

- วิโรจ อิมพิทักห์. (2531). กิทธิพลของชนิดและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อหญ้าาเลียบที่ปลูกบนชุดดินสัด
ดิบ. วารสารดินและปุ๋ย, 10.(1), 38-47.
- วิโรจน์ สธนเสาวภาคย์, พิสิษฐ์ ชีวจัย, เกรียงศักดิ์ หงษ์โต, สงบ ลำอาจศรี และไกรสร บัวศรี. (2533). การ
ศึกษาชนิด ปุ๋ยพืชสดเพื่อปรับปรุงบำรุงดินเสื่อมโทรมเขาชะงุ้ม. รายงานค้นคว้าวิจัย ประจำปี 2531-
2532 กรมพัฒนาที่ดิน.
- วิโรจน์ สธนเสาวภาคย์, สามารณ สร้อยทอง, สมศักดิ์ สระแก้ว และนิพนธ์ ชูชา. (2538). ผลของปุ๋ยพืชสด
บางชนิดต่อผลผลิตข้าวในดินชุดระแงะ. เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการงานวิชาการ กรม
พัฒนาที่ดิน ครั้งที่ 3. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- วิโรจน์ อิมพิทักห์. (2531). การจัดการดิน เล่มที่ 1 : ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการจัดการดินเพื่อการปลูกพืชที่มี
ความสัมพันธ์กับน้ำ พืช และสภาพแวดล้อม. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.
- วิโรจน์ อิมพิทักห์. (2531). การจัดการดิน เล่มที่ 2 : การจัดการดินที่เป็นปัญหาและการจัดการดินในที่ราบและ
ที่ดอนเพื่อการปลูกพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิไล เดียวยืนยง. (2537). การปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวชนิดนาสวนและนาข้าวขึ้นน้ำในจังหวัด
พระนครศรีอยุธยา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม. จุฬาล
งกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วินัส เจริญรุ่งรัตน์, บุญณรงค์ ธานีรัตน์ และสมพงษ์ สันทนาคิด. (2533). ศึกษาการใช้ประโยชน์ดินตะกอน
เหมือนแร่เก่าเพื่อปลูกผักบางชนิดโดยใช้ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ. รายงานค้นคว้าวิจัย ประ
จำปี 2531-2532 กรมพัฒนาที่ดิน.
- วินัส เจริญรุ่งรัตน์และคณะ. (2535). การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหญ้าแฝกกับคันดินที่มีผลต่อ
อัตราการชะล้างพังทลายของดิน. . รายงานค้นคว้าวิจัย ประจำปี 2533-2534 กรมพัฒนาที่ดิน.
- วีรศักดิ์ บุญเชิญ. (2538). การตอบสนองของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการปลูกข้าวแบบนาธรรมชาติและนาหว่าน
ข้าวแห้งในชุดดินร้อยเอ็ดและกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาพืชไร่. ภาควิ
ชาพืชไร่. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วีระ วัฒนาภรณ์ และ ธงชัย บุญเรือง. (2535) การศึกษาการปลูกพืชแบบผสมผสานที่เหมาะสมในระบบ
อนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่ลาดเทสูง. . รายงานค้นคว้าวิจัย ประจำปี 2533-2534 กรมพัฒนาที่ดิน.

- วีระพงษ์ อินทร์ทอง. (2542). การจัดการดิน, น้ำ และปุ๋ยสำหรับการผลิตข้าวโพดในดินนา. วิทยานิพนธ์
วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต. สาขาพืชไร่. ภาควิชาพืชไร่. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วีระศักดิ์ อุดมโชค. (2526). สมบัติทางกายภาพของดินเพื่อการพัฒนาแหล่งน้ำธรรมชาติ. วารสารวิทยา
ศาสตร์ มก. 2 (2), 46-57.
- แววรินทร์. (2536). ดินเปรี้ยวจัด. ชัยพฤกษ์วิทยาศาสตร์, 40 (272), 16-17.
- แววรินทร์. (2536). ดินพรุหรือดินอินทรีย์. ชัยพฤกษ์วิทยาศาสตร์, 40 (275), 40-41.
- แววรินทร์. (2539). ระบบการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์บนพื้นที่สูง. วารสารชัยพฤกษ์วิทยาศาสตร์, 40(278), 32-
33.
- ศิริชัย อารยะรังสฤษฎ์. (2533). การประเมินสมมูลของฟอสฟอรัสของกลุ่มน้ำห้วยป่าดอนหลังการปลูก
ข้าวโพดอย่างต่อเนื่องอย่างระยะยาว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. คณะสิ่งแวดล้อมและ
ทรัพยากรศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ศิริบูรณ์ อุดิสรประเสริฐ, พัฒนา สุขบำรุง, สุชัย สงวนดีกุล และชุชาติ คิลลา. (2533). ศึกษาช่วงเวลาการให้
น้ำกับมะเขือเปราะเมื่อเปรียบเทียบการใช้และไม่ใช้วัสดุคลุมดิน. รายงานค้นคว้าวิจัยประจำปี 2531-
2532. กรมพัฒนาที่ดิน.
- ศิริพรรณ ชิดบุรี. (2536). การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของสัณฐานดินและอิทธิพลที่มีต่อการย่อยสลาย
อินทรีย์วัตถุในสวนป่ายูคาลิปตัส *Eucalyptus camaldulensis* ที่จังหวัดพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลง
กรณ์มหาวิทยาลัย.
- สนั่น เผือกไร่, นิพนธ์ อุดปวง และสวัสดิ์ บุญชี. (2538). การศึกษาทัศนคติของเกษตรกรที่มีต่อระบบการ
ปลูกพืชเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2535-2536. กรมพัฒนาที่ดิน.
- สมเกียรติ อุษประเสริฐ. (2538). ผลของการฟื้นฟูสภาพป่าที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดิน บริเวณ
สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกกราชกิ่งอำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรม
หาบัณฑิต(วิทยาศาสตรสิ่งแวดล้อม). สาขาวิชาศาสตรสิ่งแวดล้อม. คณะวนศาสตร์. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.
- สมเจตน์ จันทวัฒน์. (2529). สาเหตุที่ทำให้เกิดการเป็นกรดขึ้นในดิน. วารสารดินและปุ๋ย, 8.(4), 286-291.

- สมณินิมิตร พุกงาม. (2534). ปริมาณธาตุอาหารสุทธิที่สูญเสียไปกับน้ำชลประทาน หลังการใช้ในเขตโครงการชลประทานท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม). สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. คณะวนศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมพล ไวยัญญา. (2537). ผลของการใช้ไฮโดรฟริกกันเป็นปุ๋ยพืชสด ต่อผลผลิตของข้าวนาดีและนาหยอดในดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชไร่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมฤทธิ์ ศรีสุวรรณ. (2536). ปัจจัยบางประการที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้จากการสอนด้วยชุดการสอนเรื่องการอนุรักษ์ดินและน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาครุศาสตร์เกษตร คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมศรี อรุณินท์ และคณะ. (2535). การเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์ในนาดินเค็ม. รายงานค้นคว้าวิจัย ประจำปี 2533-2534 กรมพัฒนาที่ดิน.
- สมศรี อรุณินท์, อรุณี ชูระนิม และชัยนาม คิสถาพร.(2533). การล้างดินซุยร่อยเอ็ดที่เค็ม กับการตอบสนองของผลผลิตพืชผักอายุสั้น 8 ชนิด. รายงานค้นคว้าวิจัย ประจำปี 2531-2532 กรมพัฒนาที่ดิน.
- สมศรี อรุณินท์, อรุณี ชูระนิม และชัยนาม คิสถาพร. (2533). การใช้วัสดุคลุมดินร่วมกับวัสดุปรับปรุงดินในการปลูกหน่อไม้ฝรั่งในพื้นที่ที่มีการใช้น้ำชลประทานที่เค็ม. รายงานค้นคว้าวิจัย ประจำปี 2531-2532 กรมพัฒนาที่ดิน.
- สมศรี อรุณินท์, อรุณี ชูระนิม และชัยนาม คิสถาพร. (2533).การใช้วัสดุปรับปรุงบำรุงดินเค็ม เพื่อปลูกข้าวโพดหวานหลังนา. รายงานค้นคว้าวิจัย ประจำปี 2531-2532 กรมพัฒนาที่ดิน.
- สมศรี อรุณินท์, อรุณี ชูระนิม และชัยนาม คิสถาพร. (2533).การหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการปลูกโสนเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดบนพื้นที่ดินเค็มในเขตน่าน. รายงานค้นคว้าวิจัย ประจำปี 2531-2532 กรมพัฒนาที่ดิน.
- สมศักดิ์ ชัยนา, นฤต ถวิลถึง, อุทัย ฤทธิแสง และชุมพล คนศิลป์. (2538). การศึกษาเปรียบเทียบปุ๋ยพืชสดที่เป็นถั่วพืชอาหารสัตว์ เพื่อปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน และเพิ่มผลผลิตพืชในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการงานวิชาการ กรมพัฒนาที่ดิน ครั้งที่ 3. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สมวัตร ไพศาลพงษ์. (2540). ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อโครงการปรับปรุงที่ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตในนาข้าวของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตรในจังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
สวนยางพาราในภาคใต้ของประเทศไทย. วารสารวนศาสตร์. 8 (1), 60.

สหัสชัย คงทน, อัครเดช บุญผ่องศรี และทองหล่อ หมอয়া. (2538). การวินิจฉัยคุณภาพของดินปนกรดชุดมวกเหล็กในการปลูกพืชเศรษฐกิจบางชนิด. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2535-2536. กรมพัฒนาที่ดิน.

สันติภาพ ปัญงพรรค์ และคณะ. (2536). การใช้ประโยชน์จากพื้นที่ว่างเปล่าเพื่อการเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ เรื่องทรัพยากรดินและการจัดการ ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สามัคคี บุญยะวัฒน์ และชัยวัฒน์ คงสม. (2532). การกระจายช่องว่างขนาดต่าง ๆ ของดินในป่าดิบชื้นและ

สายหยุด คงชะฤทธิ. (2526). การยอมรับการทำไร่นาโดยวิธีอนุรักษ์ดินและน้ำของเกษตรกรในเขตโครงการจัดการคู่ม่านแม่สายที่อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำรวย ครุฑกุล และไฉวรรณ อังครส. (2532). ผลกระทบของสภาพความชื้นของดินตัวอย่างต่อค่าความเป็นกรดทั้งหมดของดิน. วารสารดินและปุ๋ย. 11.(2), 126-135.

สำรวย ครุฑกุล, สุวรรณีย์ ภูธรราช และพัชรี ดาราพงษ์. (2533). ลักษณะความเป็นกรดและปริมาณความต้องการปูนของดินชุดอุคคิโซลบางชุดดิน. รายงานค้นคว้าวิจัยประจำปี 2531-2532. กรมพัฒนาที่ดิน.

สิทธิลาภ วสุวัต. (2535). หย่อนแผ่กับการใช้ประโยชน์. วารสารส่งเสริมการเกษตร. 22(61), 9-14.

สุกัญญา ทุมมา. (2536). ความต้องการศึกษาเกี่ยวกับการอนุรักษ์ดินและน้ำของเกษตรกรในพื้นที่ลาดชัน : เปรียบเทียบบ้านผาเดื่อกับบ้านนางปูเลย อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุเทพฐ์ ฐิตระกูล. (2534). การศึกษาเกี่ยวกับปัญหาทางเคมีของดินบริเวณวัดในจังหวัดนครนายก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุตาประสงค์ สุวรรณเลิศ. (2535). ผลของหมักแดงต่อประสิทธิภาพของปุ๋ยยูเรียและคูลไบโนโรเจนจากปุ๋ยยูเรียและหมักแดงในนาข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- สุเทพ ทอทอง. (2527). การเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารพืชที่เกิดขึ้นในระยะต่าง ๆ ของขบวนการเกิดดินกรดจัด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต. สาขาสุพีวิทยา. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุชน กัรดิวัฒนา, ทศพล แก้ววิเชียร, พัทธา เทพา และไพรวัดย์ วัฒนานุกิจ. (2533). อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างพื้นที่ลาดเทต่อพื้นที่ราบรับน้ำของระบบการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบขั้นบันไดดินสำหรับการปลูกข้าวและพืชไร่บางชนิด. รายงานค้นคว้าวิจัยประจำปี 2531-2532. กรมพัฒนาที่ดิน.
- สุนทร ทวีโลก. (2522). ธนาการปุ๋ยธรรมชาติจากกระถินยักษ์. วารสารพัฒนาชุมชน. 18 (11), 65-67.
- สุนทร คำทอง. (2533). ความสมดุลของระบบนิเวศน์เกนที่สูงส่ระบบ ที่เป็นป่าดิบเขา ไร่เลื่อนลอย สวนป่าไม้สนและระบบวนเกษตร. ข่าวมช.วิจัย. 4(2), 3-5.
- สุนันท์ คุณาภรณ์. (2526). การศึกษาลักษณะและการก่ำนัดดินชนิดต่างๆ ในเขตนิเวศน์พันธุ์ไม้ คอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์). คณะสุพีวิทยา. เกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุนีย์ เสาวรส. (2521). ดินเปรี้ยว. ชัยพฤกษ์วิทยาศาสตร์. 25 (103), 8-10.
- สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์, สุรกิตติ ศรีกุล และชาย ไกรวิธ. (2539). การใช้ทะเลาปลาป่นน้ำม่นเป็นแหล่งของธาตุอาหารทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี. วารสารวิชาการเกษตร 14 (2).
- สมล โตภากร และ ชุมพล คนศิลป์. (2533). ผลของการใช้เมล็ดพืชตระกูลถั่วในอัตราส่วนต่าง ๆ ที่มีต่อการกอดินในสวนไม้ผล. รายงานค้นคว้าวิจัยประจำปี 2531-2532. กรมพัฒนาที่ดิน.
- สุเมธ ตันติเวชกุล. (2537). การป้องกันพังทลายของดิน โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ. 10(2), 31-35.
- สุรพล จัตุพร. (2538). อิทธิพลของปุ๋ยคอก ปุ๋ยเคมี และสารชะลอการเจริญเติบโตที่มีต่อผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกบนนาดินทราย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาพืชไร่. ภาควิชาพืชไร่. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรศักดิ์ เสริพงศ์และมงคล ทัศอุ่น. (2538). การศึกษาการใส่ปุ๋ยและหินฟอสเฟต ต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดในดินกรด. รายงานวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 166- 172.
- สุรศักดิ์ ประชันกาญจนนา, สัจด์ ปัญญาพฤกษ์ และจักรกฤษณ์ หอมจันทร์. (2538). การศึกษาการใช้หึ่งเหยว้าพืชตระกูลถั่วเป็นปุ๋ยพืชสดในสภาพดินไร่. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- สุวรรณภูมิ เกียรติกมล (2534). อิทธิพลของระบบทุ่งหญ้าต่อคุณสมบัติทางเคมีและจุลชีววิทยาของดินทราย และผลผลิตของพืชไร่ที่ปลูก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- เสียงแจ้ว อริยพจนต์, พิทยากร ถิ่นทอง, ปรีดี ศิริรักษา, วรณธดา สุนันทพงศ์ศักดิ์, ปรัชญา ชาญญาติ และ Shinichi Yoshika. (2534). ผลของการใช้วัสดุชนิดต่าง ๆ ในการทำปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลง ปริมาณจุลินทรีย์. รายงานการวิจัย การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ กลุ่มอินทรีย์วัตถุและวัสดุ เหลือใช้ กรมพัฒนาที่ดิน. 35-44.
- แสวง รวยสูงเนินและธรรมเรศ เชื้อสาวถี. (2539). ขยะมูลฝอยจากชุมชน:อีกศักยภาพในการปรับปรุง ทรัพยากรดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารสิ่งแวดล้อม. 1(1), 47-53.
- หญิงเล็ก พงศ์พยัคฆ์, ละเอียด แสงสุวรรณ และสุขจิตต์ กังวานคุณากร. (2533). ผลของปุ๋ยและอินทรีย์ วัตถุต่อการเปลี่ยนแปลงของไฟฟรท์ในดินกรดกำมะถัน. รายงานค้นคว้าวิจัย ประจำปี 2531-2532 กรมพัฒนาที่ดิน.
- หญิงเล็ก พงศ์พยัคฆ์, สุขจิตต์ กังวานคุณากร และไพรินทร์ กปิลานนท์. (2538). การกระจายของจุลธาตุ อาหารประจุบวกในดินกรดกำมะถัน. รายงานผลงานวิจัย ประจำปี 2535-2536. กรมพัฒนาที่ดิน.
- อนันต์ สุขสวัสดิ์, พนัส สุวรรณธาดา และศิริก อินตาพรหม. (2542). อิทธิพลของฟอสฟอรัส ในโตรเจน และปุ๋ยอินทรีย์ต่อผลผลิตข้าว และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน. วารสารวิชาการเกษตร. 17.(2), 119-204.
- อนันต์ ปินคารักษ์, สมเกียรติ แดมพยัคฆ์ และอภิชัย ชีรธร. (2538). การจัดการคอกขี้เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวใน ดินนา. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2535-2536. กรมพัฒนาที่ดิน.
- อนุชาติ ยศปัน. (2525). การเปรียบเทียบวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำของชาวไทใหญ่เหนือและชาวเขมรเผ่ากะเหรี่ยง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- อภิชาติ จงสกุล และคณะ. (2538). การศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดของดินกรดกำมะถัน. เอกสาร ประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการวิชาการ กรมพัฒนาที่ดิน ครั้งที่ 3. กรมพัฒนาที่ดิน.
- อภิรักษ์ ขอพร. (2538). ประสิทธิภาพของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำรูปแบบต่างๆบนพื้นที่ลาดเขา บริเวณ โครงการทดลองจัดการลุ่มน้ำแม่สา จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์), สาขาวิชาการจัดการลุ่มน้ำ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- อภิพรหม พุกภักดี, เจริญ ท้วมขำ และชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. (2540). อิทธิพลของพื้นที่และปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองที่ปลูกในสภาพดินถ่มตัวด้วยน้ำ. วิทยาศาสตร์. 31.(3), 271- 280.
- อภิรติ อิ่มเอิบ และคณะ. (2535). ความต้องการปุ๋ยของดินเปรี้ยวของครกในสภาพเปียกสลับแห้ง. รายงานค้นคว้าวิจัย ประจำปี 2533-2534 กรมพัฒนาที่ดิน.
- อมร อินทราเวช และ บุทธสงค์ นามสาข. (2533). ระยะเวลาการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี เพื่อจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดินนาในทุ่งกุลาร้องไห้. รายงานค้นคว้าวิจัยประจำปี 2531-2532 กรมพัฒนาที่ดิน.
- อรุณี ยูวะนิม และคณะ. (2535). การทดสอบข้าวลูกผสมทนเค็ม TRASTON 85 พันธุ์ในดินเค็มชุดสมุทรปราการ. รายงานค้นคว้าวิจัย ประจำปี 2533-2534 กรมพัฒนาที่ดิน.
- อรุณี ยูวะนิม และสมศรี อรุณินท์. (2533). การปรับตัวของพืชชอบเกลือบางชนิดต่อสภาพดินเค็มจัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานค้นคว้าวิจัยประจำปี 2531-2532 กรมพัฒนาที่ดิน.
- อรุณี ยูวะนิม และ สมศรี อรุณินท์. (2538). การปรับปรุงดินเค็มระดับเล็กน้อย. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2535-2536 . กรมพัฒนาที่ดิน.
- อำนาจ สุวรรณฤทธิ์ และคณะ. (2541). ผลของความเค็มของดินและโซเดียมต่อคุณภาพเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105. วิทยาศาสตร์. 32.(4), 401- 411.
- อำพัน พันธุกนก. (2538). An Economic Evaluation of Land Degradation through Crop Nutrient Removal by Cassava, Sugar Cane and Maize. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- อิสริยาภรณ์ สุวรรณชาติ. (2538). ผลตกค้างของการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตและทรีโปสซูเปอร์ฟอสเฟตติดต่อกัน 20 ปี ต่อสมบัติและความสามารถในการให้ผลผลิตของดิน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อุดม เชื้อน้อย และคณะ. (2525). การศึกษาวิจัยการกำจัดอุจจาระเพื่อนำไปใช้เป็นปุ๋ย. การอนามัยและสิ่งแวดล้อม. 5 (2), 21-45.
- Andriesse, J.P. and R.M. Schelhaas. (1987). A monitoring study of nutrient cycles in soils used for shifting cultivation under various climatic conditions in tropical Asia. II. Nutrient stores in biomass and soil-results of baseline studies. Agriculture Ecosystems and Environment. 19(4), 285-310.

- Aunskul, O. (1982). Development Guidelines for Abandoned Mine Land Case Study : Amphoc Takupa, Changwat Phangnga. Master of Urban and Region Planning. Urban Planing. Architecture. Chulalongkorn University.
- Dejarne, C. G. (2538). การเปรียบเทียบคุณภาพของดินบนพื้นที่สูงตามความแตกต่างของการใช้ที่ดิน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การประเมินความเสี่ยงทางด้านสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศธร่อน). วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Dent, D.(1992). Reclamation of acid sulphate soils. Advances in Soil Science, 17. 79-122.
- Distauksana, Lawan. (1990). The Study of Saline Soil Blue Green algaw in Northeast of Thailand, Case Study : Nakhon Ratchasima Province. Master's Thesis of Science, Mahidol University, Thailand
- Hamman, B.R. (1991). Nitrogen Dynamics During Rice Culture Using Sesbania Rostrata as Green Manure in Northeast Thailand. Master's Thesis, University of Alberta, Canada.
- Havanont, S. (1985). Influence of deposited sediment from mines on structure and productivity on mangrove forest in Pangnga province (Southern of Thailand). Master of Science(Forestry). Forestry. Kasetsart University.
- Ian Grange and Natchapong Phudpong. (2542). การเพาะเชื้อไรโซเบียมเพื่อสร้างปุ๋ยชีวภาพในดินเหนียวที่จังหวัดกาญจนบุรี. วารสารดินและปุ๋ย 21 (4). 199-204.
- Katoh Kunihiko, Prapai Chairaj, Kazuyuki Yagi, Haruo Tsuruta, Katsuyuki Minami and Wisit Cholitkul. (1999). Diel and seasonal Variation of Methae Flux from Bang Khen Paddy Field in Thailand. Jicas Journal 7. 69-75.
- Katoh Kunihiko, Prapai Chairaj, Kazuyuki Yagi, Haruo Tsuruta, Katsuyuki Minami and Wisit Cholitkul. (1999). Methae Emission from Paddy Field in Northern Thailand. Jicas Journal 7. 77-85.
- Katoh Kunihiko, Prapai Chairaj, Kazuyuki Yagi, Haruo Tsuruta, Katsuyuki Minami and Wisit Cholitkul. (1999). Methae Emission from Paddy Field in Northeast Thailand. Jicas Journal 7. 87-96.
- Klawyotha, B. (1992). Effect of Green Manure on Sorghum Production Grown on Loamy Sand Soil. Master of Science (Agriculture). Agronomy. Agriculture. Kasetsart University.

- Kyuma, K., T. Tulaphitak and C. Pairintra. (1985). Changes in soil fertility and tilth under shifting cultivation. 1. General description of soil and effect of burning on the soil characteristics. Soil Science and Plant Nutrition. 31 (2), 227-238.
- Muchtar Salam Solle. (2537). การจัดทำแผนที่เสี่ยงอันตรายจากภัยการ บริเวณลุ่มแม่น้ำแม่สา. วิชา นิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม), สาขาการประเมินความเสี่ยงทาง ด้านสิ่งแวดล้อมในระบอบนิเวศตรรกอน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Para, R. (1992). Relationships between Density Distribution, Slope and Properties in Rubber Tree (Hevea Brasiliensis) Plantation. Master of Science. Environmental Science. Chulalongkorn University.
- Pongsiri Patcharapreecha, Duangsamorn Taja and Hidenori Wada. *Sesbania rostrata* in Combination with Phosphate Rock for Low in Put Improvement in Agriculture. (2536). รายงานการประชุมสัมมนาทาง วิชาการ เรื่อง ทรัพยากรดินและการจัดการ ภาควิทยาศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Saenjan, P. and K. Dejbhimon. (1992). Relationship between organic carbon and optical characteristics of sandy soils receiving long-term organic matter. Khon kaen Agricultural Journal, 20 (4), 176-187.
- Somcharoen, S. (1987). Soil Moisture Prediction and Simulation Model. Master of science (Technology of Environmental Management). Technology of Environmental Management. Mahidol University.
- Sorralum, S. (1985). Nitrogen, phosphorus and potassium losses from coffee plantation in hill-evergreen forest at Doi-Pui Chiangmai. Master of Science(Forestry). Forestry. Kasetsart University.
- Srisuchat, P. (1981). Species, Quantities and Distribution of Benthic Fauna in Mangrove Forest at Amphoe Khilung, Changwat Chantaburi [Thailand]. Master's Thesis of Science, Kasetsart University, Thailand.
- Sukpum, R. (1991). Land Suitability for Salt Mining in Environmental Protection Aspect. A-Case Study on the Amphoe Khamthaleso, Nakhon Ratchasima Province. Master. Mahidol University.
- Suwanarit, A. Lekhasoonthrakorn, J. and Kritapirom, S. (1998). Effects of Intercropping Groundnut and Green-Manure Legumes to Corn on the Yields of Corn and Productivity and Chemical Properties of Soil. Kasetsart Journal 30. 374-384.
- Tantichodok, p. (1980). Species Composition, Density and Biomass of Mangrove Macrofauna at Ko Maplro, Phuket. Master's Thesis of Science, Chulalongkorn University, Thailand.

- Topark ,N., B. et al. (1990). Studies on Saline Soils in Khon Kaen Region, Northeast Thailand : II. Seasonal Changes of Physical and Chemical Properties. Soil Science and Plant Nutrition. 36(2). 289-298.
- Uwasawa, M., P. Sangtong and W. Cholitkul. (1988). Behavior of phosphorus in paddy soils of Thailand. II. Fate of phosphorus during rice cultivation in some representative soils. Soil Science and Plant Nutrition. 34 (2), 183-194.
- Wangtitstaporn, C. (1985). A Method of Improvement of the Bang Pakong Soil Series By yhe Intensive Shallow Drainage Management of the Paddy Field, Soil Acidity Aspects. Master of Science. Environmental Science. Chulalongkorn University.

การจัดการทรัพยากรแร่

การจัดการทรัพยากรแร่ (Geological Resources Management)

ปกรณ์ ฐาณิช
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

บทสรุป

ทรัพยากรธรณี (Geological Resources) คือทรัพยากรธรรมชาติที่เกี่ยวกับแร่และหินทั้งของแข็งและของเหลวที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

การนำเอาทรัพยากรธรณีของประเทศไทยมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศอย่างจริงจัง เริ่มขึ้นเมื่อกว่าร้อยปีที่ผ่านมา ตามการก่อตั้งกรมทรัพยากรธรณี อย่างไรก็ตาม หากนับถอยหลังเข้าไปในประวัติศาสตร์ชาติไทยแล้วถือว่าประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีการนำเอาทรัพยากรธรณีมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันมานานมาก ยุคสหกรณ์แรกๆของมนุษย์ที่ใช้ทรัพยากรธรณีเป็นวัตถุดิบ คือการเผาหินให้เป็นถาวร ในสมัยยุคหินแบ่งออกเป็น 3 ช่วงคือ สมัยหินเก่า สมัยหินกลาง สมัยหินใหม่ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการนำทรัพยากรธรณีตั้งแต่เริ่มแรกที่มีมนุษย์ (เกษตร, 2534ก และ 2534 ข)

ดินเหนียวเป็นทรัพยากรธรณีชนิดหนึ่งที่มีการนำมาทำเป็นภาชนะตั้งแต่บรรพบุรุษและอาหาร ตลอดจนบรรจุข้าวของเครื่องใช้ ซึ่งมีหลักฐานการในจังหวัดอุดรธานี แสดงให้เห็นว่ามีการใช้กันมาตั้งแต่ยุคบ้านเชียงหรือการนำเอาสีจากเหล็กหรือเหล็กออกไซด์มาทำการวาดหรือพ่นสีตามผนังถ้ำต่างๆ ตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ โดยเฉพาะที่ผาแต้ม จังหวัดอุบลราชธานี ตลอดจนการค้นหาแหล่งโลหะโดยเฉพาะเหล็กมาหล่อหลอมเพื่อทำเป็นอาวุธป้องกันตนเองหรือไว้ใช้ในสงคราม ซึ่งในหลายๆ แห่งพบว่ายังมีเศษตะกรันจากการหลอมแร่ที่ยังกองและหลงเหลืออยู่ ซึ่งนอกจากเหล็กแล้วยังมีการค้นพบแหล่งแร่โลหะจำพวกนิเกิล โคบอลต์ รวมกับเหล็กซึ่งคนไทยนำไปใช้เป็นเหล็กน้ำพี้เช่นที่จังหวัดอุดรศักดิ์

หลักฐานทางประวัติศาสตร์พบว่าประเทศไทยมีการซื้อขายดินบุกกับชาตินิโปปันตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยา และเป็นที่เชื่อกันว่าพื้นที่เกาะภูเก็ตเป็นพื้นที่ที่พบแร่ดีบุกและมีการทำเหมืองแร่ดีบุกเป็นแห่งแรกในภูมิภาคเอเชียอาคเนย์ก่อนที่จะขยายตัวเข้าไปในประเทศมาเลเซียและอินโดนีเซีย

นายโยส สเควเตน ชาวฮอลันดาที่เข้ามาในไทยในสมัยพระเจ้าปราสาททอง แห่งกรุงศรีอยุธยาบันทึกไว้ว่าพระมหากษัตริย์ไทยมีรายได้จากข้าว ไม้กฤษณา ดินบุก ตะกั่ว ดินประสิว ทองคำทราย และทองคำภูเขา ส่วน เดอ ลาอูเอร์บันทึกลงไว้ว่า ในสมัยพระนารายณ์ไม่มีประเทศใดจะมีชื่อเสียงในความอุดมสมบูรณ์ทางแร่มากกว่าสยาม โดยดูได้จากพระพุทธรูปหล่อทองคำที่มีจำนวนมาก ข้าวของเครื่องประดับทองคำ ฯลฯ (เกษตร, 2534ข)

แต่หลังการก่อตั้งองค์กรที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรธรณีของชาติ การพัฒนาการใช้ประโยชน์เกี่ยวกับทรัพยากรธรณีก็เริ่มมีบทบาทมากขึ้น ตั้งแต่การสำรวจธรณีวิทยาขั้นพื้นฐาน สำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ การแต่งแร่

การแปรรูปแร่ การออกกฎหมายเกี่ยวกับแร่ จนถึงการให้สัมปทานแก่เอกชน สจต (2531) กล่าวว่าระหว่าง พ.ศ. 2521-2530 ความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วทางธรณีวิทยาเป็นการเจริญเติบโตทางด้านวิชาการทางธรณีวิทยา และธรณีวิทยาแหล่งแร่ขึ้นเนื่องมาจากการพัฒนาบุคลากร และการใช้วิชาการที่ทันสมัยเช่น วิชาวิธีการทางบรรพชีวิน หรือ ทางกัมมันตรังสีกำหนดอายุหิน ได้อย่างแม่นยำมากขึ้น สามารถสร้างแผนที่ธรณีวิทยาและธรณีวิทยาแหล่งแร่ในประเทศไทยหลายชุด

พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวได้ทรงจัดตั้งองค์กรที่ชื่อว่า “กรมราชโลหกิจและภูมิวิทยา (Royal Department of Mines and Geology)” เมื่อวันที่ 1 มกราคม 2434 และต่อมาได้เปลี่ยนชื่อมาเป็น “กรมทรัพยากรธรณี” (Department of Mineral Resources)” ในปัจจุบัน จึงนับได้ว่าตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2434 ประเทศไทยได้มีการจัดการเกี่ยวกับทรัพยากรธรณีอย่างเป็นทางการ โดยในช่วงแรกเป็นการระดมความรู้จากผู้เชี่ยวชาญโดยเฉพาะจากตะวันตกมาดูแลและจัดการ อย่างไรก็ตาม ทางราชการก็ได้ส่งเจ้าหน้าที่คนไทยออกไปศึกษาต่อเพื่อกลับมาทำหน้าที่บริหารจัดการและสำรวจทรัพยากรธรณีของไทย โดยในระยะหลังนี้ได้ให้ความสำคัญกับการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมควบคู่กันไปด้วย

ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในตอนต้น องค์กรที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรแร่ธาตุหรือทรัพยากรธรณีใน ส่วนภาครัฐที่สำคัญที่สุดคือกรมทรัพยากรธรณีซึ่งเป็นผู้ควบคุมดูแลตามพระราชบัญญัติแร่ ส่วนองค์กรที่มีเกี่ยวข้องรองลงมาได้แก่กรมป่าไม้ สำนักงานนโยบายแผนสิ่งแวดล้อม รวมทั้งส่วนราชการอื่นๆ ที่มีพื้นที่ตั้งอยู่ในเขต ที่มีแหล่งแร่ ในด้านเอกชนที่มีส่วนร่วมและเกี่ยวข้องกับทรัพยากรธรณีได้แก่ผู้ประกอบการซึ่งต้องขออนุญาตการสำรวจและการทำเหมืองต่อกรมทรัพยากรธรณีตามกฎหมายและระเบียบที่วางไว้ แต่ประชาชนอีกกลุ่มหนึ่งที่เริ่มมีบทบาทขัดแย้งกับการทำเหมืองแร่มักจะเป็นประชาชนในท้องถิ่นที่มักเดือดร้อนจากการทำเหมือง การแต่งแร่ การถลุง ตลอดจนการขนส่ง ทำให้ภายหลังกรมทรัพยากรธรณีจึงได้จัดตั้งกองสิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรณีขึ้นมา ตาม พรบ.แร่

การศึกษาพรมแดนความรู้ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรแร่ในช่วง 40 ปีที่ผ่านมาจะแบ่งออกเป็น การพัฒนาการศึกษาและสำรวจทรัพยากรธรณี การพัฒนาอุตสาหกรรมเหมืองแร่ การฟื้นฟูพื้นที่เหมืองแร่ การพัฒนาการจัดการทรัพยากรธรณีและสิ่งแวดล้อม การตรวจสอบ การเฝ้าระวัง และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการทำเหมืองแร่ การจัดทำแผนแม่บททางด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาแหล่งแร่ขนาดใหญ่ ด้านความปลอดภัยและการป้องกันความเดือดร้อนเสียหายจากการทำเหมืองแร่

การพัฒนาการศึกษาและสำรวจทรัพยากรธรณีของประเทศไทยซึ่งนับว่าเจริญก้าวหน้าไปมากมีการใช้เทคโนโลยีการสำรวจตั้งแต่การใช้วิธีการแบบธรณีเคมี ธรณีฟิสิกส์ ตลอดจนการเจาะสำรวจเพื่อความชัดเจนทั้งรูปแบบและคุณสมบัติของแร่แต่ละชนิดสำหรับการสำรวจแหล่งทรัพยากรธรณีด้วยวิธีธรณีเคมีซึ่งถือว่าเป็นการเริ่มต้นหาแหล่งทรัพยากรธรณีอย่างประหยัด มีประสิทธิภาพและได้รับความนิยมน้อยกว่าหลาย ซึ่งนอกจากจะทราบการสะสมทางทรัพยากรธรณีแล้วยังมีประโยชน์ในการศึกษาสภาพมลพิษสิ่งแวดล้อม เช่นการเก็บตะกอนเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารโลหะหนัก เป็นต้น การศึกษาคุณสมบัติของแร่โดโลไมต์เพื่อการเพิ่มคุณค่าของทรัพยากรธรณี การสำรวจและประมวลผลข้อมูลทางธรณีฟิสิกส์ที่ได้จากการบินสำรวจทั่วไปเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่หรือทรัพยากรธรณีทั้งหมดของประเทศไทยในปัจจุบันโดยข้อมูลที่ได้และ

ประมวลผลจะเป็นฐานข้อมูลจำพวกความชื้นสนามแม่เหล็ก ความเข้มข้นมันตรังสี การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยการวัดสนามแรงโน้มถ่วง (Gravity) รวมถึงการใช้ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการทางด้านแหล่งแร่และอุตสาหกรรมเหมืองแร่ ฯลฯ

ส่วนการพัฒนาอุตสาหกรรมเหมืองแร่ซึ่งเริ่มจากการใช้แรงคนขุดเป็นส่วนใหญ่จนถึงการใช้เครื่องจักรเรือขุด ซึ่งเป็นการเปลี่ยนโฉมหน้าการทำเหมืองในประเทศไทยโดยผู้ประกอบการในประเทศ มีเหมืองสูบใช้เครื่องที่หมุนด้วยเครื่องจักรไอน้ำ ต่อมาก็ใช้เครื่องขุดใช้แก๊ส เครื่องยนต์ดีเซล และเหมืองฉีดได้ใช้เครื่องดูดหรือเครื่องสูบ (Hydraulic elevator) ซึ่งทำงานด้วยพลังน้ำแทน นอกจากนี้ยังมีการทำเหมืองอุโมงค์ การใช้กรรมวิธีแยกแร่แบบจับด้วยปรอท (amalgamation) ใช้โต๊ะสั่นแยกแร่และวิธีละลายแร่ด้วยไซยาไนด์ ช่วงหลังสงครามโลกครั้งที่สองเป็นต้นมา อุตสาหกรรมเหมืองแร่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านการทำเหมืองแร่และการแต่งแร่ เช่นมีการผลิตแร่โคลัมไบต์แทนทาลิสต์ออกจำหน่าย มีการผลิตน้ำมันดินเป็นครั้งแรกในประเทศไทย ที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ นอกจากนี้ยังมีการริเริ่มในการทดลองลอยแร่ตะกั่วซัลไฟด์ชั้นโรงประลอง (pilot plant) เป็นครั้งแรก วิเริ่มแยกแร่ดีบุกออกจากแร่ซิลิเกตโดยใช้เครื่องแยกไฟฟ้าแรงสูง (high-tension separator) การล้างและขัดผิวแร่แมงกานีส เพื่อทำให้แร่มีเกรดสูงตามมาตรฐานของตลาด มีการใช้วัตถุระเบิดแอมโมเนียมไนเตรด มีการใช้ไฮโดรไวโคลนในการผลิตดินขาวในเชิงพาณิชย์ มีการเปิดการทำเหมืองแร่สังกะสีที่อำเภอแม่สกล จังหวัดตาก พร้อมทั้งสร้างโรงงานถลุงแร่สังกะสีตลอดจนผลิตเป็นโลหะโดยวิธีที่ทันสมัย

สำหรับงานฟื้นฟูพื้นที่ที่ได้ผ่านการทำเหมืองมาแล้ว ได้มีการตรวจสอบและกำหนดดูแลให้มีการฟื้นฟูควบคู่ไปกับการประกอบการเหมืองแร่โดยการส่งเสริม สนับสนุนและร่วมมือกับผู้ประกอบการโดยใช้เงินประกันการปลูกป่าชย นอกจากนี้ยังได้ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ เพื่อการพัฒนาที่ดิน การทดสอบชนิดพันธุ์ไม้ที่ปลูกโดยเฉพาะพันธุ์ไม้เบิกนำที่มีความสามารถทนทานในสภาพแวดล้อมของดินที่มีความสมบูรณ์ต่ำทั้งพันธุ์ไม้พื้นเมืองและต่างถิ่น เช่น กระถินเทพา กระถินณรงค์ ยูคาลิปตัส สนทะเล หรือพันธุ์ไม้ในตระกูล Acacia การใช้ปุ๋ยพืชสดปรับปรุงในดินที่ผ่านการทำเหมืองแร่แล้ว เป็นต้น

ส่วนการพัฒนาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมซึ่งกรมทรัพยากรธรณี มีนโยบายการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมและสรุปไว้ว่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการพัฒนาทรัพยากรธรณีแบ่งออกได้เป็น ผลกระทบทางด้านกายภาพต่อสภาพพื้นที่ ผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจและสังคม และผลกระทบทางด้านความเป็นอยู่ของประชาชนในชุมชน ผลกระทบดังกล่าวทำให้มีนโยบายเกี่ยวกับการพัฒนาทรัพยากรธรณีเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยส่งเสริมการพัฒนาและใช้ทรัพยากรธรณีอย่างมีประสิทธิภาพ คิดตาม ตรวจสอบ กำกับ ดูแล พัฒนาการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรณีอย่างใกล้ชิดและต่อเนื่อง เพื่อให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ส่งเสริมและสนับสนุนให้ภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วม ในการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกระบวนการพัฒนา และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรณี พัฒนาและส่งเสริมสนับสนุนให้มีการนำความรู้ทางด้านธรณีวิทยา ธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม และน้ำบาดาลมาใช้ในการกำหนดการใช้ประโยชน์ของพื้นที่อย่างเหมาะสม ส่งเสริมและดำเนินการปรับปรุงและฟื้นฟูสภาพพื้นที่และสิ่งแวดล้อมภายหลังจากการพัฒนาเหมืองแร่ ส่งเสริมให้ประชาชนและชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการทรัพยากรธรณีให้มากขึ้น

ในด้านงานที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมได้แก่การติดตามตรวจสอบ เฝ้าระวังการทำเหมืองแร่ แต่งแร่ และประกาศนโยบายให้ปฏิบัติตามเงื่อนไขทางด้านสิ่งแวดล้อมที่กำหนดไว้ใน การอนุญาต การรวบรวมและวิเคราะห์รายงานผลการดำเนินงานในการป้องกันแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อม รวมถึงการตรวจสอบและให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาข้อร้องเรียนต่างๆด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการทำเหมืองแร่และการแต่งแร่ เช่นศึกษาสาเหตุการแพร่กระจายและการเพิ่มขึ้นของไนเตรดในน้ำบาดาล สาเหตุสำคัญของปัญหาสารหนู การศึกษาและติดตามเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อมกลุ่มเหมืองแร่ตะกั่ว การได้รับสารพิษ จำพวกแมงกานีส กับคนงานที่มีสภาพการทำงานในสภาวะแวดล้อมของเหมืองแมงกานีส การกำจัดฝุ่นที่เกิดจากการทำเหมืองและโรงโม่หิน เสียที่ได้จากอุตสาหกรรมเหมืองแร่ ด้านความสัมพันธ์อันแนบแน่นทั้งด้าน ศูนย์ภาพของโครงการเหมืองแร่ ซึ่งเป็นการศึกษาผลกระทบทางด้านคุณค่าต่อคุณภาพชีวิต การศึกษาตะกอน หุ้งน้ำที่เกิดจากการทำเหมืองแร่ดินบุก ผลกระทบที่เกิดจากการผลิตเกลือด้วยการสูบน้ำเกลือใต้ดิน

ส่วนการจัดทำแผนแม่บททางด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาแหล่งแร่ขนาดใหญ่ที่มีความสำคัญต่อ เศรษฐกิจพื้นฐานของประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุด ตลอดจนการจัดทำแผนที่สิ่งแวดล้อมเขตอนุรักษ์และศักยภาพในการพัฒนาทรัพยากรธรณี

ในด้านความปลอดภัย การป้องกันความเดือดร้อนเสียหายจากการทำเหมืองแร่ นั้น รัฐได้ตระหนักถึงผล เสียที่อาจจะพ่วงมาจากการทำเหมือง จึงได้มีบทบัญญัติในพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 เพื่อป้องกันความเดือดร้อน เสียหายจากการทำเหมือง รวมทั้งการให้ความปลอดภัย แก่บุคคลรวมหลายประการด้วยกัน ตัวอย่างเช่นการห้ามมิ ให้ผู้ถือประทานบัตร ผู้แต่งแร่ หรือผู้ประกอบการโลหกรรม กระทำหรือละเว้นกระทำการใดอันน่าจะเป็นเหตุให้แร่ที่มีพิษหรือสิ่งอื่นที่มีพิษ ก่อให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช หรือทรัพย์สิน ส่วนการให้ความคุ้มครองแก่คนงาน และความปลอดภัยแก่บุคคลภายนอก เป็นไปตามกฎกระทรวงฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2513) ออกตามความในมาตรา 17 แห่งพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2518

อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันงานเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้เข้ามามีบทบาทมากยิ่งขึ้น ทุกหน่วยงานมีการออก กฎหมาย ระเบียบ รวมถึงการจัดการทางด้านบริหารทรัพยากรธรณีมากยิ่งขึ้น แต่หากมองถึงช่องว่างขององค์ความรู้ เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรณีแล้ว พบว่ายังไม่มี ความชัดเจนที่แท้จริง ปัญหาการใช้ประโยชน์ของทรัพยากร แร่ธาตุในประเทศไทยยังมีอีกมาก เช่นการขุดแร่บดเคลย์ทิ้งเพื่อต้องการถ่านลิกไนต์เพียงอย่างเดียว ทรัพยากร ธรณีโดยเฉพาะแร่อุตสาหกรรมมีการใช้ขาดการควบคุมดูแลที่ดี ไม่มีการจัดแหล่งแยกชั้นคุณภาพดีออกจากคุณภาพปานกลางหรือคุณภาพต่ำเพื่อประโยชน์ในอุตสาหกรรมแต่ละชนิดได้อย่างเหมาะสม ทำให้ไม่มีการใช้เพื่อ ประโยชน์สูงสุด ซึ่งจะเป็นการประหยัดทรัพยากรธรณีโดยตรง ตลอดจนเป็นการป้องกันการทำลายสิ่งแวดล้อม กาลคู่กันไปด้วย

สำหรับการวิเคราะห์ทิศทางการวิจัยในอนาคตของทรัพยากรธรณีน่าจะมีแนวทางในการใช้เทคโนโลยีที่ สูงขึ้นเพื่อป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อมให้ได้มากที่สุด อีกทั้งยังต้องการทราบปริมาณสำรองทั้งหมดของ ทรัพยากรธรณีเพื่อการวางแผนที่ดี ส่วนใดที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่หรือดลู่ใหม่ โดยเฉพาะแร่โลหะอาจจะ ต้องถูกนำมาใช้อย่างจริงจัง มีการใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์โดยนำมาเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ ได้มากขึ้น ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

บททวนวรรณกรรม

นับจากการสถาปนากรมราชโลหกิจและภูมิวิทยาขึ้นมาการจัดการเกี่ยวกับทรัพยากรธรณีในประเทศไทยสามารถแบ่งออกเป็นช่วงๆ ตามความสำคัญและความเปลี่ยนแปลงได้แก่

ช่วงที่ 1 การเริ่มต้น (พ.ศ. 2434-2485)

ในช่วงเริ่มต้นนี้กรมราชโลหกิจและภูมิวิทยา มีหน้าที่รับผิดชอบดูแลในกิจการอุตสาหกรรมเหมืองแร่ ทั้งในด้านการควบคุม การอนุญาตประทานบัตร อนุญาตธร การเรียกเก็บรายได้จากการทำเหมือง และกำหนดด้านวิชาการเหมือง โดยให้ความสำคัญในด้านการทำเหมืองแร่ดีบุก ทองคำ และพลอย เป็นหลัก อีกทั้งยังดำเนินการให้มีการจัดตั้งและออกกฎหมายเกี่ยวกับเหมืองแร่เป็นการเฉพาะ ตลอดจนการเรียกเก็บค่าภาคหลวงแร่

ริเริ่มให้มีนโยบายในการสำรวจปิโตรเลียมและถ่านหินในปี พ.ศ. 2454 (ร.ศ. 140) เกิดการทำเหมืองแร่ในบริเวณหัวเมืองฝ่ายเหนือ ในปี พ.ศ. 2459 ประกาศนโยบายสงวนเหมืองทองบางสะพานใหญ่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์และสงวนเหมืองแร่ตั้งแต่จังหวัดชุมพรขึ้นมาตลอดจนภาคเหนือไว้ให้คนไทย ในปี พ.ศ. 2471 มีนโยบายร่วมมือกับต่างประเทศในเรื่องดีบุกโดยเข้าร่วมเป็นภาคีในโครงการจำกัดการขุดแร่ดีบุกและการจำหน่ายแร่ดีบุกออกนอกประเทศในปี พ.ศ. 2474

ส่วนในทางกฎหมายในช่วงเริ่มต้นนี้เริ่มร่างพระราชบัญญัติการทำเหมืองแร่ ฉบับแรก ในปี พ.ศ. 2434 (ร.ศ. 110) ซึ่งเป็นปีสถาปนากรมราชโลหกิจและภูมิวิทยาในกระทรวงเกษตรธิการ ต่อมามีการตราพระราชบัญญัติเกี่ยวกับแร่ฉบับแรกของประเทศไทย ในปี 2444 (ร.ศ. 120) คือ “พระราชบัญญัติเหมืองแร่ ร.ศ. 120” ซึ่งเป็นช่วงสมัยที่กรมราชโลหกิจและภูมิวิทยาย้ายโอนไปสังกัดกระทรวงมหาดไทย โดยมีสมเด็จพระบรมวงศ์เธอ กรมพระยาดำรงราชานุภาพ ทรงเป็นเสนาบดีกระทรวงมหาดไทย ซึ่งต่อมามีการยกเลิก “พระราชบัญญัติเหมืองแร่ ร.ศ. 120” ในปี 2461 และตรา “พระราชบัญญัติการทำเหมืองแร่ พุทธศักราช 2461” แทน

ในปี พ.ศ. 2464 มีการประกาศให้ใช้พระราชบัญญัติการทำเหมืองแร่ พ.ศ. 2461 ซึ่งคุ้มครองไปถึงพลอยต่างๆ ด้วย

ปี พ.ศ. 2474 ตราพระราชบัญญัติการทำเหมืองแร่ (ฉบับที่ 2)

ปี พ.ศ. 2479 ตราพระราชบัญญัติการทำเหมืองแร่ (ฉบับที่ 3)

ปี พ.ศ. 2479 ตราพระราชบัญญัติการทำเหมืองแร่ (ฉบับที่ 4)

ปี พ.ศ. 2483 ตราพระราชบัญญัติการทำเหมืองแร่ (ฉบับที่ 5)

