

โครงการเลขที่ วศ.คพ. P069-1/2568

เรื่อง

ระบบตรวจจับภัยคุกคามในเทคโนโลยีปฏิบัติการ (OT) สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

โดย

นายธนกฤต บุญยัง	รหัส 650612084
นายศุภกร สุวรรณภาพ	รหัส 650612100
นายอดิสร สันเจริญ	รหัส 650612104

โครงการนี้

เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีการศึกษา 2568

**PROJECT No. CPE P069-1/2568**

**Anomaly Detection in Operational Technology for Industrial Control  
Systems**

<b>Tanakrit boonyoung</b>	<b>650612084</b>
<b>Suppakorn suwannapop</b>	<b>650612100</b>
<b>Adisorn sancharoen</b>	<b>650612104</b>

**A Project Submitted in Partial Fulfillment of Requirements  
for the Degree of Bachelor of Engineering  
Department of Computer Engineering  
Faculty of Engineering  
Chiang Mai University  
2025**

หัวข้อโครงการ : ระบบตรวจจับภัยคุกคามในเทคโนโลยีปฏิบัติการ (OT) สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม  
: Anomaly Detection in Operational Technology for Industrial Control Systems

โดย : นายธนกฤต บุญยัง รหัส 650612084  
นายศุภกร สุวรรณภพ รหัส 650612100  
นายอดิสร สันเจริญ รหัส 650612104

ภาควิชา : วิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. กำพล วรดิษฐ์  
ปริญญา : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขา : วิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
ปีการศึกษา : 2568

---

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์)

..... หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
(รศ.ดร. สันติ พิทักษ์กีนุกร)

คณะกรรมการสอบโครงการ

..... ประธานกรรมการ  
(ผศ.ดร. กำพล วรดิษฐ์)

..... กรรมการ  
(ผศ.ดร. เกษมสิทธิ์ ตี๋ยพันธ์)

..... กรรมการ  
(อ.นพรุจ ชี้อตรง)

หัวข้อโครงการ : ระบบตรวจจับภัยคุกคามในเทคโนโลยีปฏิบัติการ (OT) สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม  
: Anomaly Detection in Operational Technology for Industrial Control Systems

โดย : นายธนกฤต บุญยัง รหัส 650612084  
นายศุภกร สุวรรณภพ รหัส 650612100  
นายอดิสร สันเจริญ รหัส 650612104

ภาควิชา : วิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. กำพล วรดิษฐ์  
ปริญญา : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขา : วิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
ปีการศึกษา : 2568

---

### บทคัดย่อ

ในยุคอุตสาหกรรม 4.0 โรงงานจำนวนมากได้ปรับใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ (Industrial Control Systems: ICS) ที่เชื่อมโยงกับเทคโนโลยีปฏิบัติการ (Operational Technology: OT) เพื่อตรวจวัดและควบคุมกระบวนการผลิตแบบเรียลไทม์ อย่างไรก็ตาม ความเชื่อมโยงดังกล่าวได้นำมาซึ่งความเสี่ยงจากภัยคุกคามทางไซเบอร์ที่อาจสร้างผลกระทบทันทีในด้านเศรษฐกิจ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา ต้นแบบระบบตรวจจับความผิดปกติ (Intrusion/Anomaly Detection) ที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) โดยมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์ข้อมูลลำดับเวลา (time-series data) ของเซนเซอร์และแอ็กชูเอเตอร์ในระบบ OT

กระบวนการวิจัยประกอบด้วยการจัดเตรียมและทำความสะอาดข้อมูล (preprocessing) การออกแบบคุณลักษณะ (feature engineering) การสร้างหน้าต่างเวลา (sliding window) และการฝึกโมเดลตรวจจับความผิดปกติ โดยใช้ สถาปัตยกรรม CNN-LSTM แบบหนึ่งมิติ (1D CNN-LSTM) ซึ่งสามารถจับทั้งความสัมพันธ์เชิงเวลาและความสัมพันธ์เชิงลักษณะระหว่างเซนเซอร์ได้ ผลลัพธ์ของโมเดลถูกประเมินด้วยตัวชี้วัด เช่น Accuracy, Precision, Recall และ F1-score เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพในการแยกเหตุการณ์ปกติและเหตุการณ์โจมตี

Project Title : Anomaly Detection in Operational Technology for Industrial Control Systems  
Name : Tanakrit boonyoung 650612084  
Suppakorn suwannapop 650612100  
Adisorn sancharoen 650612104  
Department : Computer Engineering  
Project Advisor : Asst.Prof. Kampol Woradit, Ph.D.  
Degree : Bachelor of Engineering  
Program : Computer Engineering  
Academic Year : 2025

---

## ABSTRACT

In the era of Industry 4.0, many industrial plants have adopted Industrial Control Systems (ICS) integrated with Operational Technology (OT) to monitor and control production processes in real time. However, this interconnection has also introduced significant cybersecurity risks that may cause severe impacts on economic stability, safety, and the environment. This project aims to develop a prototype anomaly and intrusion detection system leveraging Deep Learning techniques, with a focus on analyzing the time-series data of sensors and actuators within OT environments.

In the era of Industry 4.0, many industrial plants have adopted Industrial Control Systems (ICS) integrated with Operational Technology (OT) to monitor and control production processes in real time. However, this interconnection has also introduced significant cybersecurity risks that may cause severe impacts on economic stability, safety, and the environment. This project aims to develop a prototype anomaly and intrusion detection system leveraging Deep Learning techniques, with a focus on analyzing the time-series data of sensors and actuators within OT environments. The research process involves several steps: data cleaning and preprocessing, feature engineering, sliding window generation, and training anomaly detection models. A 1D CNN-LSTM architecture is employed to capture both temporal dependencies and cross-sensor feature relationships. The model's performance is evaluated using metrics such as Accuracy, Precision, Recall, and F1-score to assess its ability to distinguish between normal operations and cyberattacks.

## สารบัญ

บทคัดย่อ . . . . .	ข
Abstract . . . . .	ค
สารบัญ . . . . .	ง
สารบัญรูป . . . . .	ฉ
สารบัญตาราง . . . . .	ช
<b>1 บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ที่มาของโครงการ . . . . .	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ . . . . .	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ . . . . .	1
1.3.1 ขอบเขตด้านฮาร์ดแวร์ . . . . .	1
1.3.2 ขอบเขตด้านซอฟต์แวร์ . . . . .	1
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ . . . . .	3
1.5 เทคโนโลยีและเครื่องมือที่ใช้ . . . . .	4
1.5.1 เทคโนโลยีด้านฮาร์ดแวร์ . . . . .	4
1.5.2 เทคโนโลยีด้านซอฟต์แวร์ . . . . .	4
1.6 แผนการดำเนินงาน . . . . .	4
1.7 บทบาทและความรับผิดชอบ . . . . .	4
1.8 ผลกระทบด้านสังคม สุขภาพ ความปลอดภัย กฎหมาย และวัฒนธรรม . . . . .	4
<b>2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>5</b>
2.1 The first section . . . . .	5
2.2 Second section . . . . .	5
2.2.1 Subsection heading goes here . . . . .	5
2.3 Third section . . . . .	5
2.4 About using figures in your report . . . . .	5
2.5 Overfull hbox . . . . .	8
2.6 ความรู้ตามหลักสูตรซึ่งถูกนำมาใช้หรือบูรณาการในโครงการ . . . . .	8
2.7 ความรู้นอกหลักสูตรซึ่งถูกนำมาใช้หรือบูรณาการในโครงการ . . . . .	8
<b>3 โครงสร้างและขั้นตอนการทำงาน</b>	<b>9</b>
3.1 Alice in Wonderland . . . . .	9
3.1.1 The Black Kitten . . . . .	9
3.1.2 The Reproach . . . . .	9
<b>4 การทดลองและผลลัพธ์</b>	<b>11</b>
<b>5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ</b>	<b>12</b>
5.1 สรุปผล . . . . .	12
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไข . . . . .	12
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาต่อ . . . . .	12
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>13</b>
<b>ก The first appendix</b>	<b>15</b>
ก.1 Appendix section . . . . .	15

ข คู่มือการใช้งานระบบ	16
ประวัติผู้เขียน	17

## ສາລະພັນ

2.1 Sample figure . . . . .	6
3.1 Poem . . . . .	9



## สารบัญตาราง

2.1 Sample landscape table . . . . .	7
--------------------------------------	---

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาของโครงการ

ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมากได้ยกระดับกระบวนการผลิตให้มีความเป็นอัตโนมัติสูงขึ้น โดยอาศัยระบบควบคุมอุตสาหกรรม (Industrial Control Systems: ICS) ที่ทำงานร่วมกับระบบเทคโนโลยีปฏิบัติการ (Operational Technology: OT) ซึ่งเชื่อมโยงเซนเซอร์และแอคชูเอเตอร์เข้ากับเครื่องจักรจริง อย่างไรก็ตาม การที่ระบบ OT ถูกเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายดิจิทัลมากขึ้น ย่อมทำให้ความเสี่ยงจากภัยคุกคามทางไซเบอร์เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย การโจมตีดังกล่าวอาจทำให้ข้อมูลสูญหายหรือบิดเบือน รวมถึงก่อให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องจักร กระบวนการผลิต และความปลอดภัยของบุคลากรได้โดยตรง ดังนั้นโครงการนี้จึงถูกริเริ่มขึ้นเพื่อพัฒนากลไกการตรวจจับพฤติกรรมที่ผิดปกติในระบบ OT โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เพื่อเสริมสร้างความปลอดภัยและลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นในโรงงานอุตสาหกรรม

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ออกแบบและพัฒนาโมเดลตรวจจับความผิดปกติจากข้อมูลเซนเซอร์และแอคชูเอเตอร์ในระบบ OT โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเวลา (time-series analysis) ร่วมกับโมเดลเชิงลึก เช่น CNN และ LSTM
2. ระบุเหตุการณ์ที่มีลักษณะเป็นการโจมตีทางไซเบอร์หรือพฤติกรรมที่ผิดปกติในกระบวนการผลิต
3. พัฒนาด้านแบบ (prototype) ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสภาพแวดล้อมในโรงงานจริงได้

### 1.3 ขอบเขตของโครงการ

#### 1.3.1 ขอบเขตด้านฮาร์ดแวร์

1. โครงการนี้ ไม่ได้มุ่งเน้นการพัฒนาหรือใช้งานฮาร์ดแวร์จริง เช่น PLC, บีม, หรือวาล์ว
2. ส่วนประกอบเหล่านี้ถูก จำลองผ่านข้อมูลจาก SWaT dataset เท่านั้น
3. การดำเนินงานทั้งหมดจึงมุ่งเน้นที่การวิเคราะห์เชิงข้อมูลและการออกแบบโมเดล Machine Learning โดยไม่เกี่ยวข้องกับการสร้างหรือทดสอบระบบฮาร์ดแวร์จริง

#### 1.3.2 ขอบเขตด้านซอฟต์แวร์

##### การเก็บและใช้ข้อมูล (Data Collection)

1. ใช้ชุดข้อมูล SWaT Dataset (Secure Water Treatment) ซึ่งเป็นข้อมูลจากระบบจำลองโรงงานน้ำประปาที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการศึกษาด้านความปลอดภัยของระบบ ICS/OT
2. ข้อมูลประกอบด้วยค่าการทำงานของเซนเซอร์และแอคชูเอเตอร์ที่มีทั้งสภาวะปกติและสภาวะที่ถูกโจมตี
3. การนำเข้าข้อมูลจะใช้วิธีการอ่านไฟล์ CSV และเตรียมข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมต่อการประมวลผล

### **การตรวจจับและจำแนกความผิดปกติ (Threat Detection and Classification)**

1. มุ่งเน้นการตรวจจับเหตุการณ์ที่มีลักษณะผิดปกติ เช่น การเปลี่ยนค่าของเซนเซอร์อย่างผิดธรรมชาติ หรือการสั่งการอุปกรณ์ที่ไม่สอดคล้องกับกระบวนการจริง
2. การจำแนกความผิดปกติออกเป็นสองกลุ่มหลัก ได้แก่
  - (a) เหตุการณ์ปกติ (Normal events)
  - (b) เหตุการณ์โจมตี/ผิดปกติ (Anomaly/Attack events)
3. การสร้าง Label จะอ้างอิงจากช่วงเวลาที่กำหนดไว้ในเอกสาร SWaT dataset

### **การประมวลผลและจัดการข้อมูล (Data Implementation)**

1. การทำความสะอาดข้อมูล (data preprocessing) เช่น การจัดการค่าที่หายไป, การแทนค่าผิดปกติ, และการ normalize ข้อมูลให้อยู่ในสเกลเดียวกัน
2. การแบ่งข้อมูลออกเป็น Training set, Validation set และ Test set โดยอ้างอิงตามลำดับเวลาเพื่อเลี่ยงการรั่วไหลของข้อมูล (data leakage)
3. การสร้าง sliding windows สำหรับข้อมูลเชิงเวลา (time-series) เพื่อเตรียมให้เป็นอินพุตของโมเดล

