

รายงานโครงการวิจัย Final

(1 มิถุนายน 2548 – 31 พฤษภาคม 2550)

โครงการศึกษาเบื้องต้นเพื่อพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจวางแผนและผังเมือง

หัวหน้าโครงการ ดร. กัญจน์ย์ พุทธิเมธี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

นักวิจัยที่ปรึกษา ผศ. เลิศวิทย์ รังสิรักษ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

รายละเอียดผลการดำเนินงานของโครงการ

1. สรุปย่อ (summary) ประกอบด้วยวัตถุประสงค์และการดำเนินงานวิจัย รวมทั้งผลงานวิจัยที่ได้รับอย่างย่อ ๑ ความยาวไม่เกิน 1 หน้ากระดาษ

จากการทบทวนวรรณกรรมการพัฒนาแบบช่วยตัดสินใจวางแผนหรือผังเมือง ผู้วิจัยจึงทดลองพัฒนาแบบช่วยตัดสินใจโดยใช้ตัวอย่างข้อมูล GIS ของกรุงเทพมหานคร และเลือกปัญหาที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง กรณีตัวอย่างการพัฒนาแบบช่วยตัดสินใจเพื่อกรุงเทพมหานครยั่งยืนโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมเมืองกับการเลือกวิถีเดินทางที่ใช้พลังงานต่ำ ตัวอย่างกระบวนการพัฒนาแบบช่วยตัดสินใจนี้ พบปัญหาของฐานข้อมูลในหน่วยงานหนึ่งซึ่งยังไม่สมบูรณ์เพียงพอต่อการตัดสินใจวางแผนหรือผังเมือง ทั้งนี้ข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมอาจมีอยู่ในหน่วยงานอื่นหรืออาจต้องสร้างขึ้นเองเพิ่มเติม จากการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติการเกี่ยวข้องกับการจัดการฐานข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนวทางการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการพัฒนาระบบช่วยในการตัดสินใจในอนาคตไว้ในรายงานวิจัยนี้

2. ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ (หากยังไม่มี ให้ระบุชื่อเรื่องและชื่อวารสารนานาชาติที่คาดว่าจะตีพิมพ์ได้ และจะตีพิมพ์เมื่อใด)

ปี 2554-5:

คาดว่าจะตีพิมพ์: Planning Support System for Sustainable Metropolis: Bangkok case study

วารสารที่คาดว่าจะตีพิมพ์: *Computers, Environment and Urban Systems*

3. กิจกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

(1) ผลงานอื่นๆ เช่น การไปเสนอผลงาน การได้รับเชิญไปเป็นวิทยากร

1. Budthimedhee, K., Planning Support System Interface: the study of an effective plan-making tool, *Proceedings of Symposium BMB 2005* (Bordeaux, Melbourne, and Bangkok) Identity and Globalisation: design for the city, Bordeaux, France, 2005
2. Budthimedhee, K., Planning Support System: an inventory, *Proceedings of Built-Environment Education and Urban Development: experience of Thailand and Laos*, Faculty of Architecture-National University of Laos (FOAR-NUOL), Vientien, Laos, 2005
3. Budthimedhee, K., Toward a sustainable city: identifying link between urban environment and people choice of low energy transportation in Bangkok using GIS, *Proceedings of Sustainable Development to Save the Earth: Technologies and Strategies Vision 2050: (SDSE2008)*, Bangkok, Thailand 2008

(2) การเชื่อมโยงทางวิชาการกับนักวิชาการอื่น ๆ ทั้งในและต่างประเทศ

4. ปัญหาและอุปสรรค (ถ้ามี)

เกิดปัญหาขึ้นกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทำงานจึงทำให้ข้อมูลสูญหายจึงได้ดำเนินงานล่าช้ากว่าแผนที่วางไว้ในช่วงแรก และ ปัญหาความเจ็บป่วยในครอบครัวทำให้การจัดการงานวิจัยขาดช่วง

การทบทวนวรรณกรรม

ในการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่าสามารถแบ่งข้อเขียนและบทความต่าง ๆ ออกได้เป็น 3 หมวดใหญ่คือ

1. การวิเคราะห์วิจารณ์ความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีและการวางแผนผังเมือง
2. เทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้ช่วยในการวางแผนและผังเมือง
3. การพัฒนาระบบช่วยวางแผนและผังเมือง

ในส่วนเทคโนโลยีที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้และช่วยในการวางแผนผังเมืองนั้นยังสามารถแบ่งออกได้อีก 3 หมวดคือ

1. เทคโนโลยีการจัดการข้อมูลและเผยแพร่ข้อมูล ซึ่งถือว่าเป็นพื้นฐานของการวางแผนและผังเมือง
2. เทคโนโลยีการเก็บและอธิบายข้อมูลเชิงพื้นที่
3. เทคโนโลยีของส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (interface) ซึ่งว่าด้วยการสร้างและพัฒนาระบบการถ่ายทอดข้อมูลหรือความรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยใช้ประโยชน์จากสื่อหลาย ๆ ชนิด (ตัวหนังสือ รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว)

ในส่วนการพัฒนาระบบช่วยวางแผนและผังเมืองก็สามารถแบ่งย่อยได้อีก 5 หมวดคือ

1. การพัฒนาระบบช่วยให้เกิดความเข้าใจและการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้มีหน้าที่รับผิดชอบในการวางแผนและผังเมืองกับประชาชน โดยอาจเป็นระบบการกรอกแบบสอบถามผ่านอินเทอร์เน็ตหรือคอมพิวเตอร์เกม
2. การพัฒนาระบบการบริการของเมืองผ่านทางอินเทอร์เน็ต ช่วยให้ประชาชนเข้าถึงการบริการต่าง ๆ
3. การพัฒนาและใช้สื่อต่าง ๆ (ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ หรือการจำลองภาพเสมือนจริง [Virtual Reality]) เพื่อให้ทั้งผู้ปฏิบัติการทางผังเมืองและประชาชนทำความเข้าใจข้อมูลทางผังเมือง
4. การพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์แบบมีส่วนร่วม ซึ่งเป็นการใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อช่วยในกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชน
5. การพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจในการวางแผนและผังเมือง

การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการวางแผนและผังเมืองนั้นมีประโยชน์ที่จะได้รับในที่สุดคงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพใน 3 กระบวนการของการวางแผนผังเมืองคือ การช่วยให้ประชาชนเข้าถึงข้อมูลของเมือง การช่วยแสดงข้อมูลที่เข้าใจได้ง่าย และการช่วยให้ผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการวางแผนและผังเมืองได้มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลและความเชื่อถือซึ่งกันและกัน

อย่างไรก็ตามอุปสรรคและปัญหาการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเหล่านี้มาใช้ยังไม่สามารถพัฒนาและเป็นประโยชน์สูงสุดต่อกระบวนการวางแผนผังเมืองก็คือ การเข้าถึงบริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและคอมพิวเตอร์ของกลุ่มผู้มีรายได้น้อย ซึ่งเป็นกลุ่มที่ขาดการมีส่วนร่วมในกระบวนการทางผังเมืองอยู่แล้ว นอกจากการเข้าถึงที่ยังไม่ทั่วถึงแล้วความสามารถในการใช้เทคโนโลยีก็เป็นอีกอุปสรรคของการใช้ระบบช่วยตัดสินใจวางแผนและผังเมือง

ในด้านการพัฒนาระบบเองก็ยังอยู่ในระหว่างการทดลองและเพิ่มประโยชน์ใช้สอยและประสิทธิภาพซึ่งต้องการเวลาและทุนสนับสนุนอีกระยะหนึ่ง

แบบจำลองช่วยการตัดสินใจวางแผนและผังเมืองที่เหมาะสมจะพัฒนาในเมืองไทยอาจแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มคือ

1. แบบจำลองหรือระบบที่เน้นการวิเคราะห์และวางแผน ซึ่งจะประกอบด้วยเครื่องมือช่วยจำลองสภาพแวดล้อมร่างผัง และสร้างแบบจำลองเมือง
2. ระบบที่เน้นการแปลงข้อมูลให้เป็นภาพที่เข้าใจได้ง่าย และใช้ในการสื่อสาร ส่งเสริมให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้วางแผนผังเมืองและประชาชนที่ได้รับผลกระทบ

3. ระบบช่วยการตัดสินใจสำหรับผู้มีอำนาจอนุมัติโครงการหรือนโยบายให้เข้าใจทางเลือกที่ถูกเสนอ และสามารถตัดสินใจได้ดีขึ้น

4. ระบบที่เน้นการจัดการ ติดตาม และตรวจสอบแผนและผังปัจจุบัน
สิ่งที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม

การที่จะพัฒนาความเข้าใจและสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่ดีขึ้นจำเป็นต้องพัฒนาตั้งแต่ตัวข้อมูล วิธีการสร้างแบบจำลอง และทฤษฎีการจำลองเหตุการณ์ด้วย การขาดแคลนข้อมูลเชิงพื้นที่ทางสังคมศาสตร์ทำให้เราขาดแบบจำลองพฤติกรรมมนุษย์เชิงพื้นที่ ในปัจจุบันข้อมูลเหล่านี้เริ่มมีให้เห็นมากขึ้น ทำให้เริ่มมีการพัฒนาแบบจำลองด้านนี้และการทำความเข้าใจการใช้ทรัพยากรเชิงพื้นที่ที่อาจมีความสำคัญพอ ๆ กับการใช้ทรัพยากรเชิงเวลาที่มี การศึกษามานาน

อย่างไรก็ตามการจะเก็บข้อมูลที่ดีพอที่จะใช้ทดสอบทฤษฎีที่ซับซ้อนของพฤติกรรมเชิงพื้นที่ต้องมีการพัฒนาวิธีการใหม่ ๆ ดังที่กล่าวแล้วข้างต้น หากปัจจัยสำคัญบางอย่างเช่น spatial dependence หรือ spatial heterogeneity ไม่ถูกคำนึงถึงเมื่อพัฒนาแบบจำลองเพื่อการประมาณการณ์ การประมาณการณ์นั้นจะมีความคลาดเคลื่อนและก่อให้เกิดการเข้าใจที่ผิดพลาด การปรับใช้เทคนิคเศรษฐศาสตร์เชิงพื้นที่ (spatial econometric) สำหรับแบบจำลองทางเลือก (discrete choice model) มีความสำคัญต่อการพัฒนาแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ เนื่องจากจะช่วยแสดงผลกระทบที่เกิดเชิงพื้นที่ต่อแบบจำลองทางเลือกเหล่านี้

สุดท้ายการพัฒนาแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินให้ดีขึ้นต้องมีการพัฒนาทฤษฎีเศรษฐศาสตร์เชิงพื้นที่ของโครงสร้างเมืองที่สามารถอธิบายแบบแผนเชิงพื้นที่และเวลาของการย้ายถิ่น การเติบโตของการจ้างงาน การปฏิบัติการภาครัฐ และผลกระทบต่อการใช้ที่ดิน ความท้าทายอย่างแรกคือการทำความเข้าใจว่าการเลือกของแต่ละปัจเจกบุคคลที่กระจายอยู่ในพื้นที่จะสามารถกระทบต่อภาพรวมของภูมิภาคอย่างไร ต้องคำนึงถึงการวิเคราะห์ข้ามอัตราส่วน (one scale to another)

การพัฒนางานวิจัยด้านการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ต้องการความร่วมมือจากหลากหลายสาขาวิชา เศรษฐศาสตร์เป็นสาขาหนึ่งที่เป็นที่ต้องการแต่ยังไม่มีความร่วมมือพัฒนาเกิดขึ้นมากนัก ดังกล่าวแล้วข้างต้นเป็นตัวอย่างงานการพัฒนาที่นักเศรษฐศาสตร์สามารถเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของสหสาขาวิชาการวิจัยเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินนี้

จากการทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยจึงทดลองพัฒนาระบบช่วยการตัดสินใจโดยใช้ตัวอย่างข้อมูล GIS ของกรุงเทพมหานคร และเลือกปัญหาที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง

กรณีตัวอย่าง การพัฒนาระบบช่วยการตัดสินใจเพื่อกรุงเทพฯ ยั่งยืนโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมเมืองกับการเลือกวิธีเดินทางที่ใช้พลังงานต่ำ

ความสำคัญของปัญหา

ภาคการคมนาคมขนส่งเป็นภาคที่ใช้พลังงานมากที่สุดในกรุงเทพฯ (ตามข้อมูลของกระทรวงพลังงาน) ดังนั้นวิธีหนึ่งที่จะลดการใช้พลังงานในกรุงเทพฯ ลงอย่างมากคือการส่งเสริมการเดินทางขนส่งที่ใช้พลังงานต่ำหรือไม่ใช้พลังงานเลย การเดินทางด้วยจักรยานเป็นการเดินทางขนส่งที่ใช้พลังงานน้อยที่สุดคำนวณจาก Ecological footprint (โดย Vale) และไม่ใช่ น้ำมันเลย เมื่อราคาน้ำมันผันผวนอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน เมืองและผู้บริหารเมืองใหญ่อย่างกรุงเทพฯ และชาวกรุงเทพฯ เองได้เตรียมตัวรับมือกับสถานการณ์พลังงานราคาสูงน้อยอย่างไร สิ่งแวดล้อมเมืองแบบไหนที่จะส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงไปสู่

ความยั่งยืนในการคมนาคมขนส่ง การตัดสินใจเลือกนโยบายหรือดำเนินการโครงการไหนจะทำให้สถานการณ์พลังงานในเมืองดีขึ้น

วิธีการตอบปัญหาหรือตัดสินใจเลือกจัดการกับปัญหา

ในทางทฤษฎี ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นระบบที่สามารถใช้เก็บและวิเคราะห์ข้อมูลสิ่งแวดล้อมเมืองที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางขนส่งซึ่งมีความสำคัญต่อการใช้พลังงานในเมือง ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือวิเคราะห์เชิงพื้นที่ที่เมื่อใช้ร่วมกับดัชนีความเหมาะสมในการขับขี่จักรยานของพื้นที่เมืองซึ่งถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องในประเทศตะวันตก น่าจะสามารถช่วยในการตัดสินใจดำเนินการโครงการพัฒนาเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมเมือง เพื่อจุดหมายของความยั่งยืนทางพลังงานในการคมนาคมของกรุงเทพฯ ได้ โดยใช้ข้อมูลพื้นฐาน GIS ที่กรุงเทพมหานครมีอยู่ และเปิดเผยสู่สาธารณะชน ทั้งนี้มีการเก็บตัวอย่างพฤติกรรมและความเห็นของผู้ใช้จักรยานในพื้นที่กรุงเทพมหานครเพื่อการเปรียบเทียบและยืนยันคุณสมบัติเชิงพื้นที่ที่เป็นที่ต้องการของผู้ใช้จักรยานในกรุงเทพฯ กับดัชนีที่พัฒนาจากผู้ใช้จักรยานในประเทศตะวันตก

ดัชนีความเหมาะสมในการคมนาคมขนส่งโดยใช้จักรยานของพื้นที่เมืองในประเทศแถบตะวันตก (สหรัฐอเมริกา และยุโรป)

งานวิจัยในอดีตระบุว่า การใช้พื้นที่ที่หลากหลายในเมือง ระยะเดินทางระหว่างบ้านถึงจุดหมาย (ที่ทำงาน โรงเรียน ตลาด) ความหนาแน่นของประชากร, ความปลอดภัยในการจราจร, อาชญากรรมและสัตว์ร้าย, พื้นที่สีเขียวในย่านพักอาศัย, พื้นที่พักผ่อนหย่อนใจในย่านพักอาศัย, สิ่งอำนวยความสะดวกในการเดินเท้าและจักรยาน (เช่นทางเท้า ทางจักรยาน ที่นั่งพัก ที่จอดจักรยาน ห้องน้ำสาธารณะ) ภูมิประเทศ ความลาดชันของพื้นที่, แสงสว่างบนทางสาธารณะ, ความสวยงามของย่านพักอาศัย และสภาพภูมิอากาศ เหล่านี้มีผลต่อการเลือกใช้จักรยานเป็นพาหนะเพื่อการคมนาคมขนส่งของคนในเมือง

การเปรียบเทียบและการปรับใช้กับพื้นที่กรุงเทพฯ

ดัชนีข้างต้นเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับบทสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างของผู้ใช้จักรยานเดินทางในกรุงเทพฯ 40 ตัวอย่าง พบว่าในพื้นที่เมืองของกรุงเทพฯ ผู้ใช้จักรยานในการเดินทางกล่าวถึงระยะทางระหว่างบ้านถึงที่ทำงานและจุดหมายอื่นๆ เวลาที่ใช้ในการเดินทางด้วยจักรยาน (น้อยกว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางด้วยวิธีอื่น ๆ) และค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าเป็นตัวแปรสำคัญที่สุดของการเลือกวิธีการเดินทางนี้ ระยะเดินทางที่ระบุคือตั้งแต่ 500 เมตร ถึง 50 กิโลเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 18 กิโลเมตร ระยะเวลาเดินทางตั้งแต่ 10 นาทีถึง 1 ชั่วโมง 45 นาทีโดยเฉลี่ยที่ 30 นาที ทั้งนี้ผลต่อสุขภาพที่ดีได้ถูกกล่าวถึงเช่นกัน

กลุ่มตัวอย่างไม่ได้กล่าวถึงความหนาแน่นของประชากรในพื้นที่หรือเครือข่ายถนน แต่กล่าวถึงความปลอดภัยหรือความเสี่ยงต่ออาชญากรรมถ้าหากต้องขี่จักรยานผ่านพื้นที่รกร้าง นอกจากนั้นความปลอดภัยจากการจราจร (การขับขี่รถเมล์ที่อันตราย) หรือสัตว์ร้าย (สุนัขจรจัด) ได้ถูกชี้ว่ามีผลต่อการเลือกวิธีการเดินทางประจำวัน

พื้นที่สีเขียวและพื้นที่เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจและกีฬาใกล้ย่านพักอาศัยถูกกล่าวถึงในทางบวกต่อการขี่จักรยาน สิ่งอำนวยความสะดวกสาธารณะในการเดินหรือใช้จักรยาน เช่น ทางเท้าที่กว้างและไม่มีสิ่งกีดขวาง ทางจักรยาน และที่จอดจักรยานก็ถูกกล่าวถึงว่าเป็นตัวแปรของการเลือกการเดินทางด้วยจักรยาน โดยกลุ่มตัวอย่างชี้ว่าการมีทางจักรยานแยกต่างหากจากถนนจะเพิ่มความปลอดภัยจากการจราจรโดยเฉพาะจากรถเมล์สาธารณะและรถรับจ้างอื่นๆ ที่มีพฤติกรรมขับขี่ไม่ปลอดภัยและก่อให้เกิดโศกนาฏกรรมกับผู้ใช้งานร่วมถนนเป็นข่าวหลายครั้ง

สภาพภูมิประเทศไม่ได้ถูกกล่าวถึงในการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง ทั้งนี้อาจเนื่องจากกรุงเทพฯ เป็นเมืองในพื้นที่ราบจึงไม่มีผลกระทบจากสภาพภูมิประเทศเมื่อเทียบกับพื้นที่เมืองอื่นๆ ที่เป็นเขาหรือมีความสูงต่ำแตกต่างกันมาก

กลุ่มตัวอย่างกล่าวถึงแสงสว่างบนถนนสาธารณะว่าเป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย ความเสี่ยงจากอาชญากรรม การจราจร และสัตว์ร้าย

ความสวยงามของย่านที่อยู่อาศัยก็ถูกกล่าวถึงว่าเป็นตัวแปรหนึ่งของการเลือกขี่จักรยาน โดยการมีความร่มรื่นสวยงามของต้นไม้ใหญ่ให้ร่มเงาข้างทางถูกชี้ว่าเป็นตัวแปรด้านความงามอย่างหนึ่ง

สภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะอย่างยิ่งฝนถูกกล่าวถึงว่าเป็นตัวแปรที่สำคัญ แดดร้อนรุนแรง และมลภาวะทางอากาศตามเส้นทางที่ใช้ก็เป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่จะทำให้กลุ่มตัวอย่างไม่เลือกเดินทางด้วยจักรยาน

จากบทสัมภาษณ์ยังพบว่ากลุ่มตัวอย่างของผู้ใช้จักรยานในกรุงเทพมหานครคำนึงถึงการประหยัดพลังงาน โดยเฉพาะการประหยัดน้ำมันในยุคที่ราคาน้ำมันพุ่งสูงขึ้นอย่างรวดเร็วนี้ได้มีการโฆษณาประชาสัมพันธ์ในหมู่คนกรุงเทพฯ ให้หันมาเดินทางระยะใกล้โดยใช้จักรยานเพื่อการประหยัดพลังงานที่ไม่สามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่เช่น น้ำมันซึ่งอาจจะหมดโลกภายใน 50 ปีนี้

จากการเปรียบเทียบดัชนีความเหมาะสมในการคมนาคมขนส่งโดยใช้จักรยานกับบทสัมภาษณ์ทางกายภาพของเมืองซึ่งสามารถเก็บบันทึก แสดง และทำการวิเคราะห์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

เมื่อใช้ข้อมูล GIS พื้นฐานของกรุงเทพมหานครโดยจัดเส้นทางทดลองสองเส้นทางจากกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้จักรยานในการเดินทางไปทำงานในเขตบางขุนเทียน บางครุ และคลองเตย เพื่อตรวจสอบการใช้งานข้อมูล พบว่าข้อมูล GIS ของกรุงเทพมหานครสามารถแสดงการใช้พื้นที่ ระยะเดินทางถึงจุดหมาย ความหนาแน่นของประชากร และระยะทางถึงพื้นที่สีเขียวและพื้นที่เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจเท่านั้น

ข้อมูลทางกายภาพอื่นๆ ในสิบตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้การเดินทางด้วยจักรยานในเมืองเช่น สิ่งอำนวยความสะดวกในการเดินเท้าและขี่จักรยาน แสงสว่างบนถนนสาธารณะ และต้นไม้ใหญ่ให้ร่มเงา เหล่านี้ยังไม่ถูกรวบรวมไว้ในระบบฐานข้อมูลสาธารณะของกรุงเทพมหานคร

จากตัวอย่างกระบวนการพัฒนาระบบช่วยการตัดสินใจนี้ พบปัญหาของฐานข้อมูลในหน่วยงานหนึ่งซึ่งยังไม่สมบูรณ์เพียงพอต่อการตัดสินใจวางแผนหรือผังเมือง ทั้งนี้ข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมอาจมีอยู่ในหน่วยงานอื่นหรืออาจต้องสร้างขึ้นเองเพิ่มเติม จากการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติการเกี่ยวข้องกับการจัดการฐานข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนวทางการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการพัฒนาระบบช่วยในการตัดสินใจในอนาคต ดังนี้

การสร้างฐานข้อมูลเพื่อช่วยในการตัดสินใจวางแผนและผังเมือง

การสร้างฐานข้อมูล ผู้สร้างฐานข้อมูลอาจเป็นหน่วยงานท้องถิ่น หน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้องกับประชาชน พรรคการเมืองที่มีและต้องการเผยแพร่ติดตามข้อมูล บริษัทเอกชนที่เกี่ยวข้อง (เช่น บริษัทรับเหมาก่อสร้าง)

ระบบ GIS ที่ดีต้องสร้างจากกรอบของการใช้งานและเทคโนโลยีเช่น ความละเอียดของแผนที่ต้นแบบ (base map) ที่ต้องการกับงบประมาณที่มี เมื่อไหร่ที่ความละเอียดของแผนที่มีผลกระทบมาก และเมื่อไหร่ที่ไม่จำเป็น พื้นที่ไหนที่ต้องการความละเอียดสูงสุด นักผังเมืองมักต้องการข้อมูลที่สมบูรณ์เพื่อพิจารณาคาดการณ์ต่างๆ (scenario) ที่จะเกิดขึ้นจากนโยบายหรือแผนโดยเฉพาะการตัดสินใจทางผังเมืองยุคใหม่ซึ่งยึดถือข้อมูลเป็นตัวชี้้นำการตัดสินใจ แต่ในความเป็นจริงข้อมูลจำนวนมากเกินไปนั้นยากที่จะจัดการทั้งในทางเทคนิคและการเงิน สามารถจะกลายเป็นตัวถ่วงมากกว่าประโยชน์ที่จะได้รับ ทางสายกลางคือการพิจารณาข้อมูลที่มีความเป็นไปได้ที่จะสามารถเข้าถึงได้ ในทางทฤษฎี การวางแผนหมายถึงการมีหรือใช้ความรู้ที่สมบูรณ์เกี่ยวกับเหตุและผลที่เกี่ยวกับความไม่แน่นอนในอนาคต หมายถึงความรู้ที่การใช้ลดความไม่แน่นอนเหล่านั้น แต่จริงๆ แล้วเป็นขบวนการที่จะพิจารณาความสัมพันธ์ของความไม่แน่นอนจากตัวอย่างที่เราเคยประสบและสามารถคาดผลได้ ประเด็นสำคัญอยู่ที่การสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของเหตุและผล (ปัจจุบันและอนาคต) อย่างมีความหมาย ฉะนั้นการเก็บข้อมูลก็เช่นกัน

การรวบรวมข้อมูล GIS แผนที่ ข้อมูลเชิงตัวเลข และข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อการใช้งานมีรูปแบบและความละเอียดถูกต้องที่แตกต่างกันในแต่ละหน่วยงานที่เก็บข้อมูล ทั้งในรูปแบบดิจิทัล หรือกระดาษ ช่วงเวลาที่เก็บข้อมูลก็แตกต่างกันอยู่ การขอข้อมูลแม้จากหน่วยงานของรัฐด้วยกันเองติดปัญหาคือ หน่วยงานใช้เวลาแรงงานและเงินงบประมาณในการได้มาซึ่งข้อมูลเพื่อใช้ในการปฏิบัติงานของหน่วยงาน จึงถือว่าข้อมูลที่ได้เป็นของหน่วยงาน การให้ข้อมูลทั้งหมดในการใช้งานนอกหน่วยงานถ้าพบว่าข้อมูลมีความผิดพลาดมากก็จะนำมาซึ่งคำถามในประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยงานเจ้าของข้อมูล หรือหากข้อมูลละเอียดถูกต้องการให้ข้อมูลไปโดยไม่มีผลตอบแทนถึงจะเป็นการใช้งานเพื่อประโยชน์สาธารณะก็ถูกมองว่าเป็นการลดทอนอำนาจของหน่วยงานเจ้าของข้อมูล การพยายามแลกเปลี่ยนข้อมูล และใช้งานร่วมกันสร้างมาตรฐานข้อมูลเป็นทางออกที่ดีกว่าแต่ในทางปฏิบัติก็ยังติดปัญหาข้อมูล ความสำคัญ จำนวน การจัดการข้อมูลระหว่างหน่วยงาน

ทั้งนี้ข้อมูลที่จำเป็นพื้นฐานเพื่อช่วยในการตัดสินใจวางแผนหรือผังเมือง อาจประกอบด้วย 8 ส่วนคือ:

1. ทรัพยากรธรรมชาติ
2. การใช้ที่ดิน
3. โซนนิ่ง กฎหมายอาคารและเมือง
4. สังคมเมือง
 - 4.1 บริการทางสุขภาพ
 - 4.2 โอกาสในการหางาน หรือรายได้
 - 4.3 ค่าใช้จ่ายเพื่อที่อยู่อาศัย
 - 4.4 ปัญหาความยากจน, เศรษฐกิจ
 - 4.5 ความหลากหลายทางเชื้อชาติ
 - 4.6 การอยู่ร่วมกันท่ามกลางความหลากหลายทางสังคมและเชื้อชาติ
 - 4.7 ความปลอดภัยในเมือง (แสงสว่างบนถนนสาธารณะ)
 - 4.8 ความปลอดภัยในย่านอยู่อาศัย
 - 4.9 ความปลอดภัยกับคนทั่วไป
5. สิ่งแวดล้อมเมือง
 - 5.1 ความสะอาดของเมือง
 - 5.2 คุณภาพอากาศและมลพิษ
 - 5.3 คุณภาพเสียงในเมือง
6. เศรษฐกิจ (ค่าใช้จ่ายหรืองบประมาณ)
7. กายภาพ สิ่งแวดล้อม
 - 7.1 พื้นที่บริการทางวัฒนธรรม (กิจกรรมทางวัฒนธรรม)
 - 7.2 พื้นที่สาธารณะ (ตลาด ทางเท้า ลานเมือง ฯลฯ)
 - 7.3 ความสวยงามเรียบร้อยของอาคารและถนนสาธารณะ
 - 7.4 พื้นที่สีเขียว
 - 7.5 พื้นที่เพื่อการสนันทนาการ
 - 7.6 พื้นที่เพื่อการกีฬา
 - 7.7 ต้นไม้ใหญ่ให้ร่มเงา
8. การขนส่ง

- 8.1 ความถี่ของการใช้งานรถ ระบบขนส่งสาธารณะ
- 8.2 พาหนะ วิธีในการเดินทาง
- 8.3 เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (ไปทำงานหรือไปโรงเรียน)
- 8.4 คุณภาพของระบบขนส่งสาธารณะ
- 8.5 สิ่งอำนวยความสะดวกในการเดินทาง (เดินเท้าและขี่จักรยาน)

เมืองเป็นหัวใจของสังคมยุคใหม่ การทำความเข้าใจเมืองโดยใช้ข้อมูลทางกายภาพอย่างเดียวไม่เพียงพอ ในทางกลับกัน การทำความเข้าใจเมืองเพื่อจะปรับปรุง หรือสร้างเมืองที่น่าอยู่และส่งเสริมคุณภาพชีวิตของประชากรอย่างยั่งยืน ต้องประกอบด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพชีวิต ความพึงพอใจต่อการบริการสาธารณะ การขนส่ง สุขภาพ และการส่งเสริมวัฒนธรรม การมีพื้นที่สีเขียวและพื้นที่สาธารณะที่มีคุณภาพ การมีงานทำและมีบ้านอยู่อาศัยในราคาที่เหมาะสม อยู่ท่ามกลางสภาพอากาศ เสียง สิ่งแวดล้อมที่ไม่เป็นมลพิษ ดังนั้นการสร้างฐานข้อมูลเพื่อการตัดสินใจวางผังหรือแผนเมืองจึงต้องมีการเก็บข้อมูลทางกายภาพ (การขนส่ง, ที่อยู่อาศัย, การศึกษา, การส่งเสริมวัฒนธรรม) การลงทุน (งบประมาณช่วยเหลือธุรกิจขนาดกลางและขนาดเล็ก, การปรับปรุงเมืองหรือย่านเสื่อมโทรม) และทางสังคม (ความพึงพอใจต่อคุณภาพชีวิตในเมือง) ดังกล่าวข้างต้น

เอกสารเนื้อหาเพิ่มเติมที่ผู้เขียน (ผู้รับทุน) บรรยายในสัมมนาระหว่างประเทศเรื่อง “**Built-Environment Education and Urban Development: Experience of Thailand and Laos**” วันที่ 25 พฤศจิกายน ค.ศ. 2005 ณ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว (Faculty of Architecture-National University of Laos, FOAR-NUOL)

Title: ระบบช่วยการตัดสินใจวางแผน/ผังเมือง
Planning Support System: An inventory

Abstract 1:

Planning process that is believed to lead to sustainable community, city and region composes of 2 main factors:

1. planning decision for sustainable use of resources
2. stakeholders involvement in understanding and making that decision

GIS is one of the important tools to help organize resources information: making linkage between resources usage and availability visible. The tool, thus, supports sustainable decision. However, in an information age, we have, in our country of study, Thailand, underutilized ICT: especially internet to help support all stakeholders' communication and interaction. The stakeholders' involvement activities can help refine sustainable decision and bring it into action.

This paper is an inventory on what has been done to better utilized the ICT growth and development in order to make better and more sustainable decision for a city. This kind of inventory in Planning Support System is necessary to help start and accelerate PSS development in our context.

Content 1:

การกำเนิดของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตและการขยายตัวผู้ใช้ทั่วไปตั้งแต่ศตวรรษที่ 1990 ได้ชื่อว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงขนานใหญ่ของโลก มีรายงานว่าจำนวนผู้ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในสหรัฐอเมริกาเพิ่มขึ้นมากกว่า 300% ใน 5 ปี (จาก 22 ล้านคนในปี ค.ศ. 1995 เป็น 92 ล้านคนใน ค.ศ. 1999) ถึงแม้ว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของผู้ใช้งานเริ่มช้าลงหลังจากช่วงเวลานั้นแต่อัตราการเพิ่มโดยเฉลี่ยตามที่มีการคาดคะเนก็ยังอยู่ในช่วง 5-20 % ต่อปี ในภูมิภาคเอเชียอัตราการเพิ่มขึ้นของผู้ใช้อินเทอร์เน็ตก็คาดว่าจะจะเป็นแบบแผนเดียวกันนี้

การใช้งานเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเชิงธุรกิจในปัจจุบันนำมาซึ่ง การเข้าถึงเรื่องการบริการ ความร่วมมือระหว่างองค์กร การติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ประกอบการ ลูกค้า หุ่นส่วน ผู้ขายส่งวัสดุ และลูกจ้าง ในระดับที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน

ขั้นตอนของการวางแผน ผัง และการจัดการเมืองนั้น ประกอบด้วยกิจกรรมและความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน ไม่แพ้การดำเนิน ธุรกิจ ยกเว้นแต่ไม่ได้เน้นที่การผลิตสินค้าและการบริการเท่านั้น การวางแผนและการจัดการเมืองประกอบด้วย การตัดสินใจทั้งโดยปัจเจกบุคคลและโดยส่วนรวมและการตัดสินใจทั้งหมดนั้นมีผลต่อเมืองหรือแต่ละส่วนของเมือง การตัดสินใจทั้งหลายต้องการการเข้าถึงข้อมูล การติดต่อสื่อสาร การร่วมมือระหว่างประชาชนที่เป็นปัจเจกบุคคล องค์กรของรัฐ และผู้พัฒนาสังหาริมทรัพย์ ดังนั้นจะเห็นได้ว่า เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตมีแนวโน้มและคุณสมบัติที่น่าจะนำมาใช้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการวางแผนและการจัดการเมืองได้เช่นเดียวกับการนำมาใช้ในธุรกิจ

ในวงการศึกษาระดับวิจัยได้มีการพัฒนาเครื่องมือช่วยการตัดสินใจเพื่อการวางแผนผังและการจัดการเมืองที่ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสารสนเทศค่อนข้างหลากหลาย ดังจะได้กล่าวถึงบางส่วนในข้อเขียนนี้

แบบจำลองช่วยการตัดสินใจเชิงพื้นที่ (แบบจำลองขนาดเล็ก)

เครื่องมือและแบบจำลองเชิงพื้นที่ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยกลุ่มนักออกแบบเมือง โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นพื้นฐานการพัฒนา จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่าเครื่องมือที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อการนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลักคือ 1) เครื่องมือเพื่อการวิเคราะห์การใช้สอยพื้นที่โดยวิเคราะห์จากการเคลื่อนที่ของผู้ใช้ในสิ่งแวดล้อมนั้น ตัวอย่างเครื่องมือนี้ที่เป็นที่รู้จักกันบ้างแล้วในประเทศไทยคือ Space Syntax 2) เครื่องมือเพื่อการวิเคราะห์การใช้สอยพื้นที่คล้ายกับประเภทแรกแต่ใช้ความสามารถของระบบ GIS มาช่วยมากขึ้น โดยจะครอบคลุมความละเอียดตั้งแต่ 1 : 500 ถึง 1 : 2500

GIS ซอฟต์แวร์ส่วนใหญ่จะใช้เพื่อการเก็บและแสดงผลข้อมูลในเชิงพื้นที่ (Spatial Representation) แต่สิ่งที่นักออกแบบหรือวางผังเมืองต้องการคือเครื่องมือที่สามารถแสดงความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ทางเศรษฐกิจและสังคมกับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเมือง เครื่องมือที่สามารถแปลงความสัมพันธ์จากข้อมูลเชิงปริมาณผ่านแบบจำลองเมือง เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ การพัฒนาคุณสมบัติใหม่ใน GIS สำหรับการออกแบบเมืองจึงเกิดขึ้นและส่วนที่ถูกพัฒนาเพิ่มพอสสมควรคือระบบการเคลื่อนที่ของผู้ใช้พื้นที่ (Movement System) และระบบร่างผังเมือง (Sketch Planning) ซึ่งประโยชน์จากเทคโนโลยีการจำลองภาพ 3 มิติ (CAD) การใช้สื่อลักษณะต่าง ๆ (ภาพและเสียง)

การใช้เทคโนโลยีและระบบที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้เป็นการต่อยอดเทคโนโลยี GIS ซึ่งสามารถช่วยให้ขั้นตอนกระบวนการออกแบบและวางผังเมืองโดยการให้ประชาชนมีส่วนร่วมเป็นไปอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้การแจกจ่ายข้อมูลทั้งก่อนและหลังการวิเคราะห์ก็เป็นตัวแปรสำคัญของกระบวนการและความสำเร็จของการออกแบบและวางผังเมืองที่ไม่สามารถมองข้ามด้วย

ในปี ค.ศ.1980 และช่วงต้นของปี ค.ศ.1990 มหาวิทยาลัยลอนดอน (UCL) ได้พัฒนาแบบจำลองวิเคราะห์การใช้พื้นที่ โดยดูจากระบบของถนน การเข้าถึงพื้นที่ และการเคลื่อนที่ของผู้ใช้พื้นที่ ระบบแบบจำลองนี้เรียกว่า Space Syntax ในช่วงเวลาเดียวกันการพัฒนาแบบสร้างภาพ 3 มิติ (3D Sketching) โดยใช้เทคโนโลยี CAD (Computer Aided Design) ได้ถูกริเริ่มขึ้นเพื่อต่อยอด GIS ที่ยังใช้ภาพและข้อมูล 2 มิติเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้การพัฒนามีจุดประสงค์ที่จะแสดงความสัมพันธ์ของอาคารกับพื้นที่ตั้งและสิ่งแวดล้อมโดยรวม

แบบจำลองการเคลื่อนที่ของผู้ใช้พื้นที่ (Movement Modeling) และ Space Syntax

จากทฤษฎีของเมืองที่เชื่อว่าเมืองเป็นระบบที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ของสิ่งต่าง ๆ และเมืองจะเกิดการใช้สอยที่ดีก็ต่อเมื่อความสัมพันธ์นั้นมีความต่อเนื่องที่ดี ตัวอย่างเช่น อาคารในเมืองมีเพื่อ ให้คนในเมืองอยู่อาศัยและประกอบกิจกรรมร่วมกันเพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจ หรือคุณภาพชีวิต ระบบความสัมพันธ์ที่เป็นโครงข่ายนี้ถูกพัฒนาขึ้นจาก Graph Theory จะเห็นได้ว่าแบบจำลองการขนส่งทั้งหลายจะถูกพัฒนา หรือออกแบบบนพื้นฐานเดียวกันที่ว่าด้วยการหมุนเวียนของ การขนส่งหลาย ๆ ชนิดที่เกิดขึ้นบนโครงข่ายหลัก ๆ และการออกแบบการขนส่งก็เพื่อการเปลี่ยนถ่ายโครงข่ายและจะไม่เกี่ยวกับชนิดหรือวิธีการของการขนส่งนั้น ระบบความสัมพันธ์ที่เป็นโครงข่ายนี้มีอยู่ในระบบสังคมและเศรษฐกิจซึ่งรวมถึงการแลกเปลี่ยน และการใช้ตลาด เมื่อมองระบบนี้ในแง่ของการออกแบบเมือง ที่ตั้ง ขนาดอาคาร และการเข้าถึง จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อมี อาคารหรือสิ่งก่อสร้างใหม่เกิดขึ้น

Space Syntax คือซอฟต์แวร์ที่ถูกออกแบบให้คิดคำนวณการเข้าถึงพื้นที่ในเมืองโดยพิจารณาการเชื่อมต่อของถนนในเมืองนั้น ปัจจุบันมีกลุ่มนักวิจัยไทยที่จบการศึกษาจาก UCL (University College of London) ได้นำซอฟต์แวร์และวิธีคิดวิเคราะห์การใช้สอยพื้นที่ในเมืองนี้มาศึกษาเมืองหลายเมืองในประเทศ โดยประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

แบบร่างผังเมือง (Sketch Planning) จำลองการเดินเท้า (Pedestrian Flows) และ StarLogo

StarLogo คือ agent-based software สร้างขึ้นโดย Media Lab สถาบัน MIT ซอฟต์แวร์นี้มีคุณสมบัติของการสร้างภาพร่างของผัง (Sketch Planning) ซึ่งเป็นเครื่องมือจำเป็นในการออกแบบและทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลอย่างรวดเร็ว ๆ ได้มีกลุ่มนักวิจัยได้ทดลองนำ ซอฟต์แวร์นี้มาตั้งคำถามให้จุดที่แสดงในซอฟต์แวร์เป็นตัวแทนของคนเดินถนนในเมือง ซึ่งจะมีปฏิกริยาหรือ

ปฏิสัมพันธ์กับ พื้นที่หรือวัตถุที่มีคุณสมบัติต่าง ๆ กัน แตกต่างกันไปตัวอย่างเช่น เมื่อคนเดินซื้อของบนถนนเลือกเข้าร้านขายของในเวลาและพลังงานที่จำกัด เมื่อผู้วิจัยกำหนดกฎต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของร้านค้า ที่ตั้ง เวลา และพลังงานของผู้เดิน ซอฟต์แวร์จะช่วยสร้างแบบร่างและคำนวณแบบจำลองการเคลื่อนที่ของผู้เดินซื้อของ

แบบจำลองช่วยการตัดสินใจระดับเมือง (แบบจำลองขนาดใหญ่)

What if? ระบบช่วยในการวางแผนและผัง

ในวงการวางแผนเมืองและผังภาคที่ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ในการทำงานและการศึกษาได้เรียนรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงอันเป็นพื้นฐานที่สำคัญสองประการคือ ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก ราคาที่ถูกลง และความง่ายในการใช้งานของโปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ กับข้อมูลที่ใช้อ้างอิงด้านพื้นที่มีครอบคลุมกว้างขวางมากยิ่งขึ้น ทำให้ข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นเป็นเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับงานวางแผนและผัง อย่างเช่นการตรวจสอบการใช้ที่ดิน การบังคับใช้และติดตามตรวจสอบข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องในการพื้นที่ แต่ข้อมูลสารสนเทศเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อความต้องการในการวางแผนและผังในปัจจุบัน ทำให้นักวางแผนมีความสนใจในการสร้างแบบจำลองคอมพิวเตอร์กระตุ้นให้เกิดการพัฒนากระบวนการช่วยสนับสนุนการวางแผนและผังโดยรวมการทำงานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เข้ากับระบบสร้างแบบจำลองและการสร้างภาพในคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน

นักวางแผนในปัจจุบันเริ่มจะเปลี่ยนวิธีในการวางแผนจากการวางแผนและผังเพื่อเอาใจประชาชนเพื่อให้เกิดความร่วมมือ มาเป็นการวางแผนและผังร่วมกับประชาชน ความพยายามนี้มีในรูปแบบต่าง ๆ เช่นยุทธวิธีในการระดมวิสัยทัศน์และความคิดเห็น อาสาสมัครร่วมวางแผนและผัง และการร่วมกับชุมชนในลักษณะต่าง ๆ เพื่อช่วยกันวางแผนและหาข้อสรุป ความพยายามเหล่านี้ได้นำประชาชนที่เกี่ยวข้องและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมดเข้ามาร่วมอยู่ในกระบวนการวางแผนและผังเพื่อช่วยกันกำหนดแนวทาง ลำดับความสำคัญและความจำเป็นที่ต้องการ ร่วมตรวจสอบและพิจารณาทางเลือกการพัฒนาต่าง ๆ ที่มีกำหนดเกณฑ์หรือข้อกำหนดที่เป็นมาตรฐานเพื่อประเมินผลการพัฒนาที่เกิดขึ้น

What if? เป็นระบบช่วยการตัดสินใจในการวางแผนและผังด้วยการทำงานปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานที่ชุมชนได้พัฒนาไว้เพื่อรองรับใช้งานในพื้นที่ ตัวโปรแกรมสามารถปรับให้เข้ากับข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ความต้องการ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ที่มีอยู่และนำเสนอผลที่ได้เป็นแผนที่และรายงานที่ง่ายต่อการเข้าใจ

ด้วยแนวคิดในการวางแผนและผังร่วมกับชุมชน โปรแกรม What if? มีเครื่องมือช่วยอำนวยความสะดวกบนคอมพิวเตอร์ที่เป็นระบบเปิดที่ช่วยให้ชุมชนเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กับกระบวนการวางแผนและผัง มีการถกเถียงและหาข้อสรุป โดยการให้ข้อมูล เทคนิควิเคราะห์เงื่อนไข ซึ่งสามารถใช้สนับสนุนนโยบายสาธารณะที่เกี่ยวข้อง และสร้างความชัดเจนให้กับนโยบายที่ตรงข้าม การนำเสนอสาธารณะเข้ามาสู่กระบวนการวางแผนและผังโดยตรงยังช่วยควบคุมให้เกิดความรอบคอบแก่ผู้เชี่ยวชาญและการเมืองภายใน ลดความแตกต่างทางความรู้ระหว่างผู้เชี่ยวชาญและคนทั่วไปทำให้ชุมชนเกิดความรู้สึกรู้ถึงความเป็นเจ้าของในผังและข้อกำหนดที่ตนร่วมพัฒนาขึ้น

ลักษณะทั่วไปของระบบ

What if? ไม่พยายามที่จะคาดการณ์เหตุการณ์ที่เป็นจริงในอนาคต แต่มันเป็นเครื่องมือวางแผนจากข้อกำหนดของแนวนโยบายที่ชัดเจนที่สามารถใช้กำหนดว่าจะอะไรจะเกิดขึ้นถ้ามีความชัดเจนในกรอบนโยบายที่เลือกและสมมุติฐานที่เกี่ยวข้องในอนาคตมีความถูกต้องทางเลือกนโยบายที่สามารถนำมาพิจารณาในแบบจำลองนี้ได้ทั้ง การขยายตัวของระบบ โครงสร้างพื้นฐาน การนำทางเลือกการใช้ที่ดิน และผังข้อบังคับการใช้พื้นที่มาใช้ การกำหนดพื้นที่ที่เกษตรหรือการป้องกันพื้นที่โล่งว่าง สมมุติฐานในอนาคตที่น่าพิจารณาในแบบจำลองรวมถึง แนวโน้มประชากรและลูกจ้างในอนาคต การคาดคะเนรูปแบบครัวเรือนและความหนาแน่นที่เกิดจากการพัฒนา

What if? เป็นแบบจำลองที่มีการทำงานแบบ “bottom-up” เริ่มจากขนาดที่ดินหรือพื้นที่เหมือน ๆ กันหรือ uniform analysis zones (UAZs) ใส่ข้อมูลทางเลือกนโยบายต่าง ๆ ไว้ในหน่วยเหล่านี้ กำหนดความต้องการการใช้พื้นที่ และข้อมูลอื่น ๆ ในพื้นที่ (แนวโน้มการเติบโตประชากร และการจ้างงาน) UAZs คือสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นจากข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ ที่ผู้ใช้ป้อนให้ มีลักษณะเหมือนกันเมื่อพิจารณาจากแบบจำลอง เช่น ตำแหน่งทั้งหมดใน UAZs มีความลาดชันเดียวกัน จะอยู่ในเขตพื้นที่เดียวกัน มีข้อกำหนดการใช้พื้นที่ซึ่งเหมือนกัน และอยู่ห่างจากทางสัญจรหลักเท่ากัน

UAZs สร้างด้วยการวางซ้อนกันของชั้นข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยรวมข้อมูลจำเป็นที่มีความสภาพแวดล้อมธรรมชาติ และที่มนุษย์สร้างขึ้น (ถนนสายหลัก ท่อระบายน้ำใต้ดิน ระบบท่อประปา) ในพื้นที่ศึกษา ในชั้นของแผนผังสามารถบรรจุข้อมูลทางธรรมชาติ (ความลาดชัน ลักษณะดิน และภูมิทัศน์) โครงสร้างพื้นฐานที่มีและที่จะสร้างขึ้น (ทางแยกหรือถนนสายหลัก และระบบระบายน้ำ) และการควบคุมการใช้ที่ดินเช่นเขตอนุรักษ์และผังการใช้ที่ดิน

What if? สร้างรูปแบบการใช้ที่ดินในอนาคตโดยการหาคุณภาพอุปสงค์และอุปทานของความเหมาะสมการใช้ที่ดินกิจกรรมที่แตกต่างกันในแต่ละทำเล ภาพถ่ายเลือกของพื้นที่ในอนาคตเห็นได้จากการกำหนดขอบเขตทางเลือกการเจริญเติบโตและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เช่น แนวโน้มของสภาพแวดล้อมสามารถบอกได้จากผลต่อเนื่องของนโยบายการพัฒนาในปัจจุบัน การป้องกันสภาพแวดล้อมอาจพิจารณานโยบายจำกัดการเจริญเติบโตที่เข้มงวดในพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรรม สภาพเหตุการณ์ที่สร้างขึ้นจะแสดงให้เห็นถึงสิ่งที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ที่ยอมให้การเจริญเติบโตดำเนินต่อไปจนถึงขีดจำกัดของระดับความหนาแน่นสำหรับการพัฒนาในพื้นที่นั้น ข้อมูลมูลฐานและสภาพเหตุการณ์รูปแบบอื่น ๆ สามารถปรับให้เหมาะกับทางเลือกหลายแนวทางที่เป็นไปได้ในอนาคต

What if? เหมาะกับพื้นที่ซึ่งได้รับผลจากความเป็นเมืองอย่างรวดเร็ว เต็มไปด้วยปัญหาความแออัดการจราจร โครงสร้างสาธารณูปโภคพื้นฐานไม่พอเพียง สูญเสียพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่เปิดโล่ง พื้นที่เพิ่งได้รับการพัฒนาเผชิญปัญหาที่ซับซ้อนต่าง ๆ ในการฟื้นฟูและนำกลับมาใช้ใหม่ที่ยากต่อการสร้างแบบจำลองในคอมพิวเตอร์ พื้นที่รอบเขตเมืองที่ประสบภาวะการเติบโตอย่างรวดเร็วจนไม่สามารถควบคุมความเป็นเมืองและอุตสาหกรรมได้ทำให้เป็นปัญหาด้านการจัดการและงบประมาณ สุดท้ายนี้ What if? มีประโยชน์ในการช่วยส่งเสริมประชาสัมพันธ์แก่สาธารณะและรวบรวมข้อมูลการตัดสินใจในพื้นที่ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วเช่นนี้

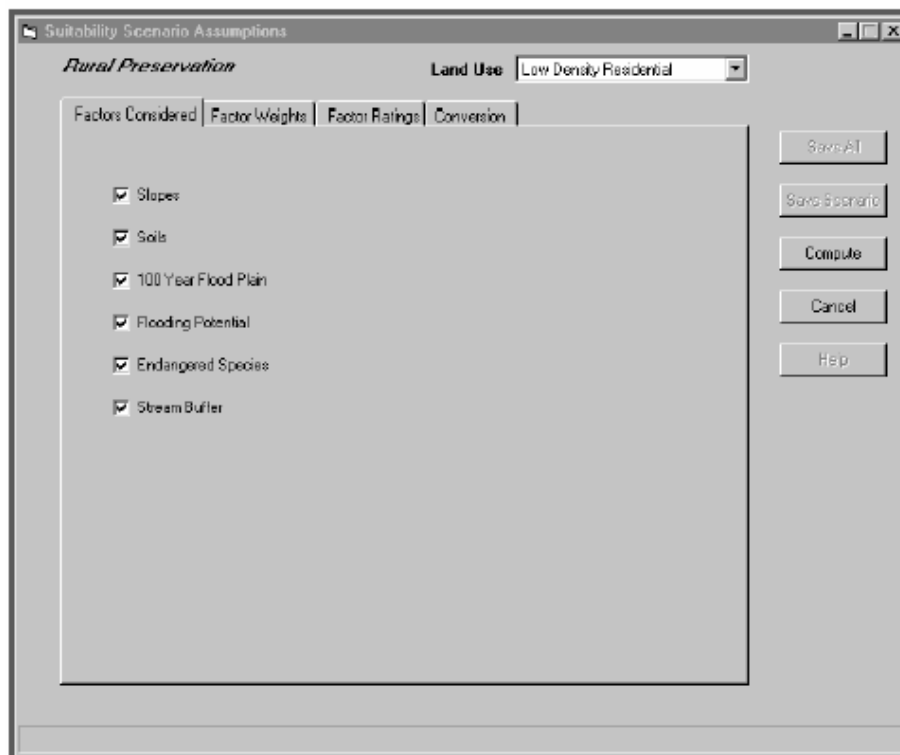
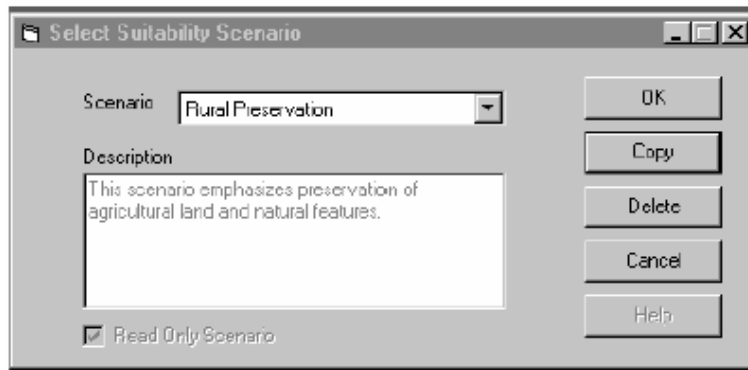
What if? ถูกพัฒนาด้วยโปรแกรม Microsoft Visual Basic และ ESRI MapObjects ตัวโปรแกรมได้รวมแนวคิดการจากโปรแกรมแบบจำลองคอมพิวเตอร์หลายตัวเช่น โปรแกรมแบบจำลอง California Urban Futures (CUF) และ Sandiogo Association of Governments Sophisticated Allocation Process (SOAP) อย่างไรก็ตามจุดเด่นของ What if? คือความสามารถสะดวกในการเคลื่อนย้ายของระบบ (portable system) ซึ่งสามารถปรับใช้ได้กับข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และนโยบายต่าง ๆ ได้

วิธีการสร้างแบบจำลอง

What if? มีส่วนประกอบหลัก 3 อย่างคือ Suitability (ความเหมาะสมพื้นที่), Growth (ความเติบโตพื้นที่), Allocation (การจัดสรรพื้นที่) ซึ่งรวมลักษณะทั้ง 3 อย่างของขบวนการออกแบบวางแผนการใช้และการพัฒนาที่ดิน โดยที่ Suitability พิจารณาการจัดหาพื้นที่ (เช่น รูปทรงและที่ตั้งพื้นที่ซึ่งเหมาะสมกับความต้องการเพื่อการอยู่อาศัยในอนาคต) ส่วน Growth พิจารณาความต้องการการใช้พื้นที่ (เช่น จำนวนพื้นที่ที่ต้องการสำหรับประชาชนอยู่อาศัยและการขยายตัวทางธุรกิจในอนาคต) อันสุดท้าย Allocation พิจารณาทั้งสองอย่างโดยการจัดสรรความต้องการ โครงการ (ที่ถูกกำหนดโดยจาก Allocation) ไปยังพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุด (ที่ถูกกำหนดโดยส่วน Suitability) เพื่อกำหนดรูปแบบที่ดินอนาคต ขบวนการสร้างแบบจำลองจากส่วนประกอบทั้งสามมีรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของการใช้พื้นที่

ขั้นตอนแรกในการใช้โปรแกรม What If? คือการวิเคราะห์ความเหมาะสมของการใช้พื้นที่โดยโปรแกรมใช้มาตรฐาน “การให้น้ำหนักและการให้คะแนน” ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลามากหากไม่ใช้โปรแกรมและการคำนวณทางคอมพิวเตอร์เข้าช่วย การวิเคราะห์ความเหมาะสมของการใช้พื้นที่นี้สามารถใช้วิเคราะห์กับทั้งพื้นที่เดิม ที่มีการใช้พื้นที่แล้วและพื้นที่ใหม่ โดยผู้ใช้สามารถเลือกวัตถุประสงค์หรือเหตุการณ์ที่จะใช้พื้นที่จากตัวเลือกใน โปรแกรม จากนั้นโปรแกรมจะแสดงแบบฟอร์มการวิเคราะห์ความเหมาะสมเฉพาะของเหตุการณ์นั้น ๆ



รูปที่ 1 Specifying Suitability Scenario Assumptions (การกำหนดข้อสมมุติของเหตุการณ์ที่เหมาะสม)

หน้าต่างของ Suitability Assumptions ประกอบด้วย 4 แท็บตัวเลือก แสดง 4 ขั้นตอนของกระบวนการวิเคราะห์หาความเหมาะสมโดย (1)กำหนดตัวแปรของความเหมาะสม (2)กำหนดตัวแปรของน้ำหนัก (3) กำหนดตัวแปรที่เหมาะสมเรื่องคะแนน (4) กำหนดข้อกำหนดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ขั้นตอนทั้งสี่อธิบายโดยย่อดังนี้

กำหนดตัวแปรด้านความเหมาะสม

ในแถบแรก Factors Considered มีกลุ่มตัวเลือกที่ใช้กำหนดตัวแปรที่ผู้รู้สีกว่าต้องพิจารณาในการกำหนดความเหมาะสมของการใช้พื้นที่หนึ่ง ๆ ผู้ใช้โปรแกรมจะต้องเลือกตัวแปรที่จะใช้ในการวิเคราะห์จากตัวแปรทั้งหมดที่โปรแกรมเสนอให้ในขั้นแรกของการวิเคราะห์ความเหมาะสมของการใช้พื้นที่ทางเลือกแต่ละแห่งสำหรับวัตถุประสงค์หรือเหตุการณ์ที่ต้องการ ตัวแปรที่ผู้ใช้สามารถเลือกได้จะขึ้นอยู่กับข้อมูลที่มีอยู่ของพื้นที่ที่จะวิเคราะห์และข้อมูลของธรรมชาติเช่น ความลาดชัน ชั้นดิน คุณสมบัติดิน พื้นที่เสี่ยงภัย เป็นต้น การวิเคราะห์การใช้พื้นที่ที่ต่างกันควรเลือกตัวแปรที่ต่างกันด้วย เช่น คุณสมบัติของชั้นดินอาจเป็นตัวแปรที่สำคัญในการเลือกพื้นที่สำหรับอาคารพาณิชย์และอาคารสำนักงานขนาดใหญ่ แต่ไม่ใช่ตัวแปรสำหรับการเลือกพื้นที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย เป็นต้น

การกำหนดตัวแปรเกี่ยวกับน้ำหนัก

ในแถบที่ 2 เรียกว่า Factor Weights มีรายละเอียดตัวเลือกที่เหมาะสมเกี่ยวกับการให้น้ำหนัก (เช่น ตัวเลขแสดงค่าความสัมพันธ์ที่สำคัญของตัวแปรที่แตกต่างกันเพื่อกำหนดความเหมาะสมการใช้ที่ดินในพื้นที่ซึ่งแตกต่างกันไป) อย่างเช่น ตัวแปรความลาดชันให้น้ำหนักเป็น 2 และบริเวณพื้นที่ดินที่มีอินทรีย์สารอาจให้น้ำหนักเท่ากับ 1 เพื่อแสดงให้เห็นว่าความลาดชันมีความสำคัญเป็น 2 เท่าของอินทรีย์สารในดินในการกำหนดความเหมาะสมในการใช้ที่ดินเฉพาะอย่าง น้ำหนักจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1(ต่ำ) ถึง 3(สูง)

การกำหนดตัวแปรการจัดลำดับ

Factor Ratings ในแถบที่ 3 ประกอบด้วยรายละเอียดซึ่งใช้กำหนดลำดับความสำคัญภายในตัวแปรความเหมาะสม (เช่น ความแตกต่างความลาดชัน >5%, 5%-10%, ฯลฯ) ตัวแปรการจัดลำดับ คือค่าตัวเลขซึ่งชี้ความสัมพันธ์ความเหมาะสมของทำเลที่มีปัจจัยเฉพาะสำหรับการใช้ที่ดินบางกรณี (ความเหมาะสมของที่ตั้งที่มีความลาดชันแตกต่างกันเพื่อเป็นที่ตั้งของย่านพักอาศัยที่มีการพัฒนาต่ำ) มีการให้ค่าตัวแปร 6 ระดับ จาก 5(สูง) ถึง 1(ต่ำ) และ 0(ยกเว้น) ค่า 0 แสดงถึงบริเวณที่การพัฒนาจะถูกละเว้น เช่น ผู้อาศัยอาจกำหนดให้การพัฒนาย่านพักอาศัยไม่ควรมีในบริเวณที่พื้นที่มีความลาดชันเกินร้อยละ 20

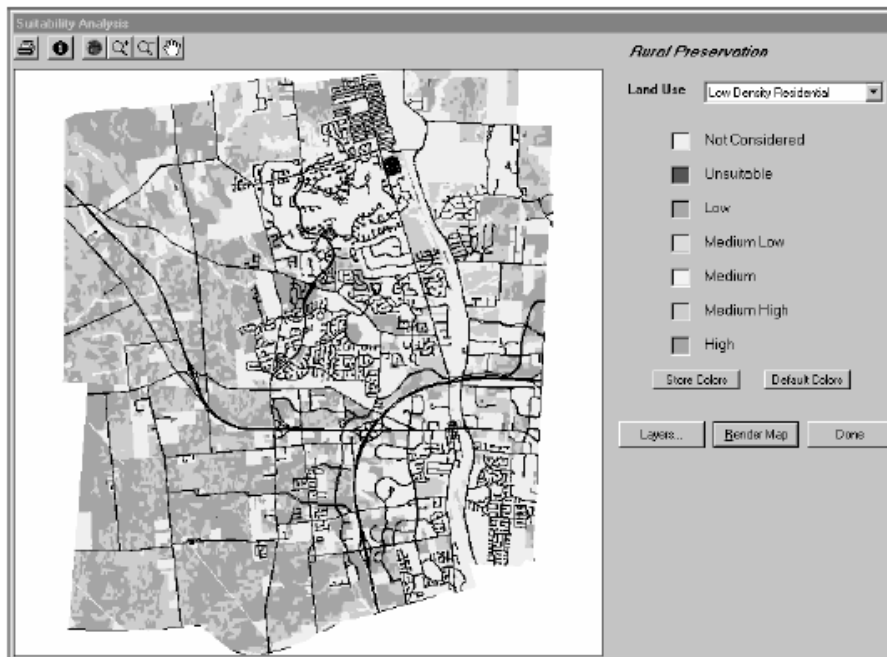
กำหนดการแปลงการใช้ที่ดิน

Conversion ในแถบที่ 4 ใช้กำหนดการใช้ที่ดินที่อาจถูกเปลี่ยนการใช้อย่างเดิม (เกษตรกรรม) ไปเป็นการทำงานอย่างอื่น ๆ (ที่อยู่อาศัยความหนาแน่นต่ำ) ถ้าไม่มีการกำหนดพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนการใช้ที่ดิน โปรแกรมจะเลือกพื้นที่ซึ่งยังไม่ได้รับการพัฒนา

ตัวแปรความเหมาะสม ค่าตัวแปร น้ำหนักตัวแปร และบริเวณที่อนุญาตให้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ ตัวแปรการใช้ที่ดินเหล่านี้จะถูกนำมาวิเคราะห์ เมื่อป้อนข้อมูลเหล่านี้แล้วผู้ใช้สามารถคลิกปุ่ม Compute ที่เห็นในรูปที่ 1 แล้วโปรแกรมจะคำนวณค่าตัวแปรในแต่ละหน่วยของ UAZ ผลลัพธ์ที่ได้ของค่าความเหมาะสมจะแสดงความสัมพันธ์ความเหมาะสมแต่ละ UAZ สำหรับแต่ละการใช้พื้นที่เมื่อตัวแปรความเหมาะสมทั้งหมดได้ถูกพิจารณา

แบบจำลองจะสร้างชุดของแผนที่แสดงความสัมพันธ์เหมาะสมความของการใช้ที่ดินแต่ละอย่างในทำเลที่แตกต่างกัน ดังรูปที่

2



รูปที่ 2 แผนที่แสดงความเหมาะสมของสภาพเหตุการณ์

การคาดการณ์ความต้องการใช้พื้นที่

ในโปรแกรม What if? จะพิจารณาความต้องการพื้นที่โดยแปลงความต้องการการใช้ที่ดินใน 5 กลุ่มหลัก คือ พื้นที่เพื่อ

ที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรม พาณิชยกรรม พื้นที่อนุรักษ์ และความต้องการเฉพาะของท้องถิ่น มาเป็นความต้องการพื้นที่ในอนาคต ความต้องการพื้นที่จะถูกคาดการณ์เป็น 5 ช่วงเวลาเพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนและวางแผนการพัฒนาอย่างเป็นขั้นเป็นตอนโดยใช้ทั้งรูปแบบการพัฒนาที่เป็นอยู่และการเพิ่มประสิทธิภาพของสาธารณูปโภคและสาธารณูปการในอนาคตเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการคาดการณ์ความต้องการพื้นที่

ขั้นตอนของการคาดการณ์ความต้องการพื้นที่เริ่มด้วยการเลือกสถานการณ์การเติบโตของเมืองหรือพื้นที่ศึกษาจากตัวเลือกมาตรฐานที่มีไว้ในโปรแกรม ซึ่งสามารถเข้าไปเปลี่ยนแปลงแก้ไขในรายละเอียดได้ เมื่อได้เลือกและปรับสถานการณ์เติบโตแล้ว โปรแกรมจะแสดงผลข้อสมมุติฐานการเติบโตขึ้น โดยจะแยกย่อยเป็นข้อสมมุติฐานของความต้องการพื้นที่ 5 ประเภทดังกล่าวข้างต้น

Growth Scenario Assumptions

Trend

Residential | Industrial | Commercial | Preservation | Local

Households | Housing

Regional Households

	Year	Number of Households
☐ State Data Center		
☒ Trend	1995	360,000
	2000	366,460
☐ High Probable	2010	371,500
☐ Low Probable	2020	375,540
☐ Very Low Probable		

Share of Regional Households

	Year	Percentage
☒ Trend		
☐ High Probable	1995	13.3
	2000	14.8
☐ Low Probable	2010	16.6
	2020	18.6

Buttons: Save All, Save Scenario, Compute, Cancel, Help

Progress: _____

รูปที่ 3 การกำหนดสมมุติฐานความต้องการที่อยู่อาศัย

ขบวนการในการกำหนดสมมุติฐานและการวิเคราะห์การเติบโตมีดังนี้

คำนวณความต้องการที่อยู่อาศัย

ในแถบ Residential มีแถบย่อย 2 อัน อันแรก ผู้ใช้โปรแกรมสามารถเลือกการคาดการณ์ที่ใกล้เคียงที่สุดจาก 5 สถานการณ์ที่โปรแกรมคำนวณจำนวนของครอบครัวในอนาคต และคาดการณ์ตัวเลขนี้เป็น 5 ช่วงเวลา แถบที่สองใช้กำหนดสมมุติฐานหน่วยที่อยู่อาศัยใหม่ รวมถึง (1) วิเคราะห์รูปแบบที่อยู่อาศัยสำหรับการสร้างใหม่ (2) ความหนาแน่นที่อยู่อาศัยแต่ละรูปแบบ (3) ขนาดเฉลี่ยครัวเรือนในแต่ละรูปแบบของที่อยู่อาศัย (4) อัตราการว่างของที่พัก (5) สัดส่วนที่อยู่อาศัยเดิมที่เสียหายจากการทำลาย ไฟไหม้ ฯลฯ ในแต่ละช่วงเวลาที่มีการคาดการณ์ แบบจำลองใช้ค่าที่กำหนดของทั้งสองแถบตัวเลือกเพื่อคำนวณการคาดการณ์ความต้องการพื้นที่ที่อยู่อาศัยในแต่ละช่วงเวลา

คำนวณความต้องการพื้นที่ธุรกิจ

ในแถบ Industrial และ Regional ใช้กำหนดสมมุติฐานเพื่อหาความต้องการเขตการใช้ที่ดิน ในรูปที่ 4 แถบ Industrial ให้ผู้ใช้เลือกกระหว่างแผนพัฒนาที่ได้ทำแล้วของการจ้างงานรวมภายในพื้นที่ของแต่ละช่วงปี ที่ผู้ใช้ต้องกำหนด (1) พื้นที่เฉลี่ยต่อลูกจ้าง (2) อัตราส่วนต่อพื้นที่ของอุตสาหกรรม (FAR) (3) อัตราว่างของการใช้พื้นที่แต่ละอุตสาหกรรม ส่วนแถบ Regional ก็มีลักษณะคล้ายกันโดยมีให้ 5 รูปแบบแตกต่างกันของการพัฒนาพาณิชยกรรม (เช่น ร้านค้า สำนักงาน และกลุ่มใช้งานผสมผสาน) ค่าที่กำหนดในทั้งสองแถบนี้ใช้คำนวณการคาดการณ์ความต้องการการใช้พื้นที่ของอุตสาหกรรมและพาณิชยกรรมในแต่ละช่วงปี

การคำนวณความต้องการพื้นที่อนุรักษ์

ในแถบหน้าต่าง Preservation ให้ผู้ใช้กำหนดขนาดจำนวนพื้นที่ซึ่งควรอนุรักษ์ไว้เพื่อรักษาสภาพแวดล้อม เช่นพื้นที่เกษตร พื้นที่ป่า พื้นที่โล่งว่าง ค่าเหล่านี้จะถูกนำไปพิจารณาพร้อมกับค่าความต้องการใช้พื้นที่ด้านอื่น ๆ

การคำนวณความต้องการท้องถิ่น

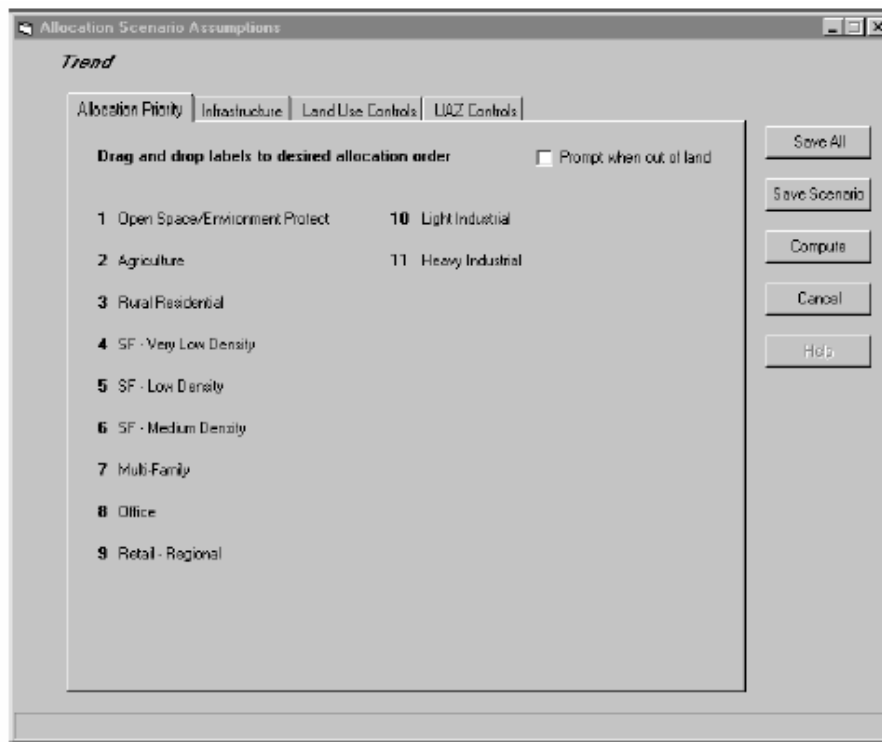
แถบตัวเลือก Local มีตัวเลือกให้ผู้ใช้กำหนดปริมาณพื้นที่ซึ่งต้องใช้ต่อทุกพันครัวเรือนที่เกิดใหม่ซึ่งทำเลเลขนาขึ้นอยู่กับประชาชนในท้องถิ่นที่จะกำหนด สิ่งเหล่านี้รวมถึงที่จอดรถ พื้นที่นันทนาการ ร้านค้าชุมชน และการใช้งานสาธารณะและกิจสาธารณะที่จำเป็น การกำหนดมาตรฐานการใช้พื้นที่แต่ละท้องถิ่นขึ้นกับนโยบายการปกครองแต่ละท้องถิ่น

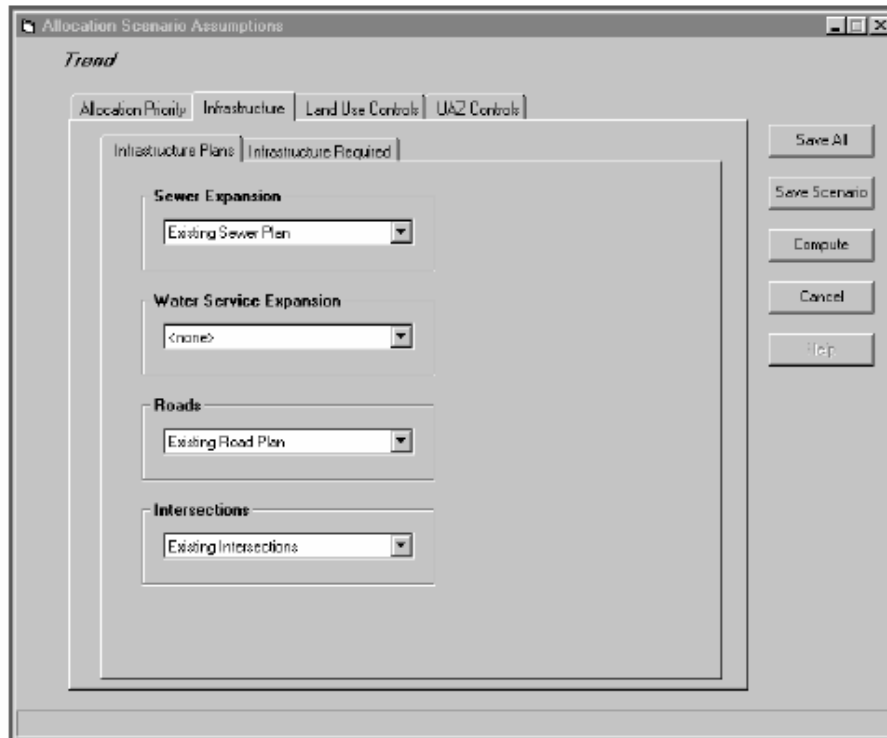
เมื่อป้อนข้อมูลที่ต้องการทั้งหมดให้แบบฟอร์มการคาดการณ์การเติบโต ผู้ใช้ก็กดปุ่ม compute ในรูปที่ 3 เพื่อให้โปรแกรมคำนวณความต้องการในแต่ละช่วงปีสำหรับการใช้พื้นที่แต่ละรูปแบบ

การจัดสรรความต้องการการใช้พื้นที่

What if? คาดการณ์รูปแบบการใช้พื้นที่ในอนาคตโดยกำหนดความต้องการการใช้พื้นที่ซึ่งได้รับจากสมมุติฐานการเติบโตในทำเลที่แตกต่างกันบนพื้นฐานความสัมพันธ์ความเหมาะสมที่ถูกกำหนดด้วยสมมุติฐานสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมซึ่งผู้ใช้ได้เลือกขึ้นอย่างเช่น ความต้องการพื้นที่พักอาศัยความหนาแน่นค่าจะถูกกำหนดเป็นลำดับแรกลงบนพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุด จากนั้นค่อยเลือกทำเลที่เหมาะสมรองลงมา จนกระทั่งการคาดการณ์ความต้องการที่พักอาศัยทั้งหมดในช่วงปีนั้นเป็นที่พอใจ และถ้าต้องการควบคุมการเติบโต ผู้ใช้สามารถเลือกใช้การควบคุมการใช้ที่ดิน (ผังการใช้ที่ดิน และกฎเกี่ยวกับพื้นที่) และผังโครงสร้างพื้นฐาน ผู้ใช้จะได้รับการเตือนให้ทราบถ้าพื้นที่ที่มีอยู่ไม่เพียงพอต่อความต้องการ โครงการ ถ้าเกิดขึ้นผู้ใช้สามารถปรับค่าความเหมาะสม การเติบโต หรือกำหนดสมมุติฐานของเหตุการณ์ใหม่ (เช่น ป้อนข้อกำหนดความเหมาะสมพื้นที่ ยอมให้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่บางส่วน หรือเพิ่มความหนาแน่นให้กับการพัฒนา)

กระบวนการกำหนดการเติบโตเริ่มด้วยการเลือกค่าความเหมาะสมและสภาพเหตุการณ์การเติบโต ผู้ใช้จะรับรู้ด้วยแบบฟอร์ม Allocation Assumptions ดังรูปที่ 4 ซึ่งประกอบด้วย 5 แถบตัวเลือกใช้กำหนดสมมุติฐานที่บอกถึงการเติบโตที่อยู่ในเหตุการณ์





รูปที่ 4 กำหนดสมมติฐานในการจัดสรรพื้นที่

ในแถบแรกที่มีชื่อ Allocation Priority ใช้จัดลำดับความต้องการใช้พื้นที่แต่ละ โครงการในการคาดการณ์แต่ละช่วงปี (เช่นความต้องการใช้พื้นที่ที่ต้องใช้ก่อน ความต้องการใช้พื้นที่อันดับต่อมา ฯลฯ) รายการลำดับความสำคัญการจัดสรรพื้นที่สามารถปรับเปลี่ยนได้โดยการเลือกที่ตัวอักษรที่ระบุการใช้พื้นที่แล้วลากไปยังตำแหน่งที่ต้องการ เช่นในรูปที่ 4 ผู้ใช้เห็นว่า Agriculture ควรเป็นตัวเลือกลำดับแรก และ Rural Residential สำคัญเป็นลำดับรองลงมา

Infrastructure Sheet โครงสร้างพื้นฐาน

ในหน้าค่างของแถบ Infrastructure มีอีก 2 แถบย่อยคือ Infrastructure Plan เป็นตัวเลือกแรกเพื่อกำหนดผัง โครงสร้างพื้นฐานที่จะใช้ในกระบวนการจัดสรร ถ้าไม่มีการเลือกผัง โครงสร้างพื้นฐาน การใช้ที่ดินทั้งหมดจะอยู่ในบริเวณที่เหมาะสมที่สุดของมัน ขึ้นกับระบบระบายน้ำที่มีอยู่และระบบประปาหรือความใกล้เคียงของเส้นทางหลักหรือจุดตัดทางด่วน

Infrastructure Required ใช้กำหนดการคาดการณ์ความสัมพันธ์ระหว่างความพร้อมโครงสร้างพื้นฐานและรูปแบบการใช้ที่ดิน ตัวเลือกแรก Not Affected สามารถใช้กับการใช้พื้นที่ซึ่งที่ตั้งไม่มีผลกับระบบสาธารณูปโภคที่มีอยู่ เช่น บริเวณพื้นที่ตั้งของโครงการหมู่บ้านขนาดใหญ่ไม่ได้รับผลกระทบจากระบบบำบัดน้ำที่มีอยู่ในพื้นที่เพราะแต่ละหน่วยของที่พักสามารถใช้ระบบบำบัดของตัวเอง กรณีนี้การคาดการณ์ความต้องการใช้พื้นที่จะเลือกในบริเวณที่ต้องการมากที่สุดโดยไม่สนใจโครงสร้างพื้นฐานที่มีในปัจจุบัน

ตัวเลือกที่สอง Required ใช้กำหนดการใช้ที่ดินซึ่งคาดว่า ต้องการให้อยู่ใกล้ หรือมีระบบโครงสร้างพื้นฐานรองรับอยู่ เช่น ร้านค้าละแวกบ้านมีความต้องการใช้ประปาและระบบบำบัดและร้านค้าขนาดใหญ่ควรต้องอยู่ใกล้จุดตัดของทางด่วน ในกรณีนี้ความต้องการใช้ที่ดินจะถูกกำหนดให้อยู่ในพื้นที่หรือบริเวณที่ใกล้เคียงกับโครงสร้างพื้นฐานดังกล่าว

ตัวเลือกที่สาม Exclude ใช้กับพื้นที่ซึ่งอยู่นอกระบบ โครงสร้างพื้นฐาน เช่นพื้นที่เกษตรกรรมควรอยู่นอกบริเวณที่มีระบบประปาและบำบัดน้ำ หรือใกล้จุดตัดหรือแยกทางด่วนเพราะพื้นที่เหล่านี้มีราคาสูงเกินไปสำหรับการใช้งานเชิงเกษตรกรรม

Land-use Control Sheet การควบคุมการใช้พื้นที่

เช่นเดียวกับการใช้ผังโครงสร้างพื้นฐานเข้ามามีส่วนในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของการใช้พื้นที่ ถ้าผู้ใช้กำหนดให้ผังการใช้พื้นที่ของเมืองหรือ กฎการใช้พื้นที่ (zoning ordinances) ในการวิเคราะห์คาดการณ์อนาคต โปรแกรมจะคาดการณ์ความต้องการการใช้พื้นที่และ

กระจายการใช้พื้นที่นั้น ๆ เฉพาะในบริเวณที่ถูกวางแผนไว้สำหรับกิจการนั้นหรือในผังเมือง หรือเฉพาะบริเวณที่อนุญาตเท่านั้น

Minimum Size Sheet

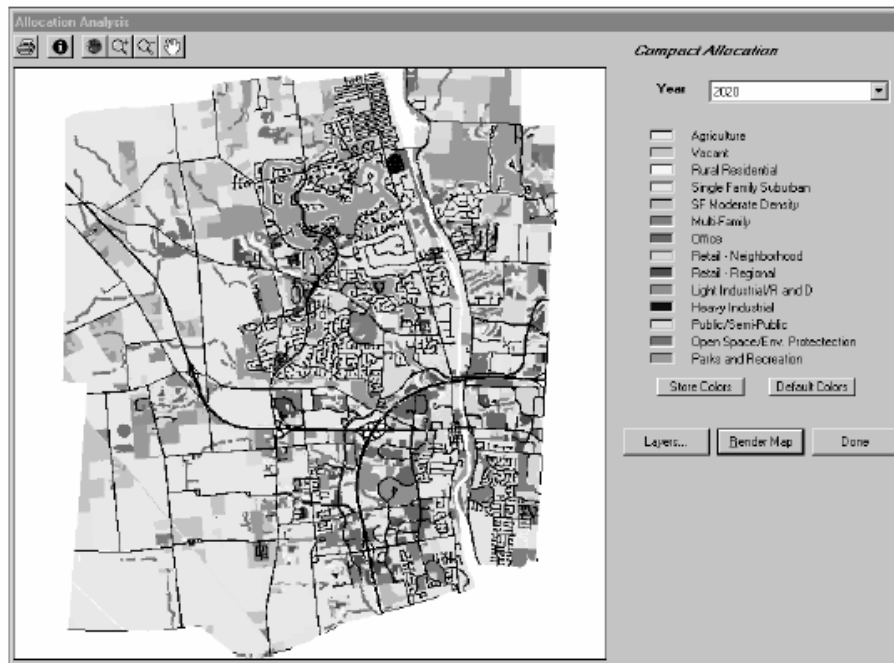
ใช้กำหนดขนาดที่เล็กที่สุดของ UAZ สำหรับการใช้พื้นที่ เช่นพื้นที่เพื่อการพาณิชย์กรรมไม่สามารถอยู่ในบริเวณที่มีขนาดเล็กกว่า 5 เอเคอร์เป็นต้น

Growth Pattern Sheet

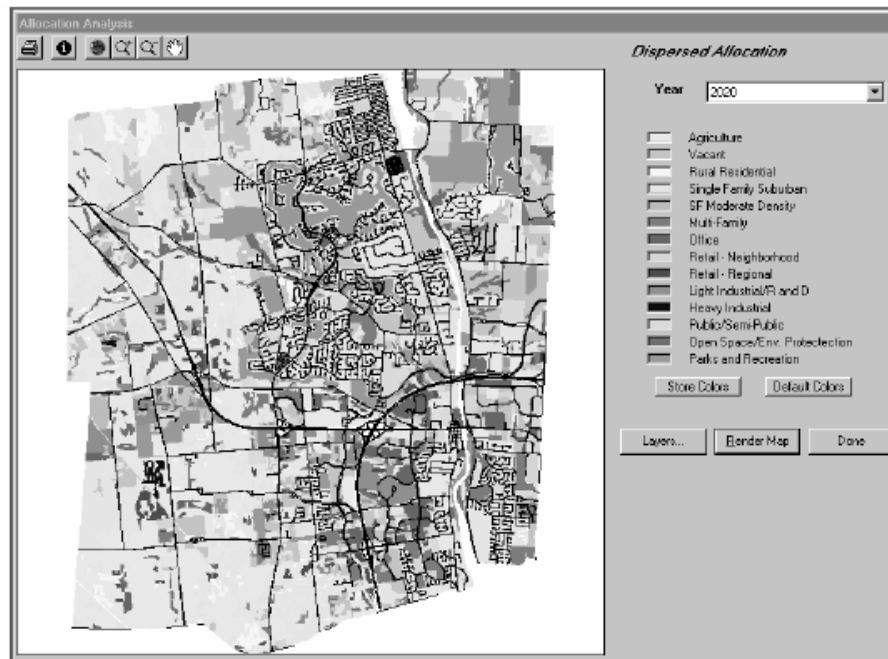
อาจใช้ในการกำหนดรูปแบบทั่วไปสำหรับการพัฒนาพื้นที่ในอนาคต เช่น ผู้ใช้อาจกำหนดรูปแบบการเติบโตที่เกิดขึ้นให้เป็นแบบเข้าหาศูนย์กลางจากใจกลางชุมชนละแวกใกล้เคียงหรือจากรัศมีโดยรอบเส้นทางสายหลัก

เมื่อคอมพิวเตอร์ ระบบจะคาดการณ์รูปแบบการใช้พื้นที่ในอนาคต โดยกำหนดความต้องการใช้พื้นที่ในบริเวณที่เหมาะสมที่สุดภายใต้เงื่อนไขของผังหรือกฎการควบคุมการใช้พื้นที่ซึ่งผู้ใช้เลือกไว้ ผลการใช้พื้นที่แต่ละช่วงปีสามารถดูได้จากแผนที่หรือแบบรายงานที่ได้

เช่นรูปที่ 5 แสดงรูปแบบการใช้พื้นที่สำหรับ Farm Preservation ซึ่งการเติบโตไม่ได้รับอนุญาตในพื้นที่ดินเกษตรกรรมเดิม รูปที่ 6 แสดงรูปแบบการใช้พื้นที่สำหรับ No Farm Preservation ที่ใช้เงื่อนไขความต้องการใช้ที่ดินเดียวกันแต่ไม่มีการห้ามพื้นที่การเติบโตสองตัวอย่างนี้แสดงให้เห็นประสิทธิภาพของ What if? ที่สามารถสร้างภาพจากการเลือกนโยบายแตกต่างกันที่มีผลต่อการใช้พื้นที่ โปรแกรมยังแสดงรายงานซึ่งสามารถบันทึกแผนการใช้พื้นที่ในบริเวณที่ศึกษาและนโยบายที่ใช้ในการคาดการณ์แต่ละช่วงปี รวมถึงสมมุติฐานที่อยู่ภายใต้สภาพเหตุการณ์นั้น ๆ



รูปที่ 5 แผนผังแสดง Farm Preservation สำหรับปี 2030



รูปที่ 6 แผนผังแสดง No Farm Preservation ในปี 2030

การติดตั้งโปรแกรม What if?

การสร้างไฟล์ UAZ

ก่อนการใช้งานโปรแกรม What if? ต้องมีการสร้าง UAZs เพื่อใช้บริเวณพื้นที่ศึกษา โดยการนำเอาชั้นข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์แต่ละอย่างมารวมกัน ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลต่าง ๆ เช่น สภาพสถานะแวดล้อมธรรมชาติ โครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่และที่อยู่ในแผนการสร้าง กฎการใช้พื้นที่ เขตการบริหารปกครองภายในบริเวณพื้นที่ที่จะใช้ศึกษา แต่ละหน่วยของ UAZ ประกอบด้วยข้อมูลต่าง ๆ ดังกล่าวรวมกันอยู่ภายในตัวและถูกเก็บไว้ในรูปแบบของไฟล์ ESRI ภายในโปรแกรม What if?

ข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่จำเป็นต่อการใช้งาน What if? คือการข้อมูลใช้พื้นที่ในปัจจุบัน ส่วนข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์อื่น ๆ สามารถเพิ่มเติมได้ภายหลังขึ้นกับข้อมูลที่มีอยู่ นอกนั้นคือการวิเคราะห์ข้อมูลและการกำหนดนโยบายจากผู้ใช้ และโปรแกรมคำสั่งย่อยที่ทำให้ What if? ทำการแสดงผล โดยทั่วไปเพื่อให้ผลที่ได้อยู่ในระดับที่พอใจต้องมีการใช้ข้อมูลอย่างน้อยที่สุดดังนี้ ข้อมูลสภาพธรรมชาติอย่างน้อย 3 อย่างในการวิเคราะห์ความเหมาะสม ข้อมูลกฎที่ใช้ควบคุมการใช้พื้นที่และโครงสร้างพื้นฐานสองหรือสามข้อ และชั้นข้อมูลขอบเขตหรือบริเวณที่จำเป็น

การติดตั้งโปรแกรม

โปรแกรมการติดตั้งของ What if? จะสร้างไฟล์ระบบที่ปรับให้เข้ากับการเก็บข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และข้อมูลอื่นๆ โดยให้ผู้ใช้สามารถกำหนด การจัดกลุ่มการใช้พื้นที่ ตัวแปรด้านความเหมาะสม รูปแบบตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์และคำจำกัดความที่ใช้สำหรับแบบฟอร์มสมมติฐานของเหตุการณ์ความเหมาะสม การเติบโตและการกำหนดพื้นที่

การจัดการโปรแกรม

ระบบการจัดการในโปรแกรม What if? สามารถทำการแก้ไขหรือลบแบบฟอร์มของเหตุการณ์ที่สร้างขึ้น ผู้ใช้สามารถปรับแก้คำจำกัดความที่อยู่ในแบบฟอร์มสมมติฐานเหตุการณ์ (แก้ไขค่าที่สะกดผิด) เปลี่ยนชื่อที่ใช้กับการใช้พื้นที่ที่แตกต่างกัน หรือเปลี่ยนค่าที่กำหนดของระบบ (เช่นการคาดการณ์ครัวเรือนหรือการจ้างงาน)

คุณค่าของโปรแกรม

โปรแกรม What if? มีจุดเด่นที่มีประโยชน์มากคือการทำงานของแบบจำลองที่สามารถปรับให้เหมาะกับกลุ่มข้อมูลและนโยบายที่เกี่ยวข้องในทุกพื้นที่ ซึ่งต้องการข้อมูลที่เกี่ยวข้องเช่น (1) ข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์การใช้พื้นที่ปัจจุบัน (2) ข้อมูลที่ให้

รายละเอียดสภาพแวดล้อมธรรมชาติ เขตการปกครอง การใช้ที่ดินและผังโครงสร้างพื้นฐาน (3) แผนหรือสมมุติฐาน หรือตัวเลขการคาดการณ์ประชากรและการจ้างงานในพื้นที่ คร่าวเรือนและความหนาแน่นการจ้างงาน เป็นต้น

จุดเด่นอันที่สองคือความเรียบง่ายของแบบจำลองและ โครงสร้างแบบจำลองที่สอดคล้องกับการใช้งาน มีแนวคิดในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างอุปสงค์และอุปทานของการใช้พื้นที่โดยกำหนดความสัมพันธ์ที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่แตกต่างกัน การคาดการณ์ความต้องการใช้พื้นที่ได้หลากหลาย และการกำหนดความต้องการในการใช้พื้นที่แก่บริเวณที่เหมาะสมที่สุด ทำให้เป็นที่เข้าใจได้ง่ายแก่เจ้าหน้าที่และสาธารณะชน ถึงแม้รายละเอียดโครงสร้างในการคำนวณแบบจำลองของโปรแกรมจะซับซ้อนและยากแก่การเข้าใจของคนทั่วไปแต่ก็ยังน้อยกว่าโครงสร้างแบบจำลองผังเมืองตัวอื่น

Index : โปรแกรมชี้วัดชุมชน

Index เป็นโปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่ใช้ช่วยวางแผนและผังเมือง (PSS) ที่ใช้ตัวชี้วัดในการวัดผลและประสิทธิภาพของการวางแผนและผังชุมชน ถูกใช้ในปี 1994 และเป็นโปรแกรมช่วยวางแผนและผังโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศตัวหนึ่งที่ใช้แพร่หลายในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีการใช้ในรัฐบาลท้องถิ่นถึงกว่า 70 แห่งและองค์กรอื่นใน 25 รัฐ โปรแกรมถูกพัฒนาเป็นเครื่องมือที่มีส่วนได้ส่วนเสียในชุมชนในการวิเคราะห์และตั้งเป้าหมาย ปรับปรุงเพิ่มความเข้มข้นการตัดสินใจด้วยเป้าหมาย การวางแผนและกระบวนการเก็บและวัดค่าตลอดเป้าหมาย

ด้วยการใช้กลุ่มตัวชี้วัดบอกมาตรฐานสภาวะปัจจุบัน ประเมินทางเลือก และเฝ้าดูการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตลอดเวลา รูปที่ 1 แสดงการทำงานทำงานโปรแกรมในกระบวนการวางแผนผังชุมชน ที่ทางเลือกของนโยบายและผังที่ใช้สามารถแสดงโดยค่ามาตรฐานของตัวชี้วัดที่ได้จากเป้าหมายของชุมชนโดยมีการตรวจสอบวัดค่าอย่างสม่ำเสมอ

รูปที่ 1 กระบวนการวางแผนและผังชุมชน

ตัวชี้วัดจะแสดงค่าในรูปแบบของตารางและที่สำคัญที่สุดใช้ประสิทธิภาพของข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการอธิบายผลที่ได้จากตัวชี้วัด ด้วยวิธีนี้ผู้ใช้จะได้ทั้งข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณ และสถานภาพภายในพื้นที่ อย่างเช่นตัวชี้วัดทิศทางการเดินทาง “อัตราจำนวนลูกจ้างต่อพื้นที่ภายในระยะเดินเท้า 1/4 ไมล์จากจุดหยุดรถ” ในตารางจะเป็นค่าเฉลี่ยละแวกนั้น และแผนที่ของรูปแบบพื้นที่ระยะการเดินทางซึ่งมีค่าประกอบจะถูกสร้างขึ้น ตัวชี้วัดที่เป็นผังนี้คือกฎของประสิทธิภาพระบบช่วยวางแผนและผังเพราะมันเชื่อมต่อโดยตรงกับอำนาจในการควบคุมของกฎระเบียบที่ใช้กำหนดรูปแบบการใช้และการพัฒนาของพื้นที่ ในแต่ละนโยบายที่มีการให้ค่าด้วยตัวชี้วัดจะสร้างเป็นผังกายภาพแสดงจุดแข็งและจุดอ่อนสัมพันธ์กับนโยบายนั้น พื้นที่ซึ่งตรงหรือเกินขอบเขตจากเป้าหมายของนโยบายจะถูกกำหนดเป็นพื้นที่สงวนขณะที่พื้นที่ขาดแคลนจะอยู่ในเป้าหมายสำหรับการพัฒนาที่ถูกต้อง รายละเอียดของตัวชี้วัดในตารางที่ 1 สำหรับ Dane County, Wisconsin ซึ่งใช้โปรแกรม INDEX วิเคราะห์ผลกระทบการพัฒนา ในรูปที่ 2 แสดงตัวอย่างผังชี้วัดประสิทธิภาพเส้นทางจราจรขนส่งที่วัดจากการเชื่อมต่อของถนนใน Leon County, Florida จะเห็นจุดที่เป็นที่ยอมรับจะแสดงด้วยสีเขียวและจุดที่ไม่พึงประสงค์จะอยู่ในพื้นที่สีแดง กรณีนี้การต่อเชื่อมของถนนใช้แสดงลักษณะความเหมาะสมในพื้นที่สำหรับแบบจำลองการเดินทางที่อยู่ในเป้าหมายของชุมชนนั้น

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดของ DANE COUNTY, WISCONSIN

รูปที่ 2

ข้อเด่นของโปรแกรม INDEX เมื่อพิจารณาด้วยตัวชี้วัด

- ความสามารถในการปรับแก้ให้แต่ละชุมชนใช้การเป็นกรอบการทำงานที่สามารถปรับให้เข้ากับนโยบายที่สนใจและที่กำหนดขึ้นโดยหน่วยงานท้องถิ่น
- ประสิทธิภาพในการจัดการกับขอบเขตรูปแบบการวางผังชุมชนตั้งแต่ระดับพื้นที่เล็ก จนถึงการวางผังการใช้ที่ดินในวงกว้าง
- หน่วยงานทางเวลาซึ่งสามารถใช้กำหนดได้ทั้งเวลาที่แน่นอนหรือมีการมีการใช้งานเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา
- ความสามารถพิเศษในการรวมผังการใช้ที่ดินและการขนส่งด้วยการประเมินผลกระทบอย่างคร่าว ๆ จากการเปลี่ยนการใช้พื้นที่
- มีการใช้เครื่องมือแสดงภาพและคุณสมบัติของสื่อมัลติมีเดียเพื่อดึงให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเข้ามามีส่วนร่วมและช่วยกันดูสภาพเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น

ข้อด้อยของโปรแกรม INDEX คือการใช้งานร่วมกับแบบจำลองผังเมือง แตกต่างจากโปรแกรมเช่น UrbanSim หรือ TRANUS ที่มีเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการคาดการณ์วิเคราะห์ความซับซ้อนของเมือง ในทางตรงข้าม INDEX มุ่งไปยังการใช้งานกับช่วงเวลาที่น่าเชื่อถือเน้นที่การวัดค่าสภาพแวดล้อมที่ถูกสร้างขึ้น

จากระดับเมืองลงไปถึงระดับชุมชนเล็ก ๆ ถึงแม้ว่าโปรแกรมจะมีความสามารถสร้างแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงเมืองที่เปลี่ยนไปตามระยะเวลาแต่การทำงานก็เป็นวิธีพื้นฐานง่าย ๆ ด้วยวิธีการให้น้ำหนักการเติบโตพื้นที่

ความเป็นมา

INDEX ถูกพัฒนาโดย Criterion Planners/Engineer ในปี ค.ศ.1994 เมื่อโปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เช่น ESRI ArcView GIS เริ่มใช้แพร่หลายในหน่วยงานท้องถิ่นของรัฐ ซึ่งให้ผลสำเร็จที่น่าพอใจในการช่วยวิเคราะห์คำนวณผังที่ปกติทำโดยทีมนักวางผังในการวิเคราะห์ทางเลือกผังระยะยาวหรือประเมินข้อเสนอการพัฒนาปัจจุบัน

การออกแบบ INDEX โดยทั่วไปเพื่อใช้ประเมินผลกระทบและวางผังแม่บทที่มีในสหรัฐอเมริกาว่า 30 ปี และผลจากการผลักดันในการวางผังสมัยใหม่ดังนี้

- การมีส่วนร่วมประชาชนและระบบช่วยการวางแผนและผัง

การมีส่วนร่วมของสาธารณะปัจจุบันเป็นมาตรฐานในกระบวนการวางผังชุมชน เนื่องจากเทคโนโลยีข้อมูลสารสนเทศสามารถเข้าถึงคนทั่วไปมากขึ้น โอกาสในการร่วมกันช่วยตัดสินใจผ่านระบบช่วยในการวางแผนและผังระหว่างประชาชนจึงมีเพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของเครื่องมือเช่น GIS ประสบความสำเร็จในการเพิ่มการมีส่วนร่วมของสาธารณะในระดับชุมชนย่อย

- การวางผังแบบประเพณีนิยมและวิถีชีวิตเมืองแบบใหม่

ในปี 1990 เริ่มมีปรากฏการณ์ที่เห็นได้ชัดการเคลื่อนไหวการกลับไปสู่การวางผังแบบประเพณีที่เน้นพื้นฐานให้กับย่านหรือท้องที่ ที่รู้จักในนาม “วิถีชีวิตเมืองยุคใหม่” (new urbanism) ปรัชญาในการวางผังนี้เน้นให้ความสำคัญระมัดระวังความกลมกลืนในการผสมผสานการใช้งานและการสัญจรที่เพิ่มความสวยงาม ลดความจำเป็นการเดินทาง และปรับปรุงความมีชีวิตชีวาให้เมือง ระบบช่วยสนับสนุนวางแผนและผังนี้มีบทบาทสำคัญในการประเมินและแสดงให้เห็นถึงศักยภาพแห่งเมืองใหม่ในแนวคิดนี้

- การวางผังเพื่อสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน

ความจำเป็นในการพิจารณาเรื่องสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญมากขึ้นเป็นลำดับในชุมชนและต่อการกิจกรรมในการพัฒนาที่ยั่งยืน หน่วยงานท้องถิ่นเช่น City of Austin, Texas และองค์กรอย่าง US Green Building Council ได้มีการใช้ green certification เป็นตัวแปรที่ใช้พิจารณาการใช้พื้นที่และการการขนส่ง และเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจวางแผนและผังก็มีบทบาทสำคัญต่อการประเมินการนำนโยบายเหล่านี้มาใช้

การออกแบบ INDEX มีวัตถุประสงค์เป็นเครื่องช่วยตัดสินใจในงานวางผังของชุมชนในประเด็นต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ การอนุญาต

INDEX ถูกคิดเพื่อตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ดังนี้

ความสัมพันธ์	จัดหาคำตอบสำหรับคำถามทั่วไป
ความครอบคลุม	ครอบคลุมองค์ประกอบที่พบบ่อย ๆ ในการวางแผนชุมชน (บ้านพัก, การจ้างงาน, การขนส่ง, โครงสร้างพื้นฐาน, สิ่งแวดล้อม)
ระดับความละเอียด	สามารถทำงานได้กับสเกลพื้นที่ภูมิศาสตร์หลายระดับ (เช่น ในระดับพื้นที่ตั้งอาคารหรือระดับหยาบเพื่อการวิเคราะห์ผังจราจร)
ความถูกต้องแม่นยำ	ให้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องในช่วงที่ยอมรับได้สำหรับการประมาณการวางแผน
ความสะดวกเคลื่อนย้าย	ให้ความสะดวกและง่ายในการใช้งานในหลายสถานที่ (เช่น สำนักงาน, บริเวณสถานที่ประชุมชาวบ้าน ฯลฯ)
การสนองตอบที่รวดเร็ว	แสดงผลลัพธ์ได้อย่างรวดเร็วเพียงพอที่จะใช้สนับสนุนการประชุมสาธารณะ
ลักษณะที่โปร่งใส	สามารถในการจัดการข้อมูลทั้งหมด สมมุติฐานและการคำนวณได้อย่างสมบูรณ์
ความสามารถเกี่ยวกับเวลา	สามารถประเมินในเวลาใดเวลาหนึ่งหรือในช่วงเวลา (เช่น 20 ปี)
ความสามารถในการเชื่อมต่อ	สามารถเชื่อมต่อกับแบบจำลองอื่นและฐานข้อมูลเพื่อเพิ่มประโยชน์ในการใช้และการลงทุน
ความต้องการและการจัดการข้อมูล	ใช้ข้อมูลชุมชนที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดเท่าที่เป็นได้

จากการใช้งานและพัฒนาโปรแกรมในช่วง 6 ปีแรก ส่วนใหญ่ได้ผลเป็นที่พอใจ สามารถแสดงประสิทธิภาพการใช้งานเป็นที่ยอมรับในหลายพื้นที่รวมทั้งตัวอย่างในตารางที่ 2 การปรับปรุงโปรแกรมยังทำต่อไปในเรื่องความเข้ากันได้ ความครอบคลุม ความถูกต้องแม่นยำ ความเร็ว และด้านอื่น ๆ ที่จำเป็น ปัญหาหลักสองอย่างที่เกิดจากการใช้งานในหน่วยงานท้องถิ่นคือข้อจำกัดของเจ้าหน้าที่และข้อมูล

ตารางที่ 2 SELECTED INDEX APPLICATIONS

รูปที่ 3

โครงสร้างโปรแกรม

INDEX มีกรอบโครงสร้างที่แสดงในรูปที่ 3 ประกอบด้วยส่วนและคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

- *Areas and Studies* ส่วนนี้เกี่ยวกับลักษณะทางภูมิศาสตร์ และลำดับหัวข้อเพื่อให้โปรแกรมทำงาน *Studies* ถูกจัดตามลักษณะกายภาพพื้นที่ (เช่น ชุมชนหรือตำบล) และตามลักษณะท้องที่ (เช่น จำนวนบ้าน หรือสถานีขนส่ง)

รูปที่ 4 และ 5

รูปที่ 6

- *Cases* ส่วนนี้ใช้ในการสร้างผังหรือตัวอย่าง *Cases* อาจเป็นสิ่งที่มืออยู่จริงหรือข้อเสนอในพื้นที่ศึกษา *base case* สามารถบอกสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของชุมชน และ *alternative case* อาจสร้างขึ้นเพื่อเสนอแนวคิดที่ต่างไปสำหรับการ

เดิมพื้นที่ว่างในชุมชน เช่นเดียวกับ **base case** สามารถเป็นตัวแทนข้อเสนอโครงการจากนักพัฒนา และ **alternative cases** ก็แสดงถึงการแก้ไขข้อร้องโดยผู้อาศัยในชุมชนและเจ้าหน้าที่ว่างฝั่ง รูปที่ 4 และ 5 แสดงให้เห็นขั้นตอนของการกำหนดกรณีตัวอย่างจากข้อมูลและตัวแปรต่าง ๆ และเพื่อความสะดวกมากขึ้นในการเตรียมกรณีตัวอย่างเพื่อนำเสนอต่อสาธารณะก็จะมีตัวช่วยที่เรียกว่า

scenario builder ดังรูปที่ 6

- **Elements** ประกอบด้วยฐานข้อมูลที่ใช้ช่วยตัวชี้วัดในการคำนวณ ซึ่งถูกจัดระบบตามองค์ประกอบที่พบในผังชุมชนรวมถึงการใช้พื้นที่, บ้านพัก, การจ้างงาน, นันทนาการ, สิ่งแวดล้อม, การขนส่ง และ โครงสร้างพื้นฐาน

รูปที่ 7 และ 8

รูปที่ 9

- **Indicators** ค่าของส่วนนี้ขึ้นกับตัวชี้วัดที่เลือกโดยผู้ใช้เช่นที่เห็นในรูปที่ 7 **Cases** สามารถประเมินด้วยตัวชี้วัดทั้งหมดหรือผู้ใช้เลือกเฉพาะบางกรณี ผลตัวชี้วัดอยู่ในรูปตารางและแผนที่ซึ่งให้ผลลัพธ์ที่เป็นทั้งค่าสัมบูรณ์และแผนผัง รูปที่ 8 แสดงผลที่ได้ในรูปของตาราง และรูปที่ 9 แสดงตัวอย่างผังชี้วัดของถนนเลขที่ 65 เมือง **Sacramento, California** และย่านชุมชน **Folsom Boulevard**

รูปที่ 10

รูปที่ 11

- **Rating and Weighting** คุณสมบัตินี้ให้ทางเลือกแก่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการให้น้ำหนักความสำคัญของความสัมพันธ์ตัวชี้วัดแต่ละอย่าง และกำหนดค่าที่ยอมรับได้สำหรับค่าของตัวชี้วัด รูปที่ 10 แสดงให้เห็นการให้ค่าและน้ำหนักของตัวโปรแกรม รูปที่ 11 แสดงผลของการประเมินทางเลือกต่าง ๆ ของผังสำหรับชุมชน **Zinfandel** เมือง **Sacramento**

รูปที่ 12

- **Case Comparison** หน่วยนี้ทำการเปรียบเทียบสภาพเหตุการณ์ด้วยแผนภูมิและแผนที่ ผู้ใช้สามารถเลือกเหตุการณ์เพื่อเปรียบเทียบโดยเห็นค่าที่เปลี่ยนแปลงจากตัวชี้วัดระหว่างแต่ละเหตุการณ์โดยขึ้นกับพื้นที่ รูปที่ 12 เป็นอีกตัวอย่างจากย่านชุมชน **Sacramento's 65th Street** ซึ่งแสดงผลของการประเมินการเพิ่มพื้นที่บ้านพักและสวนสาธารณะต่อสภาพปัจจุบัน

