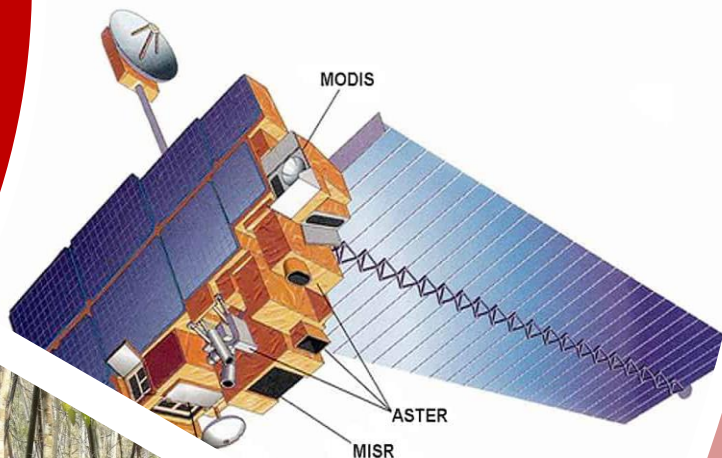




รายงาน

การจัดการความรู้ (KM)



ปี ๒๕๖๓

“การเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันและ
แก้ไขปัญหาไฟป่าด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์”

สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ ๑๔ (ตาก)

คำนำ

การจัดการความรู้ คือ การรวบรวมองค์ความรู้ที่มีอยู่ในองค์กร ซึ่งกระจัดกระจายอยู่ในตัวบุคคลหรือเอกสารมาพัฒนาให้เป็นระบบ เพื่อให้ทุกคนในองค์กรสามารถเข้าถึงความรู้ และพัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้ อันจะส่งผลให้องค์กรมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงานสูงสุดต่อไป ซึ่งสำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ ๑๔ (ตาก) เล็งเห็นถึงความสำคัญดังกล่าว และเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดตัวชี้วัดที่ ๓๘ ในปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๓ จึงได้แต่งตั้งคณะกรรมการอำนวยการ และคณะทำงานจัดการความรู้แล้วคัดเลือกหัวข้อ “การเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันและแก้ไขปัญหาไฟป่าด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์” มาเป็นหัวข้อในการดำเนินการ ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์มาวิเคราะห์การวางแผน เพื่อให้การเข้าระงับยับยั้ง เหตุไฟป่า เป็นไปอย่างรวดเร็ว ทันต่อสถานการณ์ และมีศักยภาพในการปฏิบัติงานมากยิ่งขึ้น

คณะทำงานการจัดการความรู้ (KM)
สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ ๑๔ (ตาก)

๒๕ กันยายน ๒๕๖๓

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	
สารบัญ	
บทที่ ๑ องค์ความรู้ “ไฟป่าและหมอกควัน”	
๑.๑ นิยาม “ไฟป่า”	๑
๑.๒ องค์ประกอบของการเกิดไฟป่า	๑
๑.๓ ชนิดของไฟป่า	๒
๑.๔ สาเหตุของการเกิดไฟป่า	๕
๑.๕ การเกิดปัญหาหมอกควันปกคลุมพื้นที่	๖
บทที่ ๒ องค์ความรู้ “เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics)”	
๒.๑ การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing: RS)	๘
๒.๒ ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System)	๙
๒.๓ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System)	๑๒
บทที่ ๓ องค์ความรู้ “เทคโนโลยีในการติดตามการเผาหรือจุดความร้อน (Fire Hotspot)”	
๓.๑ จุดความร้อน (Hotspot)	๑๔
๓.๒ ดาวเทียมตรวจหาจุดความร้อน (Hotspot)	๑๔
๓.๓ การเกิดจุดความร้อน (Hotspot)	๑๖
บทที่ ๔ การเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันและแก้ไขปัญหาไฟป่าด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	
๔.๑ การรับข้อมูลจุดความร้อน (Hotspot)	๑๗
๔.๒ การนำข้อมูลจุดความร้อน (Hotspot) มาประยุกต์ใช้ในงานด้านไฟป่า	๒๑
บทที่ ๕ แอปพลิเคชัน (Application) สนับสนุนการปฏิบัติการไฟป่า	
๕.๑ App: Google Earth	๓๒
๕.๒ App: Ling	๓๔
๕.๓ App: Rain Viewer	๓๕
๕.๔ App: Air๔Thai	๓๕
๕.๕ App: Air Visual	๓๖
๕.๖ App: Gaia GPS	๓๖
๕.๗ App: แปลงพิกัด GPS - Coordinates	๓๗
เอกสารอ้างอิง	๓๘

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ ๑ สามเหลี่ยมไฟ	๒
ภาพที่ ๒ ไฟใต้ดิน	๓
ภาพที่ ๓ ไฟผิวดิน	๔
ภาพที่ ๔ ไฟเรือนยอดที่ไม่ต้องอาศัยไฟผิวดิน	๕
ภาพที่ ๕ ปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เรียกกันว่า Inversion Layer หรือ ชั้นบรรยากาศอุณหภูมิผกผัน	๗
ภาพที่ ๖ สภาพการณ์ไม่ลอยตัวของควันเมื่อเกิดชั้นบรรยากาศอุณหภูมิผกผัน	๗
ภาพที่ ๗ การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing: RS)	๘
ภาพที่ ๘ ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System)	๙
ภาพที่ ๙ แสดงแนวคิดของระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate systems)	๑๐
ภาพที่ ๑๐ แสดงชนิด Type Projection (ซ้าย) และ ชนิด Concept of map projection (ขวา)	๑๑
ภาพที่ ๑๑ ระบบพิกัดกริด	๑๒
ภาพที่ ๑๒ องค์ประกอบต่างๆ ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	๑๒
ภาพที่ ๑๓ ลักษณะข้อมูล (data)	๑๓
ภาพที่ ๑๔ ระบบ VIIRS ดาวเทียม Suomi-NPP	๑๕
ภาพที่ ๑๕ กรณีที่ตรวจพบปัจจัยที่ทำให้เกิดจุดความร้อน (Hotspot) ระหว่างขอบพื้นที่	๑๖
ภาพที่ ๑๖ เปรียบเทียบจุดความร้อนดาวเทียมระบบ MODIS กับดาวเทียมระบบ VIIRS	๑๖
ภาพที่ ๑๗ กระบวนการนำข้อมูลจุดความร้อน (Hotspot) มาประยุกต์ใช้ในงานด้านไฟป่า	๒๑
ภาพที่ ๑๘ ตัวอย่างการนำไปใช้เข้าระบบเหตุเกิดไฟป่า กรณีไฟดับเองตามธรรมชาติได้	๒๑
ภาพที่ ๑๙ ตัวอย่างการวางแผนเข้าระงับเหตุเกิดไฟป่า ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ท้องที่อำเภออุ้มผาง	๒๒
ภาพที่ ๒๐ ตัวอย่างการประเมินสถานการณ์รับมือกับไฟป่า ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ท้องที่อำเภออุ้มผาง	๒๒

บทที่ ๑

องค์ความรู้ “ไฟป่าและหมอกควัน”

๑.๑ นิยาม “ไฟป่า”

US Forest Service (๑๙๕๖) ได้ให้นิยามของไฟป่า คือ “ไฟที่เผาไหม้เชื้อเพลิงตามธรรมชาติในป่า แล้วลุกลามไปอย่างเสรี ไม่มีการควบคุม เชื้อเพลิงตามธรรมชาติที่ถูกเผาไหม้ ได้แก่ อินทรียวตฤที่กำลังสลายตัว เศษไม้ ปลายไม้ และใบไม้ที่ร่วงหล่นลงสู่พื้นป่า หญ้า กิ่งไม้แห้ง ท่อนไม้ ตอไม้ ไม้พุ่ม ใบไม้สด และไม้ยืนต้น”

Brown and Davis (๑๙๗๓) ให้นิยามของไฟป่า คือ “ไฟที่ไหม้อย่างไม่มีการควบคุม และแผ่ขยายไปอย่างอิสระ พร้อมกับการเผาไหม้เชื้อเพลิงธรรมชาติในป่า เช่น เศษไม้ หมายถึง ปลายไม้ที่ร่วงหล่นลงสู่พื้นดิน หญ้า วัชพืช ไม้พื้นล่าง และต้นไม้”

ศิริ อัครศิริ (๒๕๔๓) ให้นิยามของไฟป่า คือ “ไฟที่เกิดจากสาเหตุใดก็ตามแล้วลุกลามไปได้โดยอิสระ ปราศจากการควบคุม ทั้งนี้ไม่ว่าไฟนั้นจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือมนุษย์สร้างขึ้น”

๑.๒ องค์ประกอบการเกิดไฟป่า

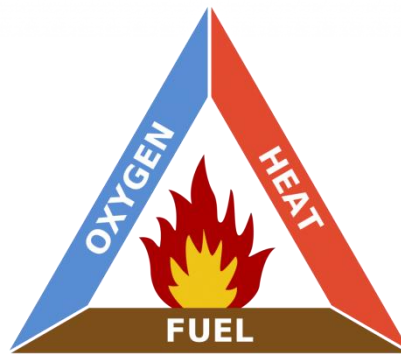
ไฟป่าจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีองค์ประกอบที่จำเป็น ๓ ประการ มารวมตัวกันในสัดส่วนที่เหมาะสมแล้ว เกิดการสันดาป (Combustion : $C_6H_{12}O_5$) $n + O_2 + \text{Kindling Temperature} \rightarrow CO_2 + H_2O + \text{Heat}$) ซึ่งองค์ประกอบทั้ง ๓ ประการ ได้แก่

๑.๒.๑ เชื้อเพลิง คือ อินทรียวตฤทุกชนิดที่ติดไฟได้ เช่น ต้นไม้ ไม้พุ่ม กิ่งไม้ ก้านไม้ ตอไม้ กอไผ่ ลูกไม้ หญ้า วัชพืช รวมไปถึงดินอินทรี (Peat Soil) และชั้นถ่านหินที่อยู่ใต้ผิวดิน (Coal Seam) เป็นต้น

๑.๒.๒ ออกซิเจน ออกซิเจนเป็นก๊าซที่เป็นองค์ประกอบหลักของอากาศ โดยทั่วไปในป่าจึงมีออกซิเจนกระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งปริมาณและสัดส่วนของออกซิเจนในอากาศในป่า อาจผันแปรตามความเร็วและทิศทางลม

๑.๒.๓ ความร้อน แบ่งเป็น ๒ ประเภท คือ แหล่งความร้อนจากธรรมชาติ เช่น ไฟผ่า การเสียดสีของกิ่งไม้ การรวมแสงอาทิตย์ผ่านหยดน้ำค้าง ภูเขาไฟระเบิด และแหล่งความร้อนจากมนุษย์ ซึ่งเกิดจากการจุดไฟในป่า

โดยองค์ประกอบทั้ง ๓ ประการนี้ เรียกว่า สามเหลี่ยมไฟ หากขาดองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งไป ไฟป่าจะไม่เกิดขึ้น หรือไฟป่าที่เกิดขึ้นแล้วและกำลังลุกลามอยู่ก็จะดับลง ความรู้เรื่องสามเหลี่ยมไฟในข้อนี้มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นความรู้พื้นฐานที่ต้องนำมาใช้ในการวางแผนปฏิบัติงานควบคุมไฟป่า



ภาพที่ ๑ สามเหลี่ยมไฟ
ที่มา : คัดค้านัฐ (๒๕๖๓)

๑.๓ ชนิดของไฟป่า

Brown and Davis (๑๙๗๓) ได้แบ่งชนิดของไฟป่า โดยเอาการไหม้เชื้อเพลิงในระดับต่างๆ ในแนวตั้ง ตั้งแต่ระดับชั้นดินขึ้นไปจนถึงระดับยอดไม้เป็นเกณฑ์ ทำให้แบ่งไฟป่าออกเป็น ๓ ชนิด ดังนี้

๑.๓.๑ ไฟใต้ดิน (Ground Fire) คือ ไฟที่ไหม้อินทรีย์วัตถุที่อยู่ใต้ชั้นผิวของพื้นป่า เกิดขึ้นในป่าบางประเภทโดยเฉพาะอย่างยิ่งป่าในเขตอบอุ่นที่มีระดับความสูงมากๆ ซึ่งอากาศหนาวเย็นทำให้อัตราการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุต่ำ จึงมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสะสมอยู่บนหน้าดินในปริมาณมากและเป็นชั้นหนา โดยอินทรีย์วัตถุดังกล่าว อาจอยู่ในรูปของ duff muck หรือ peat ในบริเวณที่ชั้นอินทรีย์วัตถุหนามาก ไฟชนิดนี้อาจไหม้แทรกลงไปใต้ผิวพื้นป่า (Surface Litter) ได้หลายฟุตและลุกลามไปเรื่อยๆ ใต้ผิวพื้นป่า ในลักษณะการครุกรุ่นอย่างช้าๆ ไม่มีเปลวไฟ และมีควันน้อยมาก จึงเป็นไฟที่ตรวจพบหรือสังเกตพบได้ยาก และเป็นไฟที่มีอัตราการลุกลามช้าที่สุด แต่เป็นไฟที่สร้างความเสียหายให้แก่พื้นที่ป่าไม้มากที่สุด เพราะไฟจะไหม้ทำลายรากไม้ ทำให้ต้นไม้ใหญ่ค่อยๆ ตายในเวลาต่อมา ยิ่งไปกว่านั้นยังเป็นไฟที่ควบคุมได้ยากที่สุดอีกด้วย ไฟใต้ดินโดยทั่วไปมักจะเกิดจากไฟผิวดินก่อนแล้วลุกลามลงใต้ผิวพื้นป่า ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนไม่สับสน ในที่นี้จึงขอแบ่งไฟใต้ดินออกเป็น ๒ ชนิดย่อย ได้แก่

๑) ไฟใต้ดินสมบูรณ์แบบ (True Ground Fire) คือ ไฟที่ไหม้อินทรีย์วัตถุอยู่ใต้ผิวพื้นป่าจริงๆ ดังนั้นเมื่อยืนอยู่บนพื้นป่าจึงไม่สามารถตรวจพบไฟได้ ต้องใช้เครื่องมือพิเศษ เช่นเครื่องตรวจจับความร้อน เพื่อตรวจหาไฟชนิดนี้ ตัวอย่างที่เห็นได้อย่างชัดเจนของไฟใต้ดินสมบูรณ์แบบ คือ ไฟที่ไหม้ชั้นถ่านหินใต้ดิน (Coal Seam Fire) บนเกาะกาลิมันตันของประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งเกิดขึ้นตั้งแต่ช่วงการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ในปี ค.ศ. ๑๙๘๒ ไฟถ่านหินดังกล่าวครุกรุ่นกินพื้นที่ขยายกว้างออกไปเรื่อยๆ สร้างความยากลำบากในการตรวจหาขอบเขตของไฟและยังไม่สามารถควบคุมไฟได้ทั้งหมดจนถึงปัจจุบันนี้ ในบางพื้นที่กว่าจะทราบว่ามีไฟดังกล่าวไหม้ผ่านก็ต่อเมื่อไฟไหม้ผ่านไปแล้วเกือบสองปีและต้นไม้ที่ถูกไฟไหม้ทำลายระบบรากเริ่มยืนแห้งตายพร้อมกันทั้งป่า สำหรับประเทศไทยยังไม่เคยพบไฟใต้ดินสมบูรณ์แบบเช่นนี้มาก่อน

๒) ไฟกึ่งผิวดินกึ่งใต้ดิน (Semi-Ground Fire) ได้แก่ ไฟที่ไหม้ในสองมิติ คือ ส่วนหนึ่งไหม้ไปในแนวระนาบไปตามผิวน้ำเช่นเดียวกับไฟผิวดิน ในขณะเดียวกันอีกส่วนหนึ่งจะไหม้ในแนวดิ่งลึกลงไป ในชั้นอินทรีย์วัตถุใต้ผิวน้ำ ซึ่งอาจไหม้ลึกลงไปได้หลายฟุต ไฟดังกล่าวสามารถตรวจพบได้โดยง่าย เช่นเดียวกับไฟผิวดินทั่วไป แต่การดับไฟจะต้องใช้เทคนิคการดับไฟผิวดินผสมผสานกับเทคนิคการดับไฟใต้ดิน จึงจะสามารถควบคุมไฟได้ ตัวอย่างของไฟชนิดนี้ ได้แก่ ไฟที่ไหม้ป่าพรุในเกาะสุมาตรา และเกาะกาลิมันตัน ของประเทศอินโดนีเซีย และไฟที่ไหม้ป่าพรุโต๊ะแดง และป่าพรุบาเจาะ ในจังหวัดนราธิวาส ของประเทศไทย



ภาพที่ ๒ ไฟใต้ดิน

ที่มา : คัดค้านัฐ (๒๕๖๓)

๑.๓.๒ ไฟผิวดิน (Surface Fire) คือ ไฟที่ไหม้ลุกลามไปตามผิวดิน โดยเผาไหม้เชื้อเพลิงบนพื้นป่า อันได้แก่ ใบไม้ กิ่งก้านไม้แห้งที่ตกสะสมอยู่บนพื้นป่า หญ้า ลูกไม้เล็กๆ ไม้พื้นล่าง กอไผ่ ไม้พุ่ม ไฟชนิดนี้เป็นไฟที่พบมากที่สุดและพบโดยทั่วไปในแทบทุกภูมิภาคของโลก ความรุนแรงของไฟจะขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของเชื้อเพลิง โดยทั่วไปไฟชนิดนี้จะไม่ทำอันตรายต้นไม้ใหญ่ถึงตาย แต่จะทำให้เกิดรอยแผลไฟไหม้ ซึ่งมีผลให้อัตราการเจริญเติบโตของต้นไม้ลดลง คุณภาพของเนื้อไม้ลดลง ไม่มีรอยตำหนิ และทำให้ต้นไม้อ่อนแอจนโรคและแมลงสามารถเข้าทำอันตรายต้นไม้ได้โดยง่าย สำหรับประเทศไทย ไฟป่าส่วนใหญ่จะเป็นไฟชนิดนี้ โดยจะมีความสูงเปลวไฟ ตั้งแต่ ๐.๕ - ๓ เมตร ในป่าเต็งรัง จนถึงความสูงเปลวไฟ ๕ - ๖ เมตร ในป่าเบญจพรรณที่มีกอไผ่หนาแน่น ไฟป่าชนิดนี้หากสามารถตรวจพบได้ในขณะเพิ่งเกิด และส่งกำลังเข้าไปควบคุมอย่างรวดเร็วก็จะสามารถควบคุมไฟได้โดยไม่ยากลำบากนัก แต่หากทอดเวลาให้ยืดยาวออกไปจนไฟสามารถแผ่ขยายออกเป็นวงกว้างมากเท่าไร การควบคุมก็จะยากขึ้นมากเท่านั้น