ปี พ.ศ. 2483 ตราพระราชบัญญัติการทำเหมืองแร่ (ฉบับที่ 6)

และปี พ.ศ. 2484 ตราพระราชบัญญัติการทำเหมืองแร่ (ฉบับที่ 7)

สำหรับการประกอบการเกี่ยวกับทรัพยากรธรณีที่เกี่ยวกับการทำเหมืองแร่ในเวลานั้นได้แก่ การขุดแร่ในทะเลโดยใช้เรือขุดแร่ในทะเลเป็นครั้งแรกในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2449 การทำเหมืองแร่ในช่วงแรกๆ นั้น ได้แก่ แร่ดีบุก ทองคำ ตะกั่ว สังกะสี วุลแฟรม หินก่อสร้าง โมลิบดีนัม และ พลอยต่างๆ การทำเหมืองแร่ส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคใต้ของประเทศไทย ประทานบัตรที่ออกฉบับแรกคือประทานบัตรหมายเลข 1/1 ลงวันที่ 1 สิงหาคม

พ.ศ. 2445 (ร.ศ. 121) ซึ่งออกให้แก่ มิสเตอร์ เอควาด บ็อก ชาชาติออสเตรเลีย บังคับออสเตรเลีย ให้ทำแร่ศิลาเพื่อ การก่อสร้างหรือทำถนนในพื้นที่ตำบลปากเพรียว อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี มณฑลกรุงเก่า เนื้อที่ 75 ไร่ ประทานบัตรการทำเหมืองแร่ดีบุกฉบับแรกให้แก่ ประทานบัตรหมายเลข 1/2 ลงวันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ. 2445 ออกให้แก่ มิสเตอร์ จอห์น เทย์เลอร์ ชาชาติอเมริกัน บังคับอเมริกันเพื่อทำเหมืองแร่ดีบุกในท้องที่ตำบลคลองมร สบ อำเภอกำเนิดนพคุณ เมืองกำเนิดนพคุณ มณฑลชุมพร เนื้อที่ 300 ไร่

ส่วนประทานบัตรการทำเหมืองแร่ดีบุกฉบับแรกในจังหวัดภูเก็ตให้แก่ ประทานบัตรหมายเลข 1/3 ลง วันที่ 18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2445 ออกให้แก่ หลวงจรจินสกุล ชาตินีฮอกเกี้ยน บังคับสยามให้ทำเหมืองแร่ดีบุกใน ท้องที่ตำบลบางเหนียวใต้ อำเภอถลาง เมืองภูเก็ต เนื้อที่ 17 ไร่

การทำเหมืองแร่ดีบุกได้ดำเนินการเรื่อยมาในลักษณะที่จำหน่ายเป็นแร่ดีบุก จนกระทั่งถึงปี พ.ศ. 2482 ทางภาครัฐโดยกรมโลหกิจฯ ได้เตรียมการตั้งโรงถลุงแร่ดีบุกเพื่อรองรับการผลิตแร่ดีบุก นับว่าเป็นการเริ่มต้นการ แปรรูปของแร่ดิบเพื่อเพิ่มมูลค่าแร่

ส่วนทางด้านพลังงาน ในปี พ.ศ. 2441 บริษัทถ่านหินศิลา จังหวัดกระบี่ โดยนายโรเบิร์ต ยัง ชาวอังกฤษ ที่หว่านถ่านหิน ทำการสำรวจถ่านหินบริเวณภาคใต้ สองปีต่อมาได้รับพระราชทานให้ทำเหมืองได้ในบริเวณบ้าน ปู่ดำ จ.กระบี่ แต่เลิกกิจการในปี พ.ศ. 2448 นับว่าในปี พ.ศ. 2443 เริ่มมีการทำเหมืองถ่านหินเป็นครั้งแรกอย่างเป็นทางการในประเทศไทย

ปี พ.ศ. 2454 ริเริ่มนโยบายในการสำรวจน้ำมันดิบและถ่านหิน (ปิโตรเลียมและถ่านหิน) โดยเจ้าพระยา วงศานุประพัทธ์ ซึ่งเป็นเสนาบดีกระทรวงเกษตรธิการ

ในปี พ.ศ. 2460 กรมพระกำแพงเพชรอัครโยธิน อธิบดีกรมการรถไฟหลวงได้รับสั่งให้หาแหล่งซื้อ เพลิงเพื่อทดแทนไม้ฟืนในการเดินรถ ผลก็คือได้มีการค้นพบถ่านหินในปริมาณมากทั้งในแอ่งกระบี่และแอ่งแม่เมาะ ซึ่งถือว่าเป็นปีเริ่มต้นการค้นพบแหล่งพลังงานโดยส่วนราชการ

ช่วงที่ 2 การวางรากฐาน (พ.ศ. 2485-2498)

ในช่วงดังกล่าวนี้ นับได้ว่าเป็นช่วงการวางรากฐานที่สำคัญช่วงหนึ่งของการพัฒนาทรัพยากรธรณีอย่าง แท้จริง กล่าวคือ ได้มีการปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม โดยการก่อตั้งกระทรวงอุตสาหกรรมขึ้น อีกทั้งยังเป็ นช่วงที่มีการสร้างบุคลากรเพิ่มขึ้น โดยบุคคลที่ได้รับทุนเล่าเรียนหลวงซึ่งกลับมารับราชการได้วางรากฐานกิจการ งานต่างๆ ไว้เป็นระบบมากขึ้น อีกทั้งมีการส่งเสริมงานทางวิชาการทั้งทางด้านวิศวกรรมเหมืองแร่ และด้านธรณี วิทยามากขึ้นด้วย

นับตั้งแต่ได้มีการตั้งกระทรวงอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2485 พระยาเฉลิมอากาศ (สุณี สุวรรณประทีป) อธิบดีกรมโลหกิจฯ ในสมัยนั้นได้กำหนดนโยบายด้านอุตสาหกรรมเหมืองแร่ชัดเจนขึ้น 3 ประการคือ 1) นโยบาย เกี่ยวกับการให้สิทธิตรวจหาและทำเหมืองแร่แก่ภาคเอกชน 2) นโยบายส่งเสริมอบรมคนไทยให้เกิดความรู้ความ ซำนาญในอุตสาหกรรมเหมืองแร่และถลุงแร่ และ 3) นโยบายการตรวจหาธาตุและแร่จากใต้พื้นดิน และวิธีดำเนินการ

การด้านธรณีวิทยา นโยบายดังกล่าวได้รวมถึงการเตรียมการตั้งโรงถลุงแร่ดีบุกภายในประเทศ และมีผลทำให้มีการปรับปรุงการแบ่งส่วนราชการของกรมโลหกิจ ขึ้นใหม่

ปี พ.ศ. 2478 มีการกำหนดนโยบายการโลหกิจไว้เป็นแนวทางในการดำเนินงานซึ่งประกอบด้วย 1) นโยบายการให้สัมปทานเหมืองแร่ โดยเปิดให้มีการตรวจและทำเหมืองแร่ได้เฉพาะในท้องที่ตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไป ส่วนท้องที่เหนือจังหวัดชุมพรถือเป็นภาคสงวน 2) นโยบายการให้สิทธิตรวจและทำเหมืองแร่แก่คนต่างด้าว 3) นโยบายการศึกษาค้นคว้าทางวิชาการในด้านการทำเหมืองและแยกแร่ 4) นโยบายการควบคุมความปลอดภัยในการถลุงแร่ การตรวจวิเคราะห์โลหะและแร่ต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะแร่ที่จำเป็นในภาวะสงครามตามความต้องการของรัฐบาล และ 5) นโยบายการปลูกและส่งเสริมการผลิตแร่และแร่ให้ทรงตัวในภาวะสงคราม

ปี พ.ศ. 2490 นายประวิติ สุขุม อธิบดีกรมโลหกิจ ในขณะนั้นได้วางนโยบายของกรมโลหกิจ ในด้านต่างๆ คือ 1) ด้านสัมปทานเหมืองแร่ให้เน้นความสะดวกรวดเร็วและการออกสัมปทานให้มากยิ่งขึ้น 2) ด้านวิชาการเหมืองแร่โดยเน้นการค้นคว้าในด้านการผลิตแร่ และแยกแร่และการตรวจเหมือง และ 3) ด้านธรณีวิทยาโดยเน้นการสำรวจธรณีวิทยาขึ้นต้นตามพื้นที่ต่างๆ ทุกภาคของประเทศ ตลอดจนการสำรวจแหล่งน้ำมัน

ช่วงปี พ.ศ. 2491-2498 มีการวางแผนนโยบายในการดำเนินงานตามโครงการต่างๆ ที่เป็นรากฐานสำคัญ เช่น โครงการสำรวจธรณีวิทยาทั่วประเทศ โครงการสำรวจเชื้อเพลิงธรรมชาติ โครงการตรวจและทำเหมืองทองคำ โครงการวางแผนหาหลักฐานแผนที่เหมืองแร่และซ่อมแซมหาหลักฐาน เป็นต้น

ส่วนในด้านกฎหมายต่างๆ ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2485-2498 ได้มีการออกกฎหมายสำคัญดังนี้ คือ

พระราชบัญญัติการทำเหมืองแร่ (ฉบับที่ 8) พ.ศ. 2485

พระราชบัญญัติว่าด้วยวิธีการเก็บค่าภาคหลวงแร่ พ.ศ. 2486

พระราชบัญญัติสำรวจปริมาณแร่ดีบุกในครอบครอง พ.ศ. 2489

และ พระราชบัญญัติพิกัตอัตราค่าภาคหลวงดีบุก (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2496

สำหรับกิจการเกี่ยวกับอุตสาหกรรมเหมืองแร่และกรมโลหกิจ ที่สำคัญในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2485-2498 มีดังต่อไปนี้

พ.ศ. 2485 ได้มีการนำเอาวิชาการเหมืองแร่มาใช้อย่างจริงจังในการทำเหมือง โดยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตแร่ ตลอดจนกำหนดนโยบายในด้านการถลุงแร่ดีบุกภายในประเทศเพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่งแร่ ได้ให้ความช่วยเหลือบริษัทแร่และยางไทยจัดตั้งโรงถลุงแร่ และบริษัทปูนซิเมนต์ไทย จำกัด ในการทดลองถลุงแร่เหล็กและทดลองทำเหล็กกล้า และได้เร่งรัดในการเร่งรัดทำแผนที่แหล่งแร่

พ.ศ. 2489 ได้ดำเนินการวางแผนหาพื้นที่ฟอสเฟตอุตสาหกรรมเหมืองแร่ดีบุกภายในประเทศโดยให้มีการเพิ่มปริมาณผลิตแร่ดีบุกด้วยการเปิดเหมืองใหม่เพิ่มขึ้น และสำรวจเครื่องมืออุปกรณ์ที่ขาดแคลน ตลอดจนวางแผนการเปิดตลาดการค้าแร่ในกรุงเทพฯ รวมทั้งเริ่มมีการใช้ระบบการตรวจเหมืองให้เป็นไปตามแผนผังโครงการ โดยให้วิศวกรเหมืองแร่เป็นนายช่างตรวจเหมือง (mine inspector) นับได้ว่าเริ่มมีระบบในการตรวจสอบการทำเหมืองโดยภาครัฐต่อภาคเอกชนเป็นครั้งแรก นอกจากนี้ ยังได้เริ่มให้มีการจัดแผนผังโครงการทำเหมืองเพื่อป้องกัน

กันไม่ให้เกิดความเสียหายและเดือดร้อนแก่สาธารณประโยชน์ ตลอดจนคำนึงถึงความปลอดภัยในการทำเหมือง
นับได้ว่าเริ่มมีการใช้วิศวกรรมเหมืองแร่เข้ามาจัดการกับการทำเหมืองแร่เป็นครั้งแรก

พ.ศ. 2489 ได้มีการก่อตั้งองค์การศึกษาดินทุกระหว่างประเทศ (International Tin Study Group) เพื่อทำ
การศึกษาดูโสมและดูโสมของดินทุก

พ.ศ. 2490 องค์การเหมืองแร่ซึ่งได้หยุดกิจการมาตั้งแต่ พ.ศ. 2485 ได้รับการฟื้นฟูอีกครั้งโดยเริ่มเปิดทำ
การที่เหมืองปิ๊ล็อก จังหวัดกาญจนบุรี ช่วงปี พ.ศ. 2491-2498 องค์การเหมืองแร่ได้เปิดเหมืองแร่ตลอดขึ้นที่
จังหวัดกาญจนบุรี เพื่อกำหนดค่าจ้างขุดดินในการทำเหมืองให้ได้ นับได้ว่าเป็นการนำ
เอาหลักการทางธรณีวิทยาแห่งแรกมาใช้เป็นครั้งแรก

พ.ศ. 2491-2498 ทำการค้นคว้าเกี่ยวกับการแยกแร่และแต่งแร่ที่เกิดขึ้นกับดินทุกโดยเฉพาะอย่างยิ่งเซอร์
คอนโมนาไซต์ โคลัมไบต์ และแทนทาลัม และให้ความช่วยเหลือเหมืองต่างๆ เช่น ในปี พ.ศ. 2497 มีการแนะนำ
ให้เหมืองแร่ดินทุกในจังหวัดตรัง ผลิตแร่โคลัมไบต์และแทนทาลัม ออกจำหน่ายเป็นครั้งแรก นับได้ว่าเป็นการนำ
เอาหลักการทางธรณีวิทยาแห่งแรกมาใช้เป็นครั้งแรก

พ.ศ. 2491-2498 ทำการฟื้นฟูและบูรณะเหมืองแร่ของชนชาติอังกฤษและออสเตรเลีย ซึ่งเป็นเหมืองแร่
ขนาดใหญ่และสามารถผลิตแร่ได้เป็นจำนวนมากให้กลับดำเนินการได้เช่นเดิม ในช่วงปี พ.ศ. 2491-2498 จัด
ทำโครงการถลุงแร่ดินทุกขนาดเล็ก โดยเริ่มจัดสร้างเตาถลุงถลุงแร่ขนาดเล็ก

สำหรับการพัฒนาทางด้านพลังงาน ช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2485-2498 ได้มีการดำเนินงานเกี่ยวกับ
ทรัพยากรธรณีพลังงาน อันได้แก่ ปิโตรเลียม ถ่านหิน และพลังงานความร้อนใต้พิภพ ดังนี้

พ.ศ. 2491-2492 ได้ทำการสำรวจแหล่งน้ำมันดิบอำเภอฟาง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นการสำรวจจากกรม
ทางหลวงแผ่นดิน (พ.ศ. 2485-2487) และ กรมพลังงานทหาร (พ.ศ. 2478-2481)

พ.ศ. 2497 กรมโลหกิจฯ ได้กำหนดแผนงานสำรวจแหล่งปิโตรเลียมในบริเวณลุ่มเจ้าพระยาและพื้นที่
ภาคกลางโดยทำการว่าจ้างบริษัทฮันดิง จีโอฟิสิกส์ จำกัด ประเทศสหราชอาณาจักร มาทำการสำรวจธรณีฟิสิกส์
เพื่อหาโครงสร้างและแหล่งกักเก็บน้ำมันในบริเวณลุ่มเจ้าพระยาและพื้นที่ภาคกลาง

พ.ศ. 2490-2498 กรมโลหกิจฯ ได้ทำการสำรวจแหล่งถ่านหินเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพื่อสนองนโยบายของรัฐบาล
ในอันที่จะหาเชื้อเพลิงธรรมชาติมาใช้แทนฟืนและได้สำรวจพบแหล่งถ่านหินหลายแหล่ง เช่น แหล่งบ้านปูล่า
อำเภอเมืองฯ จังหวัดกระบี่ แหล่งลำภูรา จังหวัดตรัง แหล่งเคียนซา จังหวัดสุราษฎร์ธานี แหล่งแม่มาะ จังหวัด
ลำปาง และแหล่งแม่สอด จังหวัดตาก เป็นต้น นอกจากนี้ยังทำการสำรวจแหล่งหินน้ำมันอำเภอแม่สอด จังหวัด
ตาก

พ.ศ. 2496 รัฐบาลได้โอนโครงการสำรวจถ่านหินบางส่วนจากกรมโลหกิจฯ ไปให้สำนักงานพลังงาน
แห่งชาติเป็นผลให้กรมโลหกิจฯ ลดกิจกรรมทางด้านนี้ลง

ด้านพลังงานความร้อนใต้พิภพ ในช่วงปี พ.ศ. 2490-2496 กรมโลหกิจฯ ได้ดำเนินการสำรวจตามเส้น
ทางต่างๆ ทั่วประเทศ โดยนายวิชา เศรษฐบุตร ได้สำรวจและรวบรวมแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ ในรูปของ
แหล่งพุร้อน 27 แหล่งทั่วประเทศนับได้ว่าเป็นการสำรวจพลังงานทดแทนชนิดพลังงานความร้อนใต้พิภพเป็น
ครั้งแรก

ช่วงที่ 3 ช่วงเตรียมการพัฒนา (พ.ศ. 2498-2504)

จากการวางรากฐานในช่วงที่ผ่านมา เป็นผลให้การดำเนินงานในระยะหลังมีความมั่นคงมากขึ้น และในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2498-2504 ถือเป็นเวลาที่สำคัญ ทั้งนี้เพราะเป็นช่วงที่มีการดำเนินการเตรียมการในด้านต่างๆ เกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติของประเทศไทยเป็นอย่างมาก ดังต่อไปนี้

เร่งรัดงานสำรวจในด้านต่างๆ เช่น งานสำรวจน้ำมันดิบ งานสำรวจก๊าซธรรมชาติ งานสำรวจแร่ โลหะและแร่โลหะ เช่น เหล็ก ทองแดง และแร่อื่นๆ เป็นต้น ตลอดจนการสำรวจธรณีวิทยา เร่งรัดการส่งเสริมผลผลิตเหมืองแร่ โดยกรมโลหกิจฯ ให้ความช่วยเหลือทางวิชาการ ทั้งด้านการทำเหมืองแร่ โดยกรมโลหกิจฯ ให้ความช่วยเหลือทางวิชาการ ทั้งด้านการทำเหมืองและการแต่งแร่

เร่งรัดการให้ความดูแลเรื่องสภาพแวดล้อมที่สืบเนื่องจากการทำเหมือง เช่น น้ำขุ่นข้น เป็นต้น นับว่าเป็นยุคเริ่มต้นเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เร่งรัดการค้นคว้าและส่งเสริมงานด้านโลหกรรม เร่งรัดในการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารแก่ผู้ประกอบการและประชาชนทั่วไป

นอกจากนี้ ในช่วงเวลาดังกล่าว ยังได้มีการตราพระราชบัญญัติที่เกี่ยวข้องอีกหลายฉบับ เช่น พระราชบัญญัติควบคุมแร่ดีบุก (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2499 พระราชบัญญัติพิทักษ์อัตราค่าภาคหลวงแร่ทั้งสตน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2500 เป็นต้น

ส่วนด้านการให้สัมปทานแร่ ได้มีการให้สัมปทานพิเศษแก่ภาคเอกชนเพื่อทำการสำรวจและผลิตแร่เหล็กในพื้นที่ต่างๆ เช่น จังหวัดเลย ฉะเชิงเทรา นครศรีธรรมราช เกาะสมุย ปัตตานี นราธิวาส ยะลา กระบี่ ระนอง สตูล พุมพร ราชบุรี ลพบุรี สระบุรี ชลบุรี นครสวรรค์ และกาญจนบุรี เป็นต้น โดยได้มีการอนุญาตประทานบัตรรวม 1,093 ราย ทั้งนี้ มากกว่าร้อยละ 90 เป็นประทานบัตรเหมืองแร่ดีบุก ส่วนประทานบัตรแร่อื่นๆ ได้แก่ วุลแฟรม ตะกั่ว แมงกานีส พลวง เหล็ก ถ่านหิน ยิปซัม ทองคำ และใยหิน นอกจากนี้ ยังได้มีการส่งเสริมงานด้านวิชาการเหมืองแร่มากขึ้น โดยการเปิดเหมืองทดลองค้นคว้าทดลองด้านการแต่งแร่ และให้ความช่วยเหลือภาคเอกชนทั้งภาคสนามและปริกษาแนะนำทางด้านวิชาการการทำเหมืองและแต่งแร่ ซึ่งทำให้มีการริเริ่มนำวิทยาการใหม่ๆ มาใช้จนถึงในปัจจุบัน เช่น การทดลองลอยแร่ตะกั่วซัลไฟด์ชั้นโรงประลอง (pilot plant) ที่แผนกค้นคว้ากองวิชาการ การแยกแร่ดีบุกออกจากแร่ซีไลต์โดยใช้เครื่องแยกไฟฟ้าแรงสูง (hightension separator) และนำมาใช้แยกแร่ขององค์การเหมืองแร่ ปี พ.ศ. 2503 การทดลองนำเครื่องผสมปูนซีเมนต์ ซึ่งใช้ในการก่อสร้างมาใช้ในการสร้างและขัดสีผิวแร่แมงกานีส เพื่อให้แร่มีเกรดสูงตามความต้องการของตลาด เป็นต้น

ปี พ.ศ. 2506 เริ่มใช้วัฏธรมเปิดสมอแอมโมเนียมไนเตรดแก้ปัญหาดินแข็งและหินใหญ่ในการขุดเหมืองสูง ที่หาดส้มแป้น จังหวัดระนอง

ปี พ.ศ. 2511 เริ่มใช้ไฮโดรไลโซโคลน ในการผลิตดินขาวในเชิงพาณิชย์ ที่หาดส้มแป้น จังหวัดระนอง

ปี พ.ศ. 2520 ริเริ่มแยกแร่ดีบุกเม็ดละเอียดออกจากแร่ซีไลต์ โดยวิธีลอยแร่ได้สำเร็จ

และที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมได้แก่ การทดลองค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเหมืองแร่ โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับการกำหนดมาตรการป้องกันน้ำขุ่นข้นเนื่องจากการทำเหมือง

ด้านการสำรวจแหล่งแร่ ปี พ.ศ. 2498 ได้มีการสำรวจแหล่งแร่เหล็กบริเวณต่างๆ คือ เขานิคมคริม จังหวัดกาญจนบุรี อำเภอเชียงคาน และ อำเภอเมือง จังหวัดเลย เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอดาคลี จังหวัดนครสวรรค์ และอำเภอนมสารตาม จังหวัดฉะเชิงเทรา มีการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศบริเวณต่างๆ คือ อำเภอนมสารตาม จังหวัดฉะเชิงเทรา อำเภอดาคลี จังหวัดนครสวรรค์ อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย โดยองค์การ USOM จากสหรัฐอเมริกาได้จ้าง Aerosevice Corporation ทำการสำรวจพบแหล่งแร่ที่น่าสนใจ 54 แห่งใน 3 จังหวัด คือ เลย ฉะเชิงเทรา และนครสวรรค์

ปี พ.ศ. 2502 เริ่มทำการสำรวจแร่ทองคำที่จันทึก นครราชสีมา

ปี พ.ศ. 2503 กรมโลหกิจฯ ได้รับงบประมาณสำรวจแร่ทองคำทั่วประเทศ รวมทั้งได้ขยายการสำรวจแหล่งแร่มากขึ้น โดยสำรวจอัปซัม หินน้ำมัน ฟลูออไรด์ และดีบุก

ปี พ.ศ. 2504 กรมโลหกิจฯ ได้เริ่มโครงการสำรวจแร่โลหะหรือแร่อุตสาหกรรมเป็นครั้งแรก โดยมีเป้าหมายเพื่อการหาวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม เช่น แร่ฟอสเฟต โพแทช บอแรกซ์ แกลือธรรมชาติ (เกลือหิน) วัตถุทนไฟ แร่ที่ใช้เป็นผงขัด และแร่ที่ใช้ในการถลุง และเริ่มมีการสำรวจแร่กัมมันตรังสี และแร่วัตถุนิวเคลียร์โดยความช่วยเหลือจากทบวงพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ นับว่าเป็นแร่กัมมันตรังสีที่มีการสำรวจในประเทศไทยเป็นครั้งแรก

ส่วนในด้านพลังงานเช่น ปีใดเคยมีการว่าจ้างบริษัทอินดิโกฟิลิกส์ จำกัด แห่งประเทศ สหราชอาณาจักร มาทำการสำรวจธรณีฟิสิกส์ในบริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ตั้งแต่ปลายปี พ.ศ. 2497 ผลการสำรวจปรากฏว่าพบบริเวณที่น่าสนใจ 4 พื้นที่ด้วยกันคือ พื้นที่ระหว่างจังหวัดสมุทรสาคร กับสมุทรปราการที่ความลึก 10,800 ฟุต พื้นที่ทางตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่ความลึก 6,000 ฟุต พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดสิงห์บุรีที่ความลึก 7,700 ฟุต และพื้นที่ทางตะวันออกจังหวัดนครนายก ที่ความลึก 3,000 ฟุต และที่เกี่ยวกับ ถ่านหินและหินน้ำมัน มีการสำรวจแหล่งถ่านหินในจังหวัดเพชรบูรณ์ พบแหล่งถ่านหินชั้นดีปานกลาง สำรวจแหล่งหินน้ำมันและลิกไนต์ที่อำเภอสี จังหวัดลำพูน ปี พ.ศ. 2503 รัฐบาลสถาปนาการลิกไนต์แห่งประเทศไทย เพื่อดำเนินการผลิตถ่านหินขึ้นภายในประเทศ

ช่วงที่ 4 ช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (พ.ศ. 2504-ปัจจุบัน)

ในช่วงระยะเวลาที่ประกาศใช้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติที่ผ่านมา รัฐบาลได้วิเคราะห์ปัญหาต่างๆ และได้นำมากำหนดเป็นนโยบาย มาตรการ และเป้าหมาย ตลอดจนแนวทางปฏิบัติเพื่อให้เกิดผลสำเร็จตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ ดังนั้นในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมากรมโลหกิจฯ จึงได้มีการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง และพัฒนางานในด้านทรัพยากรธรณีมากขึ้น รวมทั้งได้มีการเปลี่ยนชื่อจากกรมโลหกิจฯ เป็นกรมทรัพยากรธรณีจนถึงปัจจุบัน

การดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรธรณี ได้แก่ เร่งรัดการจัดเตรียมข้อมูลด้านธรณีวิทยาและธรณีวิทยาแหล่งแร่ เร่งรัดเตรียมการตั้งโรงถลุงแร่ดีบุกภายในประเทศ เร่งรัดการสำรวจถ่านหิน ส่งเสริมสนับสนุนให้

ภาคเอกชนสำรวจน้ำมัน เร่งรัดพัฒนาน้ำบาดาลในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่งเสริมสนับสนุนงานบริหารด้านวิชาการ โดยให้เผยแพร่ไปยังเกษตรกรมากขึ้น

เร่งรัดการสำรวจทำแผนที่ธรณีวิทยารากฐาน เร่งรัดการสำรวจแหล่งแร่ดีบุก เหล็ก แร่โลหะพื้นฐาน แร่อุตสาหกรรม เชมรอนิก โพแทช และฟอสเฟต เร่งรัดการเพิ่มผลผลิตแร่ เร่งรัดการปรับปรุงแก้ไขพระราชบัญญัติแร่ เร่งรัดการตราพระราชบัญญัติปิโตรเลียมและส่งเสริมการสำรวจปิโตรเลียม เร่งรัดการขยายการสำรวจและพัฒนาน้ำมันบาดาลทั่วประเทศ เร่งรัดการสำรวจหาแหล่งแร่สำรอง ส่งเสริมการพัฒนาแร่โดยเพิ่มผลผลิตและเพิ่มมูลค่าการส่งออก ส่งเสริมการสำรวจและผลิตปิโตรเลียมของภาคเอกชนให้มากขึ้น เร่งรัดการจัดหาน้ำมันจากต่างประเทศและปิโตรเคมี เร่งรัดการตราพระราชบัญญัติน้ำมันบาดาล และกำหนดมาตรการแก้ไขผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันสืบเนื่องจากการใช้น้ำมันบาดาลในเขตเมือง

นอกจากนี้ยังมีการแก้ไขปัญหาค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องและเป็นอุปสรรคต่อการผลิตแร่ โดยปรับปรุงกฎหมายและระเบียบต่างๆ เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในสาขาทรัพยากรแร่และกระจายการผลิตแร่มากขึ้น เร่งรัดในการสำรวจธรณีวิทยาและธรณีวิทยาแหล่งแร่ให้มากขึ้น โดยเตรียมการสำหรับโครงการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศทั่วประเทศ พัฒนาด้านวิศวกรรมเหมืองแร่การแต่งแร่ การใช้แร่ และโลหกรรม เร่งรัดแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมเหมืองแร่ เร่งรัดการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมบนบก เร่งรัดดำเนินการตามโครงการทศวรรษแห่งการรณรงค์ในการจัดหาน้ำมันสะอาดในเขตชนบท ห้างไกลทั่วราชอาณาจักร (พ.ศ. 2523 - 2533) เร่งรัดการแก้ไขปัญหาวิกฤติการณ์น้ำมันบาดาลและแผ่นดินไหว

ปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารทรัพยากรแร่และการผลิตแร่ กระจายการผลิตแร่มากขึ้น เร่งรัดการจัดเตรียมข้อมูลทางธรณีวิทยาโดยเริ่มสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศทั่วประเทศ (โครงการพัฒนาทรัพยากรธรณี) เร่งรัดการศึกษาค้นคว้าไปใช้ในการพัฒนาแร่เศรษฐกิจที่สำรวจพบแล้ว เร่งรัดการสำรวจแหล่งแร่เศรษฐกิจให้สอดคล้องกับความต้องการของประเทศ เร่งรัดการพัฒนาและผลิตปิโตรเลียมจากแหล่งที่ค้นพบแล้ว

นอกจากนี้ยังมีงานหลายส่วนที่เกี่ยวข้องกับทางทรัพยากรธรณีและดำรงไว้ซึ่งงานเทคโนโลยีทางสิ่งแวดล้อม เช่น เร่งรัดดำเนินการโครงการทศวรรษแห่งการรณรงค์ในการจัดหาน้ำมันสะอาดในเขตชนบทห่างไกลทั่วราชอาณาจักร (ปี พ.ศ. 2523-2533) เร่งรัดแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมอันเนื่องจากการใช้ทรัพยากรธรณี เป็นต้น

เรื่องที่ทางราชการจัดการเกี่ยวกับเรื่องแร่ได้แก่ ปรับปรุงขั้นตอนการอนุญาตต่างๆ เกี่ยวกับแร่ เร่งรัดการสำรวจแหล่งแร่เศรษฐกิจมากขึ้น เพิ่มมูลค่าการผลิตทรัพยากรแร่โดยปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มมูลค่าแร่สนับสนุนและสร้างความมั่นใจในการลงทุนของภาคเอกชนในการผลิตและการแปรรูปทรัพยากรแร่ สนับสนุนการศึกษาความเป็นไปได้และเร่งรัดการพัฒนาทรัพยากรแร่ที่ทราบข้อมูลทางธรณีวิทยาชัดเจนแล้ว เร่งดำเนินการให้มีการลงทุนของภาคเอกชนต่อเนื่องจากโครงการพัฒนาทรัพยากรธรณี จำแนกเขตพัฒนาทรัพยากรแร่ให้ชัดเจน โดยอาศัยข้อมูลจากโครงการพัฒนาทรัพยากรธรณี ปรับปรุงระบบการจัดการและการบริหารทรัพยากรธรณีให้อำนวยความสะดวกในการประสานงานกับการพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติประเภทอื่นๆ

ส่วนทางด้านพลังงานมีการปรับปรุงแก้ไขพระราชบัญญัติปิโตรเลียมและเงื่อนไขต่างๆ ในการให้สิทธิสำรวจและพัฒนาปิโตรเลียมให้เหมาะสม ปรับปรุงพระราชบัญญัติภาษีเงินได้ปิโตรเลียม เร่งรัดการเจรจาตกลงกับบริษัทที่สำรวจพบปิโตรเลียมทั่วประเทศให้เร่งทำการผลิตปิโตรเลียม เร่งรัดการเจรจาเพื่อให้เกิดการพัฒนา

ปีใดที่เลือกในบริเวณเขตพื้นที่พัฒนาพร้อม เร่งรัดจัดทำนโยบายและแผนหลักการพัฒนาถ่านหิน สนับสนุนให้มีการสำรวจแหล่งถ่านหินทั่วประเทศเพื่อทราบปริมาณสำรองและคุณภาพ ปรับปรุงระเบียบและข้อบังคับเกี่ยวกับการสำรวจและพัฒนาถ่านหินให้สอดคล้องกับแผนนโยบายด้านพลังงาน

สำหรับในด้านการควบคุมหมายพระราชบัญญัติแร่ได้แก่

พระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 พระราชบัญญัติแร่ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2516 พระราชบัญญัติแร่ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2522

พระราชกำหนดแก้ไขเพิ่มเติมพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 และ พ.ศ. 2526 และพระราชกำหนดแก้ไขเพิ่มเติมพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 และ พ.ศ. 2528

ปี พ.ศ. 2534 ปรับปรุงแก้ไขพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 ในส่วนที่เกี่ยวกับน้ำเกลือใต้ดิน รวมทั้งปรับปรุงแก้ไขพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 เพื่อให้เอื้ออำนวยต่อการลงทุนและการบริหารทรัพยากรธรณีตลอดจนสิ่งแวดล้อม

นอกจากข้อมูลทางธรณีวิทยาที่ได้จากแผนที่ธรณีวิทยา จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ โดยเฉพาะเพื่อแสวงหาทรัพยากรธรณีและทรัพยากรธรรมชาติอื่นๆ เพื่อนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ดังกล่าวแล้ว ข้อมูลที่ได้จากแผนที่ธรณีวิทยายังสามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการปรับปรุงแนวทางการพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้อีกทางหนึ่งด้วย หรืออาจกล่าวได้ว่าสามารถใช้ข้อมูลจากแผนที่ธรณีวิทยาไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปรับปรุงสภาวะแวดล้อมของมนุษย์ และเป็นเครื่องชี้นำในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติได้ รวมทั้งสามารถใช้ได้กับพื้นที่ทุกรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นเขตชุมชนหรือป่าเขา และในทะเล

ในการทำแผนที่ธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อมซึ่งกรมทรัพยากรกำลังปรับปรุงคุณภาพอยู่ นับเป็นงานค่อนข้างใหม่และเพิ่งริเริ่มดำเนินการ เป็นการทำให้แผนที่ธรณีวิทยาอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นแผนที่เฉพาะอย่าง (Thematic Maps) ซึ่งได้จากการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานทางธรณีวิทยาหลายๆ ด้าน แล้วนำมาประมวลกันเข้าเพื่อแสดงข้อมูลแต่ละประเภท โดยเฉพาะในลักษณะของแผนที่แสดงศักยภาพสภาวะแวดล้อมธรรมชาติ (natural environmental potential map) ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์สำหรับนักวางแผน ผู้บริหาร และผู้ประสานงานที่ไม่ใช่ธรณีวิทยา สามารถเข้าใจและนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสภาวะแวดล้อมได้

เนื่องจากธรณีวิทยาเป็นส่วนหนึ่งที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับทรัพยากรทางกายภาพ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ กล่าวคือ ลักษณะของทรัพยากรธรณีที่เป็นวัสดุซึ่งอาจนำไปแปรรูปให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจอุตสาหกรรมและการเกษตร เช่น แร่ กรวด ดิน หินทราย เชื้อเพลิงธรรมชาติ และน้ำบาดาล เป็นต้น และลักษณะของการใช้หรือการเข้าไปอยู่ร่วมกับทรัพยากรนั้นๆ โดยไม่มีการทำลายหรือมีการทำลายน้อยที่สุด ใช้สภาพธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด ด้วยการทราบศักยภาพที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตหรือกิจกรรม และสภาพการทำลายตามกระบวนการทางธรรมชาติที่จะก่อให้เกิดอันตรายหรือผลเสียต่อชีวิตและทรัพย์สิน จากแผนที่ดังกล่าวจึงสามารถให้ประโยชน์แก่ผู้ใช้ในด้านข้อมูลพื้นฐานสำหรับเป็นแนวทางกำหนดความเหมาะสมของแหล่งและคุณสมบัติทรัพยากรธรณี เช่น ความเหมาะสมของแหล่งและคุณภาพของแร่ กรวด หิน ดิน หินทราย เชื้อเพลิงธรรมชาติ น้ำบาดาล เพื่อพัฒนาในงานด้านวิศวกรรมโยธา วิศวกรรมเหมืองแร่ อุตสาหกรรมและการเกษตรกรรม แนวทางการวางแผนใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use planning) เช่น ความเหมาะสมของแหล่งหรือบริเวณพื้นที่ที่มีสภาพ

เหมาะสมที่จะใช้เป็นพื้นที่อุตสาหกรรม ที่อยู่อาศัย เกษตรกรรม พื้นที่สงวนรักษาไว้เพื่อทำเหมืองแร่ ป่าไม้ พื้นที่ต้นน้ำลำธาร การท่องเที่ยว และทางทหาร เป็นต้น รวมทั้งลักษณะและคุณภาพของพื้นที่ที่เหมาะสมหรือมีความมั่นคงแข็งแรงในการใช้เป็นรากฐานในงานวิศวกรรม และเกษตรกรรม พื้นที่ใดที่มีศักยภาพและโอกาสที่จะเกิดธรณีภัยพิบัติได้ง่าย เช่น มีศักยภาพในการเกิดแผ่นดินไหว แผ่นดินถล่ม การชะล้างพังทลายได้ง่าย แผ่นดินไหว น้ำท่วม เป็นต้น ซึ่งควรหลีกเลี่ยงหรือแก้ไข หากมีการใช้พื้นที่หรือบริเวณนั้นๆ ทำประโยชน์ รวมทั้งพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการใช้เป็นแหล่งถ่ายเทและกำจัดของเสียเพื่อไม่ให้เกิดภาวะมลพิษด้วย

การวิเคราะห์การสนองตอบต่อการเปลี่ยนแปลงและช่องว่างขององค์ความรู้

นับจากการที่ประเทศไทยมีการนำอาทริพยากรณ์มาใช้ประโยชน์ทั้งในการส่งออกและการสนองต่ออุตสาหกรรมภายในประเทศ ทำให้เกิดมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาการทางด้านอาทริพยากรณ์หลายด้าน ดังนี้

1. การพัฒนาการศึกษาและสำรวจอาทริพยากรณ์

ตลอดระยะเวลาในช่วง 30-40 ปีที่ผ่านมา การพัฒนาการศึกษาและสำรวจอาทริพยากรณ์ของประเทศไทยนับว่าเจริญก้าวหน้าไปมาก ผลจากการศึกษาสามารถทำให้ทราบว่าปัจจุบันอาทริพยากรณ์แต่ละชนิดมีปริมาณเท่าไร มีคุณภาพอย่างไร สามารถนำมาใช้ได้มากน้อยยาวนานเท่าไร สิ่งใดควรเก็บไว้ก่อน สิ่งใดควรรีบนำมาพัฒนาเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการในแต่ละยุคสมัย การพัฒนาการศึกษาและสำรวจมีขั้นตอนที่ถูกต้องมากขึ้น มีการใช้เทคโนโลยีการสำรวจตั้งแต่การใช้วิธีการแบบธรณีเคมี ธรณีฟิสิกส์ ตลอดจนการเจาะสำรวจเพื่อความชัดเจนทั้งรูปแบบและคุณสมบัติของแร่แต่ละชนิด

มานิตย์ และคณะ (2538) กล่าวถึงการสำรวจแหล่งอาทริพยากรณ์ด้วยวิธีธรณีเคมีซึ่งถือว่าเป็นการเริ่มต้นหาแหล่งอาทริพยากรณ์อย่างประหยัด มีประสิทธิภาพและได้รับความนิยมนิยมอย่างแพร่หลาย เป็นการพัฒนาระดับการสำรวจในประเทศไทย ทำให้ทราบพื้นที่ศักยภาพเบื้องต้นเพื่อรอการสำรวจในรายละเอียด ซึ่งนอกจากจะทราบการสะสมทางอาทริพยากรณ์แล้วยังมีประโยชน์ในการศึกษาสภาพมลพิษสิ่งแวดล้อม เช่น การเก็บตะกอนเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารโลหะหนัก เป็นต้น

พิทักษ์ (2538) กล่าวถึงการศึกษาคุณสมบัติของแร่โดโลไมต์ที่ได้จากจังหวัดสุราษฎร์ธานีโดยพบว่าปัญหาไม่ได้อยู่ที่ส่วนประกอบทางเคมี แต่ปัญหาอยู่ที่คุณสมบัติทางกายภาพซึ่งแตกต่างจากโดโลไมต์ในแหล่งอื่นแสดงให้เห็นถึงการนำอาทริพยากรณ์แต่ละชนิดมาใช้มีใช้การศึกษาหรือวิเคราะห์ด้วยแนวทางใดแนวทางหนึ่ง การวิเคราะห์ในทุกแนวทางจะได้คุณสมบัติความต้องการของตลาดสูงสุด อันจะเป็นการเพิ่มคุณค่าของอาทริพยากรณ์ชนิดนั้นๆ ด้วย ส่วน ธนา (2538) อธิบายถึงความก้าวหน้าในการสำรวจและประมวลผลข้อมูลทางธรณีฟิสิกส์ที่ได้จากการบินสำรวจทั่วไปเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่หรืออาทริพยากรณ์ทั้งหมดของประเทศไทยในเบื้องต้นโดยข้อมูลที่ได้และประมวลผลจะเป็นฐานข้อมูลจำพวกความเข้มสนามแม่เหล็ก ความเข้มสนามแรงดึงดูดเป็นหลัก ในขณะที่ วัลลภ (2538) ประยุกต์ใช้ข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทางอากาศเพื่อวิเคราะห์ศักยภาพของแหล่งแร่เหล็กในพื้นที่สำรวจติดตามผลทางอากาศ พื้นที่เพชรบูรณ์ ส่วน ไผทอง (2538) ใช้ข้อมูลกับมันตรังสีในอากาศในการปรับปรุงแผนที่ธรณีวิทยาและหาแหล่งแร่ อติชาติ (2538) ประยุกต์ใช้เทคนิคการสำรวจแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับแร่อุตสาหกรรม เช่น การหาหินขาวในหินไรโอไรต์และหินแกรนิต

หลักในหินเชอร์เพนทิน เฟลด์สปาร์ในหินแกรนิต ฯลฯ สักดา (2538) ทำการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยการวัดสนามแรงโน้มถ่วง (Gravity) บริเวณลุ่มแอ่งสาปรามและกุ่มแก่งเสริมงาม จังหวัดลำปาง ทำให้ทราบถึงโครงสร้างและความลึกของแอ่งซึ่งแบ่งออกเป็นแอ่งเล็กแอ่งน้อยที่ไม่สามารถดูได้จากสายคาบ่นผิวดินหรือทางอากาศ อันจะยังประโยชน์ให้มีการแปลความถึงการสะสมตัวของถ่านหินลิกไนต์ซึ่งเป็นทรัพยากรธรณีที่สำคัญของประเทศ

อารีย์ (2538) สนับสนุนโครงการระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการทางด้านอุตสาหกรรมเหมืองแร่ เนื่องจากอุตสาหกรรมด้านทรัพยากรธรณีในปัจจุบันมีข้อมูลที่จะต้องจัดการ คัดเลือกและตัดสินใจเป็นจำนวนมาก การใช้ระบบสารสนเทศมาเป็นเครื่องมือในการจัดการระบบที่มีขนาดใหญ่เป็นความต้องการของกรมทรัพยากรธรณี แต่ก่อนที่จะถึงการใช้ระบบสารสนเทศ จะต้องมีการจัดการระบบสารสนเทศให้ดีขึ้นโดยการเลือกใช้ระบบและวิธีการที่มีอยู่หลากหลายให้เข้ากันได้ทั้งหมดอีกทั้งต้องมีราคาไม่แพงเกินไป วุฒิกานต์ (2542) ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือในการในการจัดทำระบบฐานข้อมูล (Database) ที่สำคัญประกอบไปด้วยพื้นที่ของแหล่งคาร์บอนेट ปริมาณสำรองและคุณสมบัติทางเคมี ข้อมูลชั้นคุณภาพกลุ่มน้ำ เขตป่าสงวนแห่งชาติ เส้นทางคมนาคม ทางน้ำ และชั้นความสูง ฯลฯ เพื่อนำมาใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจในพื้นที่ดังกล่าวว่าสมควรให้มีการประกอบกิจกรรมเหมืองแร่โดยให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด รวมทั้งจะช่วยลดการใช้ทรัพยากรผิดประเภทกันเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรณีได้ก็ทางหนึ่ง

ปัจจุบันการพัฒนาวิชาการทางทรัพยากรธรณีและวิชาการทางธรณีวิทยาเริ่มเปลี่ยนไปจากการหากำเนิดของเปลือกโลกทางธรณีวิทยามาเป็นแนวทางเพื่อความร่วมมือกับวิชาการทางด้านอื่นๆ เช่น การศึกษาของปริญญและคณะ (2531) เพื่อสำรวจธรณีวิทยาและสิ่งแวดล้อมบริเวณโครงการพัฒนาอุทยานเพื่อส่งเสริมข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ธรณีวิทยาโครงสร้าง ธรณีวิทยาแหล่งแร่ ให้สอดคล้องกับการพัฒนาโครงการและป้องกันสิ่งแวดล้อมเช่นสนับสนุนงานสร้างทางสายใหม่ขึ้นสู่พระราชอุทยาน งานด้านพัฒนาที่ดิน ตลอดจนงานส่งเสริมการท่องเที่ยว เป็นต้น

2. การพัฒนาอุตสาหกรรมเหมืองแร่

การพัฒนาอุตสาหกรรมเหมืองแร่เป็นการพัฒนาดังแต่การเปิดเหมือง การแต่งแร่ ตลอดจนถึงการถลุงแร่โลหะทั้ง วิจิต (2535) แบ่งช่วงของการพัฒนาอุตสาหกรรมเหมืองแร่ ได้แก่ ช่วงก่อนปี พ.ศ. 2450 การทำเหมืองใช้แรงคนเป็นหลักเป็นส่วนใหญ่ เป็นการใช้คนขุดดินแล้วใช้เลียงร่อนเอาแร่ หรือใช้คนงานขนดินหินไปทิ้งแล้วนำเอาแร่ที่ติดกับหินหรือรวมกับดินและหินในชั้นดินตอนล่างไปล้างให้ได้แร่สะอาด การระบายน้ำออกจากขุมเหมืองในสมัยโบราณใช้ระหัดวิดน้ำซึ่งใช้แรงคน การทำเหมืองดินุกายทะเลใช้วิธีกันน้ำทะเล เป็นช่วงๆ แล้ววิดน้ำออกจนหมด จากนั้นใช้คนขุดแร่ ด้วยจอบแล้วนำไปล้างเอาแร่ ส่วนดินทราย ขี้แร่นำไปถมทะเลทำทำนา ซึ่งวิธีนี้ทำได้ในบริเวณที่น้ำไม่ลึกนัก การทำเหมืองแบบก่ใช้วิธีเหมืองถลันโดยชักน้ำดันห้วยมาล้างดินทรายในลานแร่ วิธีเหมืองแบบนี้ใช้คนขุดดินแล้วกอบไว้จนถึงชั้นดินปนแร่หรือชั้นกระสะแร่ แล้วจึงขุดดินปนแร่หาบไปล้างในรางล้างแร่

ช่วงปี พ.ศ. 2450 ถึงปี พ.ศ. 2488 ช่วงนี้ได้เริ่มมีเรือขุดลำแรก ซึ่งเป็นการเปลี่ยนโฉมหน้าการทำเหมืองในประเทศไทยกล่าวคือในปี พ.ศ. 2450 บริษัท ทังก์ฮาร์เบอร์ทีนเดรดดิง จำกัด ได้นำเรือขุดแบบลูกกะพัด (bucket dredge) มาใช้เป็นลำแรกที่ขุดทะเลอ่าวตังเกี๋ย ลำเอกเหมือง จังหวัดภูเก็ต ในเรือขุดมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า “ไต้ะเก็บแร่” ลักษณะเป็นไต้ะมีตะแกรงลาดและเสื่อถายมะพร้าววางเรียงไว้ แล้วปล่อยสินแร่ลงไป สำหรับเรือขุดแร่รุ่นใหม่อจะใช้ “จิ๊ก” เก็บแร่แทน ในเวลาต่อมามีการพัฒนาการในการนำเครื่องจักรมาใช้งานของเหมืองชนิดต่างๆ บนบก เช่น เหมืองสูบใช้เครื่องที่หมุนด้วยเครื่องจักรไอน้ำ ต่อมาก็ใช้เครื่องยนต์ใช้แก๊ส เครื่องยนต์ดีเซล และเหมืองถักได้ใช้เครื่องดูดหรือเครื่องสูบ (hydraulic elevator) ซึ่งทำงานด้วยพลังน้ำแทน ในปี พ.ศ. 2479 บริษัท ฝรั่งเศส ซึ่ง เคล์มินส์ คอรัลลิสซ์ ได้เปิดทำเหมืองทองคำที่ไต้ะโมะจังหวัดนราธิวาส โดยวิธีเหมืองอุโมงค์แล้วใช้กรรมวิธีแยกแร่แบบจับด้วยปรอท (amalgamation) ใช้ไต้ะสันแยกแร่และวิธีละลายแร่ด้วยไซยาไนด์

ช่วงปี พ.ศ. 2489 ถึงปี พ.ศ. 2500 เป็นช่วงหลังสงครามโลกครั้งที่สองเป็นต้นมา อุตสาหกรรมเหมืองแร่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านการทำเหมืองและการแต่งแร่บ้าง เช่น เหมืองแร่ดีบุกในจังหวัดตรังได้มีการผลิตแร่โคลัมไบต์แทนทาลาइटออกจำหน่ายเป็นครั้งแรก ในปี พ.ศ. 2497 และในปีต่อมาบริษัท อ่าวขามหิน จำกัด ได้ดัดแปลงเรือบรรทุกน้ำมันขนาด 5,000 ตัน เป็นเรือขุดแร่แบบกำมปู (grab dredge) เป็นลำแรกที่ขุดทะเลอ่าวตังเกี๋ย ในปีพ.ศ. 2499 มีการผลิตน้ำมันดิบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย ที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ผลิตวันละ 230 บาเรล โดยกรมการพลังงานทหาร บริษัทนิวเจียงพรา จำกัด อำเภอนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานีก็ได้ริเริ่มนำไฮโดรไซโคลน จิ๊ก และตะแกรงโค้ง ซึ่งเคยทดลองใช้ที่เหมืองในมาเลเซียมาใช้คัดขนาดแร่ร่วมกับจิ๊กแทนรางกู่แร่ในการทำเหมืองสูบ มีการเปิดเหมืองแร่ยิปซัมเป็นเหมืองแรกที่บ้านวังตะ ตำบลวังจัว อำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตรซึ่งใช้วิธีเหมืองหอบโดยเลือกผลิตแร่ที่มีความสะอาดเพียงพอแก่ความต้องการของตลาดโดยไม่มีการแต่ง นอกจากนี้ก็มีการเปิดเหมืองแร่แมงกานีสเป็นเหมืองแรกเพื่อผลิตแร่แมงกานีสชนิดทำถ่านไฟฉายที่แหล่ง ตำบลปากชม ถึงอำเภอปากชม จังหวัดเลย

ช่วงปี พ.ศ. 2501 ถึงปี พ.ศ. 2534 มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านการทำเหมืองแร่และการแต่งแร่เป็นอย่างมาก นับว่าเป็นการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมเหมืองแร่อย่างกว้างขวาง โดยระหว่างปี พ.ศ. 2501 ถึง 2503 กรมโลหกิจฯ ได้ริเริ่มงานแต่งแร่ขึ้นอีกหลายวิธี เป็นการปรับปรุงคุณภาพให้ดียิ่งขึ้น เช่น การทดลองลอยแร่ตะกั่วซัลไฟด์ขึ้นโรงประลอง (pilot plant) การแยกแร่ดีบุกออกจากแร่ซีไลต์โดยใช้เครื่องแยกไฟฟ้าแรงสูง (high-tension separator) และนำมาใช้แยกแร่ขององค์การเหมืองแร่ การทดลองนำเครื่องผสมปูนซีเมนต์ซึ่งใช้ในการก่อสร้างมาใช้ในการล้างและขัดผิวแร่แมงกานีส เพื่อทำให้แร่มีกรดสูงตามมาตรฐานของตลาด และใน พ.ศ. 2506 ได้ริเริ่มวิธีการแก้ปัญหาดินแข็งและหินใหญ่โดยใช้วัตถุระเบิดแอมโมเนียมไนเตรด ในการพังดินเหมืองสูงที่หาดส้มแป้น จังหวัดระนอง ซึ่งมีประโยชน์ในการแก้ปัญหาในแหล่งอื่นๆ อีกหลายแหล่ง ในด้านการทำเหมืองได้มีเรือขุดดำแร่เกิดขึ้น ใน พ.ศ. 2508 โดยเริ่มจากคนดำน้ำลงไปตักแร่ใส่ถังแล้วใช้เชือกดึงขึ้นมาป้อนลงรางกู่แร่บนเรือ ซึ่งเป็นแร่พวกไม้อ่อนและแร่ดินเหนียวที่จังหวัดภูเก็ต ต่อมาได้วิวัฒนาการมาเป็นแพดุดดำแร่โดยวิธีใช้เครื่องสูบให้คนถือหัวสูบลงไปสูบน้ำแร่ขึ้นมาป้อนบนรางและกลายมาเป็นแพดันแร่ จนกลายเป็นเรือสูงแร่ในปัจจุบัน ต่อมาในปี พ.ศ. 2509 บริษัท สะเทินถกานโซลิเดตเตดลิมิเตดได้ทดลองใช้เรือแบบทักดูด (suction dredge) เป็นครั้งแรกที่อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา

จากการค้นคว้าทดลองวิธีการแต่งแร่ ทำให้กรรมทรัพยากรธรณีสามารถให้ความช่วยเหลือในการติดตั้งโรงลอยแร่ตะกั่วในเชิงพาณิชย์เป็นครั้งแรกในประเทศ เมื่อ พ.ศ. 2510 ที่แหล่งแร่บ่องาม จังหวัดกาญจนบุรี และในปี พ.ศ. 2511 ได้มีการริเริ่มใช้ไฮโดรไวโคลนในการผลิตดินขาวในเชิงพาณิชย์ที่หาดส้มแป้น จังหวัดระนอง ในปีเดียวกันนี้ได้มีการจัดตั้งโรงถลุงแร่ดีบุกขึ้นที่จังหวัดภูเก็ตโดยบริษัท ไทยชาร์กั้ แร่ดีบุกที่ผลิตได้ทั้งหมดไม่ต้องส่งไปถลุงที่ต่างประเทศทำให้ประเทศไทยได้รับประโยชน์อย่างมาก นอกจากการทำให้เหมืองแร่ได้มีการพัฒนาขึ้นมากแล้ว บริษัทเหมืองแร่ขนาดใหญ่ที่มีเรือชุดในทะเลยังได้เริ่มใช้วิธีการเจาะสำรวจแร่ในทะเลใน พ.ศ. 2513 โดยใช้เครื่องเจาะแบบแก๊งกาวยักษ์ใหม่ (Mechanical Banka Drill) ต่อมาได้เปลี่ยนมาใช้วิธีการแบบ Becker Drill ซึ่งใช้ลมอัดความดันสูงแทนที่ รวมทั้งมีการหาวิธีการคำนวณค่าความสมบูรณ์ดินบุกในทะเลได้แม่นยำขึ้น ในด้านการแต่งแร่ บริษัทไทย ฟลูออไรด์ พรอสเซสซิง จำกัด ได้ตั้งโรงลอยแร่ฟลูออไรด์เป็นโรงแรกที่ตำบลบ้านลาด อำเภอมือง จังหวัดเพชรบุรี ใน พ.ศ. 2515 และปีต่อมาบริษัท ยูนิเวอร์แซลมาบิง จำกัด ได้ติดตั้งเครื่องแยกแร่แบบมัชฌิมหนัก (heavy media separator) ในการแยกแร่ฟลูออไรด์ เป็นครั้งแรกที่แหล่งแร่บ้านโอง อำเภอบ้านโอง จังหวัดลำพูน โดยแร่ป้อนเป็นแร่ทั้งจากการเลือกด้วยมือ นอกจากนี้ยังได้มีการสร้างรางกู้แร่ด้วยคอนกรีตแทนรางไม้ เพื่อใช้แยกแร่ดีบุกที่จังหวัดภูเก็ตเป็นครั้งแรก ใน พ.ศ. 2518 และมีการผลิตดินขาวชนิดเกรดกระดาหเป็นครั้งแรก ในจังหวัดนครราชสีมา โดยบริษัท สยามเคลย์ จำกัด

แหล่งแร่หลายแหล่งมีแร่เศรษฐกิจปนกันอยู่จำเป็นต้องแยกออกจากกันก่อนนำไปใช้ประโยชน์ กรรมทรัพยากรธรณีจึงได้ริเริ่มทดลองแยกแร่ดีบุกเม็ดละเอียดออกจากแร่ซีไลต์โดยวิธีลอยแร่ได้สำเร็จใน พ.ศ. 2520 ปีต่อมาได้มีการเปิดเหมืองตะกั่วโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองใต้ดิน โดยการพัฒนากุโมงค์หลักในแนวเฉียงซึ่งเรียกว่า Ramp Technique ได้มีการนำชุดของสปิราล (spirals) มาแยกแร่ซิงค์เป็นครั้งแรกที่เหมืองคันทะได้อำเภอมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จนกระทั่งปี พ.ศ. 2527 ได้มีการเปิดการทำเหมืองแร่สังกะสีที่อำเภอมืองสด จังหวัดตากโดยบริษัท ผาแดงอินดัสทรี จำกัด พร้อมทั้งสร้างโรงงานถลุงแร่สังกะสีตลอดจนผลิตเป็นโลหะโดยวิธีที่ทันสมัยเป็นแห่งแรกของประเทศและแห่งแรกของอาเซียน

ในปี พ.ศ. 2528 บริษัท สยามแกรไฟต์ (เลย) จำกัด ได้มีการพัฒนาแหล่งแร่ถ่านหินแกนทราไซต์ ในท้องที่กิ่งอำเภอนาด้าง จังหวัดเลย และจัดตั้งโรงแต่งแร่ถ่านหินโดยใช้เครื่องมือทันสมัย ประกอบด้วย จัก โต้ะแยกแร่สปิราล สามารถผลิตถ่านหินเกรดสูงมาป้อนอุตสาหกรรมผลิตเหล็กและใช้ในการกรองน้ำประปาได้เป็นเหมืองแรกในประเทศ

นอกจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมาแล้ว ยังมีการพัฒนาอีกหลายประการที่ไม่สามารถระบุเวลาแน่นอนได้ เช่น การใช้ไม้น้ำสูบทรายแบบตั้ง (vertical gravel pump) แทนการใช้ไม้น้ำสูบทรายแบบนอน (horizontal gravel pump) ในเหมืองสูบ การใช้จิ๊กแทนรางกู้แร่ เป็นต้น

ในอดีตที่ผ่านมาอุตสาหกรรมเหมืองแร่ได้เจริญเติบโตขึ้น เนื่องจากมีการปรับปรุงพัฒนาวิธีการทำเหมืองให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น มีการค้นคว้าทดลองหาวิธีการแต่งแร่เพื่อเพิ่มคุณภาพและมูลค่าแร่ให้มากขึ้น มีการค้นคว้าทดลองหาวิธีการแต่งแร่เพื่อเพิ่มคุณภาพและมูลค่าแร่ให้มากขึ้น ตลอดจนมีการพัฒนาแหล่งแร่จนได้มีการเปิดการทำเหมืองแร่มากขึ้นเป็นลำดับ ทำให้มูลค่าการผลิตเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ยกเว้นบางช่วงที่มูลค่าการผลิตลดลงเนื่องจากภาวะเศรษฐกิจตกต่ำทั่วโลกส่งผลให้ปริมาณความต้องการใช้แร่ลดลง แต่อุตสาหกรรมเหมือง

แต่ก็ยังคงมีความสำคัญที่เป็นแหล่งวัตถุดิบให้กับอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น อุตสาหกรรมผลิตเครื่องจักรกล อุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า อุตสาหกรรมเคมี เป็นต้น นอกจากนี้ในปี พ.ศ. 2533 ยังก่อให้เกิดรายได้จากการส่งออก 4,686 ล้านบาท รวมทั้งก่อให้เกิดการจ้างงานในชนบทเกือบ 30,000 คน กระจายอยู่ตามภาคต่างๆ ทั่วประเทศ และยังก่อให้เกิดรายได้เข้าสู่รัฐในรูปค่าภาคหลวงและค่าธรรมเนียมต่างๆ

จากข้อมูลในอดีต ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพทางด้านทรัพยากรแร่สูง พอที่จะเป็นฐานในการพัฒนาอุตสาหกรรมอื่นๆ เพื่อทดแทนการนำเข้าและเพื่อการส่งออก แต่เนื่องจากทรัพยากรแร่เป็นทรัพยากรที่ไม่สามารถหาทดแทนในส่วนที่ได้ใช้ไปแล้ว ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องกำหนดนโยบายแผนงาน และเป้าหมายให้ถูกต้องชัดเจน และมีประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรนี้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งรัฐบาลได้ตระหนักถึงความสำคัญของอุตสาหกรรมเหมืองแร่ดังกล่าวจึงได้จัดวางแผนพัฒนาอย่างค้อมนี้อมมาโดยตลอด ในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530-2534) ได้กำหนดแนวทางพัฒนาทรัพยากรแร่ โดยเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพและเพิ่มมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ที่ได้จากทรัพยากรแร่ และภายใต้แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539) ได้มีการวางแผนปรับปรุงแผนนโยบายด้านทรัพยากรแร่ กล่าวคือ จะเป็นการปรับโครงสร้างการผลิตทรัพยากรแร่เพื่อเพิ่มมูลค่า และเป็นการรองรับอุตสาหกรรมในประเทศ ซึ่งจะเป็นการลดการพึ่งพาตลาดต่างประเทศ นอกจากนี้ จะมีการกำหนดเขตการพัฒนาทรัพยากรแร่ให้สอดคล้องกับโครงสร้างการผลิตแร่ ซึ่งจะช่วยลดความขัดแย้งในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรแร่ กับการพัฒนาหรือการอนุรักษ์สภาพแวดล้อมอื่นๆ

นอกจากนี้ยังมีวิศวกรเหมืองแร่ในสังกัดกรมทรัพยากรธรณีพยายามที่จะศึกษาวิธีการต่างๆทั้งในการแต่งแร่ ถลุงแร่และแปรรูปแร่ให้ได้คุณภาพสูงสุด อีกหลายรูปแบบ เช่น พิกเก็ตและเคลอะ (2538) ศึกษาวิธีการแต่งแร่ดินขาวจากจังหวัดอุดรดิต์ ซึ่งมีส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นแร่ควอร์ตซ์ เซอร์ไพส และเลโกไนต์ เพื่อลดความคมของแร่ในการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมยาง สี พลาสติกและใย เนื่องจากการใช้แร่ควอร์ตซ์เป็นจำนวนมากและมีขนาดอนุภาคที่แตกต่างกัน โดยวิธีการแต่งแร่ด้วยไฮโดรไซโคลน และการบดเปียกแร่ดินขาวในหม้อบดจากแร่ป้อนที่แตกต่างกัน แต่ผลที่ได้รับยังไม่เป็นที่พอใจ เป็นเพียงลดความคมได้ในระดับหนึ่งซึ่งยังเกินมาตรฐานเป็นต้น

3. การฟื้นฟูพื้นที่เหมืองแร่

สำหรับงานฟื้นฟูพื้นที่ที่ได้ใช้ทำเหมืองมาแล้ว ได้มีการตรวจสอบและกำหนดดูแลให้มีการฟื้นฟูความอยู่ไปกับการประกอบการเหมืองแร่โดยการส่งเสริม สนับสนุนและร่วมมือกับผู้ประกอบการโดยใช้เงินประกันการปลูกป่าชดเชย นอกจากนั้นยังได้ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ โดยเฉพาะกรมป่าไม้เพื่อจัดหาพันธุ์กล้าไม้มาทำการเพาะปลูก และบางครั้งมีโครงการรณรงค์ปลูกป่าขนาดใหญ่ในพื้นที่ทำเหมืองไปแล้วในวโรกาสสำคัญต่างๆ เช่น เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงราชย์ 50 ปี เป็นต้น มีการศึกษาการปรับปรุงสภาพพื้นที่และการบำรุงดิน ศึกษาเทคนิคการป้องกันการชะล้างและกัดเซาะดิน การแพร่กระจายตะกอนดิน การระบายน้ำและการเกิดภาวะมลพิษในแหล่งน้ำ

งานฟื้นฟูพื้นที่เหมืองแร่เดิมได้มีการศึกษาอย่างกว้างขวางของทั้งนักวิชาการที่สังกัดกรมทรัพยากรธรณีและสังกัดหน่วยงานอื่น โดยเฉพาะจากกรมพัฒนาที่ดินที่พยายามเสนอแนวทางการฟื้นฟูที่ดินภายหลังจากการทำ

เหมือนแร่ซึ่งมักจะเต็มไปด้วยเศษหิน กรวดและทรายซึ่งทำให้คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีววิทยาของดินเปลี่ยนแปลงไปโดยสิ้นเชิง บางบริเวณเป็นทรายจัด ในขณะที่บางบริเวณเป็นดินเหนียวจัด ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำจนไม่สามารถนำมาใช้ทางเกษตรกรรม บุญวงศ์ (2538) ได้เสนอแนวทางการฟื้นฟูที่ดินภายหลังการทำเหมืองแร่เพื่อการเกษตรกรรมว่า ต้องเลือกหรือตอบคำถามให้ได้ว่าจะปลูกอะไร ปลูกทำไม และที่สุดคือปลูกอย่างไร ซึ่งโดยปกติแล้วการปลูกต้นไม้จะต้องกำหนดจุดประสงค์ให้ได้ว่าจะปลูกเพื่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ หรือปลูกเพื่อการอนุรักษ์และรักษาความสมดุลของระบบนิเวศ หรือปลูกเพื่อความสวยงามของภูมิประเทศ ดังนั้นจะต้องมีการทดสอบชนิดพันธุ์ไม้ที่ปลูกโดยเฉพาะพันธุ์ไม้เบิกนำที่มีความสามารถทนทานในสภาพแวดล้อมของดินที่มีความสมบูรณ์ต่ำทั้งพันธุ์ไม้พื้นเมืองและต่างถิ่น เช่น กระถินเทพา กระถินณรงค์ ยูคาลิป ดัส สนทะเล หรือพันธุ์ไม้ในตระกูล Acacia เป็นต้น

สมเพ็ชร (2538) แบ่งแนวทางการฟื้นฟูพื้นที่ทำเหมืองแร่เป็น 2 ประเภทคือ การฟื้นฟูทางกายภาพ และการฟื้นฟูทางชีวภาพ โดยที่การฟื้นฟูทางกายภาพเป็นการถมบ่อขุดเหมืองให้ราบเรียบหรือจัดเป็นเนินเพื่อปรับปรุงภูมิสถาปัตย์ให้ดีขึ้น ส่วนงานทางด้านชีวภาพได้แก่การปลูกต้นไม้พืชพรรณชนิดต่างๆ ที่เคยเกิดขึ้นในบริเวณนั้นมาก่อนซึ่งจะเริ่มต้นด้วยการปลูกหญ้าคลุมเพื่อป้องกันการกัดเซาะผิวดินรวมถึงเป็นการเพิ่มสารอินทรีย์ในพื้นที่ก่อนที่จะปลูกไม้ยืนต้นตามมา ซึ่งต้องมีการขุดหลุมเตรียมดินจากภายนอกเข้ามาใช้ รวมถึงแนะนำให้มีการเก็บเงินค่าฟื้นฟูสภาพเดิมซึ่งเรียกเก็บไร่ละ 5000 บาทซึ่งไม่คุ้มต่อการฟื้นฟู ควรมีการทำแผนระยะสั้นและระยะยาวให้ชัดเจนว่าจะทำอย่างไร

ดวงตา (2538) แนะนำการใช้ปุ๋ยพืชสดปรับปรุงในดินที่ผ่านการทำเหมืองแร่แล้ว โดยมีการทดลองทำในพื้นที่เหมืองแร่เก่าในจังหวัดระนองพบว่าปุ๋ยพืชสดที่ได้จากปอเทือง ถั่วเขียว ถั่วพุ่มและโสนแอฟริกันเหมาะสมต่อการฟื้นฟูดินที่ผ่านการทำเหมืองมาแล้ว อย่างไรก็ตาม จะต้องมีการนำเอาปุ๋ยวิทยาศาสตร์มาใช้เริ่มต้นในครั้งแรกก่อน แต่ก็แค่เพียงครั้งเดียว สุดารัตน์ (2538) แนะนำให้ใช้กระถินเทพาเป็นไม้เบิกนำสำหรับดินเหมืองแร่เก่า เนื่องจากกระถินเทพานอกจากจะเจริญเติบโตในดินทั่วไปแล้ว ยังมีความทนทานและเติบโตได้ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ บริเวณลาดเขา ดินที่มีสภาพเป็นกรด ได้ดี ยกเว้นในที่สูงเกิน 300 เมตรจากระดับน้ำทะเล โดยปกติกระถินเทพาจะมีปมรากขนาดใหญ่เป็นจำนวนมากจึงเป็นพืชที่ช่วยในการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินเป็นอย่างมากเนื่องจากในปมรากจะมีแบคทีเรียที่ทำหน้าที่ดูดธาตุไนโตรเจนจากอากาศในดินแล้วเปลี่ยนให้เป็นไนโตรเจนในรูปของสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ให้แก่ดิน การปลูกกระถินเทพากระทำได้ง่าย นอกจากขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดแล้วยังสามารถขยายพันธุ์ด้วยการตอน ปักชำหรือเสียบกิ่งได้อีกด้วย

4. การพัฒนาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

การพัฒนาอุตสาหกรรมเหมืองแร่ในอดีตมุ่งเน้นในเรื่องการเพิ่มผลผลิตเพื่อเพิ่มรายได้และเงินตราต่างประเทศ ตามเป้าหมายของการพัฒนาในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 1-5 ด้วยเหตุนี้ในเวลานั้นจึงทำให้เศรษฐกิจของประเทศมีการขยายตัวสูงมาก แต่ในขณะเดียวกันก็ละเลยในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่เป็นเหตุให้ทรัพยากรธรรมชาติทุกชนิดเสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็วและก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมาอีกมาก ส่งผลกระทบท่อคุณภาพชีวิต

กรมทรัพยากรธรณี (2541) กล่าวถึงนโยบายการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมของกรมทรัพยากรธรณีว่าการพัฒนาทรัพยากรธรณีในปัจจุบันมักเกิดความขัดแย้งกับทรัพยากรธรรมชาติอื่นเสมอ ไม่ว่าจะเป็นป่าไม้ ภูเขา ลำธาร หรือแม้แต่ความถี่ของมนุษย์ และสรุปไว้ว่าผลกระทบต่องสิ่งแวดล้อมจากการพัฒนาทรัพยากรธรณีแบ่งออกได้เป็น ผลกระทบทางด้านกายภาพต่อสภาพพื้นที่ ผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ผลกระทบทางด้านความเป็นอยู่ของประชาชนในชุมชน ผลกระทบดังกล่าวทำให้มีนโยบายเกี่ยวกับการพัฒนาทรัพยากรธรณีเพื่อลดผลกระทบต่องสิ่งแวดล้อมโดย

1. ส่งเสริมการพัฒนาและใช้ทรัพยากรธรณีอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อลดการสูญเสียและสิ้นเปลืองทรัพยากร โดยเปล่าประโยชน์
 2. ติดตาม ตรวจสอบ กำกับ ดูแล พัฒนา การใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรณีอย่างใกล้ชิดและต่อเนื่อง เพื่อให้มีผลกระทบต่องสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดและกำหนดมาตรการให้มีการปฏิบัติตามกฎหมายในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมที่ได้รับผลกระทบจากกระบวนการดังกล่าวอย่างเคร่งครัด
 3. ส่งเสริมและสนับสนุนให้ภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วม ในการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกระบวนการพัฒนา และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรณี รวมทั้งการเพิ่มขีดความสามารถในการบำบัดแก้ไขปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม
 4. พัฒนาและส่งเสริมสนับสนุนให้มีการนำความรู้ทางด้านธรณีวิทยาธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม และน้ำบาดาลมาใช้ในการกำหนดการใช้ประโยชน์ของพื้นที่อย่างเหมาะสมโดยเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานครและเมืองหลัก
 5. ส่งเสริมและดำเนินการปรับปรุงและฟื้นฟูสภาพพื้นที่และสิ่งแวดล้อมภายหลังจากการพัฒนาเหมืองแร่ เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ในพื้นที่ดังกล่าวได้ตามความเหมาะสม
 6. ส่งเสริมให้ประชาชนและชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการทรัพยากรธรณีให้มากขึ้น
- ในปัจจุบันมีมาตรการและแนวทางแก้ไขในหลายทิศทางได้แก่

1. ดำเนินงานตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล รัฐได้ออกพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 เพื่อที่จะได้มีการควบคุมการใช้ประโยชน์จากน้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพ กรมทรัพยากรธรณีได้ดำเนินการจดทะเบียนผู้มีสิทธิ์ดำเนินการขุดเจาะน้ำบาดาลและมีบทบัญญัติลงโทษให้มีการขุดกลบ่อน้ำบาดาลที่ไม่ใช่แล้ว และมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาลอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีคุณภาพและมาตรฐานตามการใช้ของกิจการในแต่ละแหล่ง และเพื่อให้การดำเนินการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ กรมทรัพยากรธรณีจะงดการออกใบอนุญาตในการขุดเจาะและจะยกเลิกพื้นที่ในกรณีที่มีน้ำประปาเข้าถึง
2. ในปี พ.ศ. 2538 คณะรัฐมนตรีได้มีมติให้โอนงานการระเบิดและข่อยหิน จากการดูแลของกรมที่ดิน กระทรวงมหาดไทย มาอยู่ในความดูแลของกรมทรัพยากรธรณีภายใต้พระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 โดยให้ถือว่าการระเบิดและข่อยหินเป็นการทำเหมืองหิน เพื่อให้มีการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัย เช่นเกี่ยวกับการทำเหมืองแร่เพื่อจะได้ลดผลกระทบต่องสิ่งแวดล้อมได้ดียิ่งกว่าวิธีการ

ผลิตแบบเดิมและผู้ที่ได้รับสัมปทาน ต้องดำเนินการดูแลและฟื้นฟูพื้นที่ภายหลังจากการทำเหมือง ซึ่งมาตรการดังกล่าวมีบทลงโทษทั้งจำและปรับแล้ว

3. กระทรวงอุตสาหกรรมได้กำหนดมาตรการและแนวทางการควบคุมและป้องกันผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมจากกิจกรรมปิโตรเลียม ในมาตรา 75 (พรบ.ปิโตรเลียม) ได้กำหนดให้ผู้รับสัมปทานป้องกันโดยวิธีที่เหมาะสม เพื่อมิให้ที่ใดใดโครกด้วยน้ำมัน โคลนหรือสิ่งใด และถ้าเกิดใดโครกจะต้องดำเนินการทำความสะอาดโดยเร็ว และจากการที่มีสารปรอทปนมาด้วยน้ำมัน ก็มี การแยกและฝังลงใต้ดินซึ่งกักกัก 2 กิโลเมตรซึ่งไม่เป็นที่อันตรายต่อสภาพแวดล้อม
4. ประชาสัมพันธ์และให้ความรู้ทางด้านทรัพยากรธรณีให้กับประชาชนและชุมชนมากขึ้น กำหนด แรงจูงใจและวางระเบียบการฟื้นฟูพื้นที่จากการทำเหมือง การขุดเจาะน้ำบาดาลและการสำรวจ ทรัพยากรธรณีทุกชนิดให้ชัดเจนและเข้มงวด

ปัจจุบันรัฐโดยกระทรวงอุตสาหกรรมมีนโยบายเกี่ยวกับการพัฒนาสิ่งแวดล้อมกับแหล่งแร่ ได้แก่ นโยบายการเพิ่มมูลค่าแร่และใช้ทรัพยากรแร่เป็นฐานรองรับอุตสาหกรรมภายในประเทศ นโยบายกำหนดเขตการ พัฒนาทรัพยากรแร่ให้สอดคล้องกับโครงสร้างการผลิตแร่ นโยบายเร่งรัดการประเมินปริมาณสำรองในประเทศ นโยบายปรับปรุงกลไกการพัฒนาและกฎหมายเพื่อลดความขัดแย้งและ นโยบายลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมจาก การทำเหมือง ดังนั้นในปัจจุบันการให้อนุญาตทำเหมืองแร่จะต้องมีขั้นตอนในการปฏิบัติ เช่น ต้องได้รับความ เห็นชอบจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ เช่น กรมป่าไม้ สำนักงานปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม ตลอดจน องค์การ บริหารส่วนตำบล และ องค์การบริหารส่วนจังหวัด ที่มีอำนาจในพื้นที่นั้นๆ และห้ามประกอบกิจการในพื้นที่เขต อนุรักษ์ต่างๆ เช่น อุทยานแห่งชาติ เขตอนุรักษ์สัตว์ป่า พื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 1 A แหล่งอนุรักษ์ธรรมชาติและศิลปกรรม แหล่งท่องเที่ยว แหล่งปะการังและป่าชายเลนเพื่อการอนุรักษ์ เป็นต้น รวมทั้งเจ้าของโครงการจะต้องจัดทำราย งานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมเพื่อขอความเห็นชอบจากสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม ตาม พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 และเหมืองแต่ละเหมืองจะต้องมีแผนผัง โครงการทำเหมืองที่ต้องให้ความปลอดภัยต่อบุคคลและทรัพย์สินตามที่ได้กำหนดไว้ใน พระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 ด้วย

ปรีกษและคณะ (2535) รายงานว่ากฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทรัพยากรธรณี ที่อยู่ภายใต้ความดูแลของกรมทรัพยากรธรณี ทั้ง 3 ฉบับ อันได้แก่ พระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 พระราชบัญญัติปิโตรเลียม พ.ศ. 2514 และพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 ต่างมีเนื้อหาในบางมาตราเป็นกฎระเบียบและข้อบังคับ เพื่อการ ป้องกันและแก้ไขปัญหาผลกระทบจากการพัฒนาทรัพยากรธรณีซึ่งครอบคลุมการพัฒนาแร่โลหะ แร่โลหะ แร่รัตนชาติ สารเชื้อเพลิงธรรมชาติและน้ำบาดาล ทั้งนี้เพื่อให้การพัฒนาเป็นพื้นฐานรองรับวิวัฒนาการทางอารย ธรรม และความเจริญก้าวหน้าของสังคมสามารถกระทำควบคู่กับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และก่อให้เกิด ประโยชน์สูงสุดแก่ระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศตามความมุ่งหวังในแผนพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อมของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ตัวอย่างของกฎหมายบางมาตราซึ่งแสดงให้เห็นว่า รัฐได้มีบทบาทในการป้องกันและแก้ไขผลกระทบ สิ่งแวดล้อมจากกิจกรรมการพัฒนาทรัพยากรธรณี ได้แก่ มาตรา 62 ในพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 ห้ามมิให้ผู้

ถือประทานบัตรทำเหมืองใกล้ทางหลวงหรือทางน้ำสาธารณะ และมาตรา 64 ห้ามมิให้ผู้ถือประทานบัตรท่อน้ำหรือชักน้ำจากทางน้ำสาธารณะไม่ว่าจะอยู่ภายในหรือภายนอกเขตเหมืองแร่ แต่ทั้งนี้อาจจะกระทำได้หากได้รับใบอนุญาตจากทรัพยากรธรณีประจำท้องถิ่น และต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดในใบอนุญาตนั้น นอกจากนั้นในมาตรา 67 และ 68 ยังห้ามมิให้ผู้ถือประทานบัตรปล่อยน้ำขุ่นข้น หรือมูลดินทรายอันเกิดจากการทำเหมืองออกนอกเขตเหมืองแร่ เว้นแต่น้ำนั้นจะมีความขุ่นข้นหรือมูลดินทรายไม่เกินอัตราที่กำหนดในกฎกระทรวง และจะต้องจัดการป้องกันมิให้น้ำขุ่นข้นหรือมูลดินทรายนั้นไปทำให้ทางน้ำสาธารณะตื้นเขิน หรือเสื่อมประโยชน์แก่การใช้ทางน้ำนั้น

มาตรา 69, 116 และ มาตรา 123 ระบุว่าในการทำเหมืองแร่ หรือแต่งแร่หรือประกอบโลหกรรม ห้ามมิให้ผู้ถือประทานบัตรหรือผู้รับใบอนุญาตกระทำหรือละเว้นกระทำการใดอันน่าจะเป็นเหตุให้แร่ที่มีพิษหรือสิ่งลึบที่มีพิษก่อให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช หรือทรัพย์สิน และมาตรา 71, 118 หรือ มาตรา 125 กล่าวว่าในกรณีที่ทรัพยากรธรณีประจำท้องถิ่นเห็นว่าการทำเหมืองแร่หรือแต่งแร่หรือประกอบโลหกรรม จะเป็นอันตรายดังกล่าวข้างต้นให้มีอำนาจสั่งเป็นหนังสือแก่ผู้ถือประทานบัตร หรือผู้รับใบอนุญาตให้เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขวิธีการตามเห็นว่าจำเป็นเพื่อป้องกันอันตรายนั้นได้ และมีอำนาจสั่งเป็นหนังสือให้หยุดการเสียทั้งสิ้น หรือส่วนหนึ่งส่วนใดได้ตามที่เห็นสมควร

มาตรา 72 ระบุว่า บรรดาขุม หลุม หรือปล่อง ที่ไม่ได้ใช้ในการทำเหมืองแล้ว ให้ผู้ถือประทานบัตรจัดการถมหรือทำที่ดินให้เป็นไปตามเดิมเสียทุกแห่ง ไม่ว่าประทานบัตรนั้นจะสิ้นอายุแล้วหรือไม่ เว้นแต่ประทานบัตรได้กำหนดเป็นอย่างอื่น หรือทรัพยากรธรณีประจำท้องถิ่นจะได้สั่งเป็นหนังสือกำหนดเป็นอย่างอื่นด้วยความเห็นชอบของอธิบดี นอกจากนั้นยังมีมาตรการที่บัญญัติเพื่อลงโทษผู้ฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามให้ต้องระวางโทษปรับ และมีอำนาจสั่งเพิกถอนประทานบัตรนั้นได้ ดังระบุไว้ในมาตรา 137, 138, 139, 150 และมาตรา 151

สำหรับพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 ได้บัญญัติขึ้นเพื่อรองรับการขยายตัวตามความต้องการใช้น้ำบาดาลที่มีอยู่อย่างกว้างขวางและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต หากการเจาะและใช้น้ำบาดาลไม่มีการควบคุมให้ถูกต้องตามหลักวิชาการอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อแหล่งน้ำ เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือเป็นอันตรายแก่ทรัพย์สินหรือสุขภาพของประชาชน โดยส่วนรวมบทบัญญัติที่ควบคุมเกี่ยวกับผลกระทบสิ่งแวดล้อมในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 ได้แก่ มาตรา 27 เมื่อผู้รับใบอนุญาตเลิกกิจการแล้วหรือไม่รับอนุญาตให้ต่อใบอนุญาต หรือถูกเพิกถอนใบอนุญาต ให้ผู้รับใบอนุญาตดังกล่าวจัดการรื้อถอน อุคหรือกลบหลุม บ่อหรือสิ่งก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับกิจการน้ำบาดาลที่พิจารณาเห็นว่าจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อแหล่งน้ำบาดาล ทั้งนี้ภายในกำหนดสามสิบวันนับแต่วันที่ได้รับแจ้งเป็นหนังสือจากพนักงานน้ำบาดาลประจำท้องถิ่น

ในกรณีที่พนักงานเจ้าหน้าที่เห็นว่าการเจาะน้ำบาดาล การใช้น้ำบาดาล หรือการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาลอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อแหล่งน้ำบาดาล ให้มีอำนาจสั่งเป็นหนังสือแก่ผู้รับใบอนุญาตให้เปลี่ยนแปลงแก้ไข หรือหยุดการเจาะน้ำบาดาล การใช้น้ำบาดาล หรือการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาลแล้วแต่กรณีตามที่เห็นว่าจำเป็นเพื่อป้องกันหรือระงับความเสียหายนั้นได้ (มาตรา 29)

ในมาตรา 33 ระบุว่า ถ้าการปฏิบัติการให้เป็นไปตามใบอนุญาตซึ่งออกโดยความคลาดเคลื่อน หรือสำคัญผิดในข้อเท็จจริงอันเป็นสาระสำคัญ อาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพยากรธรรมชาติหรือทำให้สิ่งแวดล้อม

ล้อมเป็นพืชม หรือเป็นอันตรายแก่ทรัพย์สินหรือสุขภาพของประชาชน หรือทำให้แผ่นดินทรุดให้อิทธิพลอันอาจส่ง
เพิกถอนใบอนุญาตได้นั้นได้ และมาตรา 34 กล่าวว่า เมื่อปรากฏว่าการประกอบกิจการเข้าอาคารของผู้รับใบอนุญาต
ผู้ใดจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมในเขตน้ำบาดาล อธิบดีมีอำนาจสั่ง และกำหนดวิธีการให้ผู้รับใบ
อนุญาตแก้ไขเพื่อกำหนดความเสียหายนั้นได้ตามที่เห็นสมควร

ส่วนพระราชบัญญัติปิโตรเลียม พ.ศ. 2514 ได้บัญญัติขึ้นเพื่อการอนุญาตและความคุมการประกอบกิจ
การปิโตรเลียมซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่มีความสำคัญสูงโดยเฉพาะ ในพระราชบัญญัติดังกล่าวได้กำหนดกฎระเบียบเพื่อ
ควบคุมและป้องกันการกระทำอันอาจก่อให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อมไว้ กล่าวคือ มาตรา 74 ในการประกอบ
กิจการปิโตรเลียมในทะเลผู้รับสัมปทานต้องไม่ก่อให้เกิดผลกระทบกระเทือนโดยปราศจากเหตุอันสมควรต่อการ
เดินเรือ การเดินอากาศ การอนุรักษ์ทรัพยากรมีรายงานเกี่ยวกับการศึกษาและมาตรการป้องกันและแก้ไขผล
กระทบกระเทือนต่อชีวิตในทะเล หรือการวิจัยทางวิทยาศาสตร์และต้องไม่ทำการค้นเป็นการกีดขวางต่อการวาง
สายเคเบิลหรือท่อใต้น้ำ หรือก่อให้เกิดความเสียหายแก่สายเคเบิลหรือท่อใต้น้ำ และมาตรา 75 ในการประกอบกิจ
การปิโตรเลียมผู้รับสัมปทานต้องมีมาตรการป้องกันอันเหมาะสมตามวิธีการปฏิบัติงานปิโตรเลียมที่ดี เพื่อมิให้ที่
ใดๆ ไสโครกด้วยน้ำมัน โคลนหรือสิ่งอื่นใด ในกรณีที่เกิดความโสโครกด้วยน้ำมัน โคลน หรือสิ่งอื่นใดเนื่องจาก
การประกอบกิจการปิโตรเลียม ผู้รับสัมปทานต้องนำบทความโสโครกนั้นโดยเร็วที่สุด นอกจากนั้นยังมีเท
บัญญัติเพื่อการลงโทษผู้รับสัมปทานที่ไม่ปฏิบัติตามบทบัญญัติข้างต้น มีโทษจำคุกหรือปรับหรือทั้งจำทั้งปรับ ดัง
ระบุในมาตรา 107 และ 108

นอกจากข้อกำหนดและกฎระเบียบของงานด้านสิ่งแวดล้อมที่อยู่ภายใต้การดูแลของกรมทรัพยากรธรณี
โดยตรงแล้ว การทำเหมืองแร่ยังต้องปฏิบัติตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ
พ.ศ. 2518 และกฎหมายป่าไม้ซึ่งประกอบด้วยพระราชบัญญัติป่าไม้ พ.ศ. 2484 และพระราชบัญญัติป่าสงวนแห่ง
ชาติ พ.ศ. 2507 อีกด้วย

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2518 ได้มีการตราเป็นกฎหมาย
เพื่อวัตถุประสงค์ในการรักษาคุณภาพของธรรมชาติอันได้แก่ สัตว์ พืช และทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ ทั้งนี้เพื่อ
ประโยชน์ต่อการดำรงชีพของประชาชน และความสมบูรณ์สืบไปของมนุษย์และธรรมชาติ พระราชบัญญัตินี้ได้
รับการแก้ไขและเพิ่มเติมเมื่อ พ.ศ. 2521 และ พ.ศ. 2522 ตามมาตรา 17 ระบุให้รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะ
กรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ มีอำนาจประกาศในราชกิจจานุเบกษากำหนดประเภทและขนาดของโครงการ หรือ
กิจกรรมของส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ หรือเอกชนที่ต้องมีคุณภาพสิ่งแวดล้อมตั้งแต่ในระยะที่เตรียมงาน และต้อง
เสนอรายงานนั้นต่อสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เพื่อพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อนที่จะดำเนิน
การ การทำเหมืองแร่ทุกชนิดทุกขนาดและการประกอบโลหกรรมบางขนาดอยู่ในข่ายที่จะต้องจัดทำรายงานการ
วิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม เสนอเพื่อขอความเห็นชอบตามกฎหมายดังกล่าว ผู้ขอประทานบัตรเพื่อประกอบ
กิจการเหมืองแร่ หรือผู้ขอใบอนุญาตประกอบโลหกรรม จะต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม
แห่งชาติ เมื่อสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติได้รับรายงานที่เสนอจะต้องพิจารณารายงานให้เสร็จ
ภายในเก้าสิบวัน ถ้าสำนักงานฯ ขอให้มีการจัดทำรายงานเพิ่มเติม ผู้ขอประทานบัตรเหมืองแร่หรือผู้ขอใบอนุญาต
ประกอบโลหกรรมจะต้องจัดทำรายงานฉบับแก้ไขเพิ่มเติมให้สำนักงานฯ พิจารณากลับครั้งหนึ่ง เมื่ออุทธรณ์ดังกล่าว

ได้เสนอรายงานฉบับแก้ไขเพิ่มเติมแล้ว สำนักงานฯ จะพิจารณารายงานให้เสร็จภายในสามสัปดาห์ หากไม่แล้วเสร็จภายในกำหนดให้ถือว่าสำนักงานฯ เห็นชอบ กรมทรัพยากรธรณีซึ่งมีอำนาจหน้าที่ตามกฎหมายแร่ในการพิจารณาออกหรือต่ออายุประทานบัตรและใบอนุญาตประกอบโลหกรรม จะดำเนินการออกประทานบัตรหรือต่ออายุประทานบัตรออกหรือต่ออายุใบอนุญาตประกอบโลหกรรมตามคำขอได้ ต่อเมื่อสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติได้ให้ความเห็นชอบรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมแล้ว

ในมาตรา 19 ของพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2518 ได้ระบุเกี่ยวกับหน่วยงานและบุคคลที่มีสิทธิในการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โดยมีเนื้อหาที่สำคัญคือ คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติอาจขอให้ส่วนราชการ หรือสถาบันการศึกษาของทางราชการที่เห็นสมควรทำรายงานเกี่ยวกับการศึกษาและมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบกระเทือนต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม หรืออนุญาตให้บุคคลซึ่งเป็นผู้ชำนาญในการศึกษาผลกระทบกระเทือนต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม มีสิทธิทำรายงานดังกล่าวก็ได้ ทั้งนี้ในการขอและออกใบอนุญาต คุณสมบัติของผู้ชำนาญการ การส่งพักและการเพิกถอนการอนุญาต การควบคุมการปฏิบัติงานของผู้ได้รับอนุญาตเป็นไปตามหลักเกณฑ์เงื่อนไขและวิธีการที่กำหนดในกฎกระทรวง

ในด้านกฎหมายป่าไม้ การทำเหมืองแร่ในเขตพื้นที่ป่าไม้จะต้องขออนุญาตใช้ประโยชน์ตามพระราชบัญญัติป่าไม้ พ.ศ. 2484 และพระราชบัญญัติป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ. 2507 ในการอนุญาตให้เข้าทำประโยชน์ในพื้นที่ป่าไม้และเขตป่าสงวนแห่งชาติเพื่อการขออนุญาตประทานบัตรเหมืองแร่ กรมป่าไม้ได้กำหนดให้อนุญาตใช้พื้นที่ป่าไม้ได้คำขอละไม่เกิน 300 ไร่ อนุญาตเพื่อสร้างทางขนแร่จากพื้นที่ประทานบัตรมีความกว้างไม่เกินหกเมตร และต้องสร้างทางกับบำรุงรักษาทางตามมาตรการที่กรมป่าไม้กำหนดทุกประการและอนุญาตเพื่อกิจการเหมืองแร่ ได้แก่ ที่ทิ้งมูลดินทราย ที่พักคนงาน ที่กองเก็บแร่ หรือที่เก็บเครื่องมือเครื่องใช้ในการทำเหมือง และอื่นๆ ตามความจำเป็นและเหมาะสม แต่การอนุญาตให้มีการทำเหมืองแร่ในบริเวณใดนั้นต้องคำนึงถึงข้อห้าม ดังนี้

- 1) ไม่เป็นพื้นที่ป่าไม้ซึ่งใช้ในการศึกษาระดับคันคว่ำทางวิชาการป่าไม้
- 2) ไม่อยู่ในพื้นที่ป่าไม้ที่มีสภาพเป็นป่าต้นน้ำลำธาร ชั้นที่ 1A ตามหลักเกณฑ์และวิธีการกำหนดพื้นที่คุณภาพลุ่มน้ำ ซึ่งมีมติคณะรัฐมนตรีแล้ว
- 3) ไม่เป็นบริเวณที่มีพิพาทกันควรรักษาไว้
- 4) ไม่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า ตามกฎหมายว่าด้วยการสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า

นอกจากนี้ประทานบัตรเหมืองแร่ที่ตั้งอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติ หรือเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ซึ่งกรมป่าไม้ได้ประกาศจัดตั้งขึ้นภายหลัง เมื่อสิ้นอายุประทานบัตรแล้ว กรมป่าไม้จะพิจารณาคัดอายุการใช้พื้นที่ป่าไม้อีก

เดช (2541) สรุปกฎ ระเบียบและข้อปฏิบัติของผู้ประกอบการในการดูแลสิ่งแวดล้อมตามพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 ว่าในการประกอบการเหมืองแร่ ผู้ประกอบการจะต้องกำกับดูแลด้านสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากการสำรวจแร่ตั้งแต่ การเจาะ หรือขุด หรือกระทำด้วยวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายวิธี เพื่อให้รู้ไว้ในพื้นที่มีแร่อยู่หรือไม่เพียงใด

ส่วนทางด้านการกำกับดูแลด้านสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากการทำเหมืองแร่ ต้องทำเหมืองตามวิธีการทำเหมือง การทำเหมืองจะใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับชนิดของแร่ การเกิดของแร่ สภาพของแร่ และปัจจัยอื่น วิธีการทำ

เหมืองตามที่กำหนดไว้มีหลายวิธี เช่น วิธีเรือขุด เหมืองสูบ เหมืองฉีด เหมืองหอบ เหมืองถ้ำ เหมืองปล่อง เหมืองอุโมงค์ เหมืองเจาะเงิน เมื่อกำหนดวิธีการทำเหมืองโดยวิธีใดแล้ว จะต้องกำหนดแผนการป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากการทำเหมืองโดยวิธีนั้นด้วย ซึ่งแผนป้องกันดังกล่าวจะต้องสอดคล้องกัน และมีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อทางราชการออกประทานบัตรให้แล้ว จึงต้องทำเหมืองโดยวิธีที่กำหนดไว้ จะเปลี่ยนแปลงไม่ได้ เพราะจะกระทบกับแผนป้องกันสิ่งแวดล้อมที่ได้กำหนดไว้แล้ว เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากอธิบดีให้เปลี่ยนวิธีการทำเหมือง ต้องทำเหมืองตามแผนผังโครงการ แผนผังโครงการเป็นกรอบในการทำเหมือง และครอบคลุมวิธีการทำเหมืองตามที่เสนอและเห็นชอบ รวมทั้งรายละเอียดอื่นๆ ที่ต้องแสดงไว้ในแผนผังโครงการโดยเฉพาะส่วนที่อาจกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น วิธีการแต่งแร่ในกรณีจะแต่งแร่ในเขตประทานบัตร บริเวณที่จะเก็บขังน้ำขุ่นชั้นมูลดินทรายที่เกิดจากการทำเหมืองและแต่งแร่ ทำนบและประตุน้ำระบายน้ำพร้อมรูปแบบ ชนิด ขนาด จำนวนของเครื่องจักร และอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทำเหมือง ฯลฯ ต้องทำเหมืองตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในการออกประทานบัตร เงื่อนไขที่กำหนดไว้ในการออกประทานบัตร เป็นการกำหนดหน้าที่ที่ผู้ถือประทานบัตรจะต้องปฏิบัติเพิ่มเติม นอกเหนือจากหน้าที่ที่กฎหมายได้กำหนดไว้โดยตรงแล้ว นอกจากนั้นต้องไม่ปล่อยน้ำขุ่นชั้นหรือมูลดินทราย อันเกิดจากการทำเหมืองออกนอกเขตเหมืองแร่ และต้องไม่กระทำหรือละเว้นกระทำการใดอันน่าจะเป็นเหตุให้แร่ที่มีพิษหรือสิ่งที่มีพิษก่อให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช หรือทรัพย์สิน

ส่วนการกำกับดูแลด้านสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากการแต่งแร่ผู้รับใบอนุญาตแต่งแร่ มีหน้าที่ต้องป้องกันมิให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อมดังนี้ ต้องไม่กระทำหรือละเว้นการกระทำใดๆ อันน่าจะเป็นเหตุให้แร่ที่มีพิษหรือสิ่งอื่นที่มีพิษ ก่อให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช หรือทรัพย์สิน ต้องปฏิบัติตามคำสั่งของทรัพยากรธรณีประจำท้องที่สั่งให้เปลี่ยนแปลง หรือแก้ไขวิธีการแต่งแร่หรือหยุดแต่งแร่ เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดแก่บุคคล สัตว์ พืช หรือ ทรัพย์สิน ต้องแต่งแร่ตามแผนผัง และกรรมวิธีแต่งแร่ที่เสนอไว้ในการขอลาอนุญาต โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม เช่น วิธีการเก็บขังมูลดินทราย และเกราะกรองน้ำขุ่นชั้น การป้องกันหรือกำจัดฝุ่นละออง การกำจัดสิ่งมีพิษ หรือการระบายน้ำจากการแต่งแร่ เป็นต้น (เงื่อนไขใบอนุญาตแต่งแร่ และกฎกระทรวง ฉบับที่ 25) ต้องแต่งแร่โดยมีวิศวกรซึ่งลงชื่อในเอกสารต่างๆ ของแผนผังและกรรมวิธีแต่งแร่ เป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบงานวิศวกรรมที่อยู่ในข่ายควบคุม ตามกฎหมายว่าด้วยวิชาชีพวิศวกรรมด้วย (กฎกระทรวง ฉบับที่ 25) ต้องไม่ปล่อยน้ำล้างแร่ที่เกิดจากการแต่งแร่ตกนอกเขตแต่งแร่ เว้นแต่น้ำนั้นจะมีตะกอนไม่เกิน 6 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร

สำหรับการกำกับดูแลด้านสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากการประกอบโลหกรรม ผู้รับใบอนุญาตประกอบโลหกรรม มีหน้าที่ต้องป้องกันมิให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อมดังนี้ ต้องไม่กระทำหรือละเว้นกระทำการใดอันน่าจะเป็นเหตุให้แร่ที่มีพิษ หรือสิ่งอื่นที่มีพิษก่อให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช หรือทรัพย์สิน ต้องปฏิบัติตามคำสั่งของทรัพยากรธรณีประจำท้องที่สั่งให้เปลี่ยนแปลง แก้ไขวิธีการประกอบโลหกรรมหรือหยุดประกอบโลหกรรม เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดแก่บุคคล สัตว์ พืช หรือทรัพย์สิน ต้องประกอบโลหกรรมตามแผนผังและกรรมวิธีประกอบโลหกรรมที่เสนอไว้ในการขอลาอนุญาต โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม เช่น การป้องกันหรือกำจัดฝุ่นละอองและสิ่งมีพิษ การระบายน้ำ ก๊าซ คว้น หรืออากาศจากการประกอบโลหกรรม เป็นต้น (เงื่อนไขใบอนุญาตประกอบโลหกรรม และกฎกระทรวง ฉบับที่ 25) ต้องประกอบโลหกรรมโดยมีวิศวกร ซึ่งลงชื่อในเอกสารต่างๆ ของแผนผังและกรรมวิธีประกอบโลหกรรม เป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบงานวิศวกรรมที่อยู่ในข่ายควบคุม

ตามกฎหมายว่าด้วยวิชาชีพวิศวกรรมด้วย (กฎกระทรวง ฉบับที่ 25) ต้องไม่ปล่อยน้ำที่เกิดจากการประกอบโลหกรรมออกนอกเขตโลหกรรม เว้นแต่น้ำนั้นจะมีตะกอนไม่เกิน 6 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร (เจ็ดสิบในไบโกลูนาตประกอบโลหกรรม)

การกำกับดูแลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมตามพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 ดังที่กล่าวแล้ว จะมีหลักการเช่นเดียวกับหลักการทั่วไปเกี่ยวกับการควบคุมมลพิษ ซึ่งมี 3 ประการ คือ

1. ผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย (POLLUTER PAYS PRINCIPLE) โดยกำหนดให้ ผู้ก่อให้เกิดมลพิษมีส่วนรับผิดชอบโดยตรงด้วย
2. การกำหนดโทษทางปกครอง (ADMINISTRATIVE SANCTION) โดยกำหนดให้อำนาจรัฐมนตรีการดำเนินการกับผู้ฝ่าฝืนไม่ปฏิบัติตามกฎหมาย โดยไม่ต้องดำเนินการทางกระบวนการยุติธรรมก่อน
3. ความรับผิดชอบทางแพ่ง (CIVIL LIABILITY) การดำเนินคดีแพ่งในเรื่องเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ศาลสั่งห้ามมิให้จำเลยกระทำการใดๆ และเพื่อเรียกค่าสินไหมทดแทน อันเนื่องมาจากความเสียหายที่โจทก์ได้รับจากการกระทำของจำเลย

พหุเทพ (2538 ก) ได้กล่าวถึงอำนาจหน้าที่ของกองสิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรณี กรมทรัพยากรธรณีว่า มีหน้าที่ในการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมในแหล่งที่มีการพัฒนาทรัพยากรธรณีทั้งบนบกและใต้น้ำ จัดทำแผนการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมและกำหนดมาตรการ ตลอดจนพัฒนาระบบ รูปแบบ และวิธีการที่เหมาะสมในการควบคุม ป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการพัฒนาทรัพยากรธรณี ศึกษาวิจัย ส่งเสริม สาธิต และดำเนินการเกี่ยวกับการฟื้นฟู พื้นที่ที่ได้ใช้ทำเหมืองแล้ว

พหุเทพ (2538 ข) ยังกล่าวว่ากฎหมายเกี่ยวกับการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการทำเหมืองแร่ที่สำคัญมี 3 ฉบับคือ กฎหมายแร่ กฎหมายสิ่งแวดล้อม และกฎหมายป่าไม้ นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือในการบังคับควบคุมการทำเหมืองคือ แผนผังโครงการทำเหมืองกับรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม แผนผังโครงการทำเหมืองมีบังคับใช้ตั้งแต่ในพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 และแก้ไขเพิ่มเติมฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2516) และฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2522) เพื่อประกอบการโดยขึ้นพร้อมกับคำขอประทานบัตร รายงานแผนผังฯจะต้องประกอบด้วยสาระสำคัญต่างๆ เช่นรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการทำเหมือง ชนิดแร่ ขอบเขตประทานบัตร ภูมิประเทศ ที่ตั้ง ลักษณะแหล่งแร่ เครื่องมือเครื่องจักร การแต่งแร่ ที่เก็บกองมูลดินทราย การชักน้ำมาใช้ในเหมือง การรักษาน้ำเหมือง การป้องกันฝุ่นและสารพิษ การใช้และเก็บวัตถุระเบิด การระบายอากาศ การปรับสภาพหลังการทำเหมือง เป็นต้น

ส่วนรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมมีการบังคับให้ผู้ประกอบการทำรายงานผลกระทบตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และระเบียบปฏิบัติที่กำหนดไว้ในประกาศ โดยมีแนวทางในการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจะประกอบไปด้วย วัตถุประสงค์ของโครงการ รายละเอียดของโครงการ ขนาด ที่ตั้ง ขอบเขต มีการแสดงสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน และการคาดการณ์ผลกระทบในระยะที่มีการดำเนินการ ตลอดจนการมีมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบหากมีเหตุการณ์ต่างๆ เกิดขึ้น รวมถึงมาตรการติดตามตรวจสอบผลกระทบเป็นระยะๆ

สนธิ (2538) กล่าวถึงข้อมูลที่สำคัญที่จะต้องเสนอในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมในโครงการเหมืองแร่ว่าต้องประกอบไปด้วยแผนผังการทำเหมืองแร่ที่รับรองโดยวิศวกรเหมืองแร่ประจำสำนักงานทรัพยากรธรณีทั้งที่ การสำรวจแร่ การใช้ระเบิดและปริมาณของวัตถุระเบิดที่ใช้ในแต่ละครั้ง รายละเอียดการแต่งแร่ การตัดขวางโครงสร้างแร่ตามลักษณะภูมิประเทศ การตรวจวัดคุณภาพอากาศและคุณภาพน้ำ การศึกษาทัศนคติของราษฎร การสำรวจทรัพยากรป่าไม้และศึกษาเกี่ยวกับสัตว์ป่า รายละเอียดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทำเหมือง แผนที่ตั้งแสดงโครงข่ายทางน้ำธรรมชาติ แผนที่เส้นทางขนส่งแร่ แผนที่รายละเอียดการใช้ประโยชน์ที่ดิน แผนที่ตั้งของแหล่งโบราณสถานหรือโบราณคดี และแผนการปรับปรุงพื้นที่ภายหลังการทำเหมืองแร่

ส่วนผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่จะต้องนำมาพิจารณาได้แก่ผลกระทบต่อลักษณะภูมิประเทศ ต่อทรัพยากรดิน ต่อคุณภาพอากาศ ต่อทรัพยากรน้ำตั้งแต่น้ำผิวดินจนถึงน้ำใต้ดิน ผลกระทบด้านเสียงและแรงสั่นสะเทือน ผลกระทบต่อทรัพยากรป่าไม้ สัตว์ป่า และสิ่งมีชีวิตในน้ำ ตลอดจนต่อคุณภาพชีวิตและความปลอดภัยของมนุษย์

พงษ์เทพ (2538 ค) กล่าวถึงการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในการทำเหมืองหินเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างซึ่งเคยเกิดปัญหาเป็นอย่างมากขณะการอนุญาตการดำเนินการระเบิดย่อยหินอยู่ภายใต้ประมวลกฎหมายที่ดินซึ่งไม่มีมาตรการการควบคุมดูแลที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ จึงทำให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมเช่นการใช้หินไม่ตรงกับประโยชน์สูงสุด ก่อให้เกิดความเสียหายต่อแหล่งธรรมชาติ ตลอดจนแหล่งที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์และโบราณคดี รวมถึงก่อให้เกิดความขัดแย้งในการใช้ประโยชน์ที่ดิน ก่อความเสียหายแก่พื้นที่เกษตรกรรมและที่อยู่อาศัย

จากประเด็นปัญหาดังกล่าว ต่อมาการระเบิดและย่อยหินจึงเปลี่ยนมาเป็นเทคโนโลยีในการทำเหมืองหินซึ่งควบคุมและดูแลโดยกรมทรัพยากรธรณี ทำให้สถานการณ์ดีขึ้นในระดับหนึ่งถึงแม้ว่าไม่อาจแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้หมดทุกประเด็นแต่อย่างน้อยที่สุดจะสามารถแก้ไขปัญหาการใช้ทรัพยากรหินอย่างเหมาะสม

อารมณ (2541) กล่าวถึงแนวทางการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมตามแนวทางรัฐธรรมนูญ พ.ศ. 2540 ซึ่งโดยเจตนารมณ์เน้นให้เห็นว่าทรัพยากรธรรมชาติเป็นทรัพยากรของสาธารณะและส่งเสริมให้ชุมชนท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการจัดการด้วย เช่นในมาตรา 46 กล่าวไว้ว่า บุคคลซึ่งรวมกันเป็นชุมชนท้องถิ่นดั้งเดิมย่อมมีสิทธิอนุรักษ์หรือฟื้นฟูจารีตประเพณี ภูมิปัญญาท้องถิ่น ศิลปะหรือวัฒนธรรมอันดีของท้องถิ่นและของชาติ และให้มีส่วนร่วมในการจัดการ การบำรุงรักษา และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลและยั่งยืน ทั้งนี้ตามกฎหมายบัญญัติ (หมวด 3 สิทธิและเสรีภาพของชนชาวไทย) มาตรา 56 กล่าวว่าในการบำรุงรักษาและการได้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสภาพหลายทางชีวภาพ และในการคุ้มครองส่งเสริม และรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อให้ดำรงชีพอยู่ได้อย่างปกติและต่อเนื่องในสิ่งแวดล้อมที่จะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัย สวัสดิภาพหรือคุณภาพชีวิตของคน ย่อมได้รับความคุ้มครอง ทั้งนี้ตามที่กฎหมายกำหนด ส่วนมาตรา 59 กล่าวว่าไว้ว่าบุคคลย่อมมีสิทธิได้รับข้อมูล คำชี้แจง และเหตุผลจากหน่วยงานราชการ หน่วยงานของรัฐ รัฐวิสาหกิจ หรือราชการส่วนท้องถิ่น ก่อนการอนุญาตหรือการดำเนินโครงการหรือกิจกรรมใดที่อาจมีผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม สุขภาพอนามัย คุณภาพชีวิต หรือส่วนได้เสียสำคัญอื่นใดที่เกี่ยวข้องกับตนหรือชุมชนท้องถิ่น และมีสิทธิแสดงความคิดเห็นของตนในเรื่องดังกล่าว มาตรา 79 รัฐต้องส่งเสริมและสนับสนุนให้

ประชาชนมีส่วนร่วมในการสว่น บำรุงรักษาและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ และความหลากหลายทางชีวภาพอย่างสมดุล รวมทั้งมีส่วนร่วมในการส่งเสริม บำรุงรักษา และคุ้มครองคุณภาพสิ่งแวดล้อมตามหลักการพัฒนาที่ยั่งยืน ตลอดจนควบคุมและกำจัดการะมลพิษที่มีต่อสุขภาพ อนามัย สวัสดิภาพและคุณภาพชีวิตของประชาชน

หรือสรุปตามแนวคิดของรัฐธรรมนูญสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ให้ความสำคัญต่อชุมชนท้องถิ่นให้มีปัญหา มีส่วนร่วมในการจัดการ การบำรุงรักษา และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลและยั่งยืน
2. โครงการที่จะก่อให้เกิดผลกระทบอย่างรุนแรงต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม ตามรัฐธรรมนูญใหม่ การอนุญาตให้ทำกิจกรรมนั้น หากไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ต้องทำการศึกษาและประเมินผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม ให้ความเห็นประกอบก่อนดำเนินการ
3. ให้สิทธิแก่บุคคลในการฟ้องหน่วยราชการ หรือหน่วยงานของรัฐอื่นๆ เช่น รัฐวิสาหกิจ ให้ดำเนินการปฏิบัติตามข้อ 1 และข้อ 2
4. ให้สิทธิบุคคลในการขอรับคำชี้แจงและเหตุผล จากหน่วยราชการหรือหน่วยงานของรัฐก่อนการอนุญาตโครงการที่อาจมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตามกระบวนการรับฟังความคิดเห็นของประชาชน
5. ให้สิทธิแก่บุคคลในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
6. ให้สิทธิแก่บุคคลในการมีส่วนร่วมในการใช้ประโยชน์และบำรุงรักษาทรัพยากรธรรมชาติและ ความหลากหลายทางชีวภาพ
7. ให้สิทธิแก่บุคคลในการส่งเสริม บำรุงรักษา และคุ้มครองคุณภาพสิ่งแวดล้อม เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน
8. ให้สิทธิบุคคลในการควบคุมและกำจัดการะมลพิษที่มีต่อสุขภาพอนามัย สวัสดิภาพและคุณภาพชีวิตของประชาชน
9. ให้สิทธิแก่ท้องถิ่นในการพึ่งตนเองและตัดสินใจในกิจการท้องถิ่นของตนเองได้ รวมถึงการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่นด้วย

5. การตรวจสอบ การเฝ้าระวัง และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการทำเหมืองแร่

งานที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมได้แก่การติดตามตรวจสอบ เฝ้าระวังการทำเหมืองแร่ แต่งแร่ และประกอบโลหะกรรมไว้เป็นไปตามเงื่อนไขทางด้านสิ่งแวดล้อมที่กำหนดไว้ในใบอนุญาต การรวบรวมและวิเคราะห์รายงานผลการดำเนินงานในการป้องกันแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อม รวมถึงการตรวจสอบและให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาข้อร้องเรียนต่างๆด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการทำเหมืองแร่และการแต่งแร่

ส่วนงานศึกษาทางด้านวิชาการจะประกอบด้วยการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการทำเหมืองแร่ในบริเวณแหล่งแร่ต่างๆ ซึ่งมีเหมืองแร่เกิดขึ้นเป็นกลุ่มและศึกษาในวงกว้าง โดยเฉพาะผลกระทบที่มีต่อคุณภาพของแหล่งน้ำ อากาศ ฝุ่นละออง และอื่นๆ รวมถึงสารพิษที่เกิดขึ้น โดยโสภณ (2538) ศึกษาสาเหตุการแพร่กระจายและการเพิ่มขึ้นของไนเตรตในน้ำบาดาลบริเวณตำบลเมือง จังหวัดขอนแก่น ซึ่งมีปริมาณโดยเฉลี่ยเกินมาตรฐานน้ำดื่ม (ไม่เกิน 45 มก/ล) ถึง ร้อยละ 25 ของบ่อน้ำบาดาลทั้งหมด พบว่าไนเตรตมาจากของเสียจากคน และสัตว์ รวมทั้งสิ่งปฏิกูลซึ่งพบมากในบริเวณตัวเมือง ส่วนพื้นที่นอกเมืองพบว่าไนเตรตมาจากการใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวที่มีการใช้ไนโตรเจนซึ่งพาแพร่กระจายมากที่สุด บางครั้งอาจได้มาจากแหล่งเกลือใต้ดิน

นอกจากนี้ พิงใจ (2531) ได้สรุปปัจจัยที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาสารหนูที่ร่อนปนูลย์ได้แก่ ปริมาณสารหนูในธรรมชาติบริเวณนั้นมีปริมาณสูงอยู่แล้ว การทำเหมืองและแต่งแร่เป็นการเร่งให้เกิดการเพิ่มปริมาณและการแพร่กระจายสารหนู สภาพอุทกธรณีหรือน้ำบาดาลเอื้อต่อการแพร่กระจาย รัฐยังจัดสาธารณสุขโรคเรื้อรังน้ำสะอาดไม่เพียงพอ แต่ความนิยมในการบริโภคน้ำดื่มจากบ่อของราษฎรก็เป็นสาเหตุหลักอีกสาเหตุหนึ่งด้วย ในขณะที่ ชีรวรร (2531) รายงานการศึกษาถึงสาเหตุที่เกิดการแพร่กระจายของสารหนูซึ่งทำให้เกิดโรคมะเร็งผิวหนังหรือใช้คำต่อประชาชน ซึ่งแพร่มาจากกระบวนการแต่งแร่ทั้งจากชาวบ้านและการลอยแร่ของโรงแต่งแร่ นอกเหนือจากการเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติจากการผุพังและสลายตัวโดยกระบวนการทางเคมีของแหล่งดินุกที่มีสารหนูเป็นส่วนประกอบหรือเป็นพื้นแร่ ความเข้มข้นของสารหนูจะเปลี่ยนแปลงตามปริมาณฝนและความเป็นกรดของฝน มีการแก้ปัญหาหลายวิธีโดยใช้กรรมวิธีทางเคมี เช่น ใช้น้ำปูนขาวแล้วกรองด้วยถ่าน การใช้เครื่องกลั่น หรือการใช้ด่างทับทิม เป็นต้น นอกจากนี้มีการเจาะน้ำบาดาลในระดับลึกซึ่งไม่มีสารหนูเจือปนให้ชาวบ้านใช้ รวมถึงสนับสนุนให้ชาวบ้านใช้น้ำฝน

สุเมธ (2531) ศึกษาการได้รับสารพิษจำพวกแมงกานีสของคณงานที่มีสภาพการทำงานในสภาวะแวดล้อมของเหมืองแมงกานีสโดยมีการตรวจวัดความเข้มข้นของแมงกานีสในอากาศบริเวณหน้างานรวมถึงตรวจปริมาณสารแมงกานีสในเลือดและปัสสาวะคณงาน พบว่ามีแนวโน้มที่จะเกิดความเสี่ยงสูงขึ้นได้จึงเสนอแนะให้มีการป้องกัน เช่น สวมชุดทำงานมิดชิดและเปลี่ยนทุกวัน สวมอุปกรณ์ป้องกันทุกครั้ง ไม่รับประทานอาหารใดๆ ในบริเวณทำงาน ตรวจร่างกายเป็นประจำ เป็นต้น

วิวัฒน์ (2541) พยายามศึกษาและหามาตรการรวมทั้งเครื่องมือในการกำจัดฝุ่นที่เกิดจากการทำเหมืองและโรงโม่หิน ตั้งแต่เครื่องกำจัดฝุ่นแบบแรงโน้มถ่วง เครื่องกำจัดฝุ่นแบบแรงเฉื่อย เครื่องกำจัดฝุ่นแบบแรงหนีศูนย์กลาง เครื่องกำจัดฝุ่นแบบสกริปเปอร์ (แบบเปียก) เครื่องกำจัดฝุ่นแบบสเปรย์น้ำในที่โล่ง เครื่องกำจัดฝุ่นแบบถุงกรอง เครื่องกำจัดฝุ่นแบบชั้นเส้นใยกรอง เครื่องกำจัดฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตย์ นอกจากนี้ยังแนะนำกระบวนการควบคุมและกำจัดฝุ่นแบบต่างๆ ที่เหมาะสมกับโรงโม่หิน แต่ก็สรุปว่าไม่ว่าทางเลือกใดๆ ความสำเร็จในการแก้ปัญหาฝุ่นละอองจากโรงโม่บดย่อยหินจะขึ้นอยู่กับจิตสำนึก ความรับผิดชอบ และความเอาใจใส่ของผู้นำงาน และควบคุมเครื่องจักรเป็นหลัก

ประชน (2541) ศึกษาเกี่ยวกับเสียงที่ได้จากอุตสาหกรรมเหมืองแร่ซึ่งได้มาจากเครื่องเจาะ การเจาะระเบิด การขุดและตัก การขนถ่ายและขนส่ง และโรงโม่หิน กล่าวถึงการวัดเสียง และเสียงรบกวน การแผ่ของเสียงซึ่งมี

ทั้งคลื่นความถี่ต่ำซึ่งทุกคนไม่ได้ขึ้นแต่มีศักยภาพทำให้เกิดรอยร้าวเนื่องจากมีความสั่นสะเทือนในวงกว้าง กับคลื่นความถี่สูงที่ทำให้เกิดมลพิษทางเสียงเป็นเหตุให้เกิดความเดือดร้อน รำคาญแก่ชุมชน

สง่า (2541) กล่าวถึงการจัดการสิ่งแวดล้อมด้านความสั่นสะเทือนอันเกิดจากการทำเหมืองแร่และเหมืองหินซึ่งมีองค์ประกอบต่างๆ ได้แก่ การออกแบบหน้าเหมืองซึ่งต้องคำนึงถึงคุณสมบัติและสภาพทางธรณีวิทยาไม่ว่าจะเป็นทางด้านโครงสร้างและเนื้อหิน การควบคุมการใช้วัตถุระเบิด หลุมเจาะระเบิด การออกแบบเส้นทางรถลำเลียงวัสดุ และการสั่นสะเทือนเนื่องจากการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งทั้งหมดควรมีการศึกษาทั้งทางด้านธรณีวิทยาและวิศวกรรมเป็นหลักเพื่อกำหนดค่าความสั่นสะเทือนที่ไม่มีผลกระทบหรือมีผลน้อยที่สุดต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนรอบข้าง

บัณฑิต (2541) ศึกษาถึงการวิเคราะห์ผลกระทบทางด้านสุนทรียภาพของโครงการเหมืองแร่ ซึ่งเป็นการศึกษาผลกระทบทางด้านคุณค่าต่อคุณภาพชีวิต โดยมีแนวทางการศึกษาทางด้านคุณค่าความงดงามของแหล่งท่องเที่ยว สถานที่สำคัญทางธรรมชาติ แหล่งธรรมชาติอันควรอนุรักษ์ ประวัติศาสตร์ โบราณสถาน โบราณวัตถุ โบราณคดี ขนบธรรมเนียมประเพณี วัฒนธรรมดั้งเดิมและสันตนาการ เช่น สวนสาธารณะและพื้นที่สีเขียว เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการลดผลกระทบทางด้านสุนทรียภาพ เช่น การทดแทนโดยการให้สัดส่วน รูป/ร่าง สี โทนสี การใช้ต้นไม้และแนวปิดบัง การบูรณสภาพที่ถูกทำลาย หรือการโยกย้ายเปลี่ยนตำแหน่งที่ตั้งให้เหมาะสม เป็นต้น

ทินกร (2541) กล่าวถึงการร่วมมือของเอกชนโดยบริษัท ปูนซีเมนต์เอเชีย (มหาชน) จำกัด ในการเฝ้าระวังและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยให้ความสำคัญเทียบเท่ากับการผลิต และกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งของหน้าที่ในทุกหน่วยงาน มีการประเมินผลกระทบตั้งแต่ด้านเสียงซึ่งในช่วง 5 ปีที่ผ่านมามีระดับเสียงเพียง 80 x เดซิเบลซึ่งต่ำกว่ามาตรฐาน (115 เดซิเบล) นอกจากนั้นยังมีการประเมินผลกระทบทางด้านฝุ่นละออง แรงสั่นสะเทือน ด้านทัศนียภาพ ตลอดจนผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมและต่อคุณภาพน้ำ ซึ่งทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทั้งสิ้น

นอกจากนี้ยังมีมาตรการในการลดผลกระทบที่ต้องเกิดขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น ลดผลกระทบต่อสภาพภูมิประเทศ การเปิดหน้าเหมือง การกองมูลดินทราย และการเก็บวางอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องจักรตามหลักวิชาการ ส่วนการลดผลกระทบต่อสภาพภูมิวิทยาทำได้โดยการปรับสภาพพื้นที่หลังการทำเหมืองโดยการปลูกพืชคลุมดิน การลดผลกระทบต่อคุณภาพอากาศโดยจัดหาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น หน้ากากป้องกันฝุ่นและการฉีดพรมน้ำบริเวณที่มีฝุ่นฟุ้งกระจาย การปลูกต้นไม้เพิ่มเติมรวมทั้งแนวป่าเดิมช่วยลดการกระจายของฝุ่นและป้องกันทัศนอุจาด รวมถึงการลดผลกระทบต่อการคมนาคมขนส่งเพิ่มความปลอดภัยและชีวอนามัยในท้องถิ่น เป็นต้น

พงศ์พันธุ์ (2541) เสนอการทำงานของเหมืองหินของห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคลทุ่งสงเกี่ยวกับการวางแผนทางด้านความปลอดภัยในการระเบิดในเหมืองหิน การควบคุมการสั่นสะเทือนจากการระเบิดหิน การกำจัดฝุ่นด้วยการสเปรย์น้ำในทุกจุดตั้งแต่ในตัวอาคารย่อยหิน จุดลานเทหิน จุดระเบิดหินตลอดจนพื้นที่ขนส่งหินเข้าโรงโม่ จุดโปรยหินที่ได้จากการโม่แล้ว รวมถึงการขนส่งและบ่อล้างล้อของรถบรรทุกที่จะมารับหิน การฉีดน้ำบนเส้นทางขนส่ง และการปลูกต้นไม้ป้องกันฝุ่น

ประไพ (2541) เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนและข้อดีข้อเสียในการใช้วิธีการต่างๆ เพื่อกำจัดฝุ่นใน
อาณานิคมบริเวณสถานที่ประกอบอาคารเมืองหิน รวมถึงผลที่จะได้รับจากสิ่งแวดล้อมรอบข้างที่เกี่ยวข้องกับ
การประกอบการที่ผิด

สันต์สุตา และคณะ (2541) เสนอสารเคมีบางชนิดที่สามารถช่วยลดปริมาณฝุ่นในเหมืองและการขนส่ง
เช่น สาร COHEREX สารโพลีเมอร์สังเคราะห์ BT 34 ในรูปผง และ BT 53 ในรูป emulsion สารจำพวก Foam
Microfoam สาร Dustite IBC สารลดแรงตึงผิว Dus Treat DC 9140 และโพลีเมอร์ DC 9122 สาร Nalcojs topper
products และสาร Dustcon เป็นต้น

เกียรติพงษ์ (2542) ทำการศึกษาและติดตามเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อมกลุ่มเหมืองแร่ตะกั่ว จังหวัด
กาญจนบุรี ซึ่งถึงแม้ว่าในขั้นตอนของการอนุญาตประทานบัตรทำเหมืองแร่ กรมทรัพยากรธรณีกำหนดเงื่อนไข
มาตรการทางด้านสิ่งแวดล้อมให้ผู้ประกอบการปฏิบัติตามการควบคุมน้ำทิ้งจากการทำเหมือง การแต่งแร่และการ
ถลุงแร่ มีการกำหนดตรวจสอบคุณภาพน้ำและตะกอนในทางน้ำสาธารณะเพื่อหาปริมาณสารโลหะหนักเช่นตะกั่ว
สังกะสี สารหนู แคดเมียม แมงกานีส ฯลฯ แล้วรายงานผลให้กับทางราชการเป็นระยะ แต่กระนั้นก็ตาม กอง
สิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรณี ก็ยังต้องมีการตรวจสอบวัดค่าเป็นประจำเพื่อเฝ้าระวังรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมในบริเวณ
นี้ เนื่องจากตามปกติถึงแม้ไม่มีการทำเหมืองตะกั่ว คุณภาพน้ำในลำน้ำลี้ตลอดจนพื้นดินทั่วไปก็มีสารตะกั่วเจือ
ปนมากพอสมควรอยู่แล้วเนื่องจากเป็นธรรมชาติในทางธรณีวิทยาในบริเวณของการกำเนิดแหล่งแร่ตะกั่ว อย่างไรก็ตาม
ตามในเดือนเมษายน 2541 ได้เกิดเหตุการณ์รั่วไหลของตะกอนหางแร่ตะกั่วลงสู่ลำน้ำลี้และคลองงู เป็นเหตุให้
ความเข้มข้นของตะกั่วมีมากถึง ร้อยละ 3-4 ซึ่งเกินกว่ามาตรฐานที่ยอมรับได้มาก จึงมีการตรวจสอบสารตะกั่วทั้ง
ลำน้ำและเร่งควบคุมฟื้นฟูเพื่อเก็บกักใหม่เพิ่มระบบการกักตะกอนท้ายรางใหม่ จนอยู่ในสภาพปกติ

อนงค์และคณะ (2538) สำรวจและศึกษาและเฝ้าระวังการแพร่กระจายของสารตะกั่วรอบอ่างเก็บน้ำ
เขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งมีโอกาสที่จะได้รับผลกระทบสูงเนื่องจากพื้นที่เหนืออ่างเก็บน้ำนี้มีแหล่ง
แร่ และกิจกรรมการทำเหมืองและแต่งแร่ตะกั่ว นอกจากนี้อาจมีปัญหามลพิษการแพร่กระจายของโลหะและแร่ธาตุชนิด
อื่น เช่น แคดเมียมปรอท สังกะสี เงิน ทองแดง แมงกานีสและสารหนู อย่างไรก็ตาม ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำในขณะนี้
ยังไม่มีปัญหาเกิดขึ้น ค่าการปนเปื้อนของสารต่างๆ ยังต่ำกว่ามาตรฐาน

สุชาติ (2542) ศึกษาถึงตะกอนท้องน้ำในคลองพังงา คลองตะกั่วป่า และคลองบางม่วง ที่ได้จากการทำ
เหมืองแร่ดีบุกส่วนหนึ่งแล้วทั้งตะกอนมูลดินมูลทรายลงสู่คลองเหล่านี้ และมีการวัดปริมาณตะกอนในแต่ละปีซึ่ง
พบว่าปริมาณมากเกินไปซึ่งผลของมันทำให้เส้นทางลำน้ำเปลี่ยนไป จึงเสนอขอให้กรมทรัพยากรธรณีเจ้าของ
ใบอนุญาตประทานบัตรให้ประกาศยกเลิกทางน้ำเป็นแหล่งเปิดสำหรับทั้งมูลดินทรายและน้ำตะกอนขุ่นขึ้น
รวมทั้งขังวัดตะกอนเพื่อบำบัดตะกอนก่อนปล่อยน้ำลงทางน้ำ

พิทักษ์ (2542) สำรวจและศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการผลิตเกลือด้วยการสูบน้ำเกลือใต้ดิน ที่บ้านโพน
สะแบง ตำบลหนองกว้าง อำเภอบ้านม่วง จังหวัดสกลนคร พบว่าเนื่องจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ
ไทยเป็นแหล่งที่มีการสะสมของเกลือหินเป็นจำนวนมาก และตั้งแต่ประมาณปี พ.ศ. 2512 มีการสูบน้ำบาดาลกึ่ง
ใต้ดินขึ้นมาเพื่อการผลิตเกลือด้วยการต้มหรือแบบลานตาก เกิดเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็ก และขยายเติบโตเป็น
วงกว้าง และจากการผลิตโดยขาดความรู้ทางด้านวิชาการทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมากตั้งแต่

การแพร่กระจายของพื้นที่ดินเดิม ตลอดจนผ่นดินบุซึ่งในปัจจุบันเกิดขึ้นหลายแห่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ในที่นี้กล่าวถึงพื้นที่ศึกษาในจังหวัดสกลนคร

6. การจัดทำแผนแม่บททางด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาแหล่งแร่ขนาดใหญ่

นอกจากนี้ยังมีการจัดทำแผนแม่บททางด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาแหล่งแร่ขนาดใหญ่ที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจพื้นฐานของประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุด ตลอดจนการจัดทำแผนที่สิ่งแวดล้อมเขตอนุรักษ์ และศักยภาพในการพัฒนาทรัพยากรธรณี เนียบว (2538) กล่าวถึงการจัดทำแผนแม่บทจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงทรัพยากรธรรมชาติชนิดอื่น ตลอดจนการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมควบคู่กันไปอีกด้วย ดังนั้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำแผนแม่บทจึงต้องประกอบด้วยข้อมูลศักยภาพแหล่งแร่ ข้อมูลสภาพแวดล้อมและข้อจำกัด แล้วนำมารวบรวมเป็นฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อความสะดวกในการใช้และการตัดสินใจในการอนุญาตการทำเหมืองแร่ในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ผลการศึกษาจะสามารถจำแนกพื้นที่ในการพัฒนาแหล่งแร่ให้เหมาะสมตามข้อจำกัดทางสิ่งแวดล้อมและศักยภาพการทำเหมืองแร่ การแต่งแร่ มาตรการป้องกันผลกระทบในขณะที่มีการทำเหมือง รวมทั้งรูปแบบของการฟื้นฟูพื้นที่หลังจากการพัฒนาทรัพยากรธรณีเสร็จสิ้นแล้ว

การมณ และคณะ (2531) ศึกษาถึงผลกระทบจากการทำเหมืองและการแต่งแร่ต่อสภาวะแวดล้อมบริเวณเทือกเขาหลวงซึ่งบริเวณนี้มีการทำแร่หลายชนิดตั้งแต่อดีต เช่น แร่ดีบุก เฟลด์สปาร์ วุลแฟรม แบไรต์ และเหล็ก เป็นต้น พบว่ามีผลกระทบจากการปนเปื้อนสารหนูเพียงบริเวณหมู่เหมืองอำเภอรัตนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช และบางชุมชนที่หมู่เหมืองอำเภอนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี เท่านั้น นอกนั้นไม่มีผลกระทบต่อกสิ่งแวดล้อมแต่อย่างใด

7. ด้านการป้องกันความเดือดร้อนเสียหายจากการทำเหมืองแร่และความปลอดภัย

ในด้านความปลอดภัย การป้องกันความเดือดร้อนเสียหายจากการทำเหมืองแร่ นั้น รัฐได้ตระหนักถึงผลเสียที่อาจจะพึงมีจากการทำเหมือง จึงได้มีบทบัญญัติในพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 เพื่อป้องกันความเดือดร้อนเสียหายจากการทำเหมือง รวมทั้งการให้ความปลอดภัยแก่บุคคลรวมหลายประการด้วยกัน ตัวอย่างเช่น

- การห้ามมิให้ผู้ถือประทานบัตรทำเหมืองใกล้ทางหลวง หรือทางน้ำสาธารณะ ภายในระยะห้าสิบลเมตร เว้นแต่ประทานบัตรกำหนดไว้ให้ทำได้ หรือได้รับใบอนุญาตจากทรัพยากรธรณีประจำท้องที่
- การห้ามปิดกั้นทำลายหรือกระทำได้ด้วยประการใดๆ ให้เป็นการเสื่อมประโยชน์แก่ทางหลวงหรือทางน้ำสาธารณะ เว้นแต่จะได้รับใบอนุญาตจากทรัพยากรธรณีประจำท้องที่
- การห้ามมิให้ผู้ถือประทานบัตรทดน้ำ หรือชักน้ำจากทางน้ำสาธารณะไม่ว่าจะอยู่ภายในหรือภายนอกเขตเหมืองแร่ เว้นแต่จะได้รับใบอนุญาตจากทรัพยากรธรณีประจำท้องที่
- การห้ามมิให้ผู้ถือประทานบัตรปล่อยน้ำขุ่นข้น หรือมูลดินทรายอันเกิดจากการทำเหมืองเกินกว่าอัตราที่กำหนดในกฎกระทรวง
- การห้ามมิให้ผู้ถือประทานบัตรผู้แต่แร่ หรือผู้ประกอบโลหกรรม กระทำหรือละเว้นกระทำการใดอันน่าจะเป็นเหตุให้แร่ที่มีพิษหรือสิ่งอื่นที่มีพิษ ก่อให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช หรือทรัพย์สิน และถ้าหากผู้ใด

กระทำการฝ่าฝืนในกรณีนี้รวมทั้งในกรณีดังกล่าวข้างต้น ผู้นั้นจะต้องรับโทษปรับไม่เกินสองพันบาท และรัฐมนตรีมีอำนาจสั่งเพิกถอนประทานบัตร หรือใบอนุญาตนั้นได้

ส่วนการให้ความคุ้มครองแก่คนงานและความปลอดภัยแก่บุคคลภายนอก กฎกระทรวงฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2513) ออกตามความในมาตรา 17 แห่งพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2518 ได้กำหนดวิธีการให้ความคุ้มครองแก่คนงานและความปลอดภัยแก่บุคคลภายนอกหลายประการด้วยกัน ตัวอย่างเช่น การให้ผู้ถือประทานบัตรชั่วคราวหรือผู้ถือประทานบัตร ผู้รับใบอนุญาตแต่งแร่ หรือผู้รับใบอนุญาตประกอบโลหกรรม ต้องจัดให้มีปัจจัยในการปฐมพยาบาลเพื่อช่วยเหลือคนงานได้ทันเวลาที่เมื่อประสบอันตรายเจ็บป่วยโดยไม่คิดมูลค่า และเมื่อมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นต้องรายงานให้ทรัพยากรธรณีประจำท้องที่ทราบภายใน 72 ชั่วโมง รวมทั้งต้องจัดให้มีน้ำดื่ม น้ำใช้ แสงสว่างและส่วนที่ถูกสุขลักษณะให้แก่คนงานในเขตเหมืองแร่ เขตแต่งแร่ หรือเขตประกอบโลหกรรม นอกจากนี้กฎกระทรวงดังกล่าวยังกำหนดข้อปฏิบัติให้ผู้ถือประทานบัตรชั่วคราว ผู้ถือประทานบัตร ผู้รับใบอนุญาตแต่งแร่ และผู้รับใบอนุญาตประกอบโลหกรรมถือปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยแก่คนงานและบุคคลภายนอกหลายอย่าง คือ ข้อกำหนดในการใช้กระบอกฉีด การใช้เครื่องจักร การใช้หมอน้ำ และการใช้ไฟฟ้า ข้อกำหนดเกี่ยวกับวัตถุระเบิด ระเบิด วัตถุ และการทำเหมืองใต้ดิน (สินธุรักษ์, 2535)

สมหวัง (2531) ศึกษาปัญหาที่เกิดจากพังถล่มของดินอ่อนชั้นหินผุที่เกิดจากการทำเหมืองสุบ เหมืองถัด หรือเหมืองหาบซึ่งจำเป็นต้องเปิดหน้าเหมืองออกไปทำให้เกิดความไม่เสถียรของความลาดเอียงหน้าเหมือง การศึกษาช่วยลดความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สิน ทำให้เกิดความเสถียรทางด้านความลาดเอียง ทั้งยังช่วยวางแผนการทำเหมืองให้ไปในไปอย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

ช่องว่างขององค์ความรู้

อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าปัจจุบันทุกหน่วยงานมีความกระตือรือร้นในเรื่องการป้องกันผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม มีการออกกฎหมาย ระเบียบ ข้อปฏิบัติออกมามากมาย รวมถึงการจัดการทางด้านบริหารทรัพยากรธรณีมากยิ่งขึ้น แต่หากมองถึงช่องว่างขององค์ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรณีซึ่งถือว่าเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดไปยังไม่มี ความชัดเจนที่แท้จริง ปัญหาการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรแร่ธาตุในประเทศไทยยังมีอีกมากมาย โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์ที่ไม่คุ้มค่าหรือใช้ประโยชน์สูงสุดของแร่ธาตุแต่ละแหล่ง

แร่เชือกเพลิงที่มีมากที่สุดในประเทศ ได้แก่ ถ่านหินลิกไนต์ซึ่งมีตั้งแต่ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ และมีปริมาณค่อนข้างมาก แต่ในธรรมชาติแหล่งแร่ถ่านหินลิกไนต์จะมีการกำเนิดร่วมกับแร่ดินชนิดบอลลเคลย์เสมอ ซึ่งจากผลการสำรวจและทำเหมืองในปัจจุบันอัตราส่วนของแร่บอลลเคลย์ต่อถ่านหินลิกไนต์อาจจะมีมากกว่า 20 เท่า แต่เมื่อผู้ประกอบการต้องการผลิตถ่านหินลิกไนต์อย่างเดียว ชั้นแร่บอลลเคลย์ซึ่งเกิดเป็นชั้นหินค่อนข้างอ่อน ทั้งที่อยู่เหนือและใต้ชั้นลิกไนต์กลับถูกขุดทิ้ง โดยไม่ถือว่าเป็นแร่ และไม่ได้ใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า ทำให้เกิดการสูญเสียทรัพยากรแร่ธาตุของแร่บอลลเคลย์อย่างมาก ถึงแม้ว่าปัจจุบันจะมีผู้ประกอบการบางรายพยายามที่จะผลิตและจำหน่ายแร่บอลลเคลย์ด้วย แต่ก็ยังมีจำนวนน้อย ส่วนใหญ่ยังถูกทิ้งขว้างอย่างไร้ประโยชน์ ปกรณ์ (2538) ศึกษาส่วนประกอบแร่ดิน แหล่งบอลลเคลย์แม่ทาน จังหวัดลำปาง และแสดงให้เห็นว่า การอนุรักษ์แหล่งแร่ก็คือการนำเอาแร่มาใช้ประโยชน์สูงสุด โดยที่แหล่งบอลลเคลย์แม่ทานเป็นแหล่งที่เกิดร่วมกับชั้นถ่านหินลิกไนต์ซึ่งพบ

ในทุกแหล่งที่มีหินบดเทอร์เซียร์ แต่การทำเหมืองลึกในเค็เพียงอย่างเดียวโดยไม่คำนึงถึงแร่บดเคลย์ซึ่งมีประโยชน์ในด้านเซรามิกเป็นอย่างมากกลับถูกละเลยทั้งที่บดเคลย์มีปริมาณมากกว่าลิกไนต์อย่างเห็นได้ชัด การขุดบดเคลย์มากองอย่างทิ้งๆขว้างๆ และปะปนกันไปโดยไม่มีการแยกเกรดก็จะเป็นการเสียประโยชน์ในการนำไปใช้อย่างยั่งยืนอีกด้วย

แหล่งทรัพยากรแร่ธาตุในแต่ละแหล่งก็มีคุณภาพไม่เท่าเทียมกัน แม้แต่ในแหล่งเดียวกันก็ยังมีคุณภาพไม่เท่ากัน หมายถึงมีเกรดของแร่ในการนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมไม่เหมือนกัน เช่นแหล่งบดเคลย์จะมีชั้นที่มีส่วนประกอบของแร่ดินขาวสูงต่ำไม่เท่ากัน บางชั้นอาจเป็นเกรดระดับสูงซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกคุณภาพดีหรือดีมาก ในขณะที่บางชั้นเกรดค่อนข้างต่ำเพราะมีปริมาณเหล็กค่อนข้างสูง แต่การดำเนินการขุดเอาแร่เหล่านี้มาใช้ประโยชน์กลับขุดเอามากองรวมกันหรือปะปนกันทั้งหมด ทำให้คุณภาพของแร่เกรดสูงปนกับแร่เกรดต่ำ และไม่สามารถแยกออกจากกันได้อีกต่อไป การใช้ประโยชน์จากแร่เกรดสูงจึงหมดไป คุณค่าและราคาก็หมดไปเช่นเดียวกัน

ทรัพยากรแร่ธาตุบางชนิดสามารถเพิ่มคุณค่าได้โดยการแต่งแร่อย่างมีประสิทธิภาพ แต่อาจต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ประกอบกับการลงทุนค่อนข้างสูง จึงทำให้ผู้ประกอบการไม่นิยมที่จะลงทุน และจำหน่ายเป็นแร่ดิบหรือแต่งขั้นต้นเท่านั้น เช่น แร่ดินขาวในประเทศไทยหลายแหล่งมีคุณภาพสูงพอกับแหล่งดินขาวในคอรัวอลล์ ประเทศอังกฤษ แต่เนื่องจากยังขาดเทคโนโลยีการแต่งแร่ที่ไม่ต้องการปริมาณเหล็กสูงเกินมาตรฐานของโรงงานเซรามิกอย่างดี ดังนั้นโรงงานเซรามิกคุณภาพสูงในประเทศจึงยังต้องสั่งเข้าวัตถุดิบดินขาวจากประเทศอังกฤษมาเป็นวัตถุดิบหลักอยู่เสมอ ทำให้ประเทศต้องสูญเสียเงินตราต่างประเทศปีละหลายล้านบาท หากประเทศไทยมีการศึกษาและใช้เทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อแต่งดินขาวให้มีเกรดทำเทียมกับต่างประเทศได้ก็จะเป็นผลดีต่อการใช้ประโยชน์แร่ธาตุสูงสุด

หินอ่อนก็เช่นเดียวกัน หินอ่อนเกรดสูงที่มีลวดลายและสีสรรตามความต้องการของตลาดระดับสูงมักนำเข้าจากประเทศอิตาลีซึ่งมีการนำหินอ่อนธรรมชาติมาขัดสีด้วยเทคโนโลยีระดับสูง เมื่อนำมาสู่ตลาดเป็นการเพิ่มคุณค่าของหินอ่อนเป็นอย่างมาก แต่เทคโนโลยีชนิดนี้ยังไม่มีในประเทศไทย เรายังทำตามกรรมวิธีเดิมซึ่งจะได้ลวดลายที่ไม่คงที่ ราคาในตลาดจึงไม่เพิ่มสูงมากนัก หากมีการศึกษาและใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการขัดสีหินอ่อนได้ จะเป็นการเพิ่มคุณค่าโดยตรง

รัฐ (2542) พยายามที่จะให้มีการนำเอา Slag ที่ได้จากการถลุงเหล็กในโรงงานอุตสาหกรรมเหล็กซึ่งมีรวมกันปีละประมาณ 1 หมื่นตันออกมาทำให้เกิดประโยชน์แทนที่จะทิ้งให้อยู่ในธรรมชาติและก่อให้เกิดมลพิษ เช่น นำไปเป็นปุ๋ย หรือนำไปใช้ทำถนนและผลิตภัณฑ์อื่น เป็นต้น

การวิเคราะห์ทิศทางการวิจัยในอนาคต

เนื่องจากปัจจุบันเกิดความขัดแย้งในการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นอันมาก การจัดการขอบเขตของทรัพยากรแต่ละชนิดยังไม่มีหลักการที่ชัดเจน ในทางทรัพยากรธรณีก็ยังไม่ทราบทั้งหมดว่าเรามีทรัพยากรธรณีชนิดใดบ้างที่สามารถรองรับการพัฒนาในอนาคต เรายังไม่ทราบว่าในอนาคตทรัพยากรธรณีชนิดใดจะได้รับความนิยมและเป็นที่ต้องการของอุตสาหกรรมในประเทศและในโลก

ในอดีตเราเคยผลิตปิโตรเลียมเป็นทรัพยากรของโลกมานานโดยไม่ได้นึกถึงและวางแผนล่วงหน้าว่าสักวันหนึ่งความต้องการปิโตรเลียมในโลกจะลดลงจนแทบจะหมด เราไม่เคยคิดว่าสักวันหนึ่งจะมีวัตถุดิบชนิดใดที่สามารถมาแทนที่ปิโตรเลียมได้ เรายังไม่เคยคิดว่านอกจากปิโตรเลียมแล้วในช่วงระยะเวลาดังแต่ประมาณปี พ.ศ. 2520-2540 ทรัพยากรธรรมชาติตัวใดจะมีโอกาสได้รับใช้ประเทศชาติ เราไม่เคยคิดว่าแร่และหินอโลหะหรือแร่และหินอุตสาหกรรม เช่น พวกรูบีน โดโลไมต์ หินอ่อน หินแกรนิต ดินขาว ดินเบา เกลือหิน และไพแทช เป็นต้นจะมาเป็นตัวแทนแร่โลหะจำพวกปิโตรเลียม เหล็ก วุลแฟรม ได้

ดังนั้นการจัดการทรัพยากรธรรมชาติวิทยาซึ่งจะรวมถึงผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้วยจึงไม่เคยมีอยู่ในนโยบาย แผนงาน หรือการปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรมก่อนที่จะมีการนำมาใช้อย่างจริงจัง ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและแก่งแย่งการใช้ประโยชน์อย่างมาก

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 เป็นต้นมา องค์การสหประชาชาติได้เร่งให้นักบริหารธุรกิจทั่วโลกและรัฐบาลของทุกประเทศให้ความสำคัญในเรื่อง การพัฒนาเศรษฐกิจและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) ซึ่งแร่ธาตุและเชื้อเพลิงธรรมชาติจัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติประเภทหมดเปลือง เมื่อพัฒนาขึ้นและนำมาใช้แล้วก็จะหมดไป ในระหว่างการพัฒนาที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติชนิดอื่นๆ ที่อยู่บริเวณเดียวกัน จึงเป็นเรื่องที่ท้าทายความสามารถของนักบริหาร นักวิชาการและผู้ประกอบการในสาขานี้ว่าจะสามารถตอบสนองนโยบาย “การพัฒนาที่ยั่งยืน” ขององค์การสหประชาชาติและของรัฐบาลไทยได้เพียงใดและอย่างไร

ความเป็นมาของการพัฒนาที่ยั่งยืนเกิดจากความวิตกกังวลถึงภัยพิบัติที่เกิดจากปัญหาสิ่งแวดล้อม กันได้แก่ ความร่อยหรอเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ เช่น ป่าไม้ แร่ธาตุ แหล่งน้ำ ที่ดิน และทรัพยากรในทะเล เป็นต้น พืชที่เกิดจากสารพิษ และสิ่งปฏิกูลจากโรงงานอุตสาหกรรมและชุมชน ความวิปริตแปรปรวนของฤดูกาล นอกจากนี้ยังมีปัญหาการเพิ่มประชากรของโลกอย่างรวดเร็ว ซึ่งก็หมายความว่าความต้องการทรัพยากรธรรมชาติเพื่อใช้ในการดำรงชีวิตจะต้องเพิ่มขึ้นอีกอย่างมากมาย ในขณะที่แนวทางและลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจของมนุษยชาติในสภาพปัจจุบันมีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติกันอย่างฟุ่มเฟือย จนน่าเป็นห่วงว่าอนุชนรุ่นหลังจะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่อย่างปกติสุขได้ (ปรักมาศและคณะ 2535)

ในการประชุมสมัชชาใหญ่ขององค์การสหประชาชาติในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2526 ที่ประชุมได้มอบหมายให้นาง Gro Harlem Blundtland นายกรัฐมนตรีประเทศนอร์เวย์ ซึ่งก่อนหน้านี้เคยดำรงตำแหน่งรