# ที่ดินปลูกไม้โตเร็ว: มีจริงหรือ? ตัวอย่างการใช้ระบบสารนิเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) ในการหาพื้นที่ที่เหมาะสมกับสวนป่าไม้โตเร็ว

# ที่ดินปลูกไม้โตเร็ว : มีจริงหรือ ?

## ตัวอย่างการใช้ระบบสารนิเทศทางภูมิศาสตร์ (geographic Information System) ในการหาพื้นที่ที่เหมาะสมกับสวนป่าไม้โตเร็ว

เอกสารประกอบการสัมมนา

"ป่าเศรษฐกิจ : จริงหรือฝัน"

วันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2532

ห้องเพลินจิต โรงแรมอิมพิเรียล ถนนวิทยุ

สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

# ความนำ

ผลสรุปข้อหนึ่งของโครงการศึกษาเรื่อง Potential of Commercial Fast-Growing Tree Plantations in Thailand โดยมูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย ได้แก่ ความไม่พอเพียงของป่าไม้โตเร็วในการตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรม ซึ่งอธิบายได้จากเหตุผลหลายประการ ที่สำคัญข้อหนึ่ง ได้แก่ ปัญหาในเรื่องที่ดินที่จะปลูกไม้โตเร็ว ข้อจำกัดในเรื่องที่ดินเกิดขึ้นในหลายรูปแบบ ตั้งแต่ชนิดและคุณภาพของดิน ความลาดชันของพื้นที่ สภาพการเป็นป่าธรรมชาติ ประเภทการใช้ที่ดิน การถือครองที่ดิน กฎหมาย และระเบียบเกี่ยวกับการใช้ที่ดิน ฯลฯ การแก้ไขในเรื่องปัญหาที่ดินย่อมจะช่วยให้มีการปลูกป่าไม้โตเร็วเพิ่มขึ้น

การศึกษาเรื่องนี้ทำขึ้นเพื่อแสดงการนำระบบสารนิเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) มาใช้ประโยชน์ในการแก้ไขปัญหาที่ดินดังที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น อันที่จริงได้มีการนำระบบสารนิเทศทางภูมิศาสตร์มาใช้ในการวางแผนการใช้ที่ดินก่อนหน้านี้แล้ว ได้แก่ โครงการการจัดทำแผนการใช้ที่ดินเพื่อการเพาะเลี้ยงชายฝั่งของจังหวัดสงขลา และการจัดทำแผนการใช้ที่ดินเพื่อเกษตรกรรมของจังหวัดเชียงใหม่* ในครั้งนี้จะได้นำมาใช้กับเรื่องป่าไม้โดยเฉพาะอย่างยิ่งป่าไม้โตเร็ว ซึ่งหวังว่าจะเป็นประโยชน์กับหน่วยราชการทั้งหลายที่เกี่ยวข้องและฝ่ายเอกชนซึ่งดำเนินธุรกิจปลูกป่าไม้โตเร็ว

การเสนอผลการศึกษาโดยสมบูรณ์ได้จัดทำขึ้นเป็นภาษาอังกฤษซึ่งได้อธิบายวิธีการศึกษา ลักษณะข้อมูลและแบบจำลองที่ใช้โดยละเอียด เอกสารภาษาไทยฉบับนี้ทำขึ้นเพื่อให้ผู้เข้าร่วมสัมมนาได้เข้าใจการศึกษาโดยสังเขปและเพียงพอที่จะนำไปสู่การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันได้เท่านั้น สำหรับผู้ที่สนใจในรายละเอียดวิธีการศึกษา ลักษณะข้อมูลและแบบจำลองที่ใช้โดยสมบูรณ์ ติดต่อได้โดยตรงกับฝ่ายการวิจัยทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

---

* ทั้งสองโครงการจัดทำโดยสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

## วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อแสดงวิธีการนำระบบสารนิเทศทางภูมิศาสตร์มาใช้ในการหาพื้นที่ที่เหมาะสมกับสวนป่าไม้โตเร็ว และประโยชน์ทางด้านอื่น ๆ ของการจัดการป่าไม้

2. เพื่อแสดงพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับสวนป่าไม้โตเร็วในเขตพื้นที่ภาคตะวันออก (ชลบุรี ฉะเชิงเทรา ระยอง จันทบุรี) และบางส่วนในเขตจังหวัดนครราชสีมาและปราจีนบุรี

3. เพื่อแสดงตัวอย่างการนำระบบสารนิเทศทางภูมิศาสตร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการทรัพยากรป่าไม้

## การเลือกพื้นที่ศึกษา

ในการศึกษานี้ได้เลือกพื้นที่ในเขตรัศมี 250 กิโลเมตรจากท่าเรือน้ำลึกแหลมฉะบังเป็นพื้นที่ที่ศึกษา ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกส่วนใหญ่ (จังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทรา ระยอง จันทบุรี) และบางส่วนของจังหวัดนครราชสีมาและปราจีนบุรีรวมพื้นที่ทั้งสิ้นประมาณ 5.6 ล้านไร่ เหตุผลในการเลือกพื้นที่นี้เนื่องจากได้พิจารณาเห็นว่า มีการลงทุนปลูกไม้โตเร็วไว้มากในเขตจังหวัดฉะเชิงเทรา และระยอง นอกจากนี้มีเอกชนรายใหญ่หลายรายได้แสดงความประสงค์ที่จะลงทุนปลูกป่าไม้โตเร็วในพื้นที่นี้ ในด้านอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ไม้ปรากฏว่า มีโรงงานผลิตภัณฑ์ไม้ อาทิ โรงงานชิ้นไม้สับ แผ่นฝอยไม้ซีเมนต์อัด ฯลฯ ตั้งอยู่ในพื้นที่นี้และมีแนวโน้มว่าอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น โรงงานผลิตเยื่อกระดาษจะเกิดขึ้นในพื้นที่นี้เช่นกัน ดังนั้นจึงคาดว่าพื้นที่นี้จะเป็นที่ปลูกและแหล่งรับซื้อไม้โตเร็วที่สำคัญของประเทศ ซึ่งระยะทางระหว่างพื้นที่ปลูกและแหล่งรับซื้อเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจของสวนป่าไม้โตเร็ว ทั้งนี้เพราะราคาไม้โตเร็วถูกกำหนดโดยโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งจะรวมค่าขนส่งไว้ด้วย ได้มีการศึกษาพบว่าจากราคาหน้าโรงงาน (600–650 บาท/ตัน) ค่าขนส่งจากสวนป่าซึ่งอยู่ไกลออกไปกว่า 200 กิโลเมตร จะสูงมากจนผู้ประกอบการปลูกสวนป่าไม้โตเร็วไม่มีกำไรและไม่สามารถตั้งอยู่ได้ในที่สุด จากเหตุผลในเรื่องต้นทุนค่าขนส่งนี้และข้อเท็จจริงเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ไม้ที่มีศักยภาพ เช่น ชิ้นไม้สับ และ

เยื่อกระดาษ ซึ่งจะเป็นสินค้าออกที่สำคัญ และต้องใช้ท่าเรือในการส่งออก จึงได้ใช้ท่าเรือน้ำลึกแหลมฉะบัง ซึ่งตั้งอยู่ใกล้สุดจากแหล่งผลิตผลิตภัณฑ์ไม้ เป็นจุดฐานในการกำหนดพื้นที่ที่ศึกษา พื้นที่ในเขตรัศมี 250 กิโลเมตรจากท่าเรือน้ำลึกแหลมฉะบังย่อมหมายถึงความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจของสวนป่าไม้โตเร็วในการที่จะขายไม้ให้กับโรงงานอุตสาหกรรมได้

## สภาพทางกายภาพภูมิศาสตร์ของพื้นที่ที่ศึกษา

พื้นที่ที่ศึกษามีขนาด 5.6 ล้านไร่ เป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่ชายฝั่งตะวันออกของประเทศไทยซึ่งถูกขนาบด้วยเทือกเขาบรรทัดตามแนวเขตแดนประเทศไทย-กัมพูชาทางทิศตะวันออก และเทือกเขาสันกำแพงและดงเล็ก (ส่วนหนึ่งของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่) ทางทิศเหนือ ลักษณะของผืนดินเป็นลูกคลื่นโดยมีภูเขาเล็กและใหญ่ตั้งกระจายอยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้เป็นระยะ ๆ พื้นที่นี้แสดงได้ด้วยแผ่นแผนที่ขนาด 1:50,000 จำนวน 12 แผ่น ดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในตารางที่ 1

แม่น้ำสำคัญซึ่งระบายน้ำออกจากลุ่มน้ำนี้ ได้แก่ แม่น้ำพระปรง นอกจากนี้ยังมีลำธารสายเล็กและห้วยอีกจำนวนมากที่ช่วยระบายน้ำออกจากพื้นที่ ค่ามัธยฐานความสูงของพื้นที่ที่ศึกษาอยู่ระหว่าง 5-923 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

## สภาพภูมิอากาศ

จากการจัดจำแนกของคอปเพน (Koppen) พื้นที่ที่ศึกษาจัดอยู่ในเขตสวานนา (Savannah) ร้อน ตารางที่ 2 แสดงปริมาณฝนและจำนวนวันที่มีฝนตกโดยเฉลี่ยต่อปีในบางจังหวัดของพื้นที่โครงการ ปริมาณฝนโดยเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่เท่ากับ 2,100 มิลลิเมตร มีวันฝนตกโดยเฉลี่ย 141 วันฤดูฝนจะอยู่ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึงตุลาคม อุณหภูมิโดยทั่วไปค่อนข้างจะสม่ำเสมอ โดยอยู่ระหว่าง26$^{o}$c ในฤดูหนาว (ธันวาคม-มกราคม) และ 32$^{o}$c ในฤดูร้อน (เมษายน)

ตารางที่ 1 แผ่นแผนที่ที่แสดงพื้นที่ที่ศึกษา

| แผ่นแผนที่ | ชื่อแผ่นแผนที่ | จังหวัด |
|---|---|---|
| 5335 III | เขาชะมูน (Khao Chamun) | ชลบุรี, ระยอง |
| 5335 IV | บ้านท่ากลอย (Ban Tha Kloi) | ฉะเชิงเทรา |
| 5336 I | สถานีด่านพระปรง (Santhani Dan Phra Prong) | ฉะเชิงเทรา |
| 5336 II | เขาสุงบง (Khao Sung Bong) | ปราจีนบุรี |
| 5336 III | บ้านหนองกระพง (Ban Nong Kaphong) | ฉะเชิงเทรา |
| 5337 II | บ้านทองโพธิ (Ban Thong Pho) | ปราจีนบุรี |
| 5338 III | บ้านซับน้อย (Ban Sap Noi) | นครราชสีมา |
| 5435 IV | ทุ่งกบินทร์ (Thung Kabin) | ปราจีนบุรี |
| 5436 III | บ้านเขาฉกรรจ์ (Ban Khao Chakan) | ปราจีนบุรี |
| 5437 I | บ้านสระประทีป (Ban Sa Prathip) | นครราชสีมา |
| 5437 III | บ้านแก่งยาว (Ban Kaeng Yao) | ปราจีนบุรี |
| 5437 IV | บ้านตลิ่งชัน (Ban Taling Chan) | นครราชสีมา |

ตารางที่ 2 ปริมาณฝนในพื้นที่ ๆ ศึกษา

| จังหวัด | ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อปี (มม.) | วันฝนตกโดยเฉลี่ยต่อปี (วัน) |
|---|---|---|
| นครราชสีมา | 1,137 | 117 |
| ปราจีนบุรี | 1,997 | 140 |
| ชลบุรี | 1,348 | 128 |
| จันทบุรี | 2,977 | 171 |

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา

# วิธีการศึกษา

## แนวคิดและวิธีการ

การศึกษานี้ใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการศึกษา จึงจำเป็นต้องเข้าใจแนวคิดการศึกษาและการทำงานของคอมพิวเตอร์เพื่อตอบปัญหาที่ได้ตั้งขึ้นเสียก่อน เนื่องจากวัตถุประสงค์ของการศึกษามุ่งให้ทราบพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกไม้โตเร็วซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงอันประกอบด้วยปัจจัยหลายด้าน จึงจำเป็นที่จะต้องกำหนดแบบจำลองขึ้นเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้ แบบจำลองดังกล่าวคือภาพย่อของความเป็นจริงที่เกิดขึ้น โดยแบบจำลองที่ดีนั้นจะต้องให้ผลการศึกษาใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

ในการทำงานของแบบจำลองจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคำถามที่ต้องการคำตอบนั้น ในการศึกษาเรื่องนี้ได้พิจารณาเห็นว่าข้อมูลที่ต้องนำมาใช้ ได้แก่

ข้อมูลเกี่ยวกับดิน
การใช้ที่ดินในปัจจุบัน
ความสูงและความลาดชันของพื้นที่ (elevation and elevation derived data)
พื้นที่ป่าในปัจจุบัน
เขตป่าสงวนแห่งชาติ

เหล่านี้เป็นข้อมูลทางกายภาพที่แสดงได้ค่อนข้างชัดเจนในเชิงปริมาณ อย่างไรก็ดีมีปัจจัยสำคัญอันมีผลต่อการพิจารณากำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับไม้โตเร็วอีกปัจจัยหนึ่ง ได้แก่ ทัศนคติของคนในการยอมรับหรือต่อต้านไม้โตเร็ว ส่วนนี้เป็นส่วนยากในการนำมาใช้กับคอมพิวเตอร์แม้ว่าจะมีการศึกษาวิจัยอยู่แล้วค่อนข้างมาก ในการศึกษานี้ได้รวมเรื่องทัศนคติของคนที่มีต่อไม้โตเร็วไว้ด้วย โดยนำเอาเฉพาะส่วนที่ไม่มีความยุ่งยากและสามารถใช้ได้กับคอมพิวเตอร์มาใช้

เมื่อได้ข้อมูลเหล่านี้มาแล้วก็ใช้คอมพิวเตอร์หาพื้นที่ที่ต้องการจะทราบ โดยการตัดพื้นที่ที่ไม่เกี่ยวข้องออกทีละตอน เช่น แหล่งน้ำ เขตชุมชน เขตป่าธรรมชาติที่ยังมีความ

สมบูรณ์อยู่ ฯลฯ ซึ่งจะทำให้ทราบเขตพื้นที่ที่จะใช้ในการปลูกพืชหรือไม้โตเร็วได้ จากนั้นจึงเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับไม้โตเร็วโดยการกันพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชชนิดอื่น ๆ ออก

ในทางเทคนิควิธีการเลือกพื้นที่ดังกล่าวทำโดยการใช้คอมพิวเตอร์วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานซึ่งเกี่ยวข้องกับการศึกษาดังที่ได้ระบุไว้แล้วก่อนหน้านี้ เพื่อกำหนดพื้นที่ตามหลักเกณฑ์ที่ได้ตั้งขึ้น ในงานด้านระบบสารนิเทศทางภูมิศาสตร์โดยทั่วไป จะมีข้อมูลที่ใช้หลายชุดซึ่งไม่จำเป็นจะต้องอยู่ภายในฐานข้อมูล (data base) ระบบเดียวกัน แต่มักจะกระจายอยู่แยกจากกันตาม data layers ต่าง ๆ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำให้ข้อมูลทั้งหลายที่อยู่ใน layers ต่าง ๆ ให้อยู่ในฟอร์มเดียวกันเสียก่อนเพื่อช่วยให้คอมพิวเตอร์สามารถตอบคำถามที่ต้องการได้ วิธีการนี้เรียกว่า overlay ซึ่งมีอยู่หลายแบบ แต่ที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ วิธีการที่เรียกว่า intersection ซึ่งจะคัดเลือกข้อมูลที่ต้องการจาก layers ต่าง ๆ ให้มาอยู่ภายในฐานข้อมูลเดียวกัน จากนั้นจึงสั่งให้คอมพิวเตอร์แสดงพื้นที่ที่ต้องการออกมา

## ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ในส่วนนี้จะได้แสดงลักษณะข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา อันประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับดิน การใช้ที่ดินในปัจจุบัน ความสูงและความลาดชันของพื้นที่ พื้นที่ป่าปัจจุบัน เขตป่าสงวนแห่งชาติ และทัศนคติของคนที่เกี่ยวกับไม้โตเร็ว แรกเริ่มทีเดียวข้อมูลเหล่านี้จะอยู่ในแผนที่ขนาด 1:50,000 ซึ่งจะเรียกต่อไปว่า map sheets จากนั้นจึงได้แปลงข้อมูลเหล่านั้นไว้ในคอมพิวเตอร์ซึ่งเรียกว่า digitizing ตารางที่ 3 แสดงเวลาที่ข้อมูลพื้นฐานแต่ละชุดได้ทำขึ้น โดยมีข้อสังเกตว่าข้อมูลในเรื่องการใช้ที่ดินค่อนข้างเก่า ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการนำข้อมูลด้านนี้มาใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

ตารางที่ 3 ปี ค.ศ.ที่ได้มีการจัดทำข้อมูลชุดต่าง ๆ ขึ้น

| Map Sheet | ดิน | การใช้ที่ดิน | ลักษณะพื้นที่ | ป่าไม้ |
|---|---|---|---|---|
| 5335 III | 1978 | 1982 | 1969 | 1987 |
| 5335 IV | 1978 | 1978 | 1974 | 1987 |
| 5336 I | 1978 | 1978 | 1969 | 1987 |
| 5336 II | 1980 | 1979 | 1969 | 1987 |
| 5336 III | 1978 | 1978 | 1969 | 1987 |
| 5337 II | 1980 | 1979 | 1969 | 1987 |
| 5338 III | 1975 | 1975 | 1969 | 1987 |
| 5435 IV | 1980 | 1979 | 1974 | 1987 |
| 5436 III | 1980 | 1979 | 1969 | 1987 |
| 5437 I | 1975 | 1975 | 1969 | 1987 |
| 5437 III | 1980 | 1979 | 1969 | 1987 |
| 5437 IV | 1975 | 1975 | 1969 | 1987 |

## ดิน

รายละเอียดเกี่ยวกับดินในพื้นที่ศึกษาได้แสดงไว้ในรายงานภาคภาษาอังกฤษซึ่งพอสรุปได้ว่าดินบนภูเขาหรือบนที่ซึ่งมีความชันเกินกว่า 35 % มีอยู่ประมาณ 1.3 ล้านไร่หรือประมาณร้อยละ 24ของพื้นที่ ๆ ศึกษา ที่เหลือเป็นดินซึ่งมีความลึกระดับปานกลาง มีค่า pH ต่ำ (5-8) เป็นทรายและมีธาตุอาหารปานกลางถึงต่ำ

## การใช้ที่ดิน

ตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ที่ดินค่อนข้างจะล้าสมัยเนื่องจากการใช้ที่ดินมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การศึกษานี้จึงไม่ได้นำข้อมูลการใช้ที่ดินไปใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชโดเร็ว อย่างไรก็ตามข้อมูลชุดนี้มีประโยชน์ในด้านการนำมาใช้เปรียบเทียบเพื่อให้เข้าใจสภาพของพื้นที่ได้ดียิ่งขึ้น

โดยทั่วไปแล้วพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าทึบ ตามด้วยป่าเบญจพรรณ พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ป่าเต็งรัง พื้นที่นาดำ ข้าวไพด และพื้นที่ป่าถูกบุกรุกเสื่อมโทรมโดยมีการปลูกข้าวไพดและมันสำปะหลังสลับกันไป หรือไม่ก็เป็นไร่อ้อย ดังได้กล่าวไว้แล้วว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินได้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นข้อมูลการใช้ที่ดินที่แสดงไว้นี้จึงไม่สอดคล้องกับข้อมูลด้านพื้นที่ป่าในปัจจุบัน กล่าวคือในข้อมูลการใช้ที่ดินได้แสดงว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ (เกือบ 3 ล้านไร่) เป็นป่าทึบ (Dry Evergreen Forest) แต่ข้อมูลจากด้านพื้นที่ป่าซึ่งใหม่กว่าได้แสดงว่าปัจจุบันมีพื้นที่ป่าอยู่เพียง 1.4 ล้านไร่เท่านั้น จึงมีเหตุผลเพียงพอที่นำข้อมูลการใช้ที่ดินมาใช้ประโยชน์ในด้านการเปรียบเทียบเท่านั้น

## ข้อมูลเกี่ยวกับความสูง และความลาดชันของพื้นที่

ข้อมูลด้านนี้ได้จากแผนที่แสดงลักษณะพื้นที่ (topographic maps) ขนาด 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร (Royal Thai Survey Department) และการสร้างแบบจำลอง (modeling) เพื่อนำข้อมูลจากแผนที่แสดงลักษณะพื้นที่แปลออกเป็นความสูงและความลาดชันของพื้นที่ ผลที่ได้สรุปให้ทราบระดับความสูงและความลาดชันของพื้นที่ ๆ ศึกษา โปรดระลึกว่าข้อมูลเกี่ยวกับความสูงและความลาดชันที่ได้เป็นข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลจากลักษณะที่ดินเป็นข้อมูลพื้นฐานในการคำนวณ

## ข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ป่า

ข้อมูลชุดนี้ได้จาก LANDSAT imagery ปีพ.ศ.2530 และมีการตรวจสอบภาคสนาม* เพื่อความแน่นอนและถูกต้องของข้อมูล ถือได้ว่าเป็นข้อมูลในด้านพื้นที่ป่าในพื้นที่ศึกษาที่ทันสมัยที่สุด ตารางที่ 4 แสดงรายละเอียดของข้อมูลชุดนี้ซึ่งแสดงว่าในขณะที่มีการบันทึกภาพจากดาวเทียม (พ.ศ.2530) มีพื้นที่ป่าอยู่ประมาณ 1.4 ล้านไร่หรือประมาณร้อยละ 25 ของพื้นที่ ๆ ศึกษา ตัวเลขนี้ใกล้เคียงกับอัตราส่วนพื้นที่ป่าของประเทศ

## ป่าสงวนแห่งชาติ

เป็นข้อมูลที่แตกต่างไปจากพื้นที่ป่า กล่าวคือป่าสงวนเป็นพื้นที่ที่กำหนดขึ้นจากด้านการจัดการป่าไม้บนพื้นฐานของกฎหมายซึ่งไม่ใคร่จะมีความเกี่ยวพันกับเรื่องของป่าในความหมายที่แท้จริงมากนัก อย่างไรก็ดีเนื่องจากป่าสงวนแห่งชาติอยู่ในความดูแลของรัฐซึ่งเอกชนมีสิทธิที่จะขอเข้าไปใช้ประโยชน์ได้ ประกอบกับข้อเท็จจริงที่ว่าป่าสงวนบางส่วนถูกบุกรุกทำลายเพื่อการใช้ประโยชน์จนเกิดความเสื่อมโทรมลงซึ่งจะต้องมีการฟื้นฟูสภาพโดยการปลูกป่า ข้อมูลชุดนี้จึงมีความสำคัญในการศึกษาครั้งนี้ ในปัจจุบันเขตพื้นที่ป่าสงวนในพื้นที่ ๆ ศึกษามีขนาด 2.6 ล้านไร่

---

* ได้รับข้อมูลจากรองศาสตราจารย์ บุญชนะ กลั่นคำสอน. กรมป่าไม้.

ตารางที่ 4 พื้นที่ป่า พ.ศ.2530

| แผ่นแผนที่ | พื้นที่ป่า (ไร่) |
|---|---|
| 5335 III | 179,633 |
| 5335 IV | 104,222 |
| 5336 I | 7 |
| 5336 II | 124,908 |
| 5336 III | 20,546 |
| 5337 II | 118,069 |
| 5338 III | 57,753 |
| 5435 IV | 81,915 |
| 5436 III | 6,210 |
| 5437 I | 94,723 |
| 5437 III | 346,073 |
| 5437 IV | 273,156 |
| รวม | 1,407,208 |

ที่มา : บุญชนะ กลั่นคำสอน, กรมป่าไม้

## ทัศนคติของคน

นอกจากสภาพทางภูมิศาสตร์ คุณสมบัติทางกายภาพของพื้นที่ สภาพภูมิอากาศ ฯลฯ จะเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดพื้นที่ ๆ เหมาะสมสำหรับไม้โตเร็วแล้ว ทัศนคติของคน ซึ่งได้แก่ การยอมรับไม่ยอมรับต้นไม้บางชนิดยังเป็นปัจจัยกำหนดความเหมาะสมของพื้นที่อีกด้วย ดังมีขบวนการคัดค้านการปลูกต้นยูคาลิปตัสในหมู่เกษตรกรบางกลุ่มหรือในบางท้องที่ บางแห่งมีความรุนแรงถึงขั้นการเผาสถานที่และการข่มขู่เจ้าหน้าที่และเอกชนผู้ปลูกยูคาลิปตัส ให้เลิกการลงทุน ในการกำหนดพื้นที่ ๆ เหมาะสมสำหรับไม้โตเร็วได้นำเรื่องทัศนคติของคน เข้าร่วมพิจารณาด้วยโดยได้นำเฉพาะส่วนที่สามารถแปลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ได้ เข้าร่วมพิจารณาดังตัวอย่างต่อไปนี้

ทัศนคติ : คนบางกลุ่มคัดค้านการปลูกต้นยูคาลิปตัสด้วยกลัวว่าไม้ชนิดนี้จะทำให้คุณภาพของดินที่ดีอยู่เสียไป และจะมีผลต่อผลผลิตในที่สุด
ซึ่งจะแปลงเป็นคำสั่งในระบบสารนิเทศทางภูมิศาสตร์ว่า

GIS : เลือกพื้นที่ซึ่งดินมีคุณภาพเลวมาก

หรือ

ทัศนคติ : คนไม่ต้องการให้มีการปลูกป่ายูคาลิปตัสเพราะกลัวว่าจะถูกไล่ออกจากพื้นที่นั้น
ซึ่งจะแปลงเป็นคำสั่งในระบบสารนิเทศทางภูมิศาสตร์ว่า

GIS : เลือกพื้นที่ของรัฐซึ่งไม่มีหมู่บ้านตั้งอยู่

หรือ

ทัศนคติ : คนไม่ต้องการให้มีการปลูกป่ายูคาลิปตัสเพราะกลัวว่า
"ป่ายูคาลิปตัส"จะเข้าแทนที่ "ป่าธรรมชาติ"
ซึ่งจะแปลงเป็นคำสั่งในระบบสารนิเทศทางภูมิศาสตร์ว่า

GIS : เลือกพื้นที่ที่ป่าถูกทำลายไปหมดสิ้นแล้ว

ทัศนคติของคนในรูปคำสั่งในระบบสารนิเทศทางภูมิศาสตร์เหล่านี้จะถูกนำไปใช้รวมกับคำสั่งอื่น ๆ ในการกำหนดพื้นที่ ๆ เหมาะสมสำหรับไม้โตเร็ว (ในที่นี้ยูคาลิปตัส) ในขั้นต่อไป

## การวิเคราะห์

ขั้นตอนการวิเคราะห์ของระบบสารนิเทศทางภูมิศาสตร์โดยคอมพิวเตอร์มีดังต่อไปนี้

1. การแปรข้อมูลจากแหล่งเดิม (เช่นแผนที่) เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ (digitization) ซึ่งรวมถึงการตรวจสอบและบรรณาธิการข้อมูลเหล่านั้นด้วย

2. คัดเลือกพื้นที่ ๆ ต้องการจากระบบข้อมูลทุกชุดที่ได้ digitize ไว้แล้ว รวมทั้งการแก้ไขข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากคนหรือการรวบรวมข้อมูลจากแผนที่

3. ทำการวิเคราะห์ให้ทราบว่าพื้นที่แห่งใดเหมาะสมกับพืชชนิดใด โดยมีพืชที่ใช้วิเคราะห์ 26 ชนิด การศึกษาส่วนนี้ทำขึ้นจากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญที่บอกว่าจากคุณสมบัติของที่ดินที่กำหนดให้ จะเหมาะสมกับการปลูกพืชชนิดใด คอมพิวเตอร์จะทำการวิเคราะห์การใช้ที่ดินที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิดตามลักษณะของดินในพื้นที่นั้น และจะกำหนดพืชที่เหมาะสมกับที่ดินนั้น ๆ

4. ทำการคัดเลือกพื้นที่ตามหลักเกณฑ์ต่อไปนี้

   4.1 ไม่เป็นป่าในปัจจุบัน

   4.2 ไม่เป็นที่ชุมชน หมู่บ้าน และแหล่งน้ำ

   4.3 ไม่เป็นพื้นที่ในเขตอุทยานแห่งชาติ

   4.4 อยู่ในเขตป่าสงวน

   4.5 มีความเหมาะสมน้อยมากสำหรับพืชที่สำคัญ ๆ (กล่าวคือเป็นดินที่มีความเหมาะสมในการทำการเกษตรต่ำ)

ผลที่ได้จากการทำงานของคอมพิวเตอร์ตามขั้นตอนทั้ง 4 ข้างต้น คือ พื้นที่ที่มีความเหมาะสม และในการปลูกไม้โตเร็ว (ยูคาลิปตัส)

## ผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่ามีที่ดินจำนวนกว่า 1.4 ล้านไร่ที่เหมาะสมและมีศักยภาพในการใช้ปลูกไม้โตเร็วในพื้นที่ ๆ ศึกษา จากจำนวนดังกล่าวมีเพียง 730,000 ไร่ หรือประมาณร้อยละ 13 ของพื้นที่ ๆ ศึกษาเป็นที่สาธารณะซึ่งผู้ลงทุนสามารถขอใช้ทำประโยชน์ได้ด้วยค่าธรรมเนียมต่ำ ที่ดังกล่าวนี้จึงมีความเหมาะสมทั้งทางด้านสภาพทางกายภาพและเศรษฐศาสตร์ในการนำมาใช้เป็นพื้นที่ปลูกไม้โตเร็ว

นอกจากนี้ในรายงานสมบูรณ์ฉบับภาษาอังกฤษยังได้แสดงประโยชน์ของระบบสารนิเทศทางภูมิศาสตร์ในการจัดการป่าไม้ด้านอื่น ๆ อีก เช่น การชี้ในประเด็นเรื่องความเสี่ยง (risk) จากไฟป่า และความเสียหายที่จะเกิดกับถนนเนื่องจากการขนส่งไม้โตเร็ว เป็นต้น

# An Application of Geographic Information System (GIS) in Identifying Appropriate Areas for Fast-Growing Tree Plantations

Natural Resources and Environmental Program
Thailand Development Research Institute (TDRI)

Presented at the Seminar on
Economic Forest: Myth or Reality !
Imperial Hotel
Bangkok, Thailand
23 February 1989

## Authors

Mr. Paul Hastings
Mr. Chatchawan Boonraksa
Mr. Boonchana Klankamsorn
Dr. Ruangdej Srivardhana

# Acknowledgements

The authors would like to acknowledge the assistance of the following persons:

Khun Aumnat Vachemanut
Khun Kobchai Chimkul
Khun Sirima Suwanwat
Khun Somchai Jitsuchon
Khun Sunee Yingpaiboonwong

# 1. Study Area

## 1.1 Location

The general location of the study area is shown in *Map 1*. This particular region of the country was chosen because it lies within a 250 Km radius of the Laem Chabang Port where it is expected that pulp and wood chip processing mills would be set up in the near future. Close proximity to port facilities is important in that it is conjectured that the main markets of the pulp and wood chip products would be overseas. The area considered in this study consisted of 12 1:50,000 RTSD map sheets[1], listed in Table 1, including parts of five provinces in the Southeast, Prachinburi, Chachoengsao, Chanthaburi, Rayong, and Chonburi as well a portion of Khorat in the Northeast. The total area examined was approximately 5.6 million rai[2] of land.

**Table 1: Study Site Map Sheets**

| Map Sheet | Name | Provinces |
|---|---|---|
| 5335 III | Khao Chamun | Chonburi,Rayong, Chanthaburi, Chachoengsao |
| 5335 IV | Ban Tha Kloi | Chachoengsao |
| 5336 I | Santhani Dan Phra Prong | Chachoengsao |
| 5336 II | Khao Sung Bong | Prachinburi |
| 5336 III | Ban Nong Kaphong | Chachoengsao |
| 5337 II | Ban Thong Pho | Prachinburi |
| 5338 III | Ban Sap Noi | Khorat |
| 5435 IV | Thung Kabin | Prachinburi |
| 5436 III | Ban Khao Chakan | Prachinburi |
| 5437 I | Ban Sa Prathip | Khorat |
| 5437 III | Ban Kaeng Yao | Prachinburi |
| 5437 IV | Ban Taling Chan | Khorat |

1 L7017 series editions 1 & 2.
2 1 hectare = 6.25 rai.

## 1.2 Physiography

*Figure 1* gives an indication of the general physiography of the study area. The region is part of the Southeast coast or East coast of the Gulf of Thailand. The area is dominated by the Banthat mountain range to the east (along the Thai-Kampuchean border) and the San Kamphaeng and Dong Rek ranges to the north (part of Khao Yai National Park). In terms of terrain, the area can be described as rolling to undulating with dissected low hills and mountains, which normally have a northwest-southeast orientation. Several isolated low hills and mountains can be found scattered over the study area. The only significant river draining the study area is the Mae Nam Phra Phrong, otherwise numerous, smaller streams (*huai*) and canals (*khlong*) can be found throughout the area. As can be seen from the graph in *Figure 1*, the median elevation is approximately 60-80 m ASL[3]. Elevation over the study area ranges from a low of 5 m up to 923 m ASL.

## 1.3 Climate

The study area's climate can be classified as Tropical Savannah (Aw) according to Koppen's classification. The average annual rainfall and number of rainy days over the study area is detailed in *Table 2*. On average, the area annually receives about 1,900 mm of rain spread over about 140 days. The rainy season runs from around July to October. Temperatures vary marginally, ranging from a low of 26C in the winter (December-January) to a high of 32C in the summer or hot season (during April).

**Table 2: Climate over the study area**

| Province | Avg. Annual Rainfall (mm) | Avg. Annual Rainy Days |
|---|---|---|
| Khorat | 1,137 | 117 |
| Prachinburi | 1,997 | 140 |
| Chonburi | 1,348 | 128 |
| Chanthaburi | 2,977 | 171 |

**Source:** Meteorological Office 1982

3 Above mean sea level.

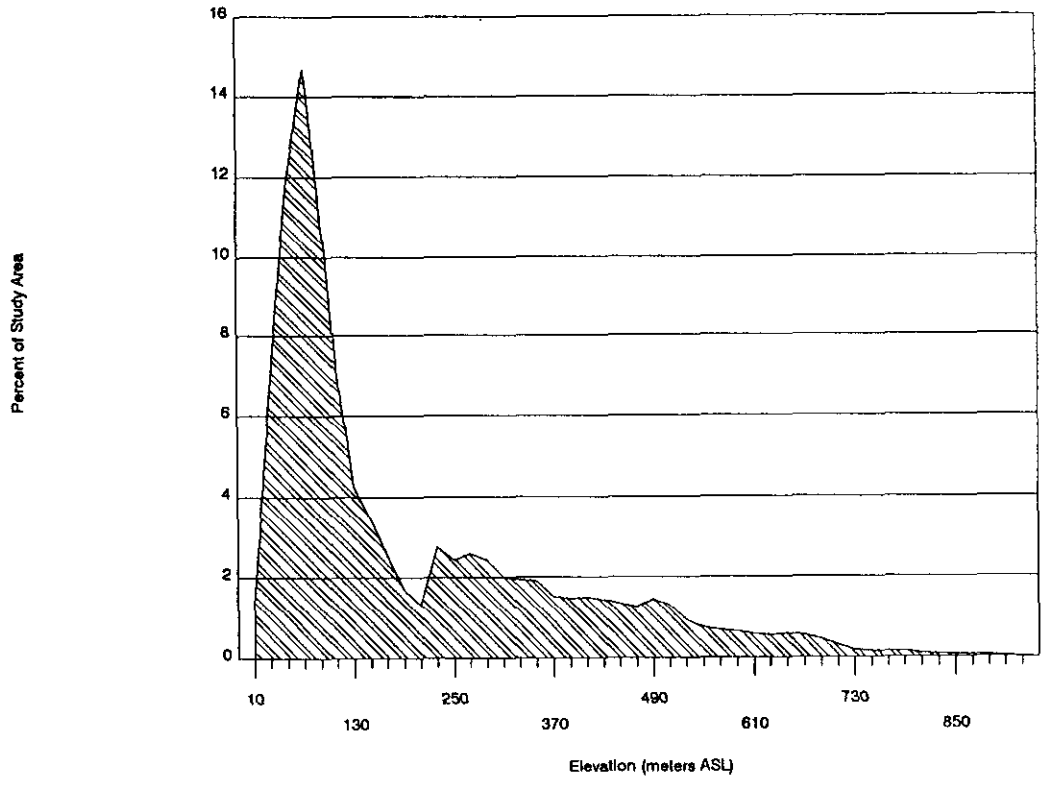



**Figure 1: Elevation distribution over study area.**

### 1.4 Population and Basic Economy

*Tables 3 and 4* give some of the more important socioeconomic details of the study area while the locations of the major population centers and transport networks are shown in *Map 2. The total* rural population for the provinces[4] in the study area was approximately 3.4 million people[5] in 1985. According to 1980 figures[6], more than half of which were engaged in agriculture. Population densities for Khorat, Prachinburi, Rayong and Chachoengsao provinces is rather sparse, less than 60 persons per $Km^2$, while Chanthaburi has

4 Population data at the sub-district (*tambon*) or district (*amphoe*) was not available, therefore provincial summaries were used instead.

5 National Statistics Office (NSO) 1985-1986 Statistical Yearbook of Thailand.

6 NSO 1980 Population and Housing Census.

a density of between 60-110 persons per $Km^2$. Chonburi, with over 110 persons per $Km^2$ has the densest population of the study area. The regional population growth rate is estimated at 1.90% for "rural" areas and 2.85% for "urban" areas[7].

Details of the Gross Provincial Products (GPP) for four of the provinces in the study area are listed in *Table 4*. The following summarizes the provincial economies of the study area:

- Chachoengsao - mining and agriculture dominate
- Chonburi - dominated by manufacturing followed by agriculture and the service industry (Pattaya)
- Prachinburi - agriculture leads with trade 2nd
- Rayong - agriculture followed by transport and trade

# 2. Potential Areas for Fast Growing Tree Plantations

The basic aim of this research was to identify portions of the study area (*Map 1*) that might contain potential sites for fast growing tree plantations. Gross land ownership (i.e., government versus non-government) and areal investment priorities were also determined. Additional by-products included inventories of soil, land use, infrastructure, forest reserve, and deforestation in the study area.

An additional consideration in this study was to test the facility of Geographic Information Systems (GIS) as applied to problems of this type in Thailand and to evaluate the quality and availability of the raw data needed to carry out this kind of work. The system used in this work is detailed in *Appendix 1* along with a brief general introduction to GIS. A further aim of this study was to illustrate other potential GIS applications in the fast growing tree industry.

---

7 TDRI Human Resources Management 1986 Year-End Conference Proceedings.

**TABLE 3: General rural demography of the study area**

| Province | Population | Villages | Forest * | Households |
|---|---|---|---|---|
| Khorat | 1,506,588 | 2,572 | 707 | 272,641 |
| Prachinburi | 638,535 | 1,076 | 384 | 118,311 |
| Chachoengsao | 396,534 | 748 | 54 | 69,932 |
| Chanthaburi | 269,768 | 524 | 76 | 52,566 |
| Rayong | 240,532 | 307 | 84 | 45,293 |
| Chonburi | 368,260 | 519 | 64 | 59,547 |
| TOTAL: | 3,420,217 | 5,746 | 1,369 | 618,290 |

* Villages in encroached forests.

**Source:** Summary of NRD2 Survey Data 1986
Division of Evaluation & Planning
Budget Bureau

**Table 4: Known Gross Provincial Product of the Study Area**

| | -1- | -2- | -3- | -4- | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|
| Total Value | 8,776.6 | 13,828.7 | 6,329.3 | 36,713.6 | 65,648.2 |
| Agriculture | 2,810.2 | 2,518.4 | 2,483.3 | 5,056.9 | 12,868.8 |
| Mining | 97.5 | 6,277.1 | 33.6 | 804.6 | 7,212.8 |
| Manufacturing | 429.2 | 221.4 | 185.8 | 16,691.7 | 17,528.1 |
| Trade | 2,434.2 | 1,831.0 | 1,831.0 | 3,669.3 | 9,765.5 |
| Service | 795.2 | 642.7 | 3,669.3 | 5,060.6 | 10,167.8 |

**Codes**
1 = Prachinburi
2 = Chachoengsao
3 = Chanthaburi
4 = Chonburi

Figures in millions of baht at current prices

**Source:** NSO 1985, Statistical Report of Eastern Region

## 2.1 Modeling Areas for Fast Growing Tree Plantations

In order to apply any computer based information system to a real world problem, the problem itself must be clearly defined in terms of the data and types of analysis needed to solve it. In addition, the question that is posed by the user must be answerable in concrete terms (a computerized information system might easily answer the question "*what is today*?" but it would have a difficult time in answering a question like "did you have a nice day?" primarily because the term "nice" is obscure and highly subjective and therefore requires the "fuzzy" intelligence of a human being to understand). The usual way of redefining a real world problem in terms that a computer is able to understand is to formulate a model. The model should simulate the question to be answered as closely as possible.

In light of the above, the first task was to define the basic data types required to locate potential areas for fast growing tree plantations. After conferring with experts in agricultural land use planning[8] and reviewing the relevant literature it was decided that the following data was basic to solving this problem (these are described in detail in section 2.2 below):

- soil data
- present land use data[9]
- elevation and elevation derived data[10]
- presently forested land areas
- forest reserve boundaries

In addition, there is an another, intangible factor that must be considered in developing our model--*public opinion*. In this case it has been determined that the success or failure of fast growing tree plantations is not dependent solely on physical factors, rather human behavior will also play an influential role in their acceptance or rejection. Modeling human reactions is, however, perhaps one of the most difficult tasks facing the users of computers who wish to model the real world. Although much time and effort has been spent on forecasting public opinion, it is still more of an art than a real predictive

---

8 Khun Charlie Navanugraha at the Land Use Planning Division, Department of Land Development.

9 This data was used mainly for comparison purposes, please see section 2.2 for more details.

10 Elevation derived data includes slope and aspect.

science. In view of this, it was therefore decided to simplify this as much as possible to reduce this factor to a more manageable one. This was done in view of the time and budget allocated for this study. Details can be found in section *2.2.7.*

Having determined the data required for modeling potential areas for fast growing tree plantations, it is next necessary to establish the types of analysis required. In general GIS terms, the search for an area or areas that meet certain criteria is called *site selection*. Site selection is mainly the *reclassification* of some set of basic data or map categories to meet a definition of a "new" category[11]. In most cases, the necessary data is not contained in one unified database, rather it is usually spread amongst numerous discrete *data layers*. These data layers must be combined into a form that facilitates the required queries. In GIS terminology, the combination of several data layers into one database is called *overlay*. There are several types of overlays, which can be thought of as being more or less analogous to set operations[12]. For example, an *intersection* overlay operation involves the geometric intersection of two data layers where only the features in the area common to both data layers are retained, while a *union* would retain all features of both data layers[13]. In this study, *intersection* was the method used to combine the basic data layers outlined above into one database.

Full details of the final model used in the analysis are given in sections **2.2.7** and **2.3** below.

---

11 Berry, J.K., 1987, Fundamental operations in computer-assisted map analaysis. *Int. Jour. Geographical Information Systems* Vol: 1 #2 pp 119-136.

12 In map algebra, units on a map are thought of as being contained in a super set--the map itself. Each superset would in turn be composed of several subsets, i.e. the various catagories on the map.

13 To further illustrate, an *intersection* of the sets {1,2,3,99} and {1,4,5,99} would be the set {1,99}, while the *union* would be the set {1,2,3,4,5,99}.

## 2.2 Basic Data

The following section presents details of the basic data used during this analysis. The data was originally in analog form (paper maps) and was transferred to a computer compatible form by digitizing the analog maps[14]. The scale of all data was 1:50,000. The basic unit used during this project was the Royal Thai Survey (RTSD) 1:50,000 topographic base maps, referred to as map sheets. *Table 5* indicates the ages of the various layers of basic data found on each of the 12 map sheets in the study area. It should be stressed that the land use data is more or less out-of-date[15]. This fact played a major role in developing the final model used in this project. Details are found below in section 2.3

### 2.2.1 Soil Data

The soils found over the study area are summarized in *Table 6. Map 3* provides one example of the soil maps of the study area[16]. Slope complexes[17] or mountain soils predominate over the study area occupying over 1.3 million rai or almost 24%. The remaining soils, in general, can be described as being moderately deep, low soil pH (5.8), and sandy (the Sand:Silt:Clay percent ratio averaging 60:28:12) with low to moderately low nutrient status. These soils are mainly granite and metasediment derived with some sedimentary parent material.

The data collection dates of this layer range from as old as 1975 up to 1980. While this may seem rather ancient, in GIS terms soil is thought to be "long shelf life" data, that is it is rather stable and will, in theory at least, change very little over time. A cursory examination in the field indicated that the soil map data was fairly accurate. It was impossible owing to time considerations to check the soil attribute data (i.e., soil

---

14 The analog maps were first transferred to a stable base (mylar) in order to ensure a smooth, wrinkle free digitizing surface.

15 Field work in the area confirmed this. While some major land uses remained more or less the same (for example, paddy and upland agriculture) others such as forest land changed dramatically. In general, it can be said that forest land was replaced by upland agriculture mainly cassava.

16 All basic data used in this study is obtainable in digital format from TDRI.

17 Soils occuring on slopes greater than 35%.

chemistry) and this was therefore assumed to be accurate. The soil map and attribute data was provided by the Department of Land Development (DLD).

### 2.2.2 Land Use Data

While this data layer is officially termed "present land use", a glance at *table 5* will show that it is actually more "historical land use" than "present land use"[18]. For this reason, it was used chiefly for comparison purposes. The present forest land use (acquired from 1988 LANDSAT imagery and ground checks) was used instead and is dealt with separately in section **2.2.4**.

*Map 4* is an example of this data. The data source was again the DLD. *Table 7* provides a summary of this data. In general, the dominate land use (at least historically) was Dry Evergreen forest, followed by Mixed Deciduous forest, cassava, Dipterocarp forest, transplanted rainfed rice, corn, and degraded forest usually encroached by upland crops such as corn-cassava intercropping and sugar cane. In fact, the dominate "present" land use is not Dry Evergreen forest, as witnessed by the forested land data which indicates that only 1.4 million rai of forested land still exists in the study area as opposed to the almost 3 million rai derived from the "present" land use data of DLD. For this reason the land use data was used primarily for comparison purposes rather than as a main source of data[19].

### 2.2.3 Elevation and Elevation Derived Data

Elevation and elevation derived data (slope and aspect) were obtained from the available 1:50,000 Royal Thai Survey Department (RTSD) L7017 series[20] topographic maps. This was done in a manner analogous to the soil and land use data with the exception that where the map data for the soil and land use layers were digitized exactly as it appears on the analog maps, the elevation data was only modeled. The most

18 On average it takes almost 5 years to complete a "present" land use map for any given province.

19 Human settlements, rice paddies [7]nly land use data that was actually used in the model. Human settlements while probably expanding with time, on the average cover very minor portions of the study area (about 175 rai). Rice paddies are probably one of the more stable land uses in Thailand and in theory will change little.

20 L7017 series maps cover an area of 15'x15' (equivalent to about 460,000 rai of land), the older L708 series covers an area of 15'x10' (310,000 rai).

important features (streams, valleys, ridges, peaks, etc., etc.) were identified and sampled for elevation triplets (X,Y,Z). A grid or matrix of elevations was then constructed from these samples. Slope and aspect (downhill direction of slope) were then in turn derived from this matrix. *Figure 1* provides a graphical summary of the elevation data over the study area. *Map 5* is an example of the elevation data, *Map 6* is an example of a derived slope map, and *Map 7* is an example of a derived aspect map. It should be **stressed** that these maps are only models of the actual terrain in the study area.

**Table 5: Data collection dates**

| Map Sheet | Soil | Land use | Topography | Forest |
|---|---|---|---|---|
| 5335 III | 1978 | 1982 | 1969 | 1988 |
| 5335 IV | 1978 | 1978 | 1974 | 1988 |
| 5336 I | 1978 | 1978 | 1969 | 1988 |
| 5336 II | 1980 | 1979 | 1969 | 1988 |
| 5336 III | 1978 | 1978 | 1969 | 1988 |
| 5337 II | 1980 | 1979 | 1969 | 1988 |
| 5338 III | 1975 | 1975 | 1969 | 1988 |
| 5435 IV | 1980 | 1979 | 1974 | 1988 |
| 5436 III | 1980 | 1979 | 1969 | 1988 |
| 5437 I | 1975 | 1975 | 1969 | 1988 |
| 5437 III | 1980 | 1979 | 1969 | 1988 |
| 5437 IV | 1975 | 1975 | 1969 | 1988 |

**Table 6: Soil summary**[21]

| Soil | Area (rai) | Count |
|---|---|---|
| Aranyaprathet | 455 | 1 |
| Ban Chong | 580 | 1 |
| Ban Bung | 38,506 | 6 |
| Bung Channag | 5,012 | 4 |
| Buri Rum | 3,474 | 2 |
| Bang Khla | 164,619 | 23 |
| Chon Buri | 22 | 1 |
| Chum Phon | 1,234 | 2 |
| Chok Chai | 108,030 | 4 |
| Chai Nat1 | 871 | 2 |
| Chan Tuk | 4,416 | 1 |
| Dan Sai | 1,537 | 1 |
| Hup Kapong | 4,385 | 2 |
| Hin Kong | 2,928 | 5 |
| Huai Pong | 2,206 | 1 |
| Hin Son | 1,570 | 2 |
| Huai Yot | 274,180 | 6 |
| Kabin Buri | 90,869 | 32 |
| Khlong Chak | 4,405 | 3 |
| Klaeng | 241 | 1 |
| Khlong Teng | 14,547 | 7 |
| Khlong Nok Krathung | 3,528 | 1 |
| Khorat | 103,833 | 46 |
| Khao Yai | 1,895 | 1 |
| Ko Khanun | 116,175 | 14 |
| Li | 2,855 | 1 |
| Lam Narai | 43,016 | 2 |
| Lop Buri | 4,496 | 8 |
| Map Bon | 10,240 | 4 |
| Muak Lek | 74,564 | 14 |
| Makham | 1,011 | 2 |
| Nam Phong | 26,554 | 27 |
| Nakhon Phanom | 13,528 | 11 |
| Nong Kok | 27,692 | 3 |
| Olum Chick | 4,879 | 5 |
| On | 1,780 | 6 |
| Pak Chan | 1,554 | 1 |

21 Count represents the number of distinct occurences of that particular soil polygon.

**Table 6: Soil summary (continued)**

| Soil | Area (rai) | Count |
|---|---|---|
| Phak Kat | 527 | 1 |
| Pak Chong | 45,376 | 10 |
| Phuket | 384 | 1 |
| Phimai | 2,662 | 4 |
| Phen | 59,663 | 50 |
| Phon Ngam | 43,934 | 6 |
| Phon Phisai | 78,136 | 44 |
| Phang Nga | 3,410 | 3 |
| Phu Sana | 2,657 | 1 |
| Pang Rai | 63,677 | 6 |
| Pran Buri | 9,033 | 1 |
| Ratchaburi | 56,293 | 18 |
| Roi Et | 52,622 | 62 |
| Renu | 79,211 | 49 |
| Ruso | 1,243 | 1 |
| Sanphaya | 1,493 | 3 |
| Sattahip | 26,350 | 5 |
| Sakon | 33,336 | 10 |
| Surin | 32,124 | 4 |
| Satuk | 61,495 | 49 |
| Tha Sae | 3,541 | 2 |
| Takhli | 25,491 | 11 |
| Tha Muang | 7,355 | 4 |
| Tha Yang | 46,858 | 12 |
| Thai Muang | 952 | 1 |
| Thap Kwang | 83,904 | 25 |
| Thap Phrik | 17,570 | 9 |
| Ubon | 1,494 | 2 |
| Wattana | 5,064 | 2 |
| Wang Tong | 19 | 1 |
| Wang Chomphu | 922 | 1 |
| Warin | 58,748 | 16 |
| Wang Saphung | 604 | 1 |
| Yasothon | 17,221 | 5 |
| Chok Chai / Surin | 9,434 | 1 |
| Kabin Buri / Kabin Buri, brown variant | 132,170 | 11 |
| Kabin / Kabin, brown var. / Tha Yang | 4,108 | 3 |
| Khlong Chak / Nong Kla | 5,928 | 3 |
| Khlong Teng / Na Thon | 7,896 | 1 |
| Korat, gravelly var./Satuk, gravelly variant | 4,018 | 1 |

**Table 6: Soil summary (continued)**

| Soil | Area (rai) | Count |
|---|---|---|
| Korat / Phon Phisai | 406 | 1 |
| Korat / Roi Et | 636 | 1 |
| Korat / Renu | 15,883 | 5 |
| Korat / Satuk | 130,550 | 8 |
| Korat / Satuk / Renu | 2,085 | 1 |
| Korat / Warin | 4,203 | 1 |
| Khao Yai / Chatturat | 535 | 1 |
| Khao Yai / Hin Son | 1,206 | 1 |
| Li / Ban Chong | 16,676 | 4 |
| Lat Ya / Tha Yang | 229,473 | 32 |
| Makham / Roi Et | 24,694 | 1 |
| Muak Lek/Li/Ban Chong | 19,516 | 1 |
| Muak Lek / Thap Kwang / Kabin Buri | 9,538 | 1 |
| Muak Lek / Wang Saphung | 25,124 | 2 |
| Nam Phong / Korat | 115 | 1 |
| Pn/Re Association | 2,042 | 3 |
| Phen / Roi Et, gravelly subsoil variant | 6,744 | 3 |
| Phon Phisai / Bang Khla, brown variant | 1,291 | 1 |
| Phon PhiSai / Korat | 2,840 | 5 |
| Phon Phisai / korat, gravelly sub. variant | 7,131 | 3 |
| Phon Phisai / Sakon | 3,244 | 2 |
| Roi Et, gravelly / Roi Et, loamy var. | 8,411 | 4 |
| Roi Et / Roi Et, gravelly subsoil variant | 2,930 | 1 |
| Roi Et / Renu | 14,824 | 6 |
| Roi Et / Ubon | 3,782 | 1 |
| Renu / Renu, gravelly subsoil variant | 1,414 | 1 |
| Sattahip / Ban Bung | 2,359 | 2 |
| SiKhiu / Sung Noen | 6,678 | 1 |
| Sakon/Bang Khla, brown var./Phon Phisai | 162,791 | 1 |
| Sakon / Renu | 2,801 | 1 |
| Satuk, gravelly/Nam Krachai, fine loamy | 1,643 | 1 |
| Satuk / Khorat | 28,036 | 5 |
| Satuk / Renu | 1,538 | 1 |
| Satuk / Warin | 16,543 | 5 |
| Thap Kwang / Huai Yot | 21,394 | 2 |
| Thap Kwang/Muak Lek | 9,237 | 1 |
| Tha Yang / Bang Khla | 19,544 | 1 |
| Tha Yang/Lat Ya | 1,190 | 1 |
| Thap Kwang / Phak kat | 99,437 | 1 |
| Warin / Nam Phong | 1,843 | 1 |

**Table 6: Soil summary (continued)**

| Soil | Area (rai) | Count |
|---|---|---|
| Warin / Satuk | 7,487 | 1 |
| Warin / Satuk / Nam Phong | 35,201 | 2 |
| Wang Saphung / Thap Kwang | 21,867 | 3 |
| Yasothon / Warin | 1,389 | 1 |
| Thap Kwang, lateritic / Thap Kwang | 4,734 | 2 |
| Nam Phong / Warin | 5,863 | 1 |
| Tha Chin / khlong Chak | 10,038 | 1 |
| Tha Chin / Huai Pong | 5,751 | 1 |
| Suk-gr/Kt-gr | 470 | 1 |
| Thap Kwang / Thap Kwang, lateritic var. | 68,969 | 1 |
| Muak Lek / Takhli | 3,003 | 1 |
| Thap Phrik/Muak Lek Association | 23,216 | 1 |
| Tpk/Tk-br/Tpk | 33,266 | 2 |
| Bang Khla, brown variant | 9,312 | 1 |
| Kabin Buri, brown variant | 20,644 | 7 |
| Map Bon, clayed variant | 3,077 | 2 |
| Nong Mot, strong brown variant | 15,534 | 3 |
| Phon Phisai, no mottled clay variant | 112,902 | 4 |
| Roi Et, gravelly subsoil | 2,142 | 7 |
| Roi Et, loamy and calcareous variant | 281 | 1 |
| (Suk-Col.) | 18,982 | 1 |
| Satuk, gravelly subsoil variant | 633 | 1 |
| (Suk-Gra) | 18,602 | 12 |
| Satuk, mottled variant | 13,345 | 3 |
| Satuk, moderately deep variant | 5,332 | 1 |
| Satuk, moderately mottle variant | 7,153 | 1 |
| Takhli, brown variant | 1,435 | 1 |
| Thap Kwang, lateritic subsoil | 3,940 | 3 |
| Tha Yang, loamy skeletal variant | 15,339 | 2 |
| Warin, gray mottled variant | 462 | 1 |
| Khlong Chak, gravelly | 14,339 | 2 |
| Huai Pong, mottled variant | 354 | 1 |
| Pak Chong, fine clayed variant | 9,372 | 2 |
| Huai Pong, mottled variant | 1,001 | 1 |
| Sattahip, shallow variant | 2,046 | 1 |
| Thung Wa, yellow variant | 292 | 1 |
| Renu, calcareous variant | 27 | 1 |
| Phen, calcareous variant | 359 | 1 |
| Phen calcium variant | 3,575 | 1 |
| Muak Lek, Tha Yang variant | 8,969 | 1 |

**Table 6: Soil summary (continued)**

| Soil | Area (rai) | Count |
|---|---|---|
| Roi Et, lateritic variant | 1,088 | 2 |
| Aranyaprathet, calcereous variant | 373 | 1 |
| Korat gravelly phase | 39,375 | 7 |
| Pak Chong, stoney phase | 91,897 | 4 |
| Phang Nga, shallow phase | 3,523 | 1 |
| Phon Ngam, moderately deep phase | 750 | 1 |
| Roi Et, gravelly phase | 441 | 1 |
| Roi Et, loamy variant | 81,123 | 56 |
| Takhli, stoney phase | 43,190 | 1 |
| Satuk, gravelly subsoil | 1,684 | 1 |
| Alluvial Complex | 15,679 | 9 |
| Alluvial Complex, poorly drained | 2,218 | 2 |
| Alluvial soil, well drained Complex | 15,031 | 2 |
| Slope Complex | 1,338,229 | 204 |
| Bang Khla and Bang Khla, brown variant | 138,696 | 4 |
| Hup Kapong and Sattahip soils | 2,809 | 1 |
| Kabin Buri and Kabin Buri, brown soils | 15,296 | 1 |
| Pang Rai and Satuk, moderately deep soil | 69,500 | 1 |
| Satuk & Warin | 33,448 | 4 |
| Kabin, brown var. & Kabin and Kabin, mott. | 8,491 | 3 |
| Hin Kong & Ko Khanun | 3,334 | 1 |
| Urban | 414 | 5 |
| Water | 1,431 | 21 |

**Table 7: Land use** [22]

| Land use | Area (rai) | Count |
|---|---|---|
| Dry Evergreen forest | 2,205,208 | 116 |
| Mixed deciduous | 697,306 | 78 |
| Cassava | 455,689 | 22 |
| Corn-Cassava | 385,029 | 16 |
| Dipterocarp forest | 351,566 | 133 |
| Rainfed rice (trans.) | 290,769 | 282 |
| Corn | 272,022 | 118 |
| Encroached Forest/Upland crop | 196,658 | 28 |
| Cassava-Corn | 182,588 | 32 |
| Sugar cane/Cassava | 127,698 | 9 |
| Village | 51,313 | 296 |
| Cassava/Natural pasture | 44,006 | 6 |
| Rainfed rice | 37,062 | 18 |
| Dry Evergreen to Sugar Cane | 28,403 | 6 |
| Dipterocarp plantation | 26,217 | 4 |
| Natural pasture-Cassava | 23,023 | 4 |
| Encroached Dipterocarp-Cassava | 22,457 | 6 |
| Corn-Encroached mixed deciduous | 19,172 | 2 |
| Encroached Mixed Deciduous | 17,491 | 16 |
| Natural pasture-Corn | 16,625 | 1 |
| Encroached Dry Evergreen-Cassava | 15,539 | 4 |
| Sugar cane | 14,917 | 34 |
| Waste land-Cassava | 13,774 | 3 |
| Encroached Dry Evergreen | 13,604 | 51 |
| Corn/Natural pasture | 13,242 | 3 |
| Dipterocarp plant.-Rainfed rice | 12,673 | 1 |
| Transplanted rice/Corn | 7,292 | 5 |
| Dipterocarp/Corn | 6,318 | 2 |
| Dipterocarp-Waste land | 6,150 | 3 |
| Corn/Natural pasture | 5,013 | 1 |
| Natural pasture | 4,035 | 5 |
| Corn-Dipterocarp | 3,282 | 1 |
| Cassava-Rainfed rice | 3,248 | 3 |

22 In Department of Land Development (DLD) terminology, the symbol "/" indicates mixed land uses that are too randomly spread to be accurately mapped as individual polygons. They can however be differentiated, thus the first land use type is usually 70% of the polygon. The "-" symbol indicates areas with land uses that cannot be differentiated. These are analogous to the associations and variants in soil mapping..

**Table 7: Land use (continued)**

| Land use | Area (rai) | Count |
|---|---|---|
| Corn/Rainfed rice (trans.) | 3,178 | 8 |
| Encroached Mixed Deciduous-Corn | 3,107 | 3 |
| Cassava-Encroached dipterocarp | 2,852 | 3 |
| Cassava-Waste land | 2,711 | 3 |
| Encroached Dry Evergreen-Corn | 2,580 | 1 |
| Scrub forest | 2,057 | 5 |
| Cassava/Corn | 1,985 | 1 |
| Corn/Cassava | 1,700 | 4 |
| Mixed fruit orchard | 1,377 | 13 |
| Corn-Waste land | 1,168 | 1 |
| Encroached Dry Evergreen forest | 1,034 | 3 |
| Miscellaneous use | 1,006 | 7 |
| Water | 976 | 7 |
| Cassava/Bamboo | 966 | 1 |
| Rock land | 818 | 1 |
| Natural pasture/Corn | 664 | 1 |
| Waste land-Rainfed rice | 634 | 1 |
| RTG | 628 | 10 |
| Urban | 624 | 3 |
| Orange grove | 423 | 2 |
| Swampy area | 381 | 1 |
| Mixed fruit orchard-Village | 312 | 1 |
| Mixed fruit-Cassava | 264 | 1 |
| Waste land-Corn | 203 | 1 |
| Transport center | 163 | 1 |
| Bamboo | 159 | 2 |
| Jute | 150 | 2 |
| Cassava/Jute | 130 | 1 |
| Soy bean | 18 | 1 |
| Cassava/Rainfed rice | 112 | 1 |
| Encroached Dipterocarp | 97 | 1 |
| Coconut plantation | 76 | 2 |
| Swamp forest | 76 | 1 |
| Ornamental plant nursery | 69 | 1 |
| Mango orchard | 63 | 2 |
| Teak plantation | 56 | 1 |
| Banana plantation | 52 | 1 |
| Sugar palm plantation | 33 | 1 |

### 2.2.4 Forested Land

This data layer was derived from LANDSAT imagery and verified by ground checks. The satellite imagery used was from 1988, and represents the most up-to-date forest inventory available for this pa[15] provides details of this data layer. As mentioned previously, there are only 1.4 million rai of forested land of all types left in the study area. This amounts to about 25% of the study area, a figure on a par with the national average.

### 2.2.5 Forest Reserve

The Royal Forest Department controls areas of the country designated as "forest reserves". These reserve areas are, in fact, political units and have very little to do with the existence or non-existence of forest[23]. The RFD leases out certain of the more degraded and less environmentally sensitive reserve areas, usually at a nominal fee (typically 20 baht/rai per year). For this reason, this data layer is especially important, as economically these areas are more feasible investment sites than privately held land. There are some 2.7 million rai of forest reserve land in the study area. *Table 9* provides a breakdown of the reserve areas by map sheet. Almost half (49%) of the study area is reserve forest and thus public land.

### 2.2.6 Deforestation

While various macro-scale estimates of deforestation have been regularly presented, there has been little information available at a reasonably large scale over a sizable area. Deforestation is therefore detailed here as an important by-product of this study. Deforestation details, by map sheet, are presented in *Table 10*. An example of past forest land (derived from "historical" land use), "present" forest land, and forest reserve area is presented in *Map 8*.

---

23 It is assumed that at one time in the past these areas were completely forested.

**Table 8: Forested land summary**

| Map Sheet | 1988 Forest Area (rai) |
|---|---|
| 5335 III | 179,633 |
| 5335 IV | 104,222 |
| 5336 I | 0 |
| 5336 II | 124,908 |
| 5336 III | 20,546 |
| 5337 II | 118,069 |
| 5338 III | 57,753 |
| 5435 IV | 81,915 |
| 5436 III | 6,210 |
| 5437 I | 94,723 |
| 5437 III | 346,073 |
| 5437 IV | 273,156 |
| **Total:** | 1,407,208 **(25% of study area)** |

### 2.2.7 Intangibles: Public Opinion

Various newspaper articles[24] have pointed out the strong resentment of local inhabitants to fast growing tree plantations, eucalyptus plantations in particular. This animosity has been expressed rather forcefully, with some plantations and reforestation projects being the subject of arson attacks or otherwise damaged. In order to incorporate this human attitude into the plantation site selection model, it was necessary to express it in more concrete terms that the GIS and computer could understand. It was thus "re-phrased" as follows:

- Humans resent eucalyptus plantations because they rightly or wrongly believe that these plantations will degrade "good" soil, thus making it unproductive for other agricultural uses.

*GIS:- Select areas with very poor agricultural soils.*

- Humans resent eucalyptus plantations because they believe that they will be forced off their land.

*GIS:- Select state owned areas, excluding village sites.*

24 For example, see article in Siam Rath newspaper March 12, 1987.

- Humans resent eucalyptus planations because they believe that plantations will replace "natural, native" forests.

*GIS:- Select areas that are already deforested.*

These "high level" GIS terms were then combined and translated into lower level or primitive GIS operations.

While this model will not ensure that these plantations will ultimately be acceptable to the general public, it does provide a minimal logical framework within which to attempt this project. If publicly owned, deforested areas with very poor general agriculture soils can be made over into successful sites for fast growing tree plantations, then their wider acceptance will be more likely to occur.

### 2.3 Analysis

The basic methodology used for this analysis is described below.

The first step was to digitize or convert to computer form, all the relevant data described above. This involved several steps: digitize, then make a check plot to compare to the original data, followed by any needed editing of the data. The attribute data was also keyed or imported from existing sources. Attribute data was mainly soil physical characteristics and soil chemistry.

The second step was to intersect all of the digitized data coverages. Soil, land use, forest, forest reserve, elevation, slope and aspect were thus combined into a single database. This final coverage was further edited to reduce unwanted "sliver" polygons[25].

The third step involved classifying each of the 12 final coverages for 25 (*Table 11*) of the more economically important crop types. This required the use of an "expert" system

25 A "sliver" polygon is a polygon that occurs as a result of human digitizing or map compilation errors or otherwise is so small an area as to have no real meaning at the final map scale. For a scale of 1:50,000 areas less than 40 rai were eliminated.

previously developed for use in a land use planning project[26]. This expert system is based upon the DLD-modification of the FAO "land unit"[27] system. It routinely classifies land units for crop suitability based upon physical characteristics. Each land unit in the final coverage will thus contain classifications ({1,2,3,N} ranging from 1-very suitable to N-not suited) for each of the 25 crop types. This enabled the model to evaluate whether a given area was suitable for any important crop[28].

**Table 9: Royal Forest Department Forest Reserve summary**

| Map Sheet | RFD Forest Reserve Area (rai) |
|---|---|
| 5335 III | 435,095 |
| 5335 IV | 100,531 |
| 5336 I | 119,188 |
| 5336 II | 149,606 |
| 5336 III | 365,051 |
| 5337 II | 93,354 |
| 5338 III | 266,127 |
| 5435 IV | 405,245 |
| 5436 III | 355,351 |
| 5437 I | 386,909 |
| 5437 III | 61,292 |
| 5437 IV | 0 |
| **Total:** | 2,737,749 (49% of the study area) |

The fourth step was select all areas that met the following criteria:

- Not presently forested.
- Not urban, village, or water resource areas.
- Not in a national park (applies only to map sheet 5437 I).

---

26 Chiang Mai province, a project jointly carried out by TDRI, DLD, and the National Research Council of Thailand.

27 A "land unit" is a homogeneous area with the same soil, land use, slope, elevation, etc., etc.

28 This is similar to the technique used by DLD when formulating its provincial land use plans

- Inside RFD forest reserve boundary (and thus, in theory, publicly owned).
- Poorly suited for all important crop types (basically bad agricultural soils).

**Table 10: Deforested area summary**

| Map Sheet | Deforestation (rai) | Rate (rai/yr) |
|---|---|---|
| 5335 III[29] | -86,058 | -14,343 |
| 5335 IV | 315,877 | 31,588 |
| 5336 I | 98,454 | 9,845 |
| 5336 II | 301,063 | 33,451 |
| 5336 III | 191,653 | 19,165 |
| 5337 II | 73,670 | 8,186 |
| 5338 III | 62,248 | 4,788 |
| 5435 IV | 115,337 | 12,815 |
| 5436 III | 226,068 | 25,119 |
| 5437 I | 126,619 | 9,740 |
| 5437 III | 89,065 | 9,896 |
| 5437 IV | 129,745 | 9,980 |
| **Total:** | 1,643,741 | |
| **Avg:** | | 13,353 |
| | (1,729,799) | (15,870) |

Figures in parentheses were calculated excluding map sheet 5335 III.

29 This map sheet showed a net gain in forest land, hence the negative deforestation values. This is due to some reforestation work and plantation projects in this area.

**Table 11: Economic Crop Types Classified By Suitability Expert System**

| | |
|---|---|
| paddy rice | sugarcane |
| upland rice | coconut |
| basmati rice | cotton |
| arabica | groundnut |
| robusta | garlic |
| tea | tobacco |
| coca | castor beans |
| wheat | longan |
| barley | mango |
| soybean | pyrethrum |
| potato | vegetables |
| macadima nut | pasture |
| corn + soybean + sorghum | |

The above criteria were logically combined using boolean algebra, i.e. ANDed--that is for an area to be selected all of the above must be true.

The results of these four steps were areas suitable for potential fast growing tree plantation sites. These are described in the following section.

## 2.4 Results

The final results of this study are presented as a series of maps (*Maps 9-19*) and as tabular summaries in *Tables 12 and 13*. The maps present each potential area along with the available infrastructure and surface hydrology. Map sheet 5437 IV was completely rejected because it did not contain any suitable land inside forest reserves and was thus considered to be too expensive in terms of land acquisition. The remaining maps may be used as aids in planning or for further refining investment in these areas.

Overall, there exists over 1.4 million rai of potential land for fast growing tree plantations in the study area. Of this amount, there is about 770,000 rai (14% of the study area) that is nominally public land (in theory) and thus available for a modest rental fee, making it the most economically and physically feasible part of the study area.

*Table 12* provides a tabular summary and a simplified economic analysis of each of the study area's map sheets. There are several key assumptions that should be made clear at this point. First the figures used to calculate potential

production (15 tons/rai) and potential operating costs (2,700 baht/rai) are derived from Chadbunchachai's[30] investigation and interviews with farmers currently operating small scale eucalyptus plantations in the study area. The production figures and all other figures derived from these, are based on the assumption that all of the potential area would be utilized for plantations. The transport cost figures are based on 1 baht per kilo per ton of raw wood shipped. The discount rate used to calculate the present value was 12%.

The rate of return was determined for each of the map sheets in the following manner.

The net production in metric tons per map sheet was determined by simply multiplying the potential area by 15 tons/rai. This was an average figure, as production rates have been reported at 10, 17, and 20 tons per rai in one 5 year cycle.

The net income was calculated from the prevailing factory gate price for eucalyptus logs--600 baht/ton. It is expected that this price will improve, particularly should the Kingdom's forests remain closed to logging.

The production costs are based on potential area multiplied by 2,700 baht/rai. The total net costs include production and transport costs. Transport costs were determined by distance to Laem Chabang port, which was calculated from the center of each map sheet. The basic transport unit was a ten-wheeled truck capable of transporting 12 tons of cargo. Transport costs are based on information from the Express Transport Organization of Thailand.

The ultimate end result of this study is the investment priority ranking shown in *Table 13*. The return figure of 15% was used as a cutoff, largely because it was assumed that any areas returning less than this might be considered too risky by potential investors at the present. Together, the 8 map sheets with rates of return above 15% can potentially produce over

---

30 Chadbunchachai, N. 1985. *Cost and return on investment of private Eucalyptus camaldulensis plantation in Chachoengsao province.* Unpublished Master Thesis Kasetsart University 158 pp

9.25 million tons of wood, worth almost 5.55 billion baht versus approximately 1.66 billion baht in total production costs over each five year crop cycle.

## 2.5 Risks

In any human undertaking, there is always some element of risk and fast growing tree plantations are no exception. Four main areas of risks immediately come to mind: infrastructure over burden, erosion, fire hazards and pollution. These are briefly discussed below.

*Table 14* summarizes the infrastructure over the study area[31]. *Table 15* provides some estimates of the possible truck traffic should all potential areas be utilized for fast growing tree plantations. A preliminary field check showed that the volume of heavy trucks in the study area is now practically nil. From *Table 15* it is obvious that there will be an enormous increase in the traffic burden over these rural transport networks. While it is impossible to say at this time what the exact effects of this kind of traffic volume are, it is suffice to say that they would be detrimental. This raises serious questions regarding the responsibility of maintaining and upgrading this infrastructure--a very considerable undertaking.

Any sort of agricultural activity will usually produce some form of erosion unless adequate measures are taken to minimize it. *Table 16* summarizes each map sheet's potential fast growing tree plantation areas that may be subject to some form of erosion--either because of steep slopes or erodible soils (generally very sandy). Of the potential plantation areas, some 200,000 rai or 26% might be subject to erosion. *Map 20* gives a graphical example illustrating this hazard.

Fire is a very real and ever present hazard to any agroforestry endeavor. Since many of the potential plantation sites in the study area adjoin presently forested land areas, for example see *Map 21*, it becomes a threat common to both. A fire

31 A word of caution at this point--these figures are based on the available topographic base maps some of which are almost 20 years old. While most of the major features (e.g. super highways, railroads) will not have changed much and others will have simply been structurally upgraded (dirt to macadam road) without changing their locational data, other new features will have been added. This is especially true in rural areas in development projects, such as those conducted by the Office of Accelerated Rural Development (ARD)

that begins in one area can very easily spread into the surrounding area, regardless of ownership. It is therefore imperative that measures be taken to protect both the natural and the man-made forests from fire hazards[32]. Co-operative agreements between institutes will need to be worked out.

Referring again to *Table 15*, it is apparent that a large amount of pulp (some 600,000 tons annually) will be produced if all potential plantations areas go into production. Pulp production requires large amounts of water and will potentially also release large amounts of pollutants into the surface water supply. While this hazard applies primarily to factory sites, its effects might be felt over a much wider area. It will also indirectly affect fast growing tree plantations through increased pulp factory operating costs and lowered profitability.

## 2.6 Conclusion

This study examined an area within a 250 Km radius of Laem Chabang Port (*Map 1*) for potential sites for fast growing tree plantations. The total study area was over 5.6 million rai. The results of this study suggest that there are potentially some 617,000 rai of land that is both physically and financially suitable for fast growing tree plantations in this region. These results are summarized in *Tables 12 and 13*, and in *Maps 10-19*.

Some potential risks were also delineated, these being infrastructure over-load, fire, erosion, and factory site pollution. A further, detailed assessment of risks is called for.

Another aim of this project was to assess the applicability of GIS to problems of this type in Thailand. It has been found that most data were adequate to meet the data demands of this type of task--the only exceptions being "present" land use and infrastructure which were woefully out-of-date. A supportive role for remote sensing is indicated here, it can be used to supply more up-to-date land use and infrastructure data as was done for the forested land data in this study. As far as efficiency is concerned, the data capture, analysis, and final map production required slightly over three weeks to complete. It should be noted, however, that experienced GIS-staff was used for this project and similar times should not be expected for less experienced staff.

