

การประยุกต์ใช้โปรแกรมกูเกิลเอิร์ทเพื่อการเฝ้าระวังภัยพิบัติ :
กรณีตัวอย่างน้ำท่วมในนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง ปี พ.ศ. 2554
Application of Google Earth for Disaster Monitoring,
Case Example: Lad Krabang Industrial Estate Flood of
the Year 2011

จุฑาศินี ธัญปราณีตกุล*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

รัชพล สัมพุทธานนท์

ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ถนนช้างเผือก ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300

พรชัย ตระกูลวรานนท์

คณะสังคมวิทยาและมานุษยวิทยา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Juthasinee Thanyapraneedkul*

Department of Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Thammasat University,
Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

Ratchaphol Samphutthanon

Department of Geography, Faculty of Humanities and Social Sciences,
Chiang Mai Rajabhat University, Chang Phuak Road, Muang, Chiang Mai 50300

Pornchai Tarkulwaranont

Faculty of Sociology and Anthropology, Thammasat University, Rangsit Centre,
Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้ศึกษาการใช้โปรแกรมกูเกิลเอิร์ท (Google Earth) ร่วมกับโปรแกรมทางภูมิสารสนเทศเพื่อการเฝ้าระวังภัยพิบัติ โดยยกตัวอย่างกรณีน้ำท่วมในนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง ซึ่งเป็นนิคมอุตสาหกรรมศูนย์กลาง

ขนาดใหญ่ภายใต้การดูแลกำกับของกรมอุตุนิยมวิทยาแห่งประเทศไทย และได้ประสภภัยพิบัติมหาอุทกภัยปี พ.ศ. 2554 ที่ผ่านมา ทั้งนี้บทความได้นำเสนอข้อมูลเชิงพื้นที่ผ่านโปรแกรมกูเกิลเอิร์ท ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ฟรี (freeware) ที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย ปราศจากค่าใช้จ่ายผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลแผนที่ ก่อนเกิดภัยพิบัติ ระหว่างเกิดภัยพิบัติ และภายหลังการเกิดภัยพิบัติ เพื่อใช้ประสานงานระหว่างหน่วยงานให้พร้อมต่อการปฏิบัติงานในระยะต่าง ๆ ของการเกิดภัยพิบัติ สำหรับการนำเสนอข้อมูลแผนที่ก่อนเกิดภัยพิบัตินั้น ได้นำเสนอแผนที่พื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัย แผนที่การจราจร ประตูกทางเข้า-ออกนิคมอุตสาหกรรม แผนที่ตั้งศูนย์อพยพ จุดรวมพล และโรงพยาบาล ที่ตั้งเขื่อนดินรอบนิคมอุตสาหกรรม สถานีสูบน้ำ และจุดเฝ้าระวังต่าง ๆ รวมทั้งระบบสารสนเทศที่สำคัญภายในนิคมอุตสาหกรรม ส่วนแผนที่ระหว่างการเกิดภัยพิบัติได้แสดงข้อมูลแผนที่เส้นทางอพยพที่ใกล้ที่สุด (shortest route) แผนที่ตั้งศูนย์อำนวยความสะดวก ตำแหน่งจุดเกิดอุทกภัย สำหรับข้อมูลภายหลังการเกิดภัยพิบัติได้แสดงข้อมูลแผนที่ของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบและรูปภาพต่าง ๆ เพื่อส่งมอบพัฒนาหรือเงินอุดหนุนการอย่างเหมาะสม โดยโปรแกรมกูเกิลเอิร์ทนี้ยังสามารถเพิ่มเติมข้อมูลอื่น ๆ ที่จำเป็นอีกได้ บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการสาธิตโปรแกรมกูเกิลเอิร์ทเพื่อการเฝ้าระวังภัยพิบัติชนิดต่าง ๆ ที่ในปัจจุบันนั้นมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้น ทั้งในเรื่องของความถี่ในการเกิดและระดับความรุนแรง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการจัดทำและเตรียมฐานข้อมูลต่าง ๆ ที่สามารถใช้ในการมองภาพรวมได้ ในมิติของความเป็นพลวัต (dynamic) ทั้งเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และใช้งานโปรแกรมกูเกิลเอิร์ทในการวางแผน ป้องกัน เตือนภัย และแก้ไขปัญหาได้อย่างครบระบบต่อไป

คำสำคัญ : โปรแกรมกูเกิลเอิร์ท; ภัยพิบัติ; อุทกภัย; การวิเคราะห์โครงข่าย; นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง

Abstract

This article presents the application of Google Earth software for disaster monitoring. A case example is Lad Krabang industrial estates, which is a large industrial center hub operated by the Industrial Estate Authority of Thailand (IEAT), and affected by severe flood in 2011. This article presents spatial data through Google Earth, which is a freeware that can be accessed easily via the internet. The spatial data include pre-disaster, during-disaster, and post-disaster maps which prepare for coordination among related agencies in various phases of the disaster. The pre-disaster maps show flood risk area, roads, industrial estate exits, factory main entrances, evacuated shelters, hospitals, retaining walls, pumping and gauging stations, surveillance points, and industrial infrastructure. The during-disaster maps present the shortest evacuation route from factory to industrial estate exits and emergency operation center location. The post-disaster maps show a map of flooded locations, area, and pictures, which use for recovery planning and compensation. However, the Google Earth can be added more important information. Therefore, this article aims to demonstrate the Google Earth applications to monitor disasters that are likely to increase in terms of frequency of occurrence and severity. It is necessary to prepare database,

which can be presented perspective in dimension of dynamic in both time and space, for systematically planning, protection, decision supports, and warning systems.

Keywords: Google Earth program; disaster; flood, network analysis; Lad Krabang Industrial Estate

1. บทนำ

โปรแกรมกูเกิลเอิร์ท (Google Earth) เป็นซอฟต์แวร์ฟรี (freeware) ที่พัฒนาโดยบริษัทกูเกิล (Google) สำหรับการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือโน้ตบุ๊กมือถือ ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้ฟรีจากเว็บไซต์ (web site) โดยปัจจุบันโปรแกรมนี้ได้นำมาใช้ประโยชน์ในการแสดงภาพถ่ายจากดาวเทียมที่มีความละเอียดสูง (0.61-1.00 เมตร) ในลักษณะ 2 มิติ (แนวราบ) และ 3 มิติ (มีลักษณะภูมิประเทศเหมือนจริง) [1] ซึ่งสามารถช่วยบรรเทาปัญหาการขาดแคลนภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายจากดาวเทียมต่าง ๆ ได้ในเบื้องต้น แผนที่ในโปรแกรมกูเกิลเอิร์ทนี้เกิดจากการสะสมภาพถ่ายจากหลาย ๆ แหล่งข้อมูล หลาย ๆ ปี จากดาวเทียมหลายดวง และนำมาประติดประต่อกันเสมือนกับว่าเป็นผืนเดียวกัน จากนั้นก็นำเอาข้อมูลอื่น ๆ มาซ้อนทับภาพถ่ายเหล่านั้นอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งแต่ละชั้นข้อมูล (layer) ก็แสดงรายละเอียดต่าง ๆ เช่นที่ตั้งโรงพยาบาล สถานีตำรวจ และชั้นของข้อมูลอื่น ๆ อีกมากมาย ทั้งแบบที่กูเกิลจัดเตรียมไว้ให้แล้ว หรือชั้นข้อมูลที่เรากำหนดขึ้นเองตามวัตถุประสงค์เฉพาะด้านต่าง ๆ ที่เราต้องการได้

จากลักษณะเด่นของโปรแกรมกูเกิลเอิร์ทดังกล่าวข้างต้น จึงนำมาสู่การเขียนบทความในครั้งนี้ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อที่การสาธิตการใช้โปรแกรมกูเกิลเอิร์ทเพื่อการเฝ้าระวังภัยพิบัติ โดยได้ยกตัวอย่างกรณีน้ำท่วมนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง ซึ่งเป็นนิคมอุตสาหกรรมศูนย์กลางขนาดใหญ่ ที่อยู่ภายใต้การดูแลกำกับของการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (กนอ.) นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบังยังมีโรงงานอยู่จำนวนมากถึง

ร้อยละ 45.38 ของจำนวนโรงงานทั้งหมดในนิคมอุตสาหกรรมในเขตกรุงเทพมหานคร [2] และเพิ่งผ่านมหาอุทกภัยที่เกิดขึ้นในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2554 จนถึงมกราคม พ.ศ. 2555 ในครั้งนั้นนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง ซึ่งมีสถานประกอบการ 203 แห่ง ลูกจ้าง 46,417 คน มีสถานประกอบการได้รับผลกระทบ 83 แห่ง ลูกจ้าง 10,417 คน [3] และจีดีพี (GDP, gross domestic product) ของภาคอุตสาหกรรม (มูลค่า ณ ราคาคงที่) ตลอดทั้งปี พ.ศ. 2554 อยู่ในช่วงหดตัวร้อยละ 0.5 หรือขยายตัวไม่เกินร้อยละ 1.0 [4] ซึ่งถือได้ว่าเป็นภัยธรรมชาติครั้งใหญ่สุดครั้งหนึ่งที่ประเทศไทยได้เผชิญมาเป็นผลให้เกิดความขัดข้องในการผลิตและความขาดแคลนปัจจัยป้อนโรงงานต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศ สำหรับการประยุกต์ใช้โปรแกรมกูเกิลเอิร์ทถือเป็นตัวอย่างหนึ่งในการใช้เครื่องมือด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS, geographic information system) ร่วมกับการสำรวจระยะไกล (remote sensing) เพื่อจัดทำฐานข้อมูลต่าง ๆ ที่สามารถใช้ในการมองภาพรวมได้ดี ในมิติของความเป็นพลวัต (dynamic) ทั้งเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ เพื่อการวางแผน ป้องกัน เตือนภัย และแก้ไขปัญหาได้อย่างครบระบบ ฐานข้อมูลเหล่านี้สามารถนำไปใช้สนับสนุนการทำงานของศูนย์ปฏิบัติการการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (IEAT operation center) โปรแกรมกูเกิลเอิร์ทยังถือเป็น web GIS technology ที่จะสามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายระบบอินเทอร์เน็ต (internet) ที่สามารถเปลี่ยนแปลง แก้ไข และปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัย พร้อมแสดงผลข้อมูลได้ทันที เพื่อให้การเข้าถึงข้อมูลของประชาชนผู้มีส่วน

ได้ส่วนเสียเป็นไปอย่างง่ายดาย ถือได้ว่าเป็นการบูรณาการความรู้ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียทุกภาคส่วนได้อย่างแท้จริง

บทความนี้ได้วิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลทางกายภาพของนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง เช่น ความสูงของพื้นที่จากระดับทะเลปานกลาง (mean sea level) ความลาดชัน เส้นทางน้ำ และถนน รวมทั้งฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และตำแหน่งที่ตั้งโรงงานต่าง ๆ อีกทั้งได้นำเสนอข้อมูลโดยแบ่งเป็นสามช่วงตามวงจรการบริหารจัดการภัยพิบัติ (disaster management cycle) คือ ก่อนเกิดภัยพิบัติ ระหว่างเกิดภัยพิบัติ และภายหลังการเกิดภัยพิบัติ สำหรับการนำเสนอข้อมูลได้นำเสนอข้อมูลออกมาเป็นเชิงแผนที่เพื่อใช้ประสานงานระหว่างหน่วยงาน ให้พร้อมต่อการปฏิบัติงานในระยะต่าง ๆ ของการเกิดภัยพิบัติ โดยจะช่วยป้องกันมิให้เกิดความเสียหายต่อชีวิต และทรัพย์สินของผู้ประกอบการ ประชาชน และหน่วยงานของรัฐ ซึ่งแผนที่ก่อนเกิดภัยพิบัตินั้นได้นำเสนอแผนที่พื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัย แผนที่การเตรียมเส้นทางการจราจร ประตูทางเข้า-ออกของนิคมอุตสาหกรรม แผนที่ตั้งศูนย์อพยพ จุดรวมพล และโรงพยาบาล ที่ตั้งเขื่อนดินรอบนิคมอุตสาหกรรม สถานีสูบน้ำ และจุดเฝ้าระวังต่าง ๆ รวมทั้งระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่สำคัญภายในนิคมอุตสาหกรรม เพื่อใช้ในการเตรียม การวางแผน และซักซ้อมก่อนที่จะเกิดภัยพิบัติ ส่วนแผนที่ระหว่างเกิดภัยพิบัติ จะแสดงข้อมูลแผนที่เส้นทางการอพยพที่ใกล้ที่สุด (shortest route) แผนที่ตั้งศูนย์อำนวยความสะดวก ตำแหน่งจุดเกิดอุทกภัย และระดับน้ำที่ท่วม ซึ่งแผนที่เหล่านี้สามารถที่จะใช้ประชาสัมพันธ์ให้ผู้ประสบภัย และหน่วยงานที่เข้ามาช่วยเหลือได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งสำนักข่าวต่าง ๆ ก็สามารถใช้ข้อมูลเหล่านี้เพื่อรายงานสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างทันท่วงที และเป็นปัจจุบัน สำหรับข้อมูล

ภายหลังการเกิดภัยพิบัติจะแสดงข้อมูลแผนที่ของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบและรูปภาพต่าง ๆ เพื่อส่งเงินทดรองราชการ และเพื่อใช้ในการคำนวณค่าสินไหมทดแทน เพื่อให้ประชาชนผู้รับผลกระทบได้รับเบี้ยประกันได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 ข้อมูลนำมาใช้ในการศึกษา

ข้อมูลภูมิสารสนเทศที่ใช้ มีดังนี้

2.1.1 แผนที่ภูมิประเทศ (topographic map) มาตราส่วน 1:50,000 ระวัง 5136 III และ II จากกรมแผนที่ทหาร

2.1.2 ข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (digital elevation model, DEM) ความละเอียด 30 เมตร จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

2.1.3 ขอบเขตการปกครอง เส้นทางคมนาคม และเส้นทางน้ำ จากกรมการปกครอง

2.1.4 ผังนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง และตำแหน่งทางเข้าหลักของโรงงานอุตสาหกรรม จากกรมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย [9]

2.2 กรอบแนวคิด

กรอบแนวคิดแสดงดังรูปที่ 1 การนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ได้แบ่งเป็น 3 ช่วง ตามวงจรการบริหารจัดการภัยพิบัติ (disaster management cycle) คือ ก่อนเกิดภัยพิบัติ ระหว่างเกิดภัยพิบัติ และภายหลังการเกิดภัยพิบัติ

2.3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่นำมาใช้ในการศึกษา

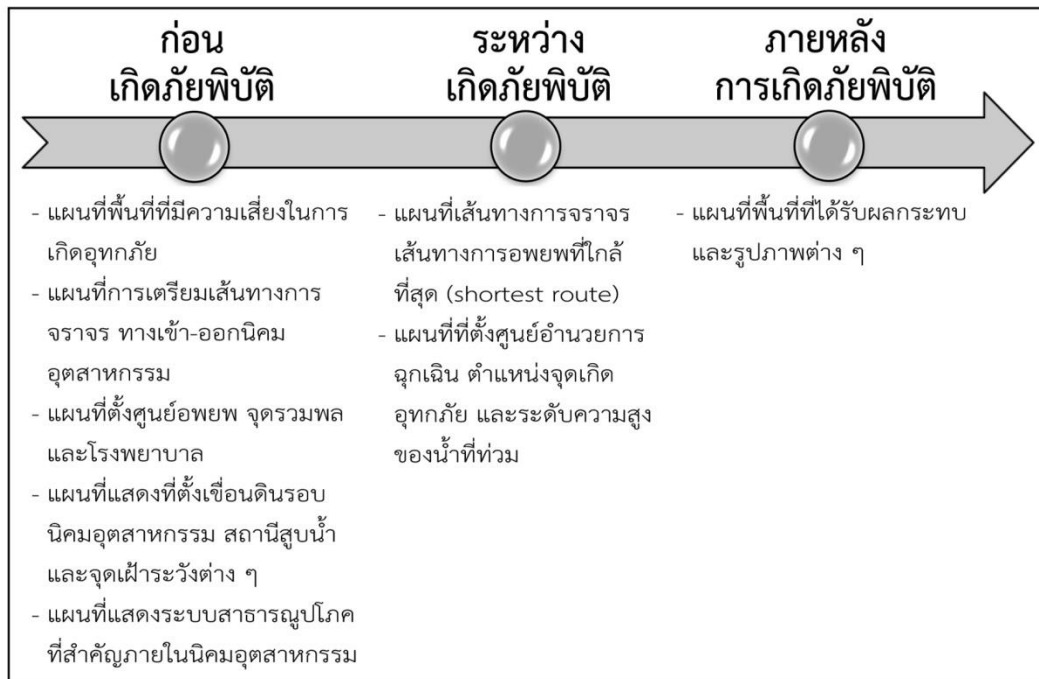
2.3.1 เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมทางระบบภูมิสารสนเทศ คือ โปรแกรม ArcGIS 10.1 พร้อมโปรแกรมส่วนเสริมการวิเคราะห์โครงข่ายคมนาคม (ArcGIS network analysis extension)

โปรแกรม Envi 4.5 และ โปรแกรม Google Earth

2.3.2 เครื่องรับสัญญาณ GPS ยี่ห้อ

7.0

Garmin รุ่น eTrex



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดของการศึกษา

2.4 พื้นที่ศึกษา

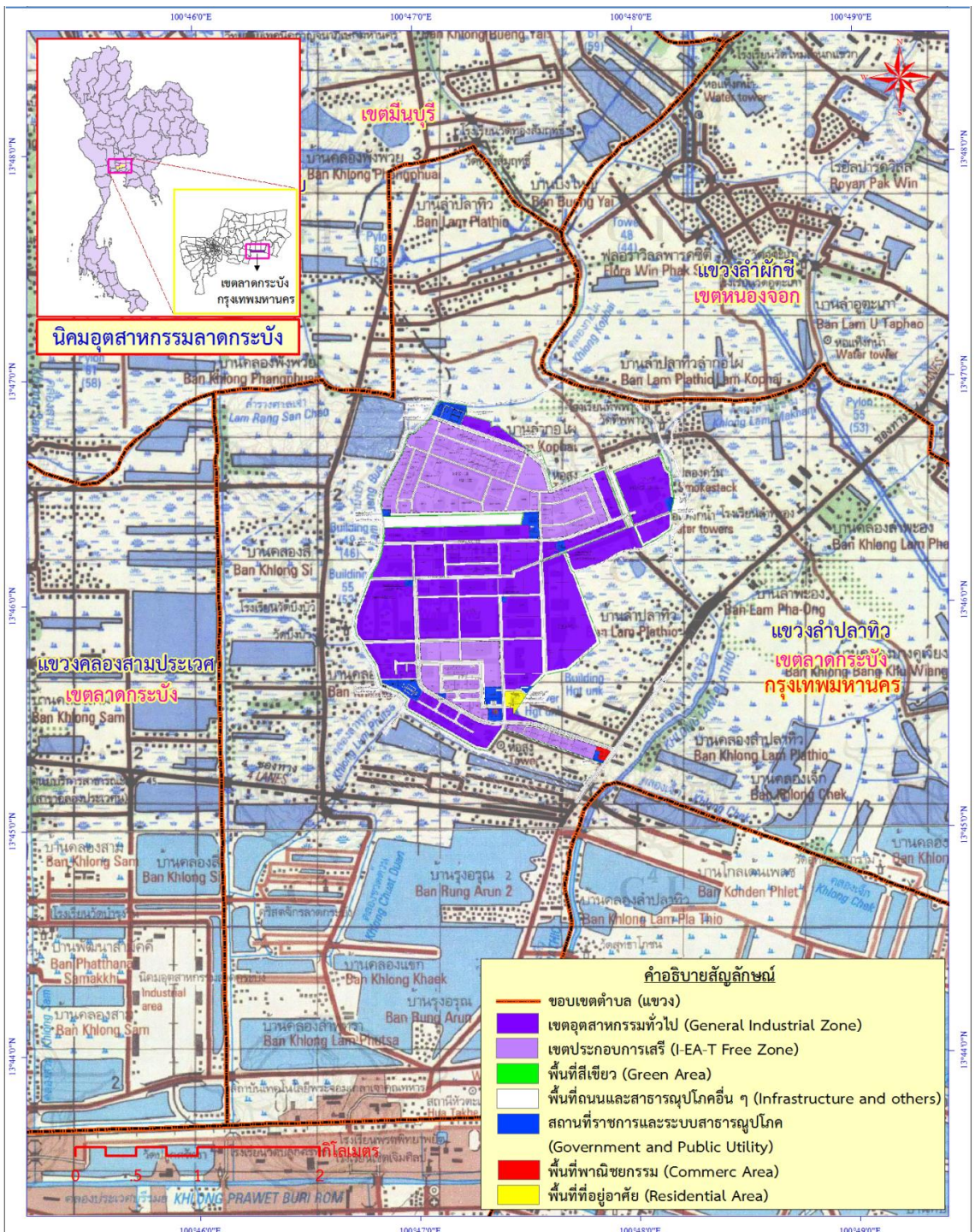
นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ดังรูปที่ 2 เป็นพื้นที่ราบลุ่มมีเนื้อที่ทั้งหมด 2,559 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่เขตอุตสาหกรรมทั่วไป 1,228 ไร่ เขตประกอบการเสรี 683 ไร่ เขตพาณิชยกรรม 9.23 ไร่ และพื้นที่ระบบสาธารณูปโภค และสิ่งอำนวยความสะดวก 638.77 ไร่ โดยระดับพื้นดินในนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง มีความสูงเฉลี่ยเท่ากับระดับทะเลปานกลาง มีแนวคลองสาธารณะล้อมรอบ ด้านทิศเหนือติดกับคลองลำตาเสือ ด้านทิศใต้มีถนนคลองกรุงกั้นระหว่างคลองลำปลาทิวกับนิคมอุตสาหกรรม ด้านทิศตะวันออกติดกับคลองลำกอไผ่ และด้านทิศตะวันตกติดกับคลองบึงบัว และมีคลองลำแตงโมที่ตัดผ่านกลางนิคม [5] ดังรูปที่ 3