ภาพที่ ๓ ไฟผิวดิน
ที่มา : คัดค้านัฐ (๒๕๖๓)

๑.๓.๓ ไฟเรือนยอด (Crown Fire) คือ ไฟที่ไหม้ลุกลามจากยอดของต้นไม้หรือไม้พุ่มต้นหนึ่งไปยังยอดของต้นไม้หรือไม้พุ่มอีกต้นหนึ่ง ส่วนใหญ่เกิดในป่าสนในเขตอบอุ่น ไฟชนิดนี้มีอัตราการลุกลามที่รวดเร็วมาก และเป็นอันตรายอย่างยิ่งสำหรับพนักงานดับไฟป่า ทั้งนี้เนื่องจากไฟมีความรุนแรงมาก และมีความสูงเปลวไฟประมาณ ๑๐ – ๓๐ เมตร แต่ในบางกรณีไฟอาจมีความสูงถึง ๔๐ – ๕๐ เมตร โดยเท่าที่ผ่านมามีปรากฏว่ามีพนักงานดับไฟป่าจำนวนไม่น้อยถูกไฟชนิดนี้ล้อมจนหมดทางหนี และถูกไฟครอกตายในที่สุด ไฟเรือนยอดโดยทั่วไปอาจต้องอาศัยไฟผิวดินเป็นสื่อไม่มากนักน้อย ดังนั้นเพื่อความชัดเจน จึงสามารถแบ่งไฟเรือนยอดออกเป็น ๒ ชนิดย่อย ได้ดังนี้

๑) ไฟเรือนยอดที่ต้องอาศัยไฟผิวดินเป็นสื่อ (Dependent Crown Fire) คือ ไฟเรือนยอดที่ต้องอาศัยไฟที่ลุกลามไปตามผิวดินเป็นตัวนำเปลวไฟขึ้นไปสู่เรือนยอดของต้นไม้อื่นที่อยู่ใกล้เคียง ไฟชนิดนี้มักเกิดในป่าที่ต้นไม้ไม่หนาแน่น เรือนยอดของต้นไม้จึงอยู่ห่างกัน แต่บนพื้นป่ามีเชื้อเพลิงอยู่หนาแน่น และต่อเนื่อง การลุกลามของไฟจากยอดไม้ต้นหนึ่งไปยังอีกต้นหนึ่งต้องอาศัยไฟที่ลุกลามไปตามผิวดินเป็นตัวนำเปลวไฟไปยังต้นไม้ จนต้นไม้ที่ไฟผิวดินลุกลามไปถึงแห้งและร้อนจนถึงจุดสันดาป ลักษณะของไฟชนิดนี้ จะเห็นไฟผิวดินลุกลามไปก่อนแล้วตามด้วยไฟเรือนยอด

๒) ไฟเรือนยอดที่ไม่ต้องอาศัยไฟผิวดิน (Running Crown Fire) เกิดในป่าที่มีต้นไม้ที่ติดไฟได้ง่ายและมีเรือนยอดแน่นทึบติดต่อกัน เช่น ในป่าสนเขตอบอุ่น การลุกลามจะเป็นไปอย่างรวดเร็วและรุนแรงจากเรือนยอดหนึ่งไปสู่อีกเรือนยอดหนึ่งที่อยู่ข้างเคียงได้โดยตรง จึงเกิดการลุกลามไปตามเรือนยอดอย่างต่อเนื่อง ในขณะเดียวกัน ลูกไฟจากเรือนยอดจะตกลงบนพื้นป่า ก่อให้เกิดไฟผิวดินไปพร้อมๆ กันด้วย ทำให้ป่าถูกเผาผลาญอย่างราบพนาสุญ การดับไฟทำได้ยากมาก จำเป็นต้องใช้เครื่องจักรกลหนัก และการดับไฟทางอากาศเข้าช่วย สำหรับประเทศไทย โอกาสเกิดไฟเรือนยอดเป็นไปได้ยาก ทั้งนี้เนื่องจากสภาพภูมิอากาศที่มีความชื้นค่อนข้างสูง ประกอบกับชนิดไม้ป่าส่วนใหญ่ลำต้นไม่มีน้ำมันหรือยาง ซึ่งจะทำให้ติดไฟได้ง่ายเหมือนไม้สนในเขตอบอุ่น อย่างไรก็ตาม ในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งมีการปลูกสวนป่าสนสามใบอย่างกว้างขวางมาเป็นเวลานาน จนในปัจจุบันต้นสนเจริญเติบโตจนเรือนยอดแผ่ขยายมาชิดติดกัน ดังนั้นหากเกิดไฟไหม้ในสวนป่าดังกล่าวในช่วงที่อากาศแห้งแล้งอย่างรุนแรง โอกาสที่จะเกิดเป็นไฟเรือนยอด ก็มีความเป็นไปได้สูง



ภาพที่ ๔ ไฟเรือนยอดที่ไม่ต้องอาศัยไฟผิวดิน
ที่มา : คัดค้านัฐ (๒๕๖๓)

๑.๔ สาเหตุของการเกิดไฟป่า

จุฬารัตย์ (๒๕๕๓) กล่าวว่า สาเหตุของการเกิดไฟป่า เกิดจาก ๒ สาเหตุหลัก คือ

๑.๔.๑ จากธรรมชาติ โดยเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น ไฟผ่า กิ่งไม้เสียดสีกัน ภูเขาไฟระเบิด ปฏิกริยาเคมีในดินป่าพรุ การลุกไหม้ในตัวเองของสิ่งมีชีวิต (Spontaneous Combustion) เป็นต้น

๑.๔.๒ จากมนุษย์ โดยมีสาเหตุมาจาก

๑) การเก็บหาของป่า เช่น ไข่มดแดง เห็ด ใบตองตึง น้ำผึ้ง ผักหวาน ทั้งนี้โดยการจุดไฟเพื่อให้พื้นที่ป่าโล่ง เดินได้สะดวก หรือกระตุ้นการแตกใบใหม่ของผักหวานและใบตองตึง จุดเพื่อไล่ตัวมดแดง หรือรมควันให้ผึ้งให้ออกจากรัง เป็นต้น

๒) การเผาไร่ เกิดจากการเผาเพื่อกำจัดวัชพืช หรือเพื่อเตรียมพื้นที่เพาะปลูก โดยไม่มี การควบคุม และไม่ได้ทำแนวกันไฟ ทำให้ไฟลุกลามเข้าไปในพื้นที่ป่า

๓) แก่งจุก อาจเกิดจากความขัดแย้งกับหน่วยงานรัฐในพื้นที่ หรือเหตุผลอื่น

๔) ความประมาท เช่น เข้าไปพักแรมในป่าแล้วก่อกองไฟแล้วลืมดับ

๕) ล่าสัตว์ โดยจุดไฟเพื่อไล่สัตว์ให้หนีจากที่ซ่อน หรือ ที่กำบัง

๖) การเลี้ยงปศุสัตว์แบบปล่อยหากินตามธรรมชาติในพื้นที่ป่า โดยการจุดไฟเพื่อให้ป่าโล่ง มีสภาพเป็นทุ่งหญ้า หรือจุดเพื่อให้หญ้าระบัด

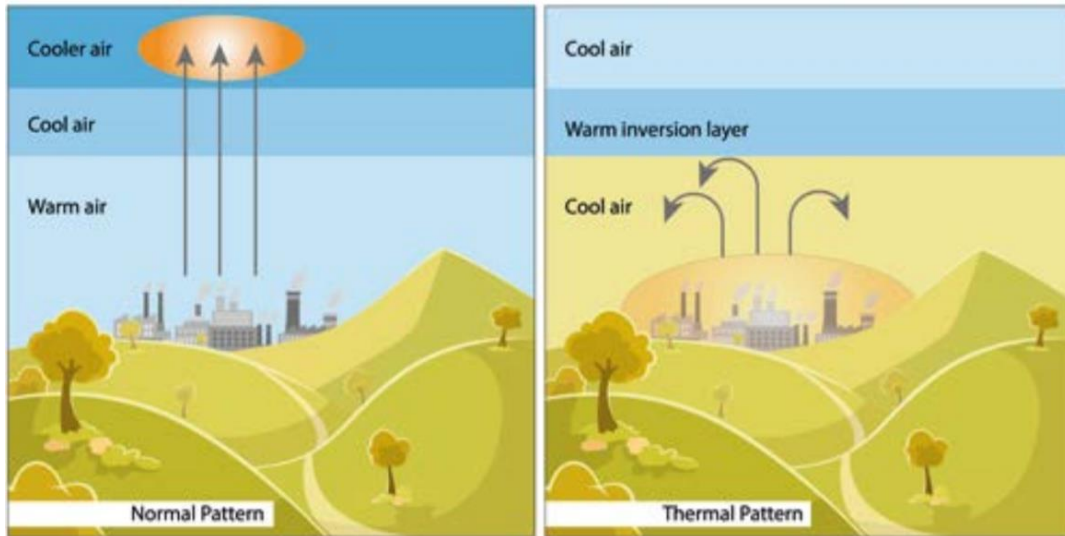
๗) ความคึกคะนอง หรือเพื่อความสนุกสนาน

๑.๕ การเกิดปัญหาหมอกควันปกคลุมพื้นที่

วิจัยรย์ สิมานายา ให้ความหมายของหมอกควันว่าหมายถึง การสะสมของควันหรือฝุ่นในอากาศ ส่วนใหญ่เกิดจากเผาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและไฟฟ้า หมอกควันจัดเป็นมลพิษทางอากาศ อย่างหนึ่งในบรรดาสารต่างๆ ที่ปะปนอยู่ในอากาศ หมอกควัน เป็นฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า ๑๐ ไมครอน (PM ๑๐) ซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน ความเป็นอันตรายของฝุ่นละอองต่อสุขภาพขึ้นอยู่กับขนาดของฝุ่นละออง ความเข้มข้น ระยะเวลาที่สัมผัส และสภาพร่างกายของผู้รับแต่ละคน

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักประชาสัมพันธ์เขต ๓ จังหวัดเชียงใหม่ กล่าวว่า หมอกควัน หมายถึง ปรากฏการณ์ที่ฝุ่น ควันและอนุภาคแขวนลอยในอากาศ รวมตัวกันในสภาวะที่อากาศปิด เกิดขึ้นได้ง่ายในสภาพอากาศแห้ง ลักษณะภูมิประเทศที่เอื้อให้เกิดหมอกควันปกคลุม ได้แก่ พื้นที่แอ่งกระทะ หรือ พื้นที่ปิดระหว่างหุบเขา ประกอบกับบรรยากาศเหนือภูมิประเทศนั้นมีชั้นอุณหภูมิผกผันเกิดขึ้น ตามทฤษฎีมวลอากาศเย็นจะอยู่ใกล้พื้นดินเพราะมีความหนาแน่นและมีน้ำหนักมากกว่ามวลอากาศร้อน และถ้าหากมวลอากาศร้อนเคลื่อนตัวอย่างรวดเร็วและรุนแรงเพียงพอแล้ว จะสามารถปิดกั้นการถ่ายเทความร้อนและอนุภาคแขวนลอยในบรรยากาศด้านล่างไม่ให้อันขึ้นมอด้านบนได้

จากนิยามที่กล่าวมาในข้างต้นสรุปได้ว่า การเกิดปัญหาหมอกควันปกคลุมพื้นที่นั้น เป็นปรากฏการณ์ที่ฝุ่นควันและอนุภาคแขวนลอยขนาดเล็กที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนมารวมตัวกัน และไม่สามารถแพร่กระจายออกไปได้ เนื่องจากการสภาพอากาศและลักษณะภูมิประเทศที่เอื้อให้เกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เรียกกันว่า Inversion Layer หรือ ชั้นบรรยากาศอุณหภูมิผกผัน ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากเผาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและไฟฟ้า



ภาพที่ ๕ ปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เรียกกันว่า Inversion Layer หรือ ชั้นบรรยากาศอุณหภูมิผกผัน
รูปซ้าย: เป็นสภาพปกติ รูปขวา: จะเห็นว่าอากาศบริเวณผิวดินเย็นกว่าอากาศที่อยู่ชั้นบนขึ้นไป
จึงเกิด Thermal Inversion ซึ่งทำให้อากาศไม่สามารถลอยตัวสูงขึ้นไปได้
ที่มา: วสันต์ (๒๕๕๘)



ภาพที่ ๖ สภาพการณ์ไม่ลอยตัวของควันเมื่อเกิดชั้นบรรยากาศอุณหภูมิผกผัน
ที่มา: วสันต์ (๒๕๕๘)

บทที่ ๒

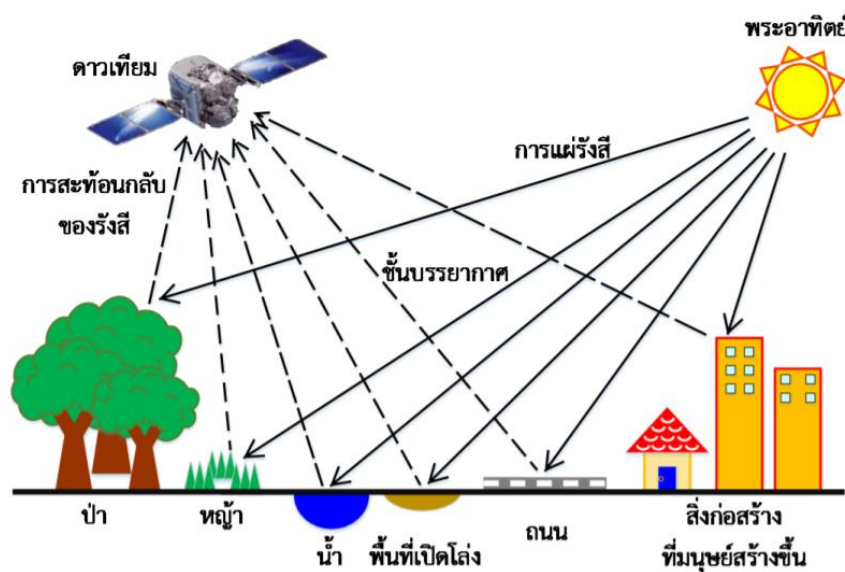
องค์ความรู้ “เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics)”

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics)

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ หมายถึง การบูรณาการความรู้และเทคโนโลยีทางการรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing : RS) ด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) และด้านระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System : GPS) เพื่อประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ มีรายละเอียด ดังนี้

๒.๑ การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing: RS)

การรับรู้จากระยะไกล หมายถึง การได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ โดยปราศจากการสัมผัสทางกายภาพกับวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้นๆ โดยตรง ดังเช่น ภาพถ่ายดาวเทียม ที่อาศัยเทคโนโลยีบันทึกคุณลักษณะจากการสะท้อนหรือการแผ่รังสีพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุต่างๆ แล้วประมวลข้อมูลเป็นรูปภาพหรือข้อมูลเชิงตัวเลข



ภาพที่ ๗ การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing: RS)

ที่มา : การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing)

๒.๒ ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System)

ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก คือ การอาศัยการคำนวณจากสัญญาณนาฬิกาที่ส่งมาจากดาวเทียมที่โคจรรอบโลกกับเครื่อง GPS เพื่อหาตำแหน่ง ณ จุดใดๆ บนโลกอ้างอิงกับระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ จึงนับได้ว่าเป็นระบบนำทางที่ดีในปัจจุบัน ซึ่งการรับสัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อย ๓ ดวง สามารถคำนวณตำแหน่งที่อยู่ในแบบ ๒ มิติ คือ เฉพาะค่าในแนวราบ และหากระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกรับดาวเทียมได้ ๔ ดวงขึ้นไป จะทราบตำแหน่งที่อยู่ในแบบ ๓ มิติ คือ ตำแหน่ง และความสูง



ภาพที่ ๘ ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System)
ที่มา : GPS ระบบพิกัดแผนที่ผ่านดาวเทียม (๒๕๕๗)

โดยระบบพิกัดแผนที่ที่สำคัญ ๒ ระบบ คือ

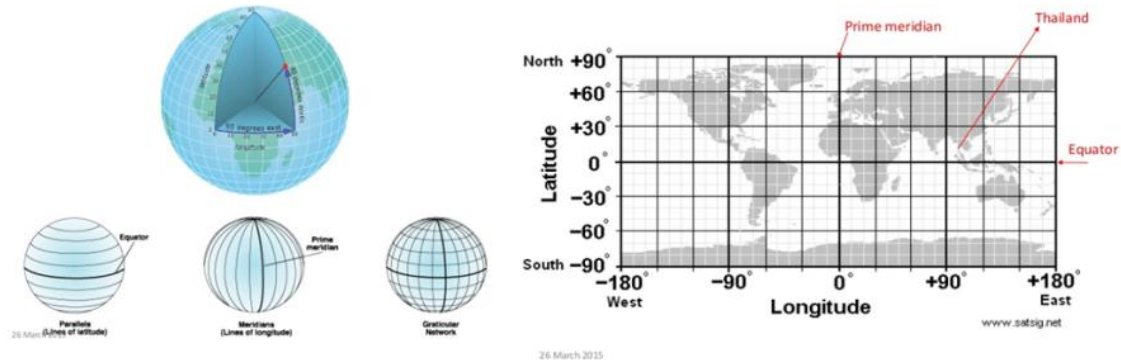
๒.๒.๑ ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate systems)

เป็นระบบที่กำหนดตำแหน่งต่างๆ บนพื้นโลก ด้วยวิธีการอ้างอิงบอกตำแหน่งเป็นค่าระยะเชิงมุมของละติจูด (Latitude) และลองจิจูด (Longitude) ตามระยะเชิงมุมที่ห่างจากศูนย์กำเนิดของละติจูดและลองจิจูดที่กำหนดขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