---

32 Measures should also be undertaken to prevent the further encroachment of forested land by plantations

## Table 12: Project area summary

| Map Sheet | Reserve Forest | National Park | 1982 Forest | 1988 Forest | Deforested Area (82-88) | Potential (1988) (1) Eucalyptus | Potential Eucalyptus in Reserve Area | Potential Forested Area |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5335_3 | 435,095 | 0 | 93,575 | 179,633 | (86,058) | 223,427 | 188,203 | 367,836 |
| 5335_4 | 100,531 | 0 | 420,099 | 104,222 | 315,877 | 140,019 | 54,753 | 158,975 |
| 5336_1 | 119,588 | 0 | 98,454 | 0 | 98,454 | 137,957 | 31,155 | 31,155 |
| 5336_2 | 149,606 | 0 | 425,971 | 124,908 | 301,063 | 164,893 | 47,754 | 172,662 |
| 5336_3 | 365,051 | 0 | 212,199 | 20,546 | 191,653 | 157,289 | 125,188 | 145,734 |
| 5337_2 | 93,354 | 0 | 191,739 | 118,069 | 73,670 | 100,731 | 27,796 | 145,865 |
| 5338_3 | 266,127 | 0 | 120,001 | 57,753 | 62,248 | 109,838 | 62,140 | 119,893 |
| 5435_4 | 405,245 | 0 | 197,252 | 81,915 | 115,337 | 14,367 | 11,275 | 93,190 |
| 5436_3 | 355,351 | 0 | 232,278 | 6,210 | 226,068 | 153,293 | 130,836 | 137,046 |
| 5437_1 | 386,909 | 168,406 | 221,342 | 94,723 | 126,619 | 90,037 | 81,356 | 176,079 |
| 5437_3 | 61,292 | 0 | 435,138 | 346,073 | 89,065 | 50,297 | 8,754 | 354,827 |
| 5437_4 | 0 | 0 | 402,901 | 273,156 | 129,745 | 86,333 | 0 | 273,156 |
| Totals | 2,738,149 | 168,406 | 3,050,949 | 1,407,208 | 1,643,741 | 1,428,481 | 769,210 | 2,176,418 |

| Map Sheet | Potential Eucalyptus in Reserve Areas | Potential Production(2) (tons/5 yr) | Potential Income (3) (millions) | Discounted Present Value (millions) | Potential Costs (4) (millions) | Distance From Laem Chabang (Km) | Total Net Costs millions (5) | Total Discounted Net Costs | Annual Rate of Return |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5335_3 | 188,203 | 2,823,045 | 1,694 | 1,221 | 508 | 78 | 728 | 525 | 26.51% |
| 5335_4 | 54,753 | 821,295 | 493 | 355 | 148 | 81 | 215 | 155 | 25.93% |
| 5336_1 | 31,155 | 467,325 | 280 | 202 | 84 | 130 | 145 | 104 | 18.71% |
| 5336_2 | 47,754 | 716,310 | 430 | 310 | 129 | 114 | 210 | 152 | 20.85% |
| 5336_3 | 125,188 | 1,877,820 | 1,127 | 812 | 338 | 111 | 546 | 393 | 21.31% |
| 5337_2 | 27,796 | 416,940 | 250 | 180 | 75 | 146 | 136 | 98 | 16.78% |
| 5338_3 | 62,140 | 932,100 | 559 | 403 | 168 | 176 | 331 | 239 | 13.76% |
| 5435_4 | 11,275 | 169,125 | 101 | 73 | 30 | 130 | 52 | 38 | 18.71% |
| 5436_3 | 130,836 | 1,962,540 | 1,178 | 849 | 353 | 143 | 634 | 457 | 17.15% |
| 5437_1 | 81,356 | 1,220,340 | 732 | 528 | 220 | 205 | 470 | 339 | 11.17% |
| 5437_3 | 8,754 | 131,310 | 79 | 57 | 24 | 169 | 46 | 33 | 14.38% |
| 5437_4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 185 | 0 | 0 | 0.00% |
| Totals | 769,210 | 11,538,150 | 6,923 | 4,991 | 2,077 | 139 (average) | 3,513 | 2,533 | 17.11% (average) |

(1) Based on 1988 forested land data
(2) Production figures based on 15 tons/ rai
(3) Income figures based on 600 baht/ton
(4) Calculated at 2,700 baht per rai per 5 year cycle
(5) Benefit - Costs {Production + Transport}

**Table 13: Potential area investment priority**

**FIRST PRIORITY**

| Map Sheet | Potential Area | Rate of Return |
|---|---|---|
| 1. 5335 III | 188,203 | 26.51% |
| 2. 5335 IV | 54,753 | 25.93% |
| 3. 5336 III | 125,188 | 21.31% |
| 4. 5336 II | 47,754 | 20.85% |
| 5. 5435 IV | 11,275 | 18.71% |
| 6. 5336 I | 31,155 | 18.71% |
| 7. 5436 III | 130,836 | 17.15% |
| 8. 5337 II | 27,796 | 16.78% |
| **Area:** | **616,960** | |

**SECOND PRIORITY**

| Map Sheet | Potential Area | Rate of Return |
|---|---|---|
| 9. 5437 III | 8,754 | 4.38% |
| 10.5338 III | 62,140 | 13.76% |
| 11. 5437 I | 81,356 | 11.17% |
| **Area:** | **152,250** | |

**SECOND PRIORITY**

| Map Sheet | Potential Area | Rate of Return |
|---|---|---|
| 5437 IV | 0 | |

**Table 14: Infrastructure summary**

| | |
|---|---|
| Railroad | 30 Km |
| Highway | 76 Km |
| Paved road | 256 Km |
| Unpaved road | 2,427 Km |
| Villages | 302 Sites |

**Based on information obtained from RSTD topographic maps.**

**Table 15: Wood/pulp production and transport summary**

| Map Sheet | Raw Wood Production (tons) | Annual Pulp Production (tons) | Annual* Vehicle Trips |
|---|---|---|---|
| 5335 III | 2,823,045 | 128,320 | 47,051 |
| 5335 IV | 821,295 | 37,332 | 13,688 |
| 5336 I | 467,325 | 106,210 | 8,850 |
| 5336 II | 716,310 | 32,560 | 11,939 |
| 5336 III | 1,877,820 | 85,355 | 31,297 |
| 5337 II | 416,940 | 18,952 | 6,949 |
| 5338 III | 932,100 | 42,368 | 15,535 |
| 5435 IV | 169,125 | 7,688 | 2,819 |
| 5436 III | 1,962,540 | 89,206 | 32,709 |
| 5437 I | 1,220,340 | 55,470 | 20,339 |
| 5437 III | 131,310 | 5,969 | 2,189 |
| 5437 IV | 0 | 0 | 0 |
| **TOTALS:** | 11,538,150 | 609,430 | 196,365 |

*12 ton per trip estimated using standard 10-wheeled truck

**Table 16: Potential erosion hazards in plantation areas**

| Map Sheet | Plantation Area (rai) | Potential Erosion Area (rai) |
|---|---|---|
| 5335 III | 188,203 | 22,759 |
| 5335 IV | 54,753 | 1,090 |
| 5336 I | 31,155 | 839 |
| 5336 II | 47,754 | 2,378 |
| 5336 III | 125,188 | 9,765 |
| 5337 II | 27,796 | 22,761 |
| 5338 III | 62,140 | 38,992 |
| 5435 IV | 11,275 | 9,251 |
| 5436 III | 130,836 | 19,990 |
| 5437 I | 81,356 | 65,765 |
| 5437 III | 8,754 | 6,532 |

# Appendix 1

## 1. Brief introduction to GIS

The following briefly presents some basic concepts concerning GIS.

### 1.1 Definition

A GIS has been variously described as:

*"a data base system in which most of the data are spatially indexed, and upon which a set of procedures operates in order to answer queries about spatial entities in the data base."*[33]

*"a set of tools for collecting, storing, retrieving at will, transforming, and displaying spatial data from the real world for a particular set of purposes."*[34]

From the above it is clear that a 'traditional' GIS is both a tool and a database. It is essentially a data driven process.

Two very dissimilar types of GIS are recognized. The first type of GIS makes use of map-based data in a vector format. The second class of GIS uses image-based data in a raster format. Most of the GIS research to date has concentrated on map-based systems. The software used for the PSU/ADB project described above was a vector based GIS. This paper will therefore examine GIS applications from the viewpoint of the vector type GIS. For a discussion of vector and raster GIS, the reader is directed to reference[34].

### 1.2 Fundamental GIS operations

GIS, as in most computerized systems, has four elementary operations: data capture, data editing, data analysis, and data output. It differs from other computerized systems in the details of the four basic operations. These details are discussed below.

---

33 Smith,T.R., Menon,S., Star,J.L., and Estes,J.E., 1987, Requirements and principles for the implementation and construction of large-scale geographic information systems. Int.J. Geographical Information Systems Vol 1, #1, pp 13-31

34 Burrough, P.A. 1986, *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. (Clarendon Press Oxford).

### 1.2.1 Data capture

Owing to the spatial nature of geographical information, special techniques and devices are required to input data. Assuming that the data is originally in an analog form, it must be converted to a computer compatible or digital form. This is normally done by manually tracing the paper analog map on a digitizing tablet. In order to logically and efficiently access this digitized data, it must be encoded in some form of indexing system that models geographic space. There are two general types of vector models: unlinked or spaghetti models and topological models. The basic logical unit for both is the line. A line is represented as a list or string of coordinates of points along it. Closed areas or polygons are denoted by the set of lines that define their boundaries. The unlinked vector model is the simplest. In this model each map entity is encoded separately without referencing any of its neighboring entities. Since spatial relationships are not encoded, spatial analysis is expensive. The topological model consists of a planar graph in which are represented the network of lines partitioning a map. Line segments correspond to arcs in the graph and their endpoints to nodes. Topological vector models naturally lend themselves to use in relational databases making them an attractive choice for implementation.

### 1.2.2 Data editing

The editing and/or management of non-spatial attribute data in a GIS is straight forward and follows the scheme now typically found in most database management systems (DBMS). This scheme usually provides

(a) efficient data storage, retrieval, and update;
(b) non-redundant data;
(c) data independence, security and integrity.

Since spatial relationships in the topological model mentioned above need to be constructed and maintained, the editing of spatial data is a complex matter. Early attempts at manually assembling map topology proved to be extremely tedious and expensive. Computer editing is now the preferred method of constructing map topology.

### 1.2.3 Data analysis

Data manipulation typically needed by most users of GIS include

(a) reclassification and/or aggregation of attribute data;

(b) overlaying operations including union and intersection;

(c) measurement of area, perimeter, distance, connectivity, neighborhood statistics, and direction;

(d) statistical analyses.

The first and in many ways the most rudimentary class of analytical operations involves the reclassification of map attribute data. A new map is created by assigning thematic values to categories of an existing coverage. Reclassification merely repackages existing information on a single coverage and results in no new boundaries. It generally involves boolean querying of spatial and/or attribute data. An example of this is the creation of a crop suitability map from a soil map. Various levels of suitability would be assigned to soil polygons based on a particular crop's soil requirements.

Overlay processes, on the other hand, involve two or more maps and result in new boundaries. This class of operations has been aptly characterized as 'light table gymnastics'[35]. Intersecting a soil and land use map to create a coverage containing both soil and land use, is an example of this class of techniques. Each land use's soil types and properties could be derived from the new coverage.

Statistical analysis, usually in the form of tabular summaries or listings, is a GIS operation whose concept is perhaps the most easily understood. Calculations of frequencies, averages, distributions, etc., etc. of spatial entities or their attributes are regularly required by many GIS users. The frequency of particular soil polygons, the distribution of pH along a stream, and the average width of paved roads in an area are some examples of this class of operations.

Statistical analysis, usually in the form of tabular summaries or listings, is a GIS operation whose concept is perhaps the most easily understood. Calculations of frequencies, averages, distributions, etc., etc. of spatial entities or their attributes are regularly required by many GIS users. The frequency of particular soil polygons, the distribution of pH along a stream, and the average width of paved roads in an area are some examples of this class of operations.

35 Berry, J.K., 1987, Fundamental operations in computer-assisted map analaysis. *Int. Jour. Geographical Information Systems* Vol: 1 #2 pp 119-136.

### 1.2.4 Data output

The display of maps, graphs, and tabular information is basic to all GIS. It is this presentation ability that most people confuse with Computer Aided Drafting (CAD) systems. As with other types of computerized systems, there are two main forms of GIS data output: hardcopy and temporary display. Hardcopy devices include pen plotters, electrostatic printer/plotters, line printers, ink jet plotters, and color film recorders. Temporary display devices are generally high resolution, color CRTs.

## 2. GIS equipment and software used in this study

The GIS software used for this project was PC ARC/INFO. The modules used were:

- Starter kit - initial digitization and data entry
- PC ARCEDIT- advanced editing
- PC OVERLAY- map intersection and sliver elimination
- PC INFO - tabular summaries and reporting
- PC ARCPLOT - hardcopy map creation
- PC GRID - vectorize the raster Digital Elevation Models

In addition to PC ARC/INFO, MicroDEM[36] and a TDRI-developed DEM system were used to create the DEM's used in this project. The economic crop suitability ratings used during the final analysis were determined by using an expert system, "Suitability_Expert"[37], developed at TDRI for a previous project.

The hardware used during this project is outlined below:

---

36 Public domain DEM system available from Dr. Peter Guth, U.S. Naval Academy.

37 Available from TDRI.

GIS digitizing workstation
- PC-AT compatible w/ 80287, EGA display
- 80 Mb hard disk
- 36"x48" digitizer
- A4 (12"x12") digitizer
- Local Area Network (LAN) card

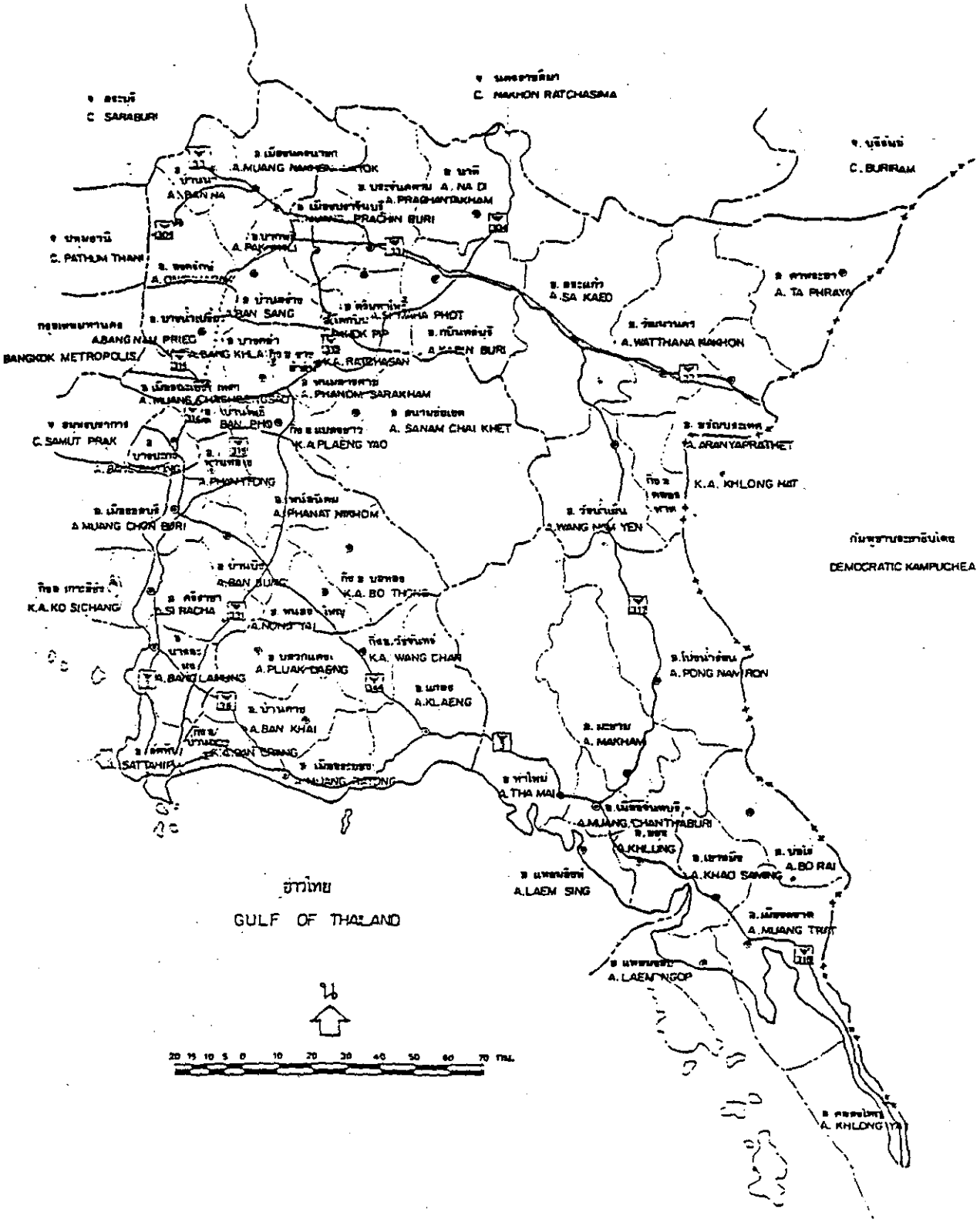
GIS query workstation
- PC 386 compatible w/80387, VGA display
- 80 Mb hard disk
- Wide carriage dot matrix printer
- Local Area Network (LAN) card

GIS processor/file server
- PC 386 compatible w/80387, VGA display
- 160 Mb hard disk (2 x 80)
- A1 pen plotter
- Local Area Network (LAN) card

All of the above equipment were networked together using standard ARCNET and Netware software (version 2.12).

# ภาคตะวันออก

# EASTERN REGION




ที่มาแห่งข้อมูลสถิติ : กองวิชาการสถิติ สำนักงานสถิติแห่งชาติ

SOURCE : STATISTICAL TECHNIQUES DIVISION, NATIONAL STATISTICAL OFFICE.

Natural Resources and Environment Program

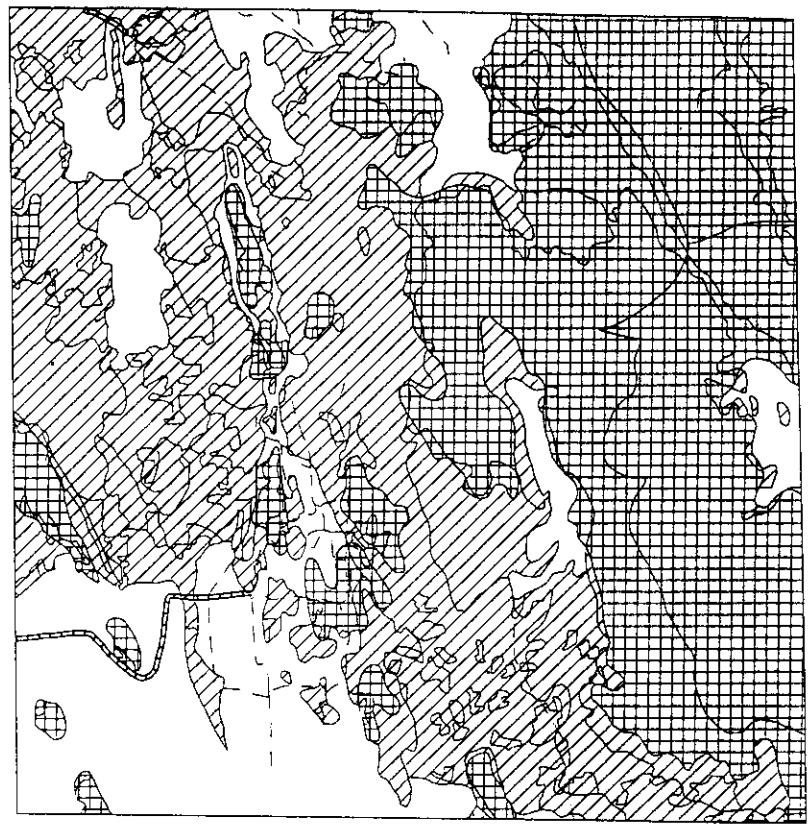
# Fast Growing Trees Project

# Fire Hazard

Fire is a very real and ever present hazard to those engaged in agro-forestry. This map shows potential fast growing tree plantation areas and existing forested land (1987). The objective is to illustrate the potential of fires originating in either the plantation areas or in the natural forest spreading to adjacent areas. This might be an institutional problem originating from a natural hazard.

LEGEND

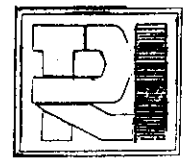
- Potential plantation areas
- Existing forest (1987)
- Super highway
- Paved,two lane road
- Unpaved or dirt road



Kilometer

0 1 2 3 4 5

Sheet 5335 III
Khao Chamun
Chonburi,Chachoengsao,
Chanthaburi,Rayong



Natural Resources and Environment Program

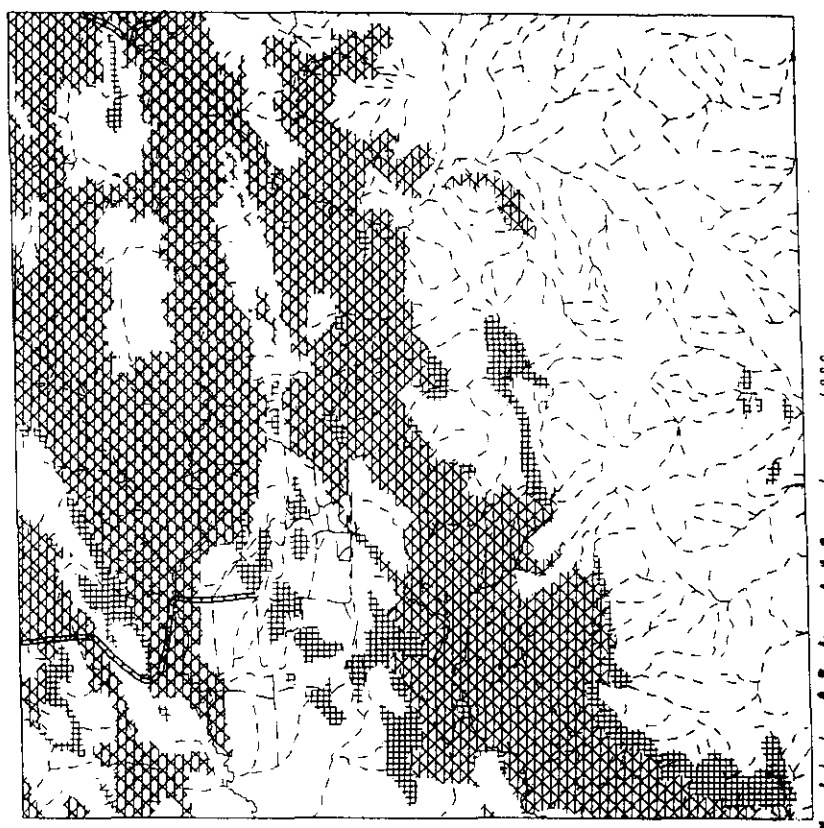
# Fast Growing Trees Project

## Erosion Hazard

Erosion is a hazard common to most agricultural activities undertaken by humans. It is especially critical to fast growing tree plantations in that many of these will be located on steeply sloping land. This map illustrates the ability of a modern GIS to to aid in the detection of plantation land that is suceptible to erosion. It is the first step in mitigating this hazard.

LEGEND

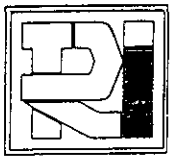
- Plantation areas not susceptible to erosion
- Potential erosion hazard areas
- Rail road
- Super highway
- Paved,two lane road
- Unpaved or dirt road
- Large river/canal
- Medium river/canal
- Intermittent river/canal



Created by P. Rastings & E. Associates - 1989

Sheet 5335 III
Khao Chamun
Chonburi,Chachoengsao,
Chanthaburi,Rayong

Kilometer
0 1 2 3 4 5



Natural Resources and Environment Program

# Fast Growing Trees Project

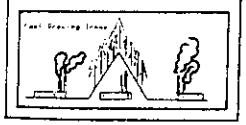
## Potential Fast Growing Tree Plantation Areas

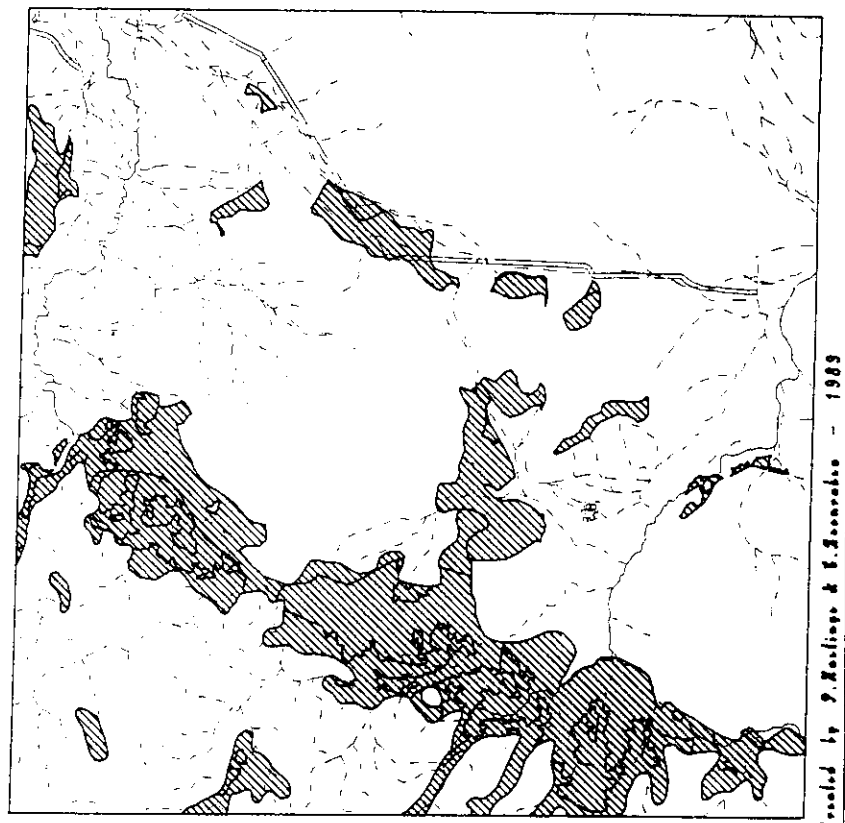
This map shows areas that are suitable for fast growing tree plantations. Suitability is based on physical as well as economic appropriateness. The criteria used for selecting these areas included unsuitability for most economic crops, deforested area, and within Royal Forest Department forest reserve areas. On this map there are 81,356 rai of land potentially suitable for plantations.

Investment priority: #11

LEGEND

- Areas suitable for fast growing tree
- Rail road
- Super highway
- Paved,two lane road
- Unpaved or dirt road
- Large river/canal
- Medium river/canal
- Intermittent river/canal





Created by P.Kaolieng & K.Sawasdee - 1989

# Sheet 5437 I
# Ban Sa Prathip
# Korat

Kilometer

0 1 2 3 4 5

Natural Resources and Environmental Program

# Fast Growing Trees Project

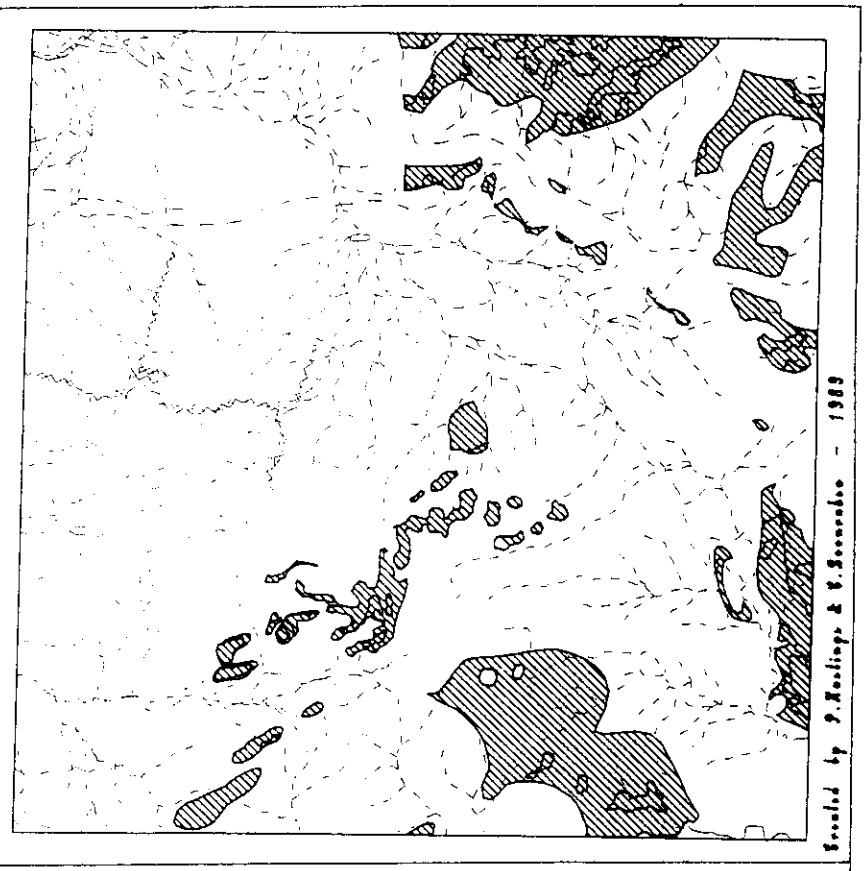
## Potential Fast Growing Tree Plantation Areas

Areas suitable for fast growing tree plantations are shown on this map. Suitability is based on physical as well as economic appropriateness. The criteria used for selecting these areas included unsuitability for most economic crops, deforested area, and inside Royal Forest Department forest reserve areas. On this map there are some 62,140 rai of land potentially suitable for plantations.

Investment priority: #10

LEGEND

- Areas suitable for fast growing tree
- Rail road
- Super highway
- Paved,two lane road
- Unpaved or airt road
- Large river/canal
- Medium river/canal
- Intermittent river/canal



Created by P.Keelings & K.Sawasdee - 1989

# Sheet 5338 III
# Ban Sap Noi
# Khorat

Kilometer

0 1 2 3 4 5

# Fast Growing Trees Project

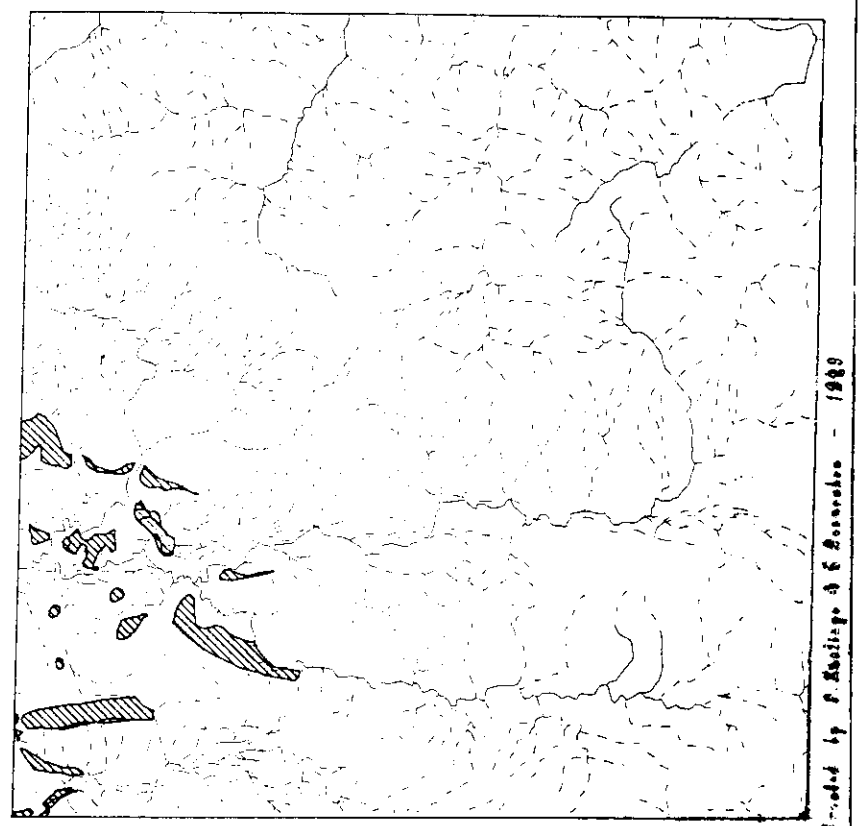
## Potential Fast Growing Tree Plantation Areas

This map shows areas that are suitable for fast growing tree plantations. Suitability is based on physical as well as economic appropriateness. The criteria used for selecting these areas included unsuitability for most economic crops deforested area, and within Royal Forest Department forest reserve areas. On this map there are only 8,754 rai of land potentially suitable for plantation.

Investment priority: #9

LEGEND

- Areas suitable for fast growing tree
- Rail road
- Super highway
- Paved,two lane road
- Unpaved or dirt road
- Large river/canal
- Medium river/canal
- Intermittent river/canal



Kilometer

0 1 2 3 4 5

# Sheet 5437 III
# Ban Kaeng Yao
# Prachinburi

Natural Resources and Environment Program

# Fast Growing Trees Project

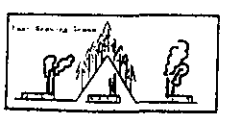
## Potential Fast Growing Tree Plantation Areas

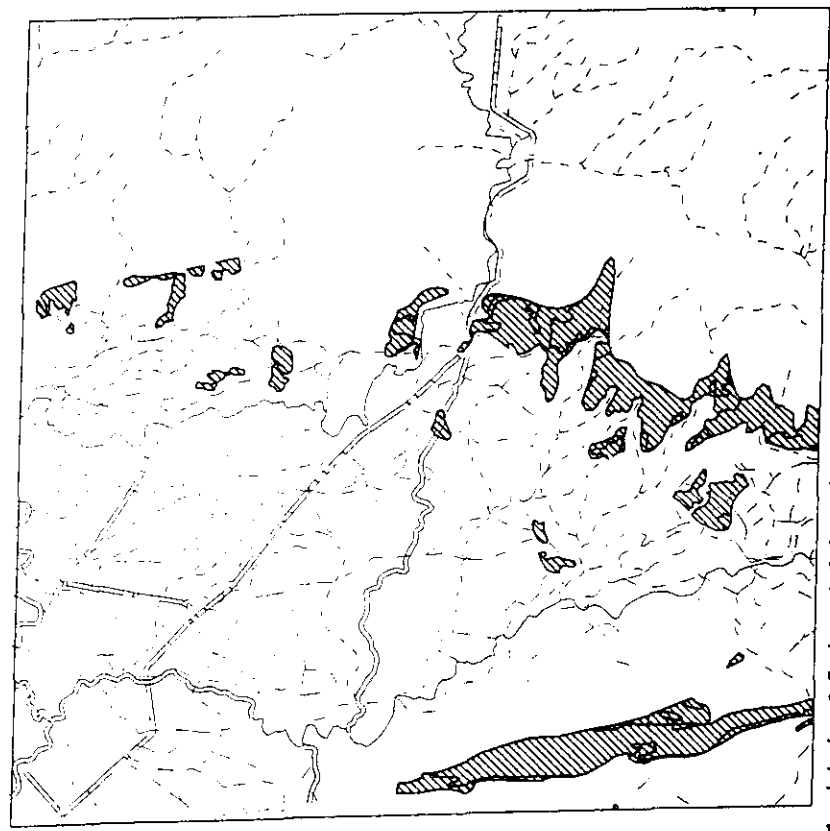
This map shows areas that are suitable for fast growing tree plantations. Suitability is based on physical as well as economic appropriateness. The criteria used for selecting these areas included unsuitability for most economic crops, deforested area, and within Royal Forest Department forest reserve areas. On this map there are 27,796 rai of land potentially suitable for plantations.

Investment priority: #8

LEGEND

- Areas suitable for fast growing tree
- Rail road
- Super highway
- Pavec,two lane road
- Unpaved or dirt road
- Large river/canal
- Medium river/canal
- Intermittent river/canal



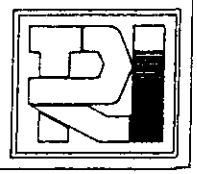


Compiled by P.Hastings & T.Sawasdee - 1989

# Sheet 5337 II
# Ban Thong Pho
# Prachinburi

Kilometer

0 1 2 3 4 5



Natural Resources and Environment Program

# Fast Growing Trees Project

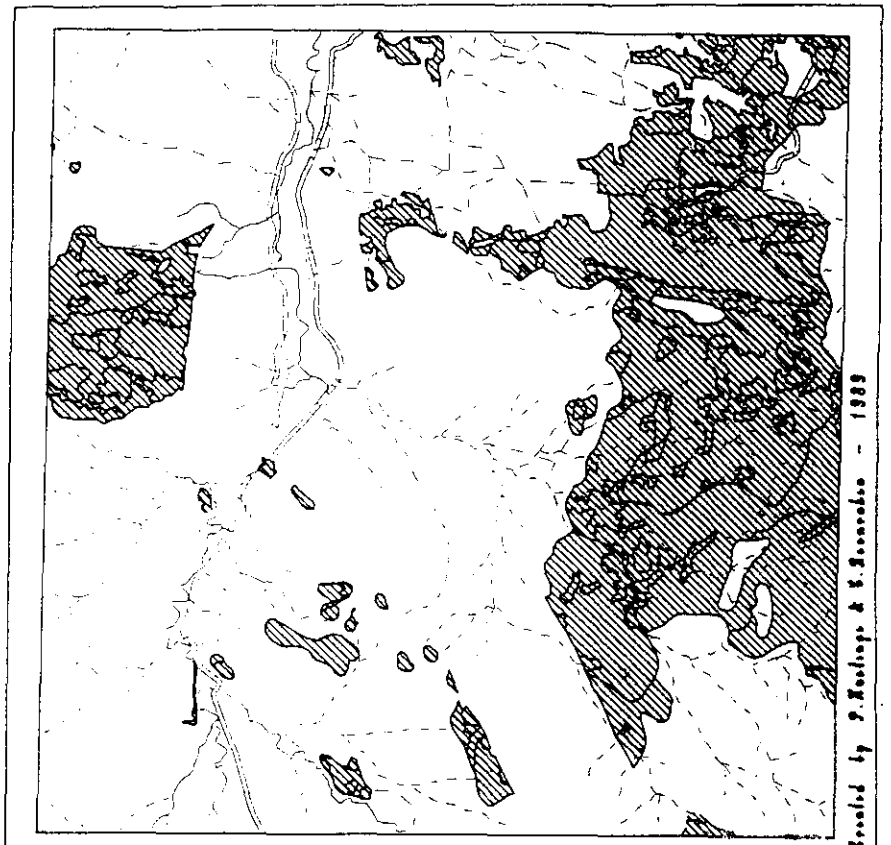
## Potential Fast Growing Tree Plantation Areas

This map shows areas that are suitable for fast growing tree plantations. Suitability is based on physical as well as economic appropriateness. The criteria used for selecting these areas included unsuitability for most economic crops, deforested area, and within Royal Forest Department forest reserve areas. On this map there are 130,836 rai of land potentially suitable for plantations.

Investment priority: #7

LEGEND

- Areas suitable for fast growing tree
- Rail road
- Super highwcy
- Paved,two lane road
- Unpaved oi dirt road
- Large river/canal
- Medium river/canal
- Intermittent river/canal



Kilometer
0 2 4 5

# Sheet 5436 III
# Ban Khao Chakan
# Prachinburi

Natural Resources and Environment Program

# Fast Growing Trees Project

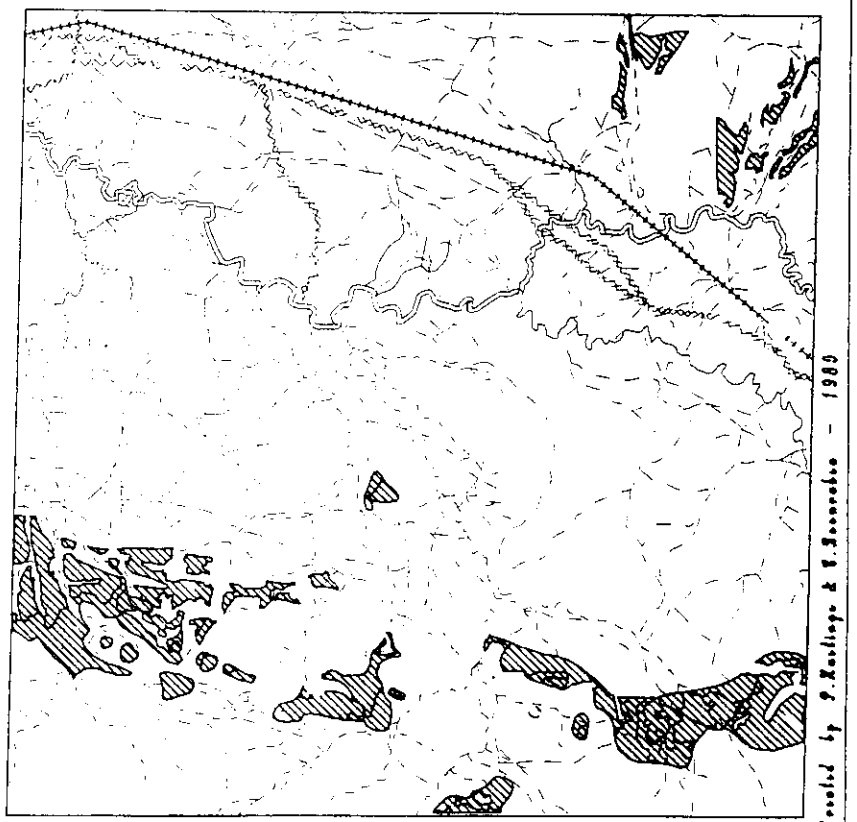
## Potential Fast Growing Tree Plantation Areas

Areas suitable for fast growing tree plantations are shown on this map. Suitability is based on physical as well as ecoromic appropriateness. The criteria used for selecting these areas included unsuitability for most economic crops, deforested area, and inside Royal Forest Department forest reserve areas. On this n ap there are some 31,155 rai of land potentially suitable for plantations.

Investment priority: #6

LEGEND

- Areas suitable for fast growing tree
- Rail road
- Super highway
- Paved,two lane road
- Unpaved or dirt road
- Large river/canal
- Medium river/canal
- Intermittent river/canal



Provided by P.Kaolaya & T.Sawasdee - 1989

## Sheet 5336 I
## Sathani dan Phra Prong
## Chachoengsao

Kilometer

0 1 2 3 4 5

# Fast Growing Trees Project

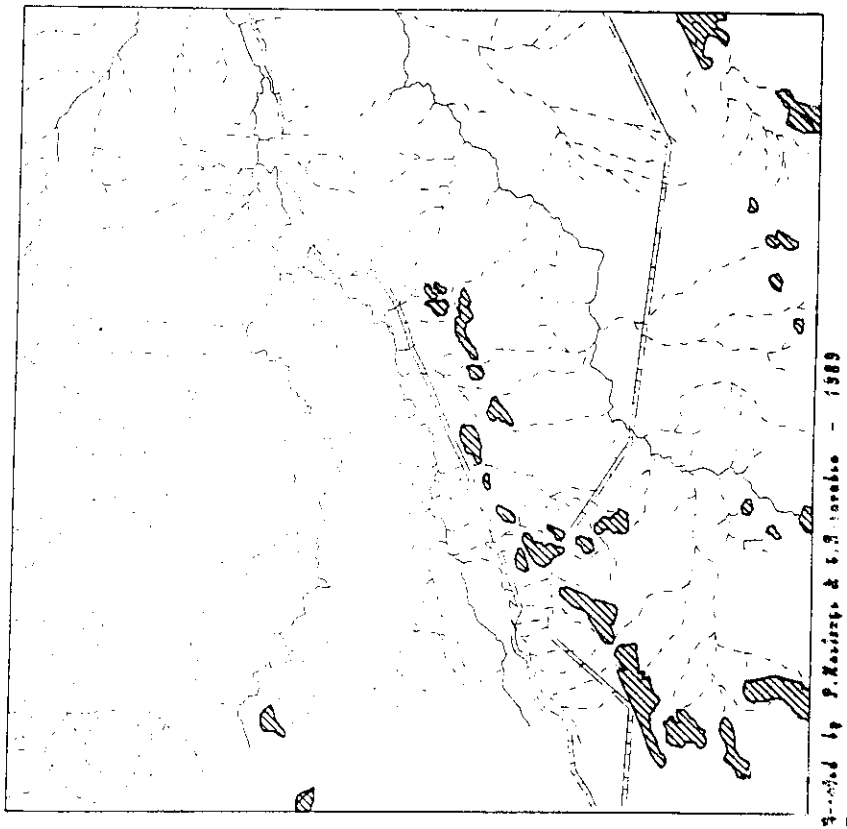
## Potential Fast Growing Tree Plantation Areas

Areas suitable for fast growing tree plantations are shown on this map. Suitability is based on physical as well as economic appropriateness. The criteria used for selecting these areas included unsuitability for most economic crops, deforested area, and inside Royal Forest Department forest reserve areas. On this map there are some 11,275 rai of land potentially suitable for plantations.

Investment priority: #5

LEGEND

- Areas suitable for fast growing tree
- Rail road
- Super highway
- Paved,two lane road
- Unpaved or dirt road
- Large river/canal
- Medium river/canal
- Intermittent river/canal



Produced by P.Kasinpa & S.P.Lovelace - 1989

# Sheet 5435 IV
# Thung Kabin
# Prachinburi

Kilometers

0 1 2 3 4 5

Natural Resources and Environment Program

# Fast Growing Trees Project

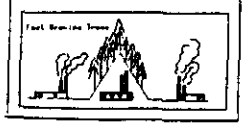
## Potential Fast Growing Tree Plantation Areas

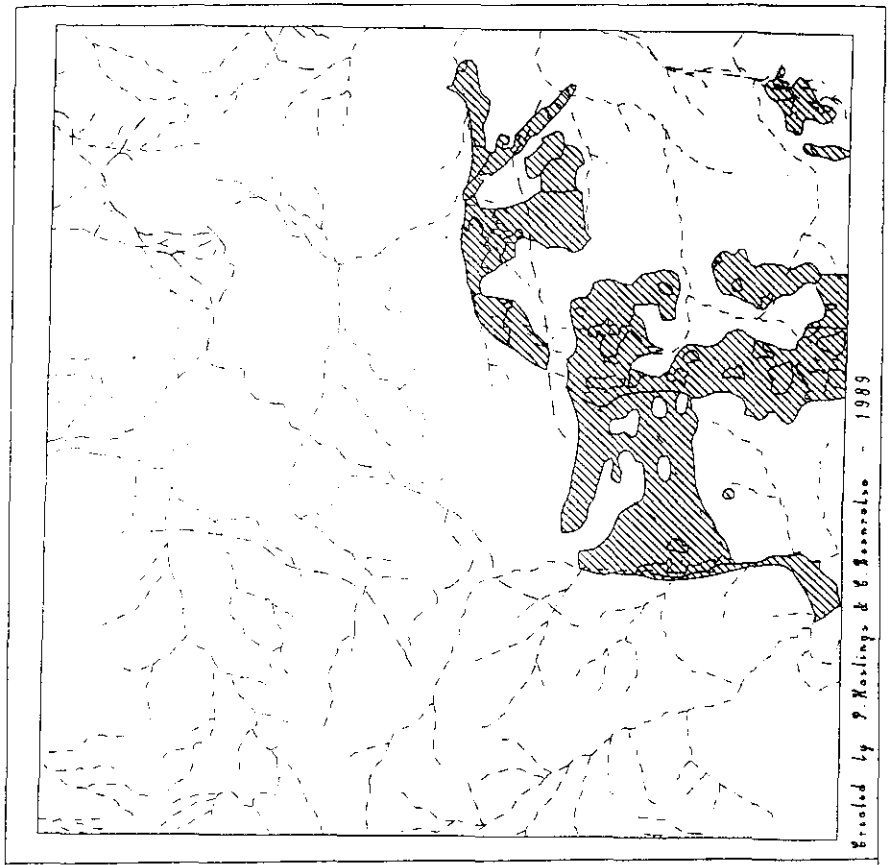
Areas suitable for fast growing tree plantations are shown on this map. Suitability is based on physical as well as economic appropriateness. The criteria used for selecting these areas included unsuitability for most economic crops, deforested area, and inside Royal Forest Department forest reserve areas. On this map there are some 47,754 rai of land potentially suitable for plantations.

Investment priority: #4

LEGEND

- Areas suitable for fast growing tree
- Rail road
- Super highway
- Paved, two lane road
- Unpaved or dirt road
- Large river/canal
- Medium river/canal
- Intermittent river/canal



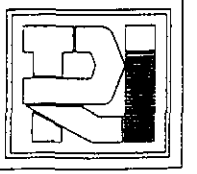


Printed by P.Keerling & B.Saenrakoo - 1989

# Sheet 5336 II
# Khao Sung Bong
# Prachinburi

Kilometer

0 1 2 3 4 5



Natural Resources and Environment Program

# Fast Growing Trees Project

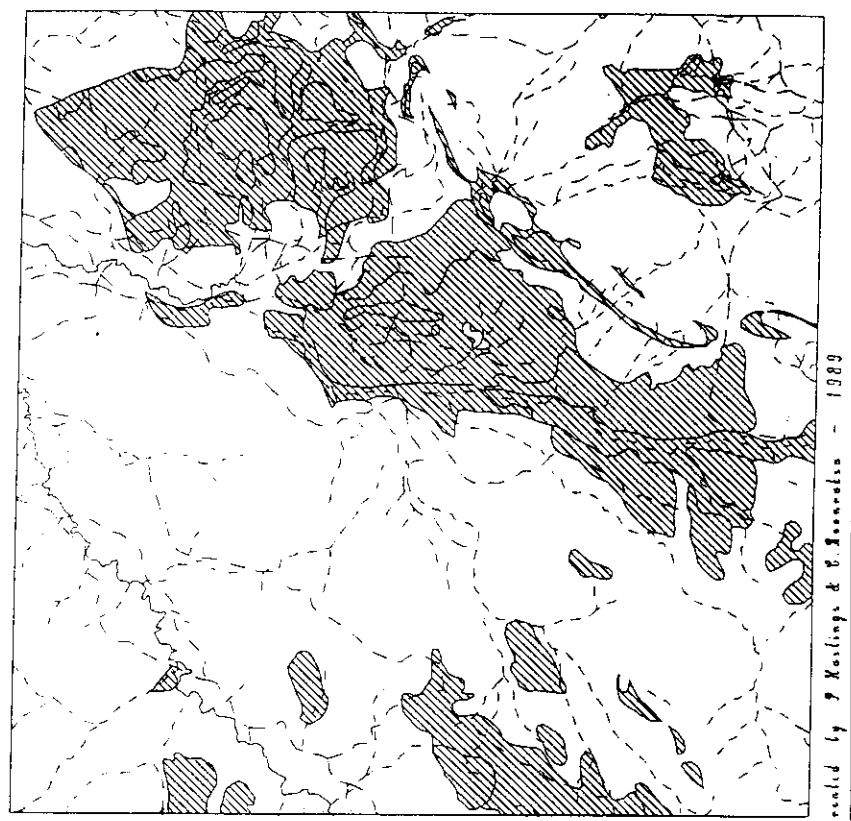
## Potential Fast Growing Tree Plantation Areas

Areas suitable for fast growing tree plantations are shown on this map. Suitability is based on physical as well as economic appropriateness. The criteria used for selecting these areas included unsuitability for most economic crops, deforested area, and inside Royal Forest Department forest reserve areas. On this map there are some 125,188 rai of land potentially suitable for plantations.

Investment priority: #3

LEGEND

- Areas suitable for fast growing tree
- Rail road
- Super highway
- Paved,two lane road
- Unpaved or dirt road
- Large river/canal
- Medium river/canal
- Intermittent river/canal



Created by P. Hastings & K. Kanoksilapatham - 1989

# Sheet 5336 III
# Ban Nong Kaphong
# Chachoengsao

Kilometer

0 1 2 3 4 5

Natural Resources and Environment Program

# Fast Growing Trees Project

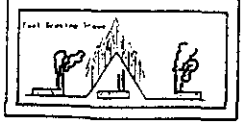
## Potential Fast Growing Tree Plantation Areas

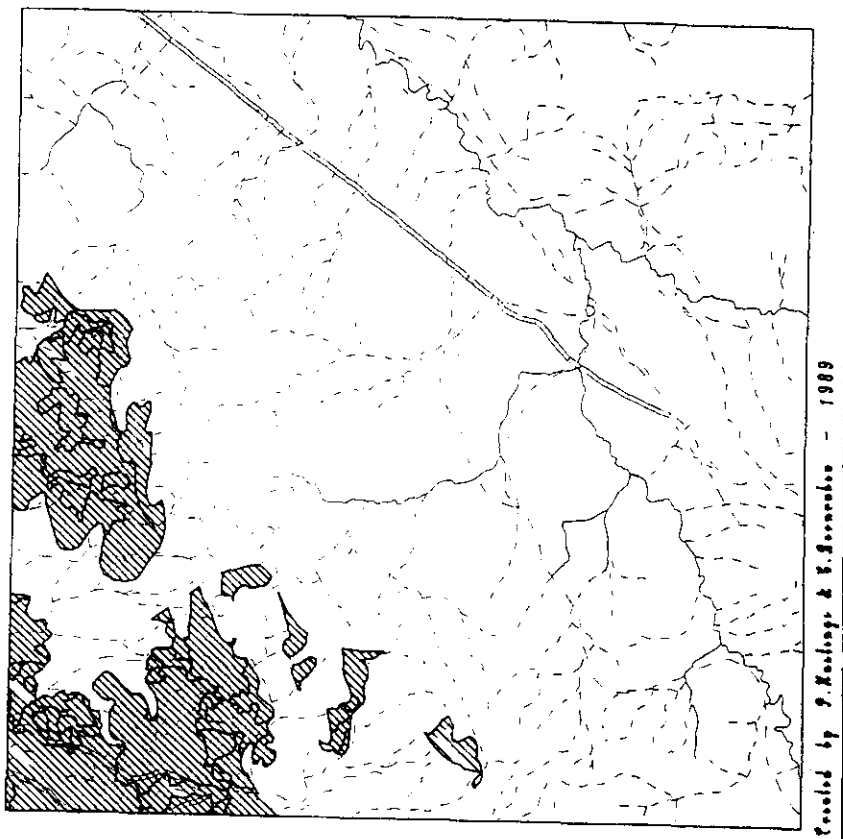
Areas suitable for fast growing tree plantations are shown on this map. Suitability is based on physical as well as economic appropriateness. The criteria used for selecting these areas included unsuitability for most economic crops, deforested area, and inside Royal Forest Department forest reserve areas. On this map there are some 54,753 rai of land potentially suitable for plantations.

Investment priority: #2

LEGEND

- Areas suitable for fast growing tree
- Rail road
- Super highway
- Paved,two lane road
- Unpaved or dirt road
- Large river/canal
- Medium river/canal
- Intermittent river/canal





Created by P.Hastings & K.Sawanakos - 1989

# Sheet 5335 IV
# Ban Tha Kloi
# Chachoengsao

Kilometer

0 1 2 3 4 5

# Fast Growing Trees Project

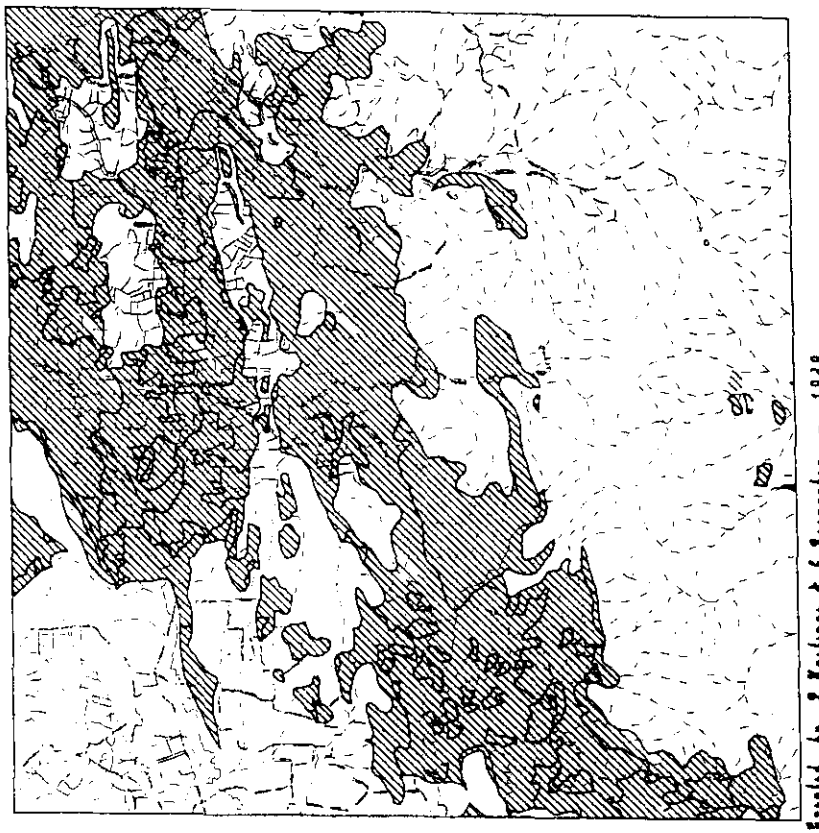
## Potential Fast Growing Tree Plantation Areas

This map shows areas that are suitable for fast growing tree plantations. Suitability is based on physical as well as economic appropriateness. The criteria used for selecting these areas included unsuitability for most economic crops, deforested area, and within Royal Forest Department forest reserve areas. On this map there are 188,203 rai of land potentially suitable for plantations

Investment priority: #1

LEGEND

- Areas suitable for fast growing tree
- Rail road
- Super highwey
- Paved,two lane road
- Unpaved or dirt road
- Large river/canal
- Medium river/canal
- Intermittent river/canal



Sheet 5335 III
Khao Chamun
Chonburi,Chachoengsao,
Chanthaburi,Rayong

Kilometer
0 1 2 3 4 5

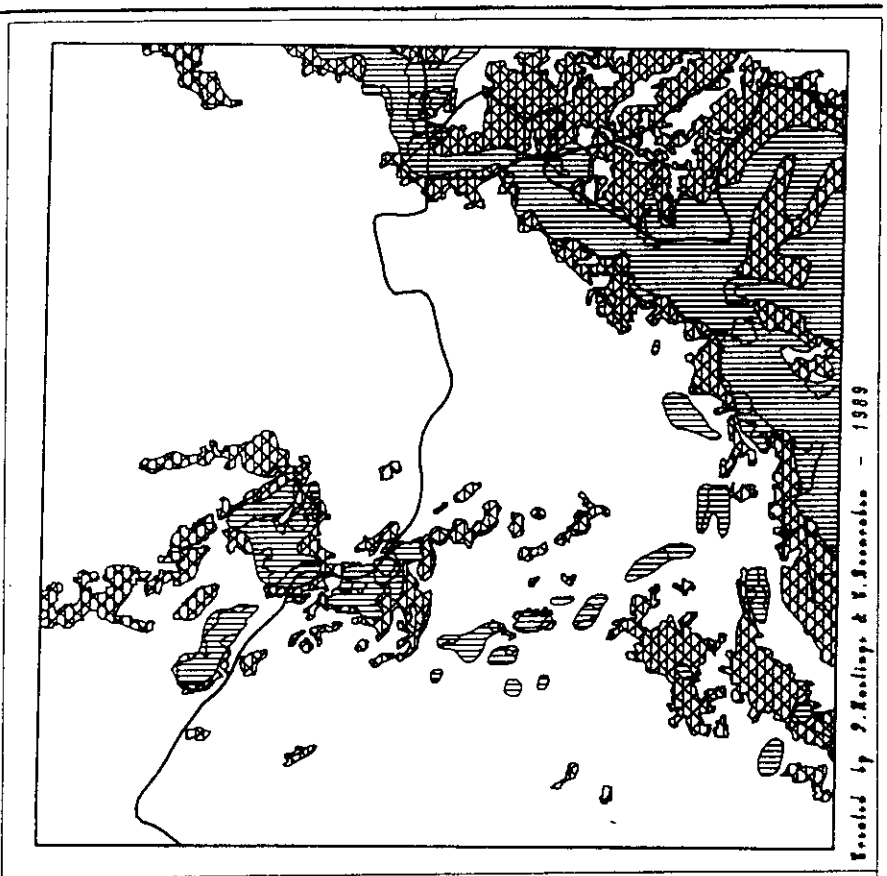
Natural Resources and Environment Program

# Fast Growing Trees Project

# Deforestation

This map combines historical forested land data (1975) and more recent forest data (1987). The difference between these two data is the result of deforestation. Also shown on this map is the forest reserve area. These reserve forests are "political" units which are under the control of the Royal Forest Department.

- Deforested areas
- Present forested land
- Forest reserve area



Created by P.Rastings & V.Soonsawad - 1989

## Sheet 5338 III
## Ban Sap Noi
## Khorat

Kilometer

0 1 2 3 4 5

Natural Resources and Environment Program

# Fast Growing Trees Project

## Aspect

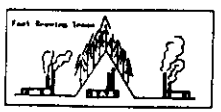
Aspect is the downhill direction of slope. It is important when evaluating sunshine and shade requirments (for example, for coffee plantations). This aspect map, from map sheet 5437 IV Ban Taling Chan in Khorat province, provides an example of the aspect found over the study area. It is one of the basic data used during the plantation site selection. Aspect is a derived data product of elevation.

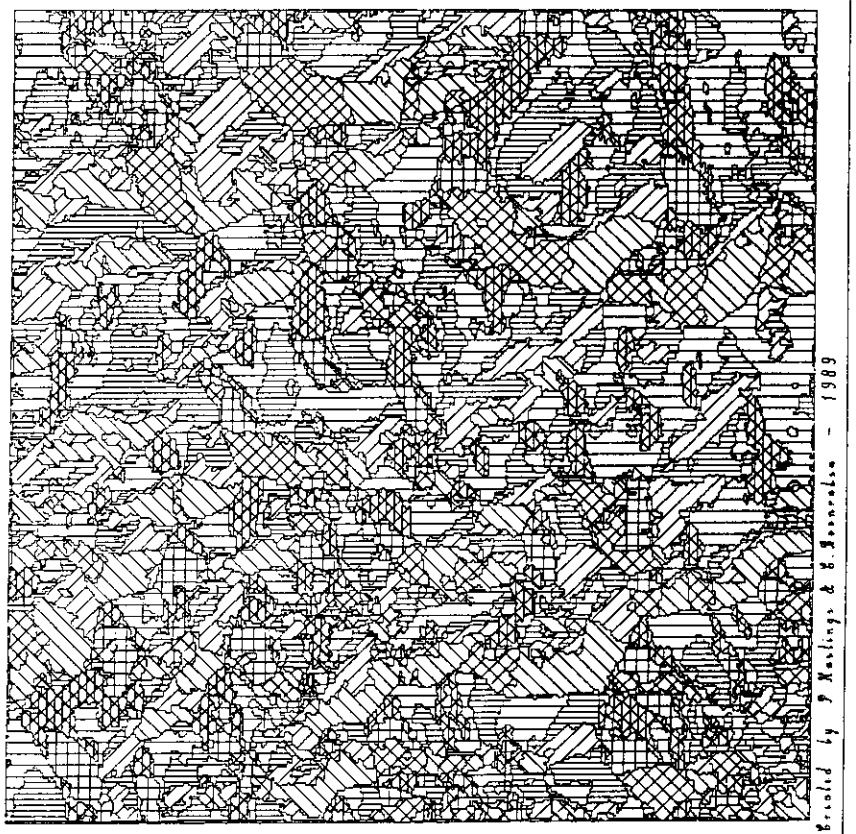
The original topographic base map was compiled in 1975 by the Royal Thai Survey Department.

LEGEND

Aspect (Slope direction)

- North
- Northeast
- East
- Southeast
- South
- Southwest
- West
- Northwest
- Flat





Created by P.Hastings & K.Sommeelas - 1989

## Sheet 5437 IV
## Ban Taling Chan
## Khorat

Kilometer

0 1 2 3 4 5

Natural Resources and Environment Program

# Fast Growing Trees Project

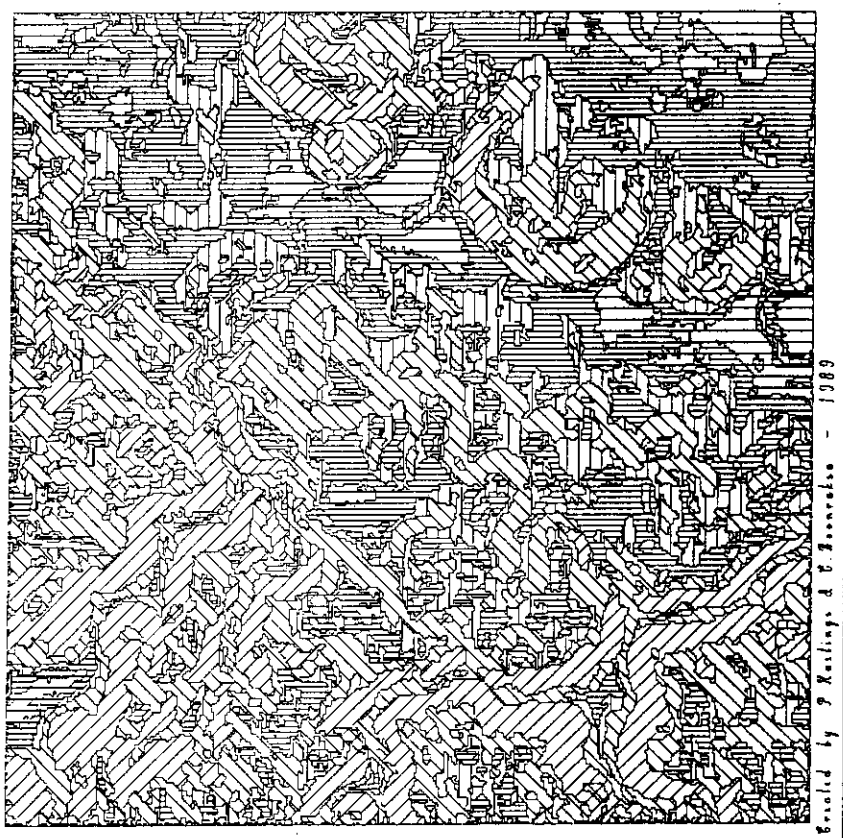
## Slope

This slope map, from map sheet 5437 IV Ban Taling Chan in Khorat province, provides an example of the slope found over the study area. It is one of the basic data used during the plantation site selection. Slope data is a derived product of elevation.

The original topographic base map was compiled in 1975 by the Royal Thai Survey Department.

LEGEND

- Slope class 1: 0-2 percent
- Slope class 2: 2-5 percent
- Slope class 3: 5-8 percent
- Slope class 4: 8-16 percent
- Slope class 5: 16-35 percent
- Slope class 6: more than 35 percent.



Created by P. Hastings & T. Sawangchote - 1989

## Sheet 5437 IV
## Ban Taling Chan
## Khorat

Kilometer

0 1 2 3 4 5

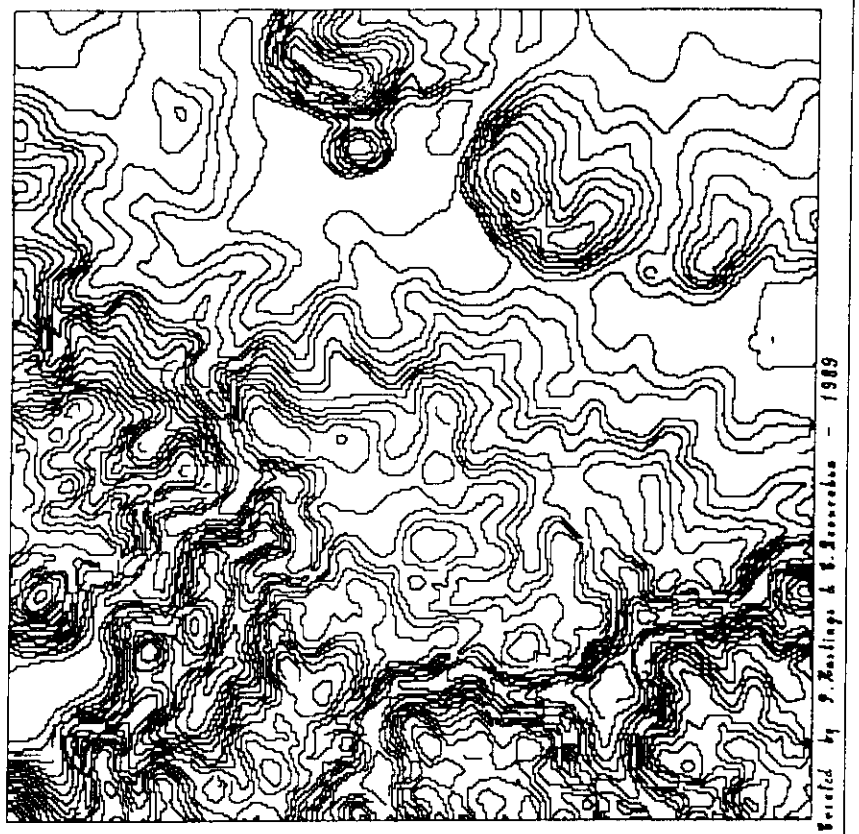
Natural Resources and Environment Program

# Fast Growing Trees Project

# Elevation

This map, from map sheet 437 IV Ban Taling Chan in Khorat province, provides an example of the elevation found over the study area. It, and its derived products aspect and slope, are some of the basic data used during the plantation site selection analysis.
This base map was compiled in 1975.

DATA SOURCE: Royal Thai Survey Department



Created by P.Kasilapa & K.Sawasdee - 1989

## Sheet 5437 IV
## Ban Taling Chan
## Korat

Kilometer
0 1 2 3 4 5

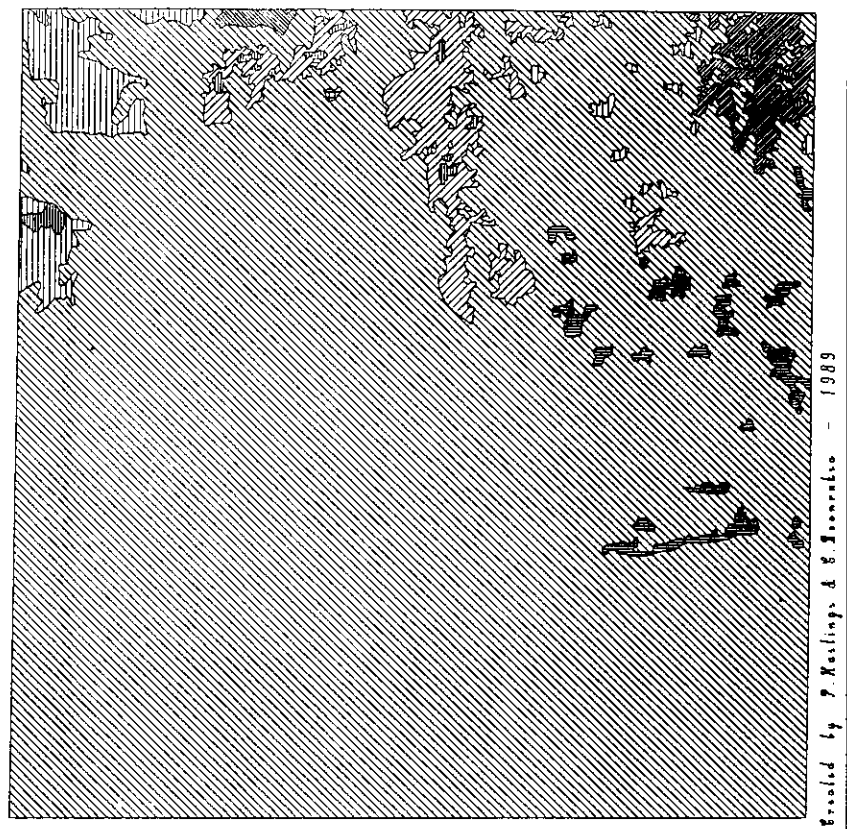
Natural Resources and Environment Program

# Fast Growing Trees Project

# Land Use

- Village 78
- Corn 5,472
- Cassava 12,254
- Rainfed rice 2,029
- Dry evergreen forest 427,554
- Dipterocarp forest 991
- Cassava/corn 15,796
- Corn-cassava 7,053
- Cassava-Rainfed rice 123

All figures in rai.



Compiled by P. Hastings & S. Tasanathai - 1989

## Sheet 5336 II
## Khao Sung Bong
## Prachinburi

Kilometer

0 1 2 3 4 5

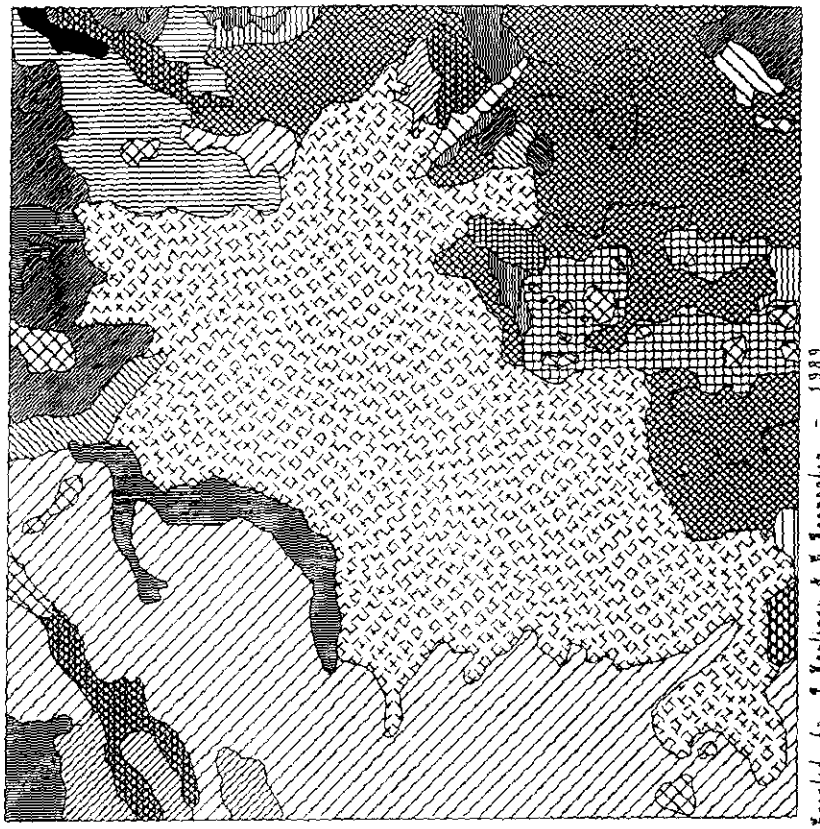
Natural Resources and Environment Program

# Fast Growing Trees Project

# Soil

- Bang Khla 21,245
- Hin Kong 1,374
- Kabin Buri 22,279
- Ko Khanun 17,145
- Muak Lek 1,171
- Phen 1,659
- Phon Phisai 978
- Ratchaburi 588
- Roi Et 1,901
- Sakon 1,205
- Takhli 1,945
- Tha Yang 16,176
- Thap Kwang 24,027
- Kabin Buri / Kabin Buri, brown variant 56,298
- Kabin / Kabin, brown var. / tha Yang 1,503
- Lat Ya / Tha Yang 12,763
- Sakon/Bang Khla, brown var./Phon Phisai 162,791
- Thap Kwang, lateritic / Thap Kwang 784
- Kabin Buri, brown variant 1,809
- Thap Kwang, lateritic subsoil 3,630
- Roi Et, loamy variant 3,199
- Alluvial soil, well drained Complex 4,196
- Slope Complex 8,100
- Bang Khla and Bang Khla, brown var. 99,084
- Kabin, brown var. and Kabin and Kabin, m 8,490

All figures in rai.

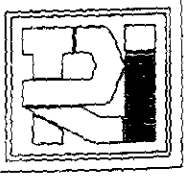


Created by P Kasingo & B Sonnadara - 1989

## Sheet 5336 II
## Khao Sung Bong
## Prachinburi

Kilometer

0 1 2 3 4 5



Natural Resources and Environment

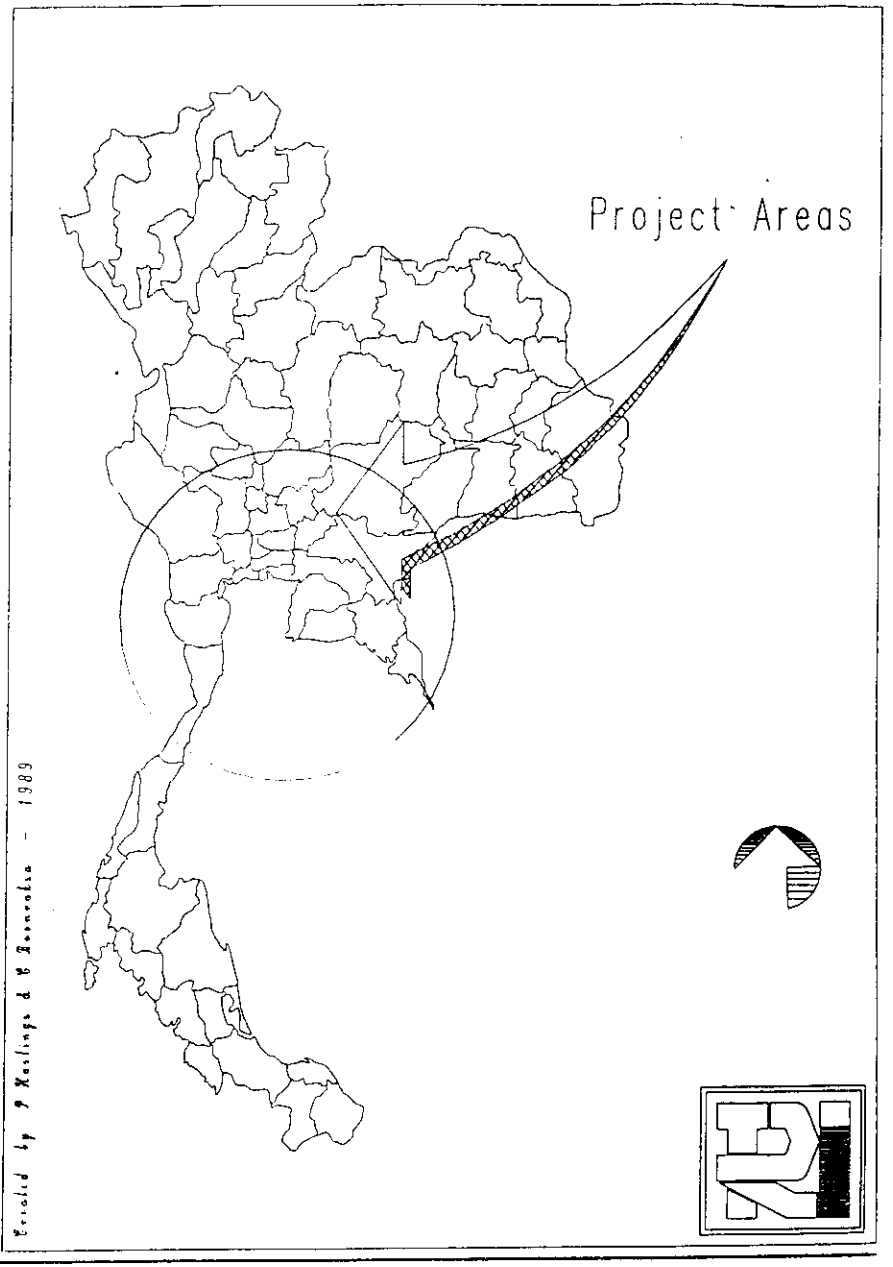
# Fast Growing Trees Project

This map displays the general location of the fast growing tree plantation study area. Indicated on it are all areas within 250 Km radius of the Laem Chabang port. Areas to the west and north of the port were not included in the final study area analyzed by the NRE-GIS.

The total project area included 12 RTSD L7017 series 1:50,000 map sheets amounting to approximately 5.6 million rai of land. Basic data used during this study included soil, slope, aspect, elevation, land use, forest, and forest reserve.

Data sources comprised the Royal Forest Department, Department of Land Development, and the Royal Thai Survey Department.

11 February, 1989.




Created by P Kaslings & K Rasmussen - 1989