การศึกษาเรื่องพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบในภูมิประเทศแบบหินปูน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธีการพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ กรณีศึกษา ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

Sinkholes risk area map using GIS: case study of Chompu sub-district, Noen maprang District, Phitsanulok province

ณัฐญา ชมภูศรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เสนอภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิศาสตร์
พฤษภาคม 2560

Copyright by Naresuan University
All rights reserved
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาภูมิศาสตร์ และหัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เรื่อง “การศึกษาเรื่องพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบในภูมิประเทศแบบหินปูน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธีการพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ กรณีศึกษา ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก”เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....

(อาจารย์ธัญลักษณ์ ศรีโพธิ์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(อาจารย์ ประสิทธิ์ เมฆอรุณ)

ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์

.....

(อาจารย์ ดร.ชาญยุทธ กฤตสุนันท์กุล)

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก อาจารย์ธัญลักษณ์ ศรีโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ และขอขอบคุณคณาจารย์ สาขาวิชาภูมิศาสตร์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ และข้อเสนอแนะที่สำคัญเพิ่มเติมจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ ผู้ศึกษาค้นคว้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่สำนักชลประทานที่ 3 จังหวัดพิษณุโลก ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ที่ทำการศึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณกรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพมหานครและ กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กรุงเทพมหานคร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์จนทำให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สมบูรณ์และมีคุณค่า

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และเพื่อนๆสาขาวิชาภูมิศาสตร์รุ่นที่ 32 ที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุก ๆด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

ณัฐญา ชมภูศรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ชื่อเรื่อง การศึกษาพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบในภูมิประเทศแบบหินปูน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธีการพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ กรณีศึกษา ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

ผู้วิจัย ณัฐญา ชมภูศรี
ประธานที่ปรึกษา อาจารย์ ธัญลักษณ์ ศรีโพธิ์
ประเภทสารนิพนธ์ วิทยานิพนธ์ วท.บ สาขาวิชาภูมิศาสตร์ , มหาวิทยาลัยนเรศวร,2559
คำสำคัญ หลุมยุบ, น้ำบาดาล, ภูมิประเทศแบบหินปูน, ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดหลุมยุบในภูมิประเทศแบบหินปูน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธีการพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ ศึกษาจากปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเกิดหลุมยุบ 5 ปัจจัย คือ การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ.2552 และ พ.ศ.2556 ข้อมูลกลุ่มชุดดิน ความลาดชัน ความลึกของบ่อบาดาลและอัตราการใช้น้ำบาดาลต่อปี โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแบ่งระดับพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบ จากผลการวิเคราะห์พบว่าโอกาสการเกิดหลุมยุบในทั้งสองปีมีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ใช้ในการวิเคราะห์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่มากนัก โดยปัจจัยอัตราการใช้น้ำบาดาลต่อปีและค่าความลึกของบ่อบาดาล เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเกิดหลุมยุบมากที่สุด พบว่าพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบน้อยที่สุด มีพื้นที่ 161.29 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 40.67 พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบน้อย มีพื้นที่ 135.72 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 34.22 พื้นที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบระดับปานกลาง มีพื้นที่ 50.85 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 12.82 พื้นที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบมาก มีพื้นที่ 35.03 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 8.83 และพื้นที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบมากที่สุด 13.66 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 3.46 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Title	Sinkholes risk area map using GIS: case study of Chompu sub-district, Noen maprang District, Phitsanulok province.
Author	Nattaya Chompoosri
Advisor	Tanyalak Sipho
Academic Paper	Thesis B.S. in Geography, Naresuan University ,2016
Keywords	Sinkhole, Groundwater, Karst,GIS

ABSTRACT

This study aimed to analyze factors related to sinkhole formation in Karst topography, a case study of Tambon Chompoo, Noenmaprang, Phitsaulok,using Geographic Information System (GIS) in conjunction with the Multi-criteria analysis (MCA). The data used in the study consisted of five factors affecting the sinkhole formation, which are land use data in the years of 2009 and 2013, soil series data, slope, groundwater well depth and annual groundwater consumption. GIS is used to analyze data in order to identify the prone to sinkhole formation areas. The results found that the chance of sinkhole formation in 2009 and 2013 is not significantly different because the land use factors have not changed much in the period of study. However, the results demonstrated that factors of groundwater consumption per year and the depth of the groundwater well are an important factors that affect the collapse of the sinkhole. The chance of sinkhole formation in the area of study is calculated as follows, the least chance of sinkhole formation has area of 161.29 square kilometers (40.67 percent), less chance of sinkhole formation has area of 135.72 square kilometers of area (34.22 percent) moderate chance of sinkhole formation has area of 50.85 square kilometers (12.82 percent), high chance of sinkhole formation has area of 35.03 square kilometers of area (8.83 percent) and the highest chance of sinkhole formation has area of 13.66 square kilometers (3.46 percent), respectively.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**.....	1
	ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	2
	ขอบเขตการวิจัย.....	2
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
	สมมติฐานของการวิจัย.....	4
	กรอบแนวคิดการศึกษา.....	4
2	**เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**.....	6
	ลักษณะพื้นที่ทำการศึกษา.....	6
	สภาพธรณีวิทยา.....	9
	สภาพอุทกธรณีวิทยา.....	10
	ธรณีพิบัติภัยหลุมยุบ.....	10
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	15
3	**วิธีการศึกษา**.....	21
	ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	21
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	22
	เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	23
	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	23
	ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา.....	24
	เกณฑ์การให้ค่าคะแนน (Score) และค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย (Weight).....	26
	วิธีการดำเนินการวิจัยและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล.....	27

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	**ผลการวิจัย**.....	30
	ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดหลุมยุบในภูมิประเทศแบบหินปูน ในพื้นที่ ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก.....	30
	ผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบด้วยวิธีการพิจารณาหลายกฎเกณฑ์	39
5	**บทสรุป**.....	41
	สรุปและอภิปรายผลการวิจัย.....	41
	ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดหลุมยุบในพื้นที่ศึกษาที่มีลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาแบบหินปูน.....	42
	ผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบในพื้นที่ศึกษาที่มีลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาแบบหินปูน.....	43
	ข้อเสนอแนะ.....	44
บรรณานุกรม.....		45
ภาคผนวก.....		48
	ภาคผนวก ก.....	49
	ภาคผนวก ข.....	52
ประวัติผู้วิจัย.....		55

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

3.1 ขั้นตอนตามช่วงเวลาของการดำเนินการวิจัย..... 22

3.2 เกณฑ์การให้ค่าคะแนนของปัจจัย (Score) และค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย (Weight)..... 26

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ปี พ.ศ.2552 และ พ.ศ.2556..... 33

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มชุดดินในตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก..... 35

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความลาดชันในตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก..... 37

4.4 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบ พื้นที่ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก..... 39

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญภาพ

ภาพ **หน้า**

1.1 กรอบแนวคิดแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบ..... 5

4.1 แผนที่ อัตราการใช้น้ำ พื้นที่ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก.... 31

4.2 แผนที่ความลึกบ่อบาดาล พื้นที่ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก..... 32

4.3 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก..... 34

4.4 แผนที่ข้อมูลกลุ่มชุดดิน พื้นที่ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก..... 36

4.5 แผนที่ความลาดชันของพื้นที่ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก..... 38

4.6 แผนที่แสดงพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบ ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก..... 40

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

หลุมยุบ (Sinkhole) เป็นธรณีพิบัติภัยธรรมชาติที่เกิดการยุบตัวลงเป็นหลุมลึก โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1 ถึง 200 เมตร ลึกตั้งแต่ 1 ถึงมากกว่า 20 เมตร โดยปกติหลุมยุบจะเกิดในบริเวณที่ราบใกล้กับภูเขาที่เป็นหินปูน เนื่องจากหินปูนมีคุณสมบัติละลายน้ำที่มีสภาพเป็นกรดอ่อน ประกอบกับภูเขาหินปูนมีรอยเลื่อนและรอยแตกมากมายดังจะสังเกตเห็นได้ว่า ภูเขาหินปูนมีหน้าผาชัน หน้าผาเป็นรอยเลื่อนและรอยแตกในหินปูน บริเวณที่พบรอยแตกของหินปูนตัดกันจะเป็นบริเวณที่ทำให้เกิดโพรงหินปูนได้ง่าย โพรงหินปูนถ้าอยู่พ้นผิวดินคือถ้ำ ถ้าอยู่ไม่พ้นผิวดินเรียกว่าโพรงหินปูนใต้ดิน ซึ่งสามารถจำแนกเป็น 2 ระดับ คือ โพรงหินปูนใต้ดินระดับลึก คือ ความลึกจากผิวดินมากกว่า 50 เมตร และ โพรงหินปูนระดับตื้น คือ ความลึกจากผิวดินไม่เกิน 50 เมตร (กรมทรัพยากรธรณี,2552)

ในพื้นที่ตำบลชมพู อำเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก เป็นพื้นที่ที่ประสบกับปัญหาภัยแล้งในด้านน้ำอุปโภค - บริโภคและน้ำที่ใช้ในการทำเกษตรกรรมเป็นประจำทุกปี น้ำใต้ดินหรือน้ำบาดาลจึงเป็นทรัพยากรน้ำทางเลือกที่สามารถพัฒนาขึ้นมาใช้บรรเทาสภาพปัญหาการขาดแคลนน้ำและสภาวะน้ำแล้งได้ อีกทั้งยังเป็นแหล่งน้ำหลักในพื้นที่ที่ไม่มีน้ำผิวดิน และเป็นแหล่งน้ำเสริมหรือแหล่งน้ำสำรอง ในกรณีที่มีน้ำผิวดินไม่เพียงพอ ในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจาก ลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาของ อำเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก มีลักษณะเป็นภูมิประเทศแบบหินปูนวางตัวเป็นแนวทอดยาวครอบคลุมพื้นที่ 4 ตำบลของอำเนินมะปราง ประกอบด้วย ตำบลชมพู ตำบลบ้านมุง ตำบลเนินมะปราง และตำบลวังยาง เมื่อมีการขุดเจาะบ่อบาดาลที่มีความลึกมาก ๆ ประกอบกับอัตราการใช้น้ำบาดาลในปริมาณมาก อาจส่งผลให้เกิดเป็นโพรงหินปูนใต้ดินระดับลึกหรือโพรงหินปูนระดับตื้นได้ เนื่องจากหินปูนมีคุณสมบัติละลายน้ำและ มีสภาพเป็นกรดอ่อน เมื่อโพรงหินปูนมีการพังทลายยุบตัวลงจึงเกิดเป็นหลุมยุบ ในจังหวัดพิษณุโลก จะสามารถพบพื้นที่เสี่ยงภัยได้เฉพาะในเขตอำเภอเนินมะปราง ครอบคลุมพื้นที่ 4 ตำบล ได้แก่ ตำบลชมพู ตำบลบ้านมุง ตำบลเนินมะปราง และตำบลวังยาง

จากเหตุการณ์การเกิดหลุมยุบที่ หมู่ 1 ตำบลบ้านมุง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก บริเวณพื้นที่ไร่ข้าวโพด หลุมยุบมีความกว้างประมาณ 6 เมตร ลึกประมาณ 3 เมตร โดยว่าพบว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

พื้นที่ที่เกิดหลุมยุบได้ยุบตัวลงและค่อยๆ ขยายกว้างมากขึ้น พบว่าในหลุมมีน้ำผุดขึ้นมาตลอดเวลา สันนิษฐานว่าน้ำที่ผุดขึ้นมาอาจมาจากโพรงหินที่อยู่ใต้ดินจากจุดที่เกิดหลุมยุบนั้นอยู่ห่างจากแนวเทือกเขาหินปูนเพียง 500 เมตร การเกิดหลุมยุบในกรณีนี้คาดว่าเกิดจากการกัดเซาะของน้ำใต้ดินในชั้นหินปูน ซึ่งหากชั้นหินปูนอยู่ไม่ไกลกับผิวดินมากนักเมื่อถูกน้ำกัดเซาะจะเกิดเป็นหลุมยุบหรือเรียกว่าเพดานถ้ำที่อยู่ใต้ดินยุบตัว (กรมทรัพยากรธรณี,2552)

จากสภาพปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้มีความสนใจที่จะศึกษาพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบในภูมิประเทศแบบหินปูน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธีการพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ กรณีศึกษา ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก โดยวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่กับปัจจัยทางกายภาพที่เกี่ยวข้องร่วมกับการวิธีการพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ด้วยเครื่องมือการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analyst Tools) เพื่อเป็นแนวทางให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้ที่มีความสนใจนำไปใช้เป็นแนวทางจัดการและการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน อัตราการใช้น้ำบาดาลและเครื่องมือดังกล่าวยังสามารถนำมาตรวจสอบถึงปัญหาที่ประสบในพื้นที่จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 **จุดมุ่งหมายของงานวิจัย**

1) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดหลุมยุบในพื้นที่ศึกษาที่มีลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาแบบหินปูน

2) เพื่อวิเคราะห์โอกาสในการเกิดหลุมยุบในพื้นที่ศึกษาที่มีลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาแบบหินปูน

1.3 **ขอบเขตของงานวิจัย**

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1) ขอบเขตด้านพื้นที่

ขอบเขตพื้นที่การศึกษา คือ ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก มีพื้นที่ทั้งหมด 398.22 ตารางกิโลเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2) ขอบเขตด้านเนื้อหาและเวลา

2.1) ตำแหน่งที่ตั้งและข้อมูลขอบเขตการปกครอง ได้แก่ ขอบเขตจังหวัด ขอบเขตอำเภอ และขอบเขตตำบล

2.2) ข้อมูลความละเอียดสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) มาตราส่วน 1: 50,000 ความละเอียด 30 เมตร

2.3) ข้อมูลกลุ่มชุดดิน จังหวัดพิษณุโลก มาตราส่วน 1: 50,000 จากกรมพัฒนาที่ดิน

2.4) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2552 และ พ.ศ. 2556 จากกรมพัฒนาที่ดิน

2.5) ข้อมูลบ่อน้ำบาดาลที่ได้รับใบอนุญาตในการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล จำนวน 80 บ่อ จากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

2.6) แบบสอบถามอัตราการใช้น้ำบาดาลด้านเกษตรกรรมและด้านธุรกิจการค้า จำนวน 16 บ่อ

2.7) โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

ในส่วนนี้ใช้ในการแนะนำและอธิบายความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดหลุมยุบ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันกับแนวคิดและคำอธิบายที่เกี่ยวกับโอกาสในการเกิดหลุมยุบ

1. หลุมยุบ (Sinkhole) เป็นธรณีพิบัติภัยที่เกิดการยุบตัวลงเป็นหลุม มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1 ถึง 200 เมตร ลึกตั้งแต่ 1 ถึงมากกว่า 20 เมตร โดยปกติหลุมยุบจะเกิดในบริเวณที่ราบใกล้กับภูเขาที่เป็นหินปูน เนื่องจากหินปูนมีคุณสมบัติละลายน้ำที่มีสภาพเป็นกรดอ่อนได้ ประกอบกับภูเขาหินปูนมีรอยเลื่อนและรอยแตกมากมายดังจะสังเกตเห็นได้ว่าภูเขาหินปูนมีหน้าผาชัน หน้าผาเป็นรอยเลื่อนและรอยแตกในหินปูนนั่นเอง บริเวณใดที่รอยแตกของหินปูนตัดกันจะเป็นบริเวณที่ทำให้เกิดโพรงได้ง่าย โพรงหินปูนถ้าอยู่พ้นผิวดินก็คือถ้ำ ถ้าไม่พ้นเรียกว่าโพรงหินปูนใต้ดิน ซึ่งจำแนกเป็น 2 ระดับ คือ โพรงหินปูนใต้ดินระดับลึก คือ ลึกจากผิวดินมากกว่า 50 เมตร และโพรงหินปูนระดับตื้น คือ ลึกจากผิวดินไม่เกิน 50 เมตร (กรมทรัพยากรธรณี,2552)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2. ความเสี่ยง (Risk) คือ โอกาสที่จะเกิดความเสียหายด้วยความรุนแรงในระดับต่าง ที่เกิดจากการเกิดหลุมยุบ

3. การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use) คือ บริเวณที่มีกิจกรรมทุกชนิดที่มีการกระทำในลักษณะเป็นประจำไม่ว่ากิจกรรมนั้นจะประกอบอยู่บนพื้นที่ดิน เหนือพื้นดิน หรือใต้พื้นดินและไม่ว่าจะอยู่ภายในอาคารหรือนอกอาคารที่ตั้งอยู่บนพื้นที่ดินแปลงนั้น (ที่มา: กรมการผังเมือง)

4. น้ำบาดาล (Groundwater) คือ ส่วนของน้ำใต้ผิวดินที่อยู่ในเขตอิ่มน้ำ รวมถึงธารน้ำใต้ดิน โดยทั่วไป หมายถึง น้ำใต้ผิวดินทั้งหมด ยกเว้นน้ำภายในโลก ซึ่งเป็นน้ำอยู่ใต้ระดับเขตอิ่มน้ำ (ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำบาดาล)

5. บ่อน้ำบาดาล (Groundwater Well) หมายถึง บ่อที่ขุดหรือเจาะลงไปถึง หรือผ่านชั้นหินอุ้มน้ำและสามารถตักหรือสูบ หรือปล่อยน้ำให้ไหลขึ้นมาเอง เพื่อใช้ในกิจกรรมใด ๆ โดยน้ำไม่แห้ง (พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา,2530)

6. ความลึกของชั้นน้ำ (Depth of Aquifer) หมายถึงระยะทางในแนวดิ่งที่วัดจากผิวดินลงไปจนถึงส่วนบนสุดของชั้นน้ำบาดาล (ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำบาดาล)

1.5 **สมมติฐานของการวิจัย**

การใช้ประโยชน์ที่ดินและปริมาณการใช้น้ำบาดาลมีผลต่อระดับความเสี่ยงในการเกิดหลุมยุบในพื้นที่ที่เป็นภูมิประเทศแบบหินปูน

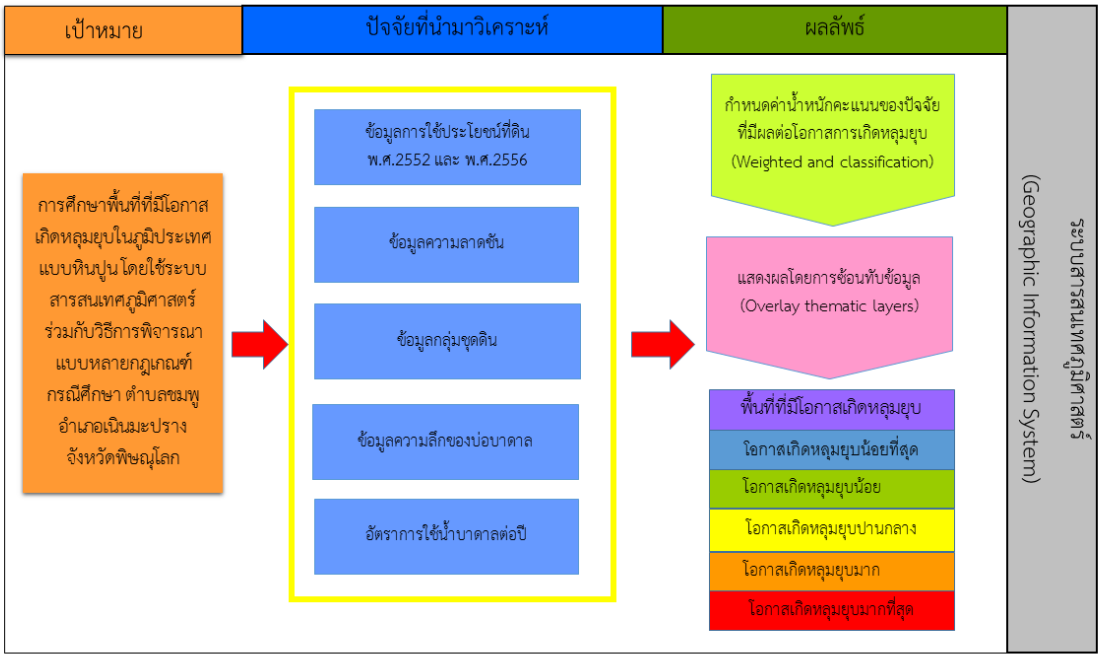
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.6 **กรอบแนวคิดการศึกษา**

Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

การศึกษาพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบในภูมิประเทศแบบหินปูน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธีการพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ กรณีศึกษา ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก สามารถศึกษาจากปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดหลุมยุบทั้ง 5 ปัจจัย คือ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2552 และ พ.ศ. 2556 ,ข้อมูลความลาดชัน ,ข้อมูลกลุ่มชุดดิน ,ข้อมูลความลึกของบ่อบาดาล และข้อมูลอัตราการใช้น้ำต่อปี โดยทำการจัดค่าลำดับคะแนน (Rating) และแบ่งเกณฑ์ช่วงของการให้ค่าน้ำหนัก (Weight) ของแต่ละปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดหลุมยุบ

แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยทำการคูณค่าลำดับคะแนนกับค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยจะได้ผลรวมของคะแนนแต่ละปัจจัย จากนั้นนำผลรวมของคะแนนแต่ละปัจจัยมาซ้อนทับ (overlay) แล้วทำการจัดชั้นข้อมูลใหม่ (Reclassify) เพื่อแสดงพื้นที่มีโอกาสการเกิดหลุมยุบ โดยนำคะแนนสูงสุดและต่ำสุดที่เป็นไปได้มาจัดชั้นข้อมูลใหม่ตามระดับโอกาสในการเกิดหลุมยุบทั้ง 5 ระดับ ดังภาพ 1.1



ภาพ 1.1 กรอบแนวคิดแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่องพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบในภูมิประเทศแบบหินปูน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธีการพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ กรณีศึกษา ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก มีเนื้อหาดังต่อไปนี้

2.1 ลักษณะพื้นที่ทำการศึกษา

2.2 ลักษณะทางธรณีวิทยา

2.3 แหล่งน้ำบาดาล

2.4 กระบวนการเกิดหลุมยุบ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะพื้นที่ทำการศึกษา

2.1.1 สภาพทั่วไปพื้นที่ศึกษา

ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก มีพื้นที่เป็นภูเขาและที่ราบเชิงเขา ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าลุ่มน้ำวังทองฝั่งซ้าย และเขตอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง โดยมีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 398.22 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 209,745 ไร่ มีหมู่บ้านตั้งอยู่บนที่ราบภูเขา 4 หมู่บ้าน และที่ราบเชิงเขา 11 หมู่บ้าน พื้นที่ส่วนใหญ่และเป็นแหล่งเกษตรกรรม ได้แก่ ทำนาข้าว ไร่ข้าว มันสำปะหลัง สวนมะม่วง สวนยางพารา สวนลำไย สวนเงาะ ฯลฯ

สถาบันวิทยบริการ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2.1.2 ขอบเขตพื้นที่

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ อำเภอเขาค้อ อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ และอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์
ทิศใต้	ติดต่อกับ อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ อำเภอทับคล้อ และอำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร

ทิศตะวันตก ติดต่อกับ อำเภอวังทรายพูน อำเภอสากเหล็ก จังหวัดพิจิตร และอำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก

2.1.3 เขตการปกครอง

พื้นที่ตำบลชมพูแบ่งเขตการปกครองย่อยออกเป็น 15 หมู่บ้าน ได้แก่

1. บ้านชมพูใต้	2. บ้านน้ำปาด	3. บ้านชมพูเหนือ
4. บ้านซำรัง	5. บ้านปลวกง่าม	6.บ้านหนองหญ้าปล้อง
7. บ้านรักไทย	8. บ้านเผ่าไทย	9. บ้านซำต้อง
10. บ้านหนองอีป่อง	11.บ้านร่มเกล้า	12. บ้านเนินคล้อ
13. บ้านทุ่งไอ้ตาก	14. บ้านหนองทับเรือ	15. บ้านซำรังใต้

2.1.4 ลักษณะภูมิอากาศ

ทางตอนเหนือและตอนกลางเป็นเขตเทือกเขาสูงและที่ราบสูง โดยมีเขตภูเขาสูงทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่ตอนกลางมาทางใต้เป็นที่ราบและตอนใต้เป็นที่ราบลุ่ม สามารถแบ่งฤดูกาลได้เป็น 3 ฤดู โดยสภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปของอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ในช่วงฤดูฝนเกิดจากอิทธิพลของลมมรสุมพัดผ่านจากมหาสมุทรแปซิฟิกและมหาสมุทรอินเดียเข้าสู่ประเทศไทย ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมจะทำให้มีฝนตกทั่วไปและมีเมฆมาก ส่วนในช่วงฤดูหนาวช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม จะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมซึ่งนำเอาอากาศแห้งและความหนาวเย็นมาสู่พื้นที่ และในฤดูร้อนช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน จะมีอากาศร้อนอบอ้าวเนื่องจากเกิดจากการเปลี่ยนช่วงของลมมรสุม

2.1.5 ทรัพยากรดิน

พื้นที่ส่วนใหญ่ของตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก เป็นพื้นที่ภูเขาและที่ราบเชิงเขาทำให้มีพื้นที่ราบต่อเนื่องกันเป็นบริเวณกว้าง ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินได้พัฒนาระบบฐานข้อมูลดิน โดยการรวบรวมชุดดินที่มีลักษณะ สมบัติและศักยภาพในการเพาะปลูก รวมถึงการจัดการดินที่มีความคล้ายคลึงกันมาไว้กลุ่มเดียวกัน จากชุดดิน 300 ชุดดิน ได้จำแนกใหม่เป็น 62 กลุ่มชุดดิน ด้วยกัน โดยดินทั้ง 62 กลุ่มนั้น สามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ (กรมทรัพยากรธรณี,2552)

1) กลุ่มชุดดินที่พบในพื้นที่ลุ่ม ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 1-25 และกลุ่มชุดดินที่ 57-59 ซึ่งมีลักษณะโดยทั่วไป คือ การระบายน้ำของดินไม่ดี มักมีน้ำแช่ขังในฤดูฝน ไม่เหมาะสำหรับการเพาะปลูกพืชไร่ ไม้ผล และไม้ยืนต้น

2) กลุ่มชุดดินที่พบในพื้นที่ดอน ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 26-56 และกลุ่มชุดดินที่ 60-62 หมายถึงดินที่ไม่มีน้ำแช่ขัง พบบริเวณที่เป็นเนิน มีการระบายน้ำดี สภาพพื้นที่อาจเป็นที่ราบเรียบเป็นลูกคลื่น หรือเนินเขา ใช้ปลูกพืชไร่ ไม้ผล และไม้ยืนต้น ซึ่งต้องการน้ำน้อย ไม่มีน้ำแช่ขัง สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มย่อย ได้แก่

- ดินในพื้นที่ดอนเขตดินแห้ง

เขตดินแห้ง โดยทั่วไปมีฝนตกน้อยและตกกระจายไม่สม่ำเสมอ ปริมาณฝนตกเฉลี่ยน้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี กลุ่มชุดดินที่พบ ได้แก่ 28, 29, 30, 31, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 44, 46, 47, 48, 49, 52, 55, 56, 60

- ดินในพื้นที่ดอนในเขตดินชื้น

เขตดินชื้น หมายถึง เขตที่มีฝนตกชุกและกระจายสม่ำเสมอเกือบทั้งปี โดยทั่วไปมีปริมาณฝนตกเฉลี่ยมากกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี กลุ่มชุดดินที่พบ ได้แก่ 26, 27, 32, 34, 39,42,43, 45, 50, 51, 53

- ดินบนพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อนหรือพื้นที่ภูเขา ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 62

2.2 สภาพธรณีวิทยา

ธรณีวิทยาโครงสร้าง

ลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาของหินในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกไม่ซับซ้อนมากนัก หินมีอายุอยู่ในยุคคาร์บอนิเฟอรัส หินคาร์บอนิเฟอรัส - เพอร์เมียน หินจะถูกเปลี่ยนแปลงและแปลงสภาพอาจเนื่องจากอยู่ในบริเวณที่มีการเคลื่อนที่ของเปลือกโลกในอดีตอย่างรุนแรง โดยเฉพาะในช่วงปลายยุคเพอร์เมียนถึงตอนต้นยุคไทรแอสซิก ซึ่งมีการชนกันและมุดตัวระหว่างอนุทวีป 2 แผ่น ตามทฤษฎีการเคลื่อนที่ของทวีป คือ อนุทวีปอินโดจีน และอนุทวีปฉาน - ไทย ทำให้หินเกิดการเปลี่ยนแปลง (deformation) เกิดแนวการคดโค้ง และมีการแตกหัก มีรอยเลื่อนเกิดขึ้น และอีกประการหนึ่งที่ทำให้หินมีการแปรสภาพแสดงแนวการคดโค้ง แตกหักมากและมีแนวรอยเลื่อนปรากฏอยู่ทั่วไปก็คือ อิทธิพลที่ได้รับจากการสัมผัสกับหินอัคนี (กรมทรัพยากรธรณี,2552)

แนวรอยเลื่อน (Fault) ที่พบในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก ส่วนใหญ่จะพบเป็นรอยเลื่อนขนาดใหญ่ถึงขนาดเล็ก โดยรอยเลื่อนขนาดใหญ่และขนาดกลางนั้นจะวางตัวอยู่ในแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือ - ตะวันออกเฉียงใต้ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ - ทิศตะวันตกเฉียงใต้ และในแนวเหนือ-ใต้ ซึ่งบางส่วนของรอยคดโค้งนั้นเป็นผลมาจากแรงภายนอกที่มากระทำต่อชั้นหินภายหลังจากที่ชั้นหินเกิดการแข็งตัว ซึ่งคุณสมบัติของหินแต่ละชนิดจะตอบสนองต่อแรงที่มากระทำแตกต่างกัน การคดโค้งที่ปรากฏมีทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก รอยคดโค้งขนาดใหญ่มีแกนการคดโค้งในแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และรอยคดโค้งขนาดเล็กมีแกนการ คดโค้งหลายทิศทางไม่มีความแน่นอน นอกจากนี้ยังพบรอยชั้นไม่ต่อเนื่อง (unconformity) ที่เด่นชัดระหว่างหน่วยหินตะกอนปัจจุบันที่สะสมตัวและมีการสัมผัสแบบรอยชั้นไม่ต่อเนื่องกับหมวดหินที่มีอายุแก่กว่า (กรมทรัพยากรธรณี,2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.3 สภาพอุทกธรณีวิทยา

แหล่งน้ำบาดาล

แหล่งน้ำบาดาลของพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกนั้นจัดอยู่ในพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนบน ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 18,000 ตารางกิโลเมตร มีความกว้างของแอ่งประมาณ 90 กิโลเมตร และยาวประมาณ200 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ในเขตจังหวัดอุตรดิตถ์ พิษณุโลก สุโขทัย พิจิตร กำแพงเพชร และนครสวรรค์ มีลักษณะเป็นพื้นที่ราบลุ่มที่เกิดจากตะกอนแม่น้ำปิง แม่น้ำวัง แม่น้ำยม และแม่น้ำน่าน เป็นตะกอนหินร่วนมีความหนาของชั้นตะกอน 300-500 เมตร ส่วนบริเวณกลางแอ่งมีความหนาประมาณ 700 เมตร แหล่งน้ำบาดาลที่สำคัญมีอยู่ 2 ชนิด คือ

1) ชั้นน้ำบาดาลตะกอนน้ำพายุคปัจจุบัน ของแม่น้ำปิง วัง ยม และน่าน แอ่งน้ำบาดาลมีความหนาประมาณ 10-50 เมตร (น้ำบาดาลระดับตื้น) ให้ปริมาณน้ำ 10-50 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

2) ชั้นน้ำบาดาลตะกอนน้ำพายุคเก่า แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1) ตะกอนแบบที่ราบขั้นบันไดระดับต่ำ เป็นชั้นตะกอนดินเหนียวและทรายละเอียด มีความหนาเฉลี่ย 50-100 เมตร ให้ปริมาณน้ำประมาณ 5-10 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

2.2) ตะกอนแบบที่ราบขั้นบันไดระดับสูง เป็นตะกอนกรวดทรายขนาดใหญ่ ทรายและดินเหนียวให้ปริมาณน้ำ 3-10 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมงในบริเวณขอบแอ่ง ส่วนบริเวณกลางแอ่งเป็นตะกอนกรวดทรายและดินเหนียว ชั้นน้ำบาดาลนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ มีความลึกจากผิวดินน้อยกว่า 300 เมตร ให้ปริมาณน้ำ5-10 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ในบางแห่งอาจสูงถึง 300 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง คุณภาพน้ำบาดาลส่วนใหญ่มีคุณภาพดีแต่มีปริมาณเหล็กสูง

2.4 ธรณีพิบัติภัยหลุมยุบ

หลุมยุบ (Sinkhole) เป็นธรณีพิบัติภัยธรรมชาติที่เกิดการยุบตัวลงเป็นหลุมลึก โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1 ถึง 200 เมตร ลึกตั้งแต่ 1 ถึงมากกว่า 20 เมตร โดยปกติหลุมยุบจะเกิดในบริเวณที่ราบใกล้กับภูเขาที่เป็นหินปูน เนื่องจากหินปูนมีคุณสมบัติละลายน้ำที่มีสภาพเป็นกรดอ่อน ประกอบกับภูเขาหินปูนมีรอยเลื่อนและรอยแตกมากมายดังจะสังเกตเห็นได้ว่าภูเขาหินปูนมีหน้าผาชัน หน้าผาเป็นรอยเลื่อนและรอยแตกในหินปูน บริเวณที่พบรอยแตกของหินปูนตัดกันจะเป็นบริเวณที่ทำให้เกิดโพรงหินปูนได้ง่าย โพรงหินปูนถ้าอยู่พ้นผิวดินคือถ้ำ ถ้าอยู่ไม่พ้นผิวดินเรียกว่า โพรงหินปูนใต้ดิน ซึ่งสามารถจำแนกเป็น 2 ระดับ คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

โพรงหินปูนใต้ดินระดับลึก คือ ความลึกจากผิวดินมากกว่า 50 เมตร และ โพรงหินปูนระดับตื้น คือ ความลึกจากผิวดินไม่เกิน 50 เมตร (กรมทรัพยากรธรณี,2552)

1). **กระบวนการเกิดหลุมยุบ**

หลุมยุบที่เกิดจากธรรมชาติส่วนใหญ่จะเกิดจากกระบวนการละลายของชั้นหินด้วยสารละลายที่เป็นกรดหรือน้ำฝนที่เป็นกรดไหลซึมลงใต้ดิน เมื่อหินจำพวกคาร์บอเนต เช่น หินปูน หินโดโลไมต์ทำปฏิกิริยากับน้ำสารละลายกรดก็จะเกิดการละลายกลายเป็นโพรงหรือช่องว่างใต้ผิวดิน เมื่อเกิดช่องว่างในชั้นหินใต้ดิน เศษตะกอนดินก็จะไหลลงไปเติมในช่องว่างตามแรงโน้มถ่วงของโลกในระหว่างที่เศษตะกอนเคลื่อนที่ไปก็จะกร่อนชั้นหินใต้หินตามไปด้วย จนกระทั่งเศษตะกอนนั้นเติมเต็มช่องว่างจนหมด พื้นผิวดินด้านบนก็จะทรุดตัวต่ำลงจากระดับปกติจนกลายเป็นหลุม ดังนั้นลักษณะการยุบตัวของพื้นผิวดินเหนือโพรงชั้นใต้ดินนั้นขึ้นอยู่กับความหนาและชนิดของชั้นดินที่ปกคลุมผิวดิน รวมไปถึงสภาพของน้ำใต้ดินด้วย

2). **ปัจจัยที่ทำให้เกิดหลุมยุบ**

1. เป็นบริเวณที่มีหินปูนรองรับอยู่ในระดับตื้น
2. มีโพรงหรือถ้ำใต้ดิน
3. มีตะกอนดินปิดทับบาง (ไม่เกิน 50 เมตร)
4. มีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดิน
5. มีรอยแตกที่เพดานโพรงใต้ดิน
6. ตะกอนดินที่อยู่เหนือโพรงไม่สามารถคงตัวอยู่ได้
7. มีการก่อสร้างอาคารบนพื้นดินที่มีโพรงหินปูนใต้ดินระดับตื้น
8. มีการเจาะบ่อบาดาลผ่านเพดานโพรงหินปูนใต้ดินระดับตื้น ทำให้แรงดันน้ำและอากาศภายในโพรงถ้ำเปลี่ยนแปลง
9. มีผลกระทบจากแผ่นดินไหวที่มีความรุนแรงเกิน 7 ริกเตอร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3). ชนิดของหลุมยุบ

1). หลุมยุบที่เกิดจากกระบวนละลาย (Dissolution sinkholes) เกิดจากการละลายของหินปูนหรือหินโดโลไมต์สามารถเกิดขึ้นได้ง่ายเมื่อหินชนิดนี้โผล่พ้นผิวดิน รอยแตกในหินจะเป็นช่องทางให้น้ำฝนหรือน้ำใต้ดินที่เป็นกรดไหลผ่านและทำให้เกิดการละลายขึ้น หลุมยุบลักษณะนี้จะทำให้เกิดหุบเขาขนาดเล็กหรือพื้นที่ทรุดตัวแบบตื้น

2). หลุมยุบที่เกิดจากการทรุดตัวของชั้นดินที่ปกคลุม (Cover-subsidence sinkholes)

หลุมยุบชนิดนี้เกิดจากการไหลของตะกอนหินร่วนจำพวกทรายไหลลงไปตามโพรงหรือช่องว่างที่อยู่ด้านล่าง ในขณะที่ผิวดินด้านบนค่อยๆ ทรุดตัวลงเนื่องจากตะกอนที่สะสมอยู่ค่อยๆ หายไป และเกิดการทรุดตัวแต่อาจจะต้องใช้ระยะเวลานานถ้าหากชั้นดินมีดินเหนียวปน หรือมีความหนาของชั้นดินปิดทับอยู่มาก

3). หลุมยุบที่เกิดจากการพังทลายของชั้นดินที่ปกคลุม (Cover-collapse sinkholes) หลุมยุบชนิดนี้สามารถเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วเพียงไม่กี่ชั่วโมง และสร้างความเสียหายเป็นอย่างมาก ซึ่งมักจะเกิดในบริเวณที่ชั้นหินปูนถูกปิดทับด้วยชั้นตะกอนดินเหนียว โดยหลุมยุบจะมีลักษณะชั้นตรงกลางเป็นแอ่งรูปชาม

4). หลุมยุบที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เกิดจากการรั่วซึมของท่อน้ำใต้ดิน ทำให้เกิดการทรุดตัวของพื้นดินโดยส่วนใหญ่มักจะเกิดในเขตชุมชนเมือง และสามารถเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วจนสร้างความเสียหายให้กับผู้ที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียงได้ ซึ่งลักษณะของหลุมอาจจะมีรูปร่างแตกต่างกันไป การประเมินสาเหตุของการเกิดหลุบยุบในลักษณะนี้จะต้องได้รับการตรวจสอบในพื้นที่อย่างละเอียด

5). หลุมยุบจากหินภูเขาไฟ จากเหตุการณ์การเกิดหลุมยักษ์กลางเมืองกัวเตมาลา ประเทศกัวเตมาลา เมื่อปี พ.ศ. 2553 ลักษณะเช่นนี้ไม่ใช่หลุมยุบแบบทั่วไป เนื่องจากหลุมยุบประเภทนี้เกิดจากการละลายของชั้นหินปูนหรือหินโดโลไมต์ ที่รองรับอยู่ด้านล่างจนทำให้เกิดเป็นโพรงชั้นใต้ดิน ซึ่งเมื่อโพรงชั้นใต้ดินขยายใหญ่ขึ้นก็จะรับน้ำหนักจากพื้นผิวด้านบนไม่ไหว จึงเกิดการถล่มลงจนกลายเป็นหลุมขนาดใหญ่ แต่สำหรับในประเทศกัวเตมาลาแล้ว พื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินพัมมิส (pumice) หลังจากการระเบิดของภูเขาไฟในอดีตเศษเถ้าภูเขาไฟที่เกาะกันอย่างหลวมๆ และเศษวัสดุต่างๆที่ตกสะสมเป็นเวลานานที่มีความหนากว่า 200 เมตร ซึ่งวัสดุ

เหล่านี้ง่ายต่อกระบวนการกร่อนเป็นอย่างมาก เมื่อมีการรั่วไหลของน้ำจากท่อใต้ดินหรือเกิดพายุกระหน่ำ ก็จะเกิดการทรุดตัวลงไปด้านล่างได้เช่นกัน

6). หลุมยุบในทะเล(The Great Blue Hole) เป็นหลุมยุบที่พบอยู่ด้านนอกชายฝั่งของประเทศเบลีซ ริมทะเลแคริบเบียน ซึ่งตั้งอยู่กลางแนวปะการังที่เรียกว่า Lighthouse Reef หลุมยักษ์ใต้น้ำนี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกว่า 300 เมตร และมีความลึก 124 เมตร เกิดขึ้นในยุคน้ำแข็งของยุคควอเทอร์นารี ซึ่งเป็นช่วงที่น้ำทะเลมีระดับต่ำกว่าปัจจุบัน ภายในหลุมเป็นโพรงถ้ำหินปูนขนาดใหญ่ และมีหินย้อยจากผนังถ้ำ จากข้อมูลอายุหินย้อยภายในหลุมยุบนี้พบว่าเกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อ 153,000 ปีก่อน อีกทั้งพบอายุ 66,000 60,000 และ 15,000 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลหลายช่วงที่อาจเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีต ในเวลาต่อมาเมื่อน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น ถ้ำและโพรงของหลุมยุบจึงจมอยู่ใต้น้ำในปัจจุบัน

4). สาเหตุที่ทำให้เกิดหลุมยุบหลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นยักษ์

หลังจากการเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่มีความรุนแรงระดับ 9 ริกเตอร์ ทำให้หินปูนที่มีคุณสมบัติแข็งแต่เปราะง่ายเมื่อได้รับการกระทบกระเทือนเป็นบริเวณกว้าง เพดานโพรงหรือถ้ำใต้ดินที่อยู่ในระดับตื้นและไม่แข็งแรงจึงมีโอกาสยุบตัวหรือถล่มลงมาเป็นหลุมยุบได้ง่าย นอกจากนี้คลื่นยักษ์(สึนามิ) ที่กระหน่ำเข้ามามีแรงกระแทกมหาศาล ทำให้ระดับน้ำและบนดินมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว สาเหตุที่ทำให้เกิดหลุมยุบหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นยักษ์ คือ

1. เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการเกิดคลื่นยักษ์ทำให้แรงดันของน้ำและอากาศภายในโพรงเสียสมดุล
2. เกิดการขยับตัวของพื้นที่ซึ่งอาจทำให้เกิดรอยร้าวของเพดานโพรง สืบเนื่องจากการเกิดแผ่นดินไหวอย่างรุนแรง

Copy

5). **ข้อสังเกตก่อนเกิดหลุมยุบ**

1. ดินทรุดและยุบตัว ทำให้กำแพง รั้ว เสาบ้าน ต้นไม้ โผล่สูงขึ้น
2. มีการเคลื่อนตัว/ทรุดตัว ของกำแพง รั้ว เสาบ้าน ต้นไม้ ประตู/หน้าต่างบิดเบี้ยว ทำให้ปิดยากขึ้น
3. เกิดแอ่งน้ำขนาดเล็กในบริเวณที่ไม่เคยมีแอ่งน้ำมาก่อน
4. มีต้นไม้ ใบไม้ ดอกไม้ และพืชผัก เหี่ยวเฉาเป็นบริเวณแคบ ๆ หรือเป็นวงกลม เนื่องจากสูญเสียความชื้นของชั้นดินลงไปในโพรงใต้ดิน
5. น้ำในบ่อ สระ เกิดการขุ่นข้น หรือเป็นโคลน โดยไม่มีสาเหตุ
6. อาคาร บ้านเรือนทรุด มีรอยปริแตกบนกำแพง พื้น ทางเดินเท้า และพื้นดิน

6). **ข้อสังเกตก่อนเกิดหลุมยุบและโพรงยุบในพื้นที่ราบที่อยู่ใกล้เขาหินปูน**

1. เกิดเสียงดังคล้ายเสียงฟ้าร้องจากใต้ดิน ซึ่งเป็นผลมาจากการถล่มของเพดานโพรงหินปูนชั้นใต้ดินหล่นลงมากระแทกพื้นถ้ำใต้ดิน ก่อนที่จะเกิดการยุบตัวของหลุมในเวลาต่อมาซึ่งอาจจะเกิดต่อมาภายในหลายนาที หลายชั่วโมงหรือเป็นวันก็ได้

2. บางกรณีจะมีน้ำทะลักพุ่งขึ้นมาจากใต้ดิน ภายหลังการเกิดเสียงดังจากใต้ดิน เนื่องจากเกิดการยุบและถล่มลงของเพดานถ้ำที่มีน้ำอยู่ในโพรงชั้นใต้ดิน

3. ก่อนเกิดการยุบตัวลง พื้นดินรอบข้างจะมีรอยแตกร้าวอย่างผิดสังเกต ซึ่งรูปร่างของพื้นที่ที่พบรอยแตกร้าว ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นวงกลมหรือวงรี คล้ายร่างแหหรือใยแมงมุม ขนาดของพื้นที่ที่พบรอยแตกร้าวจะใกล้เคียงกับขนาดโพรงหรือถ้ำที่อยู่ชั้นใต้ดิน โดยทั่วไปจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 5 เมตร

4. สิ่งก่อสร้างที่หยั่งลึกลงไปในดิน เช่นท่อน้ำ เสา รั้ว จะมีลักษณะคดโค้งหรือเลื่อนตัวแบบผิดสังเกต

5. บางครั้งจะพบว่าน้ำตามบ่อบาดาลหรือบ่อน้ำที่อยู่ใกล้เคียงจะมีสีขุ่นข้นหรือเป็นโคลน เนื่องจากเกิดการพังทลายของผนังถ้ำ

2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยของเพียงตา และคณะ(2553.) เรื่องการเปรียบเทียบอัตราการขยายตัวของหลุมยุบ และโพรงใต้ผิวดิน กรณีศึกษาที่บ้านบ่อแดง อำเภอบ้านม่วง จังหวัดสกลนคร มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาติดตามการขยายตัวของหลุมยุบที่ปรากฏให้เห็นบริเวณผิวดินและโพรงใต้ผิวดิน หลุมยุบที่ทำการศึกษาเกิดบริเวณที่มีเกลือหินอยู่ในระดับตื้น โดยที่ผิวด้านบนของเกลือหินถูกทำละลายออกไป จึงทำให้เกิดช่องว่างหรือโพรงบริเวณรอยต่อระหว่างเกลือหินและชั้นดินชั้นหิน เมื่อชั้นดินชั้นหินที่ปิดทับโพรงไม่สามารถรับน้ำหนักได้ เนื่องจากโพรงขยายกว้างมากขึ้น จึงเกิดการยุบตัวปรากฏให้เห็นที่ผิวดิน เพียงตา และคณะ จึงได้ทำการเฝ้าติดตามและตรวจวัดการขยายตัวของหลุมยุบที่ผิวดินและใต้ผิวดิน ระหว่างปี พ.ศ. 2544-2554 รวมระยะเวลาของการศึกษาติดตาม 10 ปี ในช่วงการศึกษาติดตามหลุมยุบที่ผิวดินและโพรงใต้ผิวดินที่ทำให้เกิดหลุมยุบ ในพื้นที่ศึกษาพบหลุมยุบที่ผิวดินมีการขยายตัวกว้างมากขึ้น และโพรงใต้ผิวดินที่เกิดจากการละลายออกไปของผิวด้านบนของเกลือหินมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง สภาพใต้ผิวดินจากการแปลความหมายสภาพต้านทานไฟฟ้า บ่งบอกชัดเจนของบริเวณหรือขอบเขตค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำ (low resistivity zone) ของส่วนที่เป็นโพรงส่วนบริเวณที่เป็นเกลือหินพบสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงขึ้นตามลำดับ พบการเว้าลึกเป็นรูปแอ่งของเกลือหินที่มีการขยายตัวในแนวดิ่งและแนวนอน อัตราการขยายตัวของหลุมยุบที่ผิวดินและโพรงใต้ผิวดินมีลักษณะสามารถคาดการณ์หรือทำนายได้ด้วยสมการเส้นตรง อัตราการขยายตัวโพรงใต้ผิวดินมีค่ามากกว่าอัตราการขยายตัวของหลุมยุบบนดินประมาณ 1.3 เท่า หลุมยุบที่ศึกษาในเวลาต่อมาได้มีการนำดินมาถมแต่ความกว้างของโพรงหลุมยุบยังมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง การนำดินมาถมไม่ใช่การแก้ปัญหาที่ต้นเหตุ ดังนั้นการยุบตัวของหลุมยุบที่ปรากฏบนดินยังคงเกิดต่อไป

จากการศึกษางานวิจัยของ Kh.Shafiei Motlaq (2010.) เรื่อง Geohazard map of cover-collapse sinkhole in Dishmook area south west Iran by using RS and GIS (แผนที่ธรณีภัยพิบัติของพื้นที่ที่มีความเสี่ยงของการพังทลายสิ่งปกคลุมหน้าดินที่ทำให้เกิดหลุมยุบในพื้นที่เมืองดิชมุก ทางตะวันตกเฉียงใต้ ประเทศอิหร่าน โดยใช้การรับรู้ระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์)ในการศึกษานี้ มีการใช้เทคนิคทางด้านการรับรู้ระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการเก็บข้อมูลภาคสนาม เพื่อการทำแผนที่ที่มีความเสี่ยงของการพังทลายของสิ่งปกคลุมหน้าดินที่ทำให้เกิดหลุมยุบที่เมืองดิชมุก โดยการทำแผนที่ทางธรณีวิทยาจากการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

เก็บข้อมูลภาคสนาม สามารถนำข้อมูลมาใช้ได้ เนื่องจากมีข้อมูลและแบบจำลองระดับความสูงทางดิจิตอลของพื้นที่ที่ถูกรวมไว้เข้ากับระบบข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่สามารถอธิบายถึงความสอดคล้องและการเชื่อมโยงแบบสามมิติ ของพื้นที่ในระดับภูมิภาคได้ โดยมีพารามิเตอร์ เช่น การแยกน้ำของยิปซั่มและความหนาของพื้นที่ที่ครอบคลุมที่จะเกิดการก่อตัวของหลุมยุบ นอกจากนี้ยังมีการคำนวณความหนาแน่นของการพังทลายของหน้าดินในอดีต รวมทั้งความหนาแน่นของการพังทลายของหน้าดินในอดีตกับการแยกน้ำของยิปซั่ม, การใช้น้ำใต้ดินเกินปริมาณ ,การใช้งานผ่านเครื่องจักรที่หนักในการขนส่ง และการใช้งานผ่านทางเครื่องจักรทางการเกษตรที่ทำให้เพดานถ้ำที่เป็นดินเหนียวสามารถพังทลายลงมาได้ จากผลการศึกษาพบว่าความเป็นไปได้ของการพังทลายของชั้นหินใต้ดินที่ทำให้เกิดหลุมยุบในพื้นที่ที่ประกอบด้วย หินปูนและยิปซั่ม คาดว่าลักษณะโครงสร้างของพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นแบบถ้ำหินปูนและมีการหลอมละลายของชั้นหินปูน หลังจากเกิดการก่อตัวของรอยแตกและการผุพังในระดับความลึกที่สูง และความสามารถในการรับน้ำหนักของชั้นดินไม่สามารถรับน้ำหนักที่มีมากเกินไปได้ จึงเกิดการพังทลายและจมตัวลงเป็นหลุมยุบ ขนาดและความลึกของหลุมยุบนั้นขึ้นอยู่กับความหนาของผิวเปลือกโลก ความเหนียวของดิน และความแข็งแรงของผิวเปลือกโลก ด้วยขนาดของหลุมยุบที่ครอบคลุมพื้นที่อย่างกว้างขวางที่ส่งผลกระทบต่อความเสียหายขนาดใหญ่ต่อสิ่งปลูกสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น อาคาร และถนนทางหลวง เมืองดิชมุกที่ตั้งอยู่บนชั้นหินใต้ดินที่เป็นหินยิปซั่มและมีการตกตะกอนของฝนและหิมะที่มีอยู่อย่างมาก ส่วนใหญ่พื้นที่เมืองดิชมุกจะเป็นฤดูใบไม้ผลิในชั้นหินใต้ดินมีการละลายของยิปซั่มที่เกิดขึ้นจากการกระทำของน้ำใต้ดินและสร้างเป็นถ้ำใต้ดิน ในบางพื้นที่ดินที่มีความหนาไม่มากนักจะเกิดการพังทลายอย่างรวดเร็ว โดยก่อนหน้านี้มีการปรับโครงสร้างพื้นฐานของอาคาร สิ่งปลูกสร้างด้วย นอกจากนี้ยังมีการรักษาเมืองจากการพัฒนาเหมืองในเขตที่มีความเสี่ยงสูงที่แสดงอยู่ในแผนที่ความเสี่ยงได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จากการศึกษางานวิจัยของโอมาร์ ออล์-คูล์รีและคณะ(2013.) เรื่อง การสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่สำหรับแผนที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดหลุมยุบ บนพื้นฐานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และข้อมูลการสำรวจระยะไกล (Geospatial Modeling for Sinkholes Hazard Map Based on GIS & RS Data) มีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมและการพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินที่นำไปสู่

การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญของภูมิประเทศและลักษณะธรณีสัณฐานวิทยา เช่น ลักษณะของหลุมยุบ โดยใช้เทคนิคการประเมินความเปราะบางเชิงพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดหลุมยุบโดยใช้วิธีการประเมินผลเชิงพื้นที่ที่หลากหลาย (SMCE) โดยตำแหน่งของหลุมยุบและฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษาเป็น 8 ปัจจัยที่ก่อให้เกิดความไม่เสถียรภาพในชั้นหินปูน คือ หินวิทยา,โครงสร้าง (ลักษณะภูมิประเทศ), สิ่งปกคลุมหน้าดิน , ความชัน , การใช้ที่ดินในการทำเหมืองแร่ , ลักษณะพื้นที่เมือง บ่อน้ำ และแม่น้ำ ในการจัดทำแผนที่ธรณีพิบัติภัยของพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดหลุมยุบ โดยมีความสัมพันธ์กับค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับแต่ละองค์ประกอบที่เป็นอันตราย ซึ่งได้รับอนุญาตเป็นแบบจำลองของรูปแบบการเกิดธรณีพิบัติภัย ซึ่งผลการวิเคราะห์สามารถตรวจสอบโดยการใช้หลุมยุบในสถานที่ที่เกิดขึ้นจริงเป็นพื้นที่ในการศึกษาการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของหลุมยุบที่เกิดจากการพัฒนาเมืองที่มีกระจายตัวของบ่อน้ำและเหมืองแร่ในอดีต ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงสำหรับการเกิดหลุมยุบที่เป็นอันตราย ในการจัดทำแผนที่ทางภูมิศาสตร์แสดงผลของความเสี่ยงของการเกิดหลุมยุบจะเห็นได้ว่า 93% ของการหลุมยุบในพื้นที่ภูมิประเทศแบบหินปูน ในขณะที่พื้นที่ทางทิศตะวันตกและทิศตะวันตกเฉียงใต้ได้รับความเดือดร้อนจากการเกิดหลุมยุบเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จากผลการวิเคราะห์ที่ได้สามารถนำมาใช้ป้องกันอันตรายจากการเกิดหลุมยุบและสามารถวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อไปในอนาคต

จากการศึกษางานวิจัยของ หมิงเทียน เล่ยและคณะ(2012.) เรื่อง การประเมินสถานการณ์ฉุกเฉินของการเกิดหลุมยุบขนาดใหญ่ กรณีศึกษา เมืองมั่วเหอ จังหวัดเกียงซี ประเทศจีน เนื่องจากการเกิดหลุมยุบ เมื่อเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 เกิดการพังทลายและการแตกร้าวของพื้นที่ประมาณ 40,000 ตารางกิโลเมตร โดยผลกระทบจากเหตุการณ์การเกิดหลุมยุบครั้งนี้เกิดจากขนาดของระบบทางเดินท่อน้ำขนาดใหญ่พังทลายลงและเกิดการพังทลายของพื้นที่ที่ไม่มีการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากการตรวจสอบเบื้องต้นเกิดจากความผันผวนของระดับน้ำที่รุนแรงของโครงสร้างชั้นหินปูนโดยเหตุการณ์นี้เกิดจากฝนตกหนักเป็นปริมาณมากพร้อมกับการพังทลายลงของโพรงหินชั้นใต้ดินใต้ลำธาร อาจเรียกว่าปรากฏการณ์ “water hammer” เกิดเป็นผลกระทบที่สร้างความเสียหายอย่างรุนแรงของการพังทลายของดิน เมื่อดินที่ได้รับการรบกวนอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านชลศาสตร์ (hydraulic gradient) ทำให้เกิดความผันผวนของระดับน้ำและส่งผลให้เกิดเป็นหลุมยุบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

โดยการเกิดหลุมยุบนั้นเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่รุนแรง และระดับน้ำที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากเกิดพายุฝน ส่งผลทำให้เกิดหลุมยุบตามมา จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่รุนแรงและการเกิดหลุมยุบจำเป็นจะต้องดำเนินการป้องกันไม่ให้เกิดระดับการยุบตัวขนาดใหญ่ในอนาคต เมื่อเทียบกับภูมิประเทศแบบหินปูนกับภูมิประเทศหินปูนแบบหินไดโลไมท์ โดยในพื้นที่ที่ทำการศึกษาค่อนข้างจะมีความเปราะบาง แสดงให้เห็นว่าเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการเกิดหลุมยุบสูง การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าภูมิประเทศแบบหินปูนแบบหินไดโลไมท์ได้รับความเสียหายจากการเกิดหลุมยุบที่รุนแรงที่สุด โดยจากการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงแรงดันน้ำในโครงสร้างแบบหินปูน ความขุ่นของน้ำบาดาล ตำแหน่งช่องว่างของดิน และการใช้เรดาร์เจาะ (GPR) สามารถทำนายพื้นที่ที่จะเกิดการพังทลายเป็นหลุมยุบในอนาคต ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะถูกนำมาใช้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดหลุมยุบในอนาคตและลดความเสียหายที่เกิดจากเหตุการณ์การเกิดหลุมยุบได้

จากการศึกษางานวิจัยของ M. Van Den Eeckhaut, J. Poesen และคณะ เรื่อง การเกิดหลุมยุบของเหมืองหินปูนในชั้นใต้ดิน : กรณีศึกษาในภาคใต้ของเมืองบูร์ก ประเทศเบลเยียม (Sinkhole Formation Above Underground Limestone Quarries: A case study of South Limburg ,Belgium) เนื่องจากเกิดการพังทลายของเหมืองแร่ในชั้นหินปูนใต้ดินที่ถูกทิ้งร้างในสองหมู่บ้านทางตอนใต้ของเมืองบูร์ก ประเทศเบลเยียม จากการเกิดของหลุมยุบดังกล่าวทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิประเทศและสร้างความเสียหายต่อทรัพย์สินของประชาชนและภาคเอกชนเป็นอย่างมาก วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือการทำความเข้าใจรูปแบบพื้นที่และช่วงเวลาการเกิดหลุมยุบของเหมืองแร่ในชั้นหินปูน โดยเกี่ยวข้องกับตำแหน่งที่ตั้ง อายุของหลุมยุบ และฐานข้อมูลที่สามารถรวบรวมได้ ปัจจัยที่ทำให้เกิดหลุมยุบนั้นเกี่ยวกับขนาดของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบและความเสียหายเกิดจากการก่อตัวของหลุมยุบ ตามที่ได้รับรายงานการเกิดหลุมยุบจำนวน 173 หลุม ตั้งแต่ ค.ศ.1665 ขนาดของหลุมยุบสามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของการพังทลายของหลุมยุบขนาดใหญ่ 7 แห่ง มีปริมาณตะกอนแทนที่รวม 480,000 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นผลมาจากการพังทลายในส่วนด้านบนของหลุมยุบ โดยหลุมยุบที่มีขนาดเล็กลงนั้นเป็นผลมาจากการพังทลายของการเปิดหน้าดินหลังจากการพังทลายในส่วนด้านบนหรือมีการแผ่กระจายเป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ท่อทางออก โดยรวมแล้วมีปริมาณตะกอนของหลุมยุบอยู่ประมาณ 12,300 ลูกบาศก์เมตร ในปัจจุบันพื้นที่ขนาดใหญ่ของเหมืองแร่ชั้นใต้ดินนั้นเป็นผลกระทบที่เกิดจากการเกิดหลุมยุบ โดยลักษณะเหล่านี้มีสาเหตุมาจากปัจจัยทางธรรมชาติ ปัจจัยจากมนุษย์ และเกิดขึ้นจากการได้รับผลกระทบทางโครงสร้างทำให้เกิดเป็นความเปราะบางส่วนหน้าดิน หรือในสถานที่ที่มีการจัดระบบการกำจัดของเสียที่ไม่เหมาะสมด้านบนของเหมือง ทำให้การก่อตัวของหลุมยุบเกิดขึ้นในช่วงฤดูใบไม้ผลิซึ่งเป็นปีที่มีความชื้นสูงในการเปิดหน้าดินที่เกิดจากน้ำใต้ดินมีปริมาณสูงหรือปริมาณน้ำฝนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าปกติ ดังนั้นหากไม่มีมาตรการบรรเทาผลกระทบที่เหมาะสมที่จะดำเนินการเพื่อลดการเสื่อมสภาพของกระบวนการดังกล่าว คาดว่าจะมีจำนวนของหลุมยุบเพิ่มมากขึ้น

การศึกษานี้ได้มุ่งเน้นไปที่หลุมยุบระดับตื้นเหนือเหมืองใต้ดินทางตอนใต้ของเมืองของบูร์กประเทศเบลเยียม ซึ่งสร้างความเสียหายให้กับบ้าน ถนน โครงสร้างพื้นฐานอื่นๆ และพื้นที่เพาะปลูกทางการเกษตร เกิดการก่อตัวเป็นหลุมยุบและสร้างความเสียหายเป็นอย่างมากในหมู่บ้าน Heers และ Riemst ซึ่งสาเหตุของการเกิดหลุมยุบเกี่ยวข้องกับตำแหน่ง อายุ และขนาดของหลุมยุบ ซึ่งสาเหตุเหล่านี้ได้มาจากเอกสารทางประวัติศาสตร์ โดยการรวบรวมฐานข้อมูลของหลุมยุบที่อยู่ระหว่างตั้งแต่ ค.ศ.1665 และ ค.ศ.2003 โดยส่วนใหญ่จะเกิดในช่วงฤดูใบไม้ผลิเป็น 87%ของบันทึกทั้งหมดที่มีการเกิดหลุมยุบ โดยในเมืองที่เกิดปัญหารุนแรงที่สุดจะอยู่ที่หมู่บ้าน Riemst เพราะเมื่อเทียบกับหมู่บ้าน Heers แล้วมีระยะเวลายาวนานมากกว่าประมาณ 10 เท่าและเหมืองที่ตั้งอยู่ในเขตศูนย์กลางของทั้งสองเมืองมีหลุมยุบเกือบ 20% เป็นหลุมยุบเก่าที่ยังมีปฏิกิริยาตอบสนองและมีการเคลื่อนไหว หลังจากไม่มีการจัดการที่ดีทำให้เกิดการทรุดตัวของวัตถุที่ใช้เติมในช่องว่างของหลุมยุบจำนวน 138 หลุม โดยมีรายงานในปีค.ศ.1965 ในพื้นที่ที่ทำการศึกษามีหลุมยุบเกิดขึ้นโดยเฉลี่ย 3 หลุม/ปี อย่างไรก็ตามตัวเลขสูงสุดของการก่อตัวเป็นหลุมยุบเกิดขึ้นในช่วงทศวรรษที่ 1960 และ 1980 แสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาการเกิดหลุมยุบนั้นไม่มีช่วงเวลาคงที่ โดยมีผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ระบบการจำแนกประเภทปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการเกิดหลุมยุบ คือ ความแตกต่างระหว่างปัจจัยทางธรรมชาติ ปัจจัยจากมนุษย์และปัจจัยใต้ผิวดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2. ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปีและรายเดือน

3. ข้อมูลน้ำบาดาลประจำปี แสดงช่วงเวลาการก่อตัวของการเกิดเป็นหลุมยุบที่สอดคล้องกับการสะสมปริมาณน้ำฝนและการเติมน้ำใต้ดินในระดับสูง

มีสองปัจจัยที่แสดงให้เห็นถึงระดับความชื้นของการเปิดหน้าดินซึ่งก่อให้เกิดเป็นหลุมยุบโดยการเพิ่มน้ำหนักการแบกรับและลดการทำงานร่วมกัน อย่างไรก็ตามปัจจัยอื่น ๆที่ไม่ใช่ปัจจัยด้านชลศาสตร์ทางธรรมชาติ ส่งผลให้เกิดการก่อตัวของหลุมยุบเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน โดยมนุษย์เป็นตัวการสำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดความเข้มข้นของน้ำเหนือเหมืองหิน การเสื่อมสภาพของเหมืองหิน การแบกรับน้ำหนักที่มากเกินไปบนหน้าดินจากเครื่องจักรกลที่มีน้ำหนักมากและจากแรงสั่นสะเทือน ในพื้นที่เหมืองนั้นหลุมยุบมีความสำคัญและส่งผลกระทบต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาในท้องถิ่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งบนหน้าดินที่มีการพังทลายหลังจากความล้มเหลวของหลักการในปฏิกิริยาลูกโซ่ ซึ่งผลลัพธ์คือเกิดเป็นหลุมยุบขนาดใหญ่ที่มากถึง 300,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยหลุมยุบที่เกิดจากการพังทลายส่วนด้านบนของหน้าดินหรือการพังทลายของท่อทางออกนั้น สาเหตุมาจากการแบกรับน้ำหนักที่มากเกิน โดยทั่วไปแล้วทิศทางการไหลของน้ำจะมีขนาดเล็กมาก มีปริมาณที่สามารถรับได้โดยเฉลี่ย คือ 74 ลูกบาศก์เมตร ตั้งแต่เหมืองมีการละทิ้งไม่มีการใช้ประโยชน์แล้วนั้น จำนวนของหลุมยุบคาดว่าจะมีจำนวนมากขึ้นหากไม่มีมาตรการบรรเทาผลกระทบที่เหมาะสมกับชั้นใต้ผิวดินที่จะเกิดพังทลายลงมาได้ ขณะที่การแก้ปัญหาด้วยการเติมวัตถุลงในหลุมยุบที่มีการเกิดขึ้นมาแล้วนั้นจะมีการรายงานผลและทำให้มีความสนใจในการเติมวัตถุที่มีความเหมาะสมแก่หลุมยุบ ซึ่งการได้รับข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งที่มีความแม่นยำและการกระทำที่ไม่เหมาะสมนั้นจะช่วยให้การจัดทำแผนที่แสดงหลุมยุบที่เป็นอันตรายจากบริเวณเหมืองในชั้นหินปูนได้ โดยแผนที่ดังกล่าวนั้นจะแสดงพื้นที่ที่อันตรายมากที่สุด อีกทั้งยังเป็นพื้นที่ที่มีการป้องกันและมีวิธีการฟื้นฟู เช่น การเติม การแทรกซึม และการเสริมความแข็งแรงของโครงสร้างทางธรรมชาติ และเสริมความแข็งแรงส่วนด้านบนของหน้าดินเป็นอย่างดี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาเรื่องพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบในภูมิประเทศแบบหินปูน ด้วยวิธีการพิจารณาหลายกฎเกณฑ์ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก สามารถนำมาวิเคราะห์และประเมินโอกาสของการเกิดหลุมยุบในภูมิประเทศแบบหินปูน ซึ่งมีวิธีการดำเนินการศึกษาสามารถแบ่งเป็นขั้นตอน ตามลำดับดังนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา

3.6 เกณฑ์การให้ค่าคะแนน (Score) และค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย (Weight)

3.7 วิธีการดำเนินการวิจัยและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

งานวิจัยเรื่อง พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบในภูมิประเทศแบบหินปูน ด้วยวิธีการพิจารณาหลายเกณฑ์ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก มีขั้นตอนการดำเนินงาน 10 ขั้นตอน คือ 1)พัฒนาโครงร่างกับอาจารย์ที่ปรึกษา 2)ตั้งปัญหางานวิจัย 3)กำหนดขอบเขตงานวิจัย 4)ทบทวนวรรณกรรม 5)ส่งโครงร่าง 6)เก็บรวบรวมข้อมูล 7)ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล 8)สรุปและอภิปรายผล 9)ส่งร่างงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ และ 10)ส่งเล่มวิจัยทั้งนี้ขั้นตอนทั้งหมดจะใช้เวลาในการดำเนินการทั้งสิ้น 12 เดือน นับตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2559 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2560 รายละเอียดปรากฏในตาราง 3.1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

ตาราง 3.1 ขั้นตอนตามช่วงเวลาของการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	พ.ศ.2559 - พ.ศ.2560											
	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.
พัฒนาโครงร่างกับอาจารย์ที่ปรึกษา	←	→										
ตั้งปัญหางานวิจัย		←	→									
กำหนดขอบเขตงานวิจัย		←	→									
ทบทวนวรรณกรรม		←					→					
ส่งโครงร่าง			←	→								
เก็บรวบรวมข้อมูล			←		→							
ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล						←		→				
สรุปและอภิปรายผล									←	→		
ส่งร่างงานวิจัยฉบับสมบูรณ์										←	→	
ส่งเล่มวิจัย											←	→

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร

ประชากรที่มีการใช้น้ำบาดาลทั้งในด้านเกษตรกรรม อุปโภค-บริโภค และธุรกิจ ในพื้นที่ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 95 บ่อ

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

เกษตรกรที่ใช้น้ำบาดาลด้านเกษตรกรรมและธุรกิจ ในพื้นที่ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 16 บ่อ

เกษตรกรที่ใช้น้ำบาดาลด้านอุปโภค-บริโภค ในพื้นที่ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 80 บ่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

- เครื่องมือระบุตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System: GPS)
- โปรแกรม Microsoft Office
- โปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ArcMap 10.2
- แบบสอบถามการใช้ปริมาณน้ำบาดาลของเกษตรกร
- สมการความเหมาะสม

$$S = (W1\ R1) + (W2\ R2) + (W3\ R3) + \ldots\ldots + (Wn\ Rn)$$

เมื่อ S = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

W = น้ำหนักของปัจจัย

R = ค่าลำดับคะแนน

n = จำนวนปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาสามารถจำแนกแหล่งข้อมูลตามประเภทของข้อมูลได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) คือข้อมูลที่ได้จากการออกเก็บข้อมูลภาคสนาม การสำรวจสภาพในพื้นที่ที่ได้จากการสัมภาษณ์ ได้แก่ แบบสอบถามปริมาณการใช้น้ำบาดาลของเกษตรกร

2. ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) คือข้อมูลที่บุคคลหรือหน่วยงาน ได้ทำการศึกษาหรือรวบรวมไว้แล้วหรือจากการขอความอนุเคราะห์ขอข้อมูลจากการหน่วยงานต่าง ๆ เช่น เอกสารงานวิจัย บทความและหนังสือที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งข้อมูลอื่น ๆที่เกี่ยวข้องทั้งในและนอกพื้นที่ดังต่อไปนี้

- ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2552 และ พ.ศ. 2556 จากกรมพัฒนาที่ดิน
- ข้อมูลกลุ่มชุดดิน จากกรมพัฒนาที่ดิน
- ข้อมูลความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model) จากสำนักงานชลประทานที่ 3
- ข้อมูลความลาดชัน จากสำนักงานชลประทานที่ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

- ข้อมูลบ่อบาดาลอุปโภค-บริโภค ที่ได้รับอนุญาตในการขุดเจาะ จำนวน 80 บ่อ จากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล
- ความลึกของบ่อบาดาล (เมตร) จากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล
- ข้อมูลบ่อบาดาลด้านเกษตรกรรม จำนวน 15 บ่อ
- ข้อมูลบ่อบาดาลด้านธุรกิจการค้า จำนวน 1 บ่อ
- ตำแหน่งหลุมยุบที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ตำบลบ้านมุง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 1 หลุม

3.5 ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา

ปัจจัยและเหตุผลในการพิจารณาปัจจัยเพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบ

1. ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2552 และ พ.ศ. 2556

ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา สามารถการจำแนกกลุ่มตามกรมพัฒนาที่ดิน โดยมีการจัดกลุ่ม การใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบระดับที่ 1 โดยพิจารณาจากสิ่งปกคลุมดิน คือ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง(U), พื้นที่เกษตรกรรม(A), พื้นที่ป่าไม้(F), พื้นที่เบ็ดเตล็ด(M) และพื้นที่แหล่งน้ำ(W) เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดหลุมยุบน้อยที่สุด เนื่องจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ที่ทำการศึกษาทั้งสองปีมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินเพียงเล็กน้อย

2. อัตราการใช้น้ำบาดาลต่อปี

แสดงถึงความสัมพันธ์ของปริมาณการใช้น้ำบาดาลกับการใช้ประโยชน์ที่ดินของในพื้นที่ศึกษา เช่น พื้นที่ที่มีการทำเกษตรกรรมจะมีการใช้น้ำในการเพาะปลูก หากในพื้นที่ไม่มีแหล่งน้ำตามธรรมชาติหรือสระกักเก็บน้ำ จึงจำเป็นจะต้องมีการขุดเจาะน้ำบาดาลขึ้นมาใช้และหากใช้น้ำบาดาลอย่างหนักหน่วงและมีใช้งานอย่างต่อเนื่องจะส่งผลกระทบต่อชั้นหินอุ้มน้ำใต้ดินที่เป็นชั้นหินปูนที่ไม่สามารถเติมน้ำได้อย่างทันถ่วงที ทำให้โพรงหินปูนพังทลายลงมาได้ ก่อให้เกิดเป็นผลกระทบที่ทำให้เกิดหลุมยุบได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.ความลึกของบ่อบาดาล

ความลึกของบ่อบาดาลนั้นแสดงให้เห็นถึงลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษาซึ่งในแต่ละพื้นที่นั้นมีระดับความสูงต่ำที่ไม่เท่ากัน หากอยู่ในพื้นที่แห้งแล้งหรืออยู่ในพื้นที่สูงจะต้องมีการขุดเจาะบ่อบาดาลด้วยความลึกที่มากกว่าปกติ หรือในพื้นที่ที่มีการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลเพิ่มเติมเนื่องจากระดับความลึกที่มีอยู่นั้นไม่สามารถดึงน้ำขึ้นมาใช้ได้ จึงจำเป็นจะต้องมีการทรุดบ่อบาดาลเพื่อสูบน้ำขึ้นมาใช้ประโยชน์

4. ข้อมูลกลุ่มชุดดิน

การวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มชุดดินที่มีผลต่อการเกิดหลุมยุบนั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของดินที่ต่างกัน เช่น ลักษณะของเนื้อดินและความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ในพื้นที่ที่ทำการศึกษาประกอบไปด้วยกลุ่มชุดดินจำนวน 13 กลุ่ม คือ กลุ่มชุดดินที่6, 15, 16, 17, 22, 33, 35, 38, 40, 48, 49, 56 และ 62 โดยกรมพัฒนาที่ดินได้จัดกลุ่มของลักษณะเนื้อดินออกเป็นกลุ่มขนาดต่าง ๆ ออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มดินทราย กลุ่มดินร่วน กลุ่มดินเหนียว และกลุ่มก้อนหิน และในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่มของดินทรายที่มีการระบายน้ำและการระบายอากาศที่ดี แต่มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ ซึ่งส่งผลต่อการเกิดหลุมยุบตามมาได้

5. ข้อมูลความลาดชันของพื้นที่

สภาพความสูงต่ำของพื้นที่ซึ่งแสดงถึงลักษณะของพื้นที่มีผลโดยตรงต่อน้ำใต้ดินหรือน้ำบาดาล สามารถแบ่งสภาพพื้นที่ ได้แก่ ความลาดชัน 0-2% พื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย, ความลาดชัน 2-5% พื้นที่ลูกคลื่นลอนลาด, ความลาดชัน 5-12% พื้นที่เป็นลูกคลื่นลาดชัน, ความลาดชัน 12-20%, ความลาดชัน 20-25% เป็นระดับความสูงชันปานกลางและความลาดชันมากกว่า 35 %เป็นพื้นที่สูงชัน ซึ่งในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่พบว่ามีค่าความลาดชันอยู่ที่ 5-12% ดังนั้นความลาดชันของพื้นที่จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควบคุมลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น การทำเกษตรกรรมที่ราบภูเขาและที่ราบเชิงเขา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by
eserved

3.6 เกณฑ์การให้ค่าคะแนนของปัจจัย (Score) และค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย (Weight)

เกณฑ์การให้ค่าคะแนนของปัจจัย (Score) และค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย (Weight) ผลจากการพิจารณาในแต่ละปัจจัยมีค่าเป็นดังนี้

ตาราง 3.2 ตารางแสดงค่าน้ำหนักและค่าคะแนนของปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดหลุมยุบ ในพื้นที่ ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

ปัจจัย	ค่าน้ำหนัก	ความสำคัญของปัจจัย	
		รายละเอียด	ค่าคะแนน
การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2552 และ พ.ศ.2556	10	- พื้นที่สิ่งปลูกสร้างและที่อยู่อาศัย	5
		- พื้นที่เกษตรกรรม	4
		- พื้นที่ป่าไม้	3
		- พื้นที่เบ็ดเตล็ด	2
		- พื้นที่แหล่งน้ำ	1
อัตราการใช้น้ำต่อปี (ลูกบาศก์เมตร/ปี)	8	- อัตราการใช้น้ำ 1-960 ลบ.ม./ปี	1
		- อัตราการใช้น้ำ 961-18240 ลบ.ม./ปี	2
		- อัตราการใช้น้ำ 18241-35520 ลบ.ม./ปี	3
ความลึกของบ่อบาดาล (เมตร)	6	- ความลึกบ่อบาดาลช่วง 1-30 เมตร	1
		- ความลึกบ่อบาดาลช่วง 31-50 เมตร	2
		- ความลึกบ่อบาดาลช่วง 51-70 เมตร	3
		- ความลึกบ่อบาดาลช่วง 71-90 เมตร	4
		- ความลึกบ่อบาดาลช่วง 91-122 เมตร	5
ข้อมูลกลุ่มดิน	4	- กลุ่มก้อนหิน	1
		- ดินเหนียว	2
		- ดินร่วน	3
		- ดินทราย	4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ตาราง 3.2 ตารางแสดงค่าน้ำหนักและค่าคะแนนของปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดหลุมยุบ ในพื้นที่ ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก (ต่อ)

ปัจจัย	ค่าน้ำหนัก	ความสำคัญของปัจจัย	
		รายละเอียด	ค่าคะแนน
ค่าความลาดชัน	2	- ความลาดชัน 0-2 %	1
		- ความลาดชัน 2-5 %	2
		- ความลาดชัน 5-12 %	3
		- ความลาดชัน 12-20 %	4
		- ความลาดชัน 20-35 %	5
		- ความลาดชันมากกว่า 35 %	6

3.7 วิธีการดำเนินการวิจัยและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานต่าง ๆ

- ตำแหน่งที่ตั้งและข้อมูลขอบเขตการปกครอง ได้แก่ ขอบเขตจังหวัด ขอบเขตอำเภอ และขอบเขตตำบล

- ข้อมูลความละเอียดสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) มาตราส่วน 1:50,000 ความละเอียด 30 เมตร

- ข้อมูลกลุ่มชุดดิน จังหวัดพิษณุโลก มาตราส่วน 1:50,000 จากกรมพัฒนาที่ดิน

- ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2552 และ พ.ศ. 2556 จากกรมพัฒนาที่ดิน

- ข้อมูลบ่อน้ำบาดาลที่ได้รับใบอนุญาตในการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล จำนวน 80 บ่อ จากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

- แบบสอบถามอัตราการใช้น้ำบาดาลด้านเกษตรกรรมและด้านธุรกิจการค้าจำนวน 16 บ่อ

2. จัดทำชั้นข้อมูลในระบบภูมิสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้แก่ ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ.2552 และ พ.ศ.2556 ชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ ชั้นข้อมูกลุ่มดิน และข้อมูลความลึกของบ่อบาดาล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3. เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามปริมาณการใช้น้ำบาดาลของเกษตรกรโดยใช้แบบสอบถามที่ได้ออกแบบมาโดยแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามด้านข้อมูลพื้นที่และปริมาณการใช้น้ำบาดาล

4. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์

5. ทำการแปลงชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ.2552 และ พ.ศ.2556, ชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่, ชั้นข้อมูลกลุ่มชุดดิน, ข้อมูลความลึกของบ่อบาดาลและอัตราการใช้น้ำบาดาลต่อปีให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลราสเตอร์

6. นำข้อมูลความลึกของบ่อบาดาล และอัตราการใช้น้ำต่อปี มาประมาณค่าช่วงในรูปแบบของ Inverse Distance Weighted (IDW) โดยใช้เครื่องมือ Arc Toolbox > 3D Analyst Tools > Raster Interpolation > IDW

7. วิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลข้อมูลแล้วทำการจัดค่าลำดับคะแนน (Rating) และแบ่งเกณฑ์ช่วงของการให้ค่าน้ำหนัก (Weight) ของแต่ละปัจจัยและทำการจัดชั้นข้อมูลใหม่ (Reclassify) เพื่อแบ่งเป็นตารางข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute data) ในแต่ละชั้นข้อมูลให้เป็นไปตามกรอบเงื่อนไข

8. วิเคราะห์ข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทำการคูณค่าลำดับคะแนนกับค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยจะได้ผลรวมของคะแนนแต่ละปัจจัย จากนั้นนำผลรวมของคะแนนแต่ละปัจจัยนำมาซ้อนทับ (overlay) ด้วยเครื่องมือ Spatial Analyst Tools > Overlay > Weighted Sum โดยใช้สมการความเหมาะสม มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$S = (W1\ R1) + (W2\ R2) + (W3\ R3) + \ldots\ldots + (Wn\ Rn)$$

เมื่อ S = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

W = น้ำหนักของปัจจัย

R = ค่าลำดับคะแนน

n = จำนวนปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

9. ทำการจัดชั้นข้อมูลใหม่ (Reclassify) เพื่อแสดงพื้นที่มีโอกาสการเกิดหลุมยุบ โดยนำคะแนนสูงสุดและต่ำสุดที่เป็นไปได้มาจัดชั้นข้อมูลใหม่ตามระดับโอกาสในการเกิดหลุมยุบเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- โอกาสเกิดหลุมยุบน้อยที่สุด
- โอกาสเกิดหลุมยุบน้อย
- โอกาสเกิดหลุมยุบปานกลาง
- โอกาสเกิดหลุมยุบมาก
- โอกาสเกิดหลุมยุบมากที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบในภูมิประเทศแบบหินปูน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธีการพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ กรณีศึกษา ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ใช้ปัจจัยในการวิเคราะห์ จำนวน 5 ปัจจัย ได้แก่ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2552 และปี พ.ศ.2556,อัตราการใช้น้ำบาดาล(ลูกบาศก์เมตร/ปี),ความลึกของบ่อบาดาล (เมตร) ,ข้อมูลกลุ่มชุดดินและข้อมูลความลาดชัน นำมาวิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบด้วยวิธีการซ้อนทับข้อมูล (Overlay) ของปัจจัยที่กำหนดไว้ มีผลการศึกษาดังนี้

4.1 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดหลุมยุบในภูมิประเทศแบบหินปูนในพื้นที่ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดหลุมยุบในภูมิประเทศแบบหินปูนพื้นที่ ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 5 ปัจจัย มีรายละเอียดดังนี้

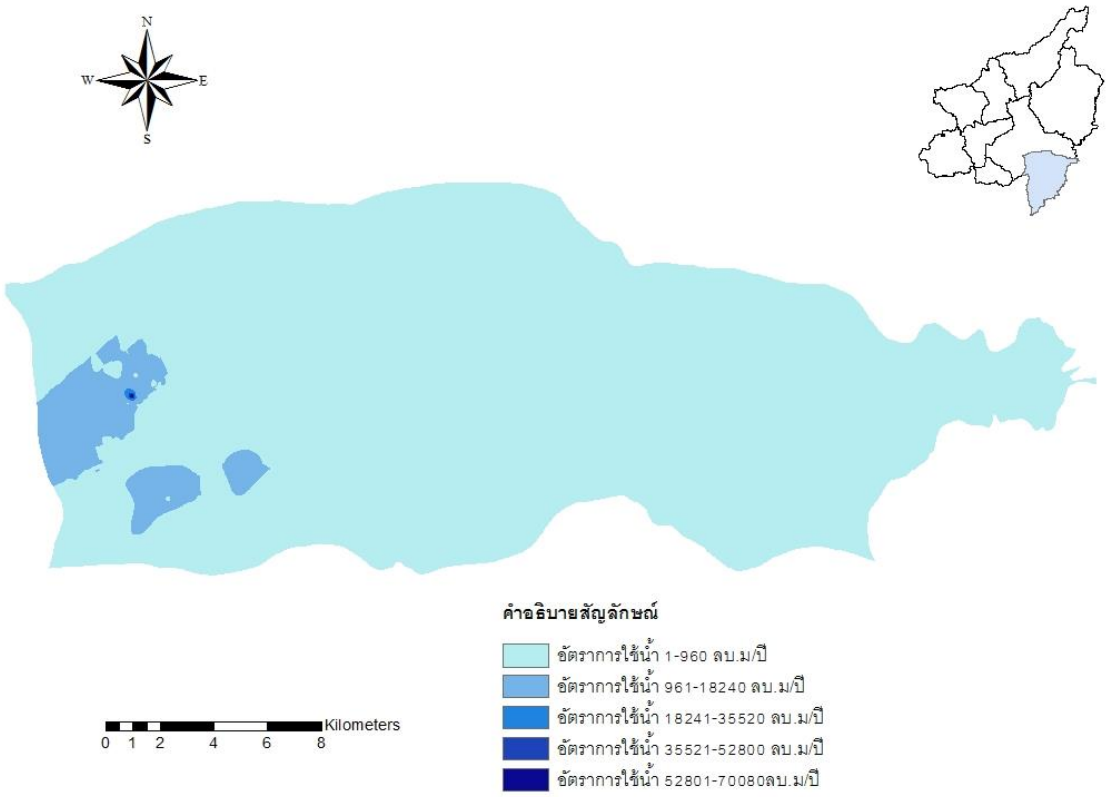
4.1.1 ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา

1). ข้อมูลความลึกของบ่อบาดาลและอัตราการใช้น้ำบาดาลต่อปี

จากการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบในภูมิประเทศแบบหินปูน โดยใช้ข้อมูลความลึกของบ่อบาดาลและอัตราการใช้น้ำบาดาลต่อปี โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องมือการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analyst Tools) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาประมาณค่าช่วงในรูปแบบของการ Interpolate และแสดงผลข้อมูลแบบ Raster

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

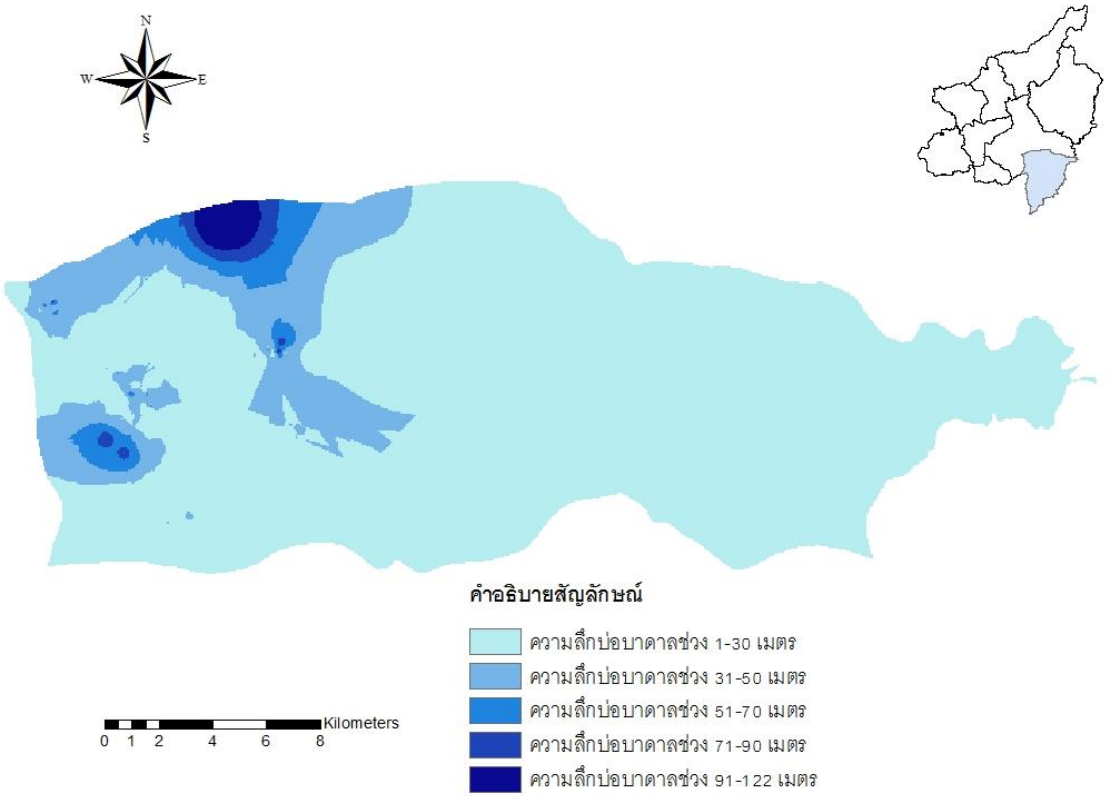
ผลการวิเคราะห์อัตราการใช้น้ำบาดาลต่อปี มีอัตราการใช้น้ำบาดาลที่มากที่สุดอยู่ที่ 52,801-70,080 ลูกบาศก์เมตร/ปี ซึ่งมีผลต่อการเกิดหลุมยุบมากที่สุด และมีอัตราการใช้น้ำบาดาลน้อยที่สุดอยู่ที่ 1-960 ลูกบาศก์เมตร/ปี ซึ่งมีผลต่อการเกิดหลุมยุบน้อยที่สุด



ภาพ 4.1 แผนที่อัตราการใช้น้ำ พื้นที่ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความลึกของบ่อบาดาล ระดับความลึกที่มากที่สุดอยู่ที่ 122 เมตร (ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคเก่า) มีผลต่อการเกิดหลุมยุบมากที่สุด และ ความลึกของบ่อบาดาลในระดับตื้นจะมีค่าความลึกอยู่ที่ 1-30 เมตร (ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนลุ่มน้ำหลากและชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนรูปพัด) มีผลต่อการเกิดหลุมยุบน้อยที่สุด



ภาพ 4.2 แผนที่ความลึกบ่อบาดาล พื้นที่ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2). ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2552 และปี พ.ศ. 2556

การวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ.2552 และ พ.ศ.2556 จากการจำแนกกลุ่มตามกรมพัฒนาที่ดิน มีการจัดกลุ่ม การใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบระดับที่ 1 โดยพิจารณาจากสิ่งปกคลุมดิน คือ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง, พื้นที่เกษตรกรรม, พื้นที่ป่าไม้, พื้นที่เบ็ดเตล็ดและพื้นที่แหล่งน้ำ

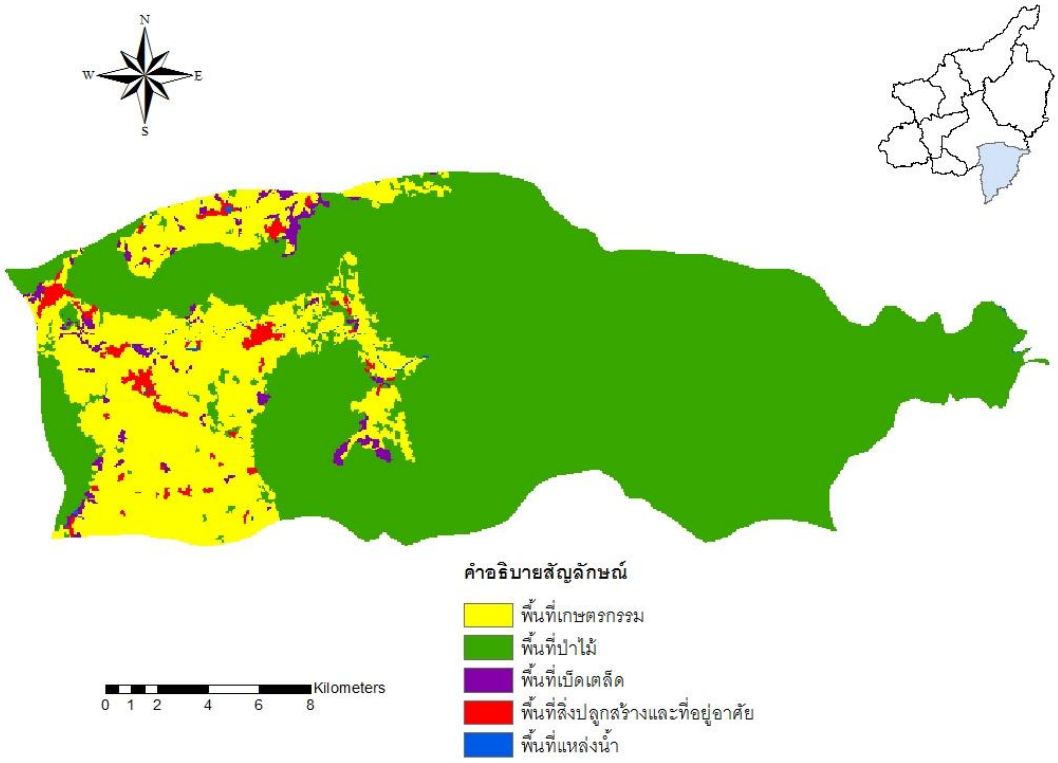
ผลการวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ.2552 และ พ.ศ. 2556 โดยพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนเป็นพื้นที่ทำการเกษตรกรรมเพียงเล็กน้อย ซึ่งมีผลต่อการเกิดหลุมยุบเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเนื่องจากในการทำการเกษตรกรรมจำเป็นจะต้อง ใช้น้ำในการทำการเพาะปลูก ซึ่งหากในพื้นที่ที่ทำการเกษตรไม่ได้อยู่ใกล้กับแหล่งน้ำตามธรรมชาติหรือไม่มีสระเก็บน้ำ จึงจำเป็นจะต้องมีการนำน้ำใต้ดินหรือน้ำบาดาลไปใช้ในการทำเกษตรกรรม ซึ่งการสูบน้ำบาดาลไปใช้อย่างต่อเนื่องนั้นจะมีผลต่อการเกิดหลุมยุบในพื้นที่เป็นอย่างมาก

ตาราง 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ปี พ.ศ.2552 และ พ.ศ.2556

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พ.ศ.2552	พ.ศ.2556
พื้นที่เกษตรกรรม	83.72	86.21
พื้นที่ป่าไม้	300.47	299.70
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	7.59	5.80
พื้นที่สิ่งปลูกสร้างและที่อยู่อาศัย	5.75	5.77
พื้นที่แหล่งน้ำ	0.69	0.74
รวมพื้นที่ทั้งหมด	398.22	398.22

หมายเหตุ : หน่วย เท่ากับ ตารางกิโลเมตร

มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



ภาพ 4.3 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3). ข้อมูลกลุ่มชุดดิน (Soil Group)

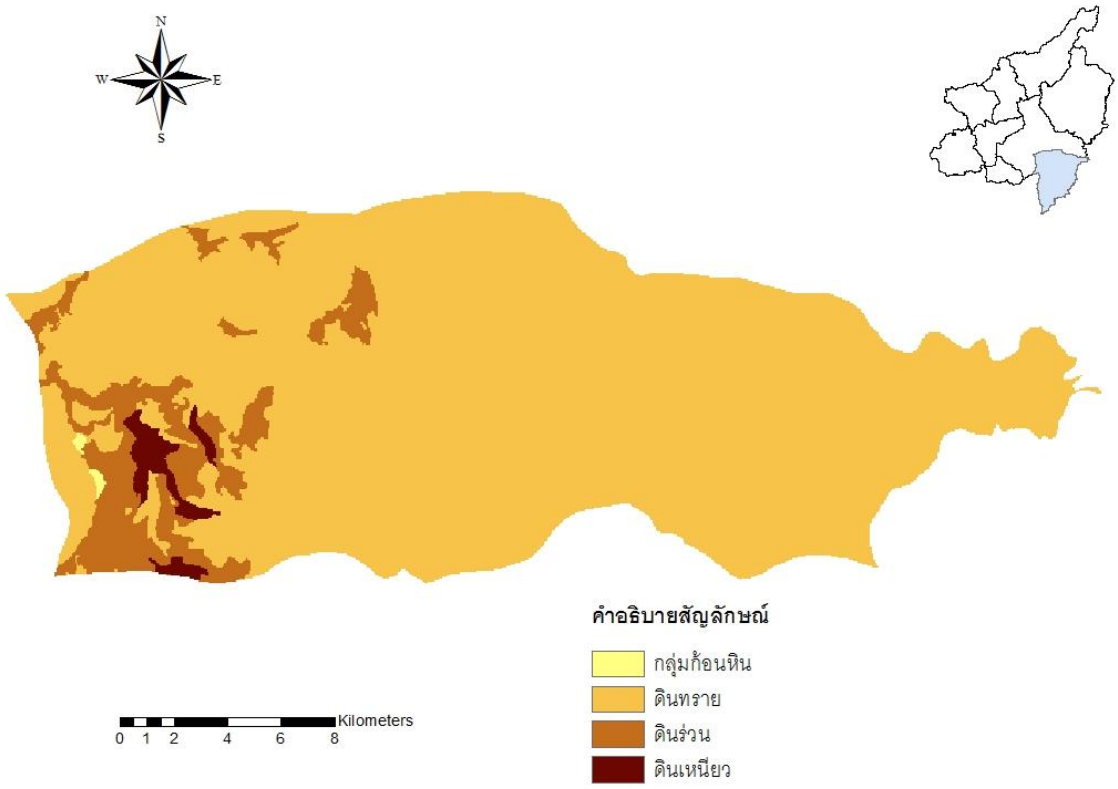
ในพื้นที่ที่ทำการศึกษาประกอบไปด้วยกลุ่มชุดดินจำนวน 13 กลุ่ม คือ กลุ่มชุดดินที่ 6, 15, 16, 17, 22, 33, 35, 38, 40, 48, 49, 56 และ 62 ซึ่งได้แบ่งเกณฑ์การศึกษาตามขนาดของอนุภาคดินออกเป็นกลุ่มขนาดต่าง ๆออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มดินทราย กลุ่มดินร่วน กลุ่มดินเหนียว และกลุ่มก้อนหิน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มชุดดินในพื้นที่ที่ทำการศึกษาส่วนใหญ่นั้นมีผลต่อการเกิดหลุมยุบสูงที่สุด คือ กลุ่มดินทราย มีขนาดพื้นที่ 358.50 ตารางกิโลเมตร หรือ 224,059.87 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 90.02 ของพื้นที่ และ กลุ่มก้อนหินมีผลต่อการเกิดหลุมยุบน้อยที่สุด มีขนาดพื้นที่ 0.57 ตารางกิโลเมตร หรือ 355.96 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 0.14 ของพื้นที่

ตาราง 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มชุดดินในตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

กลุ่มดิน	กลุ่มชุดดิน	พื้นที่		
		ตารางกิโลเมตร	ไร่	ร้อยละ
กลุ่มดินทราย	15,16,33,48,49,56,62	358.50	224,059.87	90.02
กลุ่มดินร่วน	17,22,35,38,40	33.31	20,823.48	8.37
กลุ่มดินเหนียว	6	5.84	3,647.49	1.47
กลุ่มก้อนหิน	พื้นที่ที่เป็นก้อนหิน	0.57	355.96	0.14
รวมพื้นที่ทั้งหมด		398.22	248,886.80	100.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



ภาพ 4.4 แผนที่ข้อมูลกลุ่มชุดดิน พื้นที่ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

4). ข้อมูลความลาดชัน

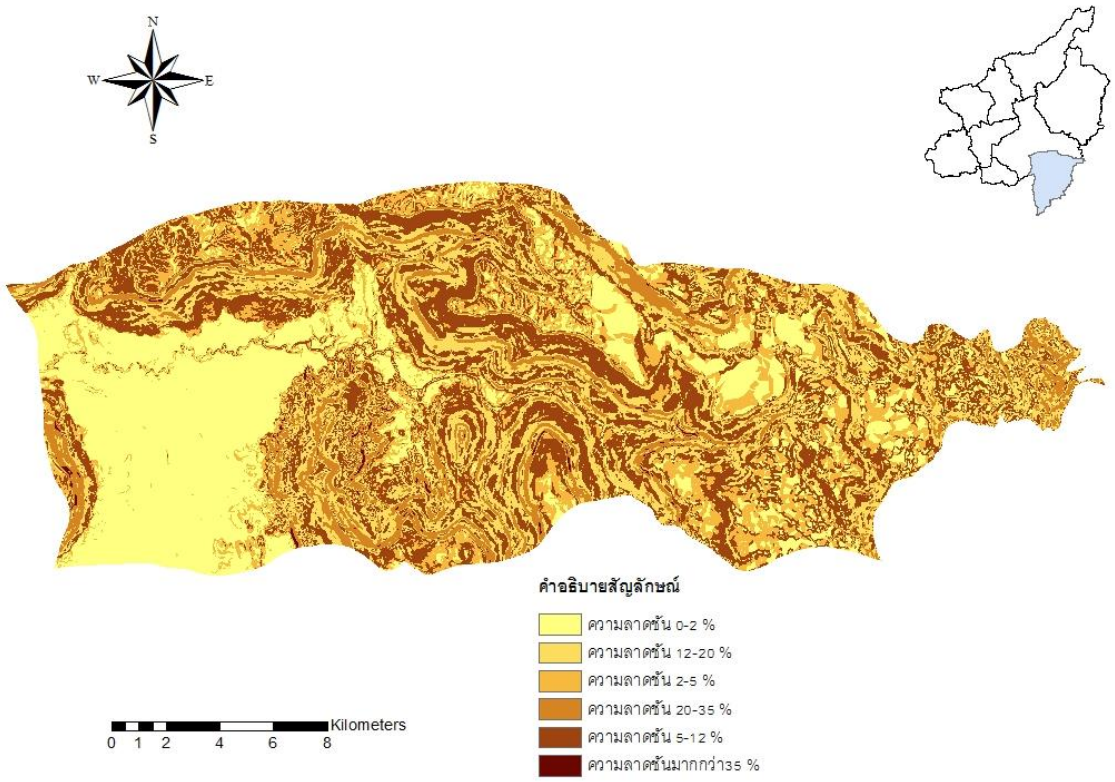
ความลาดชันของพื้นที่จะแสดงถึงความต่างระดับรวมทั้งความสลับซับซ้อนของพื้นที่ โดยระบุเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ มีความสัมพันธ์กับโอกาสในการเกิดหลุมยุบและยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่เป็นข้อจำกัดทางพื้นที่อีกด้วย

ผลการวิเคราะห์ค่าความลาดชันในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่นั้นจะมีค่าความลาดชันสูง คือ 5-12% มีขนาดพื้นที่ 109.77ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 68,606.81 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 27.57 ของพื้นที่ และลักษณะพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่า 35% มีขนาดพื้นที่ 1.25 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 783.67 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 0.31 ของพื้นที่ ซึ่งมีผลต่อการเกิดหลุมยุบน้อยที่สุด

ตาราง 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความลาดชันในตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

ค่าความลาดชัน	พื้นที่		
	ตารางกิโลเมตร	ไร่	ร้อยละ
0 – 2%	106.19	66,368.54	26.67
2 - 5%	57.47	35,917.43	14.43
5 – 12%	109.77	68,606.81	27.57
12 – 20%	81.15	50,715.73	20.38
20 – 35%	42.39	26,494.62	10.64
>35%	1.25	783.67	0.31
รวมพื้นที่ทั้งหมด	398.22	248,886.80	100.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



ภาพ 4.5 แผนที่ความลาดชันของพื้นที่ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

4.2 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบด้วยวิธีการพิจารณาหลายกฎเกณฑ์

การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบในภูมิประเทศแบบหินปูนด้วยวิธีการพิจารณาหลายกฎเกณฑ์ โดยใช้ปัจจัยในการวิเคราะห์จำนวน 5 ปัจจัย วิเคราะห์ข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Spatial Analysis) ทำการคูณค่าลำดับคะแนนกับค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย จะได้ผลรวมคะแนนของแต่ละปัจจัย จากนั้นนำผลรวมของคะแนนแต่ละปัจจัยนำมาซ้อนทับ (overlay) ด้วยเครื่องมือ Spatial Analyst Tools > Overlay > Weighted Sum จากสมการ

$$S = (W_1 R_1) + (W_2 R_2) + (W_3 R_3) + \ldots\ldots + (W_n R_n)$$

เมื่อ S = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

W = น้ำหนักของปัจจัย

R = ค่าลำดับคะแนน

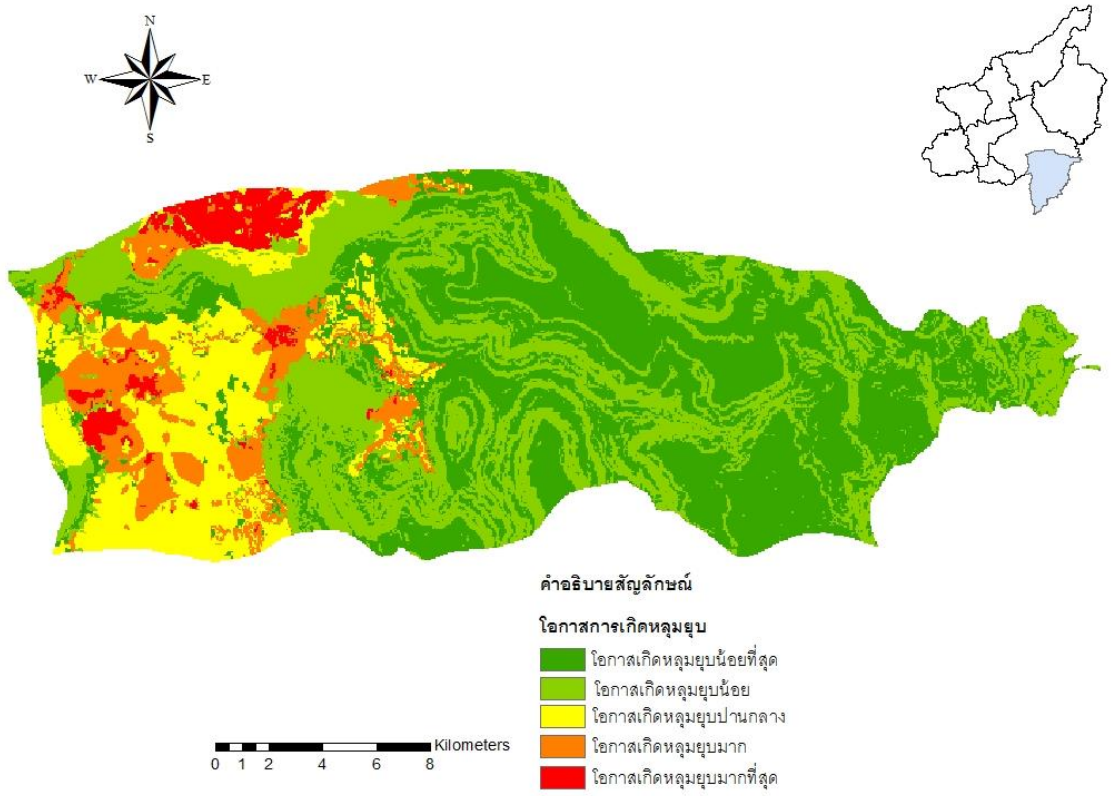
n = จำนวนปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์

ตาราง 4.4 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบ พื้นที่ตำบลซมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

ระดับในโอกาสการเกิดหลุมยุบ	พื้นที่		
	ตารางกิโลเมตร	ไร่	ร้อยละ
โอกาสเกิดหลุมยุบน้อยที่สุด	161.28	100,808.86	40.67
โอกาสเกิดหลุมยุบน้อย	135.60	84,822.93	34.22
โอกาสเกิดหลุมยุบปานกลาง	50.75	31,778.85	12.82
โอกาสเกิดหลุมยุบมาก	35.03	21,893.52	8.83
โอกาสเกิดหลุมยุบมากที่สุด	13.56	8,540.83	3.46
รวมพื้นที่ทั้งหมด	396.22	216,097.92	100.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จากผลการวิเคราะห์พบว่าโอกาสการเกิดหลุมยุบในทั้งสองปีมีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ใช้ในการวิเคราะห์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่มากนัก โดยปัจจัยอัตราการใช้น้ำบาดาลต่อปีและค่าความลึกของบ่อบาดาล เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทำให้เกิดหลุมยุบมากที่สุด พบว่าพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบน้อยที่สุด มีพื้นที่161.28 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 40.67 พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบน้อย มีพื้นที่ 135.60 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 34.22 พื้นที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบระดับปานกลาง มีพื้นที่ 50.75 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 12.82 พื้นที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบมาก มีพื้นที่ 35.03 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 8.83 และพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบมากที่สุด 13.56 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 3.46



ภาพ 4.6 แผนที่แสดงพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบ ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ค่าปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดหลุมยุบในพื้นที่ศึกษา โดยใช้ข้อมูลและโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์มีรายละเอียด ดังนี้

ในการศึกษาเรื่อง พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบในภูมิประเทศแบบหินปูน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธีการพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ กรณีศึกษา ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและโอกาสการเกิดหลุมยุบในภูมิประเทศแบบหินปูน โดยวิเคราะห์จากค่าปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดหลุมยุบ และนำผลการวิเคราะห์มาสร้างเป็นแผนที่แสดงค่าปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ.2552 และ พ.ศ.2556, ข้อมูลอัตราการใช้น้ำบาดาลต่อปี, ข้อมูลความลึกของบ่อบาดาล, ข้อมูลกลุ่มชุดดินและความลาดชันของพื้นที่ โดยกำหนดค่าคะแนนและค่าน้ำหนักที่เหมาะสมกับประเภทชั้นข้อมูลของแต่ละปัจจัย(n) ทำการคูณค่าคะแนน (R) กับค่าน้ำหนัก (W) ของแต่ละปัจจัย จะได้ผลรวมของคะแนนแต่ละปัจจัย (S) จากนั้นนำผลรวมของคะแนนแต่ละปัจจัยนำไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการซ้อนทับข้อมูล (overlay) ด้วยเครื่องมือ Spatial Analyst Tools > Overlay > Weighted Sum จากสมการความเหมาะสม $S = (W_1 R_1) + (W_2 R_2) + (W_3 R_3) + \ldots\ldots + (W_n R_n)$ จะได้ค่าคะแนนของปัจจัยแต่ละปัจจัยตามเกณฑ์การจำแนกโอกาสการเกิดหลุมยุบในแต่ละระดับและทำการจัดชั้นข้อมูลใหม่ (Reclassify) เพื่อแสดงพื้นที่มีโอกาสการเกิดหลุมยุบ โดยนำคะแนนสูงสุดและต่ำสุดที่เป็นไปได้มาจัดชั้นข้อมูลใหม่ตามระดับโอกาสในการเกิดหลุมยุบเป็น 5 ระดับ คือ พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบน้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด ตามลำดับ และสามารถสร้างแผนที่พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบในภูมิประเทศแบบหินปูน ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ได้ผลการศึกษาดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

5.2 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดหลุมยุบในพื้นที่ศึกษาที่มีลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาแบบหินปูน

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อโอกาสการเกิดหลุมยุบในภูมิประเทศแบบหินปูน สามารถอธิบายได้จากสมการความเหมาะสม $S = (W_1 R_1) + (W_2 R_2) + (W_3 R_3) + \ldots\ldots + (W_n R_n)$ สามารถใช้อธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อโอกาสการเกิดหลุมยุบในพื้นที่ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก โดยค่าคะแนนและค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยแบ่งได้ตามการส่งผลกระทบต่อการเกิดหลุมยุบจากมากที่สุดไปจนส่งผลกระทบน้อยที่สุด โดยมีค่าน้ำหนักของการใช้ประโยชน์ที่ดินมากที่สุด คือมีค่าเท่ากับ10 แต่เนื่องจากปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดินของทั้งสองปีมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักจึงมีความสัมพันธ์กับโอกาสการเกิดหลุมยุบน้อย แต่เนื่องจากปัจจัยอัตราการใช้น้ำบาดาลต่อปี มีผลต่อการเกิดหลุมยุบมากที่สุด เพราะการใช้น้ำบาดาลของประชาชนในพื้นที่มีรูปแบบการใช้น้ำบาดาลที่หลากหลายและมีอัตราการใช้น้ำบาดาลในปริมาณมาก จึงมีความสัมพันธ์กับโอกาสการเกิดหลุมยุบมากที่สุด ซึ่งมีค่าน้ำหนัก เท่ากับ 8 รองลงมาเป็นความลึกของบ่อบาดาล มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 6 ข้อมูลกลุ่มชุดดิน มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 4 และค่าความลาดชันของพื้นที่ มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 2 ซึ่งค่าความสัมพันธ์ของเครื่องหมายบวกหมายความว่า มีความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางเดียวกัน เช่น พื้นที่ที่มีอัตราการใช้น้ำบาดาลมากจะมีผลต่อการเกิดหลุมยุบมากหรือพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นดินทรายจะมีผลต่อการเกิดหลุมยุบมาก เป็นต้น

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดหลุมยุบในพื้นที่ศึกษาที่มีลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาแบบหินปูน เมื่อเปรียบเทียบกับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ.2552 และ พ.ศ.2556 พบว่ามีพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก โดยจะเห็นได้ว่าในปี พ.ศ.2556 พื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เบ็ดเตล็ดมีจำนวนลดลง พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่แหล่งน้ำและพื้นที่สิ่งปลูกสร้างและที่อยู่อาศัยมีการเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เนื่องจากพื้นที่ที่ทำการเกษตรกรรมนั้นจำเป็นจะต้องมีการใช้น้ำในการทำการเพาะปลูก ซึ่งหากในพื้นที่ที่ทำการเกษตรกรรมไม่ได้อยู่ใกล้กับแหล่งน้ำตามธรรมชาติหรือไม่มีสระเก็บน้ำ จึงจำเป็นจะต้องมีการนำน้ำใต้ดินหรือน้ำบาดาลไปใช้ในการทำเกษตรกรรม ซึ่งหากมีการสูบน้ำบาดาลไปใช้อย่างต่อเนื่องนั้นจะมีผลต่อการเกิดหลุมยุบในพื้นที่เป็นอย่างมาก เพราะเนื่องจากน้ำบาดาลนั้นเป็นข้อจำกัดอีกข้อหนึ่งของสภาพพื้นที่ที่ทำการศึกษาที่เป็นภูมิประเทศแบบหินปูน ทำให้การศึกษาอัตราการใช้น้ำบาดาลต่อปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

ความลึกของบ่อบาดาล ข้อมูลกลุ่มชุดดิน และค่าความลาดชันของพื้นที่ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดหลุมยุบมากที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของโอมาร์ ออล์-คูล์ริ และคณะ(2556)

5.3 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบในพื้นที่ศึกษาที่มีลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาแบบหินปูน

จากการประเมินผลการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ของพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบที่ในภูมิประเทศแบบหินปูน ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก โดยใช้เครื่องมือ Weighted Sum พบว่าพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบน้อยที่สุด มีพื้นที่ 161.28 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 40.67 พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบน้อย มีพื้นที่ 135.60 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 34.22 พื้นที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบระดับปานกลาง มีพื้นที่ 50.75 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 12.82 พื้นที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบมาก มีพื้นที่ 35.03 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 8.83 และพื้นที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบมากที่สุด 13.56 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 3.46 ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ของหมู่ที่ 7 บ้านรักไทย หมู่ที่ 15 บ้านซำรังใต้ และ หมู่ที่ 3 บ้านชมพูเหนือ อยู่ในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่สิ่งปลูกสร้างและที่อยู่อาศัย

อนึ่ง การศึกษาในครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบในภูมิประเทศแบบหินปูน ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก เพื่อจะได้ทราบพื้นที่ที่ควรมีการเฝ้าระวังป้องกันและการวางแผนหรือวางแนวทางการป้องกันการเกิดหลุมยุบ ซึ่งเป็นการลดความสูญเสียทั้งทางด้านทรัพย์สินและด้านเศรษฐกิจของประชาชนในพื้นที่และบริเวณพื้นที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

5.4 ข้อเสนอแนะ

1. การวิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบยังมีปัจจัยอีกหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดหลุมยุบ หากต้องการศึกษาเพิ่มเติมให้ละเอียดและมีความถูกต้องของข้อมูลมากยิ่งขึ้น ควรเพิ่มการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดหลุมยุบ เช่น ข้อมูลถนน, ข้อมูลลำน้ำ, ข้อมูลปริมาณน้ำฝน เป็นต้น

2. การวิเคราะห์พื้นที่ที่โอกาสเกิดหลุมยุบควรใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ที่หลากหลาย เพื่อเพิ่มความน่าสนใจและความถูกต้องของข้อมูลให้มากขึ้น

3. งานวิจัยนี้เหมาะสำหรับการนำไปใช้ในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศคล้ายคลึงกับพื้นที่ศึกษา เพื่อหาพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบและลดความเสียหายจากเหตุการณ์การเกิดหลุมยุบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บรรณานุกรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บรรณานุกรม

กรมทรัพยากรธรณี (2552). **การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัดพิษณุโลก** กรุงเทพฯ: 124 หน้า

เพียงตา สาตรักษ์ และ สาคร แสงชมภู (2553). **การเปรียบเทียบอัตราการขยายตัวของหลุมยุบและโพรงใต้ผิวดิน กรณีศึกษาที่ บ้านบ่อแดง อำเภอบ้านม่วง จังหวัดสกลนคร**. ภาควิชาเทคโนโลยีธรณี คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น , 992-1001

Kh. Shafiei Motlaq, Dr. S. Pirasteh, O.A. Norozi asl (2010). **Geohazard map of cover-collapse sinkhole in DISHMOOK area south west IRAN by using RS and GIS.** Faculty of Islamic Azad University, Dehdasht Branch, Dehdasht, IR.iran, Institute of Advanced Technology (ITMA), University Putra Malaysia, 434000 UPM. Serdang, Selangor, Malaysia Faculty of Islamic Azad University, Dehdasht Branch, Dehdasht, IR.iran

Mingtang Lei, Xiaozhen Jiang, Zhende Guan and Yongli Gao (2012). **Emergency investigation of extremely large sinkholes, maohe, guangxi, china.** Institute of karst geology, cags, guilin, china. Department of Geological sciences, center for water research, university of texas at san antonio, tx 78249, usa. Omar al-kouri, a'kif al-fugara, samih al-rawashdeh, balqies sadoun, biswajeet pradhan (2013).

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

M. Van Den Eeckhaut (a) (b), J. Poesen (a) , M. Dusar (c), V. Martens (a), Ph. Duchateau (d) (2007). **Sinkhole formation above underground limestone quarries: A case study in South Limburg (Belgium).**(a) Physical and Regional Geography Research Group, K.U. Leuven, Celestijnenlaan 200E, B-3001 Heverlee, Belgium , (b) Fund for

Scientific Research, Flanders, Belgium , (c) Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Belgium , (d) Service for Quarries, Riemst, Belgium

Omar al-kouri, a'kif al-fugara, samih al-rawashdeh, balqies sadoun, Biswajeet pradhan (2013). **Geospatial modeling for sinkholes hazard map based on gis & rs data.** Department of human sciences and technology, community college, taibah university, medina, kingdom of saudi arabia, surveying engineering department, faculty of engineering, al al-bayt university, mafraq, jordan, surveying and geomatics engineering, faculty of engineering, salt, jordan, department of civil engineering, faculty of engineering, university putra malaysia, serdang, malaysia.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามการใช้ปริมาณน้ำบาดาลของเกษตรกรในพื้นที่ ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ชุดที่.....

ผู้ทำแบบสอบถาม.....

แบบสอบถามการใช้ปริมาณน้ำบาดาลของเกษตรกรในพื้นที่ ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี (104496) สาขาวิชาภูมิศาสตร์

คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยนเรศวร

นางสาวณัฐญา ชมภูศรี

นิสิตชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยนเรศวร

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. ชื่อ.....อายุ.....ปี
2. เพศ ( ) ชาย ( ) หญิง
3. อาชีพ.....
4. บ้านเลขที่.....หมู่ที่.....บ้าน.....ตำบล.....
   อำเภอ.....จังหวัด.....
5. เบอร์โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้.....

ส่วนที่ 2 ข้อมูลพื้นที่และปริมาณการใช้น้ำบาดาล

1. พื้นที่ในการทำการเกษตรกรรม.....ไร่
2. บ่อที่ 1 พิกัด X (lon)..... บ่อที่ 2 พิกัด X (lon).....
   พิกัด Y (lat)..... พิกัด Y (lat).....
3. พืชที่ทำเกษตรกรรม..... (ถ้าไม่ได้ทำนาข้ามไปข้อ 5)
4. การทำเกษตรกรรม (ทำนา) ( ) ข้าวนาปี ( ) ข้าวนาปรัง ปลูกกี่รอบ/ปี.....
   ประเภทการทำนา ( ) นาดำ ( ) นาหว่านน้ำตม
   ( ) นาหว่านแห้ง ( ) อื่นๆ ระบุ.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

5. รูปแบบการใช้น้ำบาดาลในการทำเกษตรกรรม

แปลงที่ดิน	จำนวนครั้งการทำการเกษตร(ครั้ง/ปี)			จำนวนครั้งการใช้น้ำบาดาล(ครั้ง/ปี)				ช่วงเวลาเพาะปลูก (วัน/เดือนเริ่มต้น-สิ้นสุด) โดยประมาณ	ใช้น้ำจากบ่อที่
	1	2	3	1	2	> 2	ไม่มีการใช้งาน		

6. ข้อมูลบ่อบาดาล

บ่อบาดาลที่	ความลึกของบ่อ	เส้นผ่าศูนย์กลาง	ความลึกของน้ำในบ่อมากที่สุด

7. ข้อมูลเครื่องปั๊มน้ำ

ลำดับ	ยี่ห้อ/รุ่น	ชนิดของปั๊มน้ำ		กำลังเครื่องยนต์ (แรงม้า)	ความยาวท่อส่งน้ำ (เมตร)	เดินเครื่องสูบน้ำ (วัน/ชั่วโมง)	ค่าน้ำมัน*	
		ปั๊มไฟฟ้า	ปั๊มเครื่องยนต์*				เบนซิน	ดีเซล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ส่วนที่ 3 ส่วนของผู้วิจัย

สามารถสูบน้ำได้ชั่วโมงละ..... ลูกบาศก์เมตร

อัตราการให้น้ำของบ่อบาดาล..... ลบ.ม./ชม

ภาคผนวก ข

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

การลงพื้นที่เก็บข้อมูลปริมาณการใช้น้ำบาดาลของเกษตรกรในพื้นที่ ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

ลิข
Copyri
ty

ประวัติผู้วิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล ณัฐญา ชมภูศรี

วัน เดือน ปี เกิด 22 ธันวาคม พ.ศ. 2536

ที่อยู่ปัจจุบัน 117/1 หมู่ 3 ตำบลร่องกาศ อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่ 54130

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2552 จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนสูงเม่นชนูปถัมภ์ ตำบลพระหลวง อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่

พ.ศ. 2555 จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสูงเม่นชนูปถัมภ์ ตำบลพระหลวง อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved