

## ระบบฐานข้อมูลชั้นดินสำหรับวิศวกรรมปฐพี

## SUBSOIL DATABASE SYSTEM FOR GEOTECHNICAL ENGINEERING

ปณูชา สุวรรณวิวัฒนา (Panoot Suwanwittana)

นิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก่อโชค จันทรวงกูร (Korchoke Chantawarungul)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**บทคัดย่อ:** ข้อมูลการสำรวจทางวิศวกรรมปฐพีในประเทศไทยนั้นมียูเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานคร แต่มักพบเสมอว่าภายหลังจากการดำเนินโครงการแล้วข้อมูลเหล่านี้มักไม่ค่อยมีการเก็บรวบรวมอย่างเป็นระบบทำให้การค้นหาข้อมูลเพื่อใช้งานในภายหลังเป็นไปได้ยาก และยังคงกระจัดกระจายอยู่ตามหน่วยงานต่างๆ ดังนั้นโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานรากภายใต้ทุนสนับสนุนจากวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยได้จัดสร้างระบบฐานข้อมูลชั้นดินผ่านเครือข่าย Internet ขึ้นเพื่อใช้เป็นศูนย์กลางในการเผยแพร่และแลกเปลี่ยนข้อมูลแก่วิศวกร นักวิจัย นิสิตนักศึกษาและผู้สนใจทั่วไป ในการดำเนินงานจะเน้นการพัฒนาจากระบบโปรแกรมฟรีแวร์ทั้งหมดซึ่งประกอบด้วย PostgreSQL Database Server, Apache web server และ PHP Interpreter บนระบบปฏิบัติการ Linux ทำให้รองรับการทำงานผ่านระบบเครือข่ายได้ และสามารถเชื่อมต่อกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ GRASS เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่และการทำแบบจำลองสภาพชั้นดิน 3 มิติต่อไป

**ABSTRACT:** Large amount of soil boring reports are available in Thailand especially in Bangkok area. However at the end of each project, there is no system to manage the soil data, which cause the difficulty in searching the data for further reference. Thus, under the funding by the Engineering Institute of Thailand (EIT.), the Geotechnical Engineering Research and Development Center (GERD) has developed the Geotechnical Database System to serve as a data exchanging and distribution center for engineers, researchers, students and others over the Internet. The freeware development concept is mainly concerned in this system which consists of PostgreSQL data base server, Apache web server and PHP interpreter on Linux OS for networking support. Furthermore the database can be connected to GRASS -GIS system to provide soil data in spatial analysis and 3D soil model.

**KEYWORDS:** BANGKOK SUBSOIL, GEOTECHNICAL DATABASE SYSTEM, SOIL STRATIGRAPHIC

## 1. บทนำ

ข้อมูลลักษณะชั้นดินทางด้านวิศวกรรมนั้น นับเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญยิ่งสำหรับวิศวกรปฐพีไม่ว่าในช่วงของการออกแบบหรือการก่อสร้าง ทั้งนี้เนื่องจากสามารถบ่งบอกให้ทราบถึงปัญหาของสภาพพื้นที่ที่ทำงาน การกำหนดแนวทางการออกแบบ รวมถึงการคำนวณหาปริมาณของวัสดุในแหล่งยืมดินต่างๆ แต่อย่างไรก็ตามมักพบเสมอว่าในขั้นตอนการ

ศึกษาความเป็นไปได้โครงการนั้น (Feasibility study) วิศวกรส่วนมากจะไม่มีข้อมูลชั้นดินของพื้นที่บริเวณที่ต้องการ ทำให้การประเมินโครงการเกิดความล่าช้าและผิดพลาดขึ้นหลายครั้งมักทำให้เกิดความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สินของผู้อื่น นอกจากนี้แล้วในแวดวงวิชาการก็มักประสบปัญหาขาดแคลนข้อมูลสำหรับการวิจัย ทั้งที่มีผู้ทำการวิจัยจำนวนมากได้เคยรวบรวมข้อมูลดินไว้ก่อนแล้ว ทำให้ผู้







ดังนั้นการพัฒนาฐานข้อมูลนี้จึงได้เลือกใช้โปรแกรมบริหารฐานข้อมูลแม่ข่ายเชิงสัมพันธ์ PostgreSQL Database Server (RDBMS) ซึ่งทำงานบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Operating System) โดยซอฟต์แวร์เหล่านั้นเป็นซอฟต์แวร์ในระบบเปิด (Open Source) และมีสิทธิบัตรแบบ GPL (General Public License) ทำให้สามารถนำไปใช้ ทำซ้ำหรือแจกจ่ายได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ การพัฒนาจึงสามารถดำเนินไปได้อย่างอิสระและรองรับความเจริญเติบโตของโครงการในอนาคตได้เป็นอย่างดี รวมทั้งสนองรับนโยบายการพึ่งพาตนเองด้านเทคโนโลยี และนวัตกรรมของประเทศ

### 3.1 ความสัมพันธ์ของฐานข้อมูล

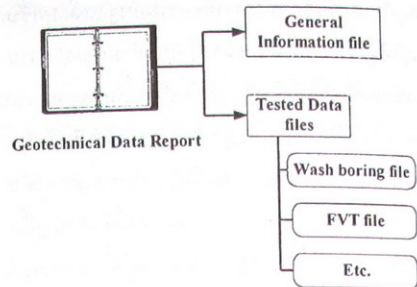
สำหรับการออกแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลในระบบฐานข้อมูลนั้น ระบบจะต้องสามารถจัดเก็บข้อมูลที่ได้จาก การเจาะสำรวจ การทดสอบในห้องปฏิบัติการ และการทดสอบในสนามทั้งหมดได้ รวมถึงต้องสามารถรองรับการเพิ่มเติมการทดสอบอื่นๆ ได้ดี ข้อมูลต่างๆ ที่จากการสำรวจจึงถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มจำนวน 3 กลุ่มหลัก (รูปที่ 1) คือ

- 1) กลุ่มข้อมูลทั่วไปของการเจาะสำรวจ (General Information) เช่น ชื่อหลุมเจาะ, ตำแหน่งของหลุมเจาะในระบบพิกัด UTM, ชื่อโครงการ, เจ้าของงาน, ความลึกและวันสำรวจ เป็นต้น
- 2) กลุ่มข้อมูลที่จากการเจาะสำรวจและเก็บตัวอย่างแบบฉีดล้าง (Wash boring) เป็นกลุ่มความสัมพันธ์ของข้อมูลที่จากการทดสอบต่างๆ ในห้องปฏิบัติการและการทดสอบ SPT ในสนาม
- 3) กลุ่มข้อมูลที่จากการทดสอบอื่นๆ เช่น การทดสอบ Field vane shear test, Cone penetration test และการทดสอบอื่นๆ ที่สามารถเพิ่มเติมได้

### 3.2 ระบบฐานข้อมูลบนเครือข่าย Internet

ข้อดีประการสำคัญของกาใช้ระบบฐานข้อมูลแบบแม่ข่ายถือการสนับสนุนการทำงานบนเครือข่ายขนาดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น LAN, Intranet และ Internet ทำให้สามารถบริหารข้อมูลเป็นไปได้อย่างกว้างขวางขึ้น การเชื่อมต่อระบบฐานข้อมูลชั้นดินนี้เข้าสู่ระบบเครือข่าย Internet นั้นได้ดำเนินการผ่านเว็บเพจของ ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก (Geotechnical

Engineering Research and Development Center : GERD) ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ([www.gerd.eng.ku.ac.th/grass/](http://www.gerd.eng.ku.ac.th/grass/)) ภายใต้การสนับสนุนด้านทุนวิจัยจากคณะกรรมการวิศวกรรมปฐพี วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)



รูปที่ 2 รูปแบบแฟ้มข้อมูลของ MGDIF

### 3.3 Modified Geotechnical Data Interchange Format (MGDIF)

การเพิ่มเติมข้อมูลให้ระบบฐานข้อมูลนั้นสามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น การสร้างโปรแกรมประยุกต์หรือเพิ่มเติมข้อมูลลงในตารางของระบบโดยตรง อย่างไรก็ตามวิธีการทั้งสองนี้มีข้อจำกัดทางด้านความคล่องตัวในการทำงานและความปลอดภัยของระบบเครือข่าย รวมถึงจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการติดต่อก

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้นในการพัฒนาจึงได้กำหนดรูปแบบการถ่ายโอนข้อมูลมาตรฐานขึ้น โดยจะเป็นรูปแบบของ text file ทั้งนี้เพื่อให้ข้อมูลสามารถอ่านได้จากระบบปฏิบัติการ Linux และสามารถจัดเตรียมได้ง่าย จากโปรแกรม spreadsheet ทั่วไปเช่น MS-Excel หรือ Star Calc เป็นต้น หลักการของรูปแบบมาตรฐานมีดังต่อไปนี้

1) ข้อมูลในแต่ละชุดจะประกอบด้วย text file ไม่น้อยกว่า 2 files ซึ่งมี General Information file เป็นแฟ้มข้อมูลหลัก และ Washboring file หรือ Field vane shear file ซึ่งเป็นแฟ้มข้อมูลของผลการทดสอบดังรูปที่ 2

2) ระหว่างทำการกรอกข้อมูลลงใน template จะต้องสร้างรหัสหลุมชั่วคราวขึ้นเพื่อให้ระบบทราบถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล และรหัสนี้จะไม่ถูกบันทึกลงในฐานข้อมูลเมื่อทำการเพิ่มเติมข้อมูลให้กับระบบฐานข้อมูลหลัก



3) ในแต่ละเพิ่มข้อมูลจะใช้ tab เป็นตัวคั่นระหว่างข้อมูลแต่ละข้อมูล (Column) ดังรูปที่ 3

ภายหลังจากการจัดเตรียมข้อมูลในรูปแบบดังกล่าวนี้แล้ว ผู้ที่ทำการเพิ่มเติมข้อมูลให้ระบบสามารถส่งข้อมูลเหล่านี้ไปยังเครื่องข่ายของระบบผ่านทางเครือข่าย Internet ได้ เมื่อเครื่องแม่ข่ายได้รับข้อมูลแล้วจะทำการตรวจทานข้อมูล หากไม่พบข้อผิดพลาดก็จะทำการเพิ่มเติมข้อมูลเหล่านี้สู่ระบบฐานข้อมูลต่อไป

BoreID	Fdepth	Tdepth	colorCode	Wn	LL	PL
1	-2.5	-2.95	33.75	54.75	24.42	1.94
1	-5.5	-6	68.39			1.65
1	-7	-7.5	55.53	51.64	23.7	
1	-8.5	-9	66.54			
1	-11.5	-12	81.98			1.68
1	-13	-13.5	67.16	71.91	30.72	1.62
1	-14.5	-15	67.31			1.67
1	-17.5	-18	60.13			1.69
1	-19	-19.5	59.61	76.7	31.65	1.68
1	-20.5	-20.95	18.63	32.25	15.82	2.17
1	-22	-22.45	16.75			
1	-23.5	-23.95	26.77			2
1	-25	-25.45	22.71	54.24	23.65	2.03
1	-26.5	-26.95	23.35			2.06
1	-28	-28.45				
1	-29.5	-29.95	34.31	52.84	23.78	1.8
2	-3	-3.5	32.54			1.83
2	-6	-6.5	39.19	31.75	15.18	1.8
2	-7.5	-8	39.53	34.08	15.9	1.7
2	-10.5	-11	75.77			1.53
2	-12	-12.5	43.9			1.7
2	-15	-15.5	44.71			1.85
2	-16.5	-17	23.08	62.85	28.2	2.07
2	-18	-18.45	19.69	70.02	30.66	1.83
2	-19.5	-19.95	30.66			1.78
2	-21	-21.45	21.19	36.23	17.68	

รูปที่ 3 ตัวอย่างเพิ่มข้อมูล MGDIF (washboring)

#### 4. การให้บริการของระบบฐานข้อมูลชั้นดิน

สำหรับการให้บริการข้อมูลผ่านเครือข่าย Internet นั้น ระบบถูกออกแบบให้สามารถประมวลผลเชิงไดนามิกส์ได้ คือจะมีการคำนวณค่าทางสถิติและภาพแสดงชั้นดิน (Graphic log) ใหม่ทุกครั้งที่มีการเรียกขอข้อมูลทำให้ผู้ใช้ได้รับข้อมูลที่ทันสมัยที่สุดตลอดเวลา

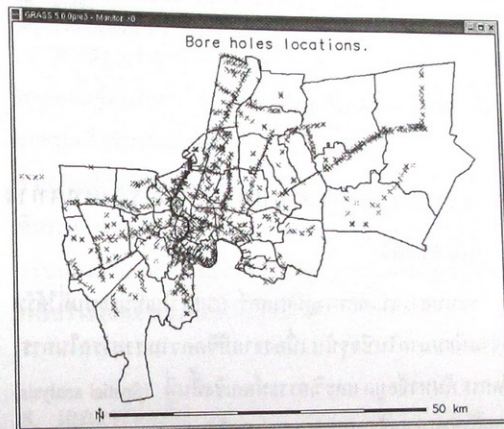
ในระยะแรกของการให้บริการจะจำกัดขอบเขตการค้นหาเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานครเท่านั้น โดยข้อมูลหลุมเจาะสำรวจในระบบปัจจุบันมีจำนวน 1,163 หลุมแบ่งเป็นการเจาะสำรวจแบบฉีดจำนวน 1,054 หลุมและการทดสอบในสนามด้วยวิธี field vane shear จำนวน 109 หลุม ตำแหน่งของหลุมเจาะได้แสดงในรูปที่ 4

สำหรับการค้นหาข้อมูลในระบบนั้น สามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 วิธีหลักคือ

1) การค้นหาโดยใช้พิกัดกริด (Area searching) เป็นการค้นหาข้อมูลดินโดยเฉลี่ยในพื้นที่ขนาด 2 x 2 ตารางกิโลเมตรจาก

แผนที่ที่ได้กำหนดขอบเขตไว้แล้ว (Predefined areas) โดยในพื้นที่ดังกล่าวจะต้องมีข้อมูลหลุมเจาะสำรวจไม่น้อยกว่า 3 หลุมจึงจะแสดงผลได้ โดยผลของการค้นหาจะแสดงเป็น boring log ที่มีภาพแสดง consistency ของชั้นดิน รวมถึงแสดงค่าเฉลี่ยและค่าสูงสุด-ต่ำสุดของ Water content, Undrained shear strength ( $q_u/2$ ) จาก Unconfined Compression Test และค่า SPT ตามระดับความลึกดังในรูปที่ 5, 6 และ 7

2) การค้นหาเฉพาะหลุม (Specific searching) เป็นการค้นหากริดหลุม, ชื่อโครงการ, ตำแหน่ง UTM (แบบพิกัดเฉพาะตำแหน่ง, สีเหลี่ยมหรือรัศมี) หรือจากเขตการปกครอง โดยระบบจะแสดงรายชื่อของหลุมเจาะให้ผู้ใช้สามารถเลือกดูข้อมูลเป็นรายหลุมได้



รูปที่ 4 ตำแหน่งของหลุมการเจาะสำรวจที่ถูกจัดเก็บในระบบ

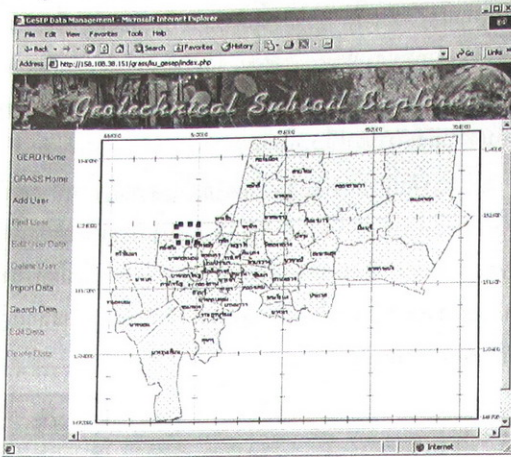
การค้นหาข้อมูลดังกล่าวจะขึ้นกับสิทธิของผู้ใช้ (User permission) โดยในขั้นแรกจะกำหนดให้มีแบ่งกลุ่มผู้ใช้ออกเป็นกลุ่มหลัก 3 กลุ่ม ดังนี้

1) ผู้ใช้ทั่วไป (Normal users) ผู้ใช้ในระดับนี้ สามารถสมัครขอรับบริการได้ผ่านระบบเครือข่ายได้โดยตรง และมีสิทธิในการค้นหาข้อมูลเฉลี่ยได้ในระดับ 4 ตารางกิโลเมตร โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย

2) ผู้ใช้ระดับสูง (Advanced users) เป็นผู้ใช้ที่รับสิทธิเพิ่มเติมในการค้นหาข้อมูลแบบเฉพาะหลุม รวมถึงสามารถเพิ่มเติมข้อมูลให้กับระบบได้ ในลักษณะที่เป็นผู้ร่วมพัฒนาระบบฐานข้อมูล



3) ผู้บริหารระบบ (System administrator) จะได้รับสิทธิในการบริหารบัญชีผู้ใช้ระบบ รวมถึงสามารถแก้ไขและลบข้อมูลในระบบออกได้



รูปที่ 5 แผนที่สำหรับการค้นหาข้อมูล

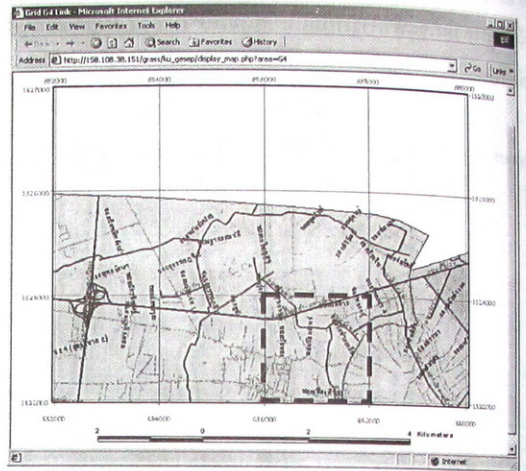
## 5. การประยุกต์ใช้งานระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) นับเป็นระบบที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน เนื่องจากมีขีดความสามารถในการจัดการ ค้นหาข้อมูล และวิเคราะห์ผลเชิงพื้นที่ (Spatial analysis) รวมถึงสามารถสร้างแบบจำลองต่างๆ ได้

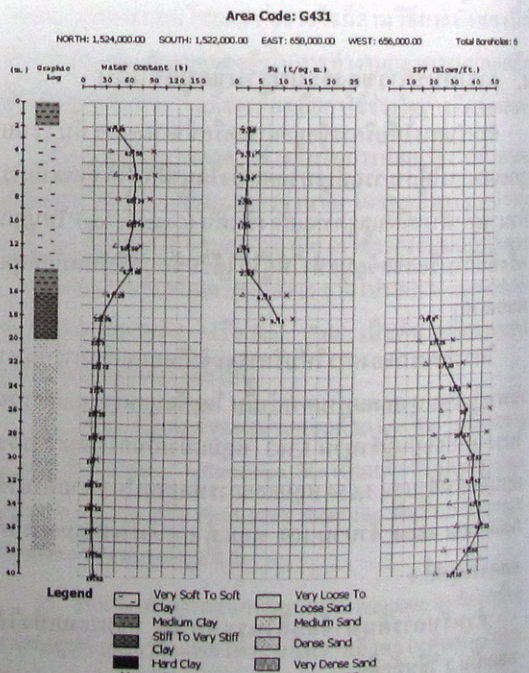
GRASS เป็นระบบ Freeware GIS ที่เน้นการประมวลผลแบบ raster เป็นหลัก สามารถทำงานได้บนหลายระบบปฏิบัติการ เช่น Unix, Linux, OS/2 หรือ Window NT ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นครั้งแรกในปี 1985 โดย U.S. Army Construction Engineering Research Laboratory (USA/CERL) ปัจจุบันอยู่ภายใต้การดูแลและพัฒนาต่อโดย University of Hannover และ Baylor University และในประเทศไทยโดย NECTEC (www.hpcc.nectec.or.th/grass/) ได้ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางอีกหนึ่งของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่ทำการพัฒนาและเผยแพร่ระบบ GIS นี้ ส่วนการประยุกต์ใช้งานของระบบนั้น มีการประยุกต์ไปใช้งานด้านต่างๆ เช่น สิ่งแวดล้อม เกษตรกรรม ชลศาสตร์ และธรณีวิทยา เป็นต้น (Neteler [4])

ภายหลังจากการเชื่อมต่อระบบสารสนเทศ GRASS เข้ากับระบบฐานข้อมูลชั้นดินแล้ว ระบบ GRASS ก็สามารถนำข้อมูล

จากระบบมาสร้างเป็นลักษณะชั้นดินทั้งแบบ 2 มิติ (soil profiles) และ 3 มิติได้ดังรูปที่ 8 และ 9 โดยการแสดงผลในแบบ 2 มิติ จะแสดงภาพกว้างได้ดี ส่วนการแสดงผลในแบบ 3 มิตินั้นจะมีข้อจำกัดในการแสดงผลของโปรแกรมค่อนข้างมากจึงเหมาะสำหรับการแสดงข้อมูลในพื้นที่จำกัดมากกว่า



รูปที่ 6 ภาพขยายของแผนที่ถึงความละเอียด 4 ตร.กม.

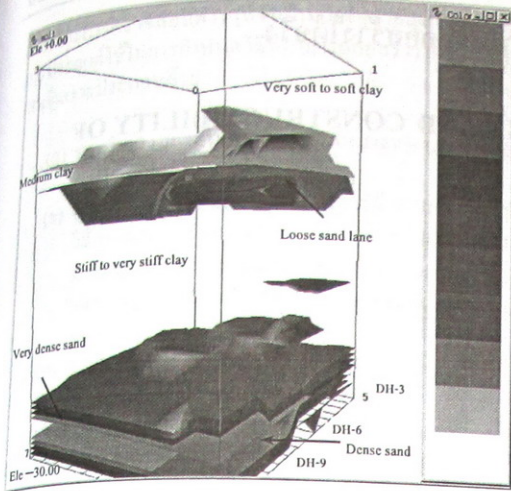


คำเตือน: ข้อมูลนี้เป็นข้อมูลเพื่อการศึกษารายงาน ไม่สามารถนำไปใช้งานได้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานเจ้าของข้อมูล

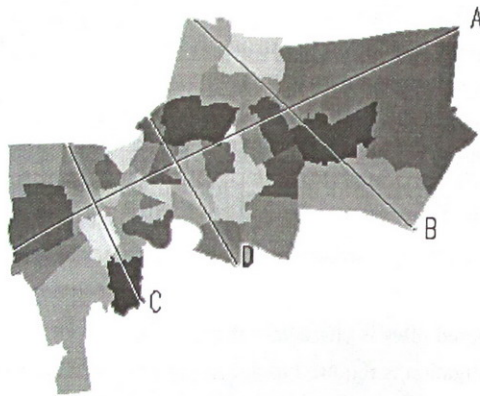
[Click here to print this page.](#)

รูปที่ 7 แสดงผลการค้นหาข้อมูลดินละเอียดที่ 4 ตร.กม.

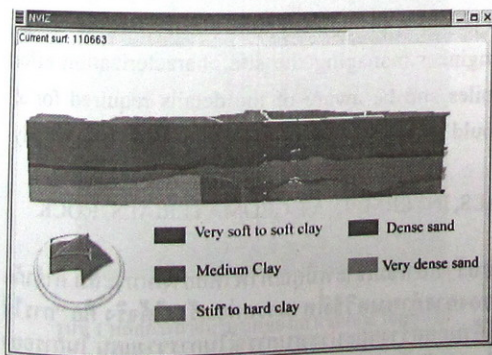




รูปที่ 8 แสดงภาพชั้นดิน 3 มิติ จากโปรแกรม GRASS-GIS



(ก.) แนวการตัด Profile ของชั้นดิน



(ข.) ลักษณะชั้นดินตามแนว Profile B

รูปที่ 9 การประยุกต์การใช้งานแบบ 2 มิติ โดย GRASS-GIS

## 6. แนวโน้มในการพัฒนาในอนาคต

การติดตั้งโมดูลการค้นหาข้อมูล "Map Server" จะทำให้ระบบมีความยืดหยุ่นสูงขึ้น รวมถึงการขยายขอบเขตการเก็บข้อมูลไปยังภูมิภาคต่างๆ ของประเทศ โดยอาจเป็นความร่วมมือกันระหว่างหน่วยงาน องค์กรวิชาชีพ สถาบันการศึกษา และบริษัทเอกชนต่างๆ เพื่อเกิดเป็นระบบฐานข้อมูลชั้นดินของประเทศไทยได้ ซึ่งฐานข้อมูลนี้จะเป็นก้าวสำคัญให้เกิดการพัฒนาด้านองค์ความรู้ทางด้านวิศวกรรมปฐพี เพื่อช่วยให้การวางแผนการเจาะสำรวจในโครงการต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้จากการขาดข้อมูลสภาพชั้นดินเบื้องต้น

## 7. สรุป

ระบบฐานข้อมูลดินจะช่วยให้วิศวกร นักวิจัย นักศึกษาคอลเลจและผู้สนใจทั่วไปสามารถค้นหาข้อมูลสภาพชั้นดินผ่านระบบเครือข่าย Internet ได้ ทั้งยังทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการรวบรวมข้อมูลเพื่อการเผยแพร่และแลกเปลี่ยนข้อมูลการสำรวจดินระหว่างหน่วยงานต่าง รวมถึงมีขีดความสามารถเชื่อมต่อกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์เชิงพื้นที่หรือการสร้างแบบจำลองในระดับสูงต่อไป

## 8. เอกสารอ้างอิง

- [1] กัธร เชิดจิระพงษ์, แผนภูมิชั้นดินกรุงเทพฯ, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2529.
- [2] Chinkulkijniwat, R. Geotechnical data bank for Bangkok subsoil conditions/GIS system. M.S. thesis, A.I.T., Bangkok.
- [3] คมกริช บิตร, ฐานข้อมูลการสำรวจดินทางวิศวกรรมโดยวิธีระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2543.
- [4] Neteler, M. Introduction to GRASS GIS software, Hannover Germany, Available at <http://www.geog.uni-hannover.de>, 1998.

## 9. ที่อยู่ผู้แต่ง

นายปณท สุวรรณวิวัฒนา  
3894 ถนนดินแดง เขตดินแดง กรุงเทพมหานคร  
โทร 0-9132-2003 e-mail: panoot@yahoo.com