2.5 วิธีการศึกษาและวิเคราะห์ผล

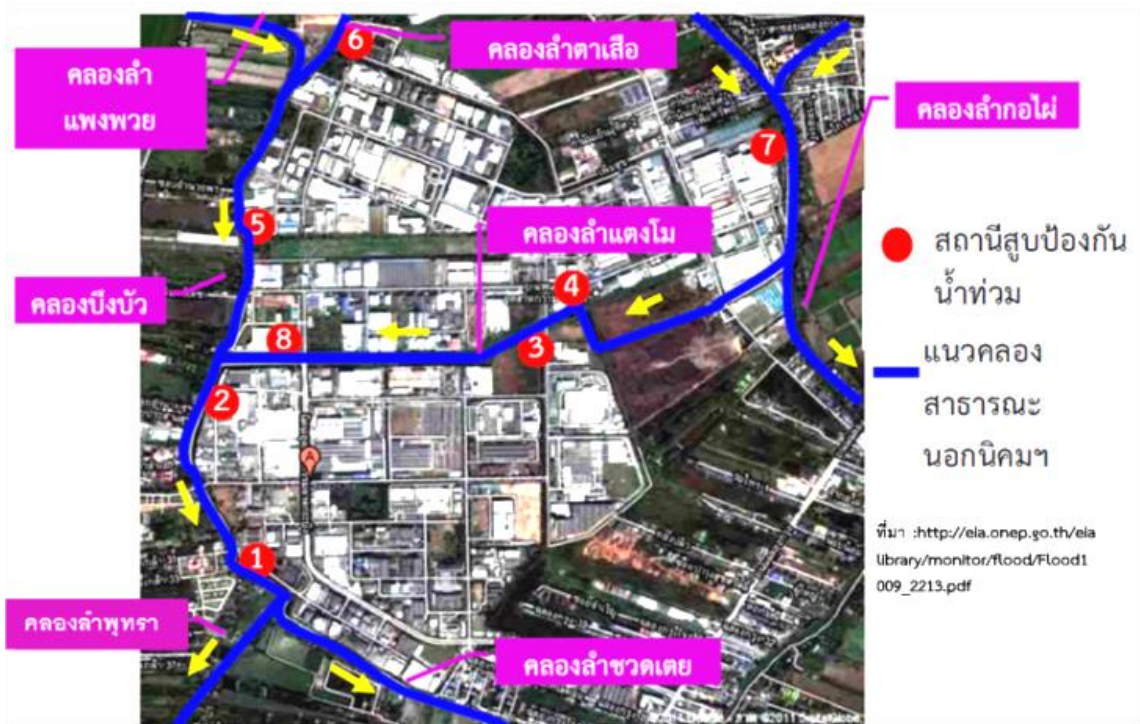
การศึกษาค้นคว้านี้ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก มีรายละเอียด ดังนี้

2.5.1 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (spatial analysis) เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงในการเกิดอุทกภัยในนิคมอุตสาหกรรม

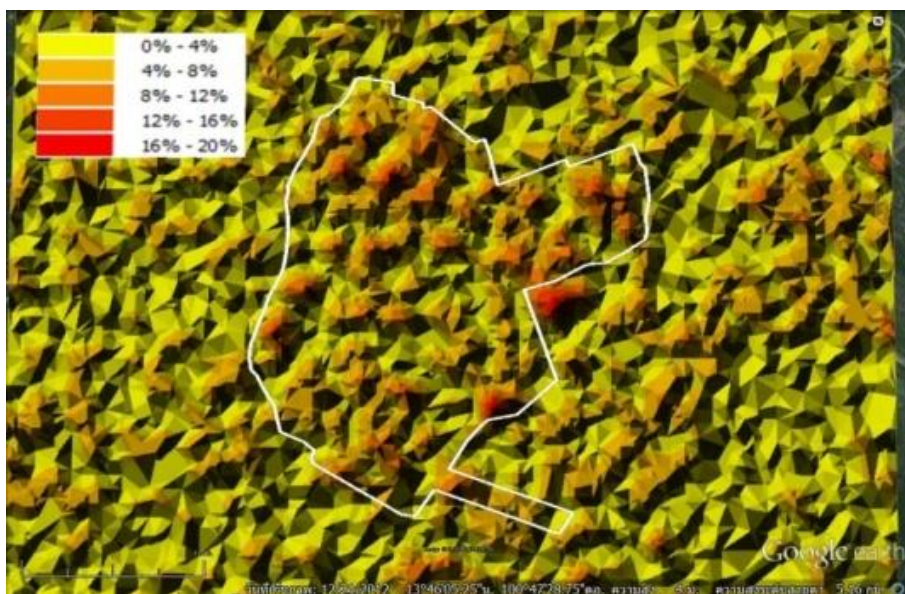
โดยใช้เกณฑ์การประเมินผลแบบหลายปัจจัย (multi criteria evaluation, MCE) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ชุดของทางเลือกหรือวัตถุประสงค์ที่มีการจัดอันดับจากที่นิยมมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ด้วยการจัดลำดับชั้นความสำคัญ (ranking) [6] โดยบทความนี้ได้พิจารณาปัจจัยทางเลือกจาก 2 ปัจจัย คือ (1) สภาพความลาดชันของพื้นที่ (slope) และ (2) ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ (distance from river)



รูปที่ 2 แผนที่แสดงที่ตั้งนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบังและบริเวณโดยรอบ [10]



รูปที่ 3 แผนที่แสดงแนวคลองสาธารณะ (เส้น) และทิศทางการไหลของน้ำ (ลูกศร) ในนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง [5]



รูปที่ 4 สภาพความลาดชันของพื้นที่ (slope) ในรูปแบบข้อมูลโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ (triangulated irregular network, TIN) เป็นร้อยละทั้ง 5 ระดับ คือ 0-4, 4-8, 8-12, 12-16 และ 16-20 %

(1) การวิเคราะห์สภาพความลาดชันของพื้นที่ (slope) โดยการนำแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (digital elevation model, DEM) มาหา slope โดยวิเคราะห์เป็นแบบร้อยละ (%) ซึ่ง slope มีค่าระหว่าง 0-20 % จึงทำการจัดแบ่งกลุ่มใหม่ (reclassify) เป็น 5 ระดับ คือ 0-4, 4-8, 8-12, 12-16 และ 16-20 % แล้วแปลงให้อยู่ในลักษณะของข้อมูลโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ (triangulated irregular network, TIN) ซึ่งเป็นแบบจำลองภูมิ

ประเทศที่ใช้ผืนรูปสามเหลี่ยมที่โยงต่อเนื่องกันโดยอาศัยงานสามเหลี่ยมดิลานีย์ (delanay triangulation) ดังรูปที่ 4 เพื่อแสดงผลความสูงต่ำได้อย่างชัดเจน

(2) การวิเคราะห์เส้นทางน้ำ (distance from river) เริ่มจากสร้างแนวกันชนแบบหลายชั้น (multiring buffer) ของเส้นทางน้ำโดยการทำขอบเขตให้ระยะห่างจากเส้นทางน้ำทั้งสองฝั่งออกไปเป็นระยะ 50, 100, 150, 200 และ 250 เมตร ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แนวกันชนแบบหลายชั้น (multiring buffer) ของเส้นทางน้ำโดยการทำขอบเขตให้ระยะห่างจากเส้นทางน้ำทั้งสองฝั่งออกไปเป็นระยะ 50, 100, 150, 200 และ 250 เมตร

(3) จากนั้นทำการซ้อนทับข้อมูล (overlay) โดยใช้วิธีการ union ทั้ง 2 ปัจจัย คือ ความลาดชันของพื้นที่ (ร้อยละ) และแนวกันชนแบบหลายชั้นของเส้นทางน้ำ (เมตร) เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงในการเกิดอุทกภัย และเมื่อได้ชั้นข้อมูลหลังทำการซ้อนทับกันแล้ว จึงทำการจัดแบ่งกลุ่มใหม่ (reclassify) ออกเป็น 5 ระดับ (พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยสูงมาก สูงปานกลาง ต่ำ และไม่มีความเสี่ยง) โดยพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยสูงมาก คือ พื้นที่ที่มีความลาดชัน

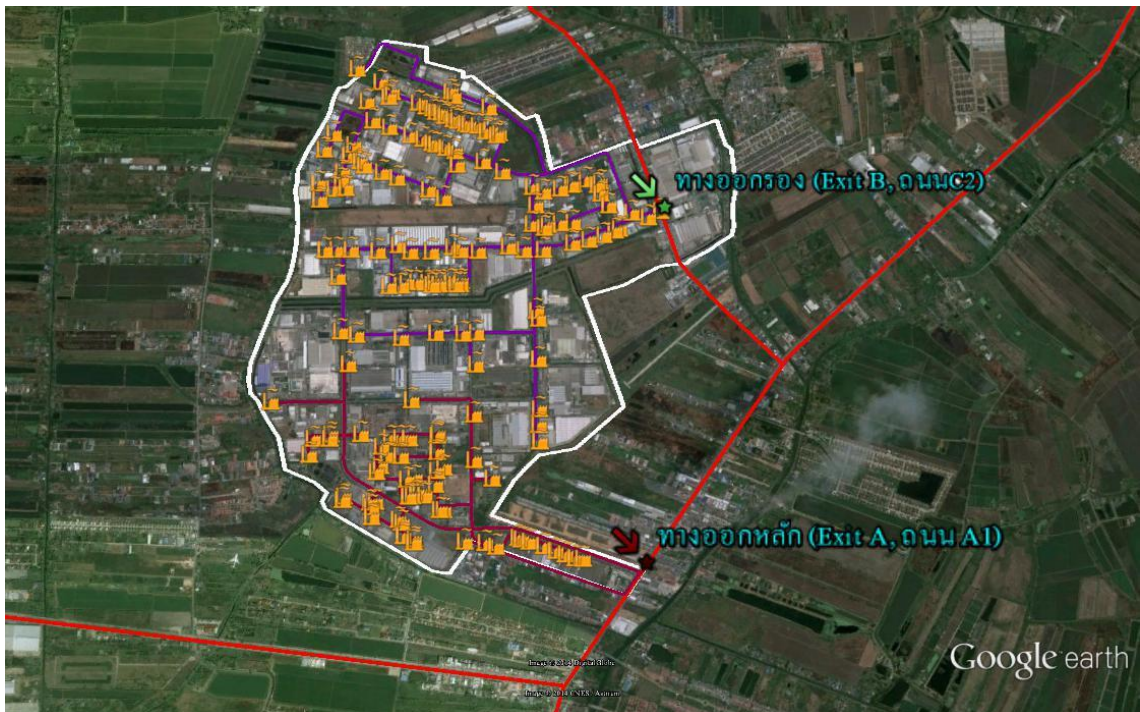
ต่ำสุด (0-4 %) และอยู่ใกล้เส้นทางน้ำมากที่สุด (น้อยกว่า 50 เมตร)

2.5.2 การวิเคราะห์โครงข่าย (network analysis) เพื่อหาเส้นทางใกล้สุด (shortest route) ในการอพยพคนจากแต่ละโรงงานในเขตนิคมอุตสาหกรรมไปยังทางออกที่มี

(1) ขั้นตอนเชิงเทคนิคของการวิเคราะห์เส้นทางใกล้สุด (shortest route analysis) [7] ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1.1) นำเข้าชั้นข้อมูลแบบหลายชั้นโดยการ import feature class to Geodatabase (multiple) โดย input features ให้เลือกฐานข้อมูล 3 ฐานข้อมูล คือ (1) ถนน (2) ประตูทางออกโรงงานอุตสาหกรรม และ (3) ประตูทางออกของนิคม

อุตสาหกรรม ซึ่งมีอยู่สองแห่ง คือ ประตูทางออกหลัก (Exit A, ถนน A1) และประตูทางออกรอง (Exit B, ถนน C2) ดังรูปที่ 6 และกำหนด output Geodatabase



รูปที่ 6 ตำแหน่งทางออกของนิคมอุตสาหกรรม (ลูกศรชี้) ซึ่งมีสองแห่ง คือ ทางออกหลัก (Exit A) และทางออกรอง (Exit B) ถนนในนิคมอุตสาหกรรม ถนนหลักนอกนิคมอุตสาหกรรม และตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานทุกโรง (แสดงด้วยจุดรูปโรงงาน)

(1.2) เลือกเครื่องมือการวิเคราะห์โครงข่าย (network analyst) จากนั้นเลือกฟังก์ชัน new network dataset เพื่อสร้างโครงข่ายใหม่ใน dataset และตั้งชื่อ network dataset โดยเลือกชั้นข้อมูลที่จะสร้างความสัมพันธ์ในการวิเคราะห์โครงข่าย (ชั้นข้อมูลถนน ประตูทางออกโรงงานอุตสาหกรรม และประตูทางออกของนิคมอุตสาหกรรม) โดยตั้งค่าหน่วยของระยะทางเป็นเมตร เมื่อนำเข้าชั้นข้อมูลเสร็จ

จะแสดง node ของทางแยกถนน หลังจากนั้นสร้าง new route และใช้ฟังก์ชัน create network location tool เพื่อกำหนดจุดเริ่มต้น (ประตูทางออกโรงงานอุตสาหกรรม) กับจุดสิ้นสุด (ประตูทางออกของนิคมอุตสาหกรรม) และใน route properties กำหนดการวิเคราะห์ (analysis settings) ให้ความต้านทาน (impedance) เป็นการคำนวณตามระยะทางที่ใกล้ที่สุด (shortest distance)

(1.3) ใช้ฟังก์ชัน solve เพื่อประมวลผล ซึ่งผลลัพธ์จะแสดงในรูปแบบเส้นทางโดยมีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดตามที่ได้กำหนด ทั้งนี้เมื่อใช้ฟังก์ชัน directions จะสามารถแสดงรายละเอียดของผลลัพธ์ของเส้นทางที่สั้นที่สุด (ระยะทางและทิศทางในการเดินทางแต่ละช่องทางถนน)

(2) เงื่อนไขการวิเคราะห์ ตั้งอยู่บนพื้นฐานสมมติฐานลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา มีความราบเรียบเสมอกันขนาดถนนมีค่าเท่ากัน และไม่มีสิ่งกีดขวางใด ๆ ระหว่างการเดินทาง และการเดินทางใช้ความเร็วเฉลี่ย 28.75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยคำนวณจากการหาค่าเฉลี่ยความเร็วของการเดินวิ่ง ซึ่งจักรยาน รถจักรยานยนต์ และรถยนต์ (เดิน 5 กม./ชม. วิ่ง 10 กม./ชม. จักรยาน 20 กม./ชม. จักรยานยนต์ และรถยนต์ 80 กม./ชม.) [8]

2.5.3 การนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ผ่านทางกูเกิลเอิร์ท

กูเกิลเอิร์ทจะใช้งานได้ต่อเนื่องเมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ได้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตอยู่เท่านั้น เพราะภาพถ่ายจากดาวเทียมต่าง ๆ จะส่งมาทางอินเทอร์เน็ตในขณะที่การเลือกดูส่วนต่าง ๆ ของโลก โดยสามารถดาวน์โหลดโปรแกรมกูเกิลเอิร์ทฟรีได้ที่ <http://earth.google.com> ภายหลังจากดาวน์โหลดแล้ว ให้ติดตั้งตัวโปรแกรม จากนั้นเปิดใช้งานได้ โดยที่สามารถสร้างฐานข้อมูลต่าง ๆ เองได้ ดังนี้

(1) การเพิ่มจุด (point) หรือการปักหมุด เช่น ตำแหน่งศูนย์อำนวยการฉุกเฉิน ศูนย์อพยพ จุดรวมพล และตำแหน่งที่เกิดอุทกภัย ฯลฯ โดยจุดตำแหน่งอาจเพิ่มการลิงก์กับรูปถ่ายหรือวิดีโอ ได้แก่ ภาพ real time จากกล้องวงจรปิด เป็นต้น การลากเส้น (line) เช่น แนวสันเขื่อนดินรอบนิคม เส้นทางทางอพยพ และเส้นทางถนน ฯลฯ การลากพื้นที่ปิด (polygon) เช่น ขอบเขตนิคมอุตสาหกรรม โรงงาน ระบุขอบเขต

และการคำนวณพื้นที่ที่ประสบภัย ฯลฯ

(2) การเพิ่มรูปซ้อนทับ เช่น การนำรูปภาพจากโปรแกรมอื่น ๆ มาวางซ้อนทับเพื่อแสดงผลการแสดงผลภาพถ่ายต่าง ๆ ณ จุดเกิดภัยพิบัติ และการแสดงกราฟในลักษณะต่าง ๆ ทั้งแบบนิ่ง และกราฟเคลื่อนไหว เช่น การแสดงจำนวนโรงงานที่ประสบภัย โดยแบ่งตามประเภทอุตสาหกรรม การแสดงจำนวนผู้ประสบภัยโดยแบ่งตามอายุ เพศ และหมู่บ้าน

3. ผลการศึกษา

3.1 พื้นที่เสี่ยงในการเกิดอุทกภัยในนิคมอุตสาหกรรม

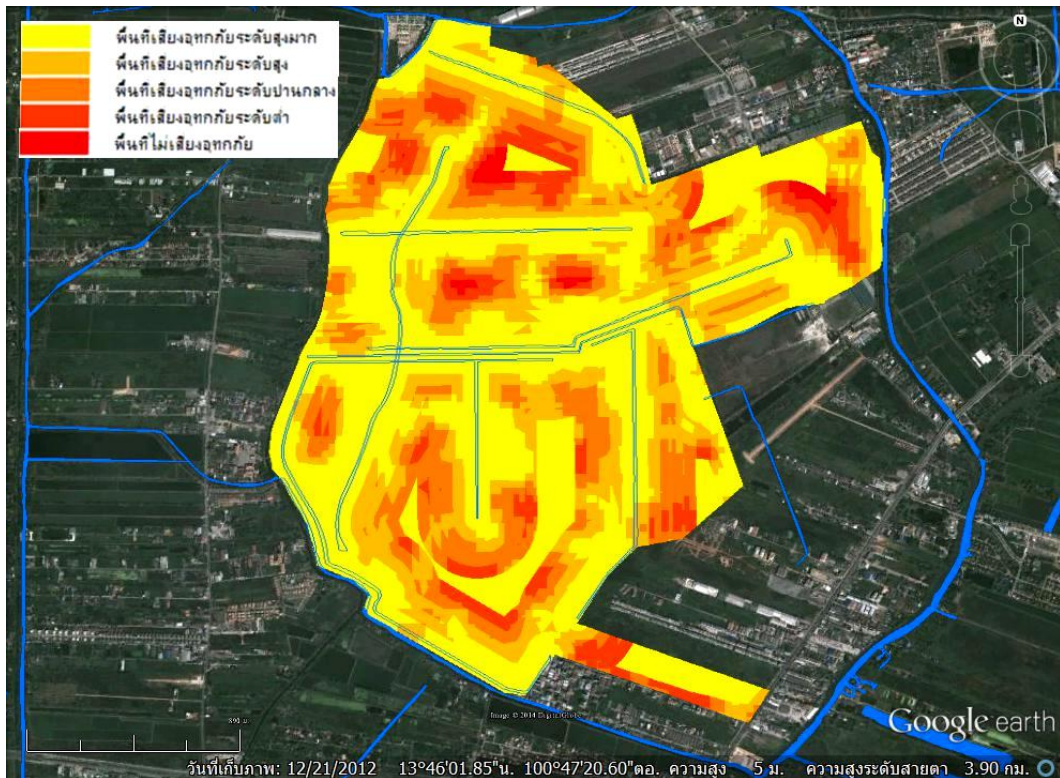
จากการประเมินผลแบบหลายปัจจัย (MCE) และการซ้อนทับข้อมูล (union) ทั้ง 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยความลาดชัน (slope) ที่วิเคราะห์จากแบบจำลองภูมิประเทศที่ใช้ผืนรูปสามเหลี่ยมที่โยงต่อเนื่องกัน (TIN) ดังรูปที่ 4 ซึ่งจะเห็นความสูงต่ำของพื้นที่ได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะส่วนที่เป็นถนนคลองกรุ่งซึ่งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของนิคมอุตสาหกรรมนั้นจะมีความสูงมากกว่าบริเวณโดยรอบ หลังจากทำการ union กับแนวกันชนแบบหลายชั้นของเส้นทางน้ำแล้วก็จะได้แผนที่พื้นที่เสี่ยงในการเกิดอุทกภัย ซึ่งแบ่งเป็น 5 ระดับ แบ่งเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยสูงมาก สูง ปานกลาง ต่ำ และไม่มีความเสี่ยง ดังรูปที่ 7

3.2 เส้นทางใกล้สุดในการอพยพคนจากแต่ละโรงงานในเขตนิคมอุตสาหกรรมไปยังทางออกที่มี

รายละเอียดของเส้นทางที่สั้นที่สุด (shortest route) (ทั้งระยะทางและเวลา) จากโรงงานไปยังทางออกนั้น ๆ ซึ่งแสดงในตารางที่ 1 ตารางจะประกอบไปด้วยชื่อและหมายเลขของโรงงาน ซึ่งจะตรงกับรูปที่ 8 โดยแต่ละโรงงานจะแสดงด้วยจุดสีวงกลม และมีหมายเลขโรงงานกำกับไว้ นอกจากนั้นยังแสดง

เส้นถนนในการเดินทางไปยังทางออกทั้งสอง โดยได้แบ่งเขตทางออก (zoning) เพื่อการอพยพไว้ด้วย คือ โรงงานที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ที่เป็นจุด (รูปที่ 8) จะต้องอพยพโดยใช้เส้นทางที่มุ่งไปยังทางออกหลัก (Exit A) ซึ่งเป็นทางออกที่ใกล้ที่สุด ส่วนโรงงานที่ตั้งอยู่ในเขต

พื้นที่ที่ไม่มีจุดนั้นจะต้องอพยพโดยใช้เส้นทางที่มุ่งไปยังทางออกรอง (Exit B) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์โรงงานที่อยู่ในพื้นที่กลางนิคมนั้นส่วนใหญ่จะต้องใช้ทางออกรอง (Exit B)



รูปที่ 7 พื้นที่เสี่ยงในการเกิดอุทกภัย ซึ่งแบ่งเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยสูงมาก สูง ปานกลาง ต่ำ และไม่มีความเสี่ยง

3.3 การนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ผ่านทางกูเกิลเอิร์ท

โดยแบ่งเป็นสามช่วงตามวงจรการบริหารจัดการภัยพิบัติ (disaster management cycle) คือ ก่อนเกิดภัยพิบัติ ระหว่างเกิดภัยพิบัติ และภายหลังการเกิดภัยพิบัติ

3.3.1 แผนที่ก่อนเกิดภัยพิบัติประกอบด้วย ประตูทางเข้า-ออกนิคมอุตสาหกรรม แผนที่ที่ตั้ง

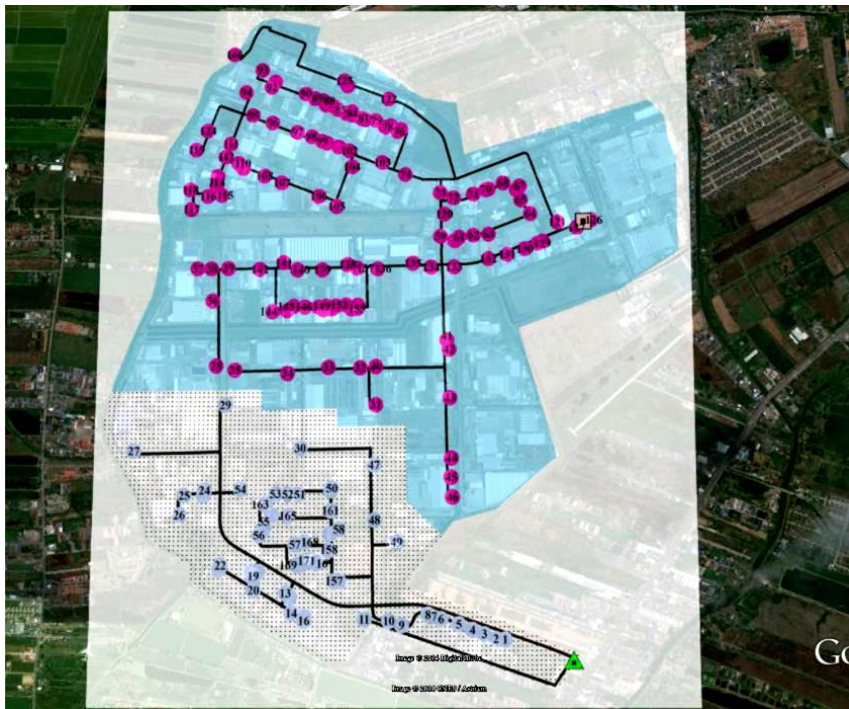
โรงงานแต่ละโรงพร้อมรูปถ่ายหน้าโรงงาน ดังรูปที่ 9 แผนที่ตั้งศูนย์อพยพ จตุรรมพล และโรงพยาบาล ดังรูปที่ 10 แผนที่ระบบป้องกันน้ำท่วมโดยมีเขื่อนดิน 9 เขื่อน รอบนิคมอุตสาหกรรม (ยาว 17.4 กิโลเมตร และมีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 2.20 เมตร [5]) สถานีสูบน้ำและจุดเผาระวังเขื่อนดินบริเวณด้านหลังโรงงานทั้ง 12 จุด ดังรูปที่ 11 แผนที่แสดงตำแหน่งและภาพ real time จากกล้อง CCTV บริเวณประตู

ตารางที่ 1 รายชื่อโรงงานและทางออกที่สั้นที่สุด (nearest exit) ที่เหมาะสำหรับการอพยพคนเมื่อเกิดอุทกภัย โดยแสดงระยะทาง (เมตร)

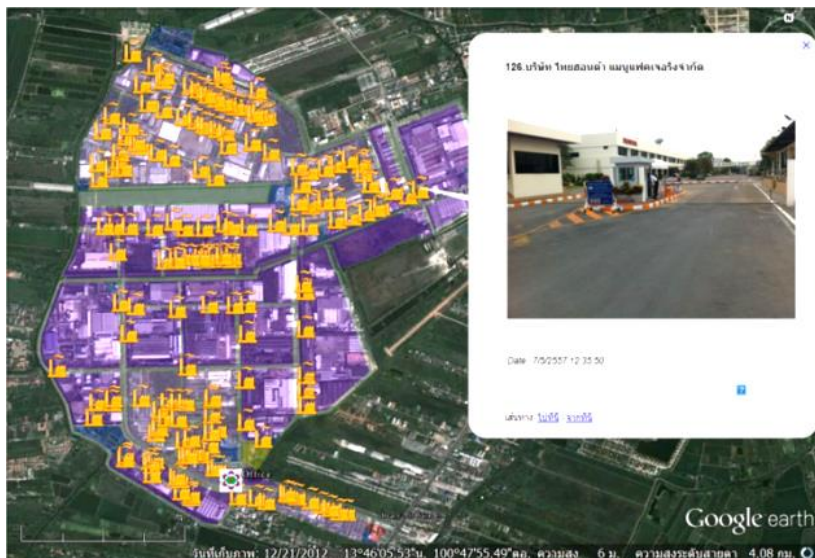
Factory Name	Nearest	Exit A	Exit B	Factory Name	Nearest	Exit A	Exit B
	exit	(meters)	(meters)		exit	(meters)	(meters)
01.บริษัท เยนเนอรัล คัดติ้ง กรุ๊ป จำกัด	A	1625.69	3220.37	44.บริษัท อีซูซุเอ็นเอ็น แมนูแฟคเจอร์ (ประเทศไทย) ๓	B	2018.22	1556.01
02.บริษัท บอทานิค จำกัด	A	1590.32	3185.00	45.บริษัท เพรียวทองสามิทวีป จำกัด	B	2101.85	1639.64
03.บริษัท ไทยเคียววา ซังโย จำกัด	A	1535.45	3130.13	46.บริษัท อีซูซุเอ็นเอ็น แมนูแฟคเจอร์ (ประเทศไทย) ๓	B	2187.67	1725.46
04.บริษัท เพชรดินท์ เบเกอร์ จำกัด (มหาชน) (1)	A	1480.23	3074.91	47.บริษัท ยันมาร์ เอส.พี. จำกัด	A	1565.24	1942.67
05.บริษัท โกลเดน เวลด์ อีสเตอร์ฟราน จำกัด	A	1413.03	3007.72	48.บริษัท ฟาร์มเมอร์ จำกัด	A	1307.67	2165.98
06.บริษัท เอส เจ เอส ฟัน อิมพอร์ต จำกัดและ ๓	A	1332.05	2926.73	49.บริษัท ไทย โอ.พี.พี. จำกัด	A	1309.92	2384.38
07.บริษัท ชีวภาคอุตสาหกรรม จำกัด	A	1287.58	2882.27	50.บริษัท แอนเซลล์ (ประเทศไทย) จำกัด	A	1627.09	2225.62
08.บริษัท เทรเซอร์ บ็อกซ์ จำกัด	A	1270.13	2864.82	51.บริษัท โกลเด้น แลนด์ สยามกรุ๊ป จำกัด	A	1764.33	2362.86
09.บริษัท ดี.พี.ดี.บิลว อิมพอร์ตเอ็กซ์พอร์ต จำกัด	A	1117.28	2711.97	52.บริษัท โลหะสยาม จำกัด	A	1810.77	2409.30
10.บริษัท ไทยเจเนดอง อุตสาหกรรม จำกัด	A	1056.79	2651.48	53.บริษัท คาร์ลีน่า เทรดดิ้ง จำกัด	A	1864.90	2463.43
11.บริษัท เขาช่องอุตสาหกรรม 1979 จำกัด	A	1033.76	4477.57	54.บริษัท ไทยลามาตินด แมนูแฟคเจอร์ส จำกัด	A	1975.10	2622.20
12.บริษัท นิธิโอะ เร็นท์ ออล (ประเทศไทย) จำกัด	A	1380.98	2975.66	55.บริษัท ฮอลโล แครอด แลมป์ จำกัด	A	1771.38	2695.12
13.บริษัท เคียวเซกิ ออโต้โมทีฟ ไบปปิง (โรง 2)	A	1375.07	2969.76	56.บริษัท เคซี อิลิคโทรนิคส์ จำกัด (มหาชน)	A	1741.07	2725.43
14.บริษัท ยู ที เอส พรินซ์ จำกัด	A	1485.18	3079.86	57.บริษัท สยาม ออโต้ แมนูแฟคเจอร์ จำกัด	A	1543.36	2616.01
15.บริษัท แสงทอตันคัสเทรียล จำกัด	A	1543.99	3138.67	58.บริษัท คลังสิน อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด	A	1448.52	2383.84
16.บริษัท เคียวเซกิ ออโต้โมทีฟ ไบปปิง (โรง 1)	A	1549.22	3143.90	59.บริษัท รีโก้ โอแมก จำกัด	B	2912.79	820.40
17.บริษัท เอจิเทค อิเล็กโทรนิคส์ จำกัด	A	1539.51	3134.19	60.บริษัท มหาชนมอเตอร์ จำกัด	B	2963.11	870.71
18.บริษัท เมกาเคม (ประเทศไทย) จำกัด	A	1556.14	3150.83	61.บริษัท เจมส์เคซี จำกัด	B	2983.75	891.36
19.บริษัท เค สด โค (เอเชีย) จำกัด และบริษัท ๓	A	1574.71	3169.40	62.บริษัท ไทยมาร์โซล จำกัด	B	3052.77	960.37
20.บริษัท เพชรดินท์ เบเกอร์ จำกัด (มหาชน) (2)	A	1566.49	3161.18	63.บริษัท พร็อพเพอร์ตี้ โลน จำกัด	B	3117.33	1024.94
21.ห้างหุ้นส่วนจำกัด เกียรตินันท์บริษัทบางกอก ๓	A	1745.27	3339.95	64.บริษัท ดีบี เทคโนโลยี จำกัด	B	3322.12	1229.72
22.บริษัท อชาดา (ประเทศไทย) จำกัด และบริษัท ๓	A	1749.97	3344.65	65.บริษัท พอยต์ รูสส์ จำกัด	B	3391.80	1299.41
23.บริษัท เอส แอนด์ พี ซินดิเคท จำกัด (มหาชน)	A	1957.92	2778.55	66.บริษัท โกลด์ฟีน แมนูแฟคเจอร์ส จำกัด	B	3441.85	1349.46
24.บริษัท ไทยเมจิฟาร์มมาชีวิลส์ จำกัด	A	1967.67	2788.30	67.บริษัท ทรายทอง แอนด์แบ็ก จำกัด	B	3452.27	1359.87
25.บริษัท กรีนสวิลล์ จำกัด	A	2045.11	2865.74	68.บริษัท จัญญ อิมพอร์ต จำกัด	B	3380.90	1288.50
26.บริษัท ชันโกเคมิคอลส์ จำกัด	A	2163.20	2983.82	69.บริษัท อาลี ชาห์ จำกัด	B	3308.28	1215.88
27.บริษัท ยูนิสโเวอร์ ไทย โฮลดิ้ง จำกัด	A	2471.14	2935.14	70.บริษัท พีพีที เทรดดิ้ง จำกัด	B	3296.37	1140.79
28.บริษัท สิ้นฟ็อกซ์ เอ็ม โลจิสติกส์ (ประเทศไทย) ๓	B	2444.01	2154.39	71.บริษัท เอเวอร์ วิน จำกัด	B	3233.19	1140.79
29.บริษัท กลุ่รอสดีล จำกัด	A	2267.66	2736.88	72.บริษัท ไนโวลูกซ์ จำกัด	B	3137.00	1044.60
30.บริษัท ทีซี แมนูแฟคเจอร์ แอนด์แอสแซมบลีย์ ๓	A	1938.39	2167.61	73.บริษัท บราสพอร์ต จำกัด	B	3113.96	997.73
31.บริษัท แคคเบอร์ อาตัมส์ (ประเทศไทย) จำกัด	B	1813.68	1661.86	74.บริษัท เอสลิธอร์ จำกัด	B	3341.42	1102.46
32.บริษัท คิว แอนด์ คิว โฮลดิ้ง จำกัด	B	2014.09	1537.25	75.บริษัท เอส เจ เอส กรุ๊ป จำกัด	B	3612.98	1374.03
33.บริษัท กลุ่รเคอร์บี จำกัด (มหาชน) (1)	B	2159.35	1682.51	76.บริษัท อีเกิลส์ แอร์ จำกัด	B	3624.23	1385.28
34.บริษัท กลุ่รเคอร์บี จำกัด (มหาชน) (2) และ ๓	B	2345.74	1868.90	77.บริษัท คอนคอร์ด อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด	B	3663.38	1424.42
35.บริษัท กลุ่รอีเล็กทริก จำกัด	B	2491.92	2108.88	78.บริษัท โปรพีนิช จำกัด	B	3684.62	1445.66
36.บริษัท 3 เอ็ม ประเทศไทย จำกัด	B	2735.57	1862.83	79.บริษัท ดาสโก้ จำกัด	B	3736.46	1497.51
37.บริษัท ดาต้า โปรดักส์ ทอปปีง ฟอรัม จำกัด	B	2973.64	1814.42	80.บริษัท ดาสโก้ จำกัด 2	B	3786.29	1547.34
38.บริษัท ไทยคาคุตะ จำกัด	B	2909.34	1750.12	81.บริษัท ยามาฮา อินดัสทรี ประเทศไทย จำกัด	B	3804.94	1565.98
39.บริษัท อาร์ท-เลรีนา ปิสตัน จำกัด	B	2925.41	1672.99	82.บริษัท เอซีบี อินเตอร์เทรค จำกัด	B	3850.41	1611.45
40.บริษัท วาย.ซี.เอส (ประเทศไทย) จำกัดและ บริษัท ๓	B	2010.37	1465.17	83.บริษัท ทีเอฟพี พรอสเพอริตี้ จำกัด	B	3858.12	1619.16
41.บริษัท นิเวลล์ รับบเรเมอร์ (ประเทศไทย) จำกัด	B	2463.70	1036.47	84.บริษัท นอร์ท เทริทอรีส์ จำกัด	B	3876.53	1637.58
42.บริษัท แจนเซน-ซีแอล จำกัด	B	2424.21	1094.86	85.บริษัท เคพีซี เคมิคัล จำกัด	B	3923.90	1684.94
43.บริษัท จอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน (ประเทศไทย) ๓	B	2206.76	1306.07	86.บริษัท แอดวานซ์ แมนูแฟคเจอร์ส จำกัด	B	3952.71	1713.75

ตารางที่ 1 (ต่อ)

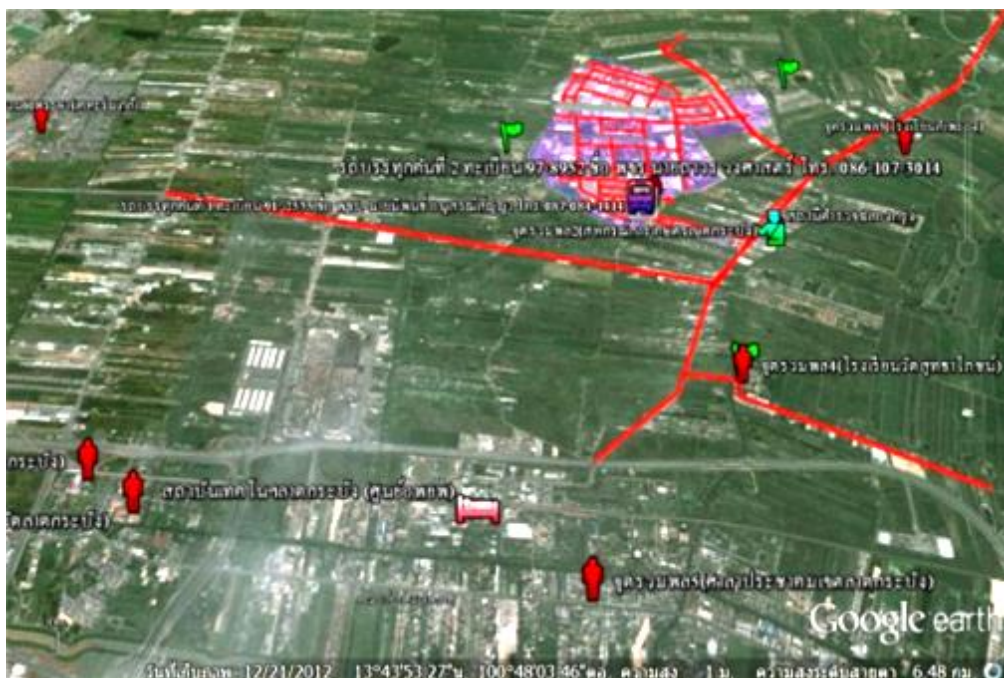
Factory Name	Nearest exit	Exit A (meters)	Exit B (meters)	Factory Name	Nearest exit	Exit A (meters)	Exit B (meters)
87.บริษัท มาร์เคอ อินดัสตรี จำกัด	B	3981.42	1742.46	130.บริษัท ควอลิตี้ไคท์จำกัด	B	3175.15	298.50
88.บริษัท มาร์เคอ อินดัสตรี จำกัด2	B	4001.51	1762.55	131.บริษัท พรอมต์ จำกัด	B	3089.90	383.75
89.บริษัท ไทย ยูจิ จำกัด	B	4040.73	1801.77	132.บริษัท แทนเอเชีย จำกัด	B	3001.79	471.86
90.บริษัท ชิน มาร์ก จำกัด	B	4088.35	1849.40	133.บริษัท ฟลอรัล จำกัด	B	2839.90	633.75
91.บริษัท โซลาร์ เลนส์ จำกัด	B	4241.85	2002.90	134.บริษัท ไทยฮอนด้า จำกัด 2	B	2830.00	737.61
92.บริษัท อีเกิ้ล สปีด จำกัด	B	4249.09	2010.13	135.บริษัท โอภิหารา จำกัด	B	2914.65	822.26
93.บริษัท เอสสิลอร์ จำกัด 2	B	4375.87	2136.91	136.บริษัท มาร์เคน จำกัด	B	3078.81	986.41
94.บริษัท เอนโด จำกัด2	B	4252.48	2013.53	137.บริษัท เอส ทู จี จำกัด	B	3172.27	1079.87
95.บริษัท เมกาวทซ์เคส จำกัด	B	4103.34	1864.38	138.บริษัท ไทยประดิษฐ์ จำกัด	B	3216.46	1124.07
96.บริษัท ทอมโบว์ จำกัด	B	4005.46	1766.51	139.บริษัท สตาร์ โพลีเมอร์ จำกัด	B	3332.11	1239.71
97.บริษัท พิกโซ จำกัด	B	3881.87	1642.92	140.บริษัท สเตตเลอร์ จำกัด	B	3245.16	1353.24
98.บริษัท อิวาซากิ จำกัด	B	3811.14	1572.19	141.บริษัท ฮาร์ตแมน จำกัด	B	3182.37	1416.03
99.บริษัท สยาม ศรีทอง จำกัด	B	3757.08	1518.12	142.บริษัท ไตชิน จำกัด	B	3070.23	1528.17
100.บริษัท ตระกูลหวง จำกัด	B	3735.00	1496.05	143.บริษัท คาโต้สตีล จำกัด	B	3379.13	1585.62
101.บริษัท กรอสเซ่ จีเวล จำกัด	B	3676.31	1437.36	144.บริษัท ซีพีแรม จำกัด	B	3338.49	1651.19
102.บริษัท จีเวล เอ็นท์ จำกัด	B	3623.25	1384.30	145.บริษัท ซีพีแรม จำกัด2	B	3408.97	1555.77
103.บริษัท วิจิแลนด์ เทคโนโลยี จำกัด	B	3459.85	1220.89	146.บริษัท แอล อี ดี โลหะตึง จำกัด	B	3460.38	1504.36
104.บริษัท มิตรบุษิ เฮฟวี อินดัสตรีจำกัด	B	3658.00	1419.05	147.บริษัท นานา เอนเตอร์ไพรส์ จำกัด	B	3417.03	1442.13
105.บริษัทเอสสิลอร์ จำกัด	B	3855.83	1616.87	148.บริษัท เซอีโกะ แอดวานซ์ จำกัด	B	3395.60	1420.69
106.บริษัท เอนโด จำกัด 3	B	3912.61	1673.65	149.บริษัท เดลต้า จำกัด	B	3381.31	1406.40
107.บริษัท มิตรบุษิ เฮฟวี จำกัด2	B	4095.42	1856.47	150.บริษัท ชาร์เตอร์ฟู้ด จำกัด	B	3358.44	1383.54
108.บริษัท มิตรบุษิ เฮฟวี อินดัสตรีจำกัด 3	B	4181.80	1942.85	151.บริษัท เซอีโซ จำกัด	B	3338.12	1363.22
109.บริษัทมิตรบุษิ เฮฟวี อินดัสตรีจำกัด 4	B	4287.18	2048.22	152.บริษัท วินิค จำกัด	B	3291.61	1316.70
110.บริษัท โรเด็น จำกัด	B	4317.24	2078.29	153.บริษัท เคยู โนมูระ จำกัด	B	3237.47	1262.56
111.บริษัท เพเทอร์ส เซอร์จิคัล จำกัด	B	4303.67	2064.71	154.บริษัท เคยูโนมูระ จำกัด 2	B	3267.00	1292.09
112.บริษัท มหาชนมอเตอร์ จำกัด2	B	4366.39	2127.44	155.บริษัท ฟู้ดแลนด์ จำกัด	B	3242.39	1267.48
113.บริษัท เอส เซ็นเตอร์ จำกัด	B	4462.64	2223.68	156.บริษัท ยูนิว็อกซ์ จำกัด	A	1213.99	2558.73
114.บริษัท คูโอโป จำกัด	B	4506.51	2267.56	157.บริษัท เอเวสต์ จำกัด	A	1234.09	2578.84
115.บริษัท ไดว่า เซโกะ จำกัด	B	4549.61	2310.66	158.บริษัท เค ซี อี จำกัด	A	1357.75	2474.62
116.บริษัท ฮิตาชิ จำกัด	B	4584.45	2345.49	159.บริษัท ลาเท็กซ์ จำกัด	A	1430.52	2401.85
117.บริษัท วรอินเตอร์ จำกัด	B	4726.09	2487.13	160.บริษัท แคนซันแมน จำกัด2	A	1400.65	2620.83
118.บริษัท เดอโกรเซ่ จำกัด	B	4671.86	2432.90	161.บริษัท เวสต์ไวต์ ควอลิตี้ จำกัด	A	1529.73	2302.64
119.บริษัท หรอย สยาม จำกัด	B	4494.45	2255.50	162.บริษัท แอนเซลล์ จำกัด	A	1618.01	2214.35
120.บริษัท สยาม ไคล์ จำกัด	B	3012.94	920.54	163.บริษัท นาโมย่า จำกัด	A	1873.05	2593.45
121.บริษัท เอฟ ซี ซี ประเทศไทย จำกัด	B	3411.53	191.79	164.บริษัท ยูนิทอป รับเบอร์ จำกัด	A	1764.84	2597.90
122.บริษัท ซี แอล ควอลิตี้ จำกัด	B	3762.96	1385.86	165.บริษัท อีไอซี จำกัด	A	1692.45	2525.51
123.บริษัท ดาน่า สไปเซอร์ จำกัด	B	3964.69	1587.59	166.บริษัท ฟินเทค จำกัด	B	4752.18	2375.08
124.บริษัท โปรมิลลิ่ง จำกัด	B	4393.51	2154.55	167.บริษัท อาร์ทีโอปอนเตอร์ จำกัด	A	1373.95	2594.12
125.REHAU Co.,Ltd.	B	3988.31	1611.21	168.บริษัท สยามอโต้ จำกัด	A	1516.35	2589.01
126.บริษัท ไทยฮอนด้า แมนูแฟคเจอร์จำกัด	B	3508.55	34.90	169.บริษัท โรงงานมาตรฐาน จำกัด และ บริษัทฯ	A	1460.12	2680.29
127.บริษัท วิเมนฟิลล์ จำกัด	B	3434.10	39.55	170.บริษัท ยูเรเซีย แมนูแฟคเจอร์ จำกัด	A	1440.67	2660.85
128.บริษัท กลอนกิง จำกัด	B	3264.80	208.85	171.บริษัทแดนซ์แมนจำกัด	A	1416.86	2637.03
129.บริษัท เน็กซ์ จำกัด	B	3239.61	234.04				



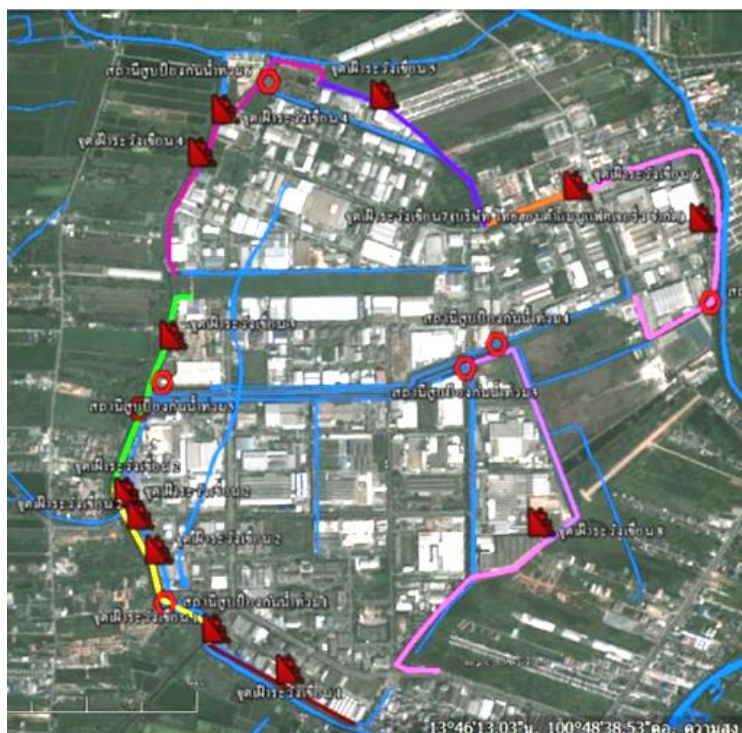
รูปที่ 8 เส้นทางใกล้สุด (shortest route) ในการอพยพคนจากแต่ละโรงงานในเขตนิคมอุตสาหกรรมไปยังทางออกที่มี โดยจุดกลม คือ ตำแหน่งโรงงานพร้อมหมายเลขของโรงงาน (ซึ่งรายชื่อจะอยู่ในตารางที่ 1) เส้นสีดำ คือ ถนนที่ใช้ในการอพยพไปยังทางออก A (รูปสามเหลี่ยม) และ B (รูปสี่เหลี่ยม) ตามลำดับ โดยได้แบ่งเขตทางออก (zoning) ไว้อย่างชัดเจน คือ โรงงานที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ที่เป็นจุด ๆ นั้นให้อพยพออกทางออกหลัก (Exit A) และโรงงานที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ที่สี่รียบนั้นให้อพยพออกทางออกรอง (Exit B)



รูปที่ 9 ตำแหน่งโรงงานทุกโรงในนิคมฯ และรูปของทางเข้าหลักของโรงงาน



รูปที่ 10 ศูนย์อพยพ (สัญลักษณ์รูปเตียง) และจุดรวมพล 9 จุด (สัญลักษณ์รูปคน) ตามแผนอพยพผู้ประสบภัยเขต
ลาดกระบัง (กรณีเข้าขั้นวิกฤต)



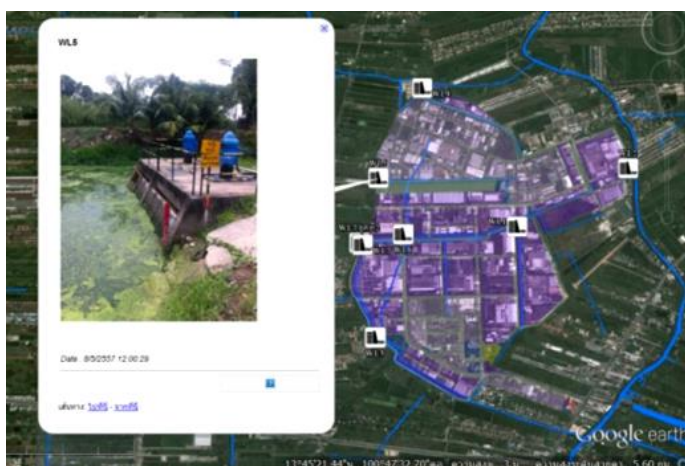
รูปที่ 11 แนวเขื่อนดิน 9 เขื่อน สถานีสูบน้ำ และจุดแผ้วระวางเขื่อน (บริเวณด้านหลังโรงงาน) 12 จุด

ระบายน้ำ (ปตร.) คลองหกวา ดังรูปที่ 12 โดยภาพจากกล้อง CCTV นำมาจากเว็บไซต์โครงการติดตั้ง CCTV ลุ่มน้ำหลักที่สำคัญ 30 จุด ของกรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ [9] และจุดเฝ้าระวัง

ระดับน้ำที่ประตูในคลองต่าง ๆ ดังรูปที่ 13 แผนที่ระบบสารสนเทศที่สำคัญภายในนิคมอุตสาหกรรม [10] เช่น หัวจ่ายดับเพลิง และตำแหน่งกล้องวงจรปิด ดังรูปที่ 14



รูปที่ 12 ตำแหน่งและภาพ real time จากกล้อง CCTV บริเวณประตูระบายน้ำ (ปตร.) คลองหกวา ซึ่งตั้งอยู่ทางทิศเหนือของพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง (ข้อมูลเมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน 2557)



รูปที่ 13 ตำแหน่งและภาพจุดเฝ้าระวังน้ำท่วมโดยรอบนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง

3.3.2 แผนที่ระหว่างกาเกิดภัยพิบัติ ได้แสดงข้อมูลแผนที่ที่ตั้งศูนย์อำนวยการฉุกเฉิน ดังรูปที่ 15 ตำแหน่งจุดจอตลอด ณ จุดรวมพล พร้อมรายละเอียดทะเบียนรถและเบอร์โทรติดต่อ ดังรูปที่ 16

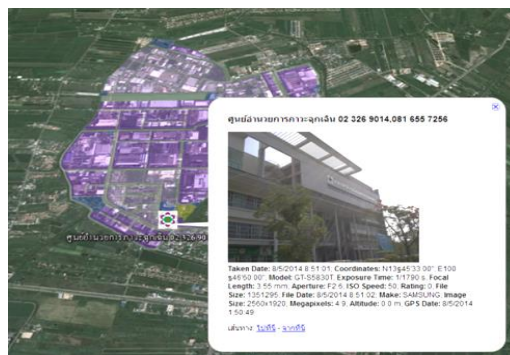
และรูปที่ 17 แสดงตำแหน่งจุดที่เข้าน้ำท่วมพร้อมทั้งระดับน้ำที่ท่วมของวันที่ 2 (รูปที่ 17 ซ้าย) และวันที่ 3 (รูปที่ 17 ขวา) พฤศจิกายน พ.ศ. 2554 โดยพื้นที่ที่แรกคือพื้นที่ที่ได้รับความเสียหายจากน้ำท่วมซึ่งได้

นำเสนอด้วยพื้นที่โดยคำนวณจาก Kernel density ซึ่งเป็นการคำนวณความหนาแน่นของจำนวนจุดที่น้ำท่วมต่อพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งจะเห็นได้ว่าพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมขยายวงกว้างมากขึ้นภายในระยะเวลา 1

วัน และมีการทวงจากกริมล่าคลอง และค่อย ๆ ขยาย
ออกไปยังพื้นที่ใกล้เคียงอื่น ๆ (เป็นเพียงข้อมูลตัวอย่าง
เท่านั้น)



รูปที่ 14 ตำแหน่งและภาพของหัวจ่ายดับเพลิงและกล้อง CCTV ในนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง



รูปที่ 15 ตำแหน่ง รูป และเบอร์โทรศัพท์ของศูนย์อำนวยการภาวะฉุกเฉิน



รูปที่ 16 ตำแหน่งจุดรวมพล (street view) และที่จอดรถบรรทุกฉุกเฉินคัน 2 คัน ที่แสดงเลขทะเบียนพร้อมชื่อผู้
ผู้ขับรถ



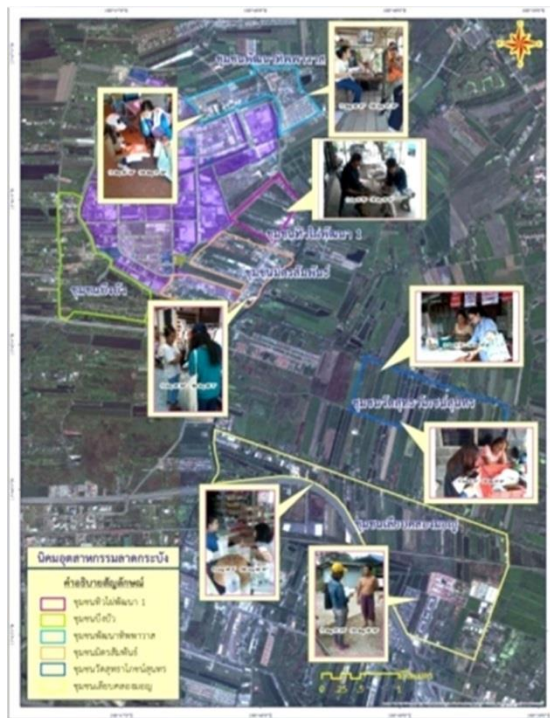
รูปที่ 17 ตำแหน่งจุดน้ำท่วมและระดับของน้ำในวันที่ 2 (ภาพซ้าย) และวันที่ 3 (ภาพขวา) พุทธศักราช พ.ศ. 2554 โดยพื้นที่ที่แรเงาคือพื้นที่ที่ได้รับความเสียหายจากน้ำท่วม (เป็นเพียงข้อมูลตัวอย่างเท่านั้น)



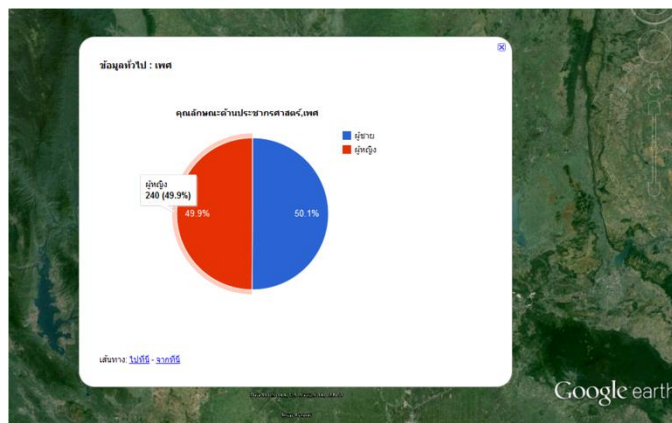
รูปที่ 18 แผนที่แสดงพื้นที่ที่ประสบอุทกภัยรอบนิคม (เป็นเพียงข้อมูลตัวอย่างเท่านั้น) ซึ่งจะแสดงด้วยพื้นที่ที่แรเงา โดยสามารถที่จะแสดงตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (ละติจูด, ลองจิจูด) และชื่อของชุมชนของจุดที่ประสบภัยได้

3.3.3 แผนที่หลังการเกิดภัยพิบัติ ได้แสดงข้อมูลแผนที่ของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ พื้นที่ประสบภัยและรอการช่วยเหลือ โดยสามารถที่จะแสดงตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ (ละติจูด, ลองจิจูด) จุดเกิดอุทกภัย ดังรูปที่ 18, ชื่อชุมชน หมู่บ้านต่าง ๆ และพื้นที่ที่ประสบอุทกภัยรอบนิคม (ซึ่งข้อมูลที่น่าเสนอ

เป็นเพียงข้อมูลตัวอย่างเท่านั้น) ซึ่งได้นำเสนอด้วยพื้นที่โดยคำนวณจาก Kernel density นอกจากนั้นยังแสดงขอบเขตของชุมชนที่ประสบภัยและรูปภาพผู้ประสบภัย ดังรูปที่ 19 นอกจากนั้นยังได้ยกตัวอย่างการแสดงผลกราฟในลักษณะต่างๆ เช่น กราฟวงกลมแสดงจำนวนผู้ประสบภัยโดยแบ่งตามเพศ ดังรูปที่ 20



รูปที่ 19 แผนที่แสดงภาพถ่ายผู้ประสบภัยในขอบเขตชุมชนที่ประสบอุทกภัย (เป็นเพียงข้อมูลตัวอย่างเท่านั้น)



รูปที่ 20 แผนที่แสดงกราฟวงกลมจำนวนผู้ประสบหกรภัยโดยแบ่งตามเพศ (เป็นเพียงข้อมูลตัวอย่างเท่านั้น)

4. สรุป

โดยครั้งนี้การสาธิตการใช้งานโปรแกรมภูเกิล
เอิร์ทเพื่อการเฝ้าระวังภัยพิบัติ กรณีน้ำท่วมในนิคม
อุตสาหกรรมนั้นเป็นอีกหนึ่งตัวอย่างในการบูรณาการ
ของข้อมูลต่าง ๆ และนำเสนอได้อย่างชัดเจน ใน

รูปแบบของแผนที่ตามระยะต่าง ๆ ของวงจรการเกิดภัยพิบัติ แผนที่มีความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยนั้นสามารถที่จะนำมาพิจารณาเพื่อแก้ไขปัญหาลูกภัยที่เคยเกิดหรือเพื่อเป็นการวางแผนเตรียมป้องกันโรงงานต่าง ๆ ที่อยู่เ็นเขตพื้นที่เสี่ยงสูงได้ ก่อนที่จะเกิดอุทกภัย

ซึ่งจะนำมาสู่การสูญเสียทรัพยากรและแรงงาน ในส่วนของการวิเคราะห์โครงข่าย (network analysis) นั้นก็สามารถให้ผลลัพธ์ที่เป็นค่าแน่นอนเชิงตัวเลขสำหรับการตัดสินใจเพื่อเลือกเส้นทางไปยังทางออก A หรือ B และยังแสดงผลเป็นแผนผังเพื่อการวางแผนในภาพรวมได้อย่างเหมาะสม ซึ่งโดยปกติผู้ใช้ถนนมักจะมีการรับรู้และประเมินทางออกใกล้สุดจากประสบการณ์การเดินทางประจำวัน ซึ่งก็อาจจะถูกต้องหากเป็นเส้นทางที่ถูกใช้เป็นประจำ หรือโรงงานตั้งอยู่ใกล้ทางออกใด ๆ ชัดเจน แต่ในกรณีตรงกันข้ามที่ผู้ใช้เส้นทางไม่มีความชำนาญ หรือโรงงานตั้งอยู่บริเวณตอนกลางของพื้นที่ ผู้ขับช้อาจเกิดความสับสนในการตัดสินใจเลือกเส้นทางและไม่ทราบระยะทางใกล้สุดที่แน่นอนได้ การวิเคราะห์โครงข่ายจึงเข้ามาเป็นส่วนนำเสนอสนับสนุนการตัดสินใจได้อย่างชัดเจน เนื่องจากการแสดงผลลัพธ์เชิงตัวเลข พร้อมกับแผนที่การเดินทาง

นอกจากนี้ควรมีการส่งเสริมให้ประยุกต์ใช้โปรแกรมกูเกิลเอิร์ทกับข้อมูล แบบ real time ให้มากขึ้น ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านฮาร์ดแวร์พร้อมแล้วที่จะสนับสนุน สิ่งเหล่านี้จะทำให้เกิดการวางแผนบริหารจัดการภัยพิบัติได้อย่างทันท่วงทีและเป็นระบบ นอกจากจะได้แนวคิดและหลักการทางด้านแผนที่ภัยพิบัติแล้วยังสามารถที่จะนำไปสู่การประยุกต์ใช้โปรแกรมกูเกิลเอิร์ทกับงานวิจัยและการทำงานในสายงานด้านอื่น ๆ ได้อีกมากมาย เช่น งานสำรวจ งานออกแบบ งานวางแผนการบริหารจัดการ ฯลฯ ที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์ต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ และสังคมศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่าย (cost) ในด้านต่าง ๆ ได้มาก ในการวางแผนเพื่อรับมือกับภัยพิบัติต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้อีกในระยะข้างหน้า ในส่วนของภาครัฐควรที่จะเร่งวางแผนแนวทางการบริหารจัดการน้ำอย่างบูรณาการ และกระตุ้นให้ทุกภาคส่วนตื่นตัวในการ

ระวังผลกระทบจากภัยพิบัติให้มากขึ้น โดยสามารถใช้เทคโนโลยีทางด้านภูมิสารสนเทศมาช่วยเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพได้อีกทางหนึ่ง

5. ข้อเสนอแนะ

5.1 การใช้งานโปรแกรมกูเกิลเอิร์ทต้องเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตซึ่งบางครั้งถ้าไม่เสถียรหรือมีความเร็วต่ำมาก ทำให้เกิดความไม่สะดวกและความล่าช้าในการทำงาน ดังนั้นจึงไม่เหมาะสมในการใช้งานในพื้นที่ที่ห่างไกล ซึ่งในกรณีการออกสำรวจพื้นที่ที่ห่างไกลนั้นสามารถที่จะเก็บข้อมูลต่าง ๆ ในพื้นที่มาก่อนแล้วจึงนำข้อมูลเหล่านั้นมาแสดงผลในโปรแกรมกูเกิลเอิร์ทได้ในภายหลัง

5.2 โปรแกรมกูเกิลเอิร์ทเน้นไปในแนวทางเพื่อการแสดงข้อมูลต่าง ๆ เชิงพื้นที่ ดังนั้นในส่วนของการวิเคราะห์ และจัดการข้อมูลต่าง ๆ จำนวนมากนั้นยังทำได้ไม่สมบูรณ์ ยังต้องอาศัยโปรแกรมอื่น ๆ ในการวิเคราะห์และจัดการฐานข้อมูลนั้น ๆ ก่อนที่จะนำมาแสดงในโปรแกรมกูเกิลเอิร์ท

5.3 โปรแกรมกูเกิลเอิร์ทนั้น ถึงแม้จะต้องเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตอยู่ตลอดเวลาใช้งาน แต่ความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัย (privacy and security) ของฐานข้อมูลต่าง ๆ นั้นมีสูง เนื่องจากฐานข้อมูลต่าง ๆ ที่แสดงทางหน้าจอ นั้นไม่ได้เก็บไว้กับทางกูเกิ้ล แต่เก็บไว้ใน server ของแต่ละหน่วยงานได้เอง (โปรแกรมกูเกิลเอิร์ทเป็นเพียงโปรแกรมที่จะดึงฐานข้อมูลเหล่านั้นมาแสดง) หน่วยงานของท่านจึงสามารถที่จะกำหนดผู้ใช้ (user) ได้ตามหลักการของการเข้าถึงฐานข้อมูล (login) โดยทั่วไป

5.4 ในส่วนของการวิเคราะห์โครงข่ายครั้งนี้เป็นเพียงการสร้างแบบจำลองเพื่อให้เห็นกระบวนการวิเคราะห์ และผลลัพธ์ตามปัจจัยนำเข้า เนื่องจากข้อจำกัดด้านเงื่อนไขต่าง ๆ ซึ่งความถูกต้องสามารถทำ

ให้มีความสมบูรณ์แบบ และน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น ด้วยการเก็บข้อมูลภาคสนาม (เช่น การสำรวจถนนในเรื่องขนาด ว่าถนนใดเป็นถนนหลัก ถนนรอง หรือซอย ซึ่งจะมีความกว้างที่แตกต่างกัน และพื้นผิวสัมผัส การเก็บข้อมูลจำนวน และประเภทยานพาหนะ จำนวนประชากรในเขตนิคมฯ สิ่งกีดขวางจราจร หรือแม้แต่จุดเสี่ยงที่เกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง เป็นต้น) หากมีตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ครบถ้วนแล้วนั้น การวิเคราะห์โครงข่ายจะเกิดประโยชน์เพิ่มมากขึ้นไม่เพียงแต่เป็นการหาเส้นทางใกล้สุดเพื่อลดเวลาในการเดินทางเท่านั้น แต่จะยังเกิดประโยชน์ในการบริหาร การจัดการในภาพรวม เพื่อการจัดการกับยวดยานพาหนะในการสัญจรได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อยเหมาะสมสำหรับตัวอย่างการวิเคราะห์โครงข่ายในครั้งนี้ ยังสามารถต่อยอด และนำไปประยุกต์ใช้ในด้านระบบโลจิสติกส์ (logistic systems) ในเขตนิคมอุตสาหกรรมได้ อาทิเช่น การจัดระเบียบจราจรประจำวัน การจัดส่งสินค้า การจัดเก็บขยะมูลฝอย หรือแม้แต่ปรับปรุงระบบรักษาความปลอดภัยอีกด้วย

5.5 ในแผนการป้องกันน้ำท่วมของนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง ปี พ.ศ. 2555 นั้นกล่าวไว้ว่า จะมีการเพิ่มเส้นทางอพยพโดยทางเรือ 2 แห่ง ทางทิศตะวันตกและตะวันออกของนิคมอุตสาหกรรม ดังนั้นควรมีการวิเคราะห์เส้นทางในการอพยพทางน้ำเพิ่มเติมด้วย เพื่อการจัดการอพยพผู้ประสบอุทกภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอแสดงความขอบคุณต่อผู้ให้ความช่วยเหลือด้านอุปกรณ์สำรวจภาคสนามในบางส่วนจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วง คือ รศ.ดร.ศิริพรรณ ทวีสุข ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม รศ.ดร.สุเพชร จิรจรกุล ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี และ ผศ.ดร.ดรณวรรณ กำธรเกียรติ ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

7. รายการอ้างอิง

- [1] กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2557, การประยุกต์ใช้โปรแกรม Google Earth ในงานพิจารณาโครงการกลุ่ม, ส่วนวิศวกรรมบริหาร, สำนักชลประทานที่ 14, 15 น.
- [2] การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, แหล่งที่มา : <http://www.ieat.go.th>, 15 กันยายน 2557.
- [3] กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, แหล่งที่มา : <http://www.labour.go.th>, 15 กันยายน 2557.
- [4] สำนักผังเมือง, 2554, รายงานการศึกษา เรื่อง นิคมอุตสาหกรรมในพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2554, กองนโยบายและแผนงาน, กรุงเทพฯ.
- [5] การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2555, แผนรองรับกรณีเกิดการเหตุการณ์น้ำท่วมและแผนการเฝ้าระวังการเกิดอุทกภัยในนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- [6] Malczewski, J., 1999, GIS and Multi-criteria Decision Analysis, John Wiley and Sons, Inc., New York, 329 p.
- [7] สุเพชร จิรจรกุล, 2555, เรียนรู้ระบบภูมิสารสนเทศด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 10.1. for Desktop, บริษัท เอ.พี.กราฟิคดีไซน์ และการพิมพ์, กรุงเทพฯ, 954 น.
- [8] วิกีพีเดีย : สารานุกรมเสรี, มูลนิธิวิกิมีเดีย, สารานุกรมออนไลน์, แหล่งที่มา : <http://th.wikipedia.org/wiki/อัตราเร็วอินเทอร์เน็ต>, 23 กันยายน 2557.

- [9] โครงการติดตั้ง CCTV ลุ่มน้ำหลักที่สำคัญ 30 จุดของกรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, แหล่งที่มา : <http://61.19.228.10/Process/CCTVDetail?cctvId=11>
- [10] การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยและสถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2556, โครงการสำรวจความพึงพอใจ ความต้องการ ความคาดหวัง ทัศนคติของผู้มีส่วนได้เสีย (stakeholders) ต่อการดำเนินงานของนิคมอุตสาหกรรม, รายงานฉบับสมบูรณ์, กรุงเทพฯ.