๑) **ละติจูด (Origin of latitude)** เป็นเส้นสมมติที่วางตามแนวนอนของโลก ซึ่งแบ่งโลกออกเป็นซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ ฉะนั้นค่าระยะเชิงมุมของละติจูดจะเป็นค่าเชิงมุมที่เกิดจากมุมที่ศูนย์กลางของโลกกับแนวระดับฐานกำเนิดมุมที่เส้นรนาบศูนย์สูตร โดยวัดค่าของมุมออกไปทางซีกโลกเหนือและทางซีกโลกใต้ ค่าของมุมจะสิ้นสุดที่ขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ มีค่าเชิงมุม ๙๐ องศาพอดี ดังนั้นการใช้ค่าระยะเชิงมุมของละติจูดอ้างอิงบอกตำแหน่งต่างๆ นอกจากจะกำหนดเรียกค่าวัดเป็น องศา ลิปดา และฟิลิปดา แล้วจะกำกับด้วยตัวอักษรบอกทิศทางเหนือหรือใต้เสมอ เช่น ละติจูดที่ ๓๐ องศา ๒๐ ลิปดา ๑๕ ฟิลิปดาเหนือ

๒) **ลองจิจูด (Origin of longitude)** เป็นเส้นสมมติที่ลากในแนวตั้งจากขั้วโลกเหนือไปยังขั้วโลกใต้ แต่ละเส้นห่างกัน ๑ องศา กำหนดให้เส้นที่ลากผ่านหอสังเกตการณ์ดาราศาสตร์ ตำบลกรีนวิช กรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ เป็นเส้น ๐ องศา หรือเรียกว่า เส้นเมริเดียนแรก (Prime meridian) เป็นเส้นที่แบ่งโลกออกเป็นซีกโลกตะวันตกและซีกโลกตะวันออกค่าระยะเชิงมุมของลองจิจูดเป็นค่าที่วัดมุมออกไปทางตะวันตก และตะวันออกของเส้นเมริเดียนแรกวัดจากศูนย์กลางของโลกตามแนวระนาบที่มีเส้นเมริเดียนแรกเป็นฐานกำเนิดมุม ค่าของมุมจะสิ้นสุดที่เส้นเมริเดียนตรงข้ามกับเส้นเมริเดียนแรกซึ่งมีค่าของมุมซีกโลกละ ๑๘๐ องศา การใช้ค่าอ้างอิงบอกตำแหน่งใช้เรียกกำหนดเช่นเดียวกับละติจูด แต่ต่างกันที่

ต้องบอกเป็นซีกโลกตะวันตก หรือซีกโลกตะวันออกแทน เช่น ลองจิจูดที่ ๙๐ องศา ๒๐ องศา ๔๕ องศา ตะวันตก



ภาพที่ ๙ แสดงแนวคิดของระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate systems)
ที่มา : ชิงชัย (๒๕๕๘)

๒.๒.๒ ระบบพิกัด UTM (Universal Transverse Mercator (UTM) coordinate system)

เป็นระบบที่ปรับมาจากระบบเส้นโครงแผนที่แบบทรานส์เวิร์สเมอร์เคเตอร์ เพื่อเป็นการรักษารูปร่างโดยใช้ทรงกระบอกตัดลูกโลกระหว่างละติจูด ๘๔ องศาเหนือ - ๘๐ องศาใต้ โดยมีรัศมีทรงกระบอกสั้นกว่ารัศมีของลูกโลก ผิวทรงกระบอกจะผ่านเข้าไปตามแนวเมริเดียนของโซน ๒ แนว คือ ตัดเข้ากับตัดออก เรียกลักษณะนี้ว่า เส้นตัด (Secant) ทำให้ความถูกต้องมีมากขึ้นโดยเฉพาะบริเวณสองข้างเมริเดียนกลาง

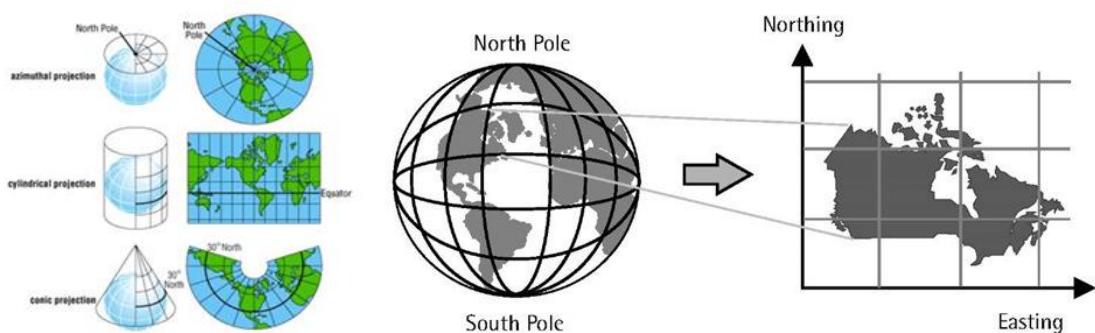
ระบบพิกัดชนิดนี้กองทัพของสหรัฐอเมริกาได้นำมาใช้ในปี ค.ศ. ๑๙๔๖ เพื่อให้ได้แผนที่ที่มีความละเอียดถูกต้องมากยิ่งขึ้น ระบบนี้ได้มาจากการฉายแผนที่แบบคงทิศทางรักษารูปร่างและมีข้อกำหนดในรายละเอียดต่างๆ ให้ถือเป็นเกณฑ์มาตรฐานเพื่อใช้งานครอบคลุมได้ทั่วโลก กำหนดให้ใช้หน่วยวัดระยะทางเป็นเมตร ระบบพิกัดยูทีเอ็ม ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายทั้งในกิจการทหารและกิจการพลเรือน สำหรับประเทศไทย รัฐบาลไทยกับรัฐบาลสหรัฐอเมริกาได้ทำความตกลงทำแผนที่ภายในประเทศเมื่อปี พ.ศ. ๒๕๓๓ โดยได้ใช้ระบบเส้นโครงแผนที่แบบทรานส์เวิร์สเมอร์เคเตอร์ระบบพิกัดยูทีเอ็ม

พื้นที่ของโลกระหว่างละติจูด ๘๐ องศาใต้ ถึงละติจูด ๘๔ องศาเหนือ ถูกแบ่งออกเป็นเขต (Zone) เขตละ ๖ องศา รวมเป็น ๖๐ เขต (Zone) ตามแนวลองจิจูดโดยมีหมายเลขกำกับโซนตั้งแต่ ๑ ถึง ๖๐ ตามลำดับ โดยโซนที่ ๑ อยู่ระหว่างลองจิจูด ๑๘๐ องศาตะวันตก ถึง ๑๗๔ องศาตะวันตก โซนที่ ๒ ก็อยู่ถัดไปทางด้านตะวันออกตามลำดับจนถึงโซนที่ ๖๐ ซึ่งอยู่ระหว่างลองจิจูด ๑๗๔ องศาตะวันออก ถึง ๑๘๐ องศาตะวันออก และประชิดกับโซนที่ ๑ ในแต่ละโซนจะมีเมริเดียนกลาง (Central meridian) เป็นของตนเอง ตัวอย่าง เช่น โซนที่ ๑ ลองจิจูด ๑๘๐ - ๑๗๔ องศาตะวันตก มีลองจิจูด ๑๗๗ องศาตะวันตก เป็นเมริเดียนกลาง ซึ่งจะมีแบบนี้จนครบทุกโซน

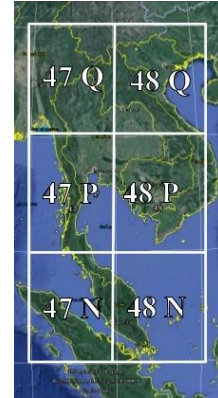
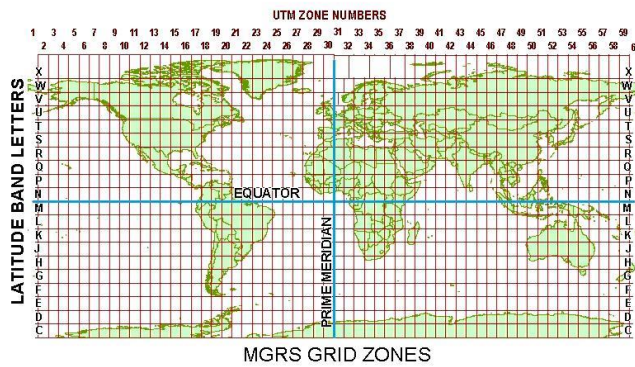
พื้นที่ในแต่ละโซนถูกแบ่งย่อยให้เป็นขอบเขตสี่เหลี่ยม โดยแนวเส้นขนานละติจูดช่วงละ ๘ องศา เริ่มจากเส้นขนานละติจูด ๘๐ องศาใต้ แบ่งทีละ ๘ องศา ผ่านเส้นระนาบศูนย์สูตรไปจนถึงเส้นขนานละติจูด ๗๒ องศาเหนือ และจากเส้นขนานละติจูด ๗๒-๘๔ องศาเหนือ แบ่งออกเป็นช่องละ ๑๒ องศา รวมทั้งหมดแบ่งได้ ๒๐ ช่องพื้นที่สี่เหลี่ยมเหล่านี้เรียกว่า เขตกริด (Grid zone) ซึ่งมีทั้งหมด ๑,๒๐๐ โซน การแบ่งวิธีนี้ทำให้เกิดสี่เหลี่ยมผืนผ้าเขตกริดขนาด ๖ องศา x ๘ องศา ยกเว้นช่วงระหว่างเส้นขนานละติจูด ๗๒ - ๘๔ องศาเหนือมีขนาดเขตกริดเท่ากับ ๖ องศา x ๑๒ องศา เมื่อแบ่งเสร็จแล้วได้กำหนดอักษรโรมันกำกับไว้ตั้งแต่ C ถึง X (ยกเว้น I กับ O) โดยเริ่มกำหนดอักษร C ตั้งแต่โซนของละติจูด ๘๐ องศาใต้

การแบ่งตารางเขตกริดเหล่านี้ จะมีเลขอักษรประจำโซนของกริด (UTM Grid zone destination) โดยการอ่านหมายเลขไปทางขวาแล้วอ่านขึ้น เช่น “๔๗ Q” หมายถึง เลขกำกับโซนในแนวตั้งที่ ๔๗ และอักษรกำกับโซนในแนวนอนที่ Q สำหรับอักษร A, B และ Y, Z ใช้สำหรับกำกับในยูนิเวอร์ซัลโพลาร์สเตอริโอกราฟิก (Universal Polar Stereographic : UPS) บริเวณขั้วโลกทั้งสองข้าง

ตามระบบพิกัดยูทีเอ็มใช้หน่วยระยะทางเป็นเมตร โดยในแต่ละโซนเส้นเมริเดียนกลางตัดกับเส้นระนาบศูนย์สูตรเป็นมุมฉาก ณ จุดตัดนี้เรียกว่า จุดกำเนิดโซน ของระบบพิกัดยูทีเอ็ม ทิศทางที่ขนานกับแนวเมริเดียนกลาง และชี้ขึ้นไปทางเหนือ เรียกว่า ทิศเหนือกริด มีการกำหนดค่าพิกัดตะวันออกให้เส้นเมริเดียนกลางเป็น ๕๐๐,๐๐๐ เมตร (Easting ๕๐๐,๐๐๐ m.) ห่างจากจุดกำเนิดสมมติ (False origin) และกำหนดให้พิกัดเหนือสำหรับเส้นระนาบศูนย์สูตรไว้เป็น ๒ กรณีสําหรับซีกโลกเหนือให้มีค่าเป็น ๐ เมตร (Northing ๐ m.) ห่างจากเส้นระนาบศูนย์สูตร ส่วนบริเวณใต้เส้นระนาบศูนย์สูตรมีค่าเป็น ๑๐,๐๐๐,๐๐๐ เมตร (Northing ๑๐,๐๐๐,๐๐๐ m.) ห่างจากจุดกำเนิดสมมติ ดังนั้นจุดศูนย์กำเนิดโซนของระบบพิกัดยูทีเอ็ม จึงมีค่าพิกัดเป็น E ๕๐๐,๐๐๐ m ; N ๐ m สำหรับการใช้งานในซีกโลกเหนือ และ E ๕๐๐,๐๐๐ m.;N ๑๐,๐๐๐,๐๐๐ m. สำหรับซีกโลกใต้ นอกจากนี้ขอบเขตการใช้ค่าพิกัดยูทีเอ็มสามารถเลื่อนเข้าไปในโซนข้างเคียงได้เป็นพื้นที่กว้าง ๔๐ กิโลเมตร เพื่อความสะดวกในการใช้งานบริเวณขอบโซน



ภาพที่ ๑๐ แสดงชนิด Type Projection (ซ้าย) และ ชนิด Concept of map projection (ขวา)
ที่มา: Map projections



ภาพที่ ๑๑ ระบบพิกัดกริด
ที่มา : ชิงชัย (๒๕๕๘)

๒.๓ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นระบบที่นำเอาข้อมูลมารวบรวม จัดเก็บ และวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ สามารถทำการสืบค้นข้อมูลและปรับปรุงข้อมูล รวมไปถึงการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เพื่อช่วยประกอบการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ได้ ซึ่งมีองค์ประกอบ ดังนี้



ภาพที่ ๑๒ องค์ประกอบต่างๆ ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
ที่มา: กลุ่มงานข้อมูลสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานจังหวัดแพร่

๒.๓.๑ บุคลากร (User/People) ได้แก่ ผู้ปฏิบัติงานที่มีความชำนาญเฉพาะทาง มีประสบการณ์ตลอดจนมีความรู้ในสาขาวิชาอื่น เพื่อนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ โดยพื้นฐานแล้วบุคลากรด้านนี้ควรมีความรู้ด้านภูมิศาสตร์ การแผนที่ สารสนเทศ และคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ควรมีประสบการณ์ในการใช้ซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ อีกทั้งมีความเข้าใจในข้อมูลเชิงพื้นที่และมีความสามารถในการคิดและผสมผสานกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล

๒.๓.๒ ข้อมูล (data) มีส่วนประกอบ ๒ ส่วน คือ

๑) ข้อมูลเชิงภาพ (Graphic data) เป็นตัวแทนซึ่งแสดงลักษณะต่างๆ บนพื้นผิวโลก และอ้างอิงตำแหน่งด้วยระบบพิกัดภูมิศาสตร์ โดยสามารถแบ่งได้ ๒ แบบ

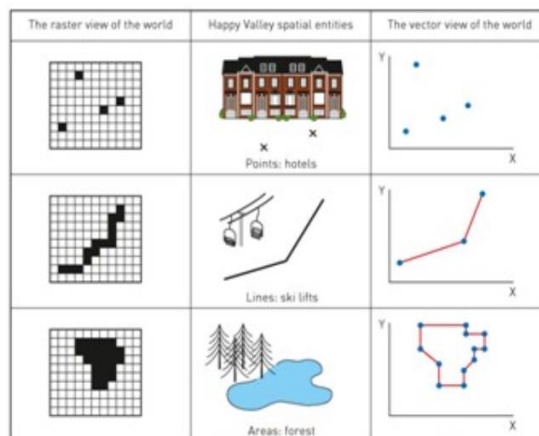
(๑) ข้อมูลแบบ Vector format มี ๓ รูปแบบ คือ

- จุด (Point) จะใช้แสดงข้อมูลที่เป็นลักษณะของตำแหน่งที่ตั้ง ได้แก่ ที่ตั้ง อช. ขสป.
- เส้น (Line) จะใช้แสดงข้อมูลที่เป็นลักษณะของเส้น เช่น ถนน แม่น้ำ
- พื้นที่ (Polygon) จะใช้แสดงข้อมูลที่เป็นลักษณะของพื้นที่ เช่น ขอบเขตพื้นที่

(๒) ข้อมูล Raster format คือ ข้อมูลที่มีโครงสร้างเป็นช่องเหลี่ยม เรียกว่า จุดภาพ หรือ Grid cell เรียงต่อเนื่องกันในแนวราบและแนวดิ่ง ในแต่ละจุดภาพสามารถเก็บค่าได้ ๑ ค่า ความสามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูลขึ้นอยู่กับขนาดของเซลล์ ณ จุดพิกัดที่ประกอบขึ้นเป็นฐานข้อมูลแสดงตำแหน่งชุดนั้น ค่าที่เก็บในแต่ละจุดภาพสามารถเป็นได้ทั้งข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ หรือรหัสที่ใช้อ้างอิงถึงข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลก็ได้ Raster Data อาจแปรรูปมาจากข้อมูล Vector หรือแปรจาก Raster ไปเป็น Vector หรือแปรจาก Raster ไปเป็น Vector แต่เห็นได้ว่าจะมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นระหว่างการแปรรูปข้อมูล

RASTER

VECTOR



ภาพที่ ๑๓ ลักษณะข้อมูล (data)

ที่มา: SUSHIL K.

๒) ข้อมูลอรรถธิบาย (Attribute data) เป็นข้อมูลที่ใช้อธิบายข้อมูลเชิงพื้นที่ ในรูปแบบตารางข้อมูล หรือสถิติต่างๆ ซึ่งข้อมูลคุณลักษณะมีทั้งข้อมูลแสดงระดับคุณภาพ (Qualitative Data) และข้อมูลแสดงปริมาณ (Quantitative Data)

๒.๓.๓ ระบบโปรแกรม (Software) ทำหน้าที่จัดการควบคุมการประมวลผลของคอมพิวเตอร์

๒.๓.๔ ระบบคอมพิวเตอร์ (Hardware) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

๒.๓.๕ กระบวนการหรือวิธีการ (Procedure/ Method) เป็นกระบวนการเพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์ดำเนินงาน ให้ได้สารสนเทศตามเป้าหมาย ซึ่งต้องอาศัยองค์ประกอบและองค์ความรู้ต่างๆ ตามศาสตร์ที่จะดำเนินการ

บทที่ ๓

องค์ความรู้ “เทคโนโลยีในการติดตามการเผาหรือจุดความร้อน (Fire Hotspot)”

๓.๑ จุดความร้อน (Hotspot) คือ

บริเวณที่ดาวเทียมตรวจพบค่าความร้อนของอุณหภูมิพื้นผิวของวัตถุ (Land surface temperature) สูงผิดปกติ โดยการได้มาซึ่งข้อมูลอาศัยหลักการที่ว่า การแผ่รังสีความร้อน (Infrared, IR) ของพื้นผิววัตถุ จากนั้นก็ประมวลผลแสดงในรูปแบบจุด (Point) ซึ่งส่วนมากก็คือเปลวไฟ (Flaming fire) หรือบริเวณที่ยังมีไฟคุกรุ่น (Smoldering fire)

๓.๒ ดาวเทียมตรวจหาจุดความร้อน (Hotspot)

ปัจจุบันดาวเทียมตรวจหาจุดความร้อน (Hotspot) ที่นำมาใช้ในงานด้านไฟป่าในประเทศไทย มีอยู่ ๓ ดวง ๒ ระบบ ได้แก่

๓.๒.๑ ระบบ MODIS ดาวเทียม Terra และ Aqua

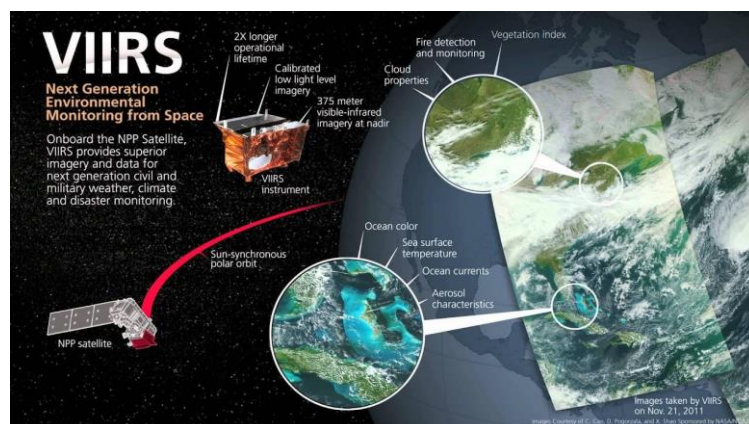
ระบบ MODIS มีชื่อเต็มๆ ว่า Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer เป็น ๑ ใน ๕ ของระบบเซนเซอร์ที่ติดตั้งบนดาวเทียม Terra และ Aqua เพื่อใช้ในการติดตามและตรวจสอบข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งข้อมูลระบบ MODIS มี ๓๖ แบนด์ ตั้งแต่ความยาวคลื่น ๐.๔ ถึง ๑๔.๔ ไมครอน มีขนาดความละเอียดเชิงพื้นที่แตกต่างกัน ๓ ระดับ คือ ที่ขนาด ๒๕๐ เมตร (แบนด์ ๑ และ ๒) ขนาด ๕๐๐ เมตร (แบนด์ ๓ - ๗) และขนาด ๑ กิโลเมตร (๒๙ แบนด์ที่เหลือ) มีมุมมองได้สูงสุด ๕๕ องศาในแต่ละด้าน และสามารถบันทึกข้อมูลครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลกได้ภายใน ๒ วัน ให้ข้อมูลแบบ near real time

โดยดาวเทียม Terra ถูกส่งขึ้นวงโคจรเมื่อปี พ.ศ. ๒๕๔๒ โคจรจากขั้วโลกเหนือมายังขั้วโลกใต้ (descending) โคจรผ่านประเทศไทยช่วงเวลา ๑๓.๐๐ - ๑๔.๐๐ น. และ ๒๒.๐๐ - ๒๓.๐๐ น. ในขณะที่ Aqua ถูกส่งเมื่อปี พ.ศ. ๒๕๔๗ โคจรจากขั้วโลกใต้ขึ้นไปยังขั้วเหนือ (ascending) โคจรผ่านประเทศไทยช่วงเวลา ๐๑.๐๐ - ๐๒.๐๐ น. และ ๑๐.๐๐ - ๑๑.๐๐ น. วงโคจรอยู่ที่ระดับ ๗๐๕ กิโลเมตร ทั้ง ๒ ดวง ซึ่งการใช้ดาวเทียม ๒ ดวง ทำให้สามารถรับสัญญาณได้ถึง ๔ รอบ ใน ๑ วัน ช่วยให้การติดตามจุดความร้อนในพื้นที่ต่างๆ เป็นไปอย่างรวดเร็ว และสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการตัดสินใจ เลือกวิธีการจัดการหยุดหรือปรับเปลี่ยนภารกิจในการดับไฟป่าได้ทันต่อสถานการณ์ แต่อย่างไรก็ตาม ระบบ MODIS ก็ยังมีข้อจำกัดคือ การที่วงโคจรอยู่ต่ำกว่า ส่งผลให้บางช่วงเวลาก่อให้เกิดช่องว่างของการบันทึกข้อมูลระหว่างแนวโคจรบริเวณส่วนกลางของโลก

๓.๒.๒ ระบบ VIIRS ดาวเทียม Suomi-NPP

ระบบ VIIRS มีชื่อเต็มๆ ว่า Visible Infrared Imaging Radiometer Suite เป็น ๑ ใน ๕ ของระบบเซนเซอร์ที่ติดตั้งบนดาวเทียม Suomi National Polar-orbiting Partnership (Suomi-NPP) เพื่อการสำรวจเมฆ ละอองลอยในชั้นบรรยากาศ สีของมหาสมุทร อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินและทะเล การเคลื่อนที่ของธารน้ำแข็ง ไฟป่า ซึ่งข้อมูลที่ได้รับจากระบบ VIIRS มี ๒๒ แบนด์ ความยาวคลื่นที่สำรวจอยู่ระหว่าง ๐.๔๑ ถึง ๑๒.๕ ไมครอน มีความละเอียดเชิงพื้นที่ ๓๗๕ เมตร ๕ แบน (high resolution Imagery channels (I-bands)) และ ๗๕๐ เมตร ๑๖ แบน (moderate resolution channels (M-bands)) and a Day/Night Band (DNB))

โดยดาวเทียม Suomi-NPP ถูกส่งขึ้นวงโคจรเมื่อ พ.ศ. ๒๕๕๔ โคจรผ่านบริเวณศูนย์สูตร ๑๔ รอบต่อวัน โคจรผ่านประเทศไทยช่วงเวลา ๐๐.๐๐-๐๓.๐๐ น. และ ๑๒.๐๐- ๑๕.๐๐ น. ถ่ายภาพกว้าง ๓,๐๔๐ กิโลเมตร ถ่ายทั้งโลกภายใน ๑๒ ชั่วโมง สามารถบันทึกภาพทั้งโลกได้สองครั้งต่อวัน ทำให้ไม่มีช่องว่างของข้อมูลอีกต่อไปและลบข้อมูลที่บันทึกผิดพลาดซ้ำซ้อนกันน้อยลง เหตุผลที่นำดาวเทียมระบบนี้มาใช้ในการติดตามไฟป่า เนื่องจากเป็นเซนเซอร์ที่ทันสมัย สามารถให้รายละเอียดในการปฏิบัติการได้มากกว่าสามารถตรวจสอบลักษณะการขยายตัวของจุดความร้อนได้ดีกว่าและสามารถตรวจจับจุดความร้อนที่มีขนาดเล็กและอุณหภูมิต่ำกว่าระบบ MODIS



ภาพที่ ๑๔ ระบบ VIIRS ดาวเทียม Suomi-NPP
ที่มา: วีรชัย (๒๕๕๙)

วีรชัย ตันพิพัฒน์ (๒๕๕๙) กล่าวถึง จุดเด่นของระบบ VIIRS ดังนี้

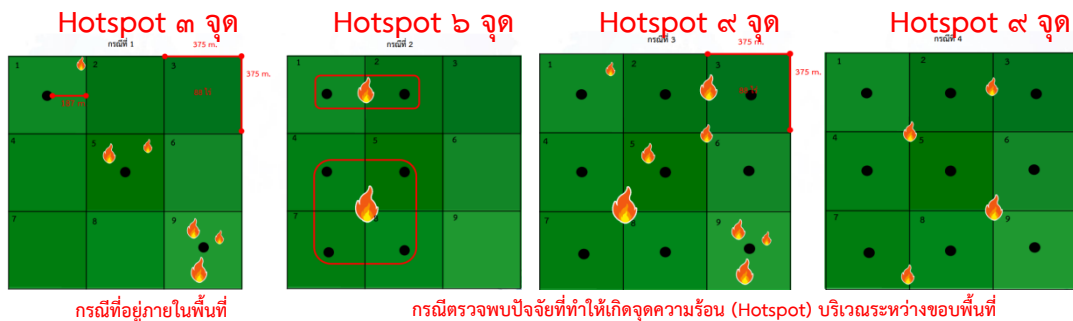
- ไม่มีช่องว่างของข้อมูลอีกต่อไป
- ลบข้อมูลส่วนเกินเวลาบันทึกเป็นผลให้ข้อมูลซ้ำซ้อนน้อยลง
- ออกแบบให้ทำงานได้นานกว่าปกติ ๒ เท่า
- มี band ที่ได้ออกแบบมาเพื่อตรวจจับไฟโดยเฉพาะ
- มี Bands ที่จับความร้อนอยู่ที่ ๓๗๕ เมตร และ ๗๕๐ เมตร ทำให้ตรวจหาไฟได้ดีกว่า

อย่างน้อย ๓ เท่า ตามรายละเอียดทางกายภาพ spatial resolution

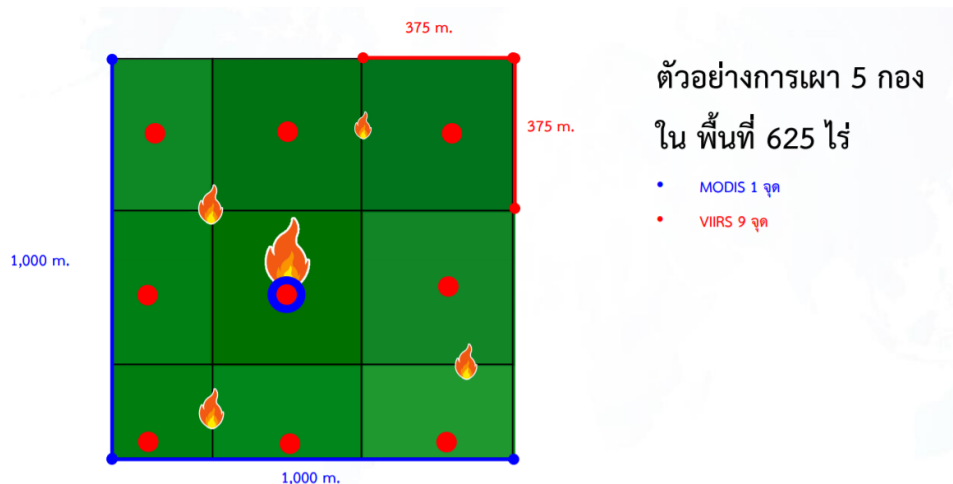
๓.๓ การเกิดจุดความร้อน (Hotspot)

การเกิดจุดความร้อน (Hotspot) ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น มุมที่ถ่าย (Scan angle) ชีวนิเวศ (Biome) ตำแหน่งดวงอาทิตย์ (sun position) อุณหภูมิพื้นผิวของวัตถุ (Land surface temperature) เมฆปกคลุม (Cloud cover) ปริมาณควัน (Amount of smoke) และทิศทางลม (Wind direction) เป็นต้น

ซึ่งในระบบ MODIS จะตรวจวัดปัจจัยที่กล่าวมานั้นภายในพื้นที่ ๑,๐๐๐ x ๑,๐๐๐ เมตร หรือ ๑ ตารางกิโลเมตร แล้วประมวลผลเป็น ๑ จุดความร้อน ณ กึ่งกลางพื้นที่ ถ้าเกิดจุดความร้อนมากกว่า ๑ จุดภายในพื้นที่ ๑ ตารางกิโลเมตรเดียวกันก็จะนับเป็น ๑ จุดความร้อนเช่นกัน แต่ในระบบ VIIRS จะตรวจวัดตำแหน่งไฟที่เกิดไฟป่าภายในพื้นที่ ๓๗๕ x ๓๗๕ เมตร หรือ ๐.๑๔ ตารางกิโลเมตร กรณีที่ตรวจพบปัจจัยที่ทำให้เกิดจุดความร้อน (Hotspot) ระหว่างขอบพื้นที่ การประมวลผลจุดความร้อน (Hotspot) จะเกิดในทุกๆ พื้นที่ ดังเช่นภาพที่ ๑๖



ภาพที่ ๑๕ กรณีที่ตรวจพบปัจจัยที่ทำให้เกิดจุดความร้อน (Hotspot) ระหว่างขอบพื้นที่
ที่มา: สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), ๒๕๖๓



ภาพที่ ๑๖ เปรียบเทียบจุดความร้อนดาวเทียมระบบ MODIS กับดาวเทียมระบบ VIIRS
ที่มา: สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), ๒๕๖๓

บทที่ ๔

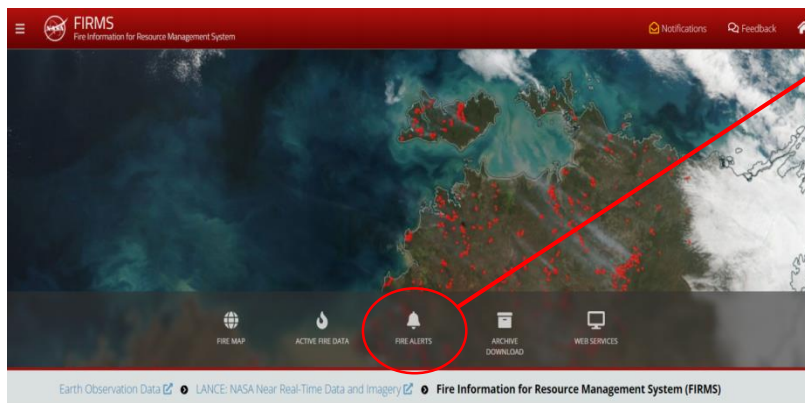
การเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันและแก้ไขปัญหาไฟป่าด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

๔.๑ การรับข้อมูลจุดความร้อน (Hotspot)

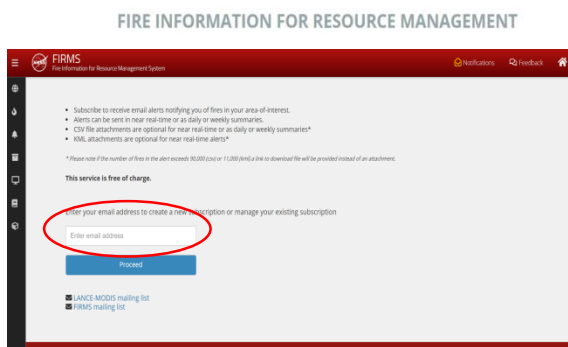
๔.๑.๑ การรับข้อมูลจาก Nasa firms

การรับข้อมูลจาก Nasa firms มีความสำคัญอย่างมากต่อการตัดสินใจ เลือกแนวทางการจัดการ หยุดหรือปรับเปลี่ยนภารกิจในการดับไฟป่าในแต่ละวัน เนื่องจากการประมวลผลแบบทันทีจากระบบคอมพิวเตอร์ ทำให้ข้อมูลจุดความร้อน (Hotspot) ถูกส่งมายังผู้รับอย่างรวดเร็ว ภายหลังจากดาวเทียมประมวลผลไม่เกิน ๑ – ๒ ชั่วโมง แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากเป็นฐานข้อมูลระดับโลก ทำให้การนำไปใช้ยังมีข้อจำกัด เพราะข้อมูลที่ได้รับจะอยู่ในระบบพิกัด ละติจูด (Latitude) และลองจิจูด (Longitude) ดังนั้นต้องตรวจสอบค่าพิกัดให้สอดคล้องกับความต้องการใช้งานทุกครั้ง สำหรับกรณีรับข้อมูลในรูปแบบไฟล์ KML สามารถลิงค์ข้อมูลจาก E-mail ไปยังโปรแกรม Google Earth หรือโปรแกรมอื่นๆ ได้ทันที ซึ่งขั้นตอน ดังนี้

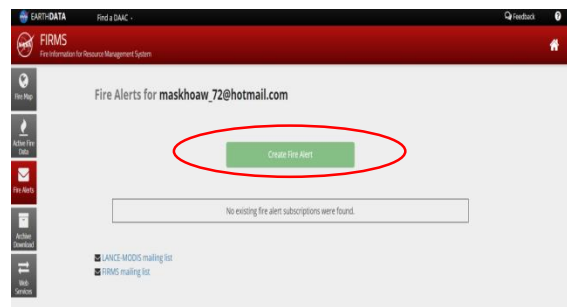
๑) เข้าไปที่ <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov>



๒) กดเลือก FIRE ALERTS



๓) กรอก E-mail ที่เราต้องการรับข้อมูล แล้วกด Proceed



๔) กด Create Fire Alert เพื่อกำหนดตั้งค่าข้อมูลที่ต้องการรับ

Fire Alert Subscription

๕

Alert name (optional)

๖

World

๗

Fire Source

☐ MODIS C6

☐ VIIRS S-NPP

☐ VIIRS NOAA-20

๘

Alert frequency

๙

Email preference

๑๐

English

๑๑

Attach CSV file

* Please note if the number of fires in the alert exceeds 90,000 (csv) or 11,000 (kml) a link to download file will be provided instead of an attachment.

☒ Send confirmation for this subscription to
maskhoaw_72@hotmail.com

* Your subscription details will not be shared, disclosed, or distributed to third parties

Cancel

Submit

☒ LANCE-MODIS mailing list

☒ FIRMS mailing list

๕) ชื่อ USER

๖) พื้นที่ที่ต้องการรับข้อมูล

- World >> โลก

- Country >> เมือง

- Custom Region >> กำหนดเอง

- Protected Area >> พื้นที่อนุรักษ์

๗) Fire Source (ชนิดของแหล่งข้อมูล)

๘) Alert frequency ความถี่ในการแจ้งเตือน

- Daily >> ประจำวัน

- Weekly >> รายสัปดาห์

- Rapid (Near Real-Time) >> รวดเร็ว (ใกล้เคียงเวลาจริง)

๙) Email preference ค่ากำหนดอีเมล

- Send Text and Map Image >> ส่งข้อความและแผนที่รูปภาพ

- Send Text only >> ส่งข้อความเท่านั้น

๑๐) ภาษา

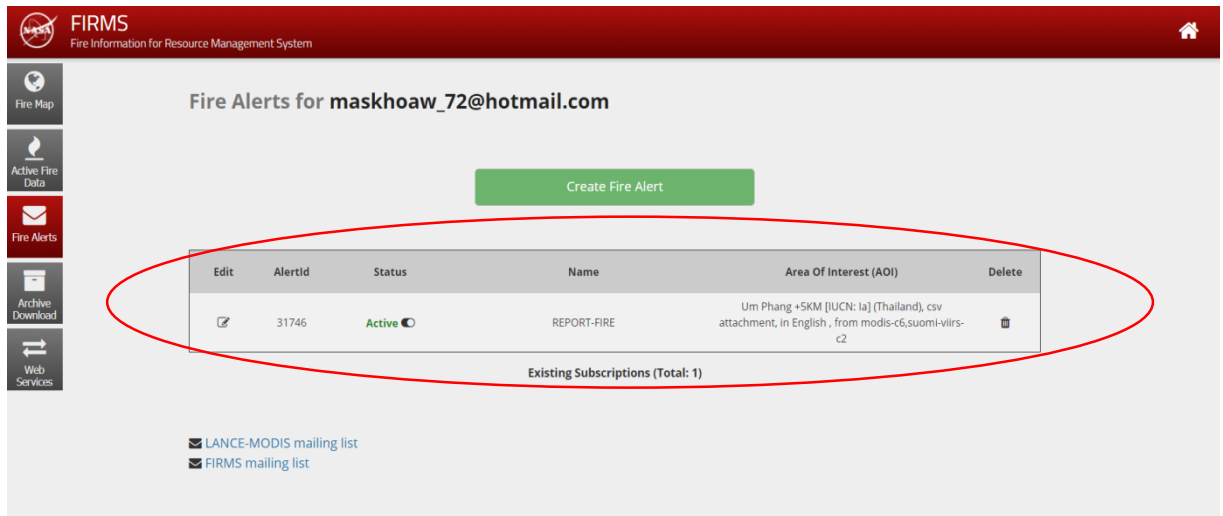
๑๑) ชนิดไฟล์ที่ส่ง

- Attach Csv file

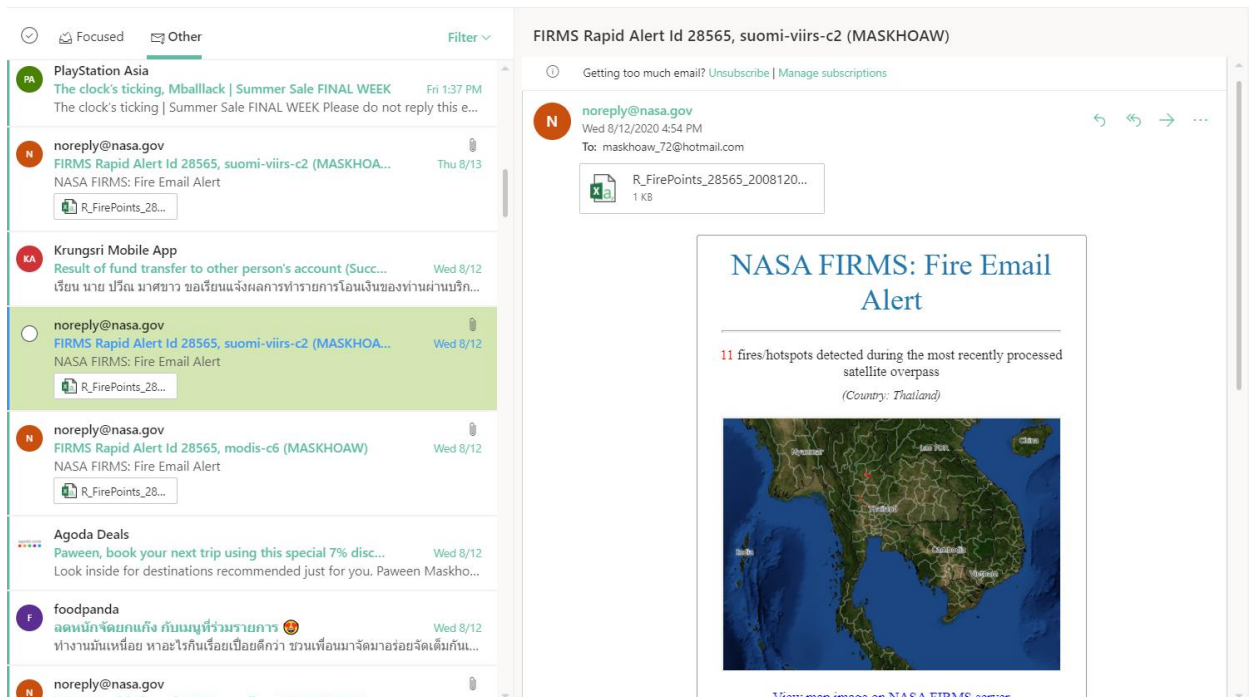
- Attach KML file

- No file attachment

๑๒) เลือกรูปแบบข้อมูลที่ต้องการรับ ข้อ ๕ – ๑๑ กด Submit จะปรากฏ ดังภาพ



๑๓) เมื่อดาวเทียมตรวจพบ ค่าจุดความร้อน (Hotspot) ข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งเข้า E-mail ตามรายละเอียดที่กำหนดไว้



๔.๑.๒ การรับข้อมูลจาก Gistda

ใช้สำหรับการนำเป็นฐานข้อมูลทางสถิติต่างๆ เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ได้ผ่านการประมวลผลจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) : GISTDA แล้ว จึงมีความน่าเชื่อถือตลอดจนหน่วยงานทั้งระดับอำเภอ จังหวัด และประเทศ ใช้ข้อมูลนี้ในการวางแผนจัดการไฟป่าและหมอกควัน ซึ่งข้อมูลที่ได้รับสามารถนำไปใช้ได้ทันที เพราะมีประเภทที่ดิน ตำบล อำเภอ จังหวัด ที่เกิดจุดความร้อน (Hotspot) เรียบร้อยแล้ว แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาที่ล่าช้ากว่าการแจ้งเตือนจากการรับข้อมูลของ Nasa firms โดยสามารถรับข้อมูลจาก Gistda ที่ <http://fire.gistda.or.th/download.html>

ดาวน์โหลดข้อมูลสถานการณ์ไฟป่า รายวัน		
ลำดับ	รายการข้อมูล	รายการข้อมูล
1.	แผนที่ค่าดัชนีความชื้น (ดัชนีความชื้น) ข้อมูลใหม่	แผนที่ค่าดัชนีความชื้น (ดัชนีความชื้น) ข้อมูลใหม่
	PM2.5 PM10	PM2.5 PM10
2.	แผนที่จุดความร้อน (ดัชนีความชื้น) ข้อมูลใหม่	แผนที่จุดความร้อน (ดัชนีความชื้น) ข้อมูลใหม่
	MODIS VIIRS	MODIS VIIRS
3.	แผนที่จุดความร้อนรายวัน (9 จังหวัดภาคเหนือ) ข้อมูลใหม่	แผนที่จุดความร้อนรายวัน (9 จังหวัดภาคเหนือ) ข้อมูลใหม่
	MODIS VIIRS	MODIS VIIRS
4.	แผนที่จุดความร้อนรายวัน 2 ช่วงเวลา (ดาวเทียม MODIS (500m NPP))	แผนที่จุดความร้อนรายวัน 2 ช่วงเวลา (ดาวเทียม MODIS (500m NPP)) ข้อมูลใหม่
	GISTDA NASA	GISTDA NASA
5.	แผนที่จุดความร้อนรายวันจากดาวเทียม Landsat 8	แผนที่จุดความร้อนรายวันจากดาวเทียม Landsat 8 ข้อมูลใหม่
6.	แผนที่ความชื้นดินรายวันจากดาวเทียม	แผนที่ความชื้นดินรายวันจากดาวเทียม ข้อมูลใหม่
	17 จังหวัด ภาคเหนือ	17 จังหวัด ภาคเหนือ
7.	แผนที่ค่าดัชนีความชื้น	แผนที่ค่าดัชนีความชื้น ข้อมูลใหม่
	9 จังหวัด (ภาคเหนือ)	9 จังหวัด (ภาคเหนือ)
8.	แผนที่ค่าดัชนีความชื้น	แผนที่ค่าดัชนีความชื้น ข้อมูลใหม่
9.	Excel จุดความร้อนรายวัน	Excel จุดความร้อนรายวัน ข้อมูลใหม่
	MODIS VIIRS	MODIS VIIRS
10.	Excel จุดความร้อนรายวัน 4 ช่วงเวลา (ดาวเทียม MODIS)	Excel จุดความร้อนรายวัน 4 ช่วงเวลา (ดาวเทียม MODIS) ข้อมูลใหม่
11.	Excel จุดความร้อนรายวัน 2 ช่วงเวลา (ดาวเทียม MODIS (500m NPP))	Excel จุดความร้อนรายวัน 2 ช่วงเวลา (ดาวเทียม MODIS (500m NPP)) ข้อมูลใหม่
	GISTDA NASA	GISTDA NASA
12.	Shapefile จุดความร้อนรายวัน	Shapefile จุดความร้อนรายวัน ข้อมูลใหม่
	MODIS VIIRS	MODIS VIIRS
13.	ข้อมูลการแจ้งเตือน	
	MODIS VIIRS อื่นๆ	

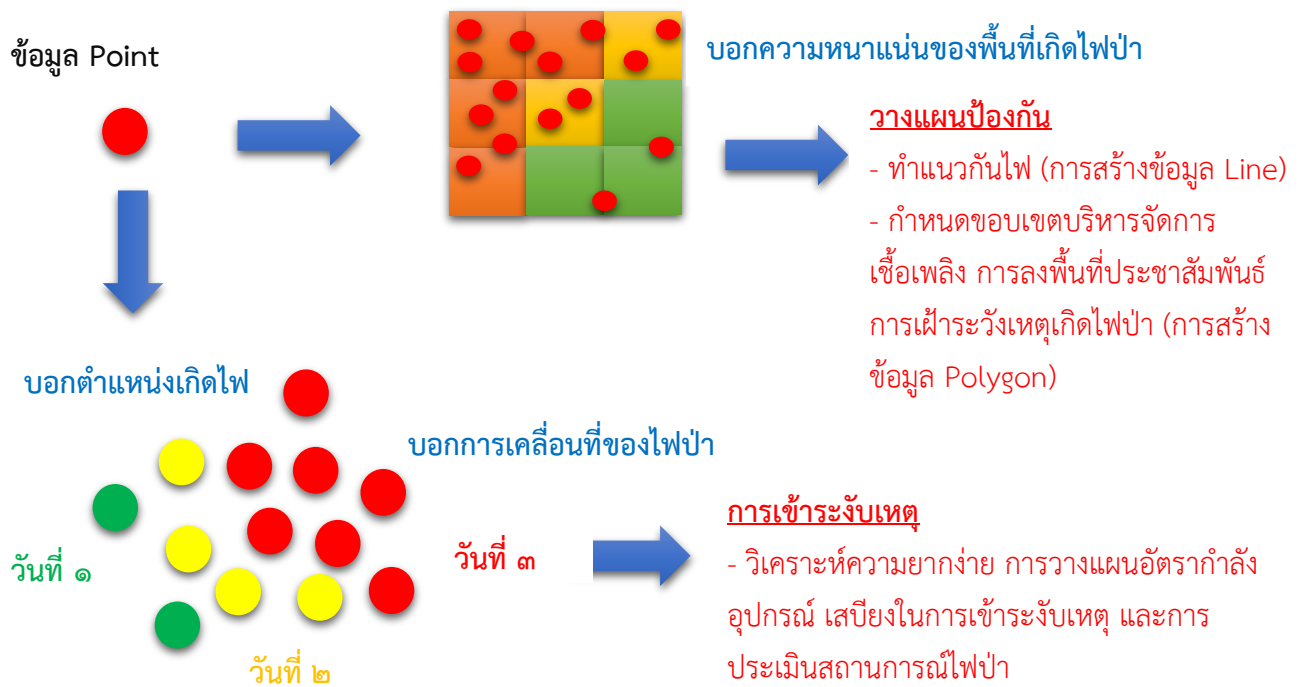
๔.๑.๓ การรับข้อมูลจาก กรมป่าไม้

สามารถนำใช้วิเคราะห์ทางสถิติต่างๆ เนื่องจากมีการให้บริการข้อมูลย้อนหลังในช่วงหลายปี และมีครบถ้วนในทุกพื้นที่ ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้ที่ <https://wildfire.forest.go.th/firemap/index.html>



๔.๒ การนำข้อมูลจุดความร้อน (Hotspot) มาประยุกต์ใช้ในงานด้านไฟฟ้า

ข้อมูลจุดความร้อน (Hotspot) เป็นข้อมูลที่บอกถึงตำแหน่งที่เกิดไฟฟ้า ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อการวิเคราะห์ความยากง่าย การวางแผนอัตราค่าจ้าง อุปกรณ์ เสี่ยงในการเข้าระงับเหตุ และการประเมินสถานการณ์ไฟฟ้า ตลอดจนการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟฟ้า เพื่อนำมาใช้วางแผนประกอบ การตัดสินใจ เช่น การจัดทำแนวกันไฟ การบริหารจัดการเชื้อเพลิง การลงพื้นที่ประชาสัมพันธ์ และจุดเฝ้าระวัง เป็นต้น



ภาพที่ ๑๗ กระบวนการนำข้อมูลจุดความร้อน (Hotspot) มาประยุกต์ใช้ในงานด้านไฟฟ้า



ภาพที่ ๑๘ ตัวอย่างการนำไปใช้เข้าระงับเหตุเกิดไฟฟ้า กรณีไฟดับเองตามธรรมชาติได้

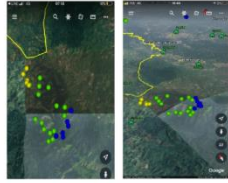
ภาพซ้าย : การเคลื่อนที่ของไฟจากวันที่ ๑ - ๓ ทิศทางมีไปชนกับลำห้วยที่มีน้ำไหลตลอดปี

ภาพขวา : การเคลื่อนที่ของไฟจากวันที่ ๑ - ๓ ชนกับบริเวณที่เคยเกิดไฟฟ้าแล้ว

รายงานผล 5/4/63 อสม. อุ่มผาง

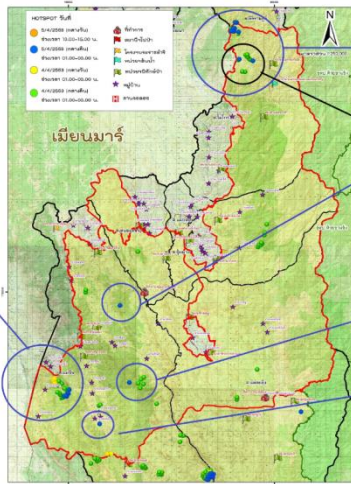
กลุ่มที่ 5 บริเวณบ้านเบ้งเค้ง

เจ้าพนักงานอสม. อุ่มผาง 7 นาย สถานีชุมแพวอ-
น้ำตกนางเรียง 10 นาย และกรรมการหมู่บ้าน
เข้าร่วมเหตุ โดยจะดำเนินการสืบสวนสอบสวนทางด้าน
คดีได้ เพื่อควบคุมไม่ให้ลุกลามต่อเรื่อง โดยทางด้าน
ตะวันตกมีด้วยกัน ทางตะวันออกมีถนนและที่ทำการขึ้น



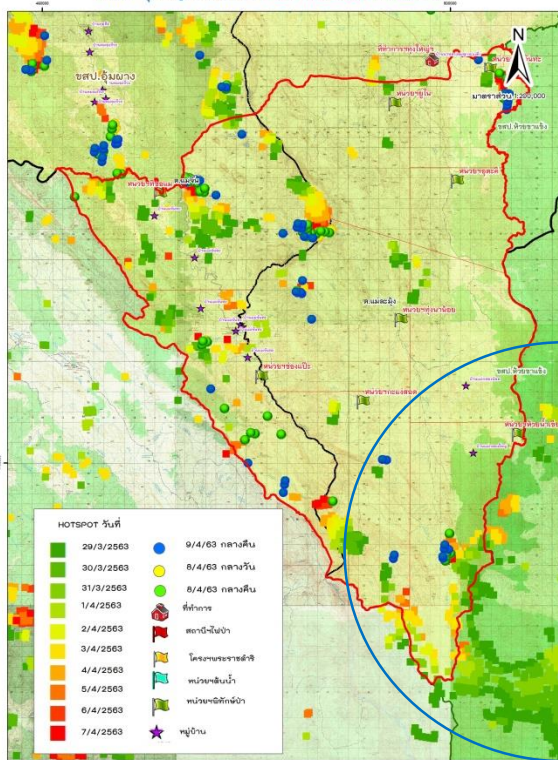
- อยู่ระหว่างควบคุมสถานการณ์

แผนที่ปฏิบัติการดับไฟป่าในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ท้องที่อำเภออุมผาง จังหวัดตาก
ดก.ที่ 2 อุ่มผาง 5 เมษายน 2563



ภาพที่ ๑๙ ตัวอย่างการวางแผนเข้าร่วมดับเหตุเกิดไฟป่า ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ท้องที่อำเภออุมผาง

แผนที่ปฏิบัติการดับไฟป่าในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ท้องที่อำเภออุมผาง จังหวัดตาก
ดก.ที่ 1 ทุ่งใหญ่ตะวันออก 9 เมษายน 2563 เวลา 8.00 น.



ตัวอย่างการนำมาใช้ เพื่อประเมินสถานการณ์
รับมือกับไฟป่าที่ลุกลามจาก อสม. ห้วยขาแข้ง
เข้าสู่ อสม. ทุ่งใหญ่ฯ ตะวันออก ตั้งแต่วันที่
๒๙/๓/๖๓ - ๙/๔/๖๓

ภาพที่ ๒๐ ตัวอย่างการประเมินสถานการณ์รับมือกับไฟป่า ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ท้องที่อำเภออุมผาง

จากที่กล่าวมาในข้างต้น มีขั้นตอน ดังนี้

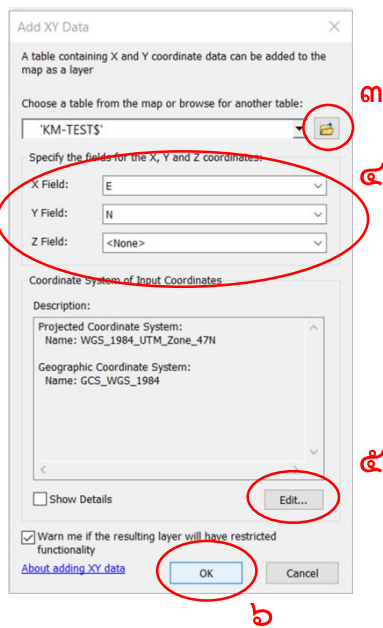
๔.๒.๑ การสร้างชั้นข้อมูลด้วยโปรแกรม Arc GIS

๑) การสร้างชั้นข้อมูล จุด หรือ Point

๑.๑) ข้อมูลที่นำมาใช้ต้องมีรายละเอียด ระบุค่าพิกัด X, Y หรือ E, N ในรูปแบบ Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	HOTSPOT	LATITUDE	LONGITUDE	E	N	DATE	TIME	ประเภท	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	หน่วยงาน
1	1	17.16296	99.00295	500314	1897563	1/1/2563	100	ป่ายูงเหล็ก	จำปาสัก	สามงา	สาก	ชล.ดอนหนองผาลาด (เสร็จ)
2	2	17.16339	98.99805	499793	1897630	1/1/2563	100	ป่ายูงเหล็ก	จำปาสัก	สามงา	สาก	ชล.ดอนหนองผาลาด (เสร็จ)
3	3	17.16551	99.00334	500355	1897665	1/1/2563	100	ป่ายูงเหล็ก	จำปาสัก	สามงา	สาก	ชล.ดอนหนองผาลาด (เสร็จ)
4	4	17.16596	98.99828	499817	1897917	1/1/2563	100	ป่ายูงเหล็ก	จำปาสัก	สามงา	สาก	ชล.ดอนหนองผาลาด (เสร็จ)
5	5	17.15439	98.99919	499914	1896635	2/1/2563	224	ป่ายูงเหล็ก	เกาะตะเภา	บ้านสา	สาก	ชล.ดอนหนองผาลาด (เสร็จ)
6	6	17.24937	98.64552	462318	1807176	2/1/2563	1330	ป่ายูงเหล็ก	บ้านนา	สามงา	สาก	ชล.แม่เหาะ
7	7	17.34922	98.67741	465727	1918217	2/1/2563	1330	ป่ายูงเหล็ก	บ้านนา	สามงา	สาก	ชล.แม่เหาะ
8	8	17.06985	99.09863	509183	1887262	3/1/2563	206	ป่ายูงเหล็ก	สาก	บ้านนา	สาก	ชล.ดอนหนองผาลาด (เสร็จ)
9	9	17.07307	99.0969	509246	1887643	3/1/2563	206	ป่ายูงเหล็ก	สาก	บ้านนา	สาก	ชล.ดอนหนองผาลาด (เสร็จ)
10	10	17.16509	99.00995	501058	1896823	3/1/2563	206	ป่ายูงเหล็ก	เกาะตะเภา	บ้านนา	สาก	ชล.ดอนหนองผาลาด (เสร็จ)
11	11	17.24753	98.69052	467101	1806965	3/1/2563	206	ป่ายูงเหล็ก	บ้านนา	สามงา	สาก	ชล.แม่เหาะ
12	12	17.34376	98.67997	465998	1917612	3/1/2563	206	ป่ายูงเหล็ก	บ้านนา	สามงา	สาก	ชล.แม่เหาะ
13	13	17.34436	98.67628	465606	1917679	3/1/2563	206	ป่ายูงเหล็ก	บ้านนา	สามงา	สาก	ชล.แม่เหาะ
14	14	17.3511	98.67743	465729	1918425	3/1/2563	206	ป่ายูงเหล็ก	บ้านนา	สามงา	สาก	ชล.แม่เหาะ
15	15	17.35171	98.67376	465339	1918493	3/1/2563	206	ป่ายูงเหล็ก	บ้านนา	สามงา	สาก	ชล.แม่เหาะ
16	16	17.39862	98.81676	480537	1923663	3/1/2563	206	ป่ายูงเหล็ก	บ้านนา	สามงา	สาก	ชล.แม่เหาะ
17	17	17.39925	98.81299	480137	1923733	3/1/2563	206	ป่ายูงเหล็ก	บ้านนา	สามงา	สาก	ชล.แม่เหาะ
18	18	17.402	98.81732	480597	1924036	3/1/2563	206	ป่ายูงเหล็ก	บ้านนา	สามงา	สาก	ชล.แม่เหาะ
19	19	17.40971	98.83374	482342	1924888	3/1/2563	206	ป่ายูงเหล็ก	บ้านนา	สามงา	สาก	ชล.แม่เหาะ
20	20	17.41587	98.83852	482850	1925569	3/1/2563	206	ป่ายูงเหล็ก	บ้านนา	สามงา	สาก	ชล.แม่เหาะ
21	21											

๑.๒) เปิดโปรแกรม Arc Map ขึ้นมา และไปที่เมนู File>> Add Data >> Add XY Data จะปรากฏหน้าต่างดังภาพ และดำเนินการตามขั้นตอน



๑.๓) คลิกที่ เลือกไฟล์ Excel ที่ต้องการใช้ >> คลิก Add >> เลือก Sheet ที่มีข้อมูล >> คลิก Add

๑.๔) ช่อง X Field (จะเป็นค่าพิกัด X หรือ ค่า Easting) เลือก X และช่อง Y Field (จะเป็นค่าพิกัด Y หรือ ค่า Northing) เลือก Y

๑.๕) ช่อง Coordinate System of Input Coordinates คลิกที่ Edit >> เพื่อเลือกระบบพิกัดที่ต้องการใช้

๑.๖) คลิกที่ OK จะได้พิกัดดังภาพ

๑.๗) คลิกขวาที่ชั้นข้อมูล >> Data >> Export data เพื่อจะได้ชั้นข้อมูล Point ที่เป็น Shape file พร้อมข้อมูลใน Attributes



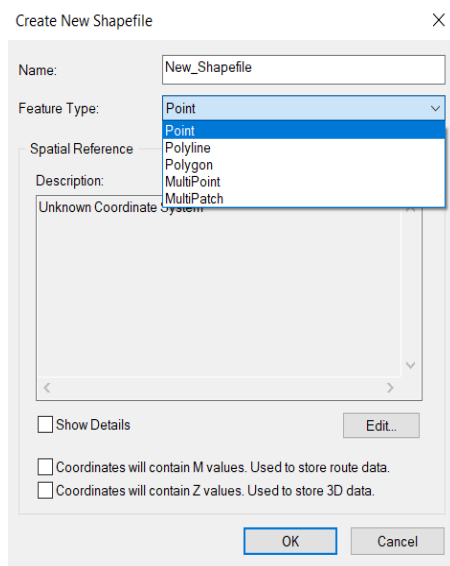
๒) การสร้างชั้นข้อมูล เส้น หรือ Line และ ชั้นข้อมูลขอบเขต หรือ Polygon

๒.๑) ข้อมูลที่นำมาใช้ต้องมีรายละเอียด - ระบุค่าพิกัด X, Y หรือ E, N

- ระบุค่าพิกัด ในรูปแบบ Excel

๒.๒) นำข้อมูล จุด (Point) ไปที่ เมนู File>> Add Data >> Add Data เลือกข้อมูลจุดที่สนใจดำเนินการ

๒.๓) ทำการสร้าง Shape File ไปที่ เมนู Window >> Catalog เลือกที่จะจัดเก็บข้อมูล คลิกขวาเลือก New >> Shape File จะปรากฏหน้าต่างดังภาพ



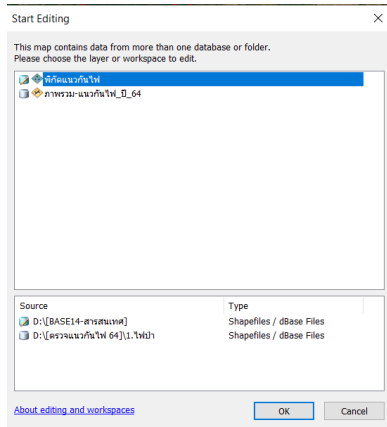
๒.๔) ตั้งชื่อไฟล์

๒.๕) เลือกชนิดข้อมูล Point (จุด) Poly Line (เส้น) Polygon (รูปร่าง)

๒.๖) คลิกที่ Edit >> เพื่อเลือกระบบพิกัดต้องการใช้

๒.๗) คลิกที่ OK จะได้ Shape File ที่ต้องการ

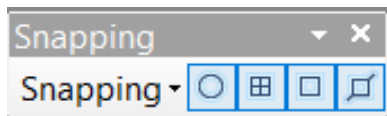
๒.๘) คลิกที่เมนู Customize >> Toolbars >> Editor เพื่อเรียกแถบเครื่องมือ Editor หรือ คลิกปุ่ม Editor บนแถบเครื่องมือ



๒.๙) คลิก Editor >> Start Editing เพื่อเป็นการเริ่มต้นการนำเข้าข้อมูลหรือแก้ไขข้อมูล

- เลือกชั้นข้อมูลที่จะสร้างข้อมูล

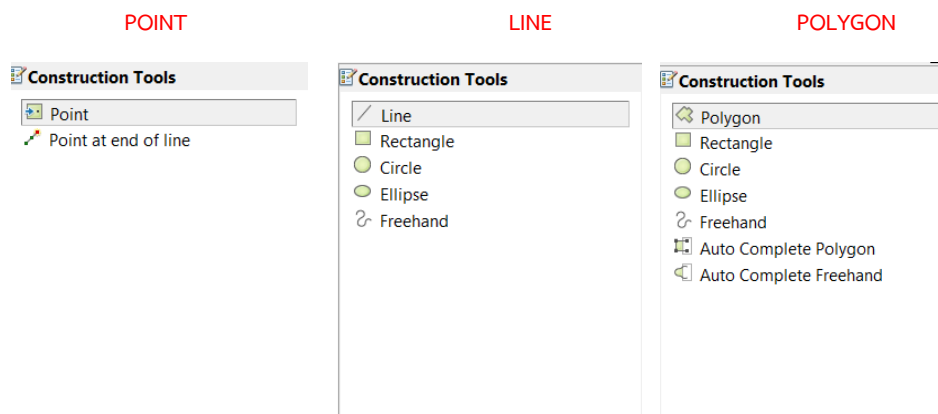
๒.๑๐) คลิกปุ่ม Editor >> Snapping >> Options เพื่อ กำหนดค่าระยะห่าง Node ของเส้นหนึ่งเชื่อมต่อเข้ากับกับ Node หรือ Vertex ของเส้นหนึ่งโดยอัตโนมัติภายในระยะที่ตั้งค่าไว้จะต้องมีการกำหนดค่าระยะห่างนี้ตั้งแต่ก่อนเริ่มทำการนำเข้าข้อมูลที่ Snapping tolerance: พิมพ์ค่าที่ต้องการ เช่น ๕ และคลิกปุ่ม OK หมายความว่าระยะห่างของปลายเส้นทั้งสองในระยะ ๕ pixels เส้นจะเชื่อมต่อกันให้อัตโนมัติ



๒.๑๑) คลิกรูป Editor >> Snapping >> Snapping Toolbar

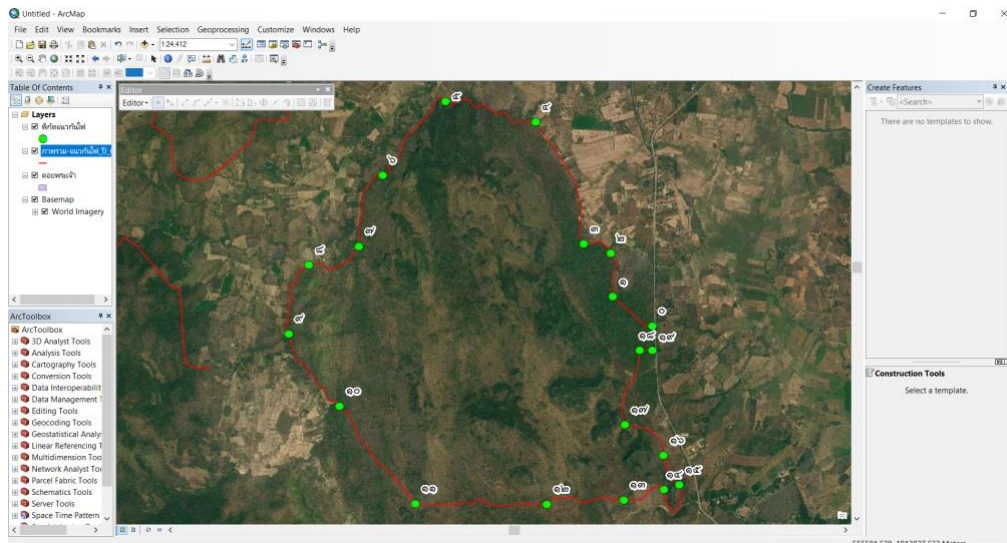
- Point คือ เชื่อมต่อกับข้อมูลจุด
- End คือ จุดปลาย
- Vertex คือ จุดหักเห

๒.๑๒) Create Feature เลือกเครื่องมือในการดิจิทัลข้อมูล



๒.๑๓) ทำการดิจิทัลข้อมูลตามที่ต้องการ หากต้องการหยุด ให้ดับเบิลคลิก

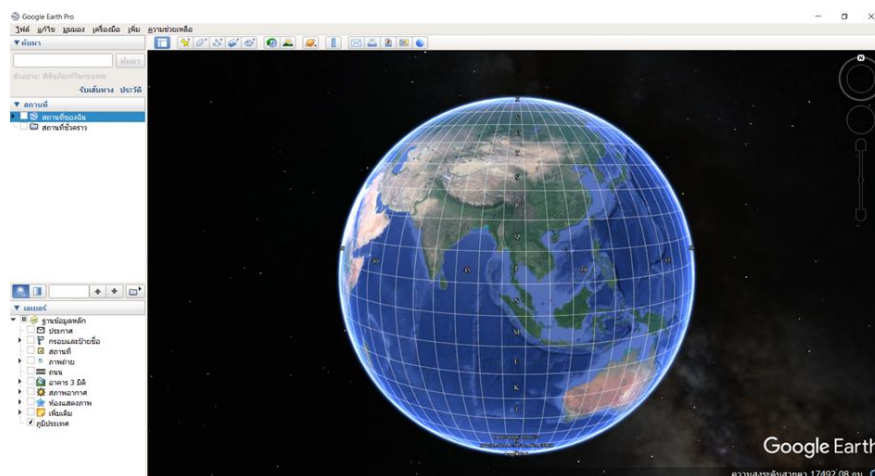
๒.๑๔) เมื่อได้ข้อมูลตามที่ต้องการแล้วทำการ Save Editing และ Stop Editing



๔.๒.๒ การประยุกต์ใช้ร่วมกับโปรแกรม Google Earth

Download โปรแกรม Google Earth Pro ที่

<https://www.google.co.th/intl/th/earth/download/gep/agree.html>



๑) เครื่องมือต่างๆของโปรแกรม มีดังนี้

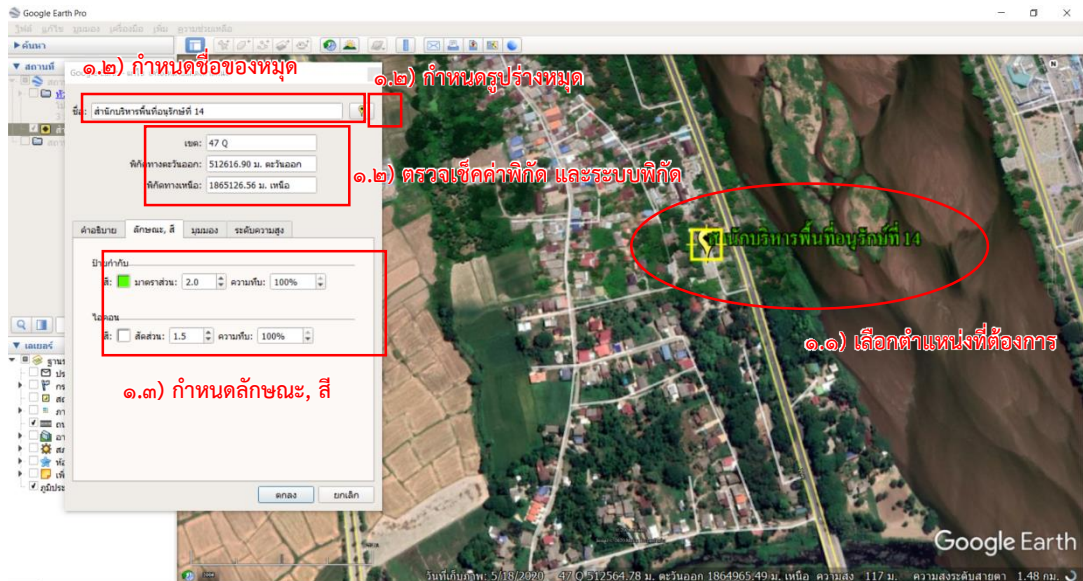
๑.๑) แถบส่วนเครื่องมือหลัก (Menu Panel) ดังนี้

ไฟล์ แก้ไข มุมมอง เครื่องมือ เพิ่ม ความช่วยเหลือ

(๑) File คือ เมนูที่ใช้สั่งและจัดการข้อมูล

(๒) Edit คือ เมนูใช้ในการแก้ไขข้อมูลในส่วนแผนที่

(๓) View คือ เมนูที่ใช้กำหนดการแสดงรูปแบบการแสดงผลหน้าที่ส่วนแผนที่



๒.๔) กด ตกลง เมื่อข้อมูลแล้วเสร็จ

๓) การสร้างชั้นข้อมูลขอบเขต (Polygon)

๓.๑) เลือกเมนู  แล้วทำการสร้างรูปหลายเหลี่ยม

๓.๒) กำหนดชื่อของหมุด คำอธิบายเพิ่มเติม

๓.๓) สัญลักษณ์สี

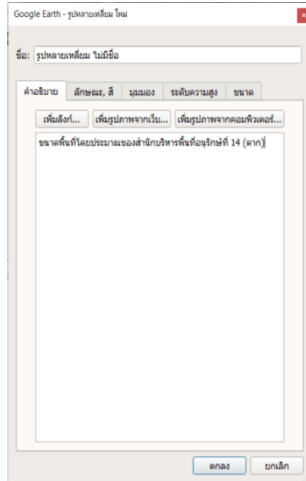
- เส้น เป็นการกำหนดลักษณะ สี ความกว้าง ความทึบ (ความโปร่งแสง)
- พื้นที่ เป็นการกำหนดลักษณะ สีความทึบ (ความโปร่งแสง)

๓.๔) มุมมอง เป็นการแสดงค่าพิกัดของภาพที่แสดง ณ ขณะนั้น โดยเลือกที่เมนู จับภาพ มุมมองปัจจุบัน เพื่อแสดงข้อมูล มุมมอง ระดับความสูง และขนาด

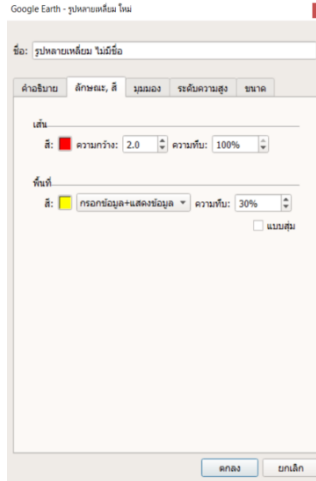
๓.๕) ระดับความสูง เป็นการกำหนดการแสดงผลภาพหลายเหลี่ยมในแผนที่

๓.๖) ขนาด เป็นการแสดงความยาวของเส้นขอบ และจำนวนพื้นที่

๓.๑) กำหนดชื่อของหมุด คำอธิบายเพิ่มเติม



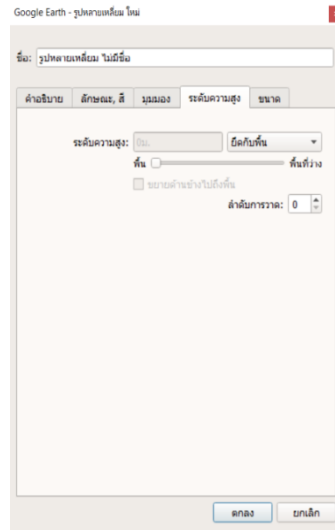
๓.๒) กำหนดลักษณะ สี



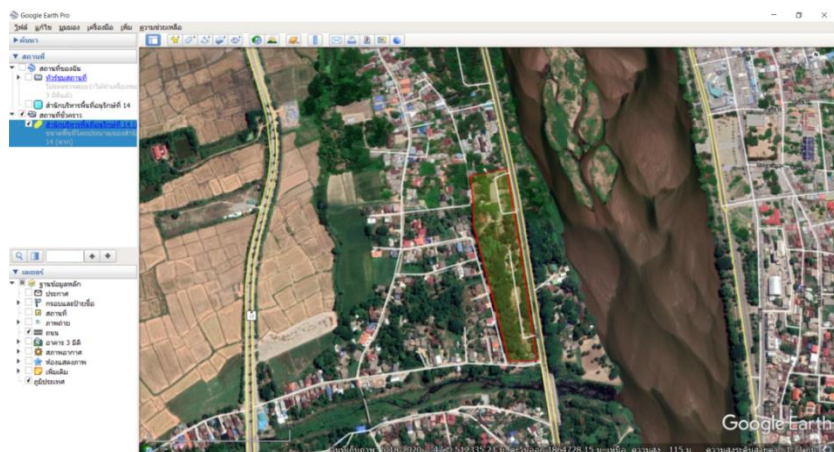
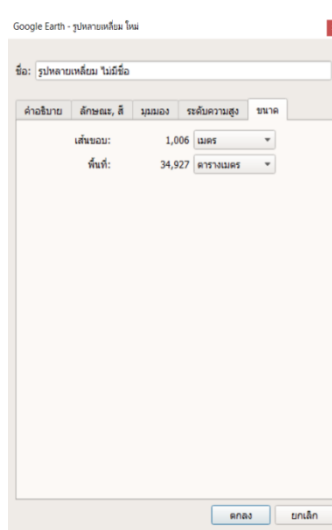
๓.๓) กำหนดมุมมอง



๓.๔) กำหนดระดับความสูง



๓.๕) กำหนดขนาด พื้นที่ เส้นรอบวง



๔) การสร้างชั้นข้อมูลเส้น (Line)

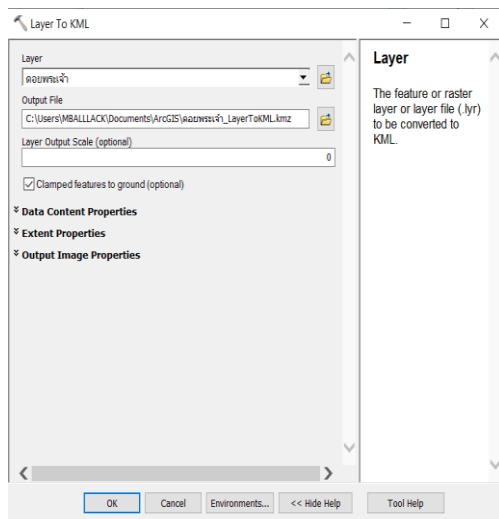
๔.๑) เลือกเมนู  แล้วทำการสร้างเส้น

๔.๒) กำหนดชื่อของหมุด คำอธิบายเพิ่มเติม สัญลักษณ์สี มุมมอง ระดับความสูง ขนาด โดยวิธีการและรูปแบบคล้ายคลึงกับการสร้างชั้นข้อมูลขอบเขต (Polygon)

๔.๒.๓ การแปลงไฟล์จากโปรแกรม ArcGIS ไป Google Earth หรือ Google Earth ไป ArcGIS

โปรแกรม ArcGIS ข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบของ *.shp ส่วนโปรแกรม Google Earth หรือ โปรแกรมแผนที่อื่นๆในมือถือจะอยู่ในรูปของ *.kml หรือ *.kmz ซึ่งการแปลงไฟล์สามารถทำได้ง่ายในโปรแกรม ArcGIS ดังนี้

๑) การแปลงไฟล์ *.shp ไปอยู่ในรูปของ *.kml หรือ *.kmz



(๑) นำเข้าชั้นข้อมูลที่จะดำเนินการ

(๒) คลิกที่ Arc Toolbox เลือก Conversion

Tools >> To KML >> Layer to KML

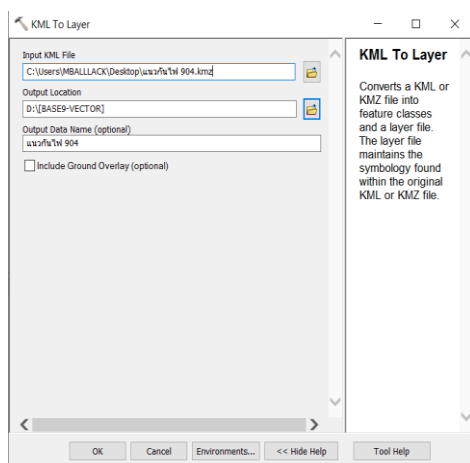
จะปรากฏหน้าต่างดังภาพ

(๓) Layer คือ ชั้นข้อมูลที่จะดำเนินการแปลงไฟล์

(๔) Output File คือ กำหนดสถานที่ที่จะดำเนินการจัดเก็บ

(๕) กด OK สามารถนำไปใช้ใน Google Earth ได้

๒) การแปลงไฟล์ *.kml หรือ *.kmz ไปอยู่ในรูปของ *.shp



(๑) คลิกที่ Arc Toolbox เลือก Conversion Tools

>> From KML >> KML to Layer จะปรากฏ

หน้าต่างดังภาพ

(๒) เลือกไฟล์ KML ที่จะดำเนินการแปลงไฟล์

(๓) Output File คือ กำหนดสถานที่ที่จะดำเนินการจัดเก็บ

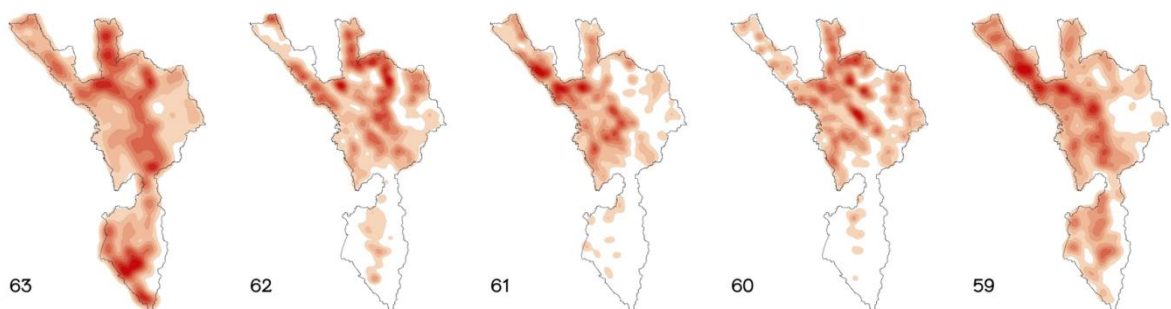
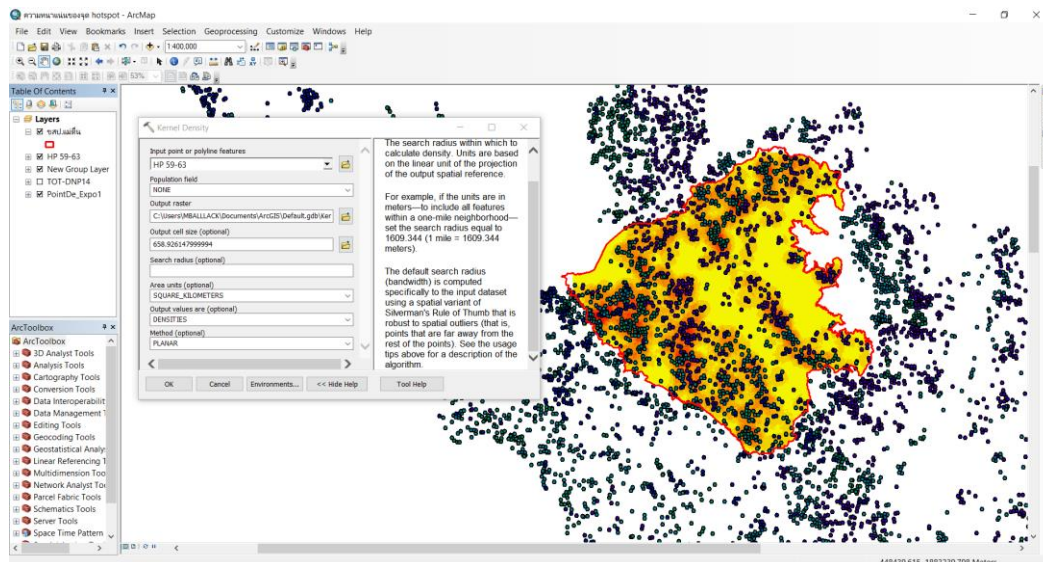
(๔) กด OK

** ข้อควรระวัง ระบบพิกัดที่แตกต่างกัน ต้องดำเนินการทำพิกัดให้ตรงกัน หรือตามที่น่าไปใช้

๔.๒.๔ เทคนิคการคาดประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล (kernel density)

Kernel Density คือ เครื่องมือใน ArcGIS ซึ่งเป็นเทคนิคในการการคาดประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่ ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งของการวัดการกระจายตัวของจุด (point pattern analysis) ซึ่งอยู่ในหลักของการปริมาณวิเคราะห์ทางภูมิศาสตร์ (Maurizio, Paul, & Phil, ๒๐๐๗) การนำลักษณะข้อมูลจุดมาวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการนี้จะแสดงผลในลักษณะของตารางกริด (Raster) หลักการของวิธีการนี้คือการคำนวณรัศมี (Radius) ของแต่ละจุดข้อมูล ก่อนจะเชื่อมต่อกับจุดอื่นด้วยระยะห่างของช่วงความถี่ (Bandwidth) ตามที่กำหนดเพื่อหาความหนาแน่น ซึ่งค่าของรัศมีและระยะห่างของช่วงความถี่ที่นำมาวิเคราะห์นั้นจะขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานจะวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องใด

ซึ่งสามารถนำข้อมูลค่าจุดความร้อน (Hotspot) มาวิเคราะห์ตามหลักการดังกล่าว เพื่อนำมาวางแผนประกอบการตัดสินใจ เช่น การจัดทำแนวกันไฟ การบริหารจัดการเชื้อเพลิง การลงพื้นที่ประชาสัมพันธ์ และการเฝ้าระวังเหตุเกิดไฟป่า เป็นต้น



บทที่ ๕

แอปพลิเคชัน (Application) สนับสนุนการปฏิบัติการไฟฟ้า

ปัจจุบันแอปพลิเคชัน (Application) ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในสนับสนุนการปฏิบัติการไฟฟ้ามีย่อย่างหลากหลาย ซึ่งวิธีใช้ในแต่ละแอปพลิเคชันมีลักษณะเฉพาะไม่ซ้ำซ้อน ดังนั้นจึงขอลงรายละเอียดเฉพาะแอปพลิเคชัน Google Earth เพราะมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย สะดวกรวดเร็วในการประเมินสถานการณ์ และเปิดให้บริการฟรี ซึ่งรายละเอียด ดังนี้

๕.๑ App: Google Earth



เป็น App ที่ให้บริการข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และสามารถนำเข้าข้อมูลไฟล์ KMZ จากโปรแกรม ArcGIS มาใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ไฟฟ้าได้ เช่น การระบุตำแหน่งการเกิดไฟฟ้า ติดตามทิศทางการเคลื่อนที่ของไฟฟ้า ประเมินความสำเร็จในการเข้าระงับเหตุจากลักษณะภูมิประเทศ ความลาดชัน ถนน แม่น้ำ แหล่งน้ำ เป็นต้น ซึ่งในที่นี่จะสอนการใช้เบื้องต้น และการนำเข้าข้อมูล *.kml หรือ *.kmz (พิกัดจุดความร้อน ขอบเขตป่าอนุรักษ์ แนวกันไฟ พื้นที่ลดปริมาณเชื้อเพลิง ขอบเขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน ที่ตั้งชุมชนหรือหน่วยงานราชการ) ดังนี้

๑) เครื่องมือเบื้องต้น Application Google Earth

(๑) แถบเครื่องมืออื่นๆ

- ค้นหาสถานที่ ตำแหน่งสนใจ การนำเข้าข้อมูล การตั้งค่าต่างๆ

(๒) ค้นหาสถานที่/ตำแหน่งสนใจ

(๓) แนะนำข้อมูลที่สนใจ

(๔) ถ่ายภาพ/บันทึกข้อมูล

(๕) วัดระยะทาง

(๖) ชุมสำรวจ สถานที่ที่น่าสนใจ

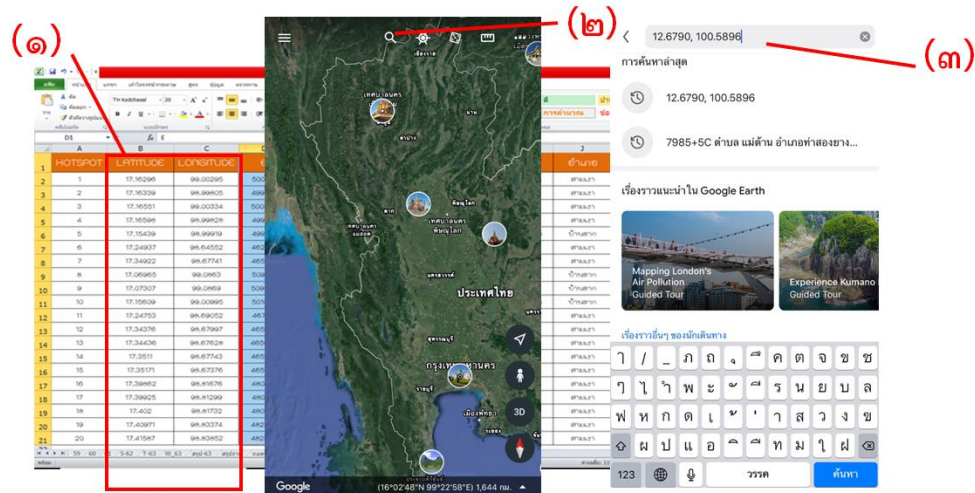
(๗) ตำแหน่งที่อยู่

(๘) การปรับมุมมอง

(๙) การปรับหน้าจอไปยังทิศเหนือ

๒) การค้นหาตำแหน่งเกิดไฟฟ้า

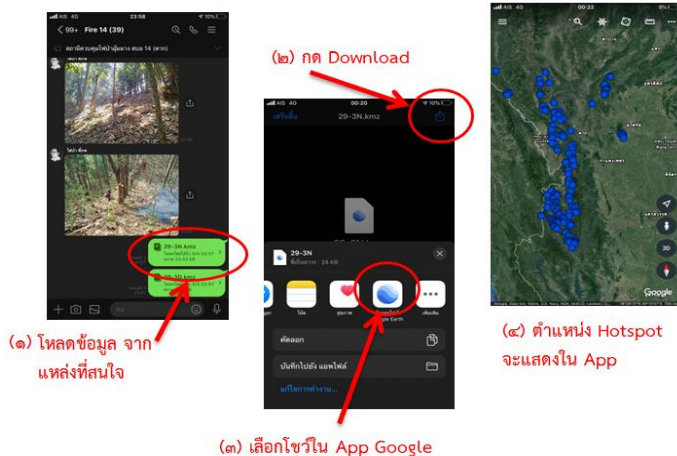
นำค่า ละติจูด (Latitude) และลองจิจูด (Longitude) ที่ได้รับข้อมูลจุดความร้อน (Hotspot) จากแหล่งต่างๆ มารอกรในเครื่องมือ ค้นหาสถานที่/ตำแหน่งสนใจ จากนั้น App จะนำไปยังตำแหน่งเกิดไฟ



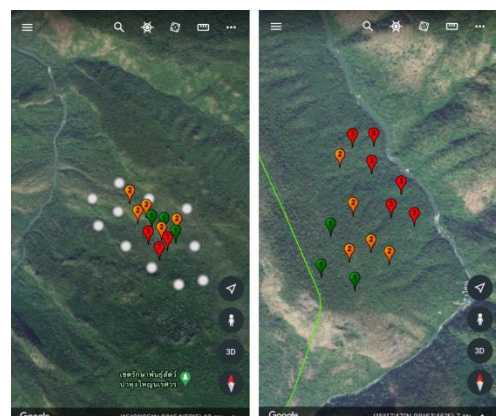
๓) การนำเข้าข้อมูล *.kml หรือ *.kmz เพื่อวางแผนเข้าระงับเหตุ

การเอาข้อมูลจุดความร้อน (Hotspot) ในรูปแบบไฟล์ *.kml หรือ *.kmz สะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูล ไม่เสียเวลาในการป้อนค่าพิกัดที่ละจุด ซึ่งสามารถแสดงข้อมูลได้ตามที่เราต้องการ สะดวกในการวางแผน การตัดสินใจ การเลือกหนทาง การหยุดหรือเปลี่ยนแปลงภารกิจดับไฟฟ้าให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนสามารถประเมินสถานการณ์ได้ตลอดเวลาโดยไม่ต้องพึ่งพาคอมพิวเตอร์

ตัวอย่างการนำเข้าข้อมูลจาก LINE



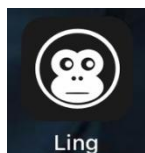
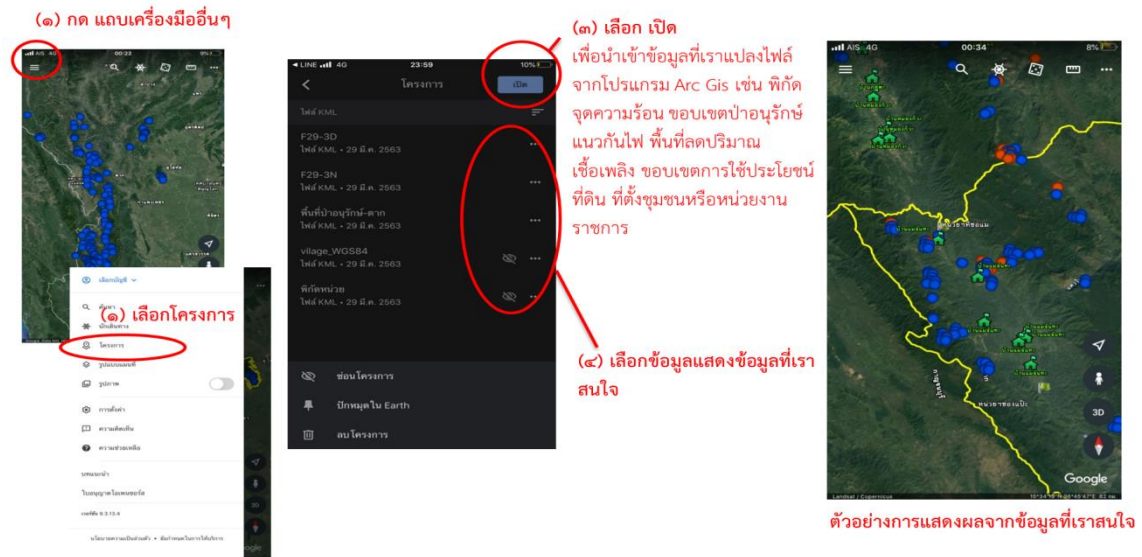
ตัวอย่างการนำไปใช้เข้าระงับเหตุเกิดไฟฟ้า



ภาพซ้าย : การเคลื่อนที่ของไฟชนกับบริเวณที่เคยเกิดไฟฟ้าแล้ว
ภาพขวา : การเคลื่อนที่ของไฟชนกับลำห้วยที่มีน้ำไหล
ซึ่งทั้ง ๒ กรณีถ้าเกิดสถานการณ์จริงและต้องใช้เวลาเข้าไปถึงจุดระงับเหตุ ๒ - ๓ วัน อาจยกเลิกภารกิจและปล่อยให้ดับเองตามธรรมชาติได้

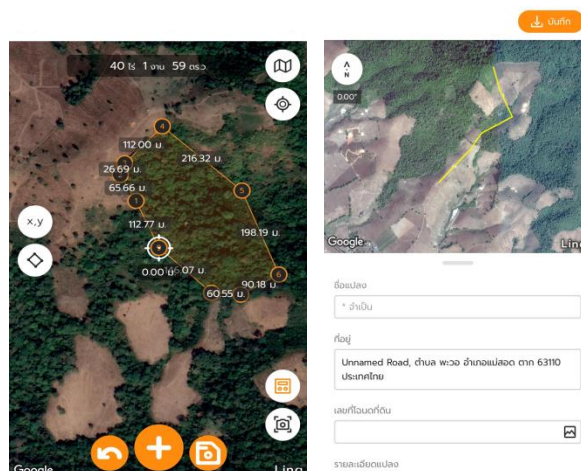
๔) การเลือกใช้ข้อมูลที่น่าสนใจ

การเอาข้อมูลพิกัดจุดความร้อน ขอบเขตป่าอนุรักษ์ แนวกันไฟ พื้นที่ลาดปริมาณเชื้อเพลิง ขอบเขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน ที่ตั้งชุมชนหรือหน่วยงานราชการมาแสดงบน App เพื่อประเมินความสำเร็จในการเข้าระงับเหตุจากลักษณะภูมิประเทศ ความลาดชัน ถนน แม่น้ำ แหล่งน้ำ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลที่ได้จากการสร้างชั้นข้อมูลด้วยโปรแกรม Arc GIS ทั้งในรูปแบบ Point Line หรือ Polygon ที่ถูกแปลงไฟล์มาอยู่ในรูปแบบ *.kml หรือ *.kmz



๕.๒ App: Ling ใช้ประโยชน์ด้าน

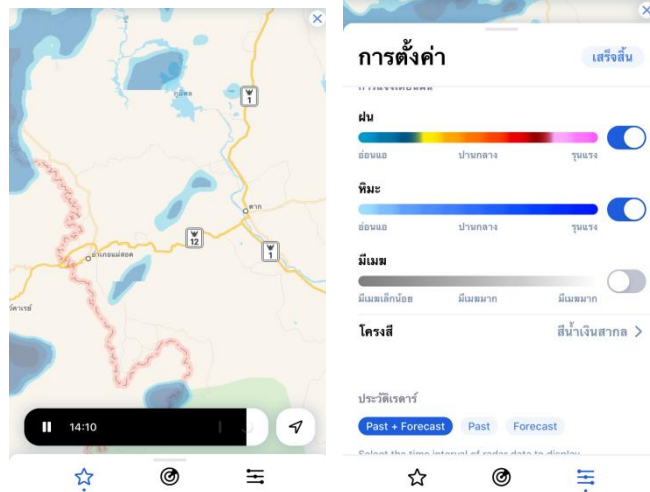
- ระบุตำแหน่งพิกัด
- วัดพื้นที่ รัศมี และเส้นรอบวงบนพื้น





๕.๓ App: Rain Viewer ใช้ประโยชน์ด้าน

- การแจ้งเตือนฝน พยากรณ์อากาศ พยากรณ์อากาศตลอด ๒๔ ชั่วโมงใน ๗ วัน
- แผนที่เรดาร์สภาพอากาศ ติดตามเส้นทางของพายุว่ามันเคลื่อนไหว ๔๘ ชั่วโมงที่ผ่านมาและในปัจจุบัน รวมไปถึงการคาดการณ์ว่าจะเคลื่อนที่ไปที่ไหนในอีก ๙๐ นาทีข้างหน้า



๕.๔ App: Air4Thai ใช้ประโยชน์ด้าน

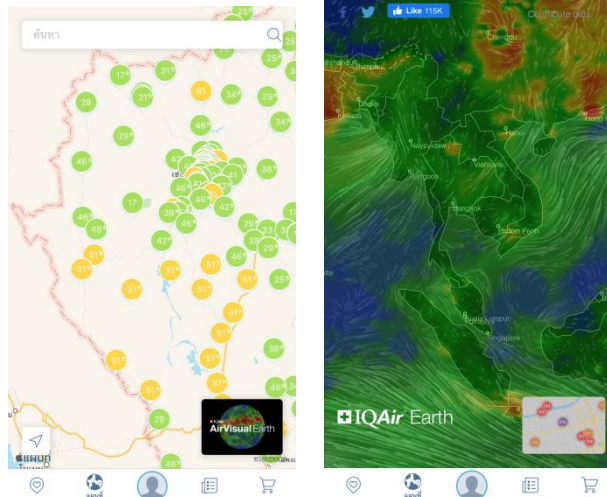
- แอปพลิเคชันรายงานดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย โดยรายงานข้อมูลรายชั่วโมง (สำหรับบางสถานี) และข้อมูลรายวัน กราฟคุณภาพอากาศย้อนหลัง ๗ วัน พร้อมแผนที่แสดงโดยเป็นข้อมูลจากสถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศ เพื่อเป็นข้อมูลเผยแพร่แก่ประชาชนทั่วไป โดยเฉพาะในช่วงที่เป็นสถานการณ์วิกฤติหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือและภาคใต้ของประเทศไทย





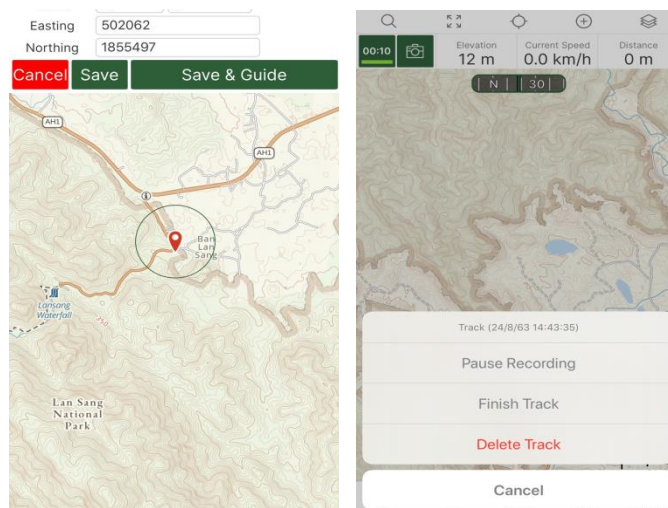
๕.๕ App: Air Visual ใช้ประโยชน์ด้าน

- เป็นแอปพลิเคชันต่างประเทศที่ ตรวจสอบการเคลื่อนไหวของ ๖ มลพิษที่สำคัญ ติดตามความเข้มข้นของเวลาจริงของ PM๒.๕ PM๑๐ โอโซน ไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และคาร์บอนมอนอกไซด์



๕.๖ App: Gaia GPS ใช้ประโยชน์ด้าน

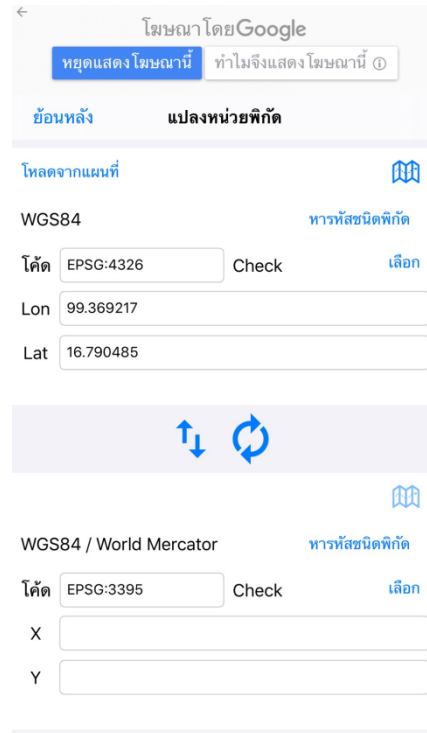
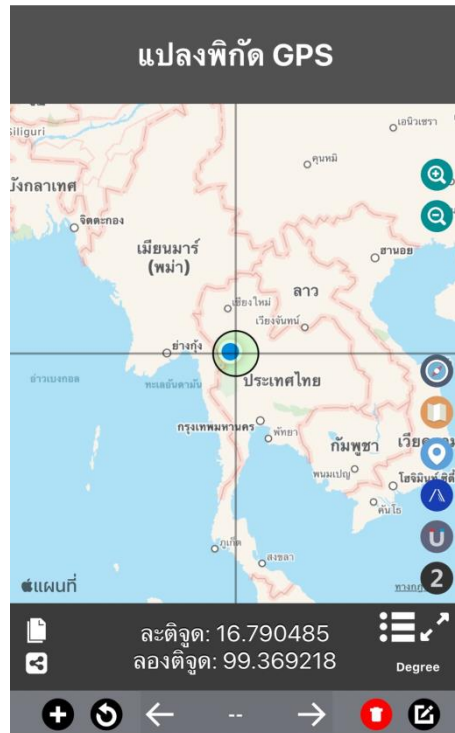
- ใช้แทน GPS สามารถใช้ได้ในพื้นที่ไม่มีสัญญาณ
- ช่วยดูภาพถ่ายดาวเทียม แผนที่ ภูมิประเทศ สร้างเส้น Track สำหรับเดินป่า





๕.๗ App: แปลงพิกัด GPS - Coordinates

- เป็นแอปพลิเคชันแปลงข้อมูลค่าพิกัดบนแผนที่แปลงพิกัดทางทหาร แปลงกริด และแปลงพิกัดภูมิศาสตร์ เหมาะสำหรับผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับ ภูมิศาสตร์ การสำรวจ การออกแบบ ธรณีวิทยา ป่าไม้ การคมนาคมขนส่ง กิจการทหารตำรวจ ฯลฯ



เอกสารอ้างอิง

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. ๒๕๕๗. รายงานประจำปี ๒๕๕๗. กรุงเทพฯ: ส่วนควบคุมไฟป่า สำนักป้องกันปราบปราม และควบคุมไฟป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, น. ๔๕.

_____. ม.ป.ท. การตรวจหาไฟด้วยดาวเทียม. แหล่งที่มา:

http://www.dnp.go.th/forestfire/FIRESCIENCE/lesson%๒๐๕/lesson๕_๕.htm,
๒๐ สิงหาคม ๒๕๖๓.

กลุ่มงานข้อมูลสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานจังหวัดแพร่. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

Geographic Information Systems. แหล่งที่มา:

<http://www.phrae.go.th/GIS/Test๐๒.html>, ๒๐ สิงหาคม ๒๕๖๓.

การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing). แหล่งที่มา : http://etc.csrs.ku.ac.th/pluginfile.php/๖๒๖/mod_resource/content/๓/Remote%๒๐Sensing.pdf, ๒๐ สิงหาคม ๒๕๖๓.

คัตคณัฐ ชื่นวงศ์อรุณ. ๒๕๖๓. การเกิดไฟป่า (Wildfire) และประเภทของไฟป่า. แหล่งที่มา:

<https://ngthai.com/science/๒๗๐๒๖/wildfire/>, ๒๐ สิงหาคม ๒๕๖๓.

จุฬารัตน์ พรหมสุวรรณ. ๒๕๕๓. การพัฒนาบทบาทของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านการควบคุมไฟป่า กรมป่าไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ชิงชัย หุมห่อง. ๒๕๕๘. การผลิตสื่อ/โครงการภูมิสารสนเทศผ่านโปรแกรม Google Earth.

แหล่งที่มา: <https://www.slideshare.net/chingchaih/geoinformatics-for-teacher-๔๖๒๗๙๗๒๖>, ๒๐ สิงหาคม ๒๕๖๓.

ทับทิม วิเศษสุน. ๒๕๕๖. การวิเคราะห์รูปแบบด้านเวลาและสถานที่ของอุบัติเหตุทางถนน ในพื้นที่

สถานีตำรวจนครบาลประจักษ์. แหล่งที่มา: <http://www.arts.chula.ac.th/~geography/Senior%๒๐project/Tubtim%๒๐๒๐๑๓.pdf>, ๒๐ สิงหาคม ๒๕๖๓.

วสันต์ จอมภักดี. ๒๕๕๘. หมอกควันเอย ไฉนไม่ลอย ขึ้นฟ้า. แหล่งที่มา:

<https://prcmu.cmu.ac.th/images/mag/data-๑๖๐๙๐๕๑๐๕๐๕๗.pdf>, ๒๐ สิงหาคม ๒๕๖๓.

วิจารณ์ สิมายา. ๒๕๕๒. ปัญหาและแนวทางการจัดการมลพิษจากหมอกควันและไฟป่าในพื้นที่

ภาคเหนือ. น. ๕. ใน การประชุมวิชาการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ ๒.
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

วีรชัย ตันพิพัฒน์. ๒๕๕๙. **เซ็นเซอร์ตรวจติดตามไฟป่า VIIRS บน ดาวเทียม Suomi NPP.**

แหล่งที่มา: <https://www.slideshare.net/VeerachaiTanpipat/viirs-suomi-npp-v๘๘a>,
๒๐ สิงหาคม ๒๕๖๓.

ศิริ อัครศิริ. ๒๕๕๓. **การควบคุมไฟป่าสำหรับประเทศไทย.** กรุงเทพฯ: สำนักควบคุมไฟป่า กรมป่าไม้.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักประชาสัมพันธ์เขต ๓ เชียงใหม่. **หมอกควัน.** แหล่งที่มา:
<http://region๓.prd.go.th/Environment/index.php>, ๒๔ สิงหาคม ๒๕๖๓.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). ๒๕๕๒. **ตำราเทคโนโลยีอวกาศ
และภูมิสารสนเทศศาสตร์.** แหล่งที่มา: [http://learn.gistda.or.th/wpcontent/uploads/book/
Space%๒๐technology%๒๐and%๒๐GEO-informatics.pdf](http://learn.gistda.or.th/wpcontent/uploads/book/Space%๒๐technology%๒๐and%๒๐GEO-informatics.pdf), ๒๐ สิงหาคม ๒๕๖๓.

_____. ๒๕๕๗. **ดาวเทียมระบบ MODIS,** แหล่งที่มา:

[http://drought๒.gistda.or.th/?q=content/%E๐%B๘%๙๔%E๐%B๘%B๒%E๐%B๘%A๗
%E๐%B๙%๘๐%E๐%B๘%๙๗%E๐%B๘%B๕%E๐%B๘%A๒%E๐%B๘%A๑%E๐%B๘%A๓
%E๐%B๘%B๐%E๐%B๘%๙A%E๐%B๘%๙A-modis](http://drought๒.gistda.or.th/?q=content/%E๐%B๘%๙๔%E๐%B๘%B๒%E๐%B๘%A๗%E๐%B๙%๘๐%E๐%B๘%๙๗%E๐%B๘%B๕%E๐%B๘%A๒%E๐%B๘%A๑%E๐%B๘%A๓%E๐%B๘%B๐%E๐%B๘%๙A%E๐%B๘%๙A-modis), ๒๐ สิงหาคม ๒๕๖๓.

_____. ๒๕๖๓. **การติดตามสถานการณ์ไฟป่า หมอกควัน ด้วยเทคโนโลยีดาวเทียมและภูมิสารสนเทศ.**
แหล่งที่มา: www.gistda.or.th, ๒๐ สิงหาคม ๒๕๖๓.

GPS ระบบพิกัดแผนที่ผ่านดาวเทียม. ๒๕๕๗. แหล่งที่มา:

http://www.rocketssound.co.th/index.php?cmdmode=art_detail&artid=๒๕๘๖#,
๒๐ สิงหาคม ๒๕๖๓.

Brown A.A., Davis K.P. 1973. **Forest Fire: Control and Use.** New York: McGraw – Hill, pp. 2.

Map projections. Available Source: [http://what-when-how.com/gps/datums-coordinate-
systems-and-map-projections-gps-part-2/](http://what-when-how.com/gps/datums-coordinate-systems-and-map-projections-gps-part-2/), August 20, 2020.

SUSHIL K. PRASAD. **Crayons – An Azure Cloud Based Parallel System for GIS Overlay
Operations.** Available Source: [https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-
content/uploads/2016/_09/Cloud-Computing-for-Fundamental-Spatial-Operations-
on-Polygonal-GIS-Data.pdf](https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2016/_09/Cloud-Computing-for-Fundamental-Spatial-Operations-on-Polygonal-GIS-Data.pdf), August 20, 2020.

US Forest Service. 1956. **Forest Fire : Glossary of Terms Used in Forest Fire Control.**
USDA Forest Service Handbook, pp. 11.