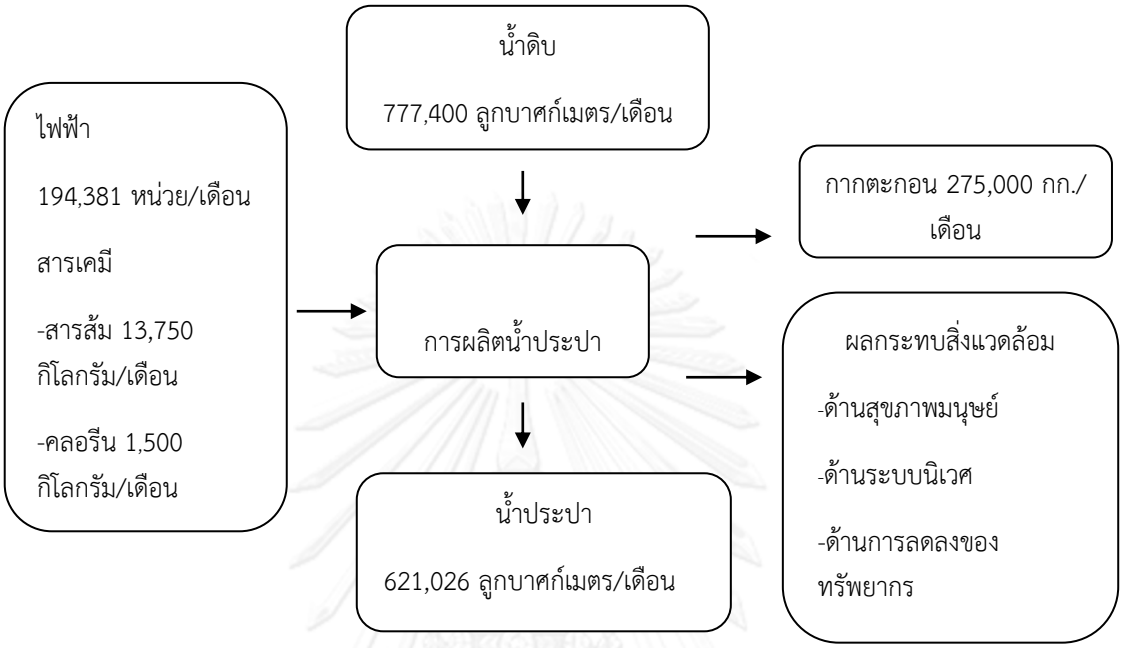
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลสารขาออกเพื่อจัดทำบัญชีรายการและป้อนเข้าโปรแกรม

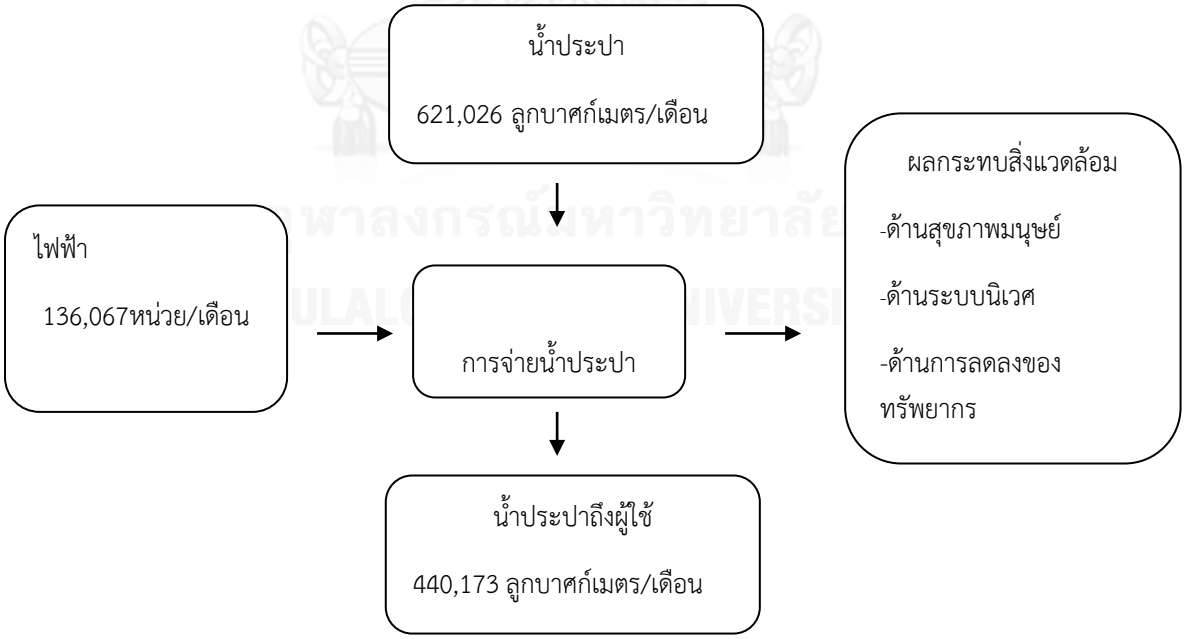
รายละเอียดสารขาออก	หน่วย	เดือน																							เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
ปริมาณน้ำประปา	ลบ.ม.																									
ปริมาณกากตะกอน	กก.																									

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำบัญชีรายการและการกำหนดขอบเขตการวิจัย ทำให้สามารถสร้างแผนผังวงวงจรชีวิตการผลิตน้ำประปาและการจ่ายน้ำประปาได้ดังรูปที่ 3.3 และ รูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างวงจรชีวิตการผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

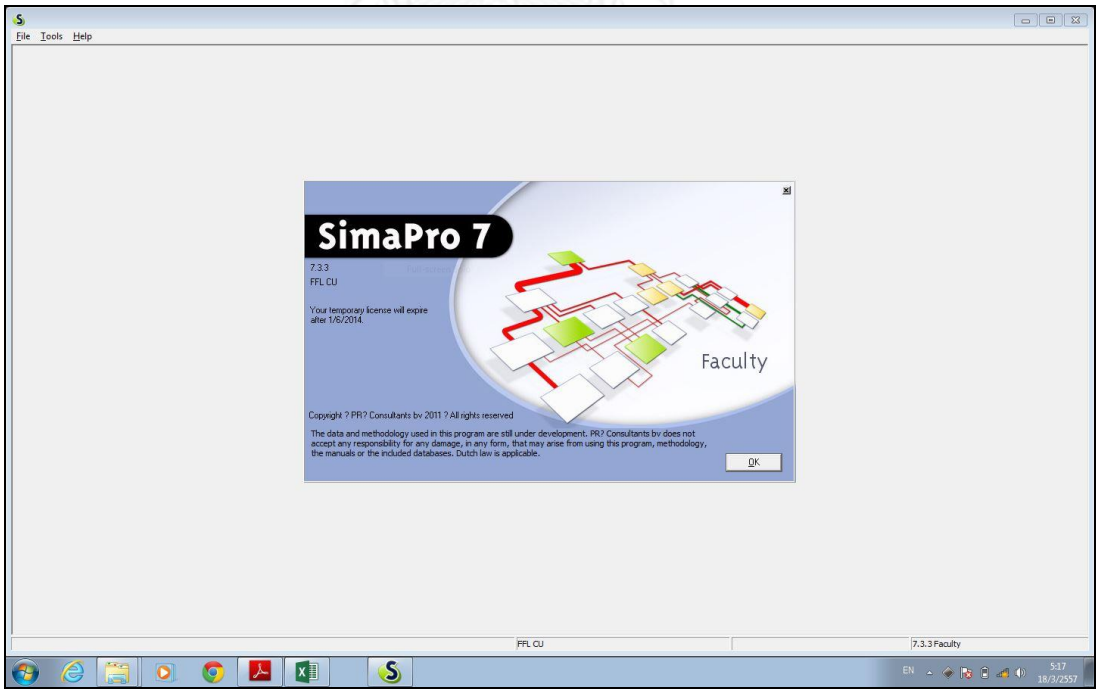


รูปที่ 3.4 ตัวอย่างวงจรชีวิตการจ่ายน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

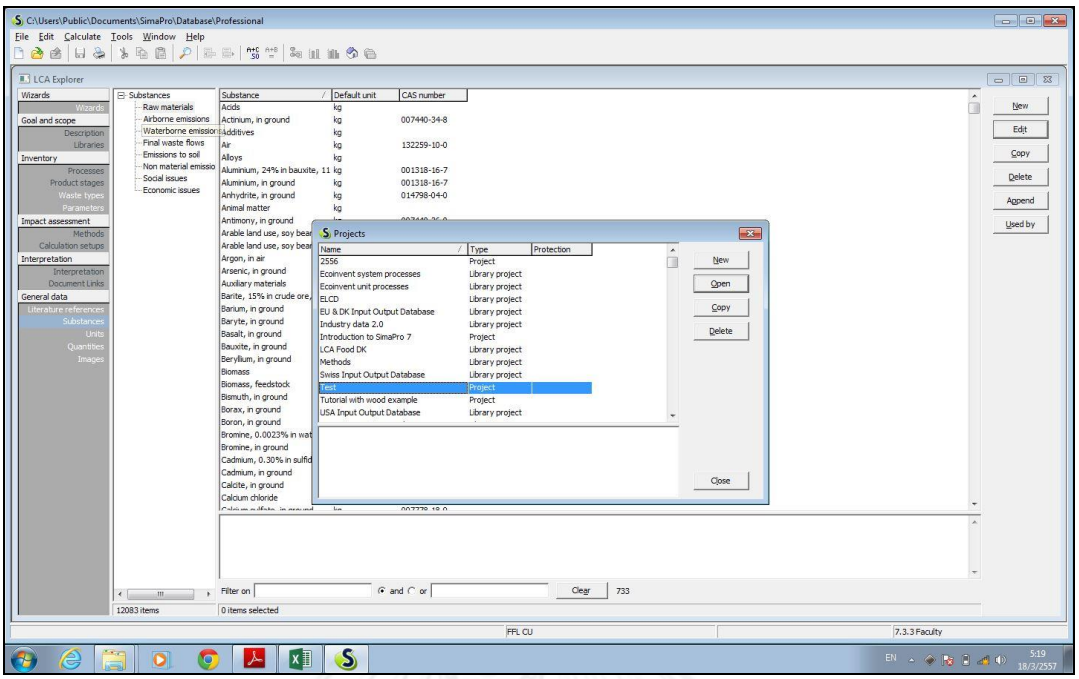
3.5.3 การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยโปรแกรม SimaPro เวอร์ชั่น 7.3.3

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจะใช้ฐานข้อมูลจากโปรแกรม SimaPro โดยมีวิธีใช้งานโปรแกรมดังต่อไปนี้

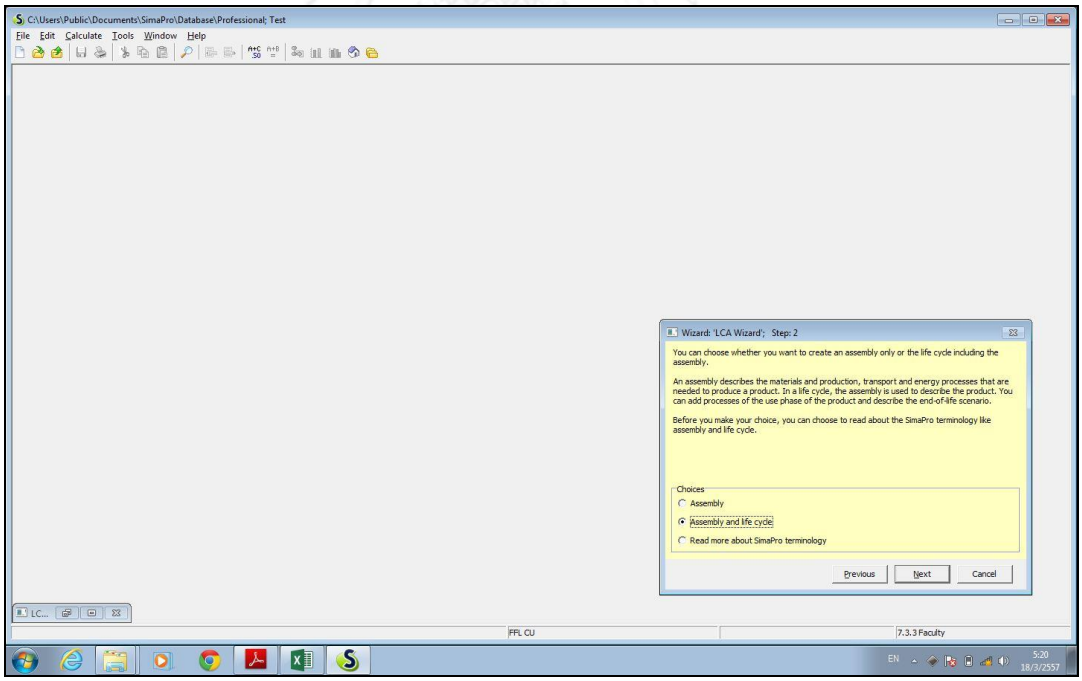
1. เปิดโปรแกรม SimaPro ดังรูปที่ 3.5
2. ตั้งชื่อโปรเจคในโปรแกรมดังรูปที่ 3.6
3. เลือกตัวเลือกการสร้างการประเมินวัฏจักรชีวิตดังรูปที่ 3.7
4. เลือกเพิ่มกระบวนการเลือกเพิ่มกระบวนการดังรูปที่ 3.8
5. เพิ่มการใช้สารเคมีในกระบวนการดังรูปที่ 3.9
6. เลือกชนิดสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการดังรูปที่ 3.10
7. เลือกเพิ่มการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการดังรูปที่ 3.11
8. เลือกประเภทของไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการดังรูปที่ 3.12
9. ได้แผนผังวัฏจักรที่สร้างในโปรแกรมดังรูปที่ 3.13
10. กดวิเคราะห์ผลจะได้ผลจากการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากโปรแกรมดังรูปที่ 3.14



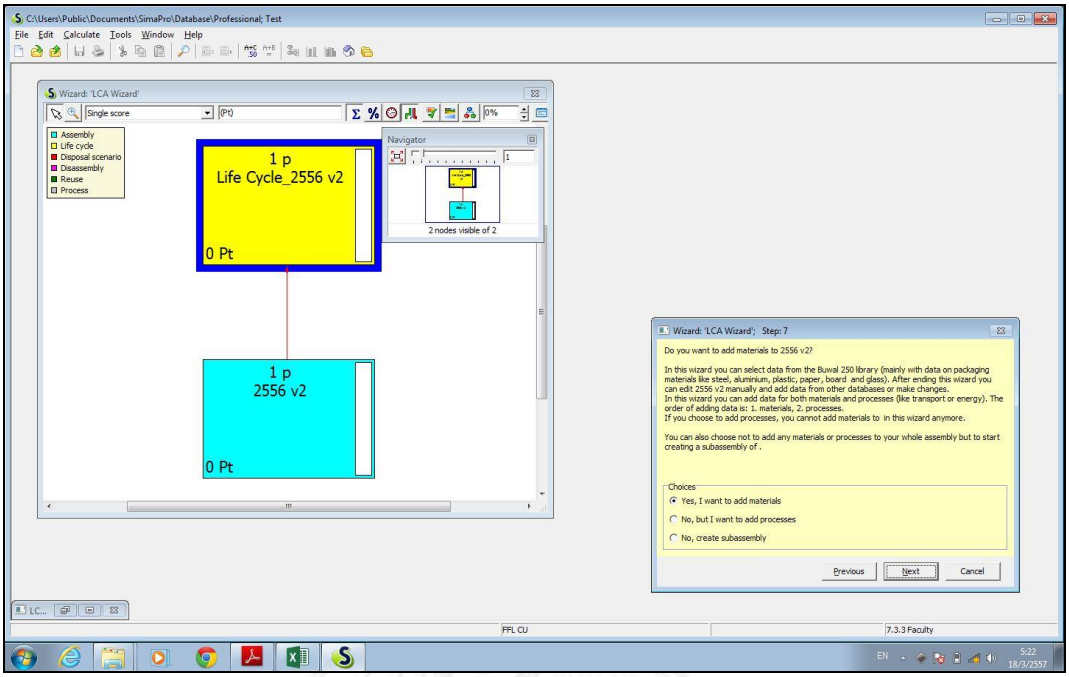
รูปที่ 3.5 โปรแกรม SimaPro



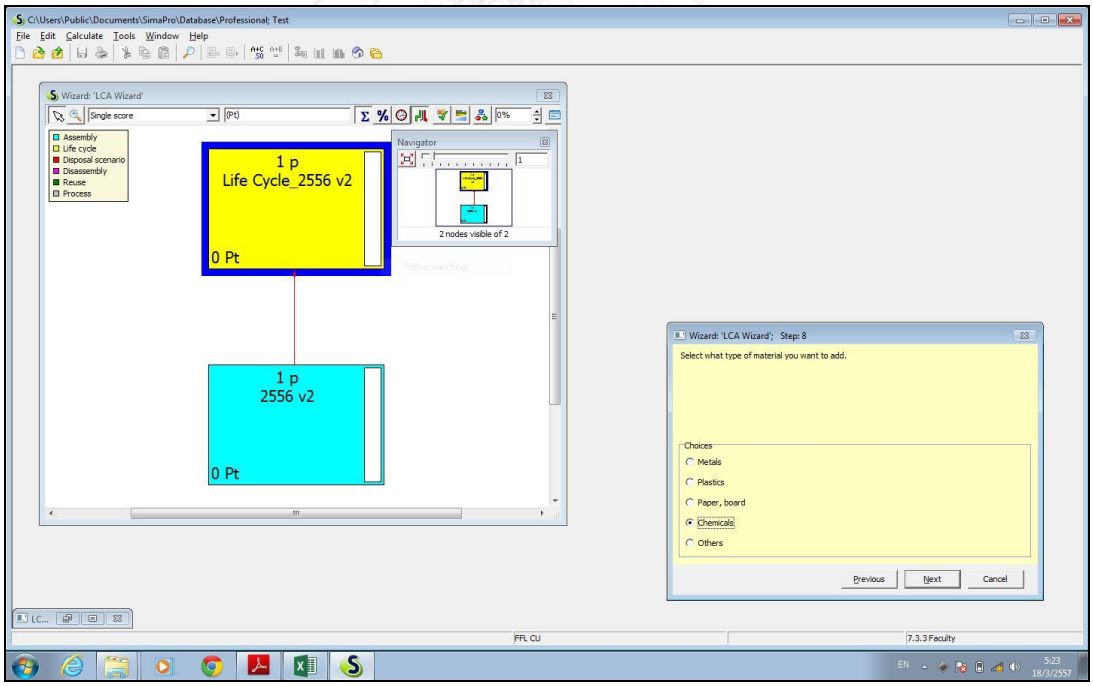
รูปที่ 3.6 ตั้งชื่อโปรเจคในโปรแกรม



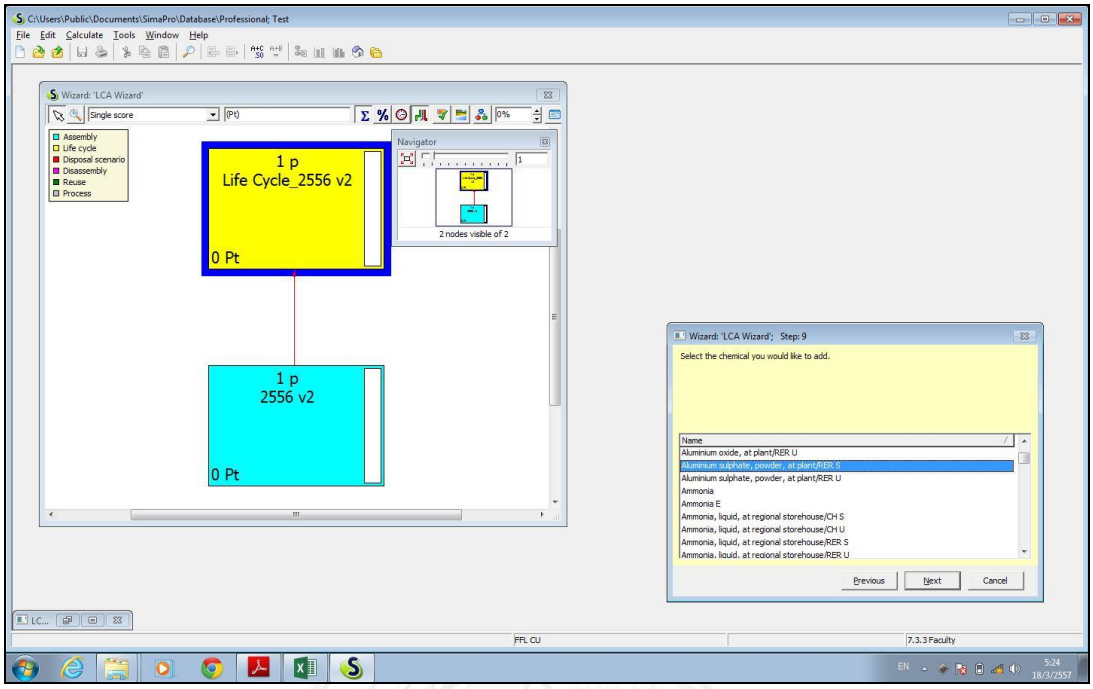
รูปที่ 3.7 เลือกตัวเลือกการสร้างการประเมินวัฏจักรชีวิต



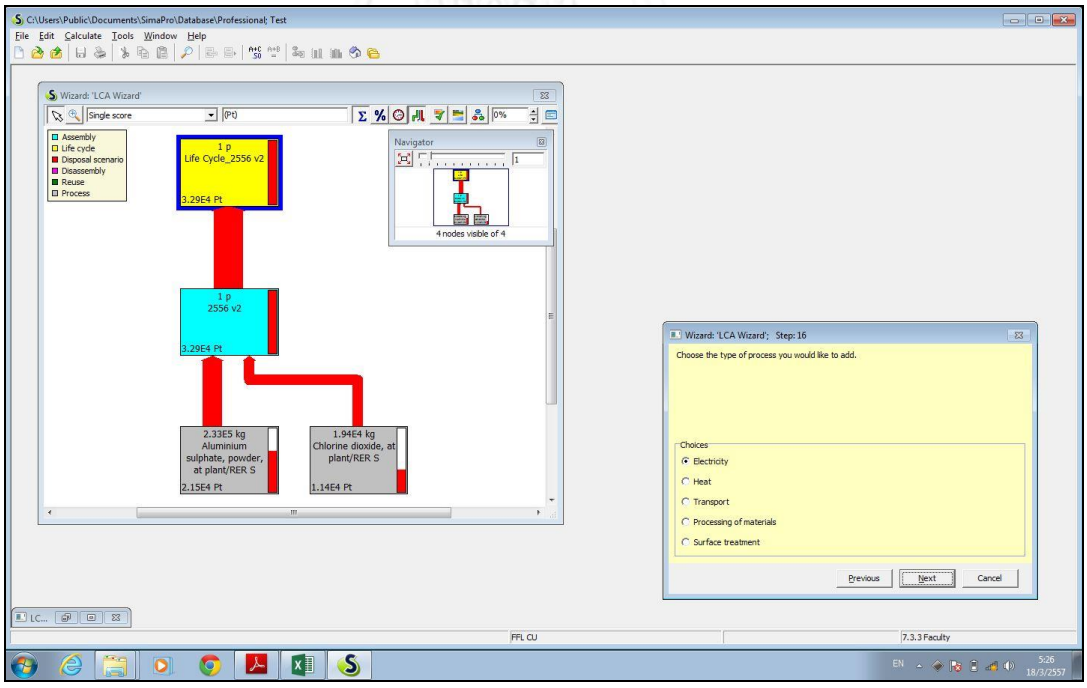
รูปที่ 3.8 เลือกเพิ่มกระบวนการ



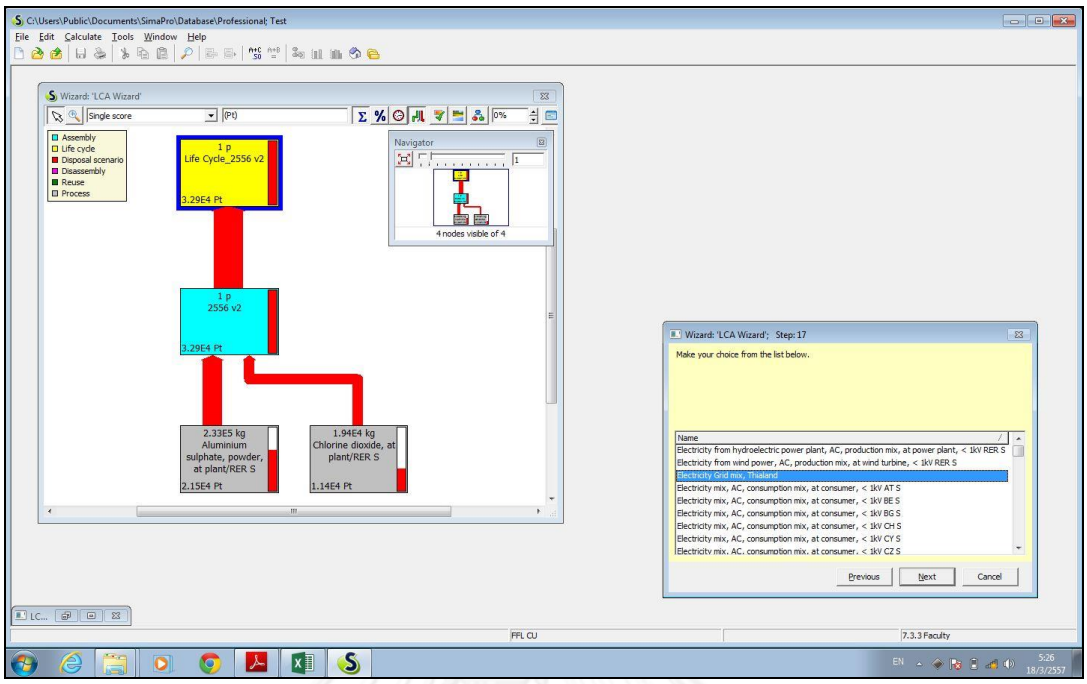
รูปที่ 3.9 เพิ่มการใช้สารเคมีในกระบวนการ



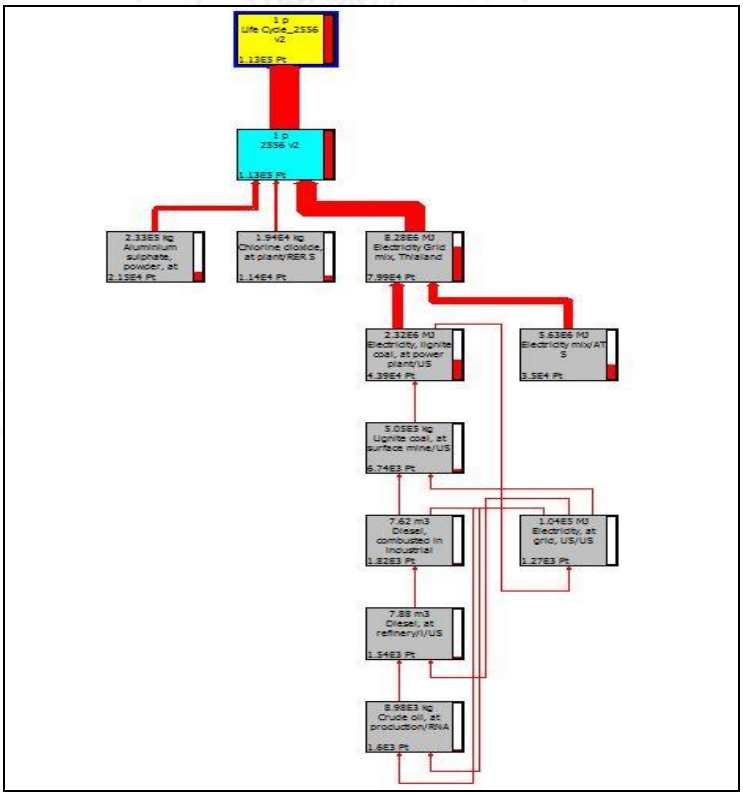
รูปที่ 3.10 เลือกชนิดสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการ



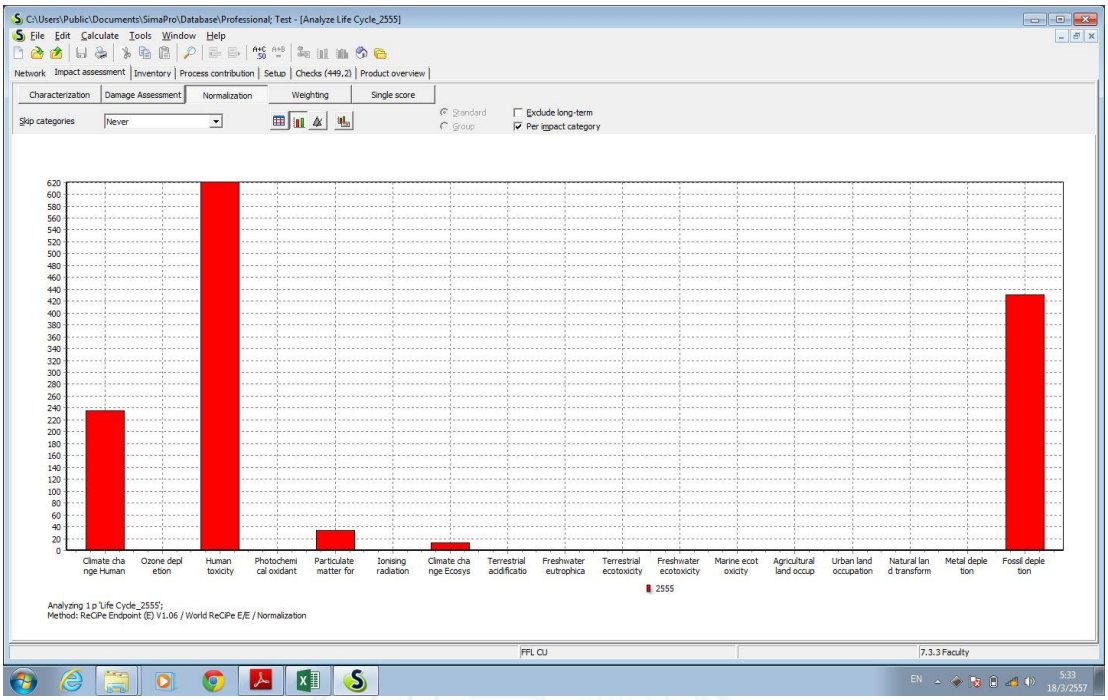
รูปที่ 3.11 เลือกเพิ่มการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการ



รูปที่ 3.12 เลือกประเภทของไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการ



รูปที่ 3.13 ผังวัฏจักรที่สร้างในโปรแกรม



รูปที่ 3.14 ผลจากการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากโปรแกรม

3.5.4 การแปลผลการศึกษา

การแปรผลการศึกษาจากวัฏจักรชีวิตในโปรแกรม SimaPro จะให้โปรแกรมแปลผลการวิเคราะห์ออกมาเป็นวิธี ReCiPe แบบ Endpoint

3.6 ประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

หลังจากทำการประเมินก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตและจ่ายน้ำประปา และเก็บข้อมูลน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย ทำให้สามารถหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกของน้ำสูญเสียที่เกิดจากระบบจ่ายน้ำประปาได้ โดยการนำค่าการปล่อยคาร์บอนออกไซด์เทียบของแต่สารเคมีและไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตน้ำประปาและจ่ายน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายดังตารางที่ 3.3 คูณกับ ปริมาณการใช้สารนั้นๆของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย จะทำให้ทราบปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปา หลังจากทราบปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตและจ่ายน้ำประปาแล้วจะสามารถหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสียได้โดยการนำปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปา คูณกับปริมาณน้ำสูญเสียจากระบบจ่ายน้ำประปาดังตัวอย่างการคำนวณดังนี้

ตารางที่ 3.3 ค่าแฟกเตอร์การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของสารเคมีและไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตและจ่ายน้ำประปา

รายการ	หน่วย	ค่าแฟกเตอร์	ที่มา
ไฟฟ้า	กิโลกรัมCO_2เทียบเท่า/หน่วยไฟฟ้า	0.561	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกประเทศไทย
สารส้ม	กิโลกรัมCO_2เทียบเท่า/กิโลกรัมสารส้ม	0.277	Ecoinvent 2.0 IPCC 2007
คลอรีน	กิโลกรัมCO_2เทียบเท่า/กิโลกรัมคลอรีน	1.0377	JEMAI PRO
น้ำมันดีเซล	กิโลกรัมCO_2เทียบเท่า/ลิตรน้ำมัน	2.7446	IPCC

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

เลือกคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากน้ำสูญเสียเดือนธันวาคม 2555 โดยมีข้อมูลดังต่อไปนี้

-ปริมาณน้ำมันน้ำมันเชื้อเพลิงยานพาหนะ 1,071.27 ลิตร

-ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง 0 ลิตร

-ปริมาณการผลิตน้ำประปา 646,077 ลูกบาศก์เมตร

-ปริมาณน้ำเพื่อการซ่อมบำรุง 2,000 ลูกบาศก์เมตร

-ปริมาณน้ำจำหน่าย 462,759 ลูกบาศก์เมตร

-ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของกระบวนการผลิต 120,710 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

-ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของการจ่ายน้ำประปา 91,061 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

-ปริมาณการใช้สารส้ม 8,400 กิโลกรัม

-ปริมาณการใช้คลอรีน 1,700 กิโลกรัม

ขั้นตอนการคำนวณดังนี้

1.ปริมาณน้ำสูญเสีย 646,077 – 2,000 – 462,759 = 181,318 ลูกบาศก์เมตร

2. ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้าในการผลิตน้ำประปา 120,710 × 0.561 = 67,718.33 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

3. ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้าในการจ่ายน้ำประปา 91,061 × 0.561 = 51,085.76 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

4. ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้สารส้ม 8,400 × 0.277 = 2,326.81 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

5. ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้คลอรีน 1,700 × 1.0377 = 1,764.09 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์

6. ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิง 0 × 2.7446 = 0 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

7. ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงยานพาหนะ 1,071.27 × 2.7446 = 2,940.20 คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

8. ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตน้ำประปา 67,718.33 + 2,326.81 + 1,764.09 + 0 = 71,809.22 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

9. ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจาการจ่ายน้ำประปา 51,085.76 + 2,940.20 = 54,025.96 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

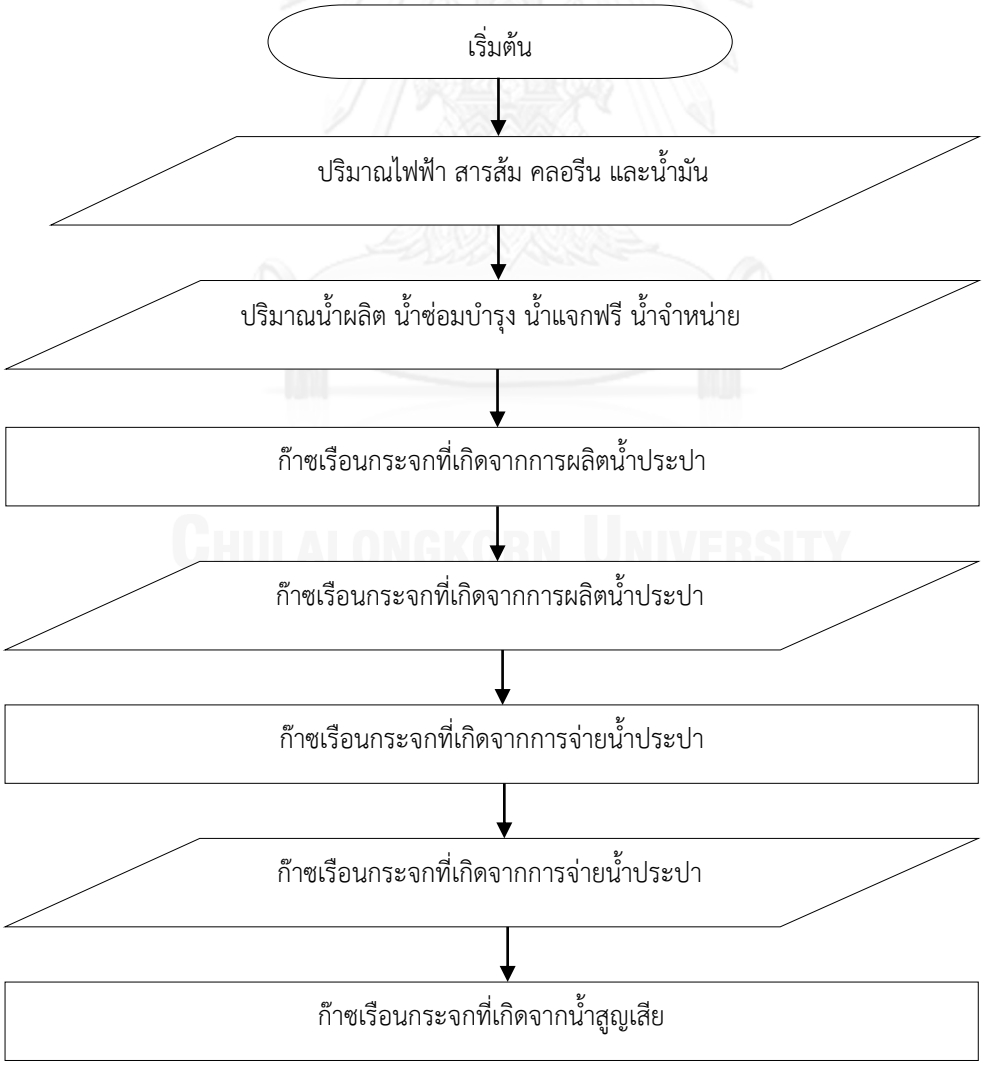
10. ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากผลิตและจ่ายน้ำประปา 71,809.22 + 54,025.96 = 125,835.18 กิโลกรัมคาร์บอนออกไซด์เทียบเท่า

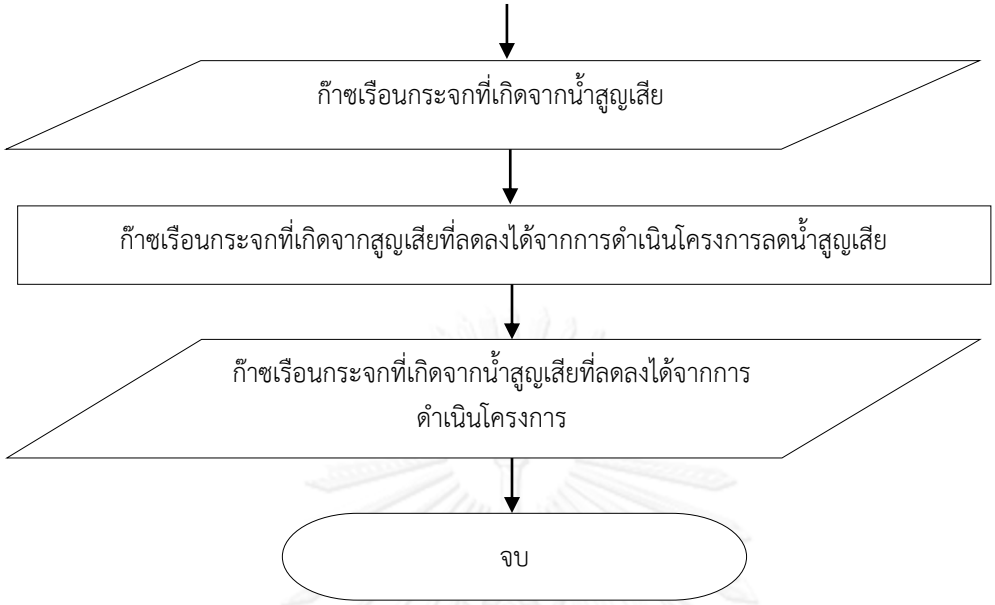
9. สัดส่วนก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปาต่อน้ำที่ผลิต 125,835.18 ÷ 646,077 = 0.195 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลูกบาศก์เมตร

10.ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสีย 0.195 × 181,318 = 35,314.96 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

3.7 การพัฒนาตารางคำนวณอย่างง่ายสำหรับการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ลดลงได้จากโครงการลดน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

จัดทำตารางคำนวณอย่างง่าย เพื่อหาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการผลิตและจ่ายน้ำประปา โดยการทำช่องให้กรอกข้อมูลต่างๆ พัฒนาจากโปรแกรม Microsoft Excel เช่น ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตและแจกจ่ายน้ำระปา ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการผลิตน้ำประปา เป็นต้น แล้วนำค่าดังกล่าวมาคูณกับค่า Emission Factor ของแต่ละข้อมูล จะทำให้ทราบประเภทและขนาดของผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปา และผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆจากการลดน้ำสูญเสีย โดยเป้าหมายการพัฒนาตารางคำนวณอย่างง่ายเพื่อให้การประปาในพื้นที่ต่างๆได้นำแนวการประเมินไปใช้เพียงกรอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องและสามารถทำให้การประเมินทำได้อย่างสะดวกและประหยัดเวลา รวมทั้งสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินความก้าวหน้าของการดำเนินงานของการประปาและการลดผลกระทบได้อย่างต่อเนื่อง โดยเปรียบเทียบผลการคำนวณจากผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆของเดือนหรือปีที่ผ่านมา โดยแผนผังการทำงาน (Flow chart) ของตารางคำนวณอย่างง่ายแสดงดังรูปที่ 3.15





รูปที่ 3.15 แผนผังการทำงานของตารางคำนวณอย่างง่าย

3.8วิเคราะห์ สรุป และเสนอแนะแนวทางในการลดน้ำสูญเสียอย่างมีประสิทธิภาพ

หลังจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตน้ำประปา ปริมาณน้ำสูญเสีย และนำข้อมูลมาจัดทำบัญชีรายการรวมถึงประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆตามข้างต้นจะทำให้ทราบถึงประเภทและขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการผลิตน้ำประปาและผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากน้ำสูญเสียที่สำคัญ อีกทั้งสามารถคำนวณเปรียบเทียบผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆที่ลดลงได้จากการดำเนินโครงการลดน้ำสูญเสีย และขั้นสุดท้ายคือ การเสนอแนะแนวทางในการลดน้ำสูญเสียอย่างประสิทธิภาพ โดยการศึกษาแนวทางและประสบการณ์การลดน้ำสูญเสียจากบทความกรณีศึกษาจากต่างประเทศ หลังจากนั้นทำการศึกษาแนวทางที่เหมาะสมผ่านการประเมินตาม Scenario ต่างๆ เช่น กรณีไม่ดำเนินการลดน้ำสูญเสีย กรณีดำเนินการลดน้ำสูญเสียได้ตามเป้าหมาย กรณีดำเนินการลดน้ำสูญเสียแบบก้าวกระโดด เป็นต้น ประกอบกับพิจารณาแผนผังองค์กรและการบริหารงานของการประปาส่วนภูมิภาคเพื่อให้ทราบหน้าที่ความรับผิดชอบของบุคคลากรตำแหน่งต่างๆเพื่อที่จะได้สัมภาษณ์ถึงอุปสรรคปัญหาในการลดน้ำสูญเสียของผู้ปฏิบัติงานเพื่อให้รับทราบถึงปัญหาและสถานการณ์ของสภาพจริง และจัดทำข้อเสนอแนะแนวทางหน้าที่ความรับผิดชอบที่เป็นไปตาม Scenario เพื่อให้การดำเนินโครงการลดน้ำสูญเสียเป็นอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

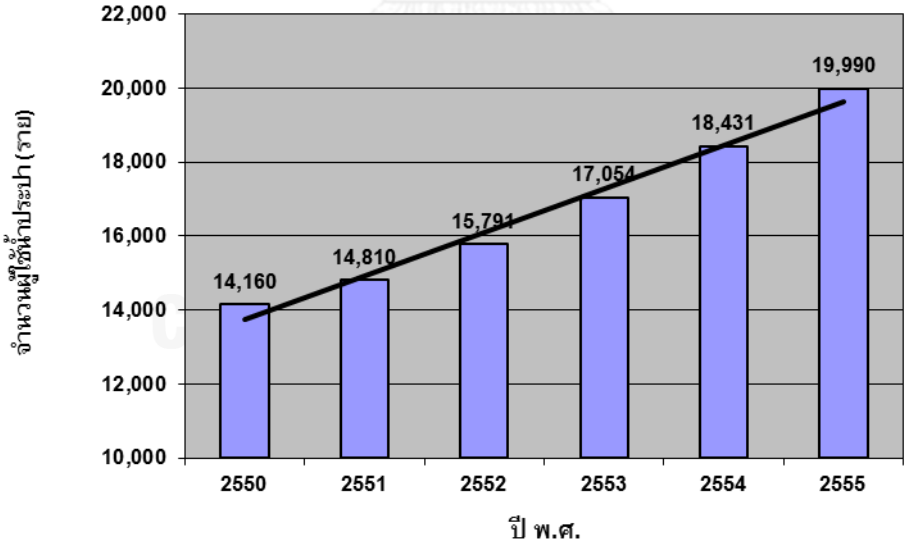
บทที่ 4

ข้อมูลของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

บทที่ 4 อธิบายรายละเอียดและข้อมูลพื้นฐานของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย โดยเนื้อหาในบทนี้จะประกอบไปด้วย รายละเอียดของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายซึ่งประกอบด้วยจำนวนผู้ใช้น้ำและพื้นที่บริการ ที่ตั้ง แหล่งน้ำดิบ กระบวนการผลิต ปริมาณสารเคมี พลังงานที่ใช้ และปริมาณการผลิตน้ำประปา การดำเนินการเกี่ยวกับน้ำสูญเสีย

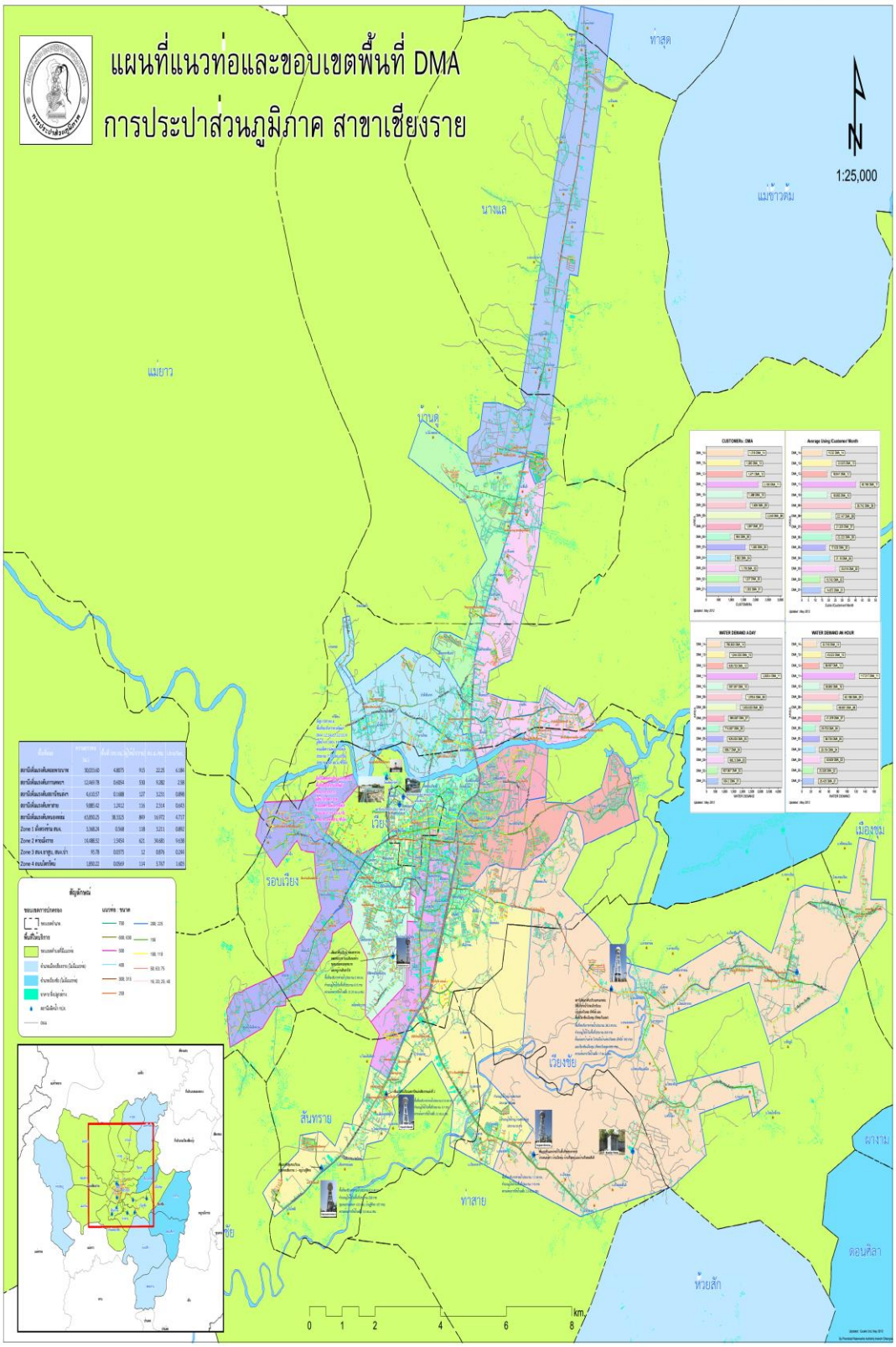
4.1 จำนวนผู้ใช้น้ำและพื้นที่บริการของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

จำนวนผู้ใช้น้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายในปี พ.ศ. 2555 มีจำนวน 19,990 ราย และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปีดังรูปที่ 4.1 การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายมีพื้นที่บริการ 60.85 ตารางกิโลเมตรดังรูปที่ 4.2 โดยจ่ายน้ำประปาให้กับเขตอำเภอเมืองเชียงรายและชุมชนนอกเขตอีก 16 หมู่บ้าน



รูปที่ 4.1 จำนวนผู้ใช้น้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายระหว่างปี พ.ศ. 2550 – 2555

ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

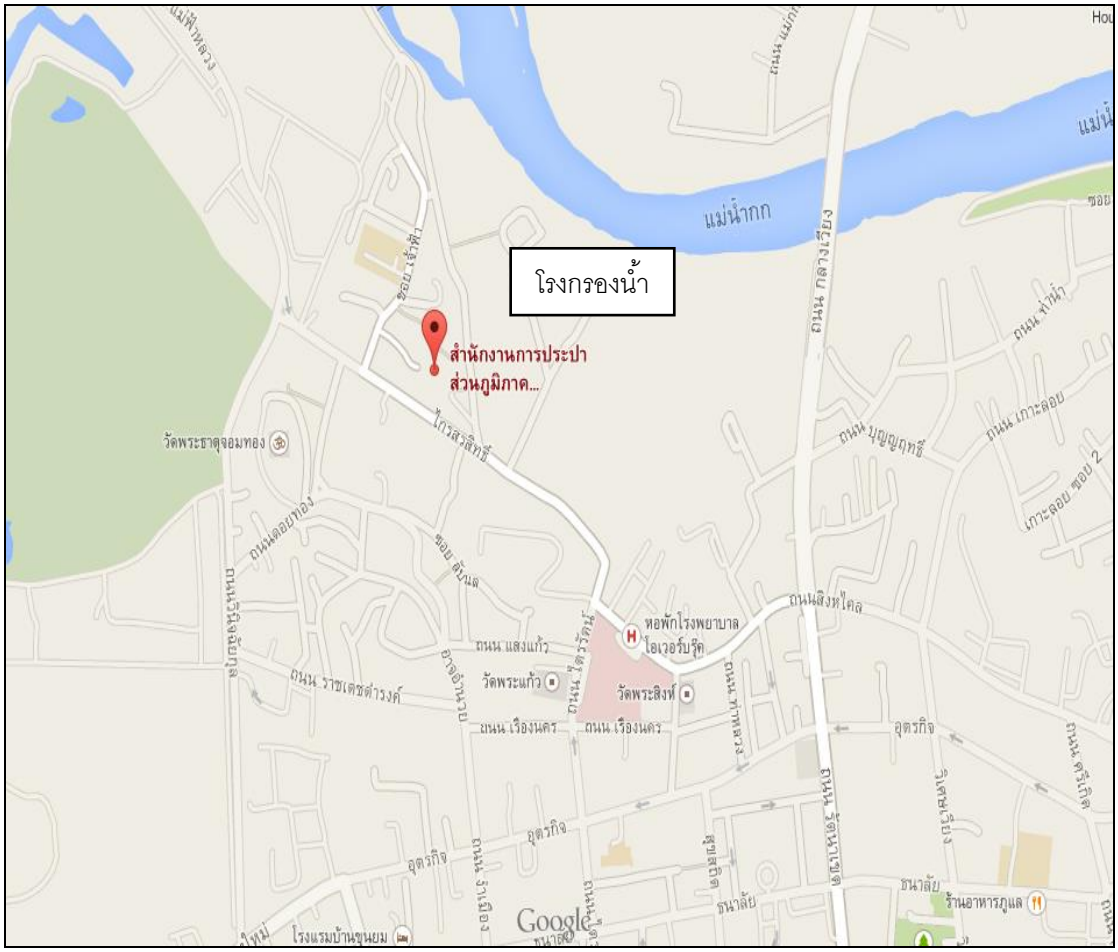


รูปที่ 4.2 เขตพื้นที่บริการการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

ที่มา: การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

4.2 ที่ตั้งของโรงผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

โรงผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายตั้งอยู่ที่ ตำบลเวียง อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย ดังรูปที่ 4.3



CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 4.3 รูปแสดงที่ตั้งการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

4.3 แหล่งน้ำดิบของโรงผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

โรงผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายใช้น้ำจากแม่น้ำกกเป็นน้ำดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำประปาดังรูปที่ 4.5 แม่น้ำกกเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 จากรูปที่ 4.4 และตารางที่ 4.1 (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 1 กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2554) มีต้นกำเนิดจากประเทศพม่า ไหลผ่านอำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ อำเภอแม่จัน อำเภอเมือง อำเภอเวียงชัย กิ่งอำเภอพญาเม็งราย และไหลลงแม่น้ำโขงที่อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย แม่น้ำกกเป็นแม่น้ำที่สำคัญมีความอุดมสมบูรณ์ของพันธ์ปลานานาชนิด และเป็นแม่น้ำที่ใช้หล่อเลี้ยงพื้นที่การเกษตรตั้งแต่อำเภอแม่อายจังหวัดเชียงใหม่ไปจนถึงอำเภอเชียงแสนจังหวัดเชียงรายรวมระยะทางประมาณ 200 กิโลเมตร โดยลำน้ำสาขาที่สำคัญคือ แม่น้ำฝาง จากการตรวจวัดบริเวณแม่น้ำกก ตำบลแซว อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย ถึง บริเวณสะพานแม่ฟ้าหลวง อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย คุณภาพน้ำโดยรวมตลอดปี 2554 พบว่าคุณภาพน้ำแม่น้ำกกอยู่ในเกณฑ์ดี

รูปที่ 4.3 จุดตั้งจุดตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำกกของ

ที่มา : สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 1 กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 4.1 ค่าคุณภาพน้ำที่สำคัญของแม่น้ำกกในปี2554 ตามจุดตรวจวัด

สถานี	ค่าคุณภาพน้ำที่สำคัญ/1					เกณฑ์คุณภาพน้ำ
	DO (มก./ล.)	BOD (มก./ล.)	TCB (หน่วย*)	FCB (หน่วย*)	NH_3 (มก./ล.)	
KK 1	7.6	0.7	4,000	400	0.00	ดี
KK 2	7.9	0.8	2,500	400	0.00	ดี
KK 3	6.9	0.7	3,500	790	0.00	ดี
KK 4	6.9	1.1	9,400	1,700	0.00	พอใช้
มาตรฐานประเภทที่ 2	>= 6.0	<= 1.5	<= 5,000	<= 1,000	<= 0.5	ดี
มาตรฐานประเภทที่ 3	>= 4.0	<= 2.0	<= 20,000	<= 4,000	<= 0.5	พอใช้
มาตรฐานประเภทที่ 4	>= 2.0	<= 4.0	<= 60,000	<= 60,000	<= 0.5	เสื่อมโทรม

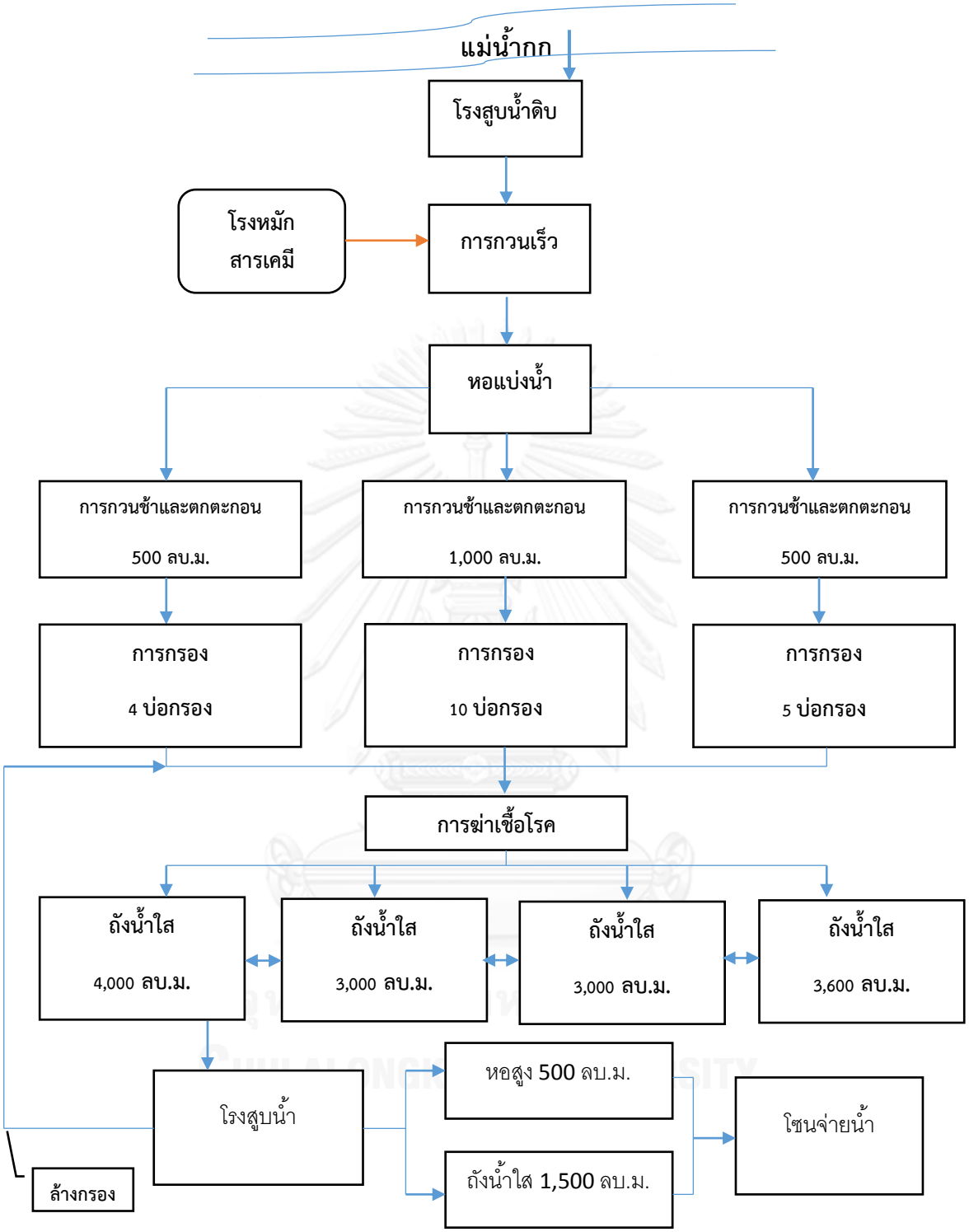
ที่มา : สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 1 กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

รูปที่ 4.5 แม่น้ำกกที่เป็นแหล่งน้ำดิบของโรงผลิตน้ำประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

4.4 กระบวนการผลิตน้ำประปาของโรงผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

โรงผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายเป็นโรงผลิตน้ำประปาจากน้ำผิวดิน โดยประกอบด้วย โรงสูบน้ำดิบ การกวนเร็ว การกวนช้า การตกตะกอน การกรอง การฆ่าเชื้อโรค และถังน้ำใส ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ผังการไหลของระบบผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

โรงผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายเป็นกระบวนการผลิตน้ำประปาจากน้ำผิวดิน โดยมีกำลังการผลิตน้ำประปาอยู่ที่ 1,720 ลบ.ม./ชม. ซึ่งมีชั่วโมงผลิตน้ำ 15 ชม./วัน ทำให้มีปริมาณน้ำผลิตจ่าย 25,800 ลบ.ม./วัน โดยประกอบด้วยกระบวนการดังต่อไปนี้

1. โรงสูบน้ำดิบ โรงสูบน้ำดิบจะสูบน้ำดิบจากแม่น้ำกกที่ไหลผ่านตัวเมืองเชียงราย โดยโรงสูบน้ำประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง 3 เครื่องดังรูปที่ 4.7 แต่ละเครื่องมีอัตราการสูบน้ำ 1,720 ลบ.ม./ชม.โดยเดินเครื่องสูบสลับกันเครื่องละ 1 ชั่วโมง และเดินเครื่อง 15 ชม./วัน ส่งน้ำได้สูง 30 เมตร ท่อดูดน้ำขนาด 600 มม. ท่อส่งขนาด 400 มม. โดยปริมาณสูบน้ำต่อวันเท่ากับ 25,800 ลบ.ม.

รูปที่ 4.7 จุดสูบน้ำดิบและเครื่องสูบน้ำของโรงผลิตน้ำประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

2. กระบวนการกวนเร็ว โรงผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย มีการเติมสารส้มที่ผสมกับน้ำฉีดผสมกับน้ำดิบในอัตรา 45 กิโลกรัมต่อชั่วโมงและมีการเติมคลอรีนเพื่อกำจัดสาหร่ายในอัตรา 1.72 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยมีการกวนผสมในเส้นท่อด้วย Static Mixer ดังรูปที่ 4.8

รูปที่ 4.8 ปั้มสูบจ่ายสารส้มและท่อแบบกวนผสมในเส้นท่อของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

3. กระบวนการกวนช้าและตกตะกอน หลังจากผ่านกระบวนการกวนเร็ว น้ำจะถูกแบ่งโดยหอแบ่งน้ำก่อนจะเข้าสู่ถังกวนช้าและถังตกตะกอนที่ออกแบบเป็นถังติดต่อกัน โรงกรองน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายออกแบบถังกวนช้าเป็นแบบใช้แผ่นกั้นหรือแบบ Baffle ตามรูปที่ 4.9 ถังตกตะกอนของโรงผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายเป็นถังตกตะกอนแบบสี่เหลี่ยมดังรูปที่ 4.10 โดยมีจำนวน 3 ถัง แต่ละถังมีความจุ 1,000 500 และ500 ลบ.ม. โดยมีเวลาเก็บกักน้ำ 70 นาที

รูปที่ 4.9 หอแบ่งน้ำและถังกวนช้าแบบแผ่นกั้นของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

รูปที่ 4.10 ถังตกตะกอนแบบสี่เหลี่ยมของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

5. กระบวนการกรอง ถังกรองของโรงผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายเป็นถังกรองทรายที่มีการจัดเรียงชั้นจากบนลงล่างได้แก่ ทรายละเอียด ทรายหยาบ กรวดเล็ก กรวดใหญ่ และแผ่นเหล็กเจาะรู โดยมีอัตราการกรองเท่ากับ 90 ลบ.ม.ต่อชั่วโมง มีขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 5 เมตร จำนวน 19 บ่อกรอง ดังรูปที่ 4.11

รูปที่ 4.11 ถังกรองทรายของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

6. กระบวนการฆ่าเชื้อโรค การฆ่าเชื้อโรคของโรงผลิตน้ำประปาของการกระปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายใช้ก๊าซคลอรีนในการฆ่าเชื้อโรคโดยมีอัตราการจ่ายคลอรีนเท่ากับ 2.35 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ดังรูปที่ 4.12

รูปที่ 4.12 ถังก๊าซคลอรีนและการเติมคลอรีนของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

7. ถังเก็บน้ำใส ถังเก็บน้ำใสของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายเป็นถังแบบคอนกรีตเสริมเหล็กที่เก็บน้ำอยู่ใต้ดินดังรูปที่ 4.13 มีทั้งหมด 4 ถัง มีความจุดังนี้ 3,600 3,000 3,000 และ 4,000 ลบ.ม. รวมถังเก็บน้ำใสทั้งหมดมีความจุ 13,600 ลบ.ม.

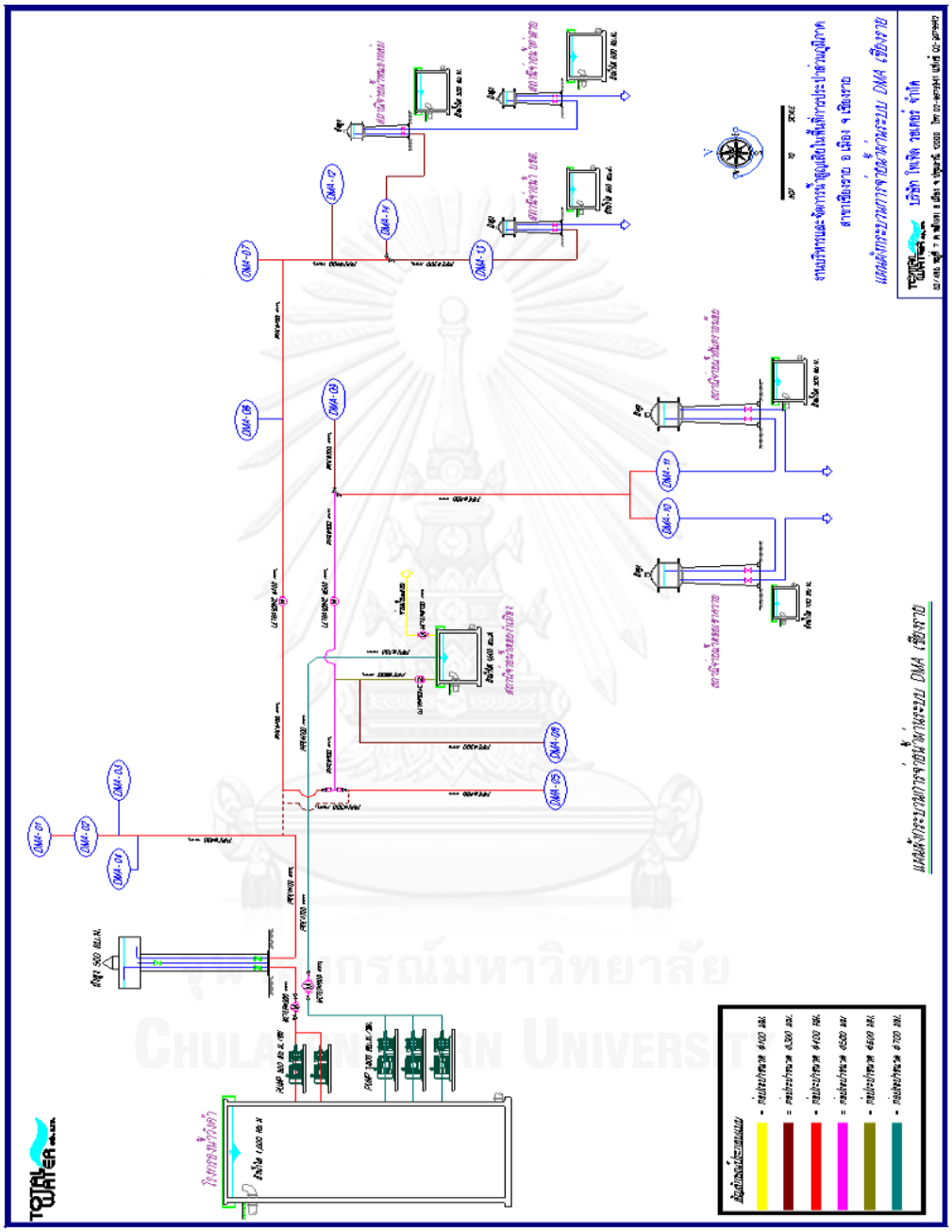
รูปที่ 4.13 ถังเก็บน้ำใสของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

8. ระบบจ่ายน้ำ ของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายประกอบไปด้วย หอถังสูง 1 หอมีความจุ 500 ลบ.ม. และถังน้ำใสมีความจุ 1,500 ลบ.ม. เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่งจำนวน 5 เครื่อง ประกอบด้วย เครื่องสูบน้ำที่มีอัตราการสูบน้ำ 1,200 ลบ.ม. จำนวน 3 เครื่อง โดยสามารถส่งน้ำได้สูง 50 ม. ท่อดูดขนาด 600 มม. ท่อส่งขนาด 500 มม. ดังรูปที่ 4.14 โดยเดินเครื่องสูบน้ำจำนวน 8 ชม./วัน ปริมาณสูบน้ำจ่ายต่อวันเท่ากับ 13,200 ลบ.ม. และเครื่องสูบน้ำที่มีอัตราการสูบน้ำ 500 ลบ.ม. จำนวน 2 โดยสามารถส่งน้ำได้สูง 50 ม. ท่อดูดขนาด 400 มม. ท่อจ่ายขนาด 300 มม.เครื่องโดยเดินเครื่องสูบน้ำ 20 ชม./วัน ปริมาณสูบน้ำจ่ายต่อวัน 13,000 ลบ.ม. โดยแผนผังการจ่ายน้ำประปาแสดงดังรูปที่ 4.15 โดยจ่ายน้ำทั่วเมืองเชียงราย อำเภอเมืองเชียงราย และหมู่บ้านนอกเขตอำเภอเมือง 16 หมู่บ้าน

รูปที่ 4.14 เครื่องสูบน้ำและหอถังสูงของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย



รูปที่ 4.15 แผนผังการจ่ายน้ำของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

ที่มา : ที่มา : บริษัท TOTAL WATER จำกัด (มหาชน)

9. สถานีเพิ่มแรงดัน ระบบจ่ายน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย ประกอบไปด้วยสถานีเพิ่มแรงดันจำนวน 5 สถานีดังต่อไปนี้

1. สถานีเพิ่มแรงดันหนองหล่ม ถังน้ำใสมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 600 มม. สูบน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำชนิดหอยโข่ง 2 เครื่อง ด้วยอัตราสูบ 100 ลบ.ม./ชั่วโมง โดยสูบขึ้นหอถังสูงที่มีขนาดความจุ 120 ลบ.ม. และท่อจ่ายน้ำมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 มม.

2. สถานีเพิ่มแรงดันท่าสาย ถังน้ำใสมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 600 มม. สูบน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำชนิดเทอร์ไบน์ 2 เครื่อง ด้วยอัตราสูบ 90 ลบ.ม./ชั่วโมง โดยสูบขึ้นหอถังสูงที่มีขนาดความจุ 100 ลบ.ม. และท่อจ่ายน้ำมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 250 มม.

3. สถานีเพิ่มแรงดันดอยพระบาท ถังน้ำใสมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มม. สูบน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำขนิดเทอร์ไบน์ 2 เครื่อง ด้วยอัตราสูบ 15 ลบ.ม./ชั่วโมง โดยสูบขึ้นหอถังสูงที่มีขนาดความจุ 100 ลบ.ม. และท่อจ่ายน้ำมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มม.

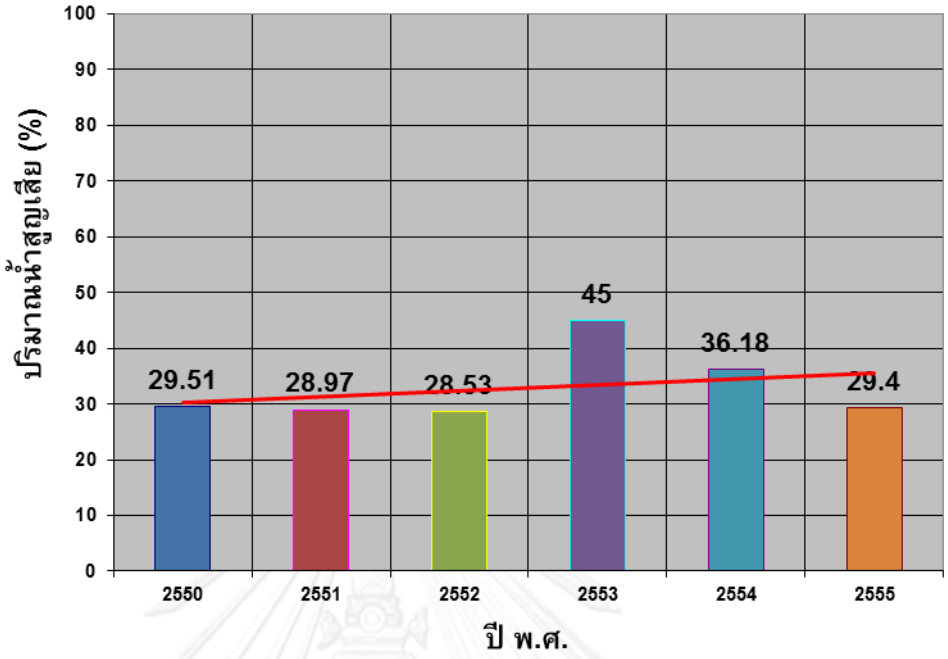
4. สถานีเพิ่มแรงดันการเคหะ ถังน้ำใสมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1,000 มม. สูบน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำชนิดหอยโข่ง 2 เครื่อง ด้วยอัตราการสูบ 120 ลบ.ม./ชั่วโมง โดยสูบขึ้นหอถังสูงที่มีขนาดความจุ 120 ลบ.ม. และท่อจ่ายน้ำมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 250 มม.