รูปที่ 13

รูปที่ 14

รูปที่ 15

รูปที่ 16

- *Visualization Tools and Internet Links* เครื่องมือช่วยการมองเห็นและการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต คุณสมบัติของกลุ่มนี้ใช้เพื่อให้เห็นภาพความสัมพันธ์ข้อเสนองานและผลที่ได้แก่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ดังรูปที่ 13 ถึง 16 รวมถึงใช้การวิเคราะห์จากโปรแกรม ArcView 3D Analyst ต่อเชื่อมกับกล้องวิดีโอและรูปภาพอื่น ๆ ในพื้นที่ และมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตกับแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ จากประสบการณ์บอกให้ทราบว่าคุณสมบัติลักษณะนี้มีประโยชน์มากในการทำงานกับกลุ่มคนในการประชุมสาธารณะ
- *Customize* ส่วนนี้อำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งานเพิ่มตัวชี้วัดและการทำงานอื่น ๆ ที่จำเป็น เพื่อให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงสภาพชุมชนและความสนใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง
- *Online Help* เป็นส่วนที่ให้คุณสมบัติในการให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลแนะนำการใช้งานได้ผ่านระบบเน็ตเวิร์ก

INDEX ถูกสร้างเพื่อใช้ร่วมกับโปรแกรม ArcView GIS หรือ MapObjects โปรแกรมพื้นฐานของ ArcView GIS ต้องการ ArcView Network Analyst สำหรับเป็นตัวชี้วัดข้อมูลการใช้พื้นที่และเส้นทางจราจรขนส่ง ส่วนความต้องการขั้นต่ำของฮาร์ดแวร์ และระบบปฏิบัติการที่ใช้คือ Windows NT ทำงานบน cpu ความเร็วอย่างน้อย 300MHz หน่วยความจำขั้นต่ำ 128 MB จอแสดงผลมีความละเอียดอย่างน้อย 800x600 32bit color พื้นที่ว่างฮาร์ดดิสก์ 1.5 GB

กระบวนการสร้างแบบจำลอง

INDEX ใช้กระบวนการในการจำลองต่างกันในแต่ละชุมชนขึ้นกับสภาพแวดล้อมท้องถิ่น และการใช้งานที่กำหนดโดยผู้ใช้ โดยทั่วไปแล้วโปรแกรมจะมีการใช้งานในสามเรื่องหลักคือ การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในช่วงระยะเวลายาว, การประเมินข้อเสนอการพัฒนาในปัจจุบัน และรายงานการพัฒนาแต่ละช่วงเวลา

รูปที่ 17

ขั้นตอนการทำงานอย่างแรกแรกอยู่บนพื้นฐานลำดับการวางแผนทั่วไปขึ้นกับหัวข้อที่กำหนด วิเคราะห์ทางเลือก และการตั้งเป้าหมาย วิธีการนี้มีความเด่นชัดในการทำให้ประชาชนมีส่วนร่วมตลอดกระบวนการดังที่แสดงในรูปที่ 17 และมีรายละเอียดดังนี้

เลือกพื้นที่ศึกษา ผู้ใช้สามารถกำหนดสภาพภูมิศาสตร์บริเวณที่ต้องการให้ตัวชี้วัดทำการคำนวณ โดยสร้างขอบเขตพื้นที่ที่ต้องการ (เช่น บริเวณชุมชน, บริเวณพื้นที่วิเคราะห์การจราจร, พื้นที่ที่มีสามโนครวัประชากร, เลขรหัสพื้นที่ หรือขอบเขตพื้นที่ซึ่งผู้ใช้สร้างขึ้นเฉพาะ)

เลือกการใช้งานตัวชี้วัด

ผู้ใช้เลือกตัวชี้วัดที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการศึกษา

สร้างสภาพเหตุการณ์ปัจจุบัน

ข้อมูลจะถูกนำเข้ามามีเพื่อใช้อธิบายสภาวะปัจจุบันสำหรับประเด็นที่มีการศึกษา

กำหนดค่ามาตรฐานตัวชี้วัด

สภาพพื้นที่ปัจจุบันจะถูกกำหนดค่ามาตรฐานด้วยตัวชี้วัดเพื่อเปรียบเทียบค่าที่เปลี่ยนแปลงในอนาคต

สาธารณะชนร่วมสังเกตการณ์

ผลจากการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันจะแสดงให้เห็นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องรับทราบเพื่อร่วมแสดงความคิดเห็นและหาทางเลือกในอนาคต

การให้น้ำหนักและค่าตัวชี้วัด

ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจะร่วมให้น้ำหนักความสัมพัทธ์ที่สำคัญของตัวชี้วัดและกำหนดค่าที่เป็นที่ยอมรับ

สร้างทางเลือกอื่น

กรณีตัวอย่างอื่น ๆ จะถูกสร้างขึ้นเพื่อแสดงให้เห็นแนวคิดหรือปรับเปลี่ยนข้อเสนอของโครงการที่มี โดยใช้เครื่องมือสร้างสภาพเหตุการณ์ “scenario builder” ผู้ใช้อาจเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติพื้นที่ศึกษาในการจำลองให้เห็นแนวคิดแตกต่างไป

ค่ากรณีตัวอย่างอื่นกับตัวชี้วัด

สภาพเหตุการณ์ทางเลือกอื่น ๆ สามารถประเมินด้วยทั้งการให้น้ำหนักหรือไม่ให้แก่ตัวชี้วัดและในแผนผัง ค่าไม่ให้น้ำหนักจะมีประโยชน์ในการตรวจสอบผลสะท้อนสำหรับผู้ที่มีอาชีพวางแผนหรือออกแบบ และค่าน้ำหนักจะช่วยให้กลุ่มที่ไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญเข้าใจสภาพเหตุการณ์ทั้งหมดและเกิดการยอมรับได้เร็วขึ้น

การทำซ้ำของสภาพเหตุการณ์เพื่อปรับให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

เป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างมากของการใช้ระบบช่วยในการวางแผนและผังเมืองโดยข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ในการปรับสภาพเหตุการณ์ในพื้นที่ให้ตรงตามความต้องการมากยิ่งขึ้นได้ง่าย รวดเร็ว ที่สำคัญที่สุดทำให้เกิดประจักษ์สำหรับทางเลือกที่เกิดขึ้น

การบันทึกค่าสภาพเหตุการณ์เพื่อใช้ตรวจสอบ

เมื่อสภาพเหตุการณ์ได้รับการปรับแก้จนเป็นผังอย่างเป็นทางการ ค่าที่ได้แต่ละชิ้นจะถูกเก็บไว้ “gold post” ซึ่งข้อเสนอการพัฒนาที่มีขึ้นในแต่ละขั้นตอนสามารถวัดได้ระหว่างทำการวางแผนหรือผัง

วิธีที่สองในการใช้โปรแกรม INDEX คือนำไปใช้ร่วมกับรายงานเจ้าหน้าที่ในการแสดงสถานะการพัฒนาในปัจจุบัน กรณีนี้โปรแกรมจะให้แผ่นคะแนน (score card) ที่เป็นตารางและแผนที่แสดงผลเกิดจากข้อเสนอโครงการในพื้นที่ที่มีผลต่อสภาพพื้นที่โดยรอบ (คล้ายกับขั้นตอนในรูปที่ 17) แบบจำลองนี้มีลักษณะทั่วไปดังนี้

1 รับข้อเสนอกรณีตัวอย่างในรูปแบบ GIS

2 ให้นำค่าตัวชี้วัดกรณีตัวอย่างและเตรียมรายงานคณะทำงาน

คณะวางแผนใช้ INDEX คำนวณให้ค่าของข้อเสนอโครงการบน

พื้นที่และละแวกใกล้เคียง และเตรียมรายงานผลตัวชี้วัด

3 นำเสนอให้ผู้มีอำนาจตัดสินใจและประมวลผลลัพธ์ ผลที่ได้จากโปรแกรม INDEX จะถูกเลือกนำมาใช้อย่างเป็นทางการโดยผู้มีอำนาจตัดสินใจ เพื่อให้ได้ผลที่สมบูรณ์ กระบวนการโครงสร้างทำให้โปรแกรมมีปฏิสัมพันธ์กับผู้มีส่วนร่วมในการทำงานซ้ำแล้วซ้ำอีกจนได้ผลสุดท้ายเป็นที่ยอมรับ

การใช้งานวิธีที่สามคือการรายงานสภาพชุมชนและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตลอดเวลา (ในรูปที่ 17) เช่นการรายงานระบบช่วยวางแผนและผังบางครั้งประกอบด้วยรายงานความก้าวหน้าแต่ละปีหรือประเมินการวางแผนท้องถิ่นที่กับมาตรฐานการใช้พื้นที่ของเมืองอย่างที่ใช้ที่ Oregon, Washington และ Florida การใช้วิธีการตรวจสอบในแต่ละช่วงเวลามีขั้นตอนดังนี้

1 Retrieve benchmark indicator scores (อ้างอิงค่าเกณฑ์มาตรฐาน) ค่าอ้างอิงตัวชี้วัดจากปีที่แล้วใช้เป็นจุดเริ่มต้นในการทำงาน

2 Incorporate changes in the built and natural environment (ปรับปรุงข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสิ่งที่สร้างขึ้นและสภาพสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ) ฐานข้อมูล INDEX จะขึ้นรับการปรับปรุงหรือสร้างสิ่งแวดล้อมขึ้นและแสดงผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับธรรมชาติโดยรอบ

3 Update indicator scores (ปรับค่าตัวชี้วัดให้เป็นปัจจุบัน) การกำหนดค่าการปรับสภาพปัจจุบันเพื่อสร้างการอ้างอิงใหม่สำหรับรายงานในช่วงเวลานั้น

4 Produce change report (สร้างรายงานการเปลี่ยนแปลง) โปรแกรมให้คำอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดในตารางแผนที่ และแผนที่

การประเมินผลกระทบเกิดต่อการขนส่งจากการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่

คุณสมบัติเด่นของโปรแกรม INDEX คือความสามารถในการประเมินผลกระทบอย่างรอบคอบของการเดินทางขนส่งที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้พื้นที่และการขนส่งมีความสำคัญต่อชุมชนมากขึ้นเห็นได้ชัดเพราะเป็นปัจจัยหลักในการเติบโตและคุณภาพชีวิตภายในพื้นที่ และเป็นที่ยอมรับว่าความเชื่อมโยงการใช้ที่ดินและการขนส่งต้องได้รับการวิเคราะห์และให้ความสำคัญเพื่อให้การวางแผนการใช้พื้นที่และการขนส่งประสบความสำเร็จ ดังนั้น INDEX ทำการรวมการวางแผนการใช้พื้นที่และการขนส่งไว้ด้วยกัน และเพื่อให้ความสะดวกในการทำงานตัวโปรแกรมได้ให้กลุ่มตัวแปรที่มีลักษณะที่ยืดหยุ่นได้สัมพันธ์กับลักษณะสภาพแวดล้อมชุมชนต่อจำนวนการเดินทางยานพาหนะที่เกิดขึ้นในพื้นที่ สิ่งที่มีอิทธิพลต่อรูปร่างของเมืองเป็นที่รู้จักในชื่อ 3 Ds คือ ความหนาแน่น (density) ความหลากหลาย (diversity) และ การออกแบบ (design) ซึ่งพวกเขาสามารถคำนวณการร้อยละของการเปลี่ยนแปลงการเดินทางยานพาหนะ (VT) และระยะการเดินทางของยานพาหนะ (VMT) ผลที่ได้จะต่างกันไปตามผังการใช้พื้นที่และการออกแบบเมือง

วิธีการของการลักษณะที่ยืดหยุ่นนี้มีพื้นฐานจากการวิจัยบนความสัมพันธ์ระหว่างการใช้พื้นที่และพฤติกรรมการเดินทาง จากกลุ่มตัวอย่างพบว่า การเปลี่ยนลักษณะการใช้พื้นที่เช่นความหนาแน่นของย่านพักอาศัยสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงการเดินทางซึ่งสามารถวัดได้จาก motorized trips และ ระยะไมล์ที่ใช้เดินทาง

และถ้าสังเคราะห์ผลที่ได้จากการศึกษานี้จะสามารถสร้างสูตรที่ใช้คาดการณ์สัดส่วนการเปลี่ยนแปลงในความสัมพันธ์การเดินทางต่อตัวแปรหลักในการใช้พื้นที่ ตัวแปรอิสระที่พบในการวิจัยที่สามารถคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงที่มีคือ VT และ VMT ประกอบด้วย

Density (ความหนาแน่น) = ร้อยละการเปลี่ยนใน [(ประชากร + การจ้างงาน) ต่อตารางไมล์]
Diversity (ความหลากหลาย) = ร้อยละการเปลี่ยนใน $\{1 - [ABS(b * \text{ประชากร} - \text{การจ้างงาน}) / (b * \text{ประชากร} + \text{การจ้างงาน})]\}$

ขณะที่ $b = \text{การจ้างงานในพื้นที่} / \text{ประชากรในพื้นที่}$

Design = ร้อยละการเปลี่ยนในกรณีการออกแบบ
Design Index = $0.0195 * \text{ความหนาแน่นโครงข่ายถนน} + 1.18 * \text{ทางเท้าที่สร้างเสร็จ} + 3.63 * \text{route directness}$

ความหนาแน่น โครงข่ายถนน = ความยาวถนนในระยะไมล์ / พื้นที่ชุมชนเป็นตารางไมล์

ทางเท้าที่สร้างเสร็จ = ความยาวทางเท้า / ความยาวถนนสาธารณะ

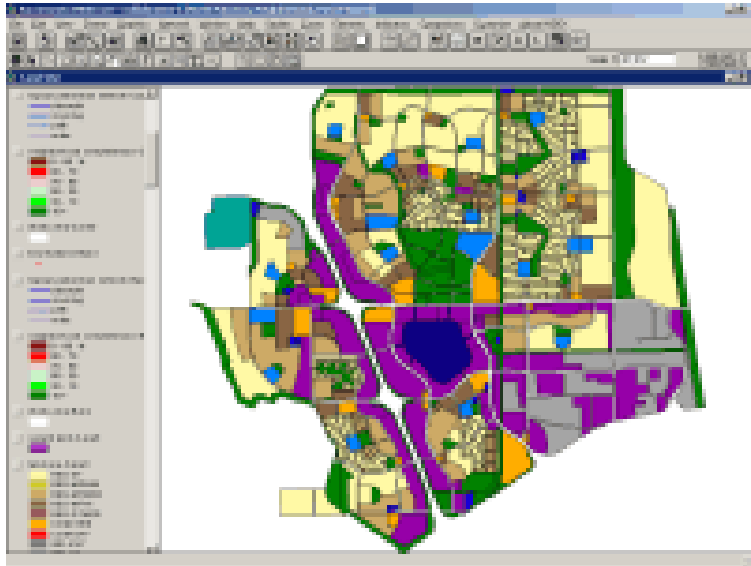
route directness = ระยะทางเฉลี่ยสนามบินถึงใจกลางชุมชน / ระยะถนนเฉลี่ยถึงใจกลางชุมชน

ผลที่ได้จากความสัมพันธ์ลักษณะที่ยืดหยุ่นแต่ละตัวนั้นแม้เพียงเล็กน้อยมีแต่มีความหมายอย่างยิ่ง เช่นตัวแปรการออกแบบเมืองที่มีความยืดหยุ่นของ VT ในช่วง -0.02 ถึง -0.06 แสดงนัยยะได้ว่าการมีการปรับปรุงความหนาแน่นในพื้นที่ 100% หรือความหลากหลายหรือการออกแบบจะได้ผลลดลงร้อยละ 2-6 ของ VT ต่อประชากร และการเปลี่ยนแปลงที่ 100% ของตัวแปรทั้งหมดควรจะให้ผลลัพธ์ลดลงที่ร้อยละ 15 ของ VT ต่อประชากร สำหรับ VMT ตัวแปรแต่ละตัวเช่น ความหนาแน่น ความหลากหลาย และการออกแบบที่น้อยกว่า B0.05. A100% เพิ่มขึ้นใน AD's สามารถทำให้เกิดการลดร้อยละ 10 – 15 ใน VMT ต่อประชากร

Index

การวิเคราะห์ประมาณการผลที่จะเกิดขึ้นจากแผนหรือผังเมืองต่อการสร้างสิ่งก่อสร้างใหม่ในเมือง ขึ้นตอนสำคัญของกระบวนการวางแผนและผังเมืองขั้นตอนหนึ่งคือ การวิเคราะห์ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นของนโยบายหรือผังเมืองใหม่เพื่อประมาณการณ์สิ่งที่ประชาชนและผู้เกี่ยวข้องกับแผนและผังเมืองนั้นจะได้เห็นเมื่อแผนและผังถูกนำไปใช้

Index โปรแกรมสามารถช่วยประมาณการณ์และแสดงผลเหล่านี้ โดยสามารถแสดงผล เมื่อกำหนดเวลาในอนาคต เช่น 5 ปี หลังจากแผน หรือผังถูกนำไปใช้ และจะแสดงผลในหัวข้อต่อไปนี้ การใช้พื้นที่ ที่อยู่อาศัย การจ้างงาน การจราจร ระบบบริการ สิ่งแวดล้อม ตัวอย่างภาพแสดงผลการวิเคราะห์ประมาณการณ์ผลของแผนและผังที่ Sacramento, California



การวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่

Index ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับการวิเคราะห์นี้ เมื่อผู้ปฏิบัติการทางผังเมืองหรือประชาชนที่สนใจต้องการตัดสินใจจุดแข็ง และจุดอ่อนในเชิงพื้นที่ของบริเวณที่กำหนด ก่อนนโยบายหรือแผนของเมืองเช่น การพัฒนาพื้นที่ การอนุรักษ์พื้นที่เปิดโล่ง การปรับปรุงพื้นที่ผิวและสภาพทางเดินเท้า การอนุรักษ์พื้นที่อ่อนไหวต่อการพัฒนา การกำหนดพื้นที่สำหรับจัดบริการสาธารณะ

การใช้ Index โปรแกรมทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่โดยมีกระบวนการคือ

1. เลือกดัชนีชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์แต่ละเรื่อง
2. ผู้ใช้โปรแกรมต้องให้น้ำหนักของดัชนีชี้วัดนั้น
3. พื้นที่ที่กำหนดจะถูกให้คะแนนตามดัชนีชี้วัดและการให้น้ำหนักจะถูกประเมินผลในส่วนวสรุป
4. โปรแกรมจะแสดงผลทั้งส่วนพื้นที่ที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม

ตัวอย่างภาพแสดงผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของสภาพทางเดินเท้าของเมือง Stoughton รัฐ Wisconsin

การออกแบบเมืองและสภาพแวดล้อมทางเดินเท้า

Index มีเครื่องมือวิเคราะห์การออกแบบเมืองและสภาพทางเดินเท้าที่ค่อนข้างละเอียด

กุญแจสำคัญของกรวิเคราะห์คือการจำลองเครือข่ายของทางเดินเท้า ทางจักรยาน จุดเปลี่ยนถ่ายรูปแบบการเดินทาง และทางเดินรถ

การเดินทางและสภาพการเข้าถึงพื้นที่ที่ถูกวิเคราะห์ควบคู่ไปกับการใช้พื้นที่และการออกแบบเมือง

ที่สำคัญผลการวิเคราะห์จะถูกแสดงทั้งในรูปตัวเลขและภูมิศาสตร์เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมได้เห็นภาพและเข้าใจข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

พรรณชีชี้วัดของการวิเคราะห์นี้คือ - การผสมผสานการใช้ที่ดิน

- ความสมดุลของการใช้ที่ดิน
- ขนาดของพื้นที่ใช้งานระหว่างถนน ซอย (Block size)
- สัดส่วนพื้นที่ใช้งานที่ไม่ใช่เพื่อการพักอาศัย
- ระยะเดินทางถึงหน่วยบริการต่าง ๆ
- การเชื่อมต่อของระบบถนน

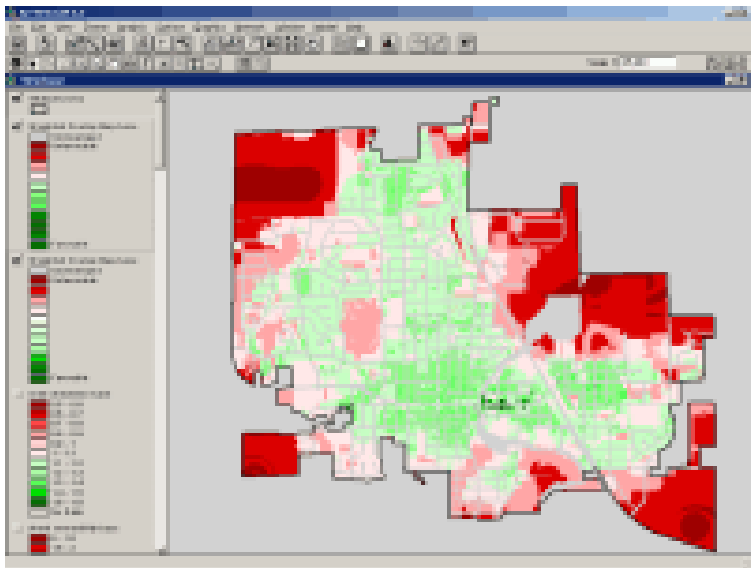
- พื้นที่ครอบคลุมของระบบทางเดินเท้า
- ความชัดเจนของทางเดินเท้า
- ความปลอดภัยในการข้ามถนน
- พื้นที่ครอบคลุมของระบบทางจักรยาน
- ความหนาแน่นของการใช้จุดบริการเปลี่ยนถ่ายรูปแบบระบบขนส่ง
- อุปสงค์และอุปทานของที่จอดรถ เช่น

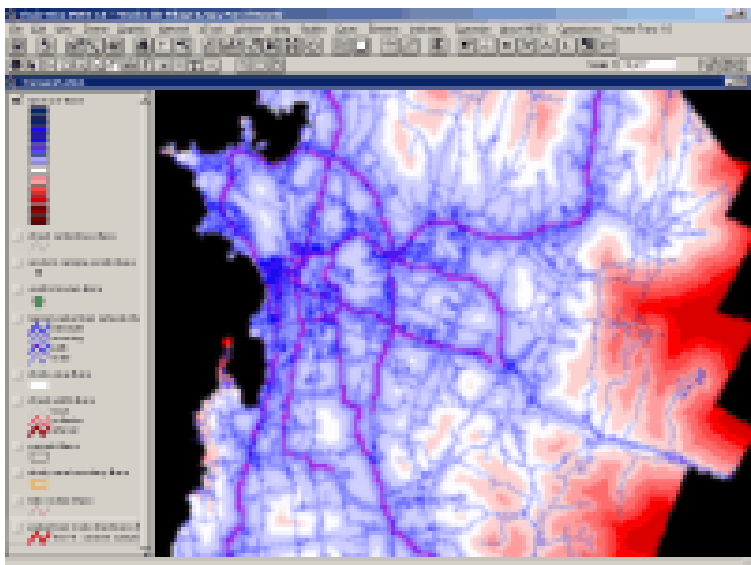
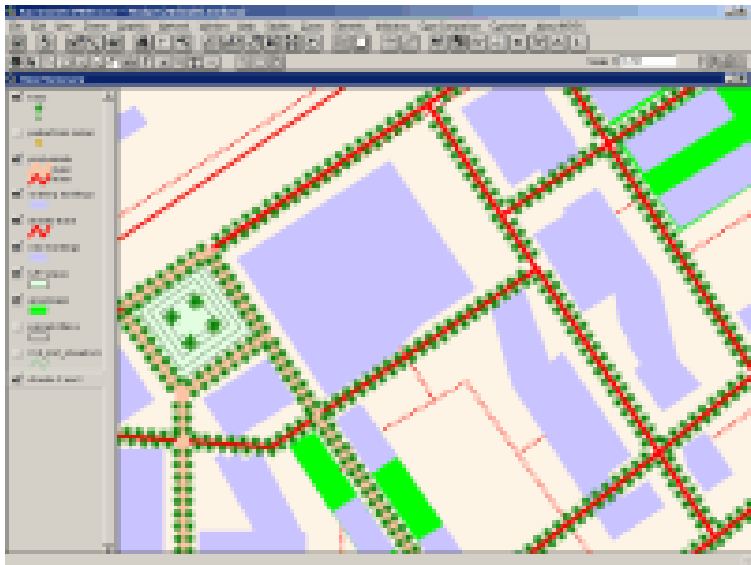
ภาพแสดงการวิเคราะห์การปรับปรุงพื้นที่ระบบเปลี่ยนถ่ายการขนส่งของศูนย์สรรพสินค้า
น Sacramento, California

- ผลกระทบต่อการจราจรเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

การประมาณผลกระทบต่ออุปสงค์ของการจราจร (travel demand) แบบ 5 มิติ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้สอยที่ดินและผังเมือง
วิธีการวิเคราะห์ใช้ความยืดหยุ่นของตัวแปรที่เกี่ยวข้องระหว่างสภาพแวดล้อมของชุมชนหนึ่งและการเข้าถึงพื้นที่
กับจำนวนของยานพาหนะและการขนส่งที่เกิดขึ้นในชุมชนนั้น วิธีการนี้ชื่อว่า “วิธีการแบบ 5 มิติ” ซึ่งมาจากการใช้ตัวแปร 4 ตัว
แทนสภาพแวดล้อมและการเข้าถึงคือ ความหนาแน่น ความหลากหลาย การออกแบบ และพื้นที่จุดหมายปลายทางในโปรแกรม Index
ผู้ใช้ต้องใส่จำนวนครั้งการเดินทางและระยะทางเฉลี่ยของการเดินทางต่อวันและการเข้าถึงของระบบการขนส่ง
แต่ละแบบสู่จุดหมายปลายทาง ตัวเลขเหล่านี้จะถูกคำนวณโดยอัตโนมัติและเปลี่ยนแปลงตามความหนาแน่นของชุมชน
การผสมผสานการใช้สอยพื้นที่ สภาพทางเดินเท้า และการเข้าถึงจุดหมายปลายทาง โปรแกรม Index ยังใช้ค่าแบบ 5
มิติในการประมาณการความประหยัดและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการขนส่ง มลพิษทางอากาศ
และการปล่อยแก๊สเรือนกระจก

- ตัวอย่างภาพแสดงการวิเคราะห์การเข้าถึงและการขนส่งของการพัฒนาในอนาคต ใน Burlington, Vermont





Build-out analysis

•A key part of many planning processes is analyzing the build-out of an area's current plan or proposed development scheme. Build-out analysis reveals what stakeholders will ultimately obtain with plan implementation. It is often a useful step when updating older community plans that may not represent current policies.

INDEX performs build-out analysis in a static, single point-in-time mode. This produces results for an area's planning horizon, organized by the following policy topics:

Land-Use

Housing

Employment

Transportation

Infrastructure

Environment

- Community plan build-out analysis - Sacramento, California.

Suitability analysis

•INDEX is especially well designed to perform suitability analysis where planners and citizens need to determine the spatial strength and weaknesses of an area relative to a particular policy or issue. Common examples include:

Land development.

Open space preservation.

Pedestrian environment improvement.

Sensitive land protection.

Public facility siting.

- INDEX performs suitability analysis according to the following general sequence:

Indicators relevant to the issue are selected.

Stakeholders weight the relative importance of the indicators.

The study area is scored for each indicator and then a composite analysis of those scores is assembled using indicator weights.

The method produces a spatial delineation of the area showing suitable portions versus unsuitable portions.

- Community pedestrian environment suitability - Stoughton, Wisconsin.

Urban Design/Pedestrian Environment

•INDEX provides unequalled analysis of urban design and pedestrian environment conditions. No other planning support tool covers these elements as comprehensively and thoroughly as INDEX.

A key to this strength is the simulation of travel networks for walking, biking, transit, and driving. These circulation features, and the accessibility conditions they create, are integrated with an area's land-use and urban design conditions to give a truly complete evaluation. Most important, results are reported both numerically and geographically, so users have a spatial picture of conditions as well as relevant measurements.

Representative urban design and pedestrian environment indicators include:

Use mix

Use balance

Block size

Non-residential floor area ratio

Amenities proximity

Street connectivity

Pedestrian network coverage

•Pedestrian route directness

•Pedestrian intersection safety

•Pedestrian crossing distance

•Bicycle network coverage

•Transit service density

•Parking supply and demand

•Transit-oriented retrofit analysis of a Rancho Cordova shopping center - Sacramento, California.

Travel impacts from land-use changes

•An exclusive INDEX urban design feature is the "5D method" of estimating travel demand impacts of land-use and urban design changes. This methodology, developed for Criterion by Fehr & Peer Associates, uses elasticity factors that relate a neighborhood's built environment and regional accessibility to the amount of vehicular travel generated in the neighborhood. The method's name derives from the four factors used to characterize the built environment and regional accessibility: density, diversity, design, and destinations. Elasticities for these factors are based on a synthesis of 40 research studies conducted nationally in recent years on interactions between land-use and urban design.

The method is applied in INDEX by entering baseline daily per capita values for vehicle trips and vehicle miles traveled, and accessibility expressed in mode-weighted travel times to regional destinations. These are automatically recalculated as the user changes a neighborhood's density, use mix, pedestrian environment, and accessibility to regional destinations.

INDEX also uses the 5D values to estimate savings or improvements in transportation energy use, and air pollutant and greenhouse gas emissions.

A [technical memorandum](#) prepared for U.S. EPA's use of the 5D method is available for further information.

Travel accessibility analysis of growth forecast - Burlington, Vermont.

ความสัมพันธ์ของนโยบายและการวางแผนผัง: UrbanSim เครื่องมือช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนและผังเมือง

UrbanSim เป็นแบบจำลองการใช้พื้นที่เพื่อช่วยนักวางแผนผังในการวางแผนจัดการ การขนส่ง การใช้พื้นที่ คุณภาพอากาศ แบบจำลองนี้ต่างจากตัวอื่น ๆ ตรงที่เน้นเรื่องพฤติกรรมและการจำลองกระบวนการพัฒนาพื้นที่ เขียนขึ้นด้วยแนวคิดการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบ **object oriented** สำหรับใช้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โปรแกรม UrbanSim นี้ถูกใช้ครั้งแรกในรัฐใหญ่ 4 แห่งของอเมริกา คือ ฮาวาย โอเรกอน ยูทาห์ และวอชิงตัน และยังคงมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยเน้นเรื่องความยืดหยุ่นของตัวสถาปัตยกรรมของโปรแกรมและส่วนต่อขยายเพื่อขยายขอบเขตการใช้งาน

การออกแบบ UrbanSim

ปัจจัยเร่งการพัฒนาแบบจำลองการใช้พื้นที่ UrbanSim เกิดจากความซับซ้อนของคำถามและข้อสงสัยที่ทวีขึ้นต่อนักวางแผนและผังเมืองในการพยายามทำความเข้าใจซึ่งกันและกันของ แผนการขนส่งระยะยาว การใช้พื้นที่ และคุณภาพอากาศ ดังนั้นหน่วยงาน Oahu ซึ่งมีหน้าที่วางแผนผังเมืองจึงเริ่มใช้แบบจำลองการใช้พื้นที่ในแนวทางใหม่ด้วยการรวมแบบจำลองการเดินทางกับการใช้พื้นที่เข้าด้วยกัน และเริ่มสนับสนุนการออกแบบ UrbanSim และพัฒนาระบบจำลองการเดินทางท่องเที่ยว ต่อมาหน่วยงานขนส่งของโอเรกอนยังสนับสนุนเงินทุนในการนำแบบจำลอง UrbanSim มาประยุกต์ใช้กับเมือง Eugene-Springfield เพื่อเป็นต้นแบบของการใช้งานแบบจำลองการใช้พื้นที่โดยเชื่อมกับแบบจำลองการท่องเที่ยว MPO ที่มีอยู่เดิมของเมืองโอเรกอน

คุณสมบัติของแบบจำลอง UrbanSim และซอฟต์แวร์ที่ใช้ร่วมอธิบายในตารางที่ 1 เป็นแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลเชิงพฤติกรรมซึ่งเน้นความสำคัญข้อมูลที่ได้รับจากผู้ที่อยู่อาศัยในเมือง คือ สมาชิกในครอบครัว นักธุรกิจ นักพัฒนา และเจ้าหน้าที่รัฐ แบบจำลองมีความโดดเด่นในการจัดการกับพื้นที่ และเป็นแบบจำลองชนิดเดียวที่จำลองกระบวนการพัฒนาพื้นที่ในระดับใกล้เคียงกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ๆ ในพื้นที่ ในการจำลองทางเลือกของที่ตั้งบ้านเรือนและธุรกิจ โปรแกรมจะดูความชัดเจนของข้อเสนอว่าจะเลือกหรือไม่เลือก ทางเลือกของที่ตั้งแสดงในรูปแบบของอาคารพักอาศัยหรืออาคารเพื่อพาณิชย์ประกอบด้วยการวิเคราะห์การสัญจรในพื้นที่นั้น ซึ่งต้องใช้รายละเอียดข้อมูลเชิงพื้นที่กับแบบจำลองการเดินทางในระดับเมือง

การออกแบบซอฟต์แวร์ถูกพัฒนาเพื่อให้เป็นระบบที่เคลื่อนย้ายได้ง่าย และมีความเป็นหน่วยมาตรฐานให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ เพราะเจตนาที่จะนำแบบจำลองและส่วนติดต่อผู้ใช้ไปประยุกต์เพื่อใช้งานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อความสะดวกในการกระจายการใช้งานและการตรวจสอบ

ตารางที่ 1 คุณสมบัติหลักของ UrbanSim

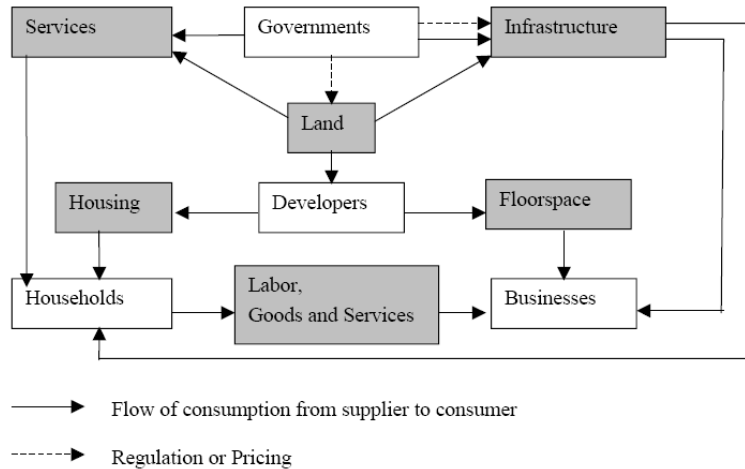
คุณสมบัติเด่นของแบบจำลอง UrbanSim

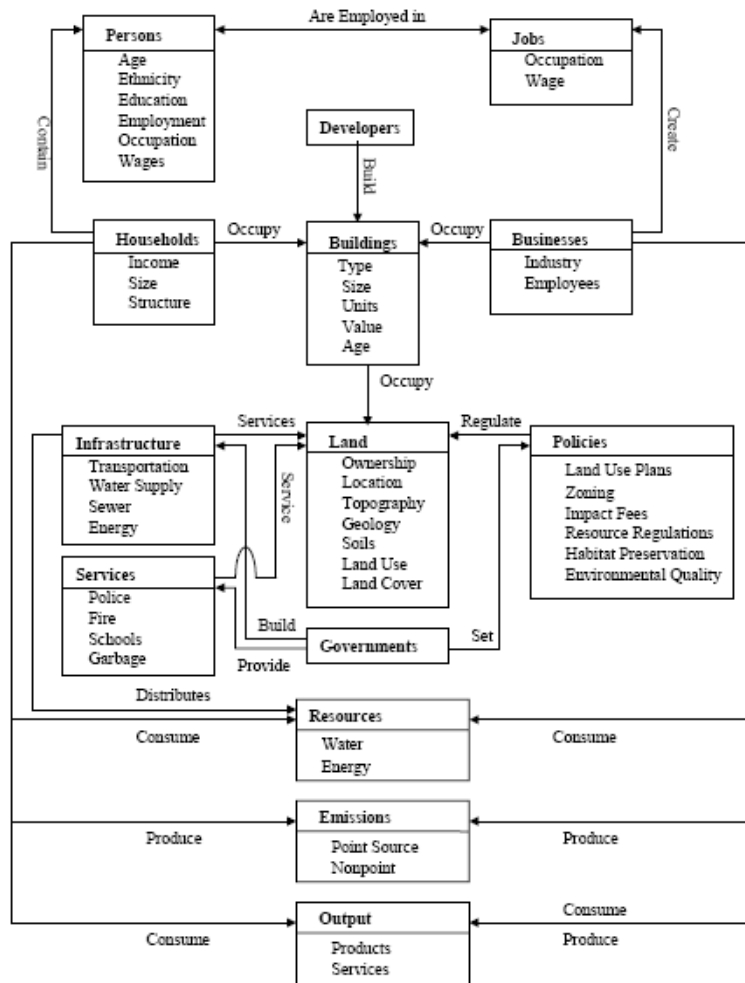
- ตัวแบบจะจำลองการตัดสินใจและทางเลือกที่มีผลกระทบต่อการพัฒนาเมือง โดยเฉพาะการเคลื่อนย้ายและทางเลือกของที่ตั้งบ้านเรือนและแหล่งธุรกิจ และทางเลือกการพัฒนาสำหรับนักพัฒนาที่ดิน (developer)
- แบบจำลองแสดงให้เห็นความชัดเจน ที่ดิน โครงสร้าง (ที่พักอาศัยและอาคารพาณิชย์) และผู้ที่อยู่อาศัย (คนในบ้าน และนักธุรกิจ)
- ตัวแบบจะจำลองตลาดซื้อขายที่ดินซึ่งสัมพันธ์กับอุปสงค์ (ข้อกำหนดด้านทำเลของธุรกิจและที่พักอาศัย) และอุปทาน (พื้นที่ว่างที่มีอยู่ อาคารที่สร้างใหม่ และที่นำมาปรับปรุงใหม่) ด้วยการปรับกลไกด้านราคาให้เหมาะสม
- ตัวแบบจำลองได้ผสมเข้ากับข้อมูลนโยบายรัฐและประเมินผลกระทบที่เกิดจากนโยบายโดยสะท้อนให้เห็นเป็นแบบจำลองทางการตลาด
- แบบจำลองนี้ใช้หลักการสุ่มตัวอย่าง
- แบบจำลองถูกออกแบบสำหรับข้อมูลเชิงพื้นที่ระดับสูงและกิจกรรมต่าง ๆ ไม่รวมกลุ่มกันด้วยระบบโซนนิ่งที่คล้ายกัน ไปยัง travel model zones
- แบบจำลองแสดงทั้งการพัฒนาที่เกิดขึ้นใหม่และที่ฟื้นฟูขึ้น โดยใช้ระดับรายละเอียดของขนาด