### **การสร้างโมเดลและเปรียบเทียบประสิทธิภาพ (Model Comparison and Performance Evaluation)**

1. พัฒนาโมเดลตรวจจับความผิดปกติที่อิงกับ Deep Learning ได้แก่
  - (a) Convolutional Neural Network (CNN)
  - (b) Long Short-Term Memory (LSTM)
2. ทดสอบโมเดลหลายรูปแบบ เช่น CNN 1D สำหรับจับ pattern ตามลำดับเวลา และ LSTM สำหรับตรวจจับ dependency ระหว่างข้อมูลในช่วงยาว
3. ประเมินผลลัพธ์ด้วยตัวชี้วัดมาตรฐาน
  - (a) Accuracy, Precision
  - (b) Recall, F1-score
  - (c) Confusion Matrix
  - (d) AUC-PR/ROC
4. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละโมเดลเพื่อหาวิธีที่เหมาะสมที่สุดต่อการใช้งาน

## ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ (Expected Outcomes)

1. ได้ต้นแบบ (Prototype) ของระบบตรวจจับความผิดปกติในข้อมูลจากระบบ ICS/OT
2. โมเดลที่พัฒนาแล้วสามารถแยกความแตกต่างระหว่างเหตุการณ์ปกติและเหตุการณ์ผิดปกติได้ในระดับที่แม่นยำ
3. ได้ชุดข้อมูลและโค้ดที่สามารถนำไปปรับใช้หรือต่อยอดในงานวิจัยด้านความปลอดภัยไซเบอร์สำหรับระบบอุตสาหกรรม
4. สนับสนุนการเพิ่มมาตรการด้าน ความมั่นคงปลอดภัยเชิงปฏิบัติการ (Operational Security) ในโรงงานอุตสาหกรรม

## 1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

### ด้านความรู้และความเข้าใจ

1. ได้ความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับประเด็นด้านความมั่นคงปลอดภัยในระบบควบคุมอุตสาหกรรม (OT/ICS)
2. เพิ่มพูนทักษะในการนำ Machine Learning มาประยุกต์ใช้กับข้อมูลเชิงเวลา (time-series)

### ด้านการพัฒนาเทคโนโลยี

1. ได้ต้นแบบ (Prototype) ของระบบตรวจจับความผิดปกติที่สามารถนำไปต่อยอดการพัฒนาระบบจริงได้
2. แสดงให้เห็นความเป็นไปได้ของการนำ AI/ML มาใช้แก้ปัญหาความปลอดภัยในภาคอุตสาหกรรม

### ด้านการประยุกต์ใช้

1. ผลงานที่ได้สามารถนำไปใช้ตรวจจับการโจมตีหรือพฤติกรรมผิดปกติในโรงงานอุตสาหกรรมจริง
2. ช่วยเพิ่มความปลอดภัยทั้งในด้านข้อมูล เครื่องจักร และบุคลากร ลดความเสี่ยงจากการหยุดชะงักของกระบวนการผลิต

### ด้านการวิจัยและการศึกษา

1. สามารถนำองค์ความรู้และผลลัพธ์ไปต่อยอดในเชิงวิจัยด้านความปลอดภัยไซเบอร์สำหรับระบบอุตสาหกรรม
2. เป็นกรณีศึกษาในการบูรณาการ Machine Learning กับความปลอดภัยไซเบอร์ (AI for Cybersecurity)

## 1.5 เทคโนโลยีและเครื่องมือที่ใช้

### 1.5.1 เทคโนโลยีด้านฮาร์ดแวร์

### 1.5.2 เทคโนโลยีด้านซอฟต์แวร์

## 1.6 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ม.ย. 2563	ก.ค. 2563	ส.ค. 2563	ก.ย. 2563	ต.ค. 2563	พ.ย. 2563	ธ.ค. 2563	ม.ค. 2564	ก.พ. 2564
ศึกษาค้นคว้า									
ชิล									
เผา									
ทดสอบ									

## 1.7 บทบาทและความรับผิดชอบ

อธิบายว่าในการทำงาน นศ. มีการกำหนดบทบาทและแบ่งหน้าที่งานอย่างไรในการทำงาน จำเป็นต้องใช้ความรู้ใดในการทำงานบ้าง

## 1.8 ผลกระทบด้านสังคม สุขภาพ ความปลอดภัย กฎหมาย และวัฒนธรรม

แนวทางและโยชน์ในการประยุกต์ใช้งานโครงงานกับงานในด้านอื่นๆ รวมถึงผลกระทบในด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมจากการใช้ความรู้ทางวิศวกรรมที่ได้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การทำโครงงาน เริ่มต้นด้วยการศึกษาค้นคว้า ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง หรือ งานวิจัย/โครงงาน ที่เคยมีผู้นำเสนอไว้แล้ว ซึ่งเนื้อหาในบทนี้ก็จะเกี่ยวกับการอธิบายถึงสิ่งที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจเนื้อหาในบทถัดๆ ไปได้ง่ายขึ้น

#### 2.1 The first section

The text for Section 1 goes here.

#### 2.2 Second section

Section 2 text.

##### 2.2.1 Subsection heading goes here

Subsection 1 text

##### Subsubsection 1 heading goes here

Subsubsection 1 text

##### Subsubsection 2 heading goes here

Subsubsection 2 text

#### 2.3 Third section

Section 3 text. The dielectric constant at the air-metal interface determines the resonance shift as absorption or capture occurs is shown in Equation (2.1):

$$k_1 = \frac{\omega}{c(1/\epsilon_m + 1/\epsilon_i)^{1/2}} = k_2 = \frac{\omega \sin(\theta) \epsilon_{air}^{1/2}}{c} \quad (2.1)$$

where  $\omega$  is the frequency of the plasmon,  $c$  is the speed of light,  $\epsilon_m$  is the dielectric constant of the metal,  $\epsilon_i$  is the dielectric constant of neighboring insulator, and  $\epsilon_{air}$  is the dielectric constant of air.

#### 2.4 About using figures in your report

Using `\label` and `\ref` commands allows us to refer to figures easily. If we can refer to Figures 3.1 and 2.1 by name in the L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X source code, then we will not need to update the code that refers to it even if the placement or ordering of the figures changes.

*Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.*

รูปที่ 2.1: This figure is a sample containing lorem ipsum, showing you how you can include figures and glossary in your report. You can specify a shorter caption that will appear in the List of Figures.

*Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.*

*Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.*

*Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.*

*Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.*

*Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud*

ตารางที่ 2.1: Sample landscape table

Year	A	B
1989	12	23
1990	4	9
1991	3	6



*exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.*

## 2.5 Overfull hbox

When the `semifinal` option is passed to the `cpecmu` document class, any line that is longer than the line width, i.e., an overfull hbox, will be highlighted with a black solid rule:

juxtaposition■

## 2.6 ความรู้ตามหลักสูตรซึ่งถูกนำมาใช้หรือบูรณาการในโครงการ

อธิบายถึงความรู้ และแนวทางการนำความรู้ต่างๆ ที่ได้เรียนตามหลักสูตร ซึ่งถูกนำมาใช้ในโครงการ

## 2.7 ความรู้นอกหลักสูตรซึ่งถูกนำมาใช้หรือบูรณาการในโครงการ

อธิบายถึงความรู้ต่างๆ ที่เรียนรู้ด้วยตนเอง และแนวทางการนำความรู้เหล่านั้นมาใช้ในโครงการ

## บทที่ 3

### โครงสร้างและขั้นตอนการทำงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการ และการออกแบบระบบ

#### 3.1 Alice in Wonderland

##### 3.1.1 The Black Kitten

One thing was certain, that the WHITE kitten had had nothing to do with it:—it was the black kitten’s fault entirely [1]. For the white kitten had been having its face washed by the old cat for the last quarter of an hour (and bearing it pretty well, considering); so you see that it COULDN’T have had any hand in the mischief.

The way Dinah washed her children’s faces was this: first she held the poor thing down by its ear with one paw, and then with the other paw she rubbed its face all over, the wrong way, beginning at the nose: and just now, as I said, she was hard at work on the white kitten, which was lying quite still and trying to purr—no doubt feeling that it was all meant for its good.

But the black kitten had been finished with earlier in the afternoon, and so, while Alice was sitting curled up in a corner of the great arm-chair, half talking to herself and half asleep, the kitten had been having a grand game of romps with the ball of worsted Alice had been trying to wind up, and had been rolling it up and down till it had all come undone again; and there it was, spread over the hearth-rug, all knots and tangles, with the kitten running after its own tail in the middle.

##### 3.1.2 The Reproach

‘Oh, you wicked little thing!’ cried Alice, catching up the kitten, and giving it a little kiss to make it understand that it was in disgrace. ‘Really, Dinah ought to have taught you better manners! You OUGHT, Dinah, you know you ought!’ she added, looking reproachfully at



รูปที่ 3.1: The Walrus and the Carpenter

the old cat, and speaking in as cross a voice as she could manage—and then she scrambled back into the arm-chair, taking the kitten and the worsted with her, and began winding up the ball again. But she didn't get on very fast, as she was talking all the time, sometimes to the kitten, and sometimes to herself. Kitty sat very demurely on her knee, pretending to watch the progress of the winding, and now and then putting out one paw and gently touching the ball, as if it would be glad to help, if it might.

'Do you know what to-morrow is, Kitty?' Alice began. 'You'd have guessed if you'd been up in the window with me—only Dinah was making you tidy, so you couldn't. I was watching the boys getting in stick for the bonfire—and it wants plenty of sticks, Kitty! Only it got so cold, and it snowed so, they had to leave off. Never mind, Kitty, we'll go and see the bonfire to-morrow.' Here Alice wound two or three turns of the worsted round the kitten's neck, just to see how it would look: this led to a scramble, in which the ball rolled down upon the floor, and yards and yards of it got unwound again.

'Do you know, I was so angry, Kitty,' Alice went on as soon as they were comfortably settled again, 'when I saw all the mischief you had been doing, I was very nearly opening the window, and putting you out into the snow! And you'd have deserved it, you little mischievous darling! What have you got to say for yourself? Now don't interrupt me!' she went on, holding up one finger. 'I'm going to tell you all your faults. Number one: you squeaked twice while Dinah was washing your face this morning. Now you can't deny it, Kitty: I heard you! What that you say?' (pretending that the kitten was speaking.) 'Her paw went into your eye? Well, that's YOUR fault, for keeping your eyes open—if you'd shut them tight up, it wouldn't have happened. Now don't make any more excuses, but listen! Number two: you pulled Snowdrop away by the tail just as I had put down the saucer of milk before her! What, you were thirsty, were you?

## บทที่ 4

### การทดลองและผลลัพธ์

ในบทนี้จะทดสอบเกี่ยวกับการทำงานในฟังก์ชันหลักๆ

## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

นศ. ควรสรุปถึงข้อจำกัดของระบบในด้านต่างๆ ที่ระบบมีในเนื้อหาส่วนนี้ด้วย

#### 5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไข

ในการทำโครงงานนี้ พบว่าเกิดปัญหาหลักๆ ดังนี้

#### 5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาต่อ

ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาโครงงานนี้ต่อไป มีดังนี้

## บรรณานุกรม

- [1] Lewis Carroll. *Alice's Adventures in Wonderland*. George MacDonald, 1865.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

**The first appendix**

Text for the first appendix goes here.

**ก.1 Appendix section**

Text for a section in the first appendix goes here.

test ทดสอบฟอนต์ serif ภาษาไทย

test ทดสอบฟอนต์ sans serif ภาษาไทย

test ทดสอบฟอนต์ teletype ภาษาไทย

test ทดสอบฟอนต์ teletype ภาษาไทย

ตัวหนา serif ภาษาไทย **sans serif ภาษาไทย teletype ภาษาไทย**

ตัวเอียง *serif ภาษาไทย sans serif ภาษาไทย teletype ภาษาไทย*

ตัวหนาเอียง ***serif ภาษาไทย sans serif ภาษาไทย teletype ภาษาไทย***

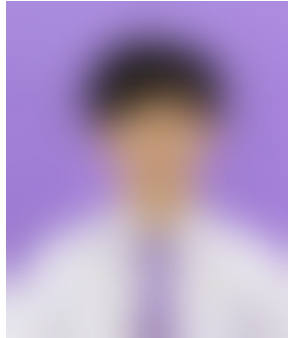
[https://www.example.com/test\\_ทดสอบ\\_url](https://www.example.com/test_ทดสอบ_url)



ภาคผนวก ข  
คู่มือการใช้งานระบบ

Manual goes here.

ประวัติผู้เขียน



Your biosketch goes here. Make sure it sits inside the biosketch environment.