5. สถานีเพิ่มแรงดันขนขนส่งใหม่ ถังน้ำใสมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 350 มิลลิเมตร สูบน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำชนิดเทอร์ไบน์ 2 เครื่อง ด้วยอัตราการสูบ 15 ลบ.ม./ชั่วโมง โดยสูบขึ้นหอถังสูงที่มีขนาดความจุ 60 ลบ.ม. และท่อจ่ายน้ำมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 250 มิลลิเมตร

4.5 ข้อมูลด้านน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

ข้อมูลปริมาณน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายและแนวทางการดำเนินงานลดน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

1. ปริมาณน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย ปริมาณน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายดังรูปที่ 4.16 โดยเคยมีปริมาณน้ำสูญเสียสูงสุดที่ปี พ.ศ. 2553 เท่ากับ 45% และมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 29% โดยมีแนวโน้มว่าปริมาณน้ำสูญเสียจะเพิ่มสูงขึ้น



รูปที่ 4.16 ปริมาณน้ำสูญเสียเฉลี่ยรายปีของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 – 2555

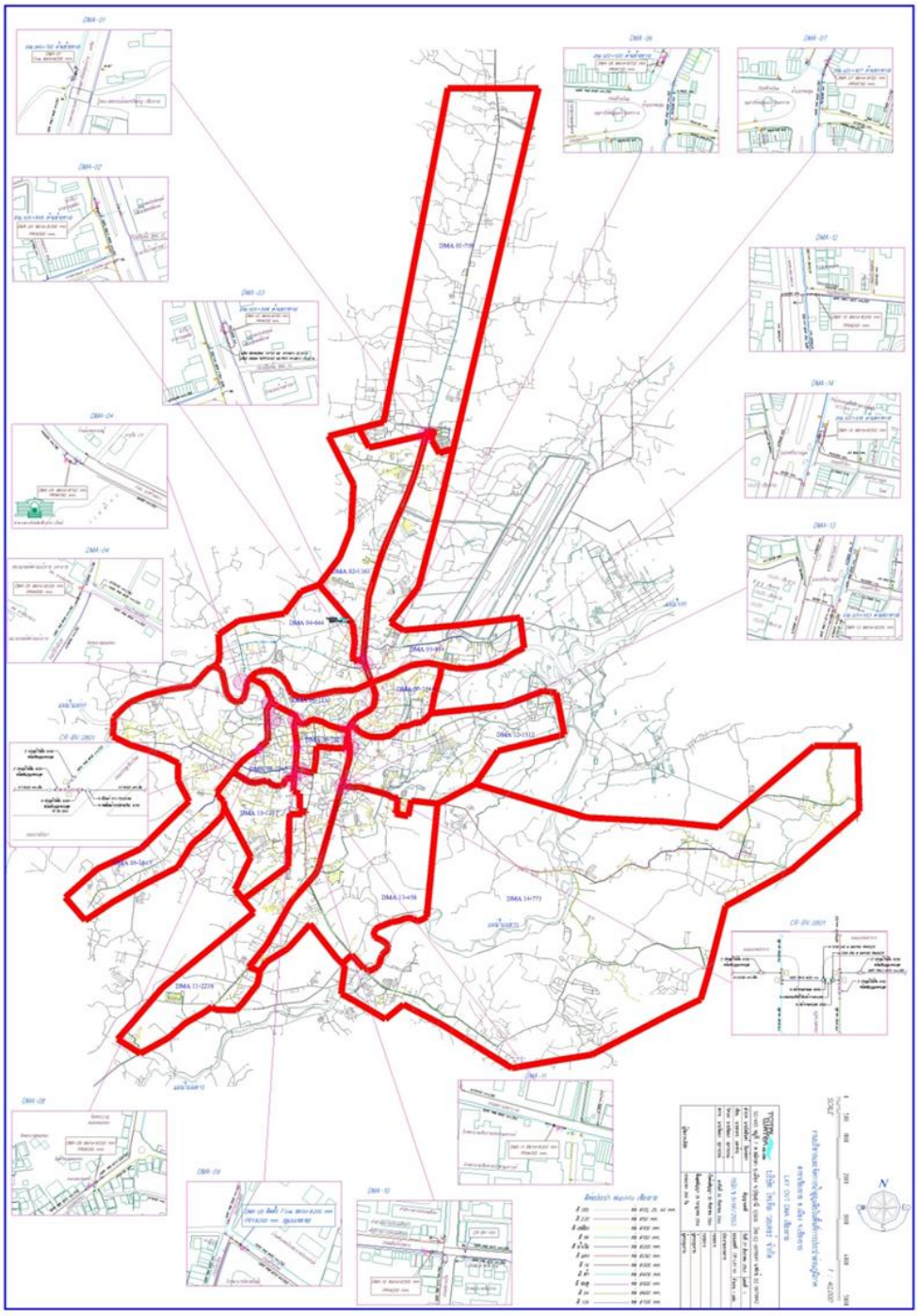
ที่มา : การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

2. แนวทางการดำเนินงานลดน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย การประปาส่วนภูมิได้ว่าจ้างบริษัทเอกชน บริษัท TOTAL WATER จำกัดมหาชน ในการบริหารจัดการและดำเนินการจัดการลดน้ำสูญเสียจากระบบจ่ายน้ำของโครงข่ายท่อน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย โดยทางบริษัทได้ดำเนินการงานลดน้ำสูญเสียประกอบด้วยดังนี้

1.ควบคุมความดันในท่อจ่ายน้ำประปาให้อยู่ในช่วง 5-7 เมตร

2.แบ่งพื้นที่ของระบบจ่ายน้ำประปาออกเป็นพื้นที่ย่อยๆเป็นจำนวน 14 พื้นที่ย่อย ดังรูปที่ 4.17

3.ลงพื้นที่เดินตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือในการฟังเสียงของน้ำที่รั่วไหลออกจากท่อ



รูปที่ 4.17 แผนผังขอบเขตของพื้นที่ย่อยที่ได้แบ่งไว้

ที่มา : บริษัท TOTAL WATER จำกัด (มหาชน)

บริษัทได้แบ่งพื้นการจ่ายน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายออกเป็นพื้นที่ย่อย และได้ดำเนินการติดตั้งมิเตอร์ตรงจุดน้ำเข้าเพื่อวัดอัตราการไหลของน้ำประปา หากพื้นที่ใดมีอัตราการไหลของน้ำประปาเข้าพื้นที่เปลี่ยนแปลงสูงขึ้นผิดปกติ บริษัทจะส่งทีมลงพื้นที่เพื่อหาจุดที่ท่อน้ำประปารั่วไหลและจะได้ดำเนินการเปลี่ยนท่อน้ำประปาที่ชำรุดต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

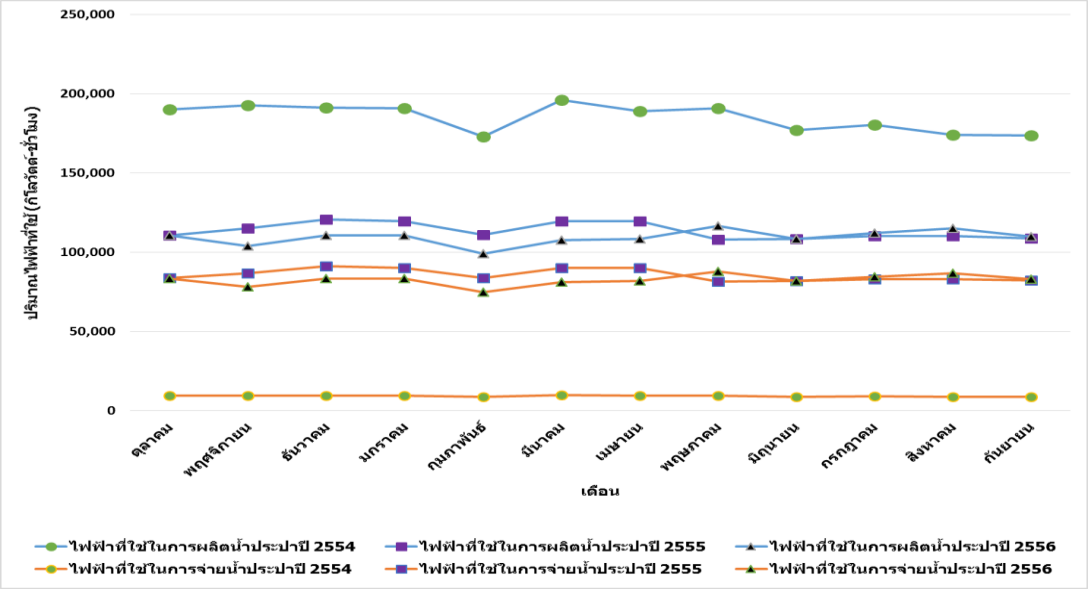
บทที่ 5

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้ดำเนินการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกและประเมินวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายเพื่อให้ทราบปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสีย และประเภทและขนาดของผลกระทบสิ่งแวดล้อมของการผลิตและจ่ายน้ำประปา โดยในบทนี้จะอธิบายรายละเอียดประกอบด้วย ปริมาณการใช้ไฟฟ้าและสารเคมีของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปา ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดการผลิตและจ่ายน้ำประปา ปริมาณน้ำสูญเสียและปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสีย ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสียหลังจากการดำเนินโครงการลดน้ำสูญเสีย ตารางคำนวณอย่างง่ายสำหรับคำนวณก๊าซเรือนกระจกที่พัฒนาขึ้น ผลการประเมินวัฏจักรชีวิตของการผลิตและจ่ายน้ำประปา ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากน้ำสูญเสีย และผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ลดลงได้จากการลดน้ำสูญเสีย

5.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้า สารส้ม และคลอรีนของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย

ในระหว่างปี พ.ศ. 2554 – 2556 การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายได้มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าดังแสดงได้ในตารางที่ 5.1

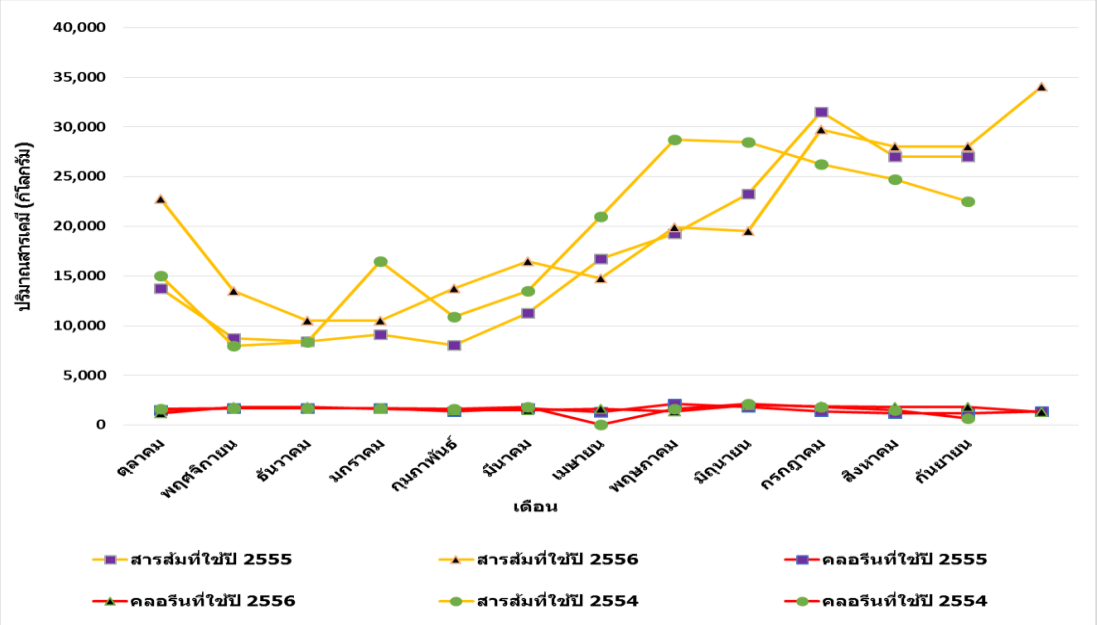


รูปที่ 5.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในการผลิตและจ่ายน้ำประปาปี 2554 - 2556

ตารางที่ 5.1 ปริมาณไฟฟ้า สารส้ม และคลอรีน ที่การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายใช้ในปี 2554 –2556

รายการ		ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
ไฟฟ้า (หน่วย)	2554	204,385	206,987	205,415	205,160	185,955	210,639	203,303	205,085	190,317	193,901	187,246	186,636
	2555	194,167	201,840	211,772	209,636	194,611	209,484	209,685	189,435	190,230	193,163	193,214	190,842
	2556	193,746	181,960	193,833	193,650	173,364	188,573	190,056	204,434	189,810	196,267	201,880	192,886
สารส้ม (กิโลกรัม)	2554	15,000	8,000	8,375	16,500	10,875	13,500	21,000	28,750	28,500	26,250	24,750	22,500
	2555	13,750	8,700	8,400	9,100	8,050	11,300	16,700	19,250	23,250	31,500	27,000	27,000
	2556	22,750	13,500	10,500	10,500	13,750	16,500	14,750	19,875	19,500	29,750	28,000	34,050
คลอรีน (กิโลกรัม)	2554	1,600	1,700	1,700	1,700	1,600	1,800	17	1,600	2,100	1,800	1,500	700
	2555	1,500	1,700	1,700	1,700	1,400	1,700	1,300	2,100	1,800	1,400	1,200	1,400
	2556	1,200	1,800	1,800	1,600	1,500	1,500	1,600	1,400	2,000	1,900	1,800	1,300

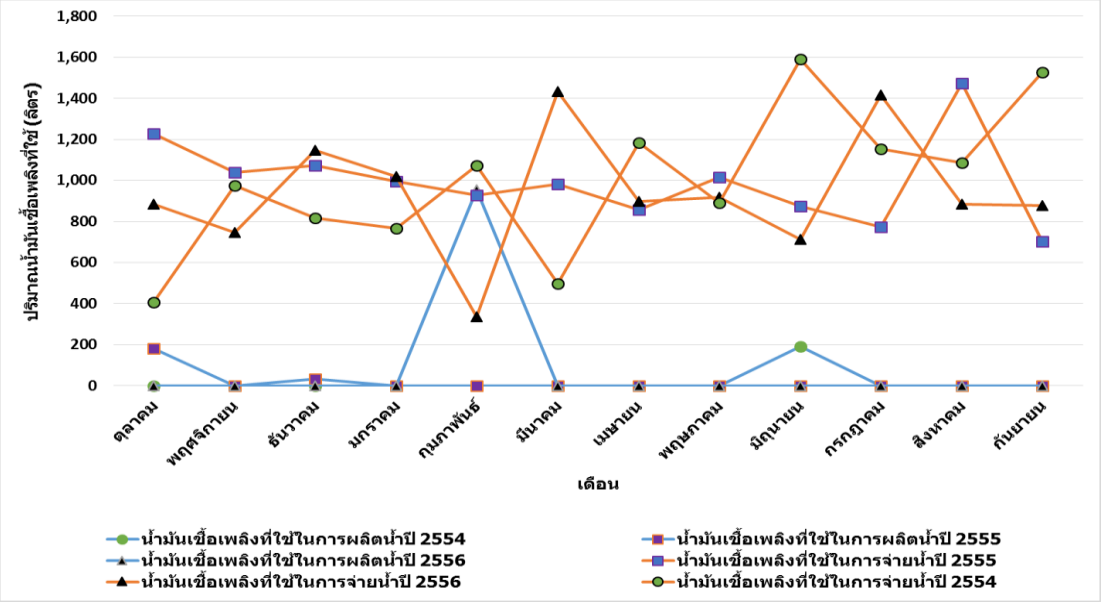
จากรูปที่ 5.1 แสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปาในแต่ละปีตลอดระยะเวลา 3 ปี พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ทรัพยากรในการผลิตน้ำประปาไปตามฤดูกาลและความต้องการใช้น้ำประปาของผู้ใช้น้ำประปา โดยในเดือนตุลาคมเป็นฤดูหนาวปริมาณการใช้น้ำประปาจะมีค่อยข้างน้อยเทียบกับเดือนอื่นๆในปีเดียวกันและค่อยเพิ่มสูงขึ้นจนถึงเดือนธันวาคม หลังจากนั้นปริมาณการใช้ไฟฟ้าคงที่และลดลงที่กุมภาพันธ์ เมื่อเข้าสู่ฤดูร้อนความต้องการน้ำประปาจะเพิ่มสูงขึ้นและคงที่จนถึงเดือนเมษายน และปริมาณการใช้ไฟฟ้าจะลดลงตามปริมาณความต้องการใช้น้ำอีกครั้งในฤดูฝนที่ปริมาณความต้องการใช้น้ำประปาน้อย ซึ่งแนวโน้มดังกล่าวมีลักษณะคล้ายกันในทุกปี โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในการผลิตน้ำอยู่ที่เดือนมีนาคมปี 2554 เท่ากับ 195,894 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และมีการใช้ไฟฟ้าต่ำสุดในการผลิตน้ำอยู่ที่เดือนกุมภาพันธ์ปี 2556 เท่ากับ 98,817 กิโลวัตต์-ชั่วโมง โดยปริมาณการใช้ฟ้าในการจ่ายน้ำประปาสูงสุดอยู่ที่เดือนเมษายนปี 2555 เท่ากับ 90,164 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำสุดในการจ่ายน้ำอยู่ที่เดือนกุมภาพันธ์ปี 2554 เท่ากับ 8,553 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อปริมาณน้ำประปาที่ผลิตและจ่ายเฉลี่ยปี 2554, 2555, 2556 เท่ากับ 0.28, 0.30, 0.28 หน่วยต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ โดยค่าปริมาณไฟฟ้าต่อปริมาณน้ำที่ผลิตปรับสูงขึ้นในปี 2555 เนื่องจากในปีนี้มีการลดปริมาณน้ำผลิต ส่วนในปี 2554 และ 2556 ค่าเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าต่อปริมาณน้ำที่ผลิตเท่ากันเนื่องจากปริมาณที่ผลิตใกล้เคียงกัน ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในการผลิตน้ำและจ่ายน้ำประปาปี 2554 แตกต่างกับปี 2555 และ 2556 มากเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงระบบจ่ายน้ำประปาภายหลังจากปี 2554 เพื่อให้การจ่ายน้ำประปาและการควบคุมน้ำสูญเสียมีประสิทธิภาพเพิ่มสูงขึ้น



รูปที่ 5.2 ปริมาณการใช้สารส้มและคลอรีนในการผลิตน้ำปี 2554 - 2556

จากรูปที่ 5.2 ปริมาณสารส้มที่ใช้ในการผลิตน้ำประปาเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลตลอดทั้งปีตามคุณภาพน้ำดิบตลอดทั้งสามปี โดยตั้งแต่เดือนตุลาคมจนถึงเดือนกุมภาพันธ์เป็นฤดูหนาวคุณภาพน้ำดิบค่อนข้างดี มีปริมาณสารของแข็งแขวนลอยในน้ำดิบน้อยจึงส่งผลให้ปริมาณการใช้สารส้มน้อยตามไปด้วย หลังจากนั้นในช่วงเดือนมีนาคมเริ่มเข้าสู่ฤดูร้อนทำให้คุณภาพน้ำดิบเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำเพิ่มขึ้นจึงทำให้ต้องใช้ปริมาณสารส้มเพิ่มสูงขึ้นในการผลิตน้ำประปา และเมื่อเข้าสู่เดือนมิถุนายนที่เป็นฤดูฝนทำให้คุณภาพน้ำดิบมีปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำดิบสูงมากจึงทำให้ปริมาณการใช้สารส้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างมากโดยปริมาณสารส้มที่ใช้ต่อการผลิตน้ำประปาเฉลี่ยปี 2554, 2555, 2556 เท่ากับ 0.026, 0.026, 0.028 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งในปี 2554 และ 2555 มีปริมาณการใช้สารส้มต่อปริมาณน้ำประปาที่ผลิตเท่ากัน เนื่องจากใช้ปริมาณสารส้มในการผลิตใกล้เคียงกัน ส่วนในปี 2556 ปริมาณการใช้สารส้มต่อปริมาณการผลิตน้ำประปาเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากมีการลดปริมาณการผลิตน้ำประปา โดยการใช้สารส้มสูงสุดอยู่ในเดือนกรกฎาคม ปี 2555 สูงถึง 31,500 กิโลกรัมเนื่องจากเป็นฤดูฝน คุณภาพน้ำดิบมีปริมาณของแข็งแขวนลอยสูง และการใช้สารส้มน้อยที่สุดอยู่ในเดือนพฤศจิกายน ปี 2554 เท่ากับ 8,000 กิโลกรัมเนื่องจากเป็นช่วงฤดูหนาวทำให้คุณภาพของน้ำดิบดีมีของแข็งแขวนลอยน้อย

จากรูปที่ 5.2 แสดงให้เห็นปริมาณคลอรีนที่ใช้ในการผลิตน้ำประปามีแนวโน้มคงที่ตลอดทั้งสามปี โดยมีปริมาณการใช้คลอรีนต่อน้ำประปาที่ผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 0.002 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เนื่องจากคลอรีนเป็นสารเคมีที่ใส่ในน้ำประปาเพื่อฆ่าเชื้อโรค ดังนั้นปริมาณการใช้คลอรีนจึงไม่แปรผันตามคุณภาพของน้ำดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำประปา แต่ปริมาณการใช้คลอรีนจะขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตน้ำประปา โดยตลอดสามปีมีปริมาณการผลิตน้ำประปาใกล้เคียงกันจึงทำให้ปริมาณการใช้คลอรีนใกล้เคียงกันตลอดทั้งสามปี



รูปที่ 5.3 ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตและจ่ายน้ำในปี 2554 - 2556

จากรูปที่ 5.3 ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการผลิตมีแนวโน้มตามสถานการณ์การผลิตน้ำ และในบางเดือนอาจมีการใช้น้ำมันดีเซลในการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ในการผลิตน้ำในกรณีไฟฟ้าขัดข้อง โดยปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลในการผลิตน้ำมีค่าสูงสุดอยู่ที่เดือนกุมภาพันธ์ปี 2556 เท่ากับ 954 ลิตร และต่ำสุดเท่ากับ 0 ลิตร ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลในการจ่ายน้ำประปามีการปริมาณการใช้แตกต่างกันไปในแต่ละเดือนมาก เนื่องจากปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลในการจ่ายน้ำนั้นมีการใช้ในยานพาหนะเพื่อตรวจสอบ ซ่อมแซม โครงข่ายการจ่ายน้ำประปา โดยมีปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลสูงสุดอยู่ที่เดือนมิถุนายนปี 2554 เท่ากับ 1,591 ลิตร และปริมาณการใช้ต่ำสุดอยู่ที่เดือนกุมภาพันธ์ปี 2556 เท่ากับ 337 ลิตร ซึ่งปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลที่ใช้ในการผลิตและจ่ายน้ำประปาต่อน้ำประปาที่ผลิตเฉลี่ยปี 2554 - 2556 เท่ากับ 0.001 ลิตรต่อลูกบาศก์เมตร

ในตลอดระยะเวลาสามปีปริมาณการใช้ไฟฟ้า สารเคมี และน้ำมันดีเซลมีการเปลี่ยนแปลงดังตารางที่ 5.2 จากตารางแสดงให้เห็นว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าในการผลิตน้ำประปามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงเท่ากับ 40.88% และปริมาณการใช้ไฟฟ้าในการจ่ายน้ำประปามีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงเพิ่มสูงขึ้น 801.64% ส่วนปริมาณการใช้สารส้มมีแนวโน้มลดลงเท่ากับ 4.71% และปริมาณการใช้คลอรีนมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงเพิ่มสูงขึ้น 14.96% ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลในการจ่ายน้ำมีแนวโน้มลดลง 5.74%

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของการใช้ไฟฟ้าและสารเคมี

รายการ	ปริมาณใช้ปี 2554	ปริมาณใช้ปี 2555	ปริมาณใช้ปี 2556	เปลี่ยนแปลง ปี 2555 เทียบ ปี 2554 (%)	เปลี่ยนแปลง ปี 2556 เทียบ ปี 2554 (%)
ไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตน้ำ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	2,218,082	1,361,204	1,311,261	-38.63%	-40.88%
ไฟฟ้าที่ใช้ในการจ่ายน้ำ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	109,711	1,026,873	989,197	835.98%	801.64%
สารส้ม (กิโลกรัม)	224,000	204,000	233,425	-8.92%	4.21%
คลอรีน (กิโลกรัม)	17,817	18,900	19,400	6.08%	8.88%
น้ำมันชื้อเพลิงใช้ในการผลิต (ลิตร)	192	212	954	10%	396.87%

น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการจ่าย (ลิตร)	11,968	11,938	11,281	-0.25%	-5.74%

5.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดการผลิตและจ่ายน้ำประปา

การวิจัยนี้มีการคำนวณเปรียบเทียบระหว่างปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตน้ำประปากับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจ่ายน้ำประปา โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตประกอบไปด้วย ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากไฟฟ้า น้ำมันดีเซลที่ใช้ในการผลิตน้ำประปา ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้สารส้ม และก๊าซเรือนกระจกในการใช้คลอรีน ส่วนก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจ่ายน้ำประปาเกิดจากการไฟฟ้าที่ใช้ในการจ่ายน้ำประปา น้ำมันดีเซลยานพาหนะตรวจสอบระบบเครือข่ายท่อประปา ซึ่งก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปาที่เกิดขึ้นของปี 2554 มีค่าดังรูปที่ 5.4

ในปี 2554 เปอร์เซ็นต์การเกิดก๊าซเรือนกระจกระหว่างก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตน้ำประปาเทียบกับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจ่ายน้ำประปามีแนวโน้มคงที่ดังรูปที่ 5.4 โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตน้ำเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 110,450 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเดือน คิดเป็น 93.35% และปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจ่ายน้ำประปาเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 7,866 กิโลกรัมคาร์บอนไดอกไซด์เทียบเท่าต่อเดือน คิดเป็น 6.65 %

ในปี 2555 เปอร์เซ็นต์การเกิดก๊าซเรือนกระจกระหว่างก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตน้ำประปาเทียบกับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจ่ายน้ำประปามีแนวโน้มคงที่ดังรูปที่ 5.5 โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตน้ำเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 70,020 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเดือน คิดเป็น 57.98 % และปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจ่ายน้ำประปาเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 50,736 กิโลกรัมคาร์บอนไดอกไซด์เทียบเท่าต่อเดือน คิดเป็น 42.02 %

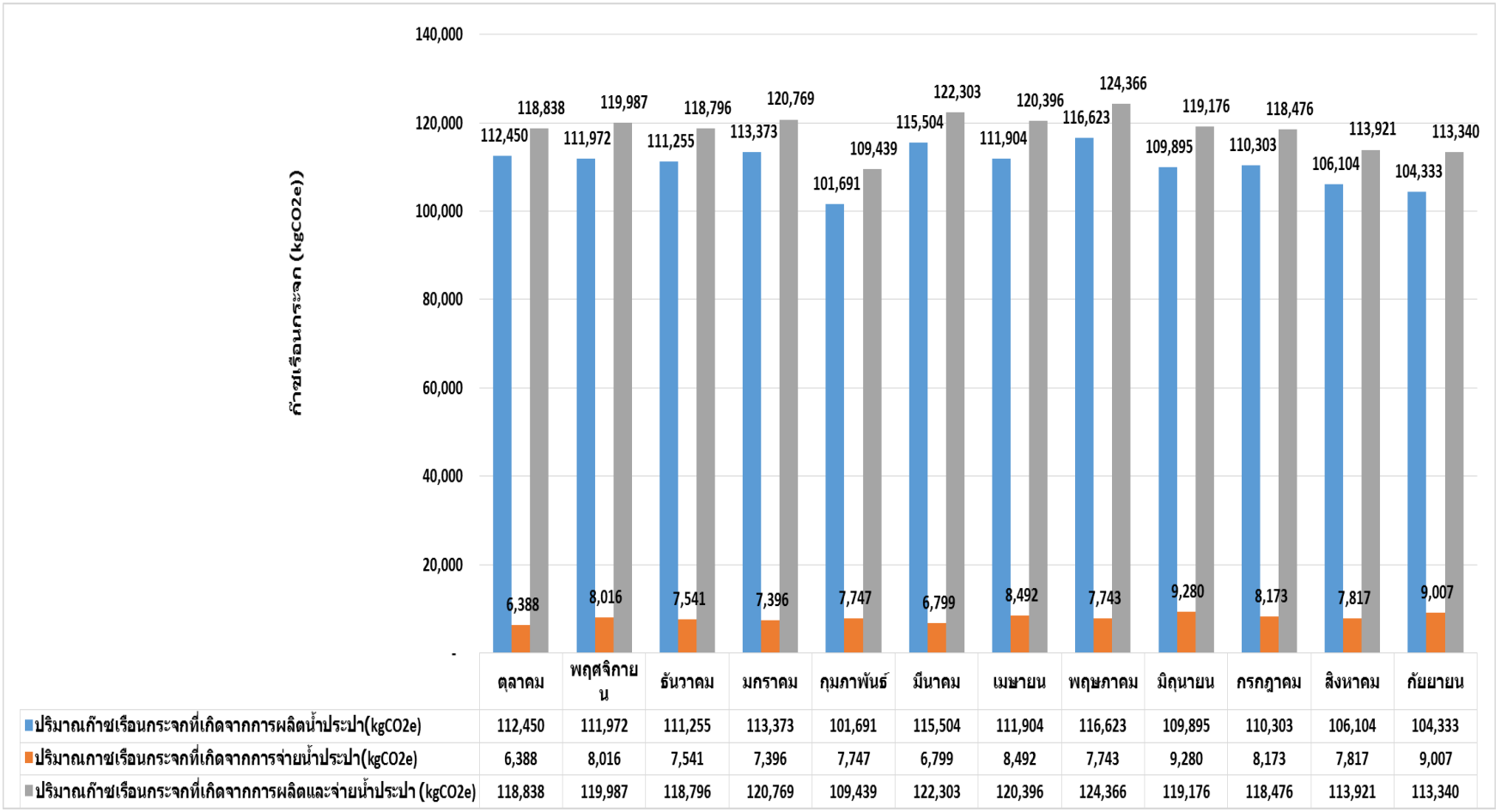
ในปี 2556 เปอร์เซ็นต์การเกิดก๊าซเรือนกระจกระหว่างก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตน้ำประปาเทียบกับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจ่ายน้ำประปามีแนวโน้มคงที่ดังรูปที่ 5.6 โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตน้ำประปาเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 68,585 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเดือน คิดเป็น 58.41 % และปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจ่ายน้ำประปาเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 48,825 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเดือน คิดเป็น 41.58 %

โดยตลอดทั้งสามปีคือ 2554 – 2556 ในปี 2554 เป็นปีที่ปริมาณการเกิดก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปาแตกต่างกับปี 2555 และ 2556 โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจก

ที่เกิดจากการผลิตน้ำประปาเท่ากับ 93.35% ซึ่งแตกต่างกับปี 2555 และ 2556 ที่ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตน้ำประปาเท่ากับ 58% โดยลดลงเท่ากับ 35.56% ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงระบบการจ่ายน้ำประปาหลังจากปี 2554 เพื่อในการจ่ายน้ำประปาและการควบคุมน้ำสูญเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้น และปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจ่ายน้ำประปาของปี 2554 ก็มีค่าเท่ากับ 6.65 % โดยขณะที่ปี 2555 และ 2556 มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจ่ายน้ำประปามีค่าเท่ากับ 42% โดยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 35.35% และทำให้ทราบว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตน้ำประปามีค่าสูงกว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจ่ายน้ำประปา

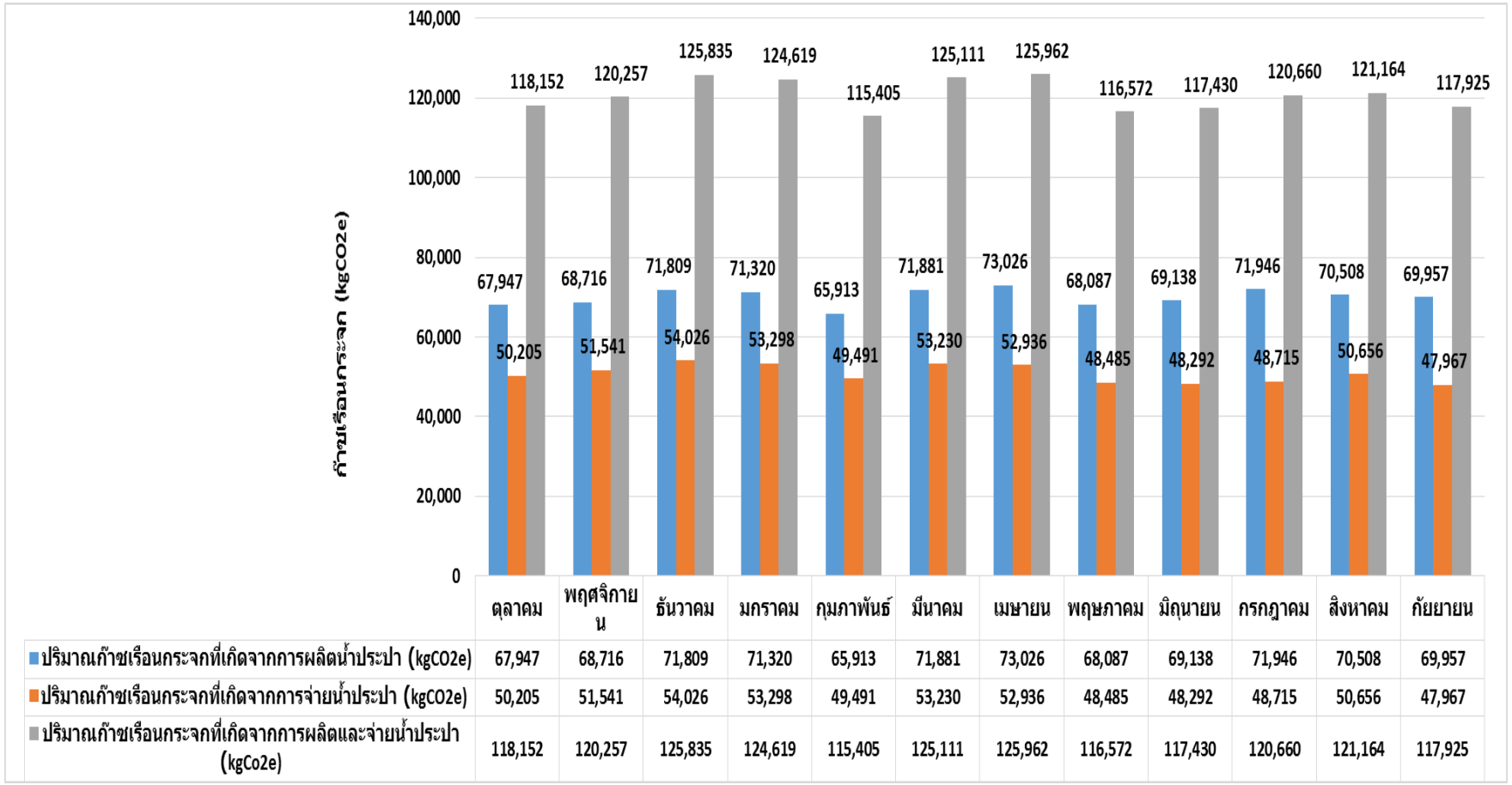
ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปาปี 2554 เฉลี่ยเท่ากับ 118,317 กิโลกรัมคาร์บอนออกไซด์เทียบเท่าต่อเดือน โดยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปาต่อน้ำประปาที่ผลิตเท่ากับ 0.17 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลูกบาศก์เมตร ในปี 2555 ก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตและจ่ายน้ำประปาเฉลี่ยเท่ากับ 120,757 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเดือน โดยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำต่อน้ำประปาที่ผลิต เท่ากับ 0.18 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลูกบาศก์เมตรและในปี 2556 ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปาเฉลี่ยเท่ากับ 117,410 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเดือน ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดต่อน้ำประปาที่ผลิตเท่ากับ 0.17 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลูกบาศก์เมตร โดยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับปี 2554 เท่ากับ 907 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็น 0.76% ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจาการผลิตและจ่ายต่อน้ำที่ผลิตเฉลี่ยทั้งสามปีเท่ากับ 0.173 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลูกบาศก์เมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



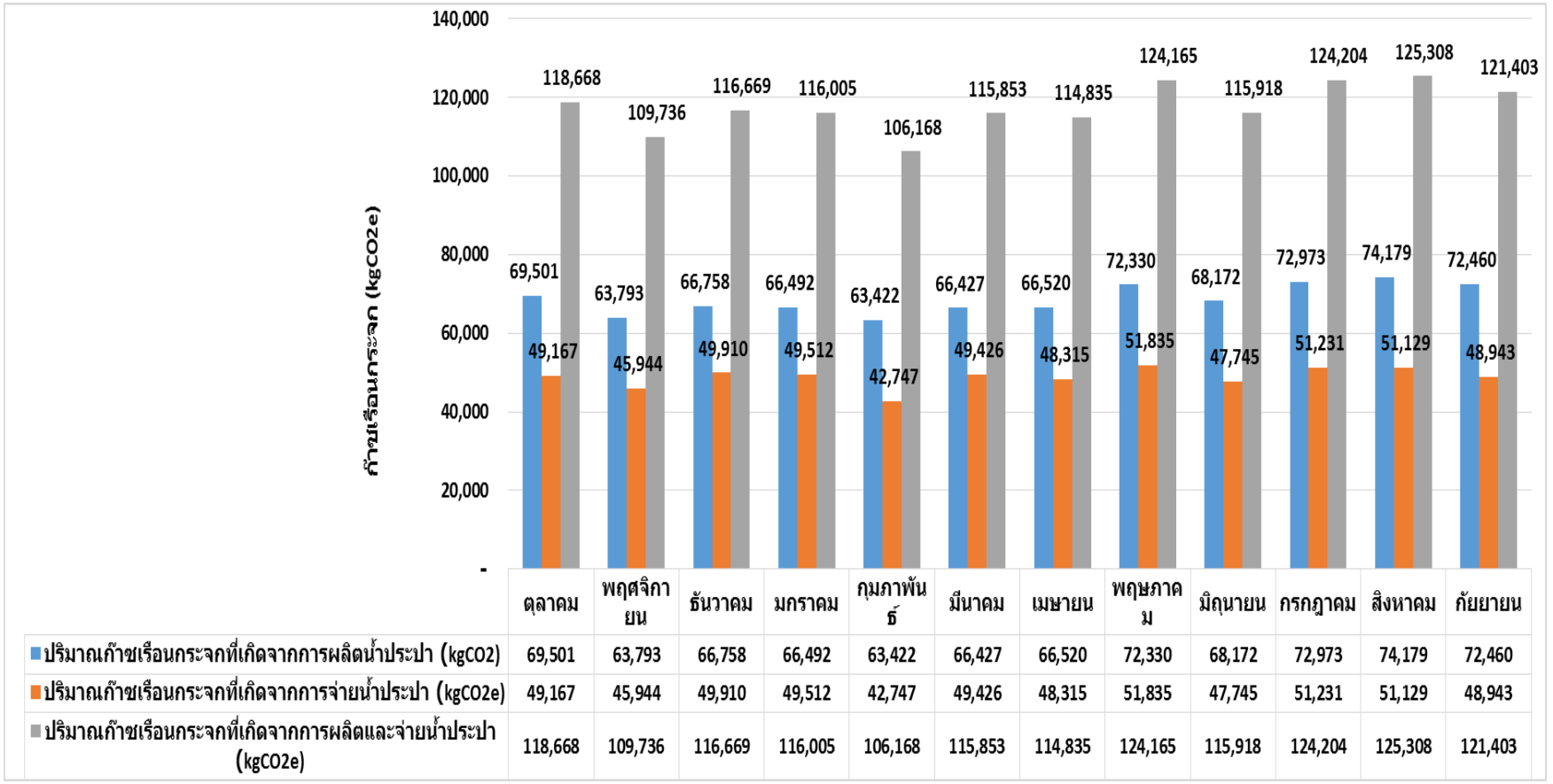
	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตน้ำประปา(kgCO2e)	112,450	111,972	111,255	113,373	101,691	115,504	111,904	116,623	109,895	110,303	106,104	104,333
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจ่ายน้ำประปา(kgCO2e)	6,388	8,016	7,541	7,396	7,747	6,799	8,492	7,743	9,280	8,173	7,817	9,007
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปา (kgCO2e)	118,838	119,987	118,796	120,769	109,439	122,303	120,396	124,366	119,176	118,476	113,921	113,340

รูปที่ 5.4 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปาปี 2554



	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตน้ำประปา (kgCO2e)	67,947	68,716	71,809	71,320	65,913	71,881	73,026	68,087	69,138	71,946	70,508	69,957
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจ่ายน้ำประปา (kgCO2e)	50,205	51,541	54,026	53,298	49,491	53,230	52,936	48,485	48,292	48,715	50,656	47,967
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปา (kgCo2e)	118,152	120,257	125,835	124,619	115,405	125,111	125,962	116,572	117,430	120,660	121,164	117,925

รูปที่ 5.5 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปาปี 2555

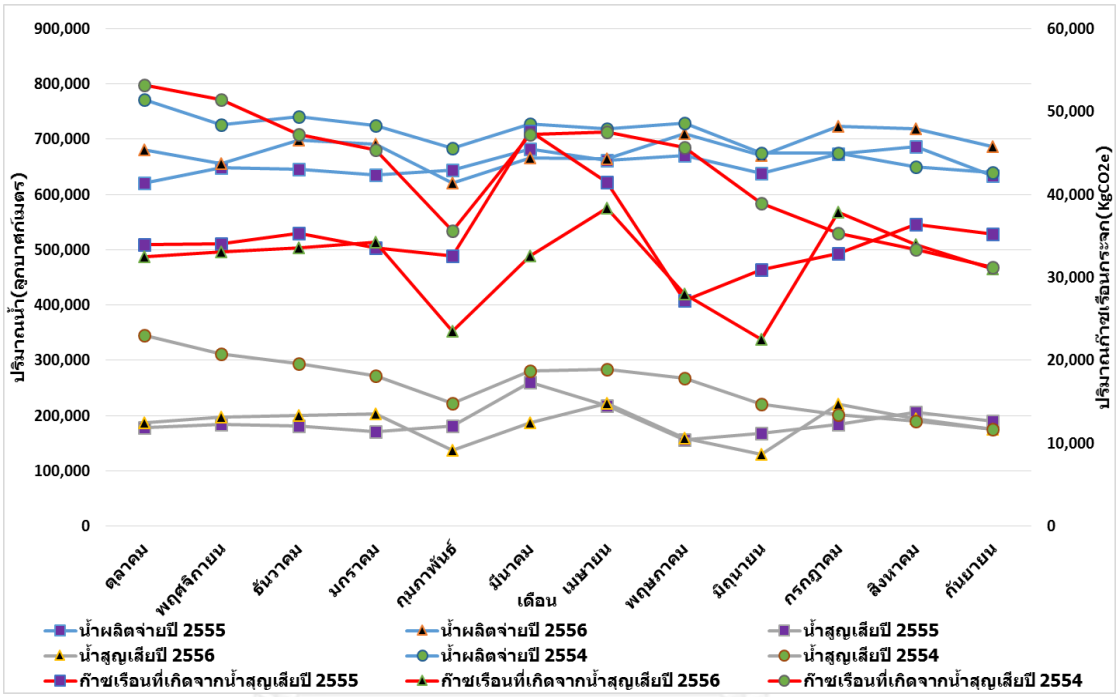


	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตน้ำประปา (kgCO2)	69,501	63,793	66,758	66,492	63,422	66,427	66,520	72,330	68,172	72,973	74,179	72,460
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจ่ายน้ำประปา (kgCO2e)	49,167	45,944	49,910	49,512	42,747	49,426	48,315	51,835	47,745	51,231	51,129	48,943
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปา (kgCO2e)	118,668	109,736	116,669	116,005	106,168	115,853	114,835	124,165	115,918	124,204	125,308	121,403

รูปที่ 5.6 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปาปี 2556

5.3 ปริมาณน้ำสูญเสียและปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสีย

ปริมาณน้ำสูญเสียและปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย สามารถวิเคราะห์และสรุปแนวโน้มระหว่างปี 2554 – 2556 ดังตารางที่ 5.3 และรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.7 ปริมาณน้ำผลิต น้ำสูญเสีย และก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสียปี 2554 – 2556

ในปี 2554 ปริมาณน้ำผลิตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 705,132 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน โดยปริมาณมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลโดยมีค่าปริมาณน้ำผลิตสูงสุดเท่ากับ 772,315 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือนดังรูปที่ 5.7 โดยปริมาณน้ำสูญเสียมีการแปรผันตามปริมาณน้ำผลิตอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณน้ำสูญเสียมีค่าเฉลี่ยปี 2554 เท่ากับ 255,644 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือนคิดคิดเป็น 35.98% และมีปริมาณน้ำสูญเสียสูงสุดเท่ากับ 345,566 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสียมีการเปลี่ยนแปลงแปรผันตามจำนวนปริมาณน้ำสูญเสียโดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 53,173 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเดือนและมีค่าเฉลี่ยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสียปี 2554 เท่ากับ 42,690 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเดือน มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากที่เกิดจากผลิตและจ่ายน้ำประปาต่อปริมาณน้ำที่ผลิตเฉลี่ยปี 2554 เท่ากับ 0.17 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลูกบาศก์เมตร

ปริมาณน้ำผลิตปี 2555 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 653,568.333 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน โดยปริมาณมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลโดยมีค่าปริมาณน้ำผลิตสูงสุดเท่ากับ 686,470 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน ดังรูปที่ 5.7 โดยปริมาณน้ำสูญเสียมีการแปรผันตามปริมาณน้ำผลิตอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณน้ำสูญเสียมีค่าเฉลี่ยปี 2555 เท่ากับ 189,867.96 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือนคิดเป็น 29.01% และมีปริมาณน้ำสูญเสียสูงสุดเท่ากับ 259,915 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน หลังจากดำเนินโครงการลดน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายสามารถลดน้ำสูญเสียในปี 2555 เมื่อเทียบกับปี 2554 เท่ากับ 789,322.47 ลูกบาศก์เมตร ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสียมีการเปลี่ยนแปลงแปรผันตามจำนวนปริมาณน้ำสูญเสียโดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 47,643 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเดือน และมีค่าเฉลี่ยก๊าซเรือนกระจกปี 2555 เท่ากับ 35,107 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเดือน มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากที่เกิดจากผลิตและจ่ายน้ำประปาต่อปริมาณน้ำที่ผลิตเฉลี่ยปี 2555 เท่ากับ 0.18 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลูกบาศก์เมตร

ในปี 2556 ปริมาณน้ำผลิตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 682,397 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน โดยปริมาณมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลโดยมีค่าปริมาณน้ำผลิตสูงสุดเท่ากับ 723,242 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน โดยปริมาณน้ำสูญเสียมีการแปรผันตามปริมาณน้ำผลิตอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณน้ำสูญเสียมีค่าเฉลี่ยปี 2556 เท่ากับ 184,801.34 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือนคิดเป็น 27.05% และมีปริมาณน้ำสูญเสียสูงสุดเท่ากับ 222,421 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน หลังจากดำเนินโครงการลดน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายสามารถลดน้ำสูญเสียในปี 2556 เมื่อเทียบกับปี 2555 เท่ากับ 60,799.48 ลูกบาศก์เมตร ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสียมีการเปลี่ยนแปลงแปรผันตามจำนวนปริมาณน้ำสูญเสียโดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 38,402 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเดือนและมีค่าเฉลี่ยก๊าซเรือนกระจกปี 2556 เท่ากับ 31,767 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากที่เกิดจากผลิตและจ่ายน้ำประปาต่อปริมาณน้ำที่ผลิตเฉลี่ยปี 2556 เท่ากับ 0.17 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลูกบาศก์เมตร

จากรูปที่ 5.7 แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสีย ปี 2555 ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสียลดลงเมื่อเทียบกับปี 2554 เท่ากับ 91,005 กิโลกรัมคาร์บอนไดออไซด์เทียบเท่า และปี 2556 ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสียลดลงเมื่อเทียบกับปี 2555 เท่ากับ 40,070 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า รวมทั้งสองปีก๊าซเรือนกระจกจากน้ำสูญเสียลดลงเท่ากับ 131,075 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และปริมาณน้ำสูญเสียที่สามารถลดลงได้จากการดำเนินโครงการลดน้ำสูญเสียปี 2555 เทียบกับปี 2554 เท่ากับ 789,322 ลูกบาศก์เมตร และปริมาณน้ำสูญเสียที่ลดของปี 2556 เทียบกับปี 2555 เท่ากับ 60,799 ลูกบาศก์เมตร โดยรวมปริมาณน้ำสูญเสียที่สามารถลดลงได้ทั้งสองปีเท่ากับ 850,121 ลูกบาศก์เมตร

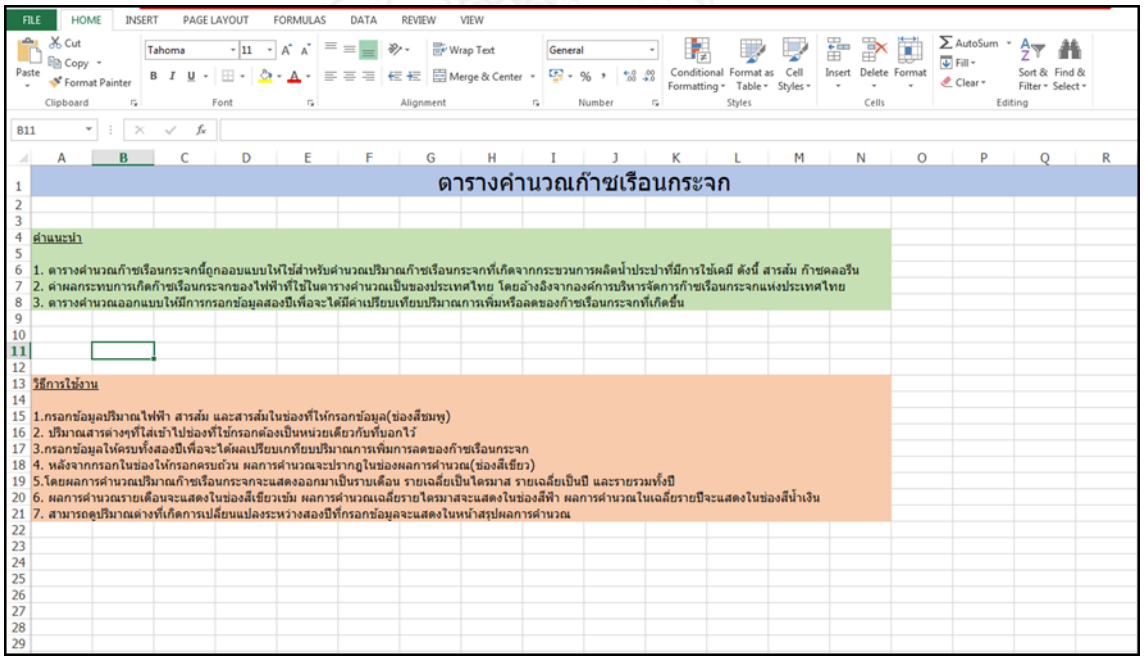
ตารางที่ 5.3 ปริมาณน้ำผลิตจ่าย ปริมาณน้ำสูญเสีย และปริมาณก๊าซเรือนที่เกิดจากน้ำสูญเสีย

รายการ		ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
น้ำผลิตจ่าย (ลบ.ม.)	2554	772,315	725,900	740,771	724,300	683,206	728,097	719,432	728,569	674,850	674,651	650,297	639,203
	2555	621,026	649,123	646,077	636,179	643,663	682,530	661,374	670,006	638,064	674,232	686,470	634,076
	2556	681,547	656,467	697,877	690,881	620,801	665,880	665,115	709,619	670,682	723,242	719,290	687,363
น้ำสูญเสีย (ลบ.ม.)	2554	345,566	311,510	294,400	272,380	222,575	281,410	283,876	267,718	220,376	201,417	190,467	176,040
	2555	178,352	183,972	181,318	171,629	181,597	259,915	217,881	156,288	168,201	183,668	206,012	189,580
	2556	186,678	197,886	200,570	203,852	137,531	187,397	222,421	159,983	130,180	220,731	194,901	175,484
ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสีย(KgCO2e)	2554	53,173	51,490	47,212	45,416	35,652	47,270	47,506	45,699	38,917	35,371	33,366	31,214
	2555	33,932	34,082	35,314	33,619	32,559	47,643	41,496	27,192	30,955	32,869	36,361	35,257
	2556	32,503	33,079	33,530	34,228	23,520	32,604	38,402	27,992	22,499	37,906	33,953	30,994

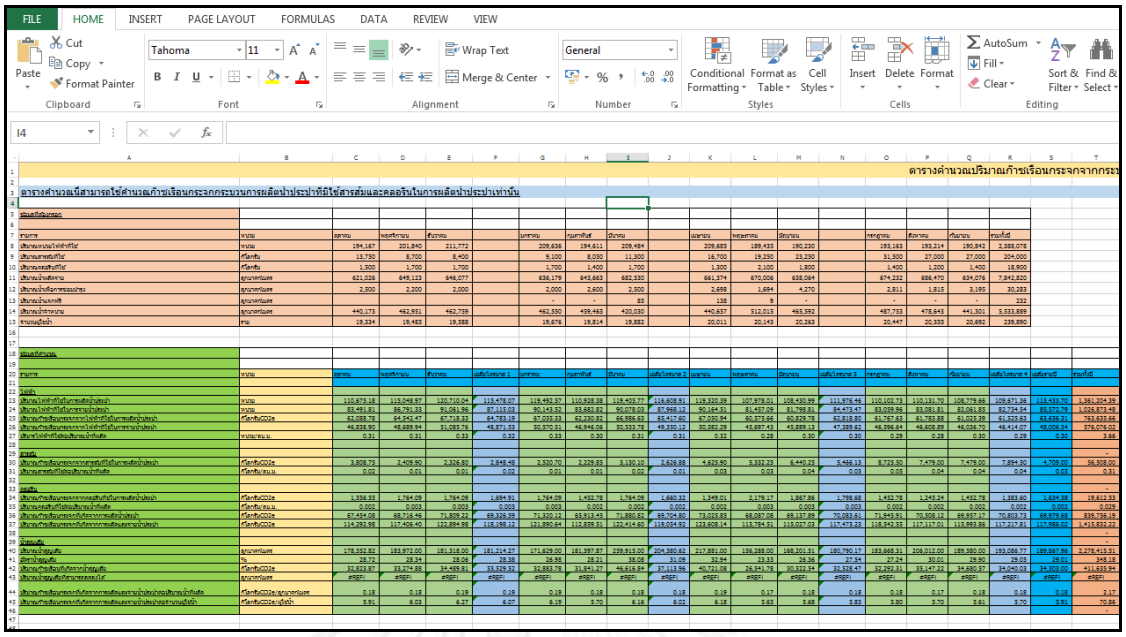
5.4 การพัฒนาตารางคำนวณอย่างง่ายในการประเมินก๊าซเรือนกระจกจากระบบผลิตและจ่ายน้ำประปา

ตารางคำนวณอย่างง่ายสำหรับคำนวณก๊าซเรือนกระจกถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อใช้ในการคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปา โดยใช้กรณีศึกษามีกระบวนการและใช้สารเคมีเดียวกับการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายเป็นต้นแบบ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้เป็นมาตรฐานในระบบการผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ซึ่งกระบวนการผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายมีกระบวนการผลิตคือ การกวนเร็ว กวนช้า ตกตะกอน กรอง ฆ่าเชื้อโรค ถังน้ำใส และจ่ายน้ำประปา โดยสารเคมีที่ใช้ประกอบไปด้วยสารส้มและคลอรีน

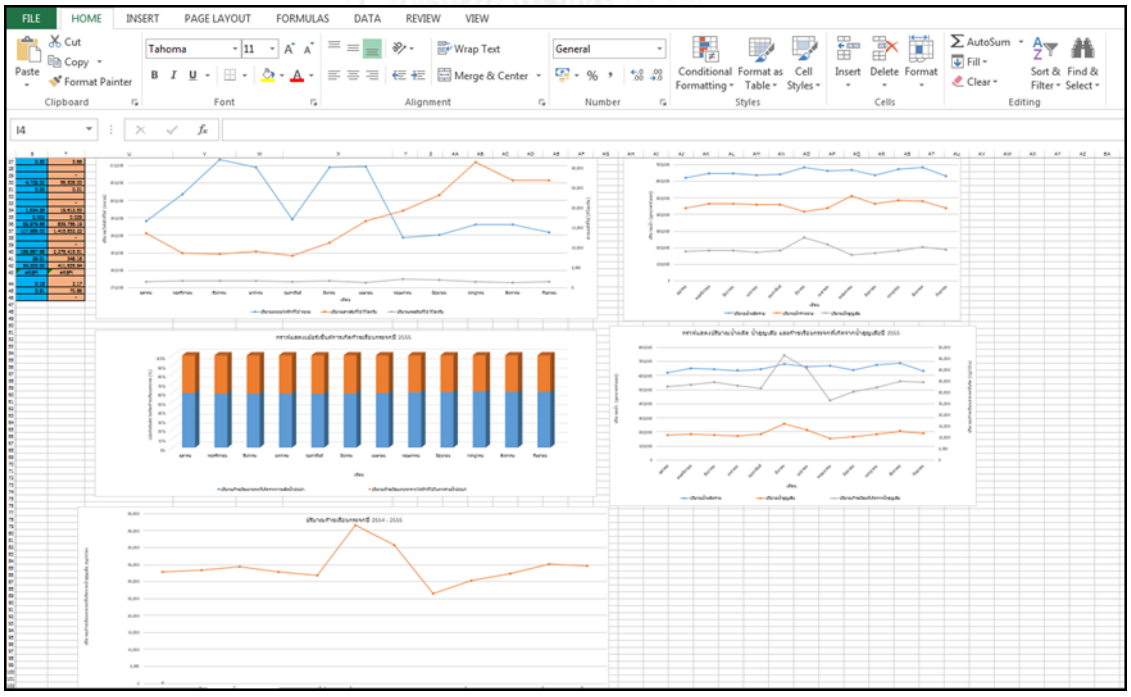
ตารางคำนวณอย่างง่ายประกอบด้วยรายละเอียดในแต่ละส่วนดังต่อไปนี้ รูปที่ 5.8 แสดงหน้าคำแนะนำและวิธีการใช้ของตารางคำนวณก๊าซเรือนกระจก รูปที่ 5.9 แสดงตารางคำนวณ รูปที่ 5.10 และรูปที่ 5.11 แสดงหน้าสรุปผลการเปลี่ยนแปลง



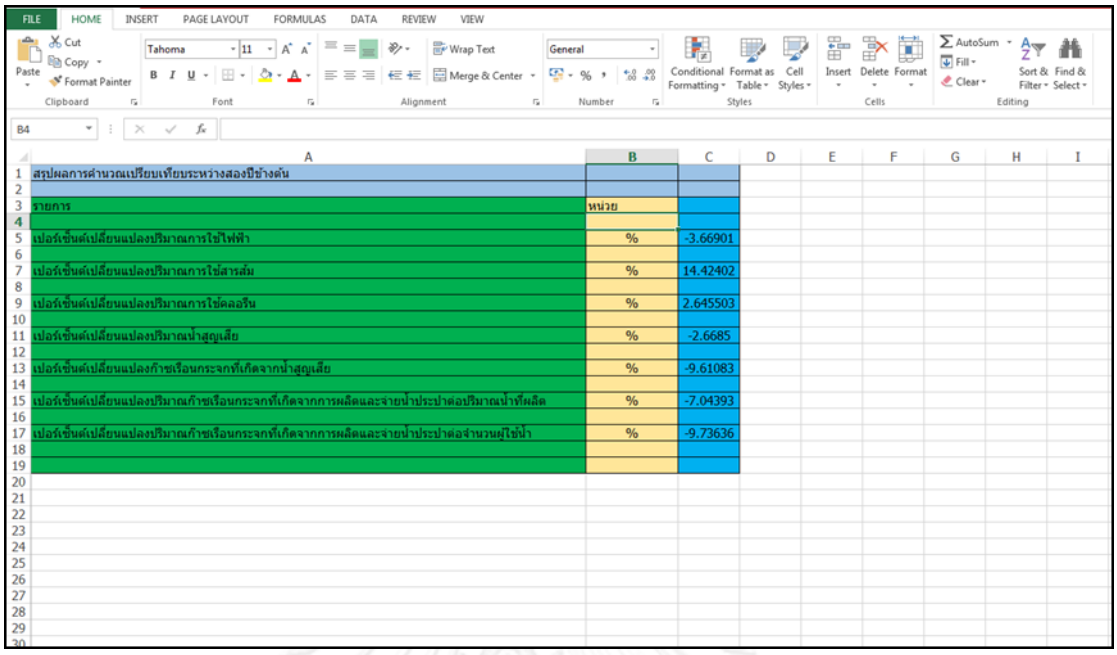
รูปที่ 5.8 คำแนะนำและวิธีใช้งานของตารางคำนวณก๊าซเรือนกระจก



รูปที่ 5.9 ตารางคำนวณก๊าซเรือนกระจก



รูปที่ 5.10 กราฟที่คำนวณจากตารางคำนวณก๊าซเรือนกระจก



	A	B	C
1	สรุปผลการคำนวณเปรียบเทียบระหว่างสองปีข้างต้น		
2			
3	รายการ	หน่วย	
4			
5	เปอร์เซ็นต์เปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ไฟฟ้า	%	-3.66901
6			
7	เปอร์เซ็นต์เปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้สารส้ม	%	14.42402
8			
9	เปอร์เซ็นต์เปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้คลอรีน	%	2.645503
10			
11	เปอร์เซ็นต์เปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำสูญเสีย	%	-2.6685
12			
13	เปอร์เซ็นต์เปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสีย	%	-9.61083
14			
15	เปอร์เซ็นต์เปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปาต่อปริมาณน้ำที่ผลิต	%	-7.04393
16			
17	เปอร์เซ็นต์เปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปาต่อจำนวนผู้ใช้น้ำ	%	-9.73636
18			
19			

รูปที่ 5.11 ตารางสรุปผลการเปลี่ยนแปลงของตารางคำนวณก๊าซเรือนกระจก

5.4.1 โดยข้อมูลที่ต้องเก็บเพื่อนำมากรอกในตารางคำนวณประกอบไปด้วยดังนี้

-ปริมาณไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

-ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท)

-ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงยานพาหนะ (บาท)

-ปริมาณสารเคมี (กิโลกรัม)

-ปริมาณน้ำที่ผลิต (ลูกบาศก์เมตร)

-ปริมาณน้ำที่จำหน่าย (ลูกบาศก์เมตร)

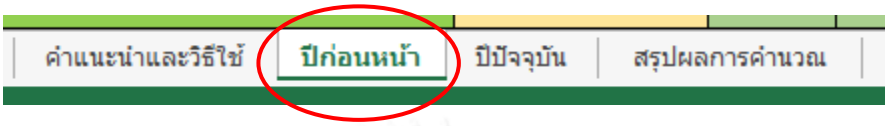
-ปริมาณน้ำเพื่อการซ่อมบำรุง (ลูกบาศก์เมตร)

-ปริมาณน้ำแจกฟรี (ลูกบาศก์เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.5.2 วิธีการใช้ตารางคำนวณอย่างง่ายมีวิธีการดังนี้

1.ตารางคำนวณถูกพัฒนาให้คำนวณเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซเรือนกระจกเทียบระหว่างปีปัจจุบันเทียบกับปีก่อนหน้า ดังนั้นการกรอกข้อมูลจะต้องทั้งปีก่อนหน้าและปีปัจจุบัน โดยเริ่มกรอกจากหน้าปีก่อนหน้าดังรูปที่ 5.12



รูปที่ 5.12 แถบหน้าในตารางคำนวณอย่างง่าย

2.กรอกข้อมูลจำนวนปริมาณการผลิตน้ำประปา ปริมาณน้ำประปาที่จำหน่าย ปริมาณน้ำแจกฟรี และปริมาณน้ำเพื่อการซ่อมบำรุงในช่องสีชมพู่ดังรูปที่ 5.13 โดยหลังจากกรอกข้อมูลที่กล่าวมาแล้วครบถ้วนจะทำให้ทราบปริมาณน้ำสูญเสีย ซึ่งตารางจะคำนวณจากปริมาณน้ำผลิตลบปริมาณน้ำจำหน่ายลบปริมาณน้ำแจกฟรีและลบด้วยปริมาณน้ำเพื่อการซ่อมบำรุง

ข้อมูลที่ต้องกรอก				
รายการ	หน่วย	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
ปริมาณหน่วยไฟฟ้าที่ใช้	หน่วย	194,167	201,840	211,772
ปริมาณสารส้มที่ใช้	กิโลกรัม	13,750	8,700	8,400
ปริมาณคลอรีนที่ใช้	กิโลกรัม	1,500	1,700	1,700
ปริมาณน้ำผลิตจ่าย	ลูกบาศก์เมตร	621,026	649,123	646,077
ปริมาณน้ำเพื่อการซ่อมบำรุง	ลูกบาศก์เมตร	2,500	2,200	2,000
ปริมาณน้ำแจกฟรี	ลูกบาศก์เมตร			
ปริมาณน้ำจำหน่าย	ลูกบาศก์เมตร	440,173	462,951	462,759
จำนวนผู้ใช้น้ำ	ราย	19,334	19,485	19,588
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	บาท	5,391	-	993
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงยานพาหนะ	บาท	36,792	31,160	32,138

รูปที่ 5.13 ช่องให้กรอกข้อมูลในตารางคำนวณอย่างง่าย

3.กรอกข้อมูลจำนวนไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปาในช่องสีชมพู่ดังรูปที่ 5.14 โดยหลังจากกรอกข้อมูลที่กล่าวมาแล้วครบจะทำให้ทราบปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า ซึ่งตารางจะคำนวณจากปริมาณไฟฟ้าคูณกับค่าการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าของไฟฟ้า

ข้อมูลที่ต้องกรอก				
รายการ	หน่วย	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
ปริมาณหน่วยไฟฟ้าที่ใช้	หน่วย	194,167	201,840	211,772
ปริมาณสารส้มที่ใช้	กิโลกรัม	13,750	8,700	8,400
ปริมาณคลอรีนที่ใช้	กิโลกรัม	1,500	1,700	1,700
ปริมาณน้ำผลิตจ่าย	ลูกบาศก์เมตร	621,026	649,123	646,077
ปริมาณน้ำเพื่อการซ่อมบำรุง	ลูกบาศก์เมตร	2,500	2,200	2,000
ปริมาณน้ำแจกฟรี	ลูกบาศก์เมตร			
ปริมาณน้ำจำหน่าย	ลูกบาศก์เมตร	440,173	462,951	462,759
จำนวนผู้ใช้น้ำ	ราย	19,334	19,485	19,588
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	บาท	5,391	-	993
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงยานพาหนะ	บาท	36,792	31,160	32,138

รูปที่ 5.14 ช่องให้กรอกปริมาณไฟฟ้าในตารางคำนวณ

4.กรอกข้อมูลจำนวนปริมาณการใช้สารส้มในกระบวนการผลิตน้ำประปาในช่องสีชมพู่ดังรูปที่ 5.15 โดยหลังจากกรอกข้อมูลที่กล่าวมาแล้วครบจะทำให้ทราบปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้สารส้ม ซึ่งตารางจะคำนวณจากปริมาณสารส้มคูณกับค่าการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าของสารส้ม

ข้อมูลที่ต้องกรอก				
รายการ	หน่วย	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
ปริมาณหน่วยไฟฟ้าที่ใช้	หน่วย	194,167	201,840	211,772
ปริมาณสารส้มที่ใช้	กิโลกรัม	13,750	8,700	8,400
ปริมาณคลอรีนที่ใช้	กิโลกรัม	1,500	1,700	1,700
ปริมาณน้ำผลิตจ่าย	ลูกบาศก์เมตร	621,026	649,123	646,077
ปริมาณน้ำเพื่อการซ่อมบำรุง	ลูกบาศก์เมตร	2,500	2,200	2,000
ปริมาณน้ำแจกฟรี	ลูกบาศก์เมตร			
ปริมาณน้ำจำหน่าย	ลูกบาศก์เมตร	440,173	462,951	462,759
จำนวนผู้ใช้น้ำ	ราย	19,334	19,485	19,588
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	บาท	5,391	-	993
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงยานพาหนะ	บาท	36,792	31,160	32,138

รูปที่ 5.15 ช่องกรอกปริมาณสารส้มในตารางคำนวณ

5.กรอกข้อมูลจำนวนปริมาณการใช้คลอรีนในกระบวนการผลิตน้ำประปาในช่องสีชมพู่ดังรูปที่ 5.16 โดยหลังจากกรอกข้อมูลที่กล่าวมาแล้วครบจะทำให้ทราบปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้คลอรีน ซึ่งตารางจะคำนวณจากปริมาณคลอรีนคูณกับค่าการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าของคลอรีน

ข้อมูลที่ต้องกรอก				
รายการ	หน่วย	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
ปริมาณหน่วยไฟฟ้าที่ใช้	หน่วย	194,167	201,840	211,772
ปริมาณสารส้มที่ใช้	กิโลกรัม	13,750	8,700	8,400
ปริมาณคลอรีนที่ใช้	กิโลกรัม	1,500	1,700	1,700
ปริมาณน้ำผลิตจ่าย	ลูกบาศก์เมตร	621,026	649,123	646,077
ปริมาณน้ำเพื่อการซ่อมบำรุง	ลูกบาศก์เมตร	2,500	2,200	2,000
ปริมาณน้ำแจกฟรี	ลูกบาศก์เมตร			
ปริมาณน้ำจำหน่าย	ลูกบาศก์เมตร	440,173	462,951	462,759
จำนวนผู้ใช้น้ำ	ราย	19,334	19,485	19,588
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	บาท	5,391	-	993
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงยานพาหนะ	บาท	36,792	31,160	32,138

รูปที่ 5.16 ช่องกรอกปริมาณคลอรีนในตารางคำนวณ

6.กรอกข้อมูลน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิต และน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับยานพาหนะในช่องสีชมพู่ดังรูปที่ 5.17 จะทำให้ทราบปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับยานพาหนะ

ข้อมูลที่ต้องกรอก				
รายการ	หน่วย	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
ปริมาณหน่วยไฟฟ้าที่ใช้	หน่วย	194,167	201,840	211,772
ปริมาณสารส้มที่ใช้	กิโลกรัม	13,750	8,700	8,400
ปริมาณคลอรีนที่ใช้	กิโลกรัม	1,500	1,700	1,700
ปริมาณน้ำผลิตจ่าย	ลูกบาศก์เมตร	621,026	649,123	646,077
ปริมาณน้ำเพื่อการซ่อมบำรุง	ลูกบาศก์เมตร	2,500	2,200	2,000
ปริมาณน้ำแจกฟรี	ลูกบาศก์เมตร			
ปริมาณน้ำจำหน่าย	ลูกบาศก์เมตร	440,173	462,951	462,759
จำนวนผู้ใช้น้ำ	ราย	19,334	19,485	19,588
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	บาท	5,391	-	993
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงยานพาหนะ	บาท	36,792	31,160	32,138

รูปที่ 5.17 ช่องกรอกข้อมูลน้ำมันเชื้อเพลิงในตารางคำนวณ

7.ทราบปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดการผลิตน้ำประปาในช่องสีเขียวดังรูปที่5.18 ซึ่งตารางจะคำนวณจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดไฟฟ้าจากการผลิต สารส้ม คลอรีน และน้ำมันเชื้อเพลิงรวมกัน

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตน้ำประปา	กิโลกรัมCO2e	67,947.25	68,716.46	71,900.08
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจ่ายน้ำประปา	กิโลกรัมCO2e	50,204.86	51,540.69	54,025.96
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปา	กิโลกรัมCO2e	118,152.11	120,257.16	125,926.04
น้ำสูญเสีย				
ปริมาณน้ำสูญเสีย	ลูกบาศก์เมตร	178,352.82	183,972.00	181,318.00
อัตราน้ำสูญเสีย	%	28.72	28.34	28.06
ปริมาณก๊าซเรือนที่เกิดจากน้ำสูญเสีย	กิโลกรัมCO2e	33,932.17	34,082.83	35,340.46
ปริมาณน้ำสูญเสียที่สามารถลดลงได้	ลูกบาศก์เมตร	#REF!	#REF!	#REF!

รูปที่ 5.18 ช่องแสดงก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตในตารางคำนวณ

8.ทราบปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจ่ายน้ำประปาในช่องสีเขียวดังรูปที่ 5.19 ซึ่งตารางจะคำนวณจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากไฟฟ้าจากการจ่ายน้ำประปา และน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะรวมกัน

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตน้ำประปา	กิโลกรัมCO2e	67,947.25	68,716.46	71,900.08
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจ่ายน้ำประปา	กิโลกรัมCO2e	50,204.86	51,540.69	54,025.96
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปา	กิโลกรัมCO2e	118,152.11	120,257.16	125,926.04
น้ำสูญเสีย				
ปริมาณน้ำสูญเสีย	ลูกบาศก์เมตร	178,352.82	183,972.00	181,318.00
อัตราน้ำสูญเสีย	%	28.72	28.34	28.06
ปริมาณก๊าซเรือนที่เกิดจากน้ำสูญเสีย	กิโลกรัมCO2e	33,932.17	34,082.83	35,340.46
ปริมาณน้ำสูญเสียที่สามารถลดลงได้	ลูกบาศก์เมตร	#REF!	#REF!	#REF!

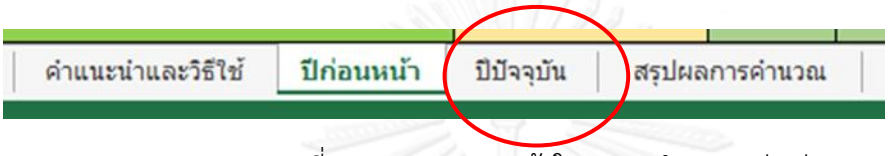
รูปที่ 5.19 ช่องแสดงก๊าซเรือนกระจกจากการจ่ายในตารางคำนวณ

9.ทราบปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสียในช่องสีเขียวดังรูปที่ 5.20 ซึ่งตารางจะคำนวณจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตน้ำและจ่ายน้ำประปาประปาคูณกับปริมาณน้ำสูญเสีย

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตน้ำประปา	กิโลกรัมCO2e	67,947.25	68,716.46	71,900.08
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกจากการจ่ายน้ำประปา	กิโลกรัมCO2e	50,204.86	51,540.69	54,025.96
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปา	กิโลกรัมCO2e	118,152.11	120,257.16	125,926.04
น้ำสูญเสีย				
ปริมาณน้ำสูญเสีย	ลูกบาศก์เมตร	178,352.82	183,972.00	181,318.00
อัตราน้ำสูญเสีย	%	28.72	28.24	28.06
ปริมาณก๊าซเรือนที่เกิดจากน้ำสูญเสีย	กิโลกรัมCO2e	33,932.17	34,082.83	35,340.46
ปรมาณน้ำสูญเสยทสามารถลดลงได	ลูกบาศกเมตร	#REF!	#REF!	#REF!

รูปที่ 5.20 ช่องแสดงก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสีย

10.กรอกข้อมูลในหน้าปีปัจจุบัน โดยทำตามขั้นตอนข้อที่ 2 – 9 ซ้ำอีกครั้ง ดังรูปที่ 5.21



รูปที่ 5.21 แถวแสดงหน้าในตารางคำนวณอย่างง่าย

11.ทราบร้อยละการเปลี่ยนของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เปลี่ยนแปลงไปเทียบกันระหว่างปีก่อนหน้าและปีปัจจุบันดังรูปที่ 5.22

สรุปผลการคำนวณเปรียบเทียบระหว่างสองปีข้างต้น		
รายการ	หน่วย	
เปอร์เซ็นต์เปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ไฟฟ้า	%	-3.66901
เปอร์เซ็นต์เปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้สารส้ม	%	14.42402
เปอร์เซ็นต์เปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง	%	348.5702
เปอร์เซ็นเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงยานพาหนะ	%	-5.50067
เปอร์เซ็นต์เปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้คลอรีน	%	2.645503
เปอร์เซ็นต์เปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำสูญเสีย	%	-2.6685
เปอร์เซ็นต์เปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำสูญเสีย	%	-9.51689
เปอร์เซ็นต์เปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปาต่อปริมาณน้ำที่ผลิต	%	-6.96031
เปอร์เซ็นต์เปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและจ่ายน้ำประปาต่อจำนวนผู้ใช้น้ำ	%	-9.66166

รูปที่ 5.22 ตารางสรุปเปรียบเทียบในตารางคำนวณอย่างง่าย

5.5.3 ประโยชน์ของการใช้ตารางคำนวณก๊าซเรือนกระจกมีดังนี้

1.อำนวยความสะดวกให้การประปาส่วนภูมิภาคที่ต้องการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากประบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปา

2.สามารถเก็บเป็นข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลย้อนหลังปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปา

3. ช่วยให้การประปาส่วนภูมิภาคสามารถนำตารางคำนวณไปพัฒนาปรับปรุงระบบผลิตและจ่ายน้ำประปาให้ดีขึ้น

5.4.4 ข้อจำกัดของตารางคำนวณอย่างที่พัฒนาขึ้น

1.ใช้สำหรับคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่มีกระบวนการผลิตน้ำประปารูปแบบเดียวกับการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย คือ การสูบน้ำดิบ การกวนเร็ว การกวนช้า การตกตะกอน การกรอง การฆ่าเชื้อโรค ถังน้ำใส และจ่ายน้ำประปาเท่านั้น

2.ใช้กับกระบวนการผลิตน้ำประปาที่มีการใช้สารเคมีได้แก่ สารส้มและคลอรีนเท่านั้น

5.5 ผลการประเมินวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปา

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่จะทราบประเภทและขนาดของผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปา 1 ลบ.ม. และเปรียบเทียบผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากน้ำสูญเสียก่อนและหลังการดำเนินโครงการลดน้ำสูญเสียของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย ซึ่งจะทำการประเมินวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปาทั้งหมด 3 ปี ตั้งแต่ปี 2554 – 2556 โดยตารางแสดงบัญชีรายการสารขาเข้าและสารขาออกของการผลิตและจ่ายน้ำประปาดังตารางที่ 5.4 – 5.6

ตารางที่ 5.4 บัญชีรายการขาเข้าและขาออกของการผลิตและจ่ายน้ำประปา 1 ลบ.ม.ปี 2554

รายการ	ปริมาณ	หน่วย
<u>สารขาเข้า</u>		
การสูบน้ำดิบ		
-ไฟฟ้า -น้ำมันดีเซล	0.262 2.27×10^{-3}	กิโลวัตต์-ชั่วโมง ลิตร
การผลิตน้ำ		
การกวนเร็ว -สารส้ม -คลอรีน	 0.026 8×10^{-4}	 กิโลกรัม กิโลกรัม
การกวนช้า	-	-
การตกตะกอน	-	-
การกรอง	-	-
การฆ่าเชื้อโรค		

-คลอรีน	1.3×10^{-3}	
ถังน้ำใส	-	-
การจ่ายน้ำประปา		
-ไฟฟ้า	0.013	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
การดูแลตรวจสอบระบบจ่ายน้ำ -น้ำมันดีเซล	1.41×10^{-3}	ลิตร
สารขาออก		
กากตะกอน	0.390	กิโลกรัม

ตารางที่ 5.5 บัญชีรายการขาเข้าและขาออกของการผลิตและจ่ายน้ำประปา 1 ลบ.ม.ปี 2555

รายการ	ปริมาณ	หน่วย
สารขาเข้า		
การสูบน้ำดิบ		
-ไฟฟ้า -น้ำมันดีเซล	0.174 2.71×10^{-5}	กิโลวัตต์-ชั่วโมง ลิตร
การผลิตน้ำ		
การกวนเร็ว -สารส้ม -คลอรีน	 0.026 9×10^{-4}	 กิโลกรัม กิโลกรัม
การกวนช้า	-	-
การตกตะกอน	-	-
การกรอง	-	-
การฆ่าเชื้อโรค -คลอรีน	 1.5×10^{-3}	
ถังน้ำใส	-	-
การจ่ายน้ำประปา		
-ไฟฟ้า	0.131	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
การดูแลตรวจสอบระบบจ่ายน้ำ -น้ำมันดีเซล	1.52×10^{-3}	ลิตร
สารขาออก		
กากตะกอน	0.420	กิโลกรัม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.6 บัญชีรายการขาเข้าและขาออกของการผลิตและจ่ายน้ำประปา 1 ลบ.ม.ปี 2556

รายการ	ปริมาณ	หน่วย
<u>สารขาเข้า</u>		
การสูบน้ำดิบ		
-ไฟฟ้า	0.16	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
-น้ำมันดีเซล	1.16×10^{-4}	ลิตร
การกวนเร็ว		
-สารส้ม	0.029	กิโลกรัม
-คลอรีน	1×10^{-3}	กิโลกรัม
การกวนช้า	-	-
การตกตะกอน	-	-
การกรอง	-	-
การฆ่าเชื้อโรค		
-คลอรีน	1.37×10^{-3}	
ถังน้ำใส	-	-
การจ่ายน้ำประปา		
-ไฟฟ้า	0.121	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
การดูแลตรวจสอบระบบจ่ายน้ำ		
-น้ำมันดีเซล	1.38×10^{-3}	ลิตร
<u>สารขาออก</u>		
กากตะกอน	0.40	กิโลกรัม

Chulalongkorn University

กากตะกอนที่เกิดจากผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายจะถูกนำพักไว้ในบ่อตาก ที่มีจำนวน 6 บ่อ แต่ละบ่อมีขนาดกว้าง 20 เมตร ยาว 50 เมตร ลึก 3 เมตร มีปริมาณบ่อ 3,000 ลูกบาศก์เมตร โดยในแต่ละปีการประปาสาขาเชียงรายมีปริมาณกากตะกอน 3,300,000 กิโลกรัมต่อปี และมีการจัดการกับกากตะกอนโดยนำไปปรับแต่งพื้นที่ภายในการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย และไม่มีการขนออกนอกพื้นที่เนื่องจากเรื่องระเบียบของทางราชการ ซึ่งไม่ทำให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อม จึงไม่ได้นำมาคิดคำนวณผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการผลิตน้ำประปา

โดยผลการประเมินวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายถูกประเมินออกมาโดยโปรแกรม SimaPro เวอร์ชั่น 7.3.3 วิธี ReCiPe แบบ Endpoint โดยจะออกมาเป็นผลกระทบ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านสุขภาพมนุษย์ ด้านระบบนิเวศ ด้านทรัพยากร ซึ่งหน่วยของผลกระทบทั้งสามด้านแสดงดังตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 หน่วยประเภทผลกระทบตามวิธี ReCiPe แบบ Endpoint

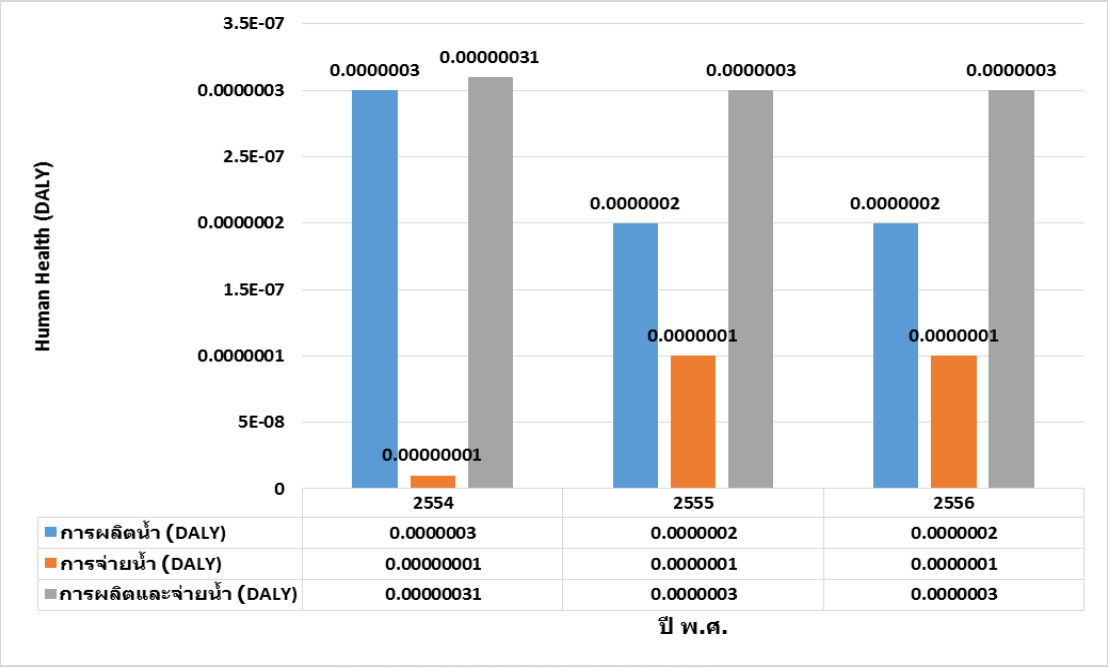
ผลกระทบด้าน	หน่วย	ความหมาย	
สุขภาพมนุษย์	DALY	Disability-adjusted loss of life year	จำนวนปีของการดำรงชีวิตที่สูญเสียไป
ระบบนิเวศ	species.yr	Loss of species during a year	จำนวนสายพันธุ์ที่สูญพันธุ์ต่อปี
การลดลงของทรัพยากร	$	Increased cost	มูลค่าความเสียหายทางเศรษฐกิจเป็นดอลล่าร์สหรัฐอเมริกา

ที่มา : http://www.lcia-recipe.net [2557, มีนาคม 15]

โดยแผนผังการประเมินวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงราย โดยผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ การใช้ไฟฟ้า การใช้น้ำมันดีเซล การใช้สารส้ม และการใช้คลอรีนตามลำดับ โดยที่ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากใช้ไฟฟ้าที่มีค่าน้ำหนักผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดนั้นเพราะการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยมีการใช้ทรัพยากรเชื้อเพลิงฟอสซิลได้แก่ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 95% ของการผลิตไฟฟ้าทั้งหมด (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือน, 2553) ซึ่งเชื้อเพลิงฟอสซิลเหล่านี้ส่งกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงเนื่องจากมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไอออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คาร์บอนมอนนอกไซด์ โดยประเทศไทยมีการผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำและพลังงานหมุนเวียนเพียง 5% ของการผลิตไฟฟ้าทั้งหมด (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือน, 2553) ส่วนคลอรีนและสารส้มส่งกระทบในด้านสุขภาพของมนุษย์ เช่น คลอรีนเมื่อเติมลงในน้ำที่มีสารอินทรีย์ก็จะทำให้เกิดสารทีเป็นสารก่อมะเร็ง ผลการประเมินวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายมีผลดังต่อไปนี้

5.5.1 ผลกระทบด้านสุขภาพมนุษย์ของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปา

ผลกระทบด้านสุขภาพมนุษย์ของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายแสดงรูปที่ 5.23



รูปที่ 5.23 ผลกระทบด้านสุขภาพมนุษย์ของการผลิตและจ่ายน้ำประปา (Human Health)

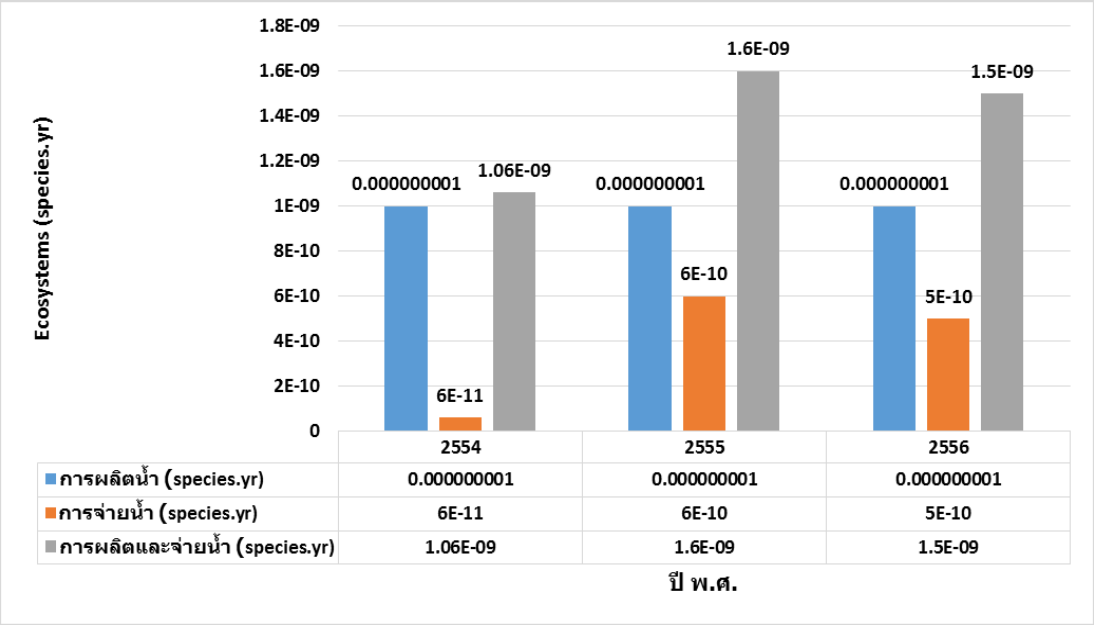
ผลกระทบด้านสุขภาพมนุษย์ (Human Health) ของการผลิตน้ำประปามีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ในปี 2554 มีผลกระทบด้านสุขภาพมนุษย์เท่ากับ 0.0000003 DALY และในปี 2555 มีผลกระทบด้านสุขภาพมนุษย์เท่ากับ 0.0000002 DALY และในปี 2556 ผลกระทบด้านสุขภาพมนุษย์เท่ากับ 0.0000002 DALY ดังรูปที่ 5.23 โดยผลกระทบด้านสุขภาพมนุษย์ของการผลิตน้ำประปาลดลงเมื่อเทียบกับปี 2554 เท่ากับ 0.0000001 DALY คิดเป็น 33.33%

ผลกระทบด้านสุขภาพมนุษย์ (Human Health) ของการจ่ายน้ำประปามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ดังรูปที่ 5.23 ในปี 2554 มีผลกระทบด้านสุขภาพมนุษย์เท่ากับ 0.00000001 DALY และในปี 2555 และ 2556 ค่าผลกระทบด้านสุขภาพมนุษย์เท่ากับ 0.0000001 DALY โดยผลกระทบมีค่าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับปี 2554 เท่ากับ 0.00000009 DALY ทำให้ทราบผลกระทบด้านสุขภาพมนุษย์จากการผลิตน้ำมีค่าสูงกว่าการจ่ายน้ำประปา

ผลกระทบด้านสุขภาพมนุษย์ (Human Health) ของการผลิตและจ่ายน้ำประปามีแนวโน้มลดลง ในปี 2554 มีค่าผลกระทบเท่ากับ 0.00000031 DALY ปี 2555 ผลกระทบด้านสุขภาพมนุษย์ 0.0000003 DALY และปี 2556 ผลกระทบมีค่าเท่ากับ 0.0000003 DALY มีค่าลดลงเมื่อเทียบกับปี 2554 เท่ากับ 0.00000001 DALY คิดเป็น 3.22%

5.5.2 ผลกระทบด้านระบบนิเวศของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปา

ผลการประเมินวัฏจักรชีวิตด้านระบบนิเวศ (Ecosystems) ของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปามีค่าดังรูปที่ 5.24



รูปที่ 5.24 ผลกระทบด้านระบบนิเวศของการผลิตและจ่ายน้ำประปา (Ecosystems)

จากรูปที่ 5.24 แสดงผลกระทบด้านระบบนิเวศ (Ecosystems) ของการผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายพบว่าผลกระทบด้านระบบนิเวศ (Ecosystems) ของการผลิตน้ำประปา มีค่าเท่ากันทั้งสามปีเท่ากับ 0.000000001 species.yr

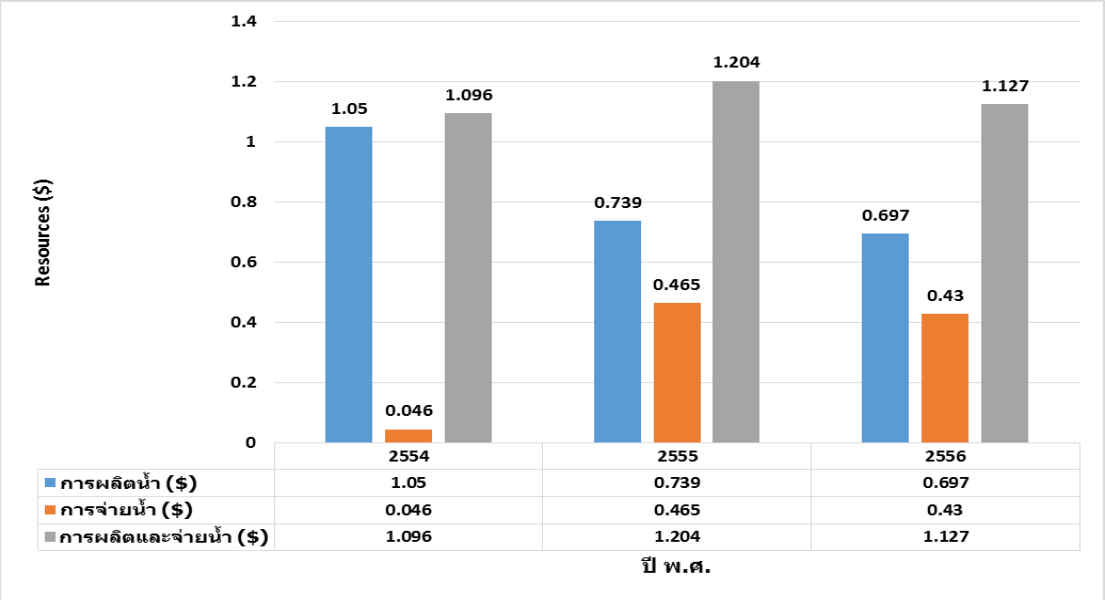
ผลกระทบด้านระบบนิเวศของการจ่ายน้ำประปาในปี 2554 เท่ากับ 0.00000000006 species.yr ปี 2555 เท่ากับ 0.0000000006 species.yr และปี 2556 มีค่าเท่ากับ 0.000000005 species.yr โดยมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปี 2554 เท่ากับ 0.0000000004 species.yr โดยทำให้ทราบว่าการผลิตน้ำประปาส่งผลกระทบด้านระบบนิเวศสูงกว่าการจ่ายน้ำประปา

ผลกระทบด้านระบบนิเวศของการผลิตและจ่ายน้ำประปาในปี 2554 เท่ากับ 0.000000001 species.yr ปี 2555 ค่าผลกระทบเท่ากับ 0.000000001 species.yr และปี 2556 ผลกระทบเท่ากับ 0.000000001 species.yr

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.5.3 ผลกระทบด้านทรัพยากรของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปา

ผลกระทบด้านทรัพยากร (Resources) ของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายแสดงรูปที่ 5.25



รูปที่ 5.25 ผลกระทบด้านทรัพยากรของการผลิตและจ่ายน้ำประปา (Resources)

จากรูปที่ 5.25 ผลกระทบด้านทรัพยากรของการผลิตน้ำประปามีแนวโน้มลดลง ในปี 2554 มีค่าเท่ากับ 1.05 ดอลล่าร์สหรัฐอเมริกา ในปี 2555 มีค่าผลกระทบเท่ากับ 0.739 ดอลล่าร์สหรัฐอเมริกา ส่วนในปี 2556 มีค่าเท่ากับ 0.697 ดอลล่าร์สหรัฐอเมริกาโดยลดลงเมื่อเทียบกับปี 2556 เท่ากับ 0.353 ดอลล่าร์สหรัฐอเมริกา คิดเป็น 33.62%

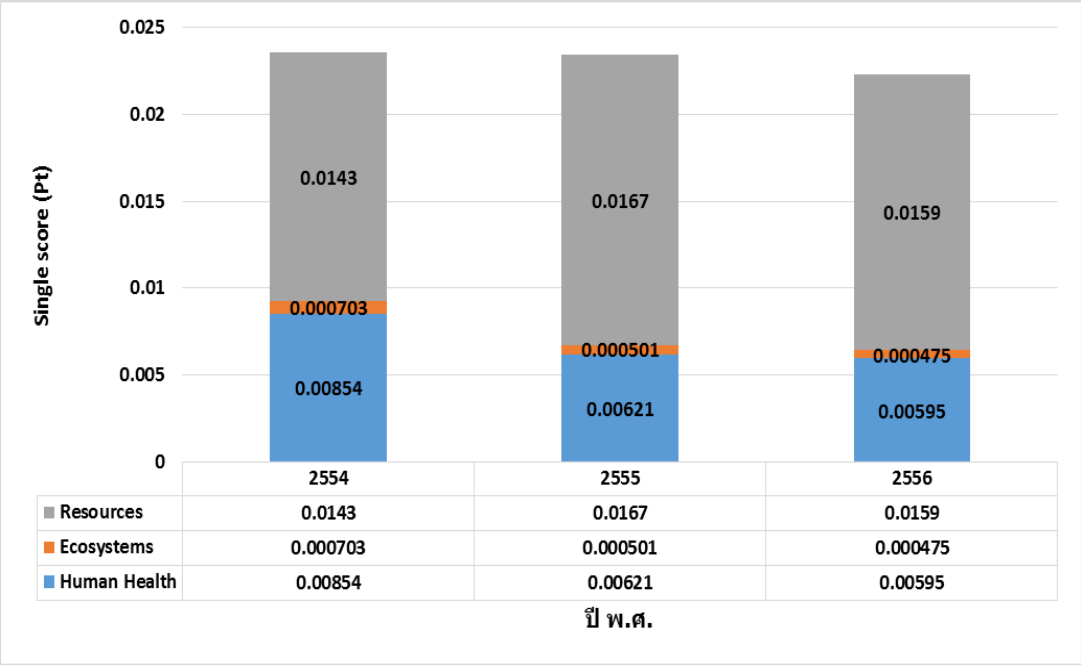
ผลกระทบด้านทรัพยากรของการจ่ายน้ำประปาในปี 2554 เท่ากับ 0.046 ดอลล่าร์สหรัฐอเมริกา ปี 2555 มีค่าเท่ากับ 0.465 ดอลล่าร์สหรัฐอเมริกา และในปี 2556 เท่ากับ 0.43 ดอลล่าร์สหรัฐอเมริกา โดยมีค่าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับปี 2554 เท่ากับ 0.384 ดอลล่าร์สหรัฐอเมริกา โดยทำให้ทราบว่าการผลิตน้ำประปาส่งผลกระทบด้านทรัพยากรสูงกว่าการจ่ายน้ำประปา

ผลกระทบด้านทรัพยากรของการผลิตและจ่ายน้ำประปาในปี 2554 เท่ากับ 1.096 ดอลล่าร์สหรัฐอเมริกา ในปี 2555 มีค่าผลกระทบเท่ากับ 1.204 ดอลล่าร์สหรัฐอเมริกา และในปี 2556 มีค่าเท่ากับ 1.127 ดอลล่าร์สหรัฐอเมริกา โดยมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับปี 2554 เท่ากับ 0.031 ดอลล่าร์สหรัฐอเมริกา คิดเป็น 2.83%

5.5.4 ผลกระทบสิ่งแวดล้อมแบบ Single score ของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปา

ผลกระทบสิ่งแวดล้อมแบบ Single score เป็นการรวมผลกระทบทั้งสามด้านของการประเมินผลกระทบระยะสุดท้าย (Endpoint) เป็นค่าคะแนนค่าเดียว โดยผ่านการให้น้ำหนัก ซึ่งค่า Single score จะทำให้ทราบขนาดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งหมดและทราบขนาดของผลกระทบในแต่ละด้านด้วย โดยค่า Single score ของกระบวนการผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายแสดงดังรูปที่ 5.26 ค่า Single score ของกระบวนการจ่ายน้ำประปาของ

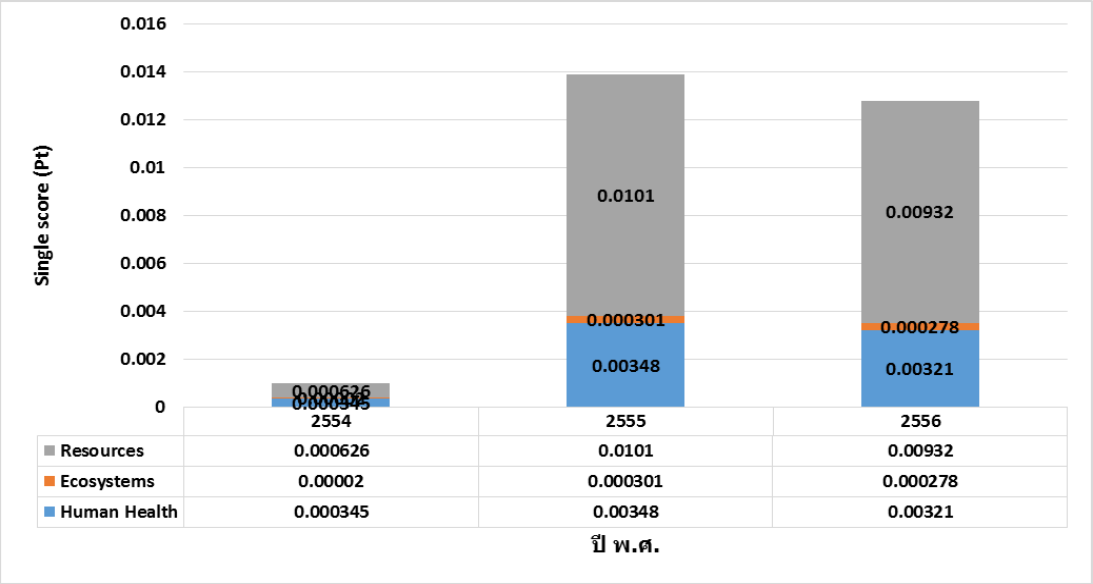
การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายแสดงดังรูปที่ 5.27 และค่าSingle score ของการผลิตและจ่ายน้ำประปาแสดงดังรูปที่ 5.28



รูปที่ 5.26 ค่า Single score จากการผลิตน้ำประปา

จากรูปที่ 5.26 แสดงประเภทและขนาดผลกระทบสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตน้ำประปาโดยเรียงลำดับประเภทที่มีผลกระทบสูงสุดไปน้อยสุดได้แก่ ด้านทรัพยากร ด้านสุขภาพมนุษย์ และด้านระบบนิเวศตามลำดับ โดยค่า Single score ในปี 2554 เท่ากับ 0.0235 คะแนน (Pt) ในปี 2555 มีขนาดผลกระทบเท่ากับ 0.0234 คะแนน (Pt) และในปี 2556 มีขนาดผลกระทบเท่ากับ 0.0223 คะแนน (Pt) โดยมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับปี 2554 เท่ากับ 0.001 คะแนน (Pt) คิดเป็น 5.11%

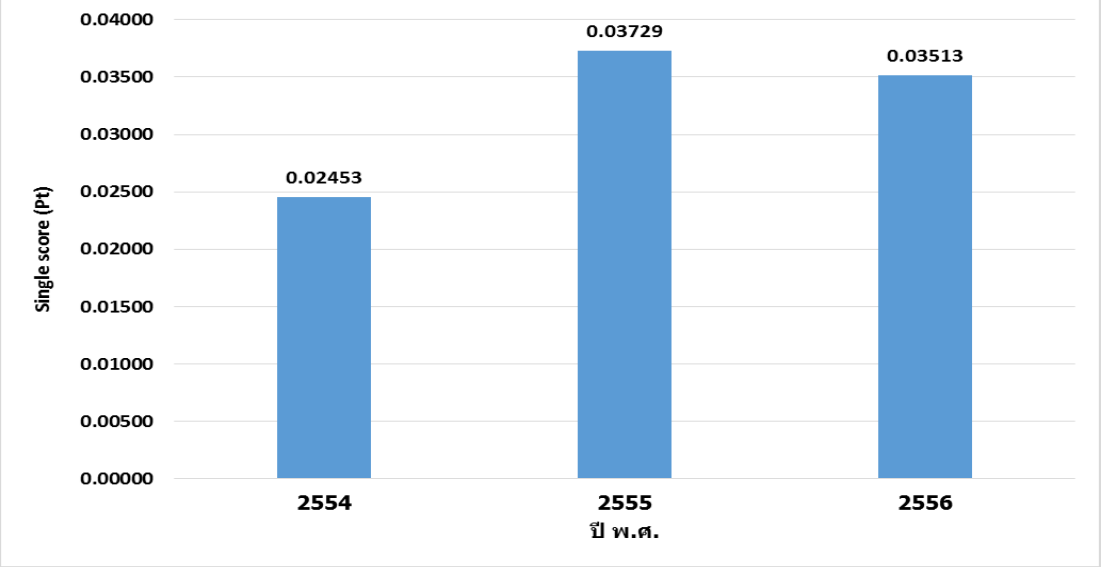
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 5.27 ค่า Single score ของการจ่ายน้ำประปา

จากรูปที่ 5.27 แสดงประเภทและผลกระทบสิ่งแวดล้อมของกระบวนการจ่ายน้ำประปาแยกเป็นแต่ละด้าน โดยประเภทของผลกระทบด้านที่มีค่าเรียงจากมากไปน้อย คือ ด้านทรัพยากร ด้านสุขภาพมนุษย์ และด้านระบบนิเวศตามลำดับ

โดยค่า Single score ในปี 2554 เท่ากับ 0.0009 คะแนน (Pt) ในปี 2555 มีขนาดผลกระทบเท่ากับ 0.0139 คะแนน (Pt) และในปี 2556 มีขนาดผลกระทบเท่ากับ 0.0128 คะแนน (Pt) โดยมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปี 2554 เท่ากับ 0.0119 คะแนน (Pt)

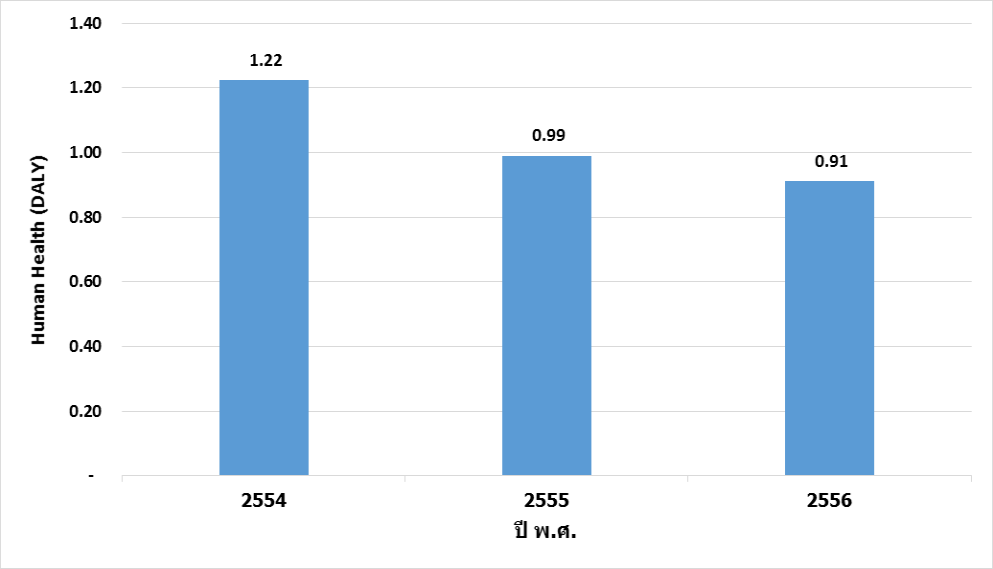


รูปที่ 5.28 ค่า Single score ของการผลิตและจ่ายน้ำประปา

จากรูปที่ 5.28 แสดงให้เห็นค่า Single score ของการผลิตและจ่ายน้ำประปา โดยในปี 2554 มีค่า Single score เท่ากับ 0.02453 คะแนน (Pt) ปี 2555 มีค่า Single score เท่ากับ 0.03513 (Pt) และในปี 2556 ค่า Single score เท่ากับ 0.03513 คะแนน (Pt) โดยมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับปี 2554 เท่า 0.0106 คะแนน (Pt) คิดเป็น 43.21%

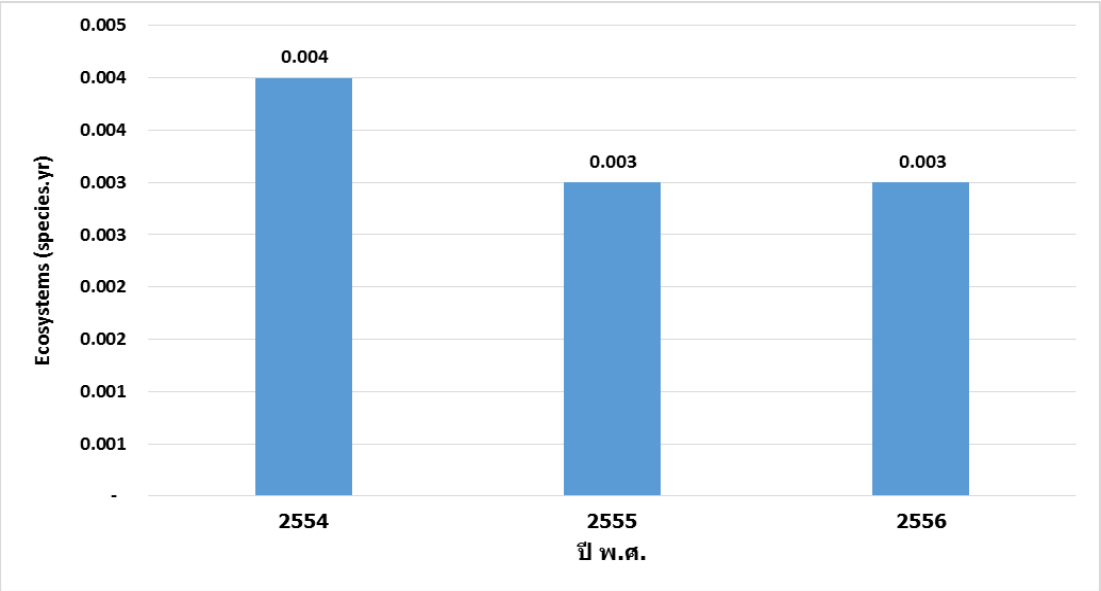
5.5.5 ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากน้ำสูญเสีย

การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายมีการดำเนินโครงการลดน้ำสูญเสียระหว่างปี 2555 – 2556 โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์จะเปรียบเทียบผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่สามารถลดลงได้จากการลดน้ำสูญเสีย และได้เปรียบเทียบผลกระทบสิ่งแวดล้อมทั้งสามด้านที่เกิดจากน้ำสูญเสีย ได้แก่ ด้านสุขภาพมนุษย์ ด้านระบบนิเวศ ด้านทรัพยากร และค่าผลกระทบแบบ Single score ดังรูปที่ 5.29 - 5.32



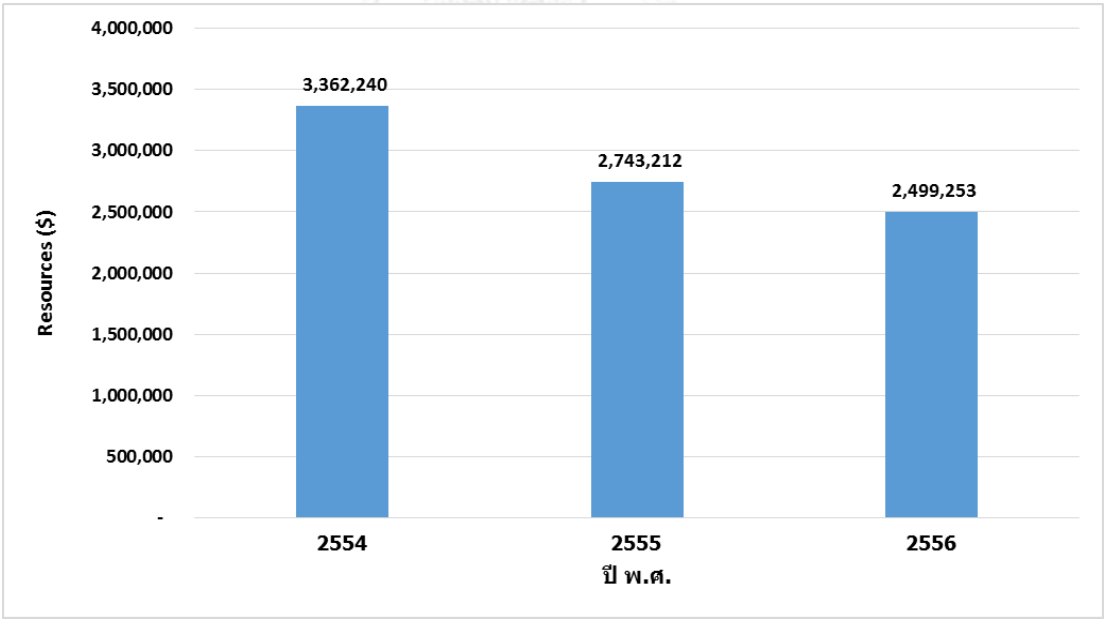
รูปที่ 5.29 ผลกระทบด้าน Human Health ที่เกิดจากน้ำสูญเสีย

จากรูปที่ 5.29 ผลกระทบด้านสุขภาพมนุษย์มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยในปี 2554 มีค่าเท่ากับ 1.22 DALY ปี 2555 ค่าผลกระทบเท่ากับ 0.99 DALY และปี 2556 ค่าผลกระทบเท่ากับ 0.91 DALY โดยมีค่าลดลงมีเทียบกับปี 2554 เท่ากับ 0.31 DALY คิดเป็น 25.41%



รูปที่ 5.30 ผลกระทบด้านระบบนิเวศที่เกิดจากน้ำสูญเสีย

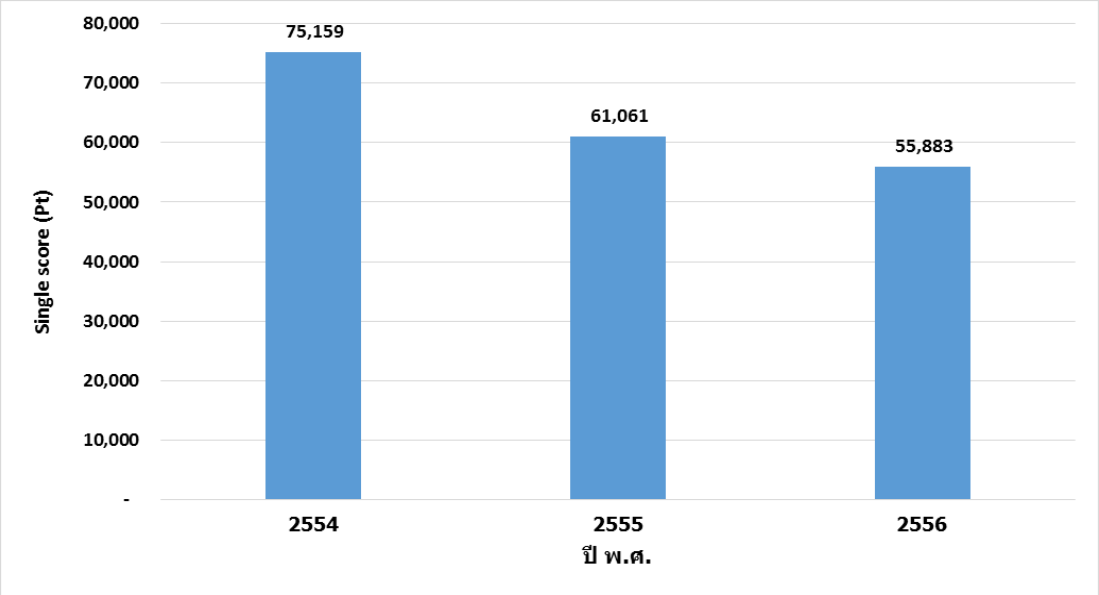
จากรูปที่ 5.30 ผลกระทบด้านระบบนิเวศที่เกิดจากน้ำสูญเสียมีแนวโน้มลดลง โดยในปี 2554 มีค่าเท่ากับ 0.004 Species.yr และปี 2555 และ 2556 ค่าผลกระทบเท่ากันเท่ากับ 0.003 Species.yr โดยมีค่าผลกระทบลดลงเมื่อเทียบกับปี 2554 เท่ากับ 0.001 Species.yr คิดเป็น 25%



รูปที่ 5.31 ผลกระทบด้านทรัพยากรที่เกิดจากน้ำสูญเสีย

จากรูปที่ 5.31 แสดงผลกระทบด้านทรัพยากรที่เกิดจากน้ำสูญเสียโดยมีแนวโน้มลดลง ในปี 2554 มีค่าเท่ากับ 3,362,240 ดอลล่าร์สหรัฐอเมริกา ปี 2555 ค่าผลกระทบเท่ากับ 2,743,212 ดอล

ล่าร์สหรัฐอเมริกา และในปี 2556 มีค่าเท่ากับ 2,499,253 ดอลล่าร์สหรัฐอเมริกา โดยลดลงเมื่อเทียบกับปี 2554 เท่ากับ 862,987 ดอลล่าร์สหรัฐอเมริกา คิดเป็น 25.66%



รูปที่ 5.32 ค่า Single score ที่เกิดจากน้ำสูญเสีย

จากรูปที่ 5.32 แสดงค่าผลกระทบแบบ Single score ที่เกิดจากน้ำสูญเสีย โดยมีแนวโน้มลดลง ในปี 2554 มีค่าเท่ากับ 75,159 คะแนน ปี 2555 มีค่าเท่ากับ 61,061 คะแนน และปี 2556 ค่าผลกระทบเท่ากับ 55,883 คะแนน โดยมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับปี 2554 เท่ากับ 19,276 คะแนน คิดเป็น 25.65%

5.6 แนวทางการดำเนินการเพื่อลดน้ำสูญเสีย

แนวทางการดำเนินการเพื่อลดน้ำสูญเสียจะแบ่งแนวทางออกเป็นในกระบวนการผลิตน้ำประปา กระบวนการการจ่ายน้ำประปา และแนวทางอื่นๆ

5.6.1 แนวทางการดำเนินการเพื่อลดน้ำสูญเสียในกระบวนการผลิตน้ำประปา

1.ปรับปรุงและเปลี่ยนมอเตอร์ที่ประสิทธิภาพการในทำงานลดลง เพื่อให้การใช้ทรัพยากรไฟฟ้ามีประสิทธิภาพสูงสุด

2.ตรวจสอบและเปลี่ยนท่อและรอยต่อของท่อที่ชำรุดใช้ในกระบวนการผลิตน้ำประปาเพื่อป้องการรั่วไหลของน้ำในท่อ

5.6.2 แนวทางการดำเนินการเพื่อลดน้ำสูญเสียในกระบวนการจ่ายน้ำประปา

1.จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายเกี่ยวกับประสบการณ์การดำเนินการเพื่อลดการเกิดน้ำสูญเสียพบว่าการดำเนินของหลายหน่วยงานในการ

พัฒนาระบบสาธารณูปโภคพื้นฐานที่ไม่ได้มีการประสานงานกัน ทำให้เกิดปัญหาการทำงานในพื้นที่เดียวกันในระยะเวลาต่างๆกัน ซึ่งระบบสาธารณูปโภคที่ฝังไว้ในพื้นที่ เช่น ท่อน้ำประปาปกติจะถูกวางอยู่ด้านข้างและขนานไปกับถนน เมื่อถนนถูกขยายเพื่อเพิ่มช่องการการจราจร จึงมีการดำเนินการก่อสร้างโดยผู้ดำเนินการก่อสร้างได้สร้างความเสียหายให้กับท่อประปา และเมื่อผู้ก่อสร้างถนนดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จ ก็ย้ายสถานที่ทำงานออกไปโดยที่ไม่ได้มีการซ่อมแซมท่อประปาดังกล่าวให้ จึงทำให้ท่อน้ำประปารั่วและเกิดเป็นน้ำสูญเสีย ดังนั้นควรมีการติดต่อประสานงานของหน่วยงานต่างๆในการดำเนินปรับปรุงสาธารณูปโภคพื้นฐานที่ตนเองรับผิดชอบเพื่อให้ลดการเกิดความเสียหายที่จะเกิดขึ้น และหน่วยงานควรมีจิตสำนึกในการร่วมกันดูแลสาธารณูปโภคพื้นฐานด้วย

2.ควบคุมความดันในการท่อจ่ายน้ำประปาให้อยู่ในช่วง 5-7 เมตรเพื่อป้องกันการระเบิดหรือท่อแตก

3.ตรวจสอบและเปลี่ยนมิเตอร์น้ำประปาที่ชำรุด โดยควรจะลงพื้นที่ตรวจมิเตอร์น้ำประปาปีละหนึ่งครั้ง และเน้นตรวจสอบมิเตอร์น้ำประปาที่มีอายุการใช้งานมากกว่าสิบปีเป็นพิเศษ

4.จัดทำเบอร์โทรศัพท์ศูนย์แจ้งการพบเห็นน้ำรั่วไหล เพื่อให้ประชาชนสามารถช่วยสอดส่องและตรวจสอบท่อประปาที่มีปัญหา

5.แบ่งพื้นที่ระบบการจ่ายน้ำประปาในมีขนาดเล็กลงเพื่อเป็นการเพิ่มจำนวนระบบตรวจสอบและติดตามการรั่วไหลของน้ำ เพื่อให้สามารถบริหารจัดการน้ำสูญเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มสูงขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผล

6.1.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตและจ่ายน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายเท่ากับ 0.173 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลูกบาศก์เมตร โดยแยกเป็นก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากผลิตน้ำประปาเท่ากับ 0.101 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลูกบาศก์เมตร และปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจ่ายน้ำประปาเท่ากับ 0.072 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลูกบาศก์เมตร

6.1.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากน้ำสูญเสียที่สามารถลดลงได้จากการดำเนินโครงการลดน้ำสูญเสียตลอดสองปี (2555-2556) เท่ากับ 131,075 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และปริมาณน้ำสูญเสียที่สามารถลดลงได้จากการดำเนินโครงการลดน้ำสูญเสียเท่ากับ 850,121 ลูกบาศก์เมตร

6.1.3 งานวิจัยได้พัฒนาตารางคำนวณอย่างง่ายสำหรับคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปาเพื่อประโยชน์ได้แก่ 1.อำนวยความสะดวกให้การประปาส่วนภูมิภาคที่ต้องการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากประบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปา 2.สามารถเก็บเป็นข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลย้อนหลังปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปา และ3. ช่วยให้การประปาส่วนภูมิภาคสามารถนำตารางคำนวณไปปรับใช้กับสาขาอื่นได้

6.1.4 ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปา 1 ลูกบาศก์เมตรของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงรายมีขนาดผลกระทบในปี 2554 เท่ากับ 0.0245 คะแนน (Pt) ในปี 2555 มีขนาดผลกระทบเท่ากับ 0.0373 คะแนน (Pt) และในปี 2556 มีขนาดผลกระทบเท่ากับ 0.0354 คะแนน (Pt)

6.1.5 ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากน้ำสูญเสียที่สามารถลดลงจากการดำเนินโครงการลดน้ำสูญเสียตลอดสองปี (2555-2556) มีค่าเท่ากับ 19,276 คะแนน (Pt)

6.1.6 ประเภทของผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปาเรียงจากมากไปน้อยได้แก่ ด้านทรัพยากร (Resources) ด้านสุขภาพมนุษย์ (Human Health) และด้านระบบนิเวศ (Ecosystems) ตามลำดับ

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 ควรดำเนินการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตและจ่ายน้ำประปาสาขาอื่นของการประปาส่วนภูมิภาคเพิ่มเติมเพื่อจะได้เปรียบเทียบผลกระทบสิ่งแวดล้อมของแต่ละสาขา

6.2.2 พัฒนาเทคโนโลยีที่ช่วยในการช่วยน้ำสูญเสียให้มีประสิทธิภาพ เช่น ระบบโซน่า และระบบ SCADA

6.2.3 ประเมินผลกระทบในรายละเอียดของแต่ละกระบวนการในการผลิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ชลิตา สุวรรณ. 2554. การประเมินวัฏจักรชีวิตและประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ฉบับที่ 2.

ณัฐพิรา เนตรสว่าง. 2550. การประเมินวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตนาโนซิงค์ออกไซด์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฐวีร์ สิขิวัฒน์. 2552. การวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุนการผลิตน้ำประปาแยกตามกลุ่ม กรณีศึกษา: การประปาส่วนภูมิภาค. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นันทมล ลิมป์พิทักษ์พงศ์. 2552. การประเมินวัฏจักรชีวิตของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนกรณีศึกษากรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8. 2537. เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน. พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติพ.ศ. 2535.

วิภาศรี เรืองเนตร, พงษ์ธร จรัญญากรณ์ และ ณัฐเดช เฟื่องวรวงศ์. 2554. การประเมินวัฏจักรของก๊าซเชื้อเพลิงจากถ่านหินเพื่อใช้กับเตาผาเหล็ก. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 25.

สิทธิกร ผลพอตน. 2549. การประเมินวัฏจักรชีวิตด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับการสังเคราะห์ไททาเนียมไดออกไซด์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิศวกรรมเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 1. 2554. รายงานสถานการณ์คุณภาพน้ำ ประเภทแม่น้ำ ปี 2554. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. 2552. แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. 2553. รายงานสรุปผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยประจำปี 2553.

อรกมล เห็นชอบดี. 2552. การประเมินวัฏจักรชีวิตความร้อนร่วมแก๊สซิฟิเคชั่นจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรนุช ธนารัตน์. 2544. การศึกษาทางเลือกเพื่อลดปริมาณน้ำสูญเสียของการประปานครหลวง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรุษ เพชรเชิดชู. 2554. วัฏจักรชีวิตของโครงสร้าง: ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ฉบับที่ 3.

ภาษาอังกฤษ

Brothers, P. and Kenneth, J. 2012. Assessing UFW and Variable Water Rate Impacts, Use And Loss Metris in a Declining Water Consumption Environment. IWA Water loss Conference 2012.

Charalambous, B. and Hamilton, S. 2012. Water Balance – The Next Stage. IWA Water loss Conference 2012.

Crowder, G., Hassan, S. and Lee, M. 2012. Developing the Network Improvement Plan for Selangor State, Malaysia. IWA Water loss Conference 2012.

Diogo, L., Ana, C., Xavier, G. and Luis, A. 2013. Environmental assessment of an urban water system. Journal of Cleaner Production. :1-9.

Francois, G., Roberto, M., Maria, A. and Miguel, A. 2012. Explanatory factor of urban water leakage rate in Southern Spin. Utilities Policy. 22: 22-30.

Goedkoop, M., Heijung, R., Huijbregt, M., Schryver, A., Struijs, J. and Zelm, R. 2013. ReCiPe 2008.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Godskesen, B., Hauschild, M., Rygaard, M., Zambrano, K. and Albrechtsen, H. 2012. Life cycle assessment of central softening of very hard drinking water. Journal of Environmental Management. 105: 83-89.

International Standard Organization. 2006. Life Cycle assessment: Principle and framework ISO 14040: 2006.

Ivan, M., Liorenc, M. and Amadeo, R. 2010. Life cycle Assessment of Water Supply Plan in Mediterranean Spain. Journal of Industrial Ecology. 14.

Katihanna, H., Nielsen, H., Arumugam, S. and Bohe, E. 2013. Life cycle assessment and environmental improvement of residential and drinking water supply in Hanoi, Vietnam. International Journal of Sustainable Development & World Ecology. 10: 27-42.

Kusuda, S. 2011. Water Supply Utility Businesses in Japan.

Lei, L., Haiyan, W. and Xiaotao, F. 2012. Study of the Effect of One-Household-0ne-Meter Transformation on NRW in the Controlled Zone in China. IWA Water loss Conference 2012.

Liu , S., Zhao, S. and Liu, R. 2012. Construction of delicate system to manage water distribution system and minimize water loss: endeavors and challenges in Beijing. IWA Water Loss Conference 2012.

Maurio, T., Maarten, S., Alex, H., Eric, B. and Huub, G. 2008. Environmental, financial and quality assessment of drinking water processes at Waternet. Journal of Clean Production. 16: 401-409.

Mutikanga, H. and Sharma, S. 2012. Strategic Planning for Water Loss Reduction with Imprecise Data. IWA Water Loss Conference 2012.

Schouten, M. and Halim, R.D. 2010. Resolving strategy paradoxes of water loss reduction: A synthesis in Jakarta. Resources, Conservation and Recycling. 54: 1322-1330.

United States Environmental Protection Agency. 2000. Community Water System Survey 2000.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางแสดงค่าผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการผลิตน้ำประปาได้จากโปรแกรม SimaPro

ประเภทผลกระทบ	หน่วย	การผลิตน้ำประปา 2554	การผลิตน้ำประปา 2555	การผลิตน้ำประปา 2556
สุขภาพมนุษย์	DALY	3.84×10^{-7}	2.79×10^{-7}	2.67×10^{-7}
ระบบนิเวศ	Species.yr	1.51×10^{-9}	1.08×10^{-9}	1.02×10^{-9}
ทรัพยากร	$	1.05	0.739	0.697

ตารางแสดงค่าผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการจ่ายน้ำประปาได้จากโปรแกรม SimaPro

ประเภทผลกระทบ	หน่วย	การจ่ายน้ำประปา 2554	การจ่ายน้ำประปา 2555	การจ่ายน้ำประปา 2556
สุขภาพมนุษย์	DALY	1.55×10^{-8}	1.56×10^{-7}	1.44×10^{-7}
ระบบนิเวศ	Species.yr	6.41×10^{-11}	6.46×10^{-10}	5.97×10^{-10}
ทรัพยากร	$	0.0462	0.465	0.43

ตารางแสดงค่า Single score จากการผลิตน้ำประปาได้จากโปรแกรม SimaPro

ประเภทผลกระทบ	หน่วย	การผลิตน้ำประปา 2554	การผลิตน้ำประปา 2555	การผลิตน้ำประปา 2556
สุขภาพมนุษย์	Pt	0.00854	0.00621	0.00595
ระบบนิเวศ	Pt	0.000703	0.000501	0.000475
ทรัพยากร	Pt	0.0143	0.01	0.00945
รวม	Pt	0.0235	0.0167	0.0158

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางแสดงค่า Single score จากการจ่ายน้ำประปาได้จากโปรแกรม SimaPro

ประเภทผลกระทบ	หน่วย	การจ่ายน้ำประปา 2554	การจ่ายน้ำประปา 2555	การจ่ายน้ำประปา 2556
สุขภาพมนุษย์	Pt	0.000345	0.00621	0.00595
ระบบนิเวศ	Pt	2.99×10^{-11}	0.000301	0.000278
ทรัพยากร	Pt	0.000626	0.00631	0.00583
รวม	Pt	0.001	0.0101	0.00932

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายนิติวิศว์ แตงไทย เกิดวันที่ 24 ธันวาคม 2531 ที่จังหวัดพิษณุโลก สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมจากมหาวิทยาลัยนเรศวรในปีการศึกษา 2553 ปัจจุบันศึกษาต่อที่สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University