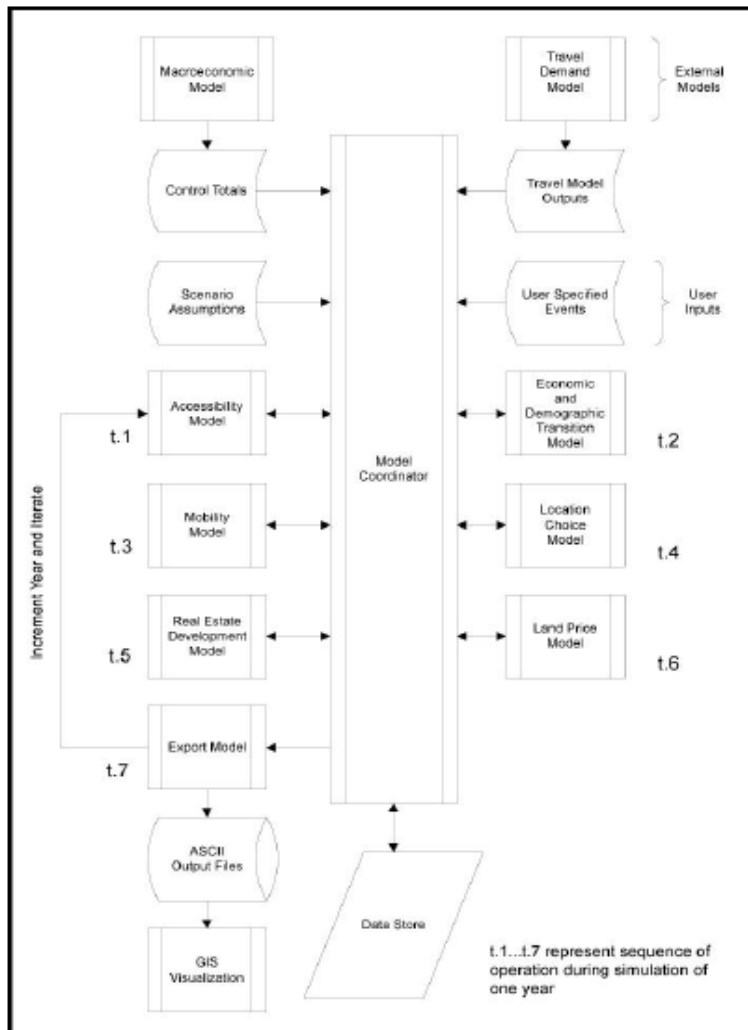
คุณสมบัติเด่นของซอฟต์แวร์ที่ใช้ใน UrbanSim

- แบบจำลองและส่วนติดต่อผู้ใช้สามารถทำงานได้กับ Windows 95, Windows NT, UNIX, Macintosh และระบบอื่นที่รองรับ Java JDK 1.2 ส่วนที่ใช้รายงานผลตอนนี้สามารถใช้ได้กับ Microsoft Excel
- ส่วนติดต่อผู้ใช้ของโปรแกรมเน้นเรื่องข้อสมมุติฐานด้านนโยบายและการสร้างและประเมินสภาพภูมิประเทศ
- แบบจำลองนี้ใช้วิธีเขียนโปรแกรมแบบ object-oriented เพื่อให้มีความยืดหยุ่นในการใช้งานได้มาก
- การรับข้อมูลและแสดงผลแบบจำลองสามารถแสดงให้เห็นใน ArcView GIS, Arc/Info, และโปรแกรมสารสนเทศอื่น ๆ
- ผลที่ได้จากแบบจำลองเขียนด้วย ASCII เพื่อง่ายต่อการนำไฟล์ไปใช้ในด้านต่าง ๆ

ส่วนประกอบแบบจำลองอธิบายและอ้างอิงได้จากตารางในรูปที่ 1 ที่แสดงขั้นตอนเมื่อนักพัฒนาสร้างอาคารใหม่ขึ้นหรือฟื้นฟูอาคารเดิม ตัวอาคารอยู่บนพื้นที่ซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะเช่น มูลค่าที่ดิน การใช้ที่ดิน ความลาดชัน และลักษณะทางสภาพแวดล้อมอื่น ๆ รัฐจะกำหนดนโยบายควบคุมการใช้พื้นที่ เช่น ผังการใช้ที่ดิน ขอบเขตการเติบโตของเมือง กฎเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม หรือนโยบายด้านราคา เช่น ค่าธรรมเนียมในการพัฒนา นอกจากนี้รัฐยังสร้างโครงสร้างพื้นฐาน รวมถึงระบบเส้นทางโทรคมนาคม ให้สัมพันธ์กับกิจกรรมในพื้นที่เพื่อสร้างรูปแบบการเข้าถึงที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ซึ่งช่วยให้เกิดแรงดึงดูดแก่ผู้ที่จะมาใช้ คราวเรือนแต่ละแบบจะมีข้อกำหนดและความต้องการในการรูปแบบบ้านพักอาศัยแตกต่างกันไปตามทำเลที่ตั้ง ธุรกิจก็มีเงื่อนไขแตกต่างกันตามชนิดอุตสาหกรรมและขนาดของธุรกิจ สำหรับการเลือกรูปแบบและที่ตั้งอาคาร







รูปที่ 2 การใช้งานโปรแกรม UrbanSim

แผนภาพในรูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการใช้พื้นที่และระบบแบบจำลองการเดินทาง และระหว่างแบบจำลองการใช้พื้นที่และข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และการทำให้เกิดภาพ

แบบจำลองคาดการณ์วิวัฒนาการและรูปแบบเฉพาะของตัวแปรต่าง ๆ โดยเทียบเป็นเวลาในแต่ละปีเพื่อทำนายการโยกย้ายและทางเลือกที่ตั้งของธุรกิจการค้าและบ้านพักอาศัย โครงการพัฒนาต่าง ๆ จากนักพัฒนา ผลที่ได้รับจากนโยบายรัฐและทางเลือกของโครงสร้างพื้นฐาน แบบจำลองการใช้พื้นที่อยู่ด้วยกันกับระบบจำลองการเดินทางของเมืองเพื่อให้สัมพันธ์การใช้พื้นที่และการสัญจร

ตารางที่ 2 ตัวแปรหรือปัจจัยที่นำมาพิจารณาในส่วนของความต้องการทำเลที่ตั้ง

ความต้องการรูปแบบและทำเลบ้านพักอาศัย

ครอบครัวขยาย

- รูปแบบบ้าน: ครบครัวเดี่ยว, ที่พัก 2-4 ยูนิต หรือ

- การเข้าถึงการจ้างงานรวม
- การเข้าถึงการจ้างงานจากร้านค้า
- ความหนาแน่นรวมต่อพื้นที่ของรูปแบบบ้านในเขตพื้นที่
- จำนวนบ้านในเขตพื้นที่

ความต้องการรูปแบบอาคารและทำเลสำหรับธุรกิจ

- อายุเฉลี่ยอาคารในพื้นที่
- อัตราส่วนครัวเรือนกลุ่มรายได้ต่ำในพื้นที่
- อัตราส่วนครัวเรือนกลุ่มรายได้ต่ำรองลงมาในพื้นที่
- อัตราส่วนครัวเรือนกลุ่มรายได้สูงสุดในพื้นที่
- อัตราส่วนครัวเรือนมีเด็กมากกว่า 1 คน ในพื้นที่
- อัตราส่วนการพัฒนาพื้นที่ในเขตอุตสาหกรรม
- อัตราส่วนการพัฒนาพื้นที่ในเขตที่อยู่อาศัย
- ระยะเวลาเดินทางถึงใจกลางย่านธุรกิจ, เป็นนาที่
- รูปแบบอาคาร : อุตสาหกรรม โกดัง ร้านค้า สำนักงาน หรือการใช้งานเฉพาะกลุ่ม
- การเข้าถึงของประชากรทั้งหมด, การจ้างงาน, ที่พักกลุ่มผู้มีรายได้สูง
- การจ้างงานพื้นฐานในพื้นที่ต่อตารางไมล์
- การจ้างลูกจ้างร้านค้าในพื้นที่ต่อตารางไมล์
- การจ้างบริการในพื้นที่ต่อตารางไมล์
- การเข้าถึงปัจจัยพื้นฐาน, ร้านค้า, การบริการลูกจ้าง
- พื้นที่พาณิชยกรรมทั้งหมดเป็นตารางฟุต
- อายุอาคาร
- ความหนาแน่นรวมรูปแบบอาคารในพื้นที่
- อัตราส่วนการพัฒนาที่ดินในเขตอุตสาหกรรม
- อัตราส่วนการพัฒนาที่ดินในส่วนร้านค้า
- ระยะเวลาเดินทางถึงใจกลางย่านธุรกิจ, เป็นนาที่
- ทางสัญจรหลักที่มีในพื้นที่

ปัจจัยหรือตัวแปรหลักที่ใช้พิจารณาความต้องการที่ตั้งของที่อยู่อาศัยและธุรกิจแสดงในตารางที่ 2 อิทธิพลที่ตัวแปรเหล่านี้มีต่อการเลือกที่ตั้งที่อยู่อาศัยและธุรกิจรวมทั้งการเลือกรูปแบบอาคารจะประเมินจากกระบวนการปรับค่ามาตรฐานต่าง ๆ ของแต่ละตัวแปร กับระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนา

ปัจจัยที่ใช้พิจารณาในการเลือกที่จะพัฒนาและพื้นที่ในพื้นที่แสดงในตารางที่ 3 ปัจจัยเหล่านี้ใช้ร่วมกันประมาณการผลตอบแทนจากการพัฒนาพื้นที่แต่ละแปลง สมมุติฐานที่ใช้ในองค์ประกอบการพัฒนาของแบบจำลองคือบริเวณพื้นที่ซึ่งมีผลกำไรสูงสุดจะมีความเป็นไปได้มากที่สุดในการพัฒนา ปริมาณการพัฒนาพื้นที่สีเขียว การถมพื้นที่ และการฟื้นฟูที่เห็นแตกต่างกันในสภาพเหตุการณ์สามารถนำมาใช้เปรียบเทียบได้ เช่นเดียวกับการกระจายความหนาแน่นและมูลค่าทรัพย์สินในพื้นที่พัฒนาใหม่

ส่วนประกอบด้านรายได้ของการคำนวณผลกำไรเป็นแบบตรงไปตรงมาโดยใช้การประมาณการราคาตลาดแต่ละรูปแบบการพัฒนาในพื้นที่ร่วมกับขนาดโครงการพัฒนาใหม่ ตัวราคาค่อนข้างซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับราคาที่ดิน ค่าก่อสร้าง ค่าเตรียมพื้นที่ และนโยบายด้านราคาเช่นค่าธรรมเนียม

ตารางที่ 3 ปัจจัยที่ใช้พิจารณาการพัฒนาพื้นที่และการฟื้นฟู

- คาดการณ์ผลตอบแทน

ราคาสตาดปัจจุบันของการพัฒนาในพื้นที่

ปริมาณและรูปแบบความเป็นไปได้ในการพัฒนาภายใต้กฎเกณฑ์ที่มี

- คาคาการณบที่ใ้ในการพัฒนาใหม่	มูลค่าที่ดิน ค่าก่อสร้าง
- ความหนาแน่นการพัฒนา	ค่าธรรมเนียมต่าง ๆ ,โครงสร้างพื้นฐาน ภาษี ฯลฯ กฎระเบียบที่ใ้ควบคุม (ผังการใช้ที่ดิน, ขอบเขตการเติบโตเมือง, ข้อบังคับด้านสิ่งแวดล้อม) มูลค่าที่ดิน การใช้ที่ดิน
- การเลือกการพิจารณาการพัฒนาพื้นที่สำหรับการนำมาพัฒนาใหม่	สัดส่วนมูลค่าที่ดินต่อการปรับปรุง
- งบที่เพิ่มขึ้นสำหรับการนำมาพัฒนาใหม่	การปรับปรุงอาคารปัจจุบัน งบสำหรับการรื้อถอนทำลาย

ในกรณีต้องผสานอุปสงค์และอุปทานของตลาดอสังหาริมทรัพย์ในพื้นที่ แบบจำลองได้ให้ระบบกลไกการตลาด (market – clearing) และการปรับราคาเพื่อใ้วิเคราะห์ มีลักษณะคล้ายแบบจำลองการปรับสต็อกพื้นที่ว่างซึ่งใ้โครงสร้างหรืออัตราการว่างปกติที่ตลาดส่งสัญญาณบอกเพื่อกระตุ้นใ้เกิดการก่อสร้างใหม่และการปรับของราคา ผู้ที่โยกย้ายหรือเข้ามาอยู่ในพื้นที่จะถูกกำหนดให้อยู่ในพื้นที่ว่างที่มีอยู่ในแต่ละปี อัตราการว่างพื้นที่ในท้ายของปีจะใ้ในการปรับราคาอันเป็นผลต่อการเลือกทำเลที่ตั้งในช่วงแรกของปีถัดมา การแสดงผลของแบบจำลองในช่วงสั้นทุกปีสะท้อนความโน้มเอียงของการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ที่ขึ้นกับสัญญาณทางการตลาดเพื่อพยายามหาความสมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทานในพื้นที่

UrbanSim ระบบช่วยการตัดสินใจวางแผนและผัง

รายละเอียด

สาธารณะและผู้นำชุมชนอาจได้รับเชิญเข้ามาร่วมขั้นตอนการจำลองภาพบางครั้งซึ่งเป็นขั้นแรกในกระบวนการวางแผนชุมชน กิจกรรมลักษณะนี้ทำให้ผู้มีส่วนร่วมเห็นภาพชุมชนซึ่งพวกเขาอยากใ้เกิดขึ้นในอนาคต เพื่อเป็นบันไดไปสู่การพัฒนามติร่วมในทิศทางที่แต่ละคนมุ่งหวังใ้ดำเนินไป บางครั้งเรียกวิธีการนี้ว่า “สภาพเหตุการณ์” สำหรับอนาคต ขั้นตอนในการสร้างกระบวนการนี้ใ้กับชุมชนเป็นการนำคุณค่าและเป้าหมายของผู้อาศัยและผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียภายในชุมชนออกมาให้เห็น โดยทั่วไปผลที่ได้ไม่ได้ชี้เฉพาะหรือกำหนดตายตัวถึงทิศทางในการพัฒนาเพื่อใ้เกิดความสำเร็ตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ต้องการ แต่ก่อนที่จะได้ภาพอนาคต ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องและอำนาจตัดสินใจดำเนินการในชุมชนต้องเลือกแนวทางปฏิบัติ และมีส่วนร่วมในขั้นตอนของการปฏิบัติเหล่านี้ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในที่นี้รวมถึง เจ้าหน้าที่ท้องถิ่น นักวางแผนหรือตัวแทน และผู้เกี่ยวข้องอื่น เครื่องมือในการดำเนินงานที่มีผลต่อสิ่งที่ได้แตกต่างกันไปแต่อย่างน้อยครอบคลุมนโยบาย 3 กลุ่มนี้ : กฎข้อบังคับ, โครงสร้างพื้นฐาน และราคา การจะใ้ขั้นตอนกระบวนการนี้กับชุมชนดำเนินไปข้างหน้า ชุมชนจำเป็นต้องประเมินราคาและประโยชน์รวมทั้งศักยภาพของการร่วมกันระหว่างนโยบายเหล่านี้ เพื่อให้ผลที่ได้ประสบความสำเร็จ

สิ่งที่แบบจำลอง UrbanSim ใ้คือเครื่องมือที่ใ้พัฒนาและทดสอบผลบังคับใช้ของนโยบายเพื่อให้ได้รับผลลัพธ์ตามที่มุ่งหวัง เราใ้คำว่า สภาพเหตุการณ์ ซึ่งใ้แสดง โครงสร้างพื้นฐาน กฎข้อบังคับ และราคากับสิ่งที่ต้องการทดสอบเพื่อให้เห็นลำดับความเปลี่ยนแปลงผลลัพธ์ที่ได้ แบบจำลองจะคาดการณ์ผลที่ได้ซึ่งสามารถใ้ประเมินระดับความแตกต่างวัตถุประสงค์ว่าอันใดมีศักยภาพที่จะประสบความสำเร็จภายใต้สภาพเหตุการณ์ที่กำหนด

ตารางที่ 4 ข้อมูลเข้า – ออกจากโปรแกรม UrbanSim

UrbanSim Inputs	- ข้อมูลการจ้างงานในรูปของ geocoded business establishment - ข้อมูลผู้อาศัย, จากแหล่งข้อมูลสรุปหลายแห่ง
-----------------	--

- ข้อมูลแปลงที่ดิน, การใช้ที่ดิน, หน่วยบ้านพักอาศัย, ปีที่มีการสร้าง, มูลค่าที่ดิน, มูลค่าการปรับปรุง, เมืองและตำบล
- ผังการใช้ที่ดิน
- ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์สภาพแวดล้อมธรรมชาติ เช่นที่ลุ่มน้ำ,ทางระบายน้ำ, ความลึกความลาดชัน ฯลฯ
- พื้นที่วิเคราะห์การสัญจร
- ข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์อื่น ๆ เกี่ยวกับขอบเขตผัง
- แบบจำลองการเดินทางที่ได้
- มูลค่าการพัฒนา

UrbanSim Outputs (by Traffic - คริวเรือนแบ่งตาม รายับ, ขนาด, อายุ, จำนวนเด็กปัจจุบัน

Analysis Zone)

- ธุรกิจและการจ้างแรงงานแบ่งตามอุตสาหกรรม
- ขนาดพื้นที่เป็นเอเคอร์ตามการใช้ที่ดิน
- หน่วยอยู่อาศัยแยกตามประเภท
- พื้นที่ซึ่งไม่ใช่อยู่อาศัยแยกตามประเภท
- มูลค่าที่ดินต่อเอเคอร์ตามการใช้ที่ดิน
- มูลค่าการปรับปรุงต่อหน่วยหรือตารางฟุตแยกตามการใช้พื้นที่

Travel Model Outputs (Zone- - เวลาใช้เดินทาง

To-Zone)

- สิ่งที่ใช้ในการเดินทาง

ข้อมูลที่เข้าและออกจากการทำงานของแบบจำลอง UrbanSim แสดงในตารางที่ 4 การพัฒนาข้อมูลไปใช้ในโปรแกรมค่อนข้างลำบาก เพราะความต้องการในด้านรายละเอียดข้อมูล จำเป็นต้องใช้ระบบข้อมูลภูมิศาสตร์ในการจัดการและรวมข้อมูลเข้าด้วยกันเพื่อให้แบบจำลองใช้งานได้และใช้ดูภาพผลที่ได้จากการจำลอง

ตารางที่ 5 เครื่องมือกำหนดนโยบายในสภาพเหตุการณ์ UrbanSim

การขนส่ง (จากแบบจำลองการขนส่ง)

- ความสามารถรองรับการขนส่ง : ทางด่วน, เส้นทางหลัก, รถโดยสาร, ระบบราง

การใช้พื้นที่

- ราคา : ค่าทางด่วน, ภาษีน้ำมัน ฯลฯ
- ผังการใช้พื้นที่ : ข้อห้ามการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่
- การควบคุมความหนาแน่น : ทั้งน้อยและมากที่สุดในการใช้พื้นที่
- ค่าก่อสร้าง : ค่าธรรมเนียมในการพัฒนา, ค่าโครงสร้างพื้นฐาน, ภาษี และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

นโยบายที่ใช้ (สามารถส่งผลต่อการใช้

พื้นที่, ความหนาแน่น, ค่าการพัฒนา)

- ขอบเขตการเติบโตของเมือง
- ข้อห้ามเรื่องสิ่งแวดล้อม
- นโยบายอื่น ๆ (บริเวณที่วางผังเฉพาะสำหรับการใช้งานบางอย่าง)

เครื่องมือนโยบายที่ใช้ร่วมกับสภาพเหตุการณ์ UrbanSim อยู่ในตารางที่ 5 และด้วยสมมุติฐานระบบการ

ขนส่งที่เกี่ยวข้องทั้งความสามารถในการรองรับ ระดับการบริการ และราคา จึงมีเครื่องมือเกี่ยวกับนโยบายการ

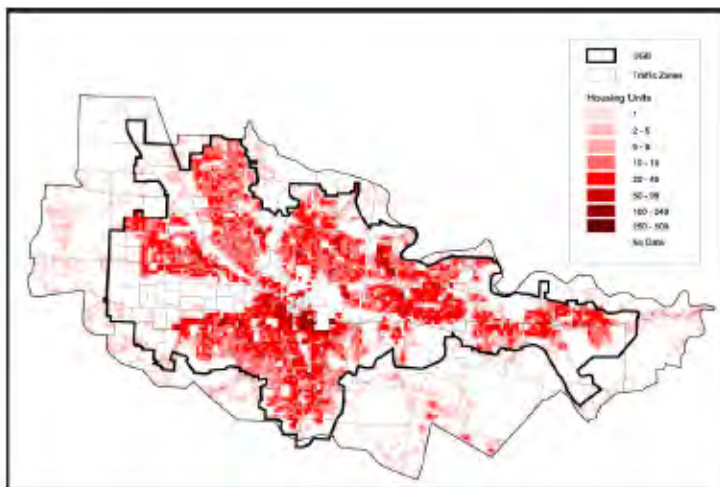
ใช้พื้นที่หลายอย่างให้เลือกใช้ เช่น ผังการใช้พื้นที่ที่ครอบคลุม การเปลี่ยนการใช้พื้นที่ที่อนุญาตในเขตพัฒนาใหม่ ข้อจำกัดความหนาแน่นต่ำสุดถึงสูงสุด และเครื่องมือทำงานด้านราคาเช่น ผลจากค่าธรรมเนียมการพัฒนาและ ค่าโครงสร้างพื้นฐาน เครื่องมือนี้ยังสามารถใส่ข้อบังคับเชิงกฎเกี่ยวกับการพัฒนาในพื้นที่นอกการเติบโตของ เมืองหรือนอกเขตบริการของเมืองภายใต้พื้นที่ที่มีความเสี่ยงเรื่องสิ่งแวดล้อมและบริเวณผืนเฉพาะที่กำหนดโดยผู้ใช้ กฎหลายอย่างนี้ รวมถึงการอนุญาตการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ ค่าการพัฒนา และการควบคุมความหนาแน่น ซึ่งนโยบายเกี่ยวกับกฎและราคาเหล่านี้ ผู้ใช้สามารถนำไปใช้แตกต่างกันแล้วแต่ ประเทศ เมือง หรือพื้นที่ที่จำเป็นอื่น ๆ

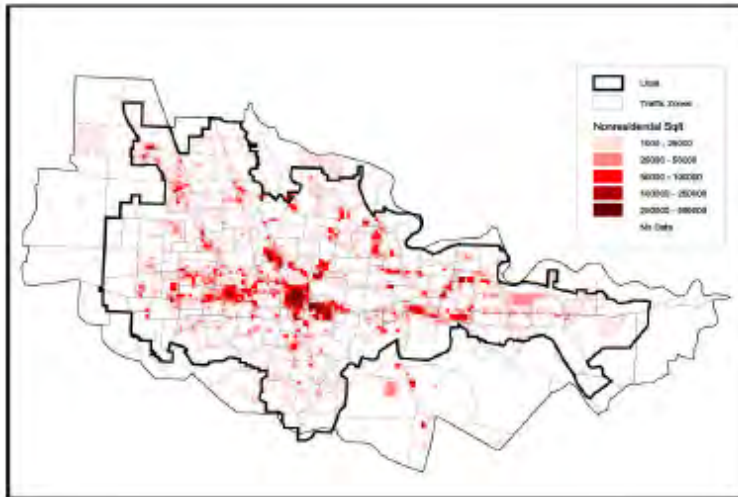
กระบวนการในการป้อนข้อมูลนโยบายการใช้พื้นที่มีลักษณะตรงไปตรงมา ส่วนติดต่อผู้ใช้ของ UrbanSim ให้ความสะดวกในการสร้างและแก้ไขสภาพเหตุการณ์นโยบาย และสร้างแบบจำลองจากสภาพเหตุการณ์เหล่านี้ ที่จะเห็นต่อไปคือส่วนประกอบ การติดต่อผู้ใช้ของโปรแกรมทดลอง UrbanSim เพื่ออธิบายการสร้างและแก้ไขสภาพเหตุการณ์

1. สร้างสภาพเหตุการณ์ใหม่ หรือใช้สิ่งที่มีอยู่
2. ตั้งตัวควบคุมทั้งหมดในเมืองและรายงานประจำปีที่ได้รับ
3. ตั้งกฎควบคุมการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่บนผังการใช้พื้นที่ที่ออกแบบไว้ในฐานข้อมูล
4. ตั้งค่าความหนาแน่น
5. ตั้งค่าใช้จ่าย (ราคา) ของการพัฒนา
6. ตั้งอัตราการว่างพื้นที่
7. เก็บสภาพเหตุการณ์ที่สร้าง
8. เปิดการทำงานแบบจำลองที่อยู่บนสภาพเหตุการณ์
9. ดูภาพที่ได้และแปรผล
10. ทำซ้ำขั้นตอนเดิมบนสภาพเหตุการณ์อื่น ๆ และเปรียบเทียบผลที่ได้

EDITING SCENARIOS การปรับแก้สภาพเหตุการณ์

ผู้ใช้สามารถกดปุ่ม edit scenario ตามรูปที่ 3 ซึ่งมี 5 แถบตัวเลือกแตกต่างกันตามตัวแปรที่ผู้ใช้กำหนดให้กับสภาพเหตุการณ์อันหนึ่ง ที่เห็นในรูปที่ 4 คือ regional control totals, land use conversion, density constraints, development costs, vacancy rates





รูปที่ 3 เมนูใน UrbanSim : Edit Scenarios และ Execute Model

CONTROL TOTALS

ในแถบแรก Control Totals เห็นในรูปที่ 4 ให้ผู้ใช้ใส่ปีและข้อมูลที่มีการคาดการณ์จำนวนประชากรและการจ้างงาน ผู้ใช้กำหนดปีแรกและปีสุดท้าย โปรแกรมจะใส่การคาดการณ์ในปีที่เหลือ แบบจำลองต้องการข้อมูลอย่างน้อยทั้งข้อมูลประชากรและการจ้างงานสำหรับการคาดการณ์สิ้นปี ผลจากการประมวลผลจะเขียนออกมาเป็นไฟล์ ASCII และผู้ใช้อย่างยังสามารถเลือกการแสดงผลเฉพาะปีที่ต้องการได้ด้วย

รูปที่ 4 Control Totals

LAND USE CONVERSION การเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่

หน้าต่างของการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ดูได้จากรูปที่ 5 ซึ่งให้ผู้ใช้กำหนดการอนุญาตให้ใช้พื้นที่จริง (actual land use, ALU) ในแต่ละผังการใช้พื้นที่ (PLU) ตัวแบบจำลองขณะนี้ไม่ได้ออกแบบเพื่อรองรับการใช้งานหลายอย่างในพื้นที่หนึ่ง แต่สามารถสะท้อนนโยบายผสมผสานโดยยอมให้พื้นที่ซึ่งแตกต่างกันภายในกลุ่มได้รับการพัฒนาในตามแต่ละผังที่ไดวางไว้

รูปที่ 5 Land Use Conversion การเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่

รูปที่ 6 การควบคุมความหนาแน่นพื้นที่

DENSITY CONSTRAINTS

รูปที่ 6 แสดงการควบคุมความหนาแน่นซึ่งอาจกำหนดโดยผู้ใช้ ผู้ใช้อาจกำหนดความหนาแน่นที่ยอมให้มากที่สุดและน้อยที่สุดโดยใช้นโยบายการใช้ที่ดินแต่ละ ประเทศ เมือง หรือบริเวณใดบริเวณหนึ่ง UrbanSim ยอมให้มีการปรับการอนุญาตความหนาแน่นการพัฒนา (ในพื้นที่ห้าม) เป็นร้อยละของความหนาแน่นปกติที่ยอมรับ เช่นถ้าผู้ใช้ไม่ต้องการใช้พื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงต่อสภาพแวดล้อม เช่นพื้นที่ลุ่มน้ำจากการพัฒนาต่าง ๆ ค่าความหนาแน่นเท่ากับ 0 จะแยกพื้นที่ลุ่มน้ำออกจากการพัฒนา หรือถ้าลดข้อบังคับเรื่องความหนาแน่นลงเหลือร้อยละ 50 บริเวณในพื้นที่ซึ่งมีความลาดชันสูง ค่าความหนาแน่นที่ได้คือร้อยละ 0.5 ค่าความหนาแน่นสำหรับที่พักอาศัยจะใช้เป็นหน่วยต่อขนาดพื้นที่ส่วนอย่างอื่น ๆ ใช้อัตราส่วนพื้นที่ใช้งานต่อพื้นที่ดิน (FAR)

การใช้ข้อบังคับเรื่องความหนาแน่นในแบบจำลองจะใช้ค่าสูงและต่ำบนความเป็นไปได้ของความหนาแน่นสำหรับการพัฒนาบนพื้นที่หนึ่ง โดยมีผลจากการใช้ข้อมูลร่วมกันระหว่าง ผังการใช้ที่ดิน กฎข้อบังคับสิ่งแวดล้อม และ นโยบายที่ใช้เช่น ขอบเขตการเติบโตของเมือง หรือโครงการในชุมชน ส่วนการพัฒนาที่ดินในโปรแกรมจะประเมินความหนาแน่นการพัฒนาในทุกความเป็นไปได้ของรูปแบบการพัฒนาและคาดการณ์ผลตอบแทนสูงสุดในการพัฒนาแต่ละพื้นที่ การประเมินนี้จะนำไปเปรียบเทียบกับข้อกำหนดนโยบายความหนาแน่นและถ้าผลที่ได้ต่ำหรือสูงกว่าแนวที่นโยบายขีดเส้นไว้ ความหนาแน่นจะถูกปรับให้อยู่ในระดับเดียวกับข้อกำหนดที่ใช้

รูปที่ 7 Hard and Soft Development Costs

มูลค่าการพัฒนา

รูปที่ 7 แสดงให้เห็นแถบบรรจุมูลค่าการพัฒนาที่อาจกำหนดโดยผู้ใช้ Hard development costs คือค่าแรงและวัสดุในการก่อสร้าง ไม่รวมค่าสาธารณูปโภคและบริการอื่น ๆ ค่านี้โดยสมมุติฐานมีค่าเหมือนกันทั่วบริเวณพื้นที่เมืองแต่ต่างกันตามรูปแบบอาคาร ซึ่งอาจประมาณราคาแต่ละรูปแบบอาคารได้จากการประเมินมูลค่าการปรับปรุง, ข้อมูลอุตสาหกรรมการก่อสร้างท้องถิ่นและอื่น ๆ

Soft construction costs รวมค่าธรรมเนียมต่าง ๆ ที่รัฐบาลท้องถิ่นกำหนดขึ้นกับที่ตั้ง และมีบทบาทสำคัญในการพิจารณาความคุ้มค่าของการพัฒนา ค่าธรรมเนียมแตกต่างกันไปตามเขตพื้นที่จึงจัดแบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่คือ ค่าธรรมเนียมการพัฒนา, ค่าบริการต่าง ๆ และค่าอนุญาตปลูกสร้างอาคาร และการที่วิธีการคิดค่าธรรมเนียมมีหลายวิธีแบบจำลองจึงปรับค่าทั้งหมดให้ง่ายในการนำมาใช้เรียกว่า “soft cost” เพื่อใช้ในแต่ละรูปแบบอาคาร และยังมีกรอบปรับตัวแปรที่ให้ค่าเหล่านี้ปรับขึ้นลงได้ตามทำเลที่ตั้งอาคาร

อัตราการว่างปกติ

ในแถบสุดท้ายของรูปที่ 8 ให้ผู้ใช้ประมาณอัตราการว่างปกติแต่ละการใช้พื้นที่ ซึ่งใช้เป็นสัญญาณในการปรับราคาและการสร้างใหม่เมื่ออัตราการว่างพื้นที่ต่ำกว่าที่กำหนด

รูปที่ 8 อัตราการว่างปกติ

ภาพผลการจำลอง

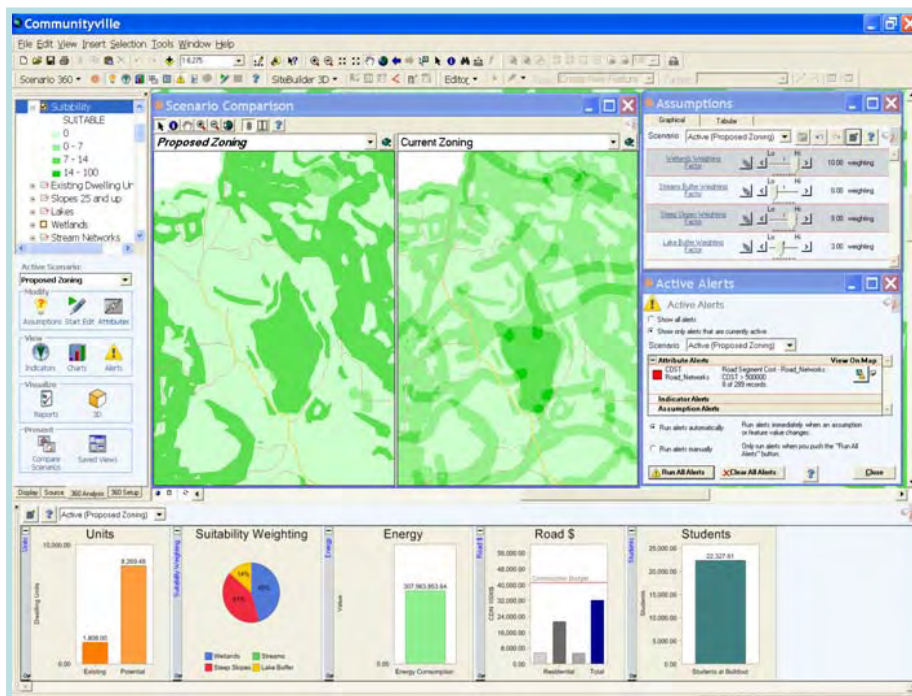
ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์แสดงรูปผลที่ได้เป็นแผนที่หรือผังพื้นที่ ในรูปที่ 9 แสดงการเพิ่มของบ้านเดี่ยวในสภาพเหตุการณ์ที่กำหนดของพื้นที่เมือง Eugene-Springfield ผลที่ได้เป็นการสรุปโดยวิเคราะห์พื้นที่การขนส่งและอาจเชื่อมกับไฟล์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยใช้โปรแกรม ArcView GIS -3.1 หรือระบบอื่น ๆ ที่สามารถใช้ได้

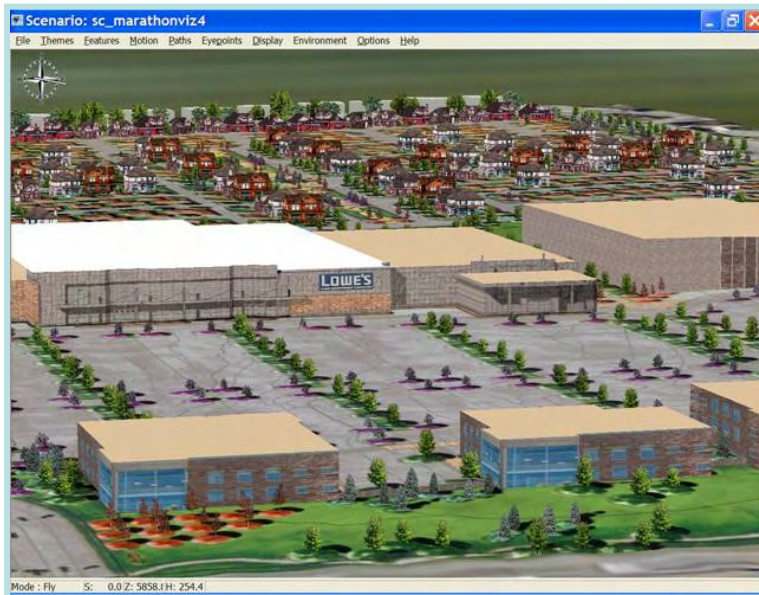
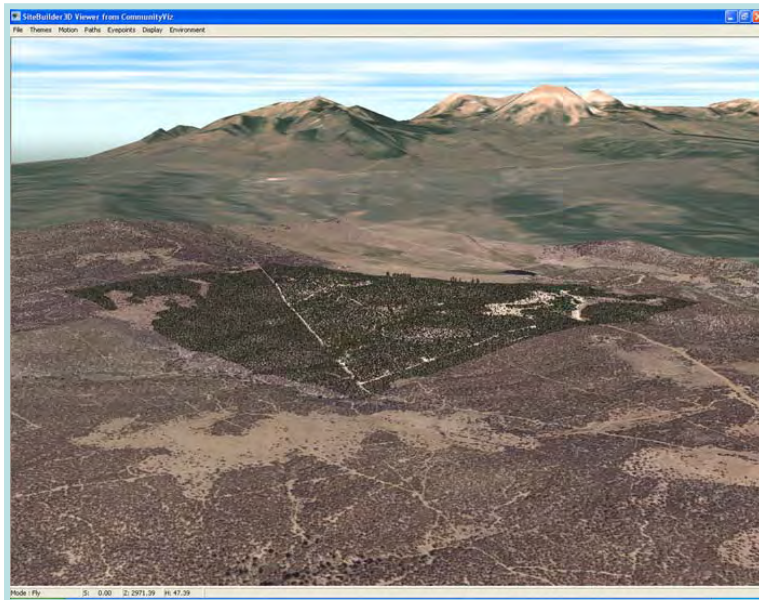
รูปที่ 9 ผลของภาพที่จำลองขึ้น : การสร้างครอบครัวเดี่ยวใน Eugene-Springfield

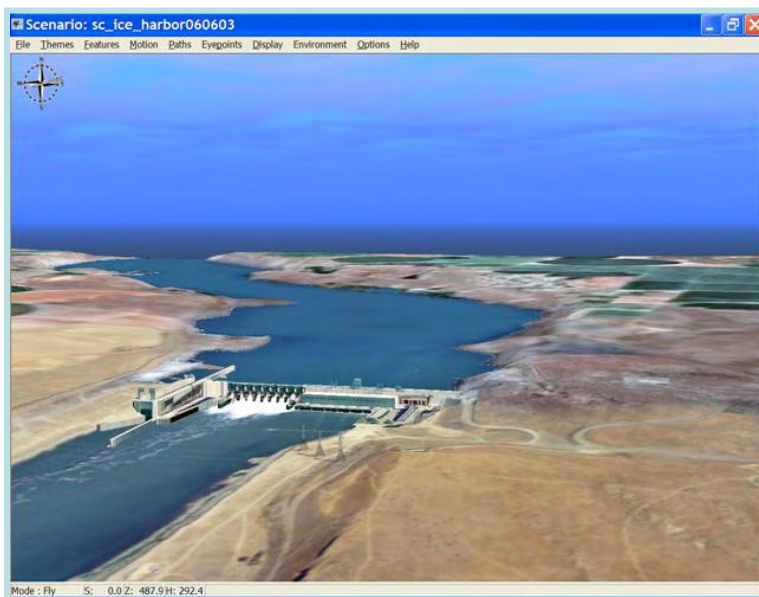
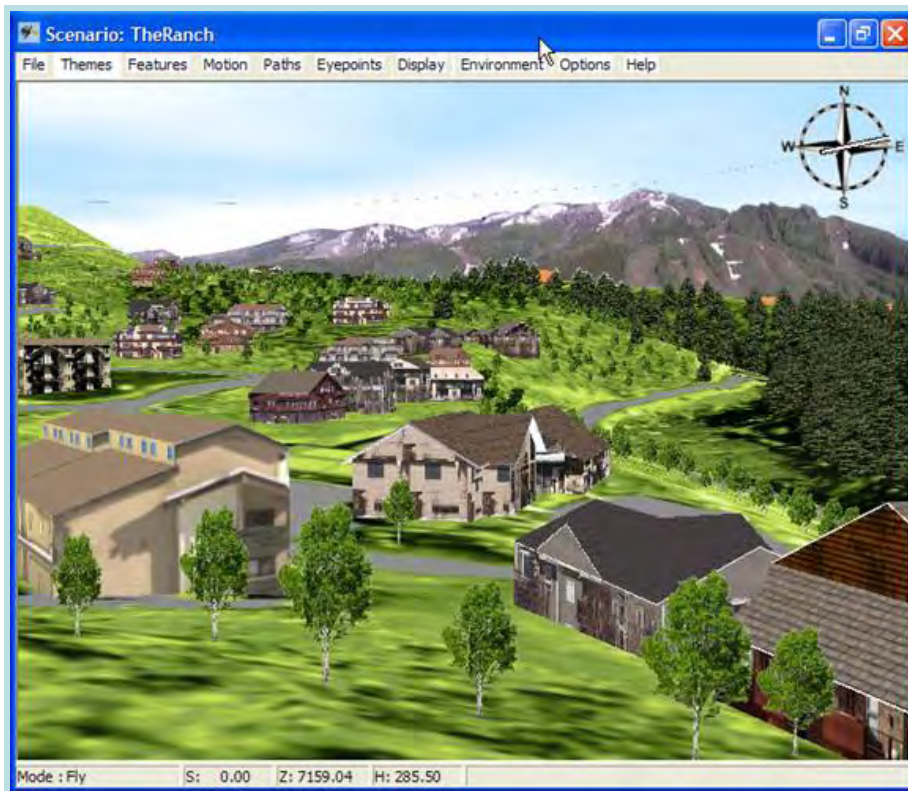
การทดสอบสภาพเหตุการณ์

มีวิธีการมากมายที่กำหนดสภาพเหตุการณ์ของเครื่องมือทางนโยบายที่มีผลกระทบและการใช้พื้นที่ ผ่านกฎข้อบังคับโครงสร้างพื้นฐานและราคา ด้วยการใช้แบบจำลองในการสร้างสภาพเหตุการณ์ต่าง ๆ และดูผลที่เกิดขึ้นแต่ละเหตุการณ์ ผลที่ได้จะถูกเก็บและทำการประเมินและรายงานเป็นรายปีตามผู้กำหนด โดยทั่วไปผู้ใช้จะได้มาตรฐานหรือค่าที่บอกได้จากผลเหล่านี้โดยเปรียบเทียบกับสภาพเหตุการณ์ในแบบจำลอง ค่าเหล่านี้อาจมีได้เช่น ปริมาณการใช้พื้นที่ในการเกษตร ความหนาแน่นเฉลี่ยที่พักอาศัยที่พัฒนาใหม่ มูลค่าเฉลี่ยที่พักอาศัย มูลค่าทั้งหมดโครงสร้างพื้นฐาน ยอดक्रमระยะทางการเดินทางด้วยยานพาหนะต่อประชากร การใช้เครื่องมือวิเคราะห์ เช่น UrbanSim เพื่อตรวจสอบผลกระทบของนโยบายที่เกิดขึ้นเพื่อให้บรรลุความสำเร็จตามวัตถุประสงค์จะช่วยให้เกิดความเข้าใจตรงกันและยอมรับเหตุผลระหว่างกันของประชาชนที่ได้รับผลกระทบจากการวางผังและนโยบายนั้น

CommunityViz





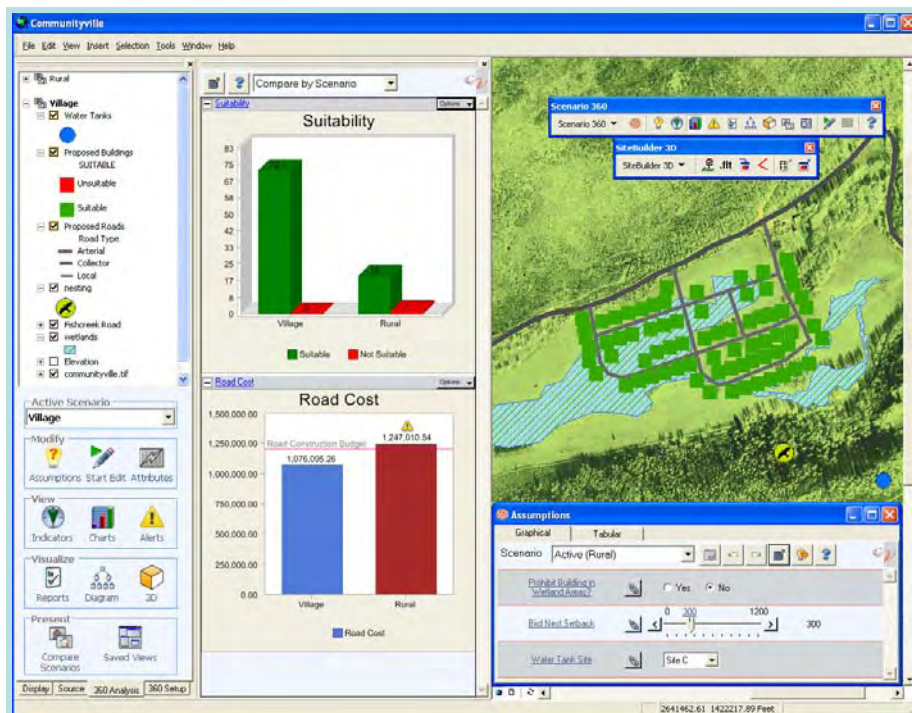


Community Viz มาจากฐานของโปรแกรม ArcView GIS ที่ใช้เป็นเครื่องมือช่วยการตัดสินใจในการวางแผนและออกแบบชุมชน ตัวโปรแกรมมีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลที่นักวางผังและนักออกแบบใช้ในการวางแผน ข้อมูล ตัวเลข แผนที่ และรูปภาพ ได้พร้อมกันและแสดงให้เห็นในสภาพแวดล้อมหลายมิติ ทั้งนี้ด้วยการทำให้ ArcView GIS มีความสามารถในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว มีการเชื่อมกับระบบการจำลองภาพเหมือนจริง 3 มิติแบบเรียลไทม์ และเพิ่มมิติที่ 4 คือเวลาผ่านรูปแบบของแบบจำลองที่ใช้ตัวกลางในการทำนายผล (agent-base predictive model) ซึ่งข้อมูลทั้งหมดที่นำมาใช้จะมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกัน

และกัน ผลกระทบจากการวางผังในรูปแบบต่าง ๆ นั้นสามารถประเมินและทราบผลได้ทันที ที่กล่าวนี้แสดงให้เห็นให้ทราบแนวทางการพัฒนาและโครงสร้างของโปรแกรม CommunityViz อย่างคร่าว ๆ ส่วนองค์ประกอบหลัก 3 อย่างของโปรแกรม (Scenario Constructor, TownBuilder 3D, และ Policy Simulator) และการใช้งาน โปรแกรมเพื่อการวางผังในสภาพแวดล้อมการทำงานจริงจะกล่าวในรายละเอียดต่อไป

จากข้างต้นที่แสดงให้เห็นการพัฒนาและ โครงสร้างของ Community Viz ที่มีองค์ประกอบใหญ่สามส่วน (Scenario Constructor, TownBuilder 3D และ Policy Simulator) และวิธีการนำซอฟต์แวร์ไปใช้ในขั้นตอนการวางผังในโลกปัจจุบัน

CommunityViz คือชุดเครื่องมือที่ใช้ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนหรือผัง โดยการนำข้อมูลแผนที่ 2 มิติ ระบบแสดงภาพ 3 มิติ และเทคโนโลยีในการจำลองนโยบายที่เหมาะสมไปประยุกต์ใช้ในการวางผังออกแบบในแต่ละชุมชน มารวมเข้าด้วยกัน CommunityViz จะสร้างระบบสื่อสารกับเราแบบไปและกลับ (Interactive) ผ่านแบบจำลอง 3 มิติ ในสภาพแวดล้อมแบบเรียลไทม์ (real-time) ทำให้ประชาชนและผู้เชี่ยวชาญสามารถสื่อความเข้าใจได้อย่างถูกต้องตรงกัน ผู้ใช้สามารถนำเสนอแนวนโยบายและทางเลือกในการออกแบบวางผัง และเห็นภาพทันที ทำให้ทราบว่า การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแต่ละด้านส่งผลกระทบต่ออย่างไรกับสภาพแวดล้อมทางกายภาพ เศรษฐกิจ และสังคมของเมืองที่พวกเขาอาศัย ด้วยกระบวนการสื่อสารแบบไปและกลับ (Interactive) นี้ทำให้ประชาชน นักวางผังผู้ออกแบบ และเจ้าหน้าที่รัฐสามารถได้รับข้อมูลที่ดี และง่ายขึ้นในการช่วยตัดสินใจหรือหาข้อสรุปอันก่อให้เกิดเป็นมติร่วมกัน ประเด็นข้อปัญหาต่าง ๆ ที่ซับซ้อนและอยู่ระหว่างการเจรจาต่อรอง CommunityViz เป็นโปรแกรมที่มีจุดเด่นในการผสานข้อมูล GIS ข้อมูล 2 มิติ การแสดงภาพ 3 มิติ และการสร้างแบบจำลองด้วยตัวกลางหลากหลาย (multiagent simulation modeling) รูปที่ 1 แสดงให้เห็นการทำงานของ CommunityViz



รูปที่ 1 ภาพแสดงองค์ประกอบ 3 ส่วนของ CommunityViz ในรูปแสดงให้เห็นภาพจากแนวนโยบายใน GIS และภาพ 3 มิติ

ความเป็นมา

ในปี 1996 องค์การไม่แสวงผลกำไรที่ตั้งอยู่ ณ เมืองเวอร์มอนต์ รัฐแลนด์ชื่อ Ortan Family Foundation ได้ให้ Cooper and Lybrand สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการกิจขององค์กรเพื่อ “ช่วยประชาชนในชนบทของอเมริกาสามารถกำหนดรูปแบบการเจริญเติบโตเมืองในอนาคตโดยที่ยังรักษามรดกของชุมชนพวกเขาไว้ได้อย่างดี” เนื่องจากพื้นที่ชนบททั่วประเทศกำลังหายไป พื้นที่

เกษตรถูกแบ่งย่อยและเริ่มกลายเป็นเมือง ขณะที่เมืองที่มีอยู่เดิมและหมู่บ้านเริ่มดูคล้ายเพราะการเกิดร้านค้ารูปแบบใหม่จากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจ และที่เมืองเวอร์มอนต์นี้ได้เกิดการรวมตัวของคนระดับรากหญ้ามีทั้ง เจ้าหน้าที่รัฐ นักวางผัง ที่ปรึกษา สถาปนิก นักอนุรักษ์ โดยเฉพาะส่วนสำคัญที่สุดคือชาวเมืองเวอร์มอนต์เอง เพื่อหยุดยั้งกระแสการเปลี่ยนแปลงนี้ ผู้ทำงานนี้ส่วนใหญ่คืออาสาสมัครที่เป็นชาวเมืองที่ไม่ได้มีความรู้ความเชี่ยวชาญเฉพาะหรือได้รับการฝึกอบรมในเรื่องการใช้ที่ดิน ประชากร การวางผัง สถิติ หรือทางเศรษฐกิจ ผลที่ได้จากการวางผังโดยประชาชนครั้งนี้คือแบบจำลอง Jeffersonian Model of Government ที่ทำงานด้วยข้อมูลและความร่วมมือของประชาชน

อย่างไรก็ตามนักวางผังเมืองชาวเวอร์มอนต์ก็ไม่ได้ประ โยชน์เท่าที่ควรถ้าปราศจากข้อมูลและเครื่องมือที่แสดงให้เห็นรูปร่างของเมืองในอนาคต ซึ่งจะสร้างความยากลำบากต่อพวกเขามากขึ้นเรื่อย ๆ ต่อไปในวันข้างหน้าในการที่จะหยั่งถึงผลที่จะเกิดจากการใช้รูปแบบการใช้ที่ดินที่เป็นอยู่ หรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากทางเลือกในการตัดสินใจไปในแนวทางต่าง ๆ ดังนั้นพวกเขาต้องการเครื่องมือใหม่ที่ช่วยสนับสนุนเพิ่มศักยภาพในการช่วยตัดสินใจให้กับแบบจำลอง Jeffersonian model เครื่องมือใช้วางผังนี้จะช่วยให้ประชาชนได้เรียนรู้ถึงศักยภาพของทรัพยากรในท้องถิ่นพวกเขา เข้าใจในความซับซ้อนของสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดิน สภาพแวดล้อม เศรษฐกิจ เล็งเห็นถึงความเป็นไปได้ในอนาคตและรู้จักประเมินค่าและดูแลสิ่งเหล่านี้ผ่านแนวนโยบายและข้อบังคับต่าง ๆ

การออกแบบระบบ

CommunityViz เป็นสิ่งที่ Orton Family Foundation ให้การส่งเสริมและพัฒนาจากงานที่ริเริ่มขึ้นโดยหน่วยงาน Environmental Simulation Center (ESC) กับกลุ่ม Coopers and Lybrand's Emergent Solution Group (ปัจจุบันคือ PricewaterhouseCoopers Washington Consulting Practice, "PWC") ESC และองค์กร Orton Family Foundation ร่วมกับผู้ร่วมงานอื่นช่วยกันวิจัยพัฒนาจนกระทั่งได้โปรแกรมที่ชื่อว่า CommunityViz

ภายใต้การนำของ ESC และความช่วยเหลือจาก Green Mountain Geographics (ที่ปรึกษาโครงการ GIS) ได้มีการจัดตั้งทีมพัฒนาโปรแกรมขึ้นประกอบด้วย MultiGen-Paradigm, Inc. (MP) ซึ่งปัจจุบันเป็นส่วนหนึ่งของ Computer Associates อันเป็นผู้นำในการจำลองภาพเสมือนจริง 3 มิติ และกลุ่ม For Site Consulting, Inc. ผู้นำการสร้างฐานข้อมูล GIS คือ "spatial spreadsheets" และเครื่องมือวิเคราะห์ผลกระทบ โดยทั้งหมดนี้ให้ ESC เป็นแกนหลักในการดำเนินและบริหารโครงการและเป็นหัวหน้าทีมออกแบบระบบช่วยสนับสนุนและช่วยตัดสินใจการวางแผนและผัง CommunityViz ขององค์กร Orton Family Foundation

ส่วนประกอบ

CommunityViz ประกอบด้วยกลุ่มของหน่วยย่อยต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม ESRI's ArcView GIS เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ใช้แพร่หลายในกลุ่มนักวางผังชุมชนทั่วไป ระบบสามารถทำงานบนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วไปที่มีระบบปฏิบัติการ windows NT และสามารถทำงานร่วมกับโปรแกรม ArcView GIS 3.2 และ ArcView Spatial Analyst 1.1 ตัวโปรแกรม CommunityViz ประกอบด้วยองค์ประกอบ (module) 3 ส่วนคือ

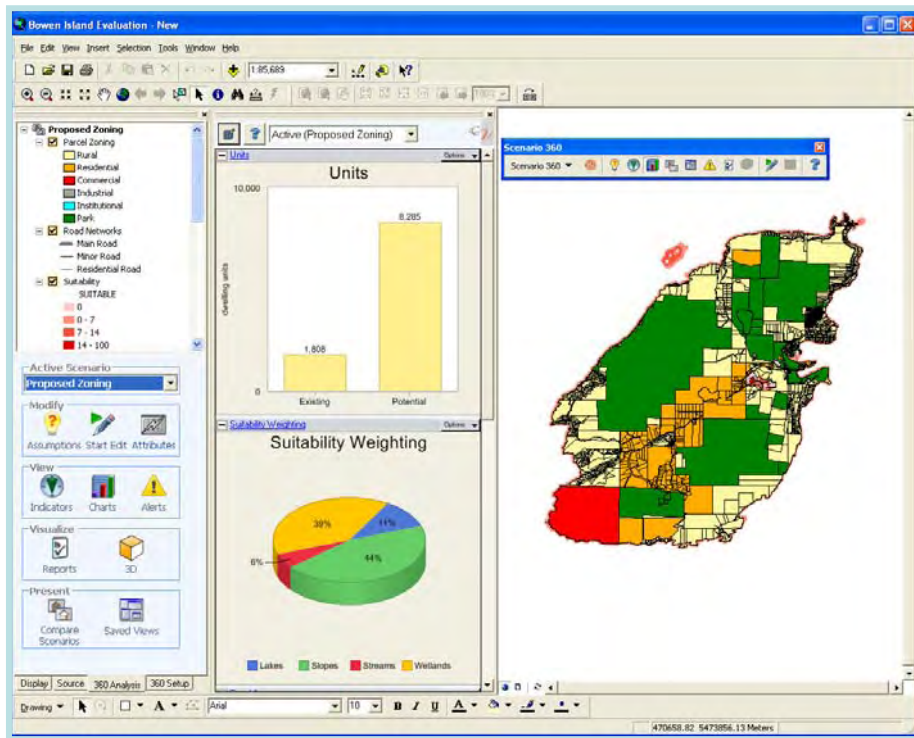
- Scenario Constructor
- TownBuilder 3D
- Policy Simulator

ขณะที่แต่ละส่วนประกอบนี้สามารถทำงานได้อย่างเป็นอิสระโดยเป็นส่วนต่อขยายของ ArcView GIS และสามารถทำงานแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ทั้ง สอง สาม และสี่มิติ ตัวโปรแกรมเองมีการทำงานลักษณะคล้ายหน่วยประมวลผลที่ทำงานได้ด้วยตนเองโดยที่จำเป็นต้องมีการป้อนข้อมูลเฉพาะของชุมชน และสามารถปรับเปลี่ยนได้อย่างไร้ขีดจำกัดตามแต่ที่ผู้ใช้ต้องการ

ส่วนประกอบที่ 1 Scenario Constructor

Scenario Constructor ทำงานร่วมกับตัวโปรแกรม ArcView GIS กับส่วนต่อขยายของมัน และระบบจำลองภาพเมือง 3 มิติ (TownBuilder 3D) และ Policy Simulator จะเห็นว่ามันสามารถให้คนที่ไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญสามารถทดลองสร้างรูปแบบการใช้ที่ดินและ

ประเมินผลที่เกิดขึ้นและข้อจำกัดที่มีต่อชุมชนได้ในเวลาเดียวกัน มันสามารถวัดผลกระทบ ประเมินประสิทธิภาพ และแสดงการวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็วไว้วางใจ มันสามารถช่วยประเทศเล็ก ๆ เมือง และชุมชนชนบท ให้ทราบและเห็นภาพผลที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนจากข้อกำหนดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินได้ทันที Scenario Builder ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ (ข้อมูล 2 มิติจาก GIS) อันเป็นส่วนประกอบของระบบ CommunityViz รูปที่ 2 แสดงการแลกเปลี่ยนและการใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) ร่วมกันระหว่างส่วน Scenario Constructor และส่วนประกอบอื่น ๆ ของ CommunityViz



Scenario Constructor จะควบคุม Policy Simulator

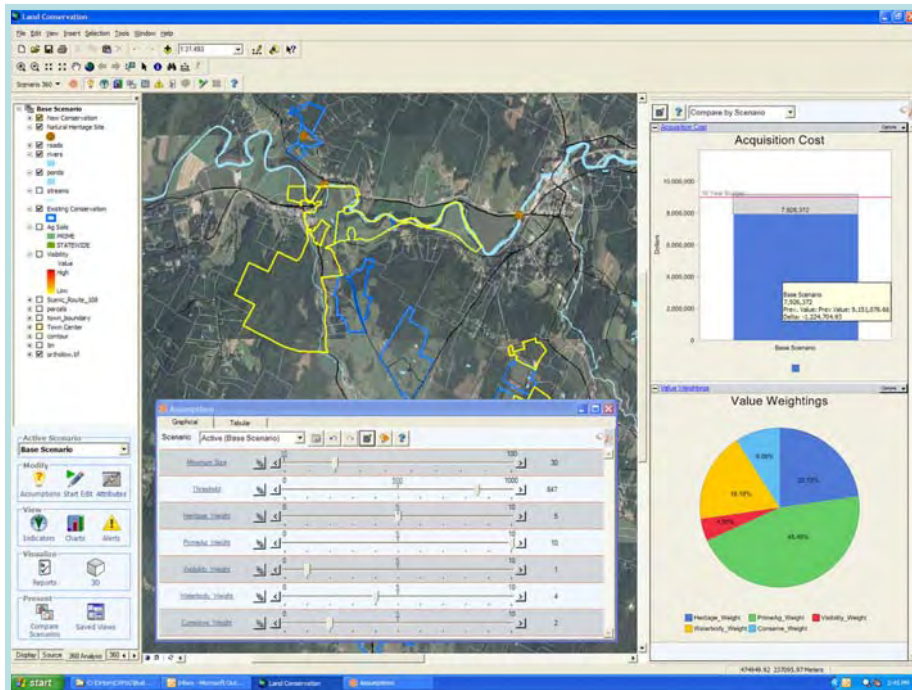
Scenario Constructor จัดการและบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องอยู่ในรูปแบบเอกสารเฉพาะของ ArcView GIS เรียกว่า “Scenario View” ในการออกแบบโดยรวมของ CommunityViz การรับส่งข้อมูลที่เกิดขึ้นเป็นลำดับแรกในส่วนประกอบของโปรแกรมจะเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) โดยมี “Scenario View” เป็นศูนย์กลางการจัดการและแปรผลของข้อมูลเหล่านี้ Scenario View ประกอบด้วยรูปแบบที่เป็นทั้ง vector และ raster และมีหน่วยย่อยเล็กลงไปภายใต้ถูกออกแบบขึ้นเรียกว่า “Scenario Themes” ซึ่งเป็นรูปแบบของ vector ที่ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนได้ ส่วนต่อขยายของ Scenario Constructor ArcView GIS สามารถทำงานตอบสนองกับผู้ใช้ในแบบ interactive คือทำได้ไม่ว่าจะ ก๊อปปี้ วาง ลาก ย่อขยาย ปรับเปลี่ยนคุณสมบัติหรือขอบเขตต่าง ๆ ที่อยู่ใน Scenario Theme

ส่วนประกอบที่ใช้ประเมินผลกระทบ (impact evaluation component) ของ Scenario Constructor สนับสนุนการกำหนดเงื่อนไข การประเมิน และการติดตามประสิทธิภาพการวางผังลักษณะต่าง ๆ ขณะที่ส่วนประกอบอื่นของโปรแกรม CommunityViz เช่น Policy Simulator จะจำลองภาพเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่จะเกิดในอนาคต สิ่งเหล่านี้ทำให้การวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากเหตุการณ์ต่าง ๆ สามารถสร้างขึ้นภายในชุดของโปรแกรม

The Scenario Constructor สามารถประเมินผลกระทบให้เห็นได้ทันที (real-time) โดยการตรวจสอบตัวแปรที่ผู้ใช้กำหนดขึ้นอ้างอิงเทียบกับสภาพปัจจุบันเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับข้อมูล ผู้ใช้สามารถสร้างตัวชี้วัดหรือแสดงผลโดยสร้างเป็นสูตรคณิตศาสตร์ให้ทำงานบนฐานข้อมูล GIS ผลที่ได้สามารถแสดงเป็นกราฟที่สามารถปรับได้ตามต้องการ ในแต่ละครั้งที่คุณสมบัติของข้อมูลในสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะ เพิ่ม ลบออก หรือเคลื่อนย้าย ตัว GIS จะทำการปรับข้อมูลให้เป็นปัจจุบันทันที เพราะสูตรสร้างไว้จะทำการคำนวณข้อมูลใหม่โดยอัตโนมัติ และกราฟแสดงผลก็จะปรับตามทันที ทำให้ผู้ใช้เห็นถึงผลที่เกิดขึ้นทันที ทำให้ผู้ใช้ทราบผลที่เกิดขึ้นในเวลาในเวลาเดียวกัน Scenario Constructor ยังให้ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขตัวแปรต่าง ๆ เช่น อัตราภาษีอสังหาริมทรัพย์ ราคาค่าก่อสร้างใหม่ และแสดงผลการวิเคราะห์ให้ทราบได้ในทุกระดับ

การทำงาน

การทำงานของ Scenario Constructor คือสำรวจสภาพปัจจุบันและนำเสนอสภาพแวดล้อมภูมิทัศน์ในลักษณะอินเตอร์แอคทีฟ (interactive) คุณสมบัติการปรับแก้ข้อมูลบนจอ และการคำนวณเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขเพิ่มเติมคุณสมบัติใหม่โดยอัตโนมัติ รูปที่ 3 แสดงตัวชี้วัดที่แตกต่างกัน 3 อย่างคือ พื้นที่เปิดโล่ง การจ้างงานท้องถิ่น และ school impacts เพื่อเสนอแนวทางพัฒนาและการคาดการณ์ โดย Policy Simulator ในเวลา 10 ปี ผลที่ได้แสดงให้เห็นในรูปแบบกราฟแท่งเพื่อให้เข้าใจได้ง่าย ผู้ใช้จะเห็นทั้งแผนที่ 2 มิติ และกราฟแท่งในเวลาเดียวกัน ทำให้เห็นทางเลือกในการวางแผนของสภาพแวดล้อม

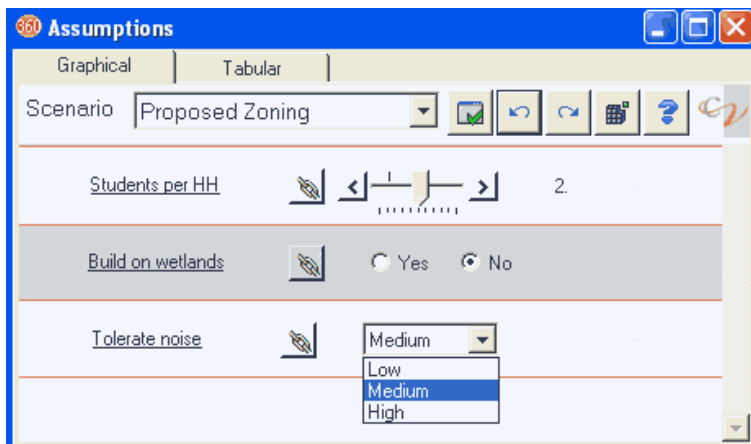


รูปที่ 3 Scenario Constructor Indicators ผู้ใช้สามารถสร้างภาพที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจได้ง่าย ใช้อ้างอิง และเป็นจุดเริ่มต้นในการประเมินศักยภาพนโยบาย แผนผัง หรือการออกแบบ

ส่วนประกอบที่ 2 TownBuilder 3D

การแสดงผลข้อมูล 2 มิติในโลกของภาพจำลอง 3 มิติ มีความจำเป็นมากขึ้นเพราะช่วยสร้างความเข้าใจและประสบการณ์เกี่ยวกับข้อมูลของสถานที่ได้ดียิ่งขึ้น

MultiGen-Paradigm (MP) ได้ออกแบบ TownBuilder 3D เพื่อใช้สำรวจสภาพแวดล้อม 3 มิติในที่มีการเคลื่อนที่แบบเรียลไทม์ และวัตถุที่เห็นเป็นภาพเหมือนจริง โดยใช้โปรแกรมที่ถูกออกแบบสำหรับการจำลองภาพในเกมคอมพิวเตอร์และอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ MP ได้สร้างแนวคิด 3D/GIS ที่พัฒนาโดย ESC ตัว TownBuilder 3D สามารถแสดงสถานที่จริงในรูปแบบจำลองที่ให้ภาพเหมือนจริง แบบจำลองนี้สร้างโดยการวางภาพถ่ายทัศนียภาพของอาคารในมุมที่ถูกต้องลงบนเส้นโครงร่างของแบบจำลองอาคารหรือกลุ่มอาคารที่เป็นดิจิทัล ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงโลกจำลองบนคอมพิวเตอร์เข้ากับโลกของสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ผู้ใช้สามารถเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระในแบบจำลอง 3 มิติ และสามารถปรับเปลี่ยนสภาพภูมิประเทศที่เห็นได้ทันที การเปลี่ยนแปลงที่เกิดในแบบจำลอง 3 มิติก็จะถูกเปลี่ยนในฐานข้อมูลระบบสารสนเทศเช่นกัน ในทางกลับกันการเปลี่ยนแปลงที่เกิดในฐานข้อมูลสารสนเทศก็จะส่งผลถึงภาพในแบบจำลอง 3 มิติ การวางแผนในการตัดสินใจไม่ป็นนามธรรมต่อไปแต่จะอยู่เห็นเป็นวัตถุในโลกเสมือนจริง



รูปที่ 4 TownBuilder 3D View ทำให้ผู้ใช้ทำงานปฏิสัมพันธ์กับทั้ง ArcView GIS และ ภาพ 3 มิติ ได้อย่างง่าย ๆ สัญลักษณ์สีแดงคือ View Cone แสดงตำแหน่งที่มองภาพ

TownBuilder 3D มีองค์ประกอบสัมพันธ์กันอยู่สองส่วน อันแรกคือการสร้างฐานข้อมูลภาพเหมือนจริง (แบบจำลอง 3 มิติ) แบบเรียลไทม์ โดยใช้ฐานข้อมูล GIS ที่ควบคุมด้วย Scenario Constructor และภาพถ่ายจริงจากสถานที่ ส่วนที่สองคือระบบการทำงาน โปรแกรมที่ผู้ใช้มีปฏิสัมพันธ์กับแบบจำลอง 3 มิติ ฐานข้อมูลสารสนเทศ GIS และ Scenario Constructor ในเวลาเดียวกันพร้อม ๆ กัน ด้วยการเชื่อม TownBuilder 3D กับ ArcView GIS ทำให้ผู้ใช้สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงบริเวณพื้นที่วางผังใน 2 มิติ และ 3 มิติ ดังรูปที่ 4 ที่ TownBuilder 3D แสดงให้เห็นคู่กับ Scenario Constructor บนจอภาพ ผู้ใช้สามารถรับรู้พร้อมกันทั้งฐานข้อมูล ArcView GIS และ Scenario Constructor ในขณะที่สามารถทราบตำแหน่งตนเองบนแผนที่ ArcView GIS ด้วยสัญลักษณ์แสดง “view cone” ที่จะเคลื่อนที่ตามการเคลื่อนไหวผู้ดูในแบบจำลอง 3 มิติ

เมื่อผู้ใช้มีการแก้ไขแบบจำลอง 3 มิติ ด้วย Scenario Constructor ก็จะทำการปรับฐานข้อมูล GIS ตามและแสดงให้เห็นกว้างฝั่งได้รับรู้ในเวลาเดียวกันถึงผลที่ได้และข้อจำกัดที่มีในพื้นที่ เช่นในกรณีพื้นที่นั้นเป็นบริเวณสำหรับอยู่อาศัย ระบบจะเตือนให้ทราบถึงข้อจำกัดเมื่อผู้ใช้พยายามจะวางอาคารพาณิชย์กรรมในบริเวณนั้น

การทำงาน

TownBuilder 3D มีการทำงานแบบอัตโนมัติหลายอย่างรวมถึงการสร้างภูมิประเทศจำลอง การสร้างพื้นผิวจากภาพถ่าย การสร้างแบบจำลองอาคาร 3 มิติ ดิน ไม้ ถนน แม่น้ำ แนวรั้ว พุ่มไม้ รวมถึงสิ่งอื่นๆ ที่ธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น ข้อมูลแบบจำลองเสมือนจริง 3 มิติเหล่านี้ถูกรวบรวมเก็บไว้ในส่วนที่เรียกว่า library ของ TownBuilder 3D ส่วนนี้ยังเก็บข้อมูลภาพถ่ายของแต่ละแบบจำลองเช่น พื้นฐานอาคาร จำนวนชั้นอาคาร ชนิดต้นไม้ ฯลฯ ส่วนข้อมูลซึ่งไม่เกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพถูกบรรจุในส่วน Scenario Constructor เช่นบ้านเดี่ยวอาจเป็นทั้งที่พักอาศัย ที่อาศัยและร้านค้า หรือสำนักงาน จุดเด่นของ TownBuilder 3D คือความสามารถในการสร้างสภาพแวดล้อมโดยใช้โครงสร้างสำเร็จ เช่นถนน ภูมิทัศน์ และสามารถเชื่อมข้อมูลกับส่วนอื่น ๆ ของCommunityViz

ส่วนประกอบที่ 3 Policy Simulator

Policy Simulator เป็นส่วนทำหน้าที่ทำนายความเป็นไปได้การใช้ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงประชากรและเศรษฐกิจในชุมชนเพื่อเป็นทางเลือกในการตัดสินใจให้เจ้าหน้าที่รัฐและชุมชน โดยรับแนวทางการปฏิบัติ (ไม่ปฏิบัติ) จากผู้ใช้ และทำนายผลที่คาดว่าจะเกิดในอนาคต เช่น ผู้ใช้อาจทราบว่าเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการปรับเปลี่ยน ขอบเขตการบริการชุมชน (Urban Service Boundary) ก็เพียงแต่ใส่ นโยบายนี้เข้าไปในในชุดนโยบายที่มีอยู่ในโปรแกรมแล้ว Policy Simulator ก็จะทำนายผลที่จะเกิดขึ้นเช่น จำนวนประชากร เศรษฐกิจ การเปลี่ยนแปลงใช้ที่ดินในระยะเวลาหนึ่งซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในคุณสมบัติของ ArcView GIS

Policy Simulator ต่างจากระบบทำนายผลประชากรและเศรษฐกิจในพื้นที่ขนาดเล็กอื่น ๆ คือเทคนิคที่ใช้เรียกว่า “ adaptive agent-based modeling ” ตัวกลาง (agent) นี้ไม่เหมือนที่ใช้ในเครือข่ายเว็บไซต์ทั่วไป ที่ประกอบด้วยชุดรหัสคำสั่งเล็ก ๆ เพื่อควบคุมการทำงานแต่มีลักษณะเป็น “economic agent” ที่สามารถตัดสินใจได้ด้วยตัวเองอย่างอิสระตามแต่เป้าหมายและข้อกำหนด และสามารถตอบสนองกับสภาพแวดล้อมรอบ ๆ ตัวเอง โดยส่วนใหญ่แบบจำลองคอมพิวเตอร์ระบบผังเมืองทำงานร่วมกับข้อมูลจำนวนมากและหลากหลายมีลักษณะทำงานจากส่วนบนลงล่าง การคาดการณ์ระดับชาติจะถูกจัดสรรเพื่อใช้ระดับรัฐ จากรัฐไปสู่ภูมิภาค ฯลฯ ด้วยการใช้การวิเคราะห์สมการและสถิติ

แบบจำลองที่ถูกจัดสรรนี้ทำนายประชากร เศรษฐกิจ และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ที่มีการผสมผสานการใช้งาน ซึ่งแบบจำลองลักษณะนี้ไม่ค่อยเอื้อให้เกิดการมีปฏิสัมพันธ์มากพอ ถ้าผู้ใช้ต้องการเรียนรู้จะเป็นอย่างไรถ้ามีการเปลี่ยนแปลงความเชื่อแบบจำลองนี้จะไม่ตอบสนองข้อนี้ รูปที่ 5 แสดงความแตกต่างระหว่างแบบจำลอง agent base และแบบจำลองที่ใช้กันอยู่ทั่วไป

แบบจำลองทั่วไป	agent models
หน่วยที่ใช้วิเคราะห์เป็นกลุ่ม	หน่วยที่ใช้วิเคราะห์เป็นอิสระ
ใช้สมการทางคณิตศาสตร์	ใช้ Adaptive agents
การจัดสรรข้อมูล บน – ล่าง	การผสมผสานข้อมูล ล่าง – บน
Deterministic (One Future)	ใช้การสุ่มตัวอย่าง (multiple future)
ใช้ตัวแปรน้อย	ใช้หลายตัวแปร
ไม่ให้คำอธิบาย	มีการอธิบายเป็นจุดแข็ง
ข้อมูลเชิงพื้นที่อย่างหยาบๆ	ข้อมูลเชิงพื้นที่แบบเจาะจง
ให้สภาพแวดล้อม	สร้างสภาพแวดล้อม
ผู้ใช้สามารถมีปฏิสัมพันธ์ด้วย	ผู้ใช้สามารถเรียนรู้จากโปรแกรม

ในกลุ่มแบบจำลอง agent based หน่วยวิเคราะห์ (เช่นหน่วยที่ถูกสร้างขึ้นโดยตรง) จะมีลักษณะเฉพาะหรือครัวเรือนที่อาศัยในสภาพแวดล้อม ตัวกลาง (agents)เหล่านี้คือคนที่อาศัยและทำงานในชุมชนจะถูกจำลองขึ้น รวมถึงชาวบ้าน เจ้าของธุรกิจ ลูกจ้าง แบบจำลอง Policy Simulator จะสร้างอุปนิสัยเฉพาะและปฏิสัมพันธ์ให้กับแต่ละครัวเรือนและประชากรนี้ (เช่น ร้านคุณโจนส์ตั้งอยู่ที่ไหน นางสมิธมาทำงานเวลาใด) ในบริเวณพื้นที่ศึกษา ตัวกลางจะถูกโปรแกรมให้มีความสามารถตัดสินใจได้เองบนพื้นฐานของของบุคลิกลักษณะอันเฉพาะของแต่ละคน ซึ่งแต่ละ agent จะมีการเคลื่อนที่และค่าที่ต่างกันไป

Policy Simulator เป็นแบบจำลองแบบสุ่ม การตัดสินใจที่ตัวแทนทำขึ้นไม่ขึ้นกับโครงสร้างการตัดสินใจในแบบจำลอง ดังนั้นทางเลือกที่เป็นไปได้ในการตัดสินใจจะถูกนำมาใช้โดยการให้น้ำหนักจากการกระจายค่าเฉลี่ยด้วยการสุ่มเลือกจากกลุ่มชุดทางเลือกที่สร้างขึ้น แบบจำลองแบบสุ่มในลักษณะนี้แม้จะมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยที่เกิดขึ้นกับ agent ก็สามารถทำให้ผลลัพธ์ที่ได้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างใหญ่หลวงได้

แบบจำลอง Policy Simulator ที่เป็น adaptive agent based ให้ความสำคัญทางวัฒนธรรมเช่นเดียวกับมูลค่าทางเศรษฐกิจ

Policy Simulator ประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ หลายส่วนทำงานสัมพันธ์กันเพื่อช่วยกัน ประมวลผลข้อมูลที่ได้รับ หากำมาตรฐาน และสร้างแบบจำลอง แสดงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น และพัฒนานโยบายในชุมชน

Generating Input Data

Policy Simulator เป็นแบบจำลอง agent-based ที่ต้องการข้อมูลจำนวนมากและเฉพาะเจาะจงซึ่งอาจเป็นอุปสรรคต่อชุมชนในการหาข้อมูลจึงต้องมีการพัฒนาเครื่องมือเพื่อแก้ปัญหาข้อจำกัดนี้ด้วยการใช้ข้อมูลจากหลายแหล่ง โดยการใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) ทั้ง โชนนิง การใช้ที่ดิน ขนาดที่ดิน ตำแหน่งอาคาร ภาษีท้องถิ่น (รายรับ ยอดขาย รายละเอียดเกี่ยวกับอสังหาริมทรัพย์) แล้วเปลี่ยนชั้น

ข้อมูลสารสนเทศเหล่านี้ให้เป็นรูปแบบที่ Policy Simulator รู้จัก จากนั้น Policy Simulator และ CommunityViz จะวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้อย่างกว้าง ๆ Policy Simulator และทำการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในภาพรวมด้วยวิธีการแบ่งพื้นที่เป็นตารางตั้งแต่ 1,000 – 25,000 ตารางเมตร ซึ่งอาจไม่มีความแม่นยำถูกต้องในการทำนายในทุก ๆ ครั้ง แต่ด้วยเทคนิคในการปรับค่ามาตรฐาน และการแสดงผลทำให้สามารถให้ผลลัพธ์โดยรวมที่มีความถูกต้องที่ยังตรงเสมอ

ส่วนประกอบของ Policy Simulator

Simprep and Data Integrity

Simprep เป็นส่วนย่อยใน Policy Simulator ที่ให้ผู้ใช้สร้างชุดคำสั่งที่สมบูรณ์เพื่อให้ระบบการจำลองทำงาน เพราะปัญหาหลักอันหนึ่งในการใช้ Policy Simulator คือชุมชนไม่มีข้อมูลเฉพาะที่ละเอียดเพียงพอที่ทำให้โปรแกรมทำงานได้บรรลุผลสำเร็จ ใน SimPrep ชุมชนให้ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับประชากร เศรษฐกิจในพื้นที่จากข้อมูลที่หาได้ทั่วไปของหน่วยงานรัฐ จากนั้น SimPrep จะสร้างข้อมูลที่เหมาะสมอย่างเช่น ชื่อ อายุ เชื้อชาติ ความเชื่อ และจากการสำรวจหลาย ๆ ชุมชน วิเคราะห์ผลตอบรับและรวบรวมข้อมูลในแต่ละแห่งเกี่ยวกับประชากร เศรษฐกิจ สภาพต่าง ๆ เกี่ยวกับจิตใจ จากผลเหล่านี้มาสร้าง agent pool ขึ้นมาจากการที่ให้ SimPrep สร้างชุมชนเทียมที่มีสภาพใกล้เคียงกับชุมชนที่มีอยู่จริง ทำให้เรามีสิ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้ตรวจสอบข้อมูลที่มีว่าเพียงพอต่อการใช้ในแบบจำลองหรือไม่

Calibration

ใช้ความเหมาะสมร่วมกันระหว่าง generic algorithm และ simulate annealing ในการปรับมาตรฐานข้อมูลอิสระกว่า 30 ตัวแปรที่อยู่ในแบบจำลอง Policy Simulator โดยการพยายามรวมค่าตัวแปรอิสระต่าง ๆ เก็บบันทึกข้อมูลที่น่ามาใช้งานได้ดีและแสดงทางเลือกการแก้ปัญหาแต่ละอย่างให้ผู้ใช้ทราบ

Simulation

เป็นศูนย์กลางระบบ Policy Simulator

CommunityViz

- Offers GIS-based software and services to help people make informed decisions about the future of their communities and their land

- Enables people to build computer models of a place that include:

- Changeable, 2D maps

- Charts showing quantitative information

- 3D scenes that they can fly through and explore

- Helps people experiment, analyze, collaborate and communicate

CommunityViz software is used for
a wide variety of applications

- Comprehensive Plans

- Affordable Housing

- Transportation Analysis

- Open Space/Conservation

- Zoning and Permitting Decisions

- Transit-Oriented Development
- Land Suitability Analysis
- Resource Management
- Impervious Surface Runoff Estimation
- Flood Planning
- Build-Out Analysis
- Agricultural Lands Viability
- Water Quality Issues
- Wildfire Prevention Planning
- Infill and Neighborhood Redevelopment
- Brownfield Redevelopment
- Subdivision/Project Approval
- Fiscal Viability Analysis
- Environmental impact Statements
- Recreational Use Planning

Scenario 360 from CommunityViz is an integrated, interactive decision-making framework...

...that allows you to envision alternatives, explore options, and examine possibilities.

SiteBuilder 3D from CommunityViz enables you to create interactive 3D scenes that can be shared with others

(even if they don't have CommunityViz software)

The CommunityViz Professional Services Group provides services around the use of CommunityViz software

- Custom application development

Data management assistance

Urban Simulation (UrbanSim) คือระบบจำลองการใช้พื้นที่ของเมืองที่รวมเอาแบบจำลองการขนส่ง การใช้พื้นที่ และคุณภาพอากาศเข้าด้วยกัน เพื่อประโยชน์ของการวางแผนและผังเมืองระยะยาว ระบบจำลองนี้พัฒนาจากการศึกษาพฤติกรรมของกลุ่มผู้ใช้และอยู่อาศัยในเมือง เช่น กลุ่มครอบครัวบุคคลธรรมดา กลุ่มธุรกิจ กลุ่มนักพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ และองค์กรของรัฐ ซึ่งการจำลองความสัมพันธ์ของกลุ่มคนเหล่านี้กับเมืองเชื่อว่าจะสามารถจำลองการเติบโตและเปลี่ยนแปลงของเมืองได้อย่างใกล้ชิด เคียง

LEAM (Landuse Evolution and Impact Assessment Model) เป็นระบบจำลองที่แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินของเมืองตามเวลา และนโยบายที่เปลี่ยนไป ระบบถูกออกแบบขึ้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์และเสริมสร้างความเข้าใจของผู้ใช้ระบบต่อการเชื่อมโยงระหว่างเมือง สิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ โดยแสดงให้เห็นความเปลี่ยนแปลงต่อสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตที่เกิดจากการเติบโตและพัฒนาของเมือง

PUP (Project for Urban Planning) ระบบทำนายการพัฒนาพื้นที่อยู่อาศัยในอนาคตและการเติบโตของประชากร แบบจำลองใช้ตัวแปร 3 ตัวหลักคือ พื้นที่ว่าง การเข้าถึงของสาธารณูปโภค และระยะห่างจากแหล่งที่ดินที่พัฒนาแล้ว ผู้ใช้ระบบสามารถทดลองจัดโซนของเมือง และเปลี่ยนค่าตัวแปรบางตัวเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงและทำความเข้าใจเมือง ระบบนี้ถูกพัฒนาขึ้นในประเทศออสเตรเลีย

ในการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่าสามารถแบ่งข้อเขียนและบทความต่าง ๆ ออกได้เป็น 3 หมวดใหญ่คือ

1. การวิเคราะห์วิจารณ์ความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีและการวางแผนผังเมือง
2. เทคโนโลยีที่จะสามารถนำมาใช้ช่วยในการวางแผนและผังเมือง
3. การพัฒนาระบบช่วยวางแผนและผังเมือง

ในส่วนเทคโนโลยีที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้และช่วยในการวางแผนผังเมืองนั้นยังสามารถแบ่งออกได้อีก 3 หมวดคือ

1. เทคโนโลยีการจัดการข้อมูลและเผยแพร่ข้อมูล ซึ่งถือว่าเป็นพื้นฐานของการวางแผนและผังเมือง
2. เทคโนโลยีการเก็บและอธิบายข้อมูลเชิงพื้นที่
3. เทคโนโลยีของส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (interface) ซึ่งว่าด้วยการสร้างและพัฒนาระบบการถ่ายทอด

ข้อมูลหรือความรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยใช้ประโยชน์จากสื่อหลาย ๆ ชนิด (ตัวหนังสือ รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว) ในส่วนการพัฒนาระบบช่วยวางแผนและผังเมืองก็สามารถแบ่งย่อยได้อีก 5 หมวดคือ

1. การพัฒนาระบบช่วยให้เกิดความเข้าใจและการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้มีหน้าที่รับผิดชอบในการวางแผนและผังเมืองกับประชาชน โดยอาจเป็นระบบการกรอกแบบสอบถามผ่านอินเทอร์เน็ตหรือคอมพิวเตอร์เกม
2. การพัฒนาระบบการบริการของเมืองผ่านทางอินเทอร์เน็ต ช่วยให้ประชาชนเข้าถึงการบริการต่าง ๆ
3. การพัฒนาและใช้สื่อต่าง ๆ (ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ หรือการจำลองภาพเสมือนจริง [Virtual Reality]) เพื่อให้ทั้งผู้ปฏิบัติการทางผังเมืองและประชาชนทำความเข้าใจข้อมูลทางผังเมือง
4. การพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์แบบมีส่วนร่วม ซึ่งเป็นการใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อช่วยในกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชน
5. การพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจในการวางแผนและผังเมือง

การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการวางแผนและผังเมืองนั้นมีประโยชน์ที่จะได้รับในที่สุดคงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพใน 3 กระบวนการของการวางแผนผังเมืองคือ การช่วยให้ประชาชนเข้าถึงข้อมูลของเมือง การช่วยแสดงข้อมูลที่เข้าใจได้ง่าย และการช่วยให้ผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการวางแผนและผังเมืองได้มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลและความเชื่อถือซึ่งกันและกัน

เนื่องจากอินเทอร์เน็ตทำให้การเข้าถึงข้อมูลสามารถทำได้จากทุกที่ (ที่มีเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้าถึงซึ่งปัจจุบันเกือบเรียกได้ว่าครอบคลุมทั่วโลก) และทุกเวลา การใช้เทคโนโลยีนี้สามารถช่วยให้ประชาชนเข้าถึงข้อมูลทางผังเมือง ไม่ต้องเดินทางไปทำการหรือสถานที่เก็บข้อมูลโดยตรง ข้อมูลที่อยู่แยกกันในหน่วยงานต่าง ๆ สามารถเรียกแสดงในเวลาเดียวกันหากต้องการ ในขณะที่ยังสามารถแยกความรับผิดชอบในการเก็บและแก้ไขข้อมูลให้เป็นปัจจุบันได้ นอกจากนั้นยังทำให้ง่ายต่อการค้นหาข้อมูลเฉพาะที่อาจถูกซ่อนไว้ในฐานข้อมูลใหญ่หากมีการพัฒนาเครื่องมือในการค้นหาที่เหมาะสม

การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการกระบวนการทางผังเมืองสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ข้อมูล ข้อมูลเดียวกันสามารถถูกเรียกแสดงในรูปแบบต่าง ๆ (ข้อความ รูปภาพ เสียงหรือภาพเคลื่อนไหว) ซึ่งรูปแบบของการแสดงข้อมูลสามารถช่วยให้ข้อมูลเข้าใจได้ง่ายขึ้น นอกจากนั้นข้อมูลทางผังเมืองซึ่งมักจะซับซ้อน การใช้สื่อรูปแบบต่าง ๆ ช่วยในการแสดงผลข้อมูล สามารถทำให้ข้อมูลที่ซับซ้อนเข้าใจได้ง่ายขึ้น

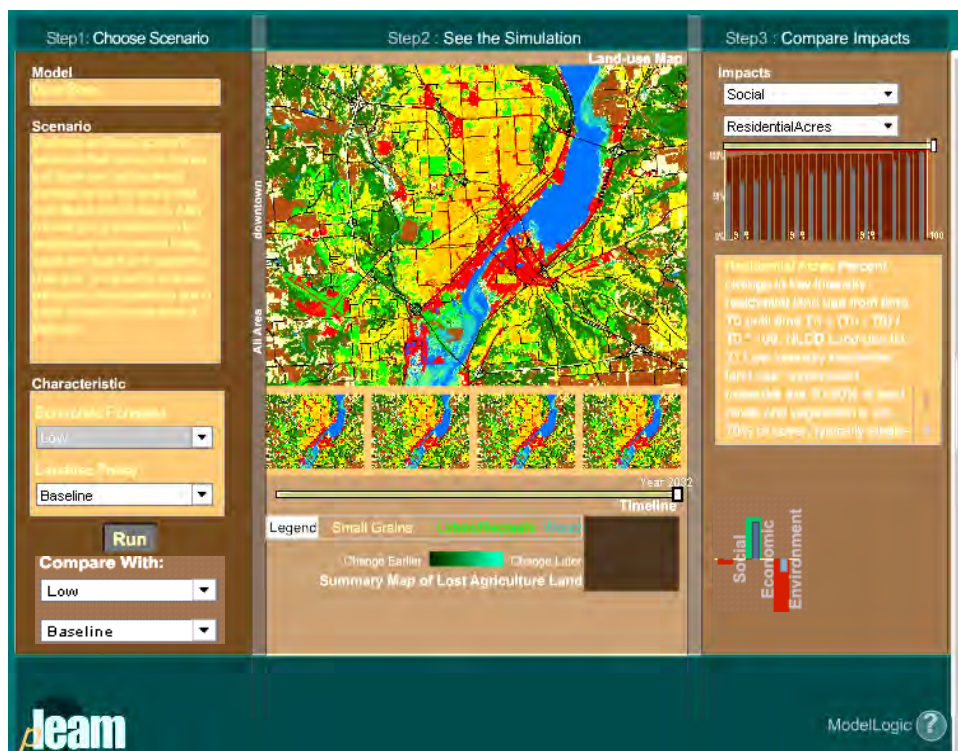
เทคโนโลยีสารสนเทศยังสามารถส่งเสริมให้ประชาชนมีส่วนร่วมกับกระบวนการทางผังเมืองได้ง่ายขึ้นและช่วยส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สนใจมีส่วนร่วม เนื่องจากคุณสมบัติของเทคโนโลยีที่ส่งเสริมการสื่อสาร 2 ทางทั้งไปและกลับ การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อช่วยในกระบวนการทางผังเมืองนี้จะทำให้ประชาชนทั่วไปสามารถใช้ข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีผู้พัฒนาไว้มาช่วยในการทำความเข้าใจกับเมือง การเข้าถึงเครื่องมือเหล่านี้และการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้มีส่วนร่วมและผู้ปฏิบัติการอย่าไม่จำกัดเวลาและสถานที่นี้สามารถช่วยให้กระบวนการมีส่วนร่วมง่ายและยั่งยืนนี้ช่วยให้เกิดความโปร่งใส น่าเชื่อถือของกระบวนการและนำไปสู่การมีส่วนร่วมในกระบวนการทางผังเมืองในระยะยาวต่อไป

อย่างไรก็ตามอุปสรรคและปัญหาการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเหล่านี้มาใช้ยังไม่สามารถพัฒนาและเป็นประโยชน์สูงสุดต่อกระบวนการวางแผนผังเมืองก็คือ การเข้าถึงบริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและคอมพิวเตอร์ของกลุ่มผู้มรายได้น้อย ซึ่งเป็นกลุ่มที่ขาดการมีส่วนร่วมในกระบวนการวางแผนผังเมืองอยู่แล้ว นอกจากการเข้าถึงที่ยังไม่ทั่วถึงแล้วความสามารถในการใช้เทคโนโลยีก็เป็นอีกอุปสรรคของการใช้ระบบช่วยตัดสินใจวางแผนและผังเมือง

ในด้านการพัฒนาระบบเองก็ยังอยู่ในระหว่างการทดลองและเพิ่มประโยชน์ใช้สอยและประสิทธิภาพซึ่งต้องการเวลาและทุนสนับสนุนอีกระยะหนึ่ง

แบบจำลองช่วยการตัดสินใจวางแผนและผังเมืองอาจแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มคือ

1. แบบจำลองหรือระบบที่เน้นการวิเคราะห์และวางแผน ซึ่งจะประกอบด้วยเครื่องมือช่วยจำลองสภาพแวดล้อม ร่างผัง และสร้างแบบจำลองเมือง
2. ระบบที่เน้นการแปลงข้อมูลให้เป็นภาพที่เข้าใจได้ง่าย และใช้ในการสื่อสาร ส่งเสริมให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้วางแผนผังเมือง และประชาชนชนที่ได้รับผลกระทบ
3. ระบบช่วยการตัดสินใจสำหรับผู้มีอำนาจอนุมัติโครงการหรือนโยบายให้เข้าใจทางเลือกที่ถูกเสนอ และสามารถตัดสินใจได้ดีขึ้น
4. ระบบที่เน้นการจัดการ ติดตาม และตรวจสอบแผนและผังปัจจุบัน



Keywords: Decision Support System, Information Sharing, Planning Roadmap, Sustainable plan

Abstract 2:

City is a complex entity. It is believed to compose of physical systems and social processes that are both common in all the world cities and specific in each city. Trying to understand and anticipate change for the development of a city, experts around the world are in the process of developing mathematical models that take advantages of widely available city statistic, geographic information, and rapid development of computational technology. The model is expected to simulate most of the physical system of the city; the components that are common in all big cities around the world. As these sophisticated models development gather momentum, however, the real benefit of it to the development of a local city is still in question. Dealing with the social processes; the components that are specific in each city studied, those data, modeling knowledge, and analytical tools are needed to be made understandable and thus usable by local citizen as well as planning experts and policy makers. The model's visualization interface that is easy to use could help citizen tap into the experts thought and at the same time could help the experts access the local input from the citizen. The tools which support planning decision, thus called Planning Support System (PSS).

The first part of this paper is an inventory on what has been done to better utilize the PSS growth and development in order to make better and more sustainable decision for a city. This kind of inventory in PSS is necessary to help start and accelerate its development in our context.

The second part of this paper reviews some of the advances that have been made by researchers in developing models of spatial land use change, focusing on their modeling of the environment, economic and social process associated with the change. Next, brief examples of using these models in planning and evaluating public projects are illustrated. The paper then concludes with suggestions for further research and interdisciplinary approach that is necessary to help accelerate development in Thailand.

Content 2:

แบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

หลายคำถามที่มากับการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเป็นที่สนใจของนักวิจัยในหลายสาขาที่เกี่ยวข้องกับการทำแบบจำลองเชิงพื้นที่ และเวลาของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและความเข้าใจเหตุและผลของการเปลี่ยนแปลงนั้น นักภูมิศาสตร์ และธรรมชาติวิทยาได้เริ่มต้นพัฒนาแบบจำลองเชิงพื้นที่ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในระดับพื้นที่ดินเดี่ยวหรือเซลล์ (cells) ในที่ดินผืนใหญ่ แต่การพัฒนาแบบจำลองเพื่อความเข้าใจทางเศรษฐศาสตร์ หรือในพฤติกรรมของมนุษย์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินนั้นยังไม่มีผู้สนใจค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะนักวิจัยที่สนใจความสัมพันธ์ระหว่างการเลือกของปัจเจกบุคคลและผลที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

การพัฒนาส่วนของแบบจำลองทางด้านเศรษฐศาสตร์โดยนักภูมิศาสตร์และธรรมชาติวิทยามักจะถูกมองว่าขาดทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์รองรับ ดังนั้นการคาดการณ์ของแบบจำลองจึงไม่น่าเชื่อถือในหมู่นักเศรษฐศาสตร์ ในทางตรงข้ามแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของนักเศรษฐศาสตร์มักไม่สามารถนำมาอธิบายการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ในสัดส่วนที่ละเอียดพอ ฉะนั้นแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์เพื่อการตัดสินใจใช้พื้นที่ต้องถูกพัฒนาในกรอบเชิงพื้นที่เพื่อประโยชน์ในการอธิบายและจำลองผลจากนโยบายต่อพื้นที่และการเปลี่ยนแปลงในอนาคต

แบบจำลองของนักเศรษฐศาสตร์

การพัฒนาแบบจำลองโครงสร้างเศรษฐศาสตร์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินมีประโยชน์คือ 1) การจำลองพฤติกรรมมนุษย์โดยตรง (ไม่ใช่ผลที่เกิดจากพฤติกรรมมนุษย์) ทำให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนต่อการเปลี่ยนแปลงที่ต่อเนื่องเชิงพื้นที่

และเวลาที่เกี่ยวเนื่องกับตัวแปร (agent) ทางเศรษฐศาสตร์ ทำให้สามารถติดตามผลต่อเนื่องของการตัดสินใจใช้ที่ดินของปัจเจกบุคคล และความเป็นไปได้ของปฏิกริยาเชิงพื้นที่ระหว่างตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์ตัวอย่างเช่น ถ้าการตัดสินใจใช้ที่ดินของบุคคลหนึ่งเป็นผลจากการได้รับอิทธิพลของการตัดสินใจใช้ที่ดินของเพื่อนบ้าน ดังนั้นแบบจำลองก็จะเป็นการจำลองพื้นที่ขยายตัว (spatial lay) 2) สามารถประมวลจากปัจจัยภายในที่ซับซ้อน (endogeneity) เช่น ถ้าที่ตั้งของถนนและการตัดสินใจให้ประโยชน์ที่ดินถูกนำมาพิจารณาด้วยกัน แบบจำลองสามารถใช้สมการหลายชุดพร้อมกัน ซึ่งความสามารถนี้จำเป็นต่อการนำมาใช้กำหนดนโยบายต่อไป ตัวอย่างเช่น ในเมืองที่มีอัตราการเพิ่มประชากรสูง และเก็บภาษีที่ดินเพิ่มเพื่อจํานํามาใช้จ่ายในการบริการสาธารณะที่มีความต้องการเพิ่มขึ้นด้วย ถ้าการย้ายที่อยู่ของครอบครัวหนึ่ง ๆ ใช้อัตราภาษีที่ดินในการตัดสินใจ ฉะนั้นการเปลี่ยนแปลงประชากรและอัตราภาษีควรถูกนำมาประมวลผลร่วมกัน และแบบจำลองโครงสร้าง (structural) สามารถแสดงผลของการย้ายที่อยู่และรายจ่ายต่อรายได้ของเมืองและนำไปใช้ทำความเข้าใจว่านโยบายเพิ่มภาษีที่ดินของเมืองจะกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรอย่างไร

แบบจำลองของนักภูมิศาสตร์และธรรมชาติวิทยา

แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเชิงพื้นที่ที่มีส่วนจำลองทางเศรษฐศาสตร์ที่มีการพัฒนาอยู่ในปัจจุบันสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบคือ การจำลองเหตุการณ์การประมาณการณ์ และแบบผสม ทั้งหมดนี้ส่วนใหญ่พัฒนาโดยใช้แนวคิด cellular automata ซึ่งเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พฤติกรรมของระบบถูกควบคุมโดยกฎที่ถูกตั้งขึ้น และค่าความเป็นไปได้จำนวนหนึ่ง กฎเหล่านี้จะมีผลควบคุมเซลล์ทุก ๆ เซลล์ ผ่านเซลล์ที่ติดกันทั้งหมด เซลล์หนึ่ง ๆ จะเปลี่ยนค่าไปตามค่าของเซลล์ที่ติดกันในเวลาก่อนนั้น การที่เซลล์ที่ติดกันมีปฏิสัมพันธ์กันนี้เป็นบุคลิกลักษณะของ cellular automata ถึงแม้ว่าระบบนี้จะประกอบด้วยกฎเกณฑ์ง่าย ๆ แต่เมื่อปล่อยให้ระบบดำเนินไประยะเวลาหนึ่งจะเห็นผลความซับซ้อนและแบบแผนที่ชัดเจน เนื่องจากสถานะหรือค่าของเซลล์ในเวลา $t+1$ ถูกตัดสินใจด้วยสถานะหรือค่าของเซลล์ที่ติดกันในเวลา t แบบจำลองที่ใช้แนวคิดนี้เป็นแบบจำลองเชิงพื้นที่ซึ่งถูกใช้บ่อยในแบบจำลองทางฟิสิกส์ และชีววิทยาเช่นในแบบจำลองเชิงพื้นที่ของการกระจายตัวของปฏิกริยาเคมี พัฒนาการของจักรวาล และแบบแผนการพัฒนาเติบโตของ organisms (Wolfram, 1986)

แบบจำลองเหตุการณ์การเติบโตของเมือง

นักวิจัย (เช่นนักภูมิศาสตร์) ใช้ cellular automata ในการวิเคราะห์การเติบโตของเมือง (Wu and Webster, 1998; Clarke et al, 1997; White et al, 1997; Baffey et al., 1989) ตรงข้ามกับแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ตามแนวคิด cellular automata แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างที่ซับซ้อนเกิดขึ้นจากปัจจัยภายในของการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเซลล์แต่ละเซลล์ และเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงของเมืองในสหรัฐอเมริกาหลายเมือง นักวิจัยยืนยันว่าแบบจำลองชนิดนี้เป็นตัวแทนที่ใกล้เคียงของรูปแบบเมืองจริง ๆ

แบบจำลองชนิดนี้ยังมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้และทำความเข้าใจกับการที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแทน (agents) แต่ละส่วนหลาย ๆ ส่วน ในพื้นที่หนึ่งมีผลต่อแบบแผนการเติบโตพัฒนาของเมืองร่วมกันอย่างไร อย่างไรก็ตามการแสดงให้เห็นว่าสมมุติฐานของการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแทน มีผลเกี่ยวเนื่องกับการวิวัฒนาการเชิงพื้นที่ของการใช้ที่ดิน สามารถอธิบายว่าการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเซลล์อาจอธิบายรูปแบบของการใช้ที่ดิน แต่แบบจำลองเหล่านี้ไม่ได้ใช้ข้อมูลจริงในการประมาณการ “ข้อกำหนดการเติบโต” ถูกเขียนขึ้นเพื่อควบคุมการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน หรือเซลล์ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของเซลล์นั้นและเซลล์โดยรอบ ในความเป็นจริงยังมีปัจจัยอีกมากมายที่ทำให้เกิดความแตกต่างเชิงพื้นที่และเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ดังนั้นการจะสรุปว่าปฏิสัมพันธ์อย่างเดียวเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของเมืองจึงอาจทำให้เกิดการเข้าใจผิดได้ การพิสูจน์สมมุติฐาน “ข้อกำหนดการเติบโต” ต้องใช้แบบจำลองที่สามารถแยกผลจากการปฏิสัมพันธ์ออกจากคุณลักษณะของพื้นที่ เช่น เขตการใช้ที่ดิน, ศูนย์กลางการจ้างงาน, และคุณสมบัติทางสภาพแวดล้อมอื่น ๆ แต่แบบจำลองการเติบโตของเมืองตามแนวคิด cellular automata นั้นถูกพัฒนามาบนพื้นฐานความไม่ซับซ้อนของพื้นที่ จึงไม่สามารถแยกผลของการปฏิสัมพันธ์ออกจากปัจจัยภายนอกที่จะก่อให้เกิดแบบแผนการพัฒนาที่คล้ายกันได้

ข้อจำกัดอีกอย่างหนึ่งของแบบจำลองการเติบโตของเมืองเหล่านี้คือการขาดพื้นฐานทางเศรษฐศาสตร์ที่เพียงพอ แทนที่จะใช้การจำลองผลจากการปฏิสัมพันธ์มาเป็นส่วนหนึ่งของปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์ นักวิจัยกลับเป็นผู้กำหนดผลนั้นเองโดยขาดเหตุผลทางเศรษฐศาสตร์ และเหตุการณ์ยืนยันที่เพียงพอ ทำให้แบบจำลองเหล่านี้ไม่เป็นประโยชน์ต่อการวางแผนและการตัดสินใจ นโยบายของเมืองเท่าที่ควร การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเป็นผลจากการกำหนดนโยบายที่แตกต่างกัน ต้องการความเข้าใจถึงการที่เจ้าของที่ดินแต่ละคนจะตัดสินใจปฏิบัติอย่างไรกับนโยบายเหล่านั้น ซึ่งยังต้องการความเข้าใจในเศรษฐศาสตร์เชิงพื้นที่ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้วย

แบบจำลองประมาณการการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

กลุ่มนักภูมิศาสตร์ยังมีการพัฒนาแบบจำลองประมาณการการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยดูจากข้อมูลพื้นที่ผ่านดาวเทียม (Mertens and Lambin, 1997; Anderson, 1996; Lagro and DeGloria, 1992; Ludeke et al., 1990) แบบจำลองเหล่านี้ถูกพัฒนาเพื่อสำรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่า (การบุกรุก ทำลาย) แบบจำลองเหล่านี้มีองค์ประกอบเพื่อการอธิบายข้อมูลที่สามารถเห็นได้จากภาพถ่ายทางอากาศ (remote sensing data) และมีการคำนวณข้อมูลโดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) เช่น การวัดระยะทาง, ประเภทของดิน, ความลาดเอียง, ความสูง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการใช้หรือคำนึงถึงตัวขับเคลื่อนทางเศรษฐศาสตร์และสังคม เช่น จำนวนประชากร และ หรือ GDP (Gross Domestic Product) ร่วมด้วย

จากการสำรวจพบว่าแบบจำลองเหล่านี้แสดงผลการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินได้ใกล้เคียงกับเหตุการณ์จริง อย่างไรก็ตามแบบจำลองเหล่านี้ยังไม่สามารถอธิบายพฤติกรรมมนุษย์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินได้ ถึงแม้ว่าแบบจำลองเหล่านี้จะมีองค์ประกอบเพื่อการพิจารณาผลทางเศรษฐศาสตร์ เช่น ระยะห่างจากศูนย์กลางเมือง, มูลค่าของที่ดิน ซึ่งคำนึงถึงการตลาด (ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง) ความเหมาะสมของการใช้สอยที่ดิน (ที่ดินมีคุณสมบัติบางอย่างเหมาะกับการเกษตร) ซึ่งกระทบต่อการตัดสินใจของเจ้าของที่ดินนั้น แต่กระนั้นยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการตัดสินใจเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน เช่น ขนาดครอบครัวของเจ้าของที่ดิน รายได้ ระดับการศึกษา ฐานะและความสามารถในการบริหารความเสี่ยงในการลงทุน ปัจจัยเหล่านี้ยังไม่ได้ถูกนำมาพิจารณาในแบบจำลองลักษณะนี้

ความเคลื่อนไหวตามเวลาเป็นปัจจัยสำคัญที่ถูกนำมาพิจารณาในแบบจำลองกลุ่มนี้ แต่มีปัจจัยภายนอกหลาย ๆ ปัจจัยที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา หลาย ๆ ปัจจัยมีผลต่อรายรับทางเศรษฐศาสตร์ต่อการใช้ที่ดินที่ต่างกัน เช่น ราคาของผลผลิตทางการเกษตร และป่าไม้, ความช่วยเหลือทางการเงินและนโยบายกฎเกณฑ์ของรัฐ ที่จะกระทบการตัดสินใจของเจ้าของที่ดินแต่ละคน ปัจจัยเหล่านี้มักไม่ได้ถูกนำมาพิจารณาในแบบจำลองกลุ่มนี้เนื่องจากมีข้อมูลไม่เพียงพอ และก็เป็นผลให้การประมาณการคลาดเคลื่อนไปได้ ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วว่า ปัจจัยภายนอกที่เปลี่ยนแปลงตามการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดิน จะนำไปสู่การประมาณการที่ไม่คงที่และบทสรุปที่คลาดเคลื่อน

ข้อจำกัดทางเศรษฐศาสตร์อีกประการของแบบจำลองกลุ่มนี้คือ ผลการวิเคราะห์เป็นหน่วยของพิกเซล (pixel) หรือหน่วยของที่ดิน ไม่ใช่หน่วยการตัดสินใจของบุคคลในการสร้างแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในแง่ของเศรษฐศาสตร์บุคคลเป็นสิ่งสำคัญในการพิจารณามากกว่าหน่วยของที่ดิน (landscape pixel) ฉะนั้นการมีข้อมูลขอบเขตที่ดินที่มีเจ้าของเดียวกันจึงสำคัญและจำเป็นกว่าข้อมูลขอบเขตที่ดินที่มีการใช้ต่างกัน ตัวอย่างเช่น บุคคลที่เป็นเจ้าของที่ดินขนาดใหญ่อาจตัดสินใจปฏิบัติการต่างกับบุคคลที่เป็นเจ้าของที่ดินขนาดเล็กเมื่อรู้ข้อนอกนโยบายอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นต้น

แบบจำลองผสม

แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินแบบผสมเป็นแบบจำลองประมาณการบวกกับแบบจำลองเหตุการณ์ โดยแบบจำลองเหตุการณ์จะรับตัวแปรจากแบบจำลองประมาณการเพื่อคาดการณ์รูปแบบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ต่าง ๆ

กลุ่มนักนิเวศวิทยาได้พัฒนาแบบจำลองเชิงพื้นที่ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของภูมิทัศน์ธรรมชาติ (Ives et al., 1998) แบบจำลองยุคแรก ๆ เป็นแค่แบบจำลอง Markov แบบตาราง ซึ่งสามารถคำนวณเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินแต่ละประเภทในช่วงเวลาหนึ่งและคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงในอนาคตโดยถือว่าอัตราเปลี่ยนแปลงจะคงที่ต่อไป แบบจำลองที่ซับซ้อนขึ้นสามารถคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงในอนาคตจากปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย ในขณะที่แบบจำลองกลุ่มนี้มีความซับซ้อนของความสัมพันธ์เชิงนิเวศต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน แบบจำลองกลุ่มนี้เป็นเพียงแผนจำลองอย่างง่ายในเชิงพฤติกรรมมนุษย์

ตัวอย่างของแบบจำลองผสมนี้ในทางธรรมชาติวิทยา คือ LUCAS (Berry et al., 1996; Flamm and Turner, 1994; Hazen and Berry, 1997) และ CLUE (Veldkamp and Fresco, 1997) แบบจำลองทั้งสองสามารถประมาณการผลกระทบจากตัวแปรเช่น ความลาดเอียง ชนิดของดิน ความสูง คุณสมบัติ ที่ตั้ง และจำนวนประชากรในการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินแบบต่าง ๆ นักวิจัยผู้พัฒนาแบบจำลองทั้งสองยังได้จำลองเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นต่อการใช้ที่ดินในสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น LUCAS ถูกใช้ในการจำลองผลกระทบของการตัดไม้ หรือทำถนนที่มีต่อการใช้ที่ดินในอนาคต ส่วน CLUE ถูกใช้เพื่อจำลองผลกระทบของการเติบโตของเมือง การพังทลายของดิน การระเบิดของภูเขาไฟ ฯลฯ

จากมุมมองทางเศรษฐศาสตร์ แบบจำลองกลุ่มนี้ก็มีข้อจำกัดเหมือนกับแบบจำลองสองกลุ่มแรก นอกจากนั้น แบบจำลองนี้จะสามารถจำลองเหตุการณ์เฉพาะการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่เท่านั้น และจะไม่สามารถจำลองพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ได้ ตัวอย่างเช่น แบบจำลองจะไม่สามารถคาดการณ์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงนโยบายทางการเกษตร

(ความช่วยเหลือจากรัฐ) ต่อการตัดสินใจทำการเกษตรในที่ดินของเกษตรกรได้ ทางเดียวที่จะสามารถทำได้คือกำหนดการตัดสินใจของเกษตรกรเมื่อมีนโยบายต่าง ๆ จะถูกนำมาใช้ไว้ก่อน แล้วจำลองเหตุการณ์สำหรับแต่ละนโยบาย

แบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

แบบจำลองที่ไม่เน้นเชิงพื้นที่ (Non-Spatial explicit models)

แบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ที่อธิบายแบบแผนพื้นที่การใช้ที่ดินสามารถจำแนกได้เป็นแบบจำลองเศรษฐศาสตร์อนุภาคที่อธิบายความสมดุลของแบบแผนการใช้ที่ดินในเมือง หรือแบบจำลองเศรษฐศาสตร์มหภาค (ภูมิภาค) ที่อธิบายความสมดุลของประชากร การจ้างงานหรือปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์อื่น ๆ ในภูมิภาค ดังที่อธิบายไปข้างต้นแล้วว่าแบบจำลองเหล่านี้ยังไม่สามารถอธิบายขั้นตอนทางเศรษฐศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่ละเอียดเพียงพอ

แบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ของการใช้ที่ดินโดยทั่วไปเป็นแบบ ศูนย์กลางเดียว (mono centric model) ซึ่งกำหนดที่ตั้งของศูนย์กลางค้าขายของเมืองเป็นปัจจัยภายนอก และประชาชนต้องเดินทางไปทำงาน/ธุระ โดยไม่คำนึงถึงคุณสมบัติอื่น ๆ ของพื้นที่ ดังนั้นระยะทางถึงศูนย์กลางค้าขายจึงกลายเป็นปัจจัยหลักของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ผลลัพธ์ของแบบจำลองอย่างง่ายก็คือแบบแผนการใช้ที่ดินที่เป็นวงแหวน (concentric rings) ของที่อยู่อาศัยรอบศูนย์กลางค้าขาย และมีความหนาแน่นน้อยลงตามระยะทางที่มากขึ้นจากศูนย์กลางเมืองถึงเมือง แบบจำลองที่ซับซ้อนขึ้นกำลังถูกพัฒนาแต่ก็ยังมีข้อจำกัดในการอธิบายแบบแผนการใช้ที่ดินที่แตกต่างกันในรายละเอียดในการเปรียบเทียบผลของแบบจำลองกับแบบแผนการใช้ที่ดินจริง แบบจำลองนี้ยังไม่สามารถอธิบายความซับซ้อนของการเติบโตของเมืองทั้งในเชิงพื้นที่และเวลาได้ (Anas et al., 1998)

ข้อจำกัดของแบบจำลองศูนย์กลางเดียว (monocentric model) คือการไม่คำนึงถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ของพื้นที่ นอกเหนือจากระยะทางจากศูนย์กลางเมือง แบบจำลองจึงไม่สามารถเป็นตัวแทนของเหตุการณ์จริงซึ่งคุณสมบัติของพื้นที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้พื้นที่ดินนั้น ๆ

แบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นใหม่จะเน้นการอธิบายการเกิดขึ้นของโครงสร้างเชิงพื้นที่ของเมือง ซึ่งเป็นขั้นตอนภายในและเป็นผลของ "การมีปฏิสัมพันธ์" ระหว่างกลุ่มตัวแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่กระจายอยู่ในพื้นที่ (Fujita et al., 1999; Krugman, 1996; Anas and Kim, 1996) แบบจำลองเหล่านี้มีสมมุติฐานว่าการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจเจกบุคคล หรือห้างร้านที่นำไปสู่การตัดสินใจเลือกทำเลที่อยู่ของบุคคลหนึ่งมีผลต่อคนอื่น ๆ ด้วย การมีปฏิสัมพันธ์แบบ 2 ทางนี้เกิดขึ้นจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น อุปสงค์และอุปทานระหว่างลูกค้าและร้านค้า องค์ความรู้ที่ถ่ายทอดระหว่างห้างร้าน กิจกรรมบริษัท หรือผลของการจราจรติดขัดระหว่างพื้นที่อยู่อาศัย การมีปฏิสัมพันธ์เหล่านี้ก่อให้เกิดทั้งเมืองศูนย์กลางเดียว หลายศูนย์กลาง หรือไม่มีศูนย์กลาง (การใช้ที่ดินที่กระจัดกระจาย) แบบจำลองเหล่านี้จึงสามารถอธิบายการเกิดขึ้นของเมืองใหญ่และโครงสร้างเชิงพื้นที่ของเมืองนั้นที่มีความยืดหยุ่นกว่าแบบจำลองข้างต้นมาก แต่อย่างไรก็ตามการที่จะหาผลลัพธ์อธิบายโครงสร้างเชิงพื้นที่ของเมือง แบบจำลองนี้ยังไม่ได้คำนึงถึงการมีผลกระทบซึ่งกันและกันของพื้นที่ต่าง ๆ ทำให้แบบจำลองอธิบายแบบแผนการใช้ที่ดินได้เพียงคร่าว ๆ

ทางเลือกอีกทางหนึ่งของการพัฒนาแบบจำลองโครงสร้างเชิงพื้นที่ของเมืองก็คือแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ภูมิภาคที่คำนึงถึงประชากรและความเคลื่อนไหวทางเศรษฐกิจทั้งภูมิภาค (Wegener, 1994) ภูมิภาคจะถูกแบ่งเป็นเขต (zones) ซึ่งประกอบด้วยบ้านอยู่อาศัยและอุตสาหกรรม แต่ละเขตจะถูกเชื่อมต่อโดยโครงข่ายการคมนาคมขนส่ง ระยะทางระหว่างแต่ละเขตและความชอบของปัจเจกบุคคลในการเลือกที่อยู่เป็นพื้นฐานของแบบจำลองที่จะอธิบายการเคลื่อนที่ของบุคคลระหว่างเขต แบบจำลองเหล่านี้เป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับการวางแผนคมนาคมขนส่ง และแผนภูมิภาคอื่น ๆ แต่ก็ยังมีสัดส่วนที่ไม่ละเอียดพอที่จะแสดงผลในพื้นที่ย่อย ๆ ได้

แบบจำลองเน้นเชิงพื้นที่ (Spatially explicit models)

แบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ที่ถูกพัฒนาในสาขาเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมช่วงนี้ได้จำลองการตัดสินใจของเจ้าของที่ดินในกรอบเชิงพื้นที่ โดยเชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองในทางปฏิบัติ (Empirical model) และทฤษฎีเข้าด้วยกันหลาย ๆ แบบจำลองในกลุ่มนี้สร้างขึ้นเพื่อศึกษาการทำลายป่าในประเทศกำลังพัฒนา แบบจำลองอย่างง่าย (Chomitz and Gray, 1996) เจ้าของที่ดินจะมองหากำไรสูงสุดจากการใช้ที่ดิน กำไรจากการทำเกษตรกรรมเกิดขึ้นจากค่าผลผลิตที่ได้ลบกับค่าการผลิตซึ่งขึ้นอยู่กับคุณภาพของดิน ความเป็นไปได้ของการถางป่ามาทำเกษตรกรรมขึ้นอยู่กับคุณภาพของดิน และต้นทุนการผลิตและราคาผลผลิตของพื้นที่นั้น ๆ การเข้าถึงตลาดที่ถูกนำมาพิจารณาในราคาผลผลิต คือราคาจะเปลี่ยนไปเมื่อต้นทุนการขนส่งไปสู่ตลาดเปลี่ยนไป แบบจำลองอื่น ๆ ที่ใช้ข้อมูลทางไกล (remotely sensed data) และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) แสดงถึงการใช้ทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ในแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเน้นเชิงพื้นที่ในสาขาผังเมือง (Landis, 1995; Landis and Zhang, 1998) ใช้หน่วย 1ha (เฮกเตอร์) เซล และใช้ทางเลือก (ไม่ใช่ค่าต่อเนื่อง) discrete choice เพื่อจำลองการพัฒนาในพื้นที่เมือง ตัวแปรที่ใช้อธิบายแบบจำลองรวมถึงการใช้ที่ดินเริ่มต้นด้วย อุปสงค์, ระยะทางหรือการเข้าถึง, ต้นทุนการพัฒนา, ค่าตอบแทนในการใช้ที่ดินแบบอื่น ๆ แล้วจึงจำลองขั้นตอนทางเศรษฐศาสตร์เพื่อดูผลกระทบของนโยบายต่าง ๆ ต่อค่าตอบแทนในการใช้ที่ดินต่าง ๆ กัน อย่างไรก็ตามแบบจำลองนี้ไม่แยกการประมาณราคาและนโยบายที่มีผลกระทบโดยตรงต่อการใช้ที่ดิน เช่น การแบ่งเขตการใช้ที่ดิน (zoning) และการจ่ายค่าธรรมเนียมผลกระทบ หน่วยของแบบจำลองคือ เซล (ผืนของที่ดิน) ไม่ใช่เจ้าของที่ดิน ดังนั้นจึงไม่มีความเชื่อมโยงโดยตรงระหว่างหน่วยของแบบจำลองกับผู้มีอำนาจตัดสินใจ นอกจากนี้แบบจำลองยังประมาณการเปลี่ยนแปลงเพียงครั้งเดียว จึงไม่สามารถแสดงผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ในระยะเวลาต่อเนื่องยาวนาน

ในขณะที่แบบจำลองเหล่านี้แสดงให้เห็นประโยชน์ของการใช้ทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ช่วยในการจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน แบบจำลองเหล่านี้ยังไม่สามารถทำนายการเปลี่ยนแปลงในแบบแผนของที่ดิน แบบจำลองที่ต้องการอาจต้องแสดงไดนามิก (การเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา) ของการใช้ที่ดินที่แสดงถึงการตัดสินใจของปัจเจกบุคคลในพื้นที่ที่มีผลต่อแบบแผนการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินระดับภูมิภาค

สิ่งที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม

การที่จะพัฒนาความเข้าใจและสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่ดีขึ้นจำเป็นต้องพัฒนาตั้งแต่ข้อมูล วิธีการสร้างแบบจำลอง และทฤษฎีการจำลองเหตุการณ์ด้วย การขาดแคลนข้อมูลเชิงพื้นที่ทางสังคมศาสตร์ ทำให้เราขาดแบบจำลองพฤติกรรมมนุษย์เชิงพื้นที่ ในปัจจุบันข้อมูลเหล่านี้เริ่มมีให้เห็นมากขึ้น ทำให้เริ่มมีการพัฒนาแบบจำลองด้านนี้และการทำความเข้าใจการใช้ทรัพยากรเชิงพื้นที่อาจมีความสำคัญพอ ๆ กับการใช้ทรัพยากรเชิงเวลาที่มีการศึกษามากขึ้น

อย่างไรก็ตามการจะเก็บข้อมูลที่ดีพอที่จะใช้ทดสอบทฤษฎีที่ซับซ้อนของพฤติกรรมเชิงพื้นที่ต้องมีการพัฒนาวิธีการใหม่ ๆ ดังที่กล่าวแล้วข้างต้น หากปัจจัยสำคัญบางอย่างเช่น spatial dependence หรือ spatial heterogeneity ไม่ถูกคำนึงถึงเมื่อพัฒนาแบบจำลองเพื่อการประมาณการณ์ การประมาณการณ์นั้นจะมีความคลาดเคลื่อนและก่อให้เกิดการเข้าใจที่ผิดพลาด การปรับใช้เทคนิคเศรษฐศาสตร์เชิงพื้นที่ (spatial econometric) สำหรับแบบจำลองทางเลือก (discrete choice model) มีความสำคัญต่อการพัฒนาแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ เนื่องจากจะช่วยแสดงผลกระทบที่เกิดเชิงพื้นที่ต่อแบบจำลองทางเลือกเหล่านี้

สุดท้ายการพัฒนาแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินให้ดีขึ้นต้องมีการพัฒนาทฤษฎีเศรษฐศาสตร์เชิงพื้นที่ของโครงสร้างเมืองที่สามารถอธิบายแบบแผนเชิงพื้นที่และเวลาของการย้ายถิ่น การเติบโตของการจ้างงาน การปฏิบัติการภาครัฐ และผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ความท้าทายอย่างแรกคือการทำความเข้าใจว่าการเลือกของแต่ละปัจเจกบุคคลที่กระจายอยู่ในพื้นที่จะสามารถกระทบต่อภาพรวมของภูมิภาคอย่างไร ต้องคำนึงถึงการวิเคราะห์ข้ามอัตราส่วน (one scale to another)

การพัฒนางานวิจัยด้านการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ต้องการความร่วมมือจากหลากหลายสาขาวิชา เศรษฐศาสตร์เป็นสาขาหนึ่งที่เป็นที่ต้องการแต่ยังไม่มีความร่วมมือพัฒนาเกิดขึ้นมากนัก ดังกล่าวแล้วข้างต้นเป็นตัวอย่างงานการพัฒนาที่นักเศรษฐศาสตร์สามารถเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของสหสาขาวิชาการวิจัยเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินนี้

Keywords 2: Planning Support System, Land use change, Environmental models, Economic models, Social models

References:

- [1] Bishop, Ian D. (1998). Planning support: Hardware and software in search of a system. Comput., Environ. and Urban Systems, Vol. 22, No. 3, pp 189-202.
- [2] Brail, Richard K. and Richard E. Klosterman (2001), Planning Support Systems, California, USA: ESRI Press.
- [3] Budthimedhee, K. (2005). Planning Support System Interface, Bangkok-Melbourne-Bordeaux Symposium publication, Bordeaux, France.

- [4] Budthimedhee, K. (2004-5). Roadmap Towards Sustainable Bangkok Metropolis: Energy and Environment (Urban planning), interview published in various Thai newspapers, Bangkok, Thailand.
- [5] Budthimedhee, K, Jinghuan Li, and R. Varkki George, (2002). ePlanning: A snapshot of the literature on using the World Wide Web in urban planning, *Journal of Planning Literature* 17, 2: 227-246.
- [6] Geertman, S., (2002). Participatory planning and GIS: a PSS to bridge the gap. *Environment and Planning B: Planning and Design* 29, pp. 21–35.
- [7] Hansen, H. (2001). PSSD—planning system for sustainable development. The Methodological Report (NERI technical report no 351). Denmark: National Environmental Research Institute.
- [8] Orland, B, Kanjanee Budthimedhee, and Jori Uusitalo. (2001). Considering virtual worlds as representations of landscape realities and as tools for landscape planning, *Landscape and Urban Planning* 54, 1-4: 139-48.
- [9] Orland, B, Kanjanee Budthimedhee, and Jori Uusitalo. (1999). A visualization interface to an integrated decision support system. Paper presented at Our Visual Landscape, August 24-27, ETH-Zurich, Ascona, Switzerland.
- [10] Pettit, C., Shyy, T-K. and Stimson, R., (2002). An on-line planning support system to evaluate urban and regional planning scenarios. In: Geertman, S. and Stillwell, J., Editors, 2002. *Planning support systems in practice*, Springer, Heidelberg.

Author: Kanjanee Budthimedhee

King Mongkut's University of Technology Thonburi

Bangkok, Thailand

Tel: (661)941-3974, Fax: (662)470-9923

Email: ikandhee@kmutt.ac.th

เอกสารเนื้อหาเพิ่มเติมที่ผู้เขียน (ผู้รับทุน) บรรยายในการประชุมวิชาการระหว่างประเทศเรื่อง “Sustainable Development to Save the Earth: Technologies and Strategies Vision 2050: (SDSE2008)” วันที่ 11-13 ธันวาคม ค.ศ. 2008ณ โรงแรม Millennium Hilton Bangkok

Toward a sustainable city: identifying link between urban environment and people choice of low energy transportation in Bangkok using GIS

Kanjane Budthimedhee

School of Architecture and Design, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand, Tel: (66) 819413974, Fax: (662) 4709942

Corresponding author: ikandhee@kmutt.ac.th

Abstract: Transportation is the sector that consumes the most energy in a city like Bangkok, capital city of Thailand. One way to decrease use of energy in the city is then to encourage alternative means of low to zero energy transportation. Cycling as a choice of transportation has been identified among the best transportation that use the least energy (calculated and compared to others means by Vale using ecological footprint). With recent gas price going up and down rapidly, how Bangkok Metropolitan Administration and Bangkokian prepare themselves for a change in an expensive fossil fuel future? Do we know what kind of urban environment needed to encourage change toward sustainable city lifestyle in term of transportation? How do we decide if the policy or project being implemented will help improve the situation?

Geographic Information Systems (GIS) can be used to objectively measure features of the built environment that may influence choices of transportation, which is an important factor of energy used in a city. In this paper, the author describes how a previously developed index of bikability was operationalised in Bangkok context, using available spatial data. Cycling behavior of sampled respondents who commute regularly by bicycle in the area and objective parcel-level GIS measures of land use and infrastructure conditions was analyzed. Secondary data on public needs and opinion on using bicycle as an alternative means of transportation in the city has also been used as a reality check and a confirmation of recognized bike-friendly urban design/plan features.

Among previously researched correlates of cycling, it appears that proximity of home to destinations and the presence of parks are the objective environmental variables that contribute to non-fossil fuel choices of transportation such as cycling. However, limitations of the study was that our existing GIS variables measured was restricted. Few respondents' mentioned variables such as the presence of bicycle lanes, trees or shading, traffic speed and volume was not readily available thus has not been included in the analysis.

This study demonstrated that GIS data have the potential to be used to construct measures of environmental attributes and to develop indices of bikability for regions, cities or local communities. In other studies, GIS has also been used at a simulation level to model neighborhood pedestrian/cycling network connectivity. Modeling neighborhoods prior to development show promise for conceptualizing the urban environment relative to target behaviors. In the case of Bangkok, benefit from the tools will be more obvious if further attention is made on collecting and distributing qualitative and detail quantitative transportation data.

Keywords: sustainable transportation planning, Bangkok case, GIS, bicycle friendly city, urban design and planning index

1. INTRODUCTION

Transportation is the sector that consumes the most energy in a city like Bangkok, capital city of Thailand. One way to decrease use of energy in the city is then to encourage alternative means of low to zero energy transportation. Cycling as a choice of transportation has been identified among the best transportation that use the least energy (calculated and compared to others means by Vale using ecological footprint). With recent gas price going up and down rapidly, how Bangkok Metropolitan Administration and Bangkokian prepare themselves for a change in an expensive fossil fuel future? Do we know what kind of urban environment needed to encourage change toward sustainable city lifestyle in term of transportation? How do we decide if the policy or project being implemented will help improve the situation?

2. METHODOLOGY

Geographic Information Systems (GIS) can be used to objectively measure features of the built environment that may

influence choices of transportation, which is an important factor of energy used in a city. GIS is an objective spatial mapping tool that analyses layers of the built environment and thus make visible urban feature of interest. In this paper, the author describes how a previously developed index of bikability was operationalised in Bangkok context, using available spatial data. Cycling behavior of sampled respondents who commute regularly by bicycle in the area and objective parcel-level GIS measures of land use and infrastructure conditions was analyzed. Secondary data on public needs and opinion on using bicycle as an alternative means of transportation in the city has also been used as a reality check and a confirmation of recognized bike-friendly urban design/plan features.

2.1 Index of bikability in western cities

Previous researches show the following factors were associated with cycling for transportation: land use diversity, proximity of home to destinations (Saelens et al. 2003[1], Cervero and Radisch, 1996[2]); residential density; street connectivity; safety from traffic, crime or animals (Saelens et al. 2003[1]); neighborhood green space; neighborhood

recreational space (Wendel-vos et al. 2004[3]); presence of walking and cycling facility; topography; street lights (Troped et al. 2001[4]); neighborhood aesthetics and scenery (Saelens et al. 2003[1], Troped et al. 2001[4]); weather (Merom et al. 2003[5]).

2.2 Matching with Bangkok context

The index which has been developed for western cities was cross referenced with forty interviews of Bangkok citizen who regularly commute by bicycle in the city to confirm recognized factors affect their use of bicycle in Bangkok.

2.3 Bangkok GIS data

Readily available GIS data from Bangkok Metropolitan Administration (BMA) was used to objectively measure the urban features identified in the index above. Two route samples of respondents who biking to work regularly in Bangkhuntien, Tungkru, and Klongteay districts was selected as cases for this study.

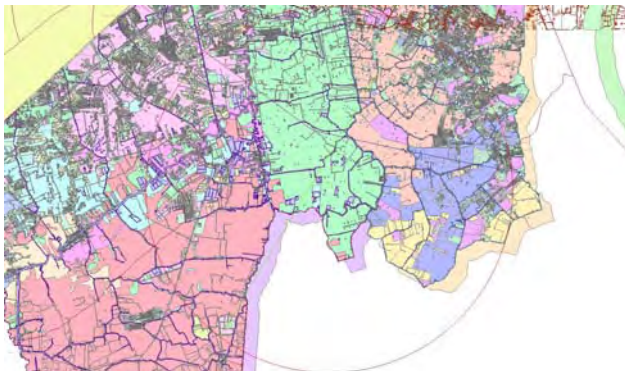


Fig. 1 Route I from Tungkru to Bangkhuntien district

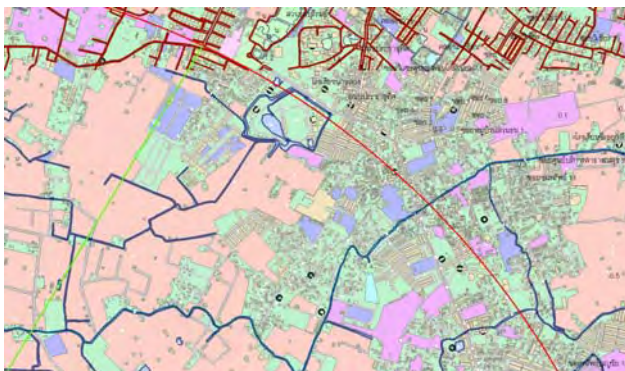


Fig. 2 Detail Route I from Tungkru to Bangkhuntien district



Fig. 3 Route II from Tungkru to Klongteay district



Fig. 4 Detail Route II from Tungkru to Klongteay district

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 From the index previously developed, Bangkok bicycle commuters recognized the proximity of home to work and other point of interests, time spent (less than other choices of transportation) and money saved to be the most important factors for their choice of transportation. The distances commuted from home to destinations are from 500 meters to 50 kilometers with an average of 18 kilometers. The time spent is from 10 minutes to an hour and 45 minutes with an average of 30 minutes. Positive health effect has also been recognized by the respondents.

Respondents was not mention residential density and street connectivity as direct factors associated with their bicycle commuting but have concerned safety from crime if there are lots of empty land along their routes.

Safety from traffic (dangerous bus driving) or animals (unattended dog) have frequently been mentioned as negative factors affect their transportation choices.

Neighborhood green space and neighborhood recreational space have been mentioned as part of the destinations from home.

Walking (sidewalk, its width and pavement quality) and cycling facility (bike lane and parking) have been frequently mentioned as positive factors affect their bike transportation decision. Having bicycle lane and path may increase safety (or perception of safety) on the street. There are many concerns about cyclist dead or injury cause from bus crushing on the street that appears from times to times in the news.

Topography factor has not been mentioned associated in Bangkok context. The fact that most Bangkok land is flat made the factor not recognized.

Respondents mentioned street lights as a factor associated with safety from crime, traffic and animal.

Neighborhood aesthetics and scenery have also been mentioned as positive factors. Shading trees along the routes seems to be recognized as part of aesthetics factor.

Weather, especially rain, has been mentioned as a factor. Strong sun and air pollution on the routes have also associated with respondents' choice of commuting.

From the interviews, we learned that there are a concern and campaign for Bangkokians to ride bicycles and save energy.

The respondents mentioned people should reduce oil consumption as oil prices had continuously increased and some scientists said fossil fuel could run out in the next 50 years. They suggested everyone help save energy, travelling by bicycle over short distances.

3.2 Among the index recognized in Bangkok context, only 10 are physical urban features which can be spatially collected, displayed and thus measured in GIS. Using the two routes case, BMA spatial data only provide land use diversity, proximity of destinations, residential density, proximity of park and recreation area to objectively evaluate the city.

Other physical features such as walking and bicycling facilities (sidewalk, bike lane, bike parking, quality of pavement) street light and shading trees should be collected and published for better measure how the city encourage bicycle use as alternative means for transportation.

Adding to BMA GIS data, freely available satellite images from Google might be used to access urban features which can be seen from above such as side walk availability and width, green cover along the route.

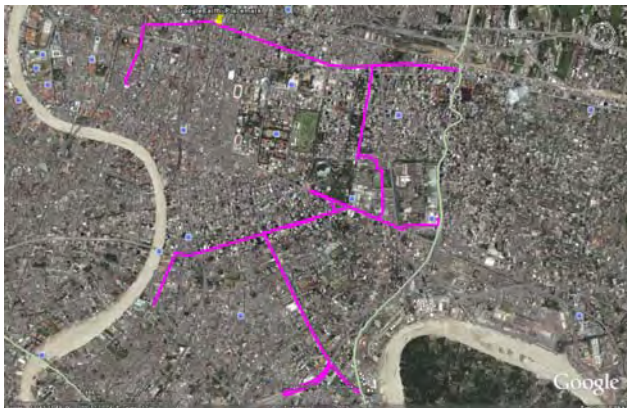


Fig. 5 Route III in Klongsan, Sathon and Patumwan district

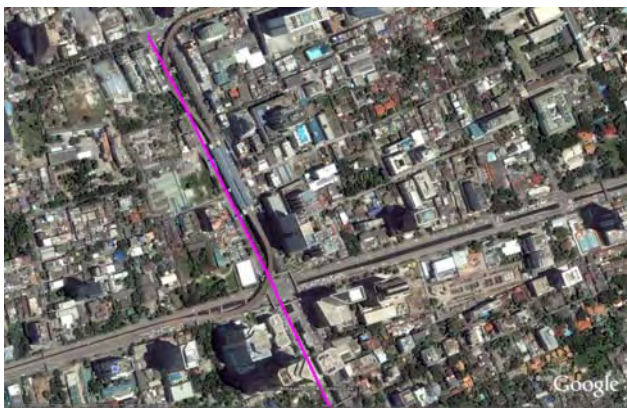


Fig. 6 Detail Route III in Klongsan, Sathon and Patumwan district

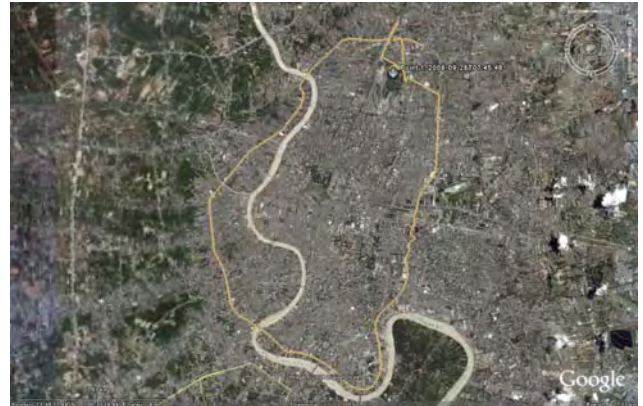


Fig. 7 Route IV Inner Ring route

4. CONCLUSION

With growing concerns over traffic congestion and vehicle pollution, public policy makers are increasingly promoting bicycling as an alternative for commuting and other utilitarian trip purposes. The newly elected Bangkok Mayor has also put the agenda into his winning election campaign to add bike lane in every major road plan and paint bike path on the old road and sidewalk. However, it appears in this study that other urban environment affects modes of transportation chosen by the public.

Among previously researched correlates of cycling, it appears that proximity of home to destinations and the presence of parks are the objective environmental variables that contribute to non-fossil fuel choices of transportation such as cycling. However, limitations of the study was that our existing GIS variables measured was restricted. Few respondents' mentioned variables such as the presence of bicycle lanes, trees or shading, traffic speed and volume was not readily available thus has not been included in the analysis.

This study demonstrated that GIS data have the potential to be used to construct measures of environmental attributes and to develop indices of bikability for regions, cities or local communities. In other studies, GIS has also been used at a simulation level to model neighborhood pedestrian/cycling network connectivity. Modeling neighborhoods prior to development show promise for conceptualizing the urban environment relative to target behaviors. In the case of Bangkok, benefit from the tools will be more obvious if further attention is made on collecting and distributing qualitative and detail quantitative transportation data.

5. REFERENCES

- [1] Saelens B, Sallis J, Frank L. (2003) Environmental correlates of walking and cycling: Findings from the transportation, urban design, and planning literatures, *Annals of Behavioral Medicine*, 25, (2), pp. 80-91
- [2] Cervero, R and Radisch C. (1996). Travel Choice in Pedestrian Versus Automobile-Oriented Neighborhoods. *Transport Policy*, 3, (3), pp. 199-219.
- [3] Wendel-Vos GCW, Schuit AJ, De Niet R, Boshuizen HC, Saris WHM, Kromhout D. (2004) Factors of the physical environment associated with walking and bicycling. *Med Sci Sports Exerc*, 36, pp. 725-730.
- [4] Troped PJ, Saunders RP, Pate RR, et al. (2001) Associations between self-reported and objective

physical environmental factors and use of a community rail-trail, *Preventive Medicine*,32, pp. 191–200.

- [5] Merom D, Bauman A, Vita P, Close G. (2003) An environmental intervention to promote walking and cycling: the impact of a newly constructed Rail Trail in Western Sydney, *Preventive Medicine*,36, pp. 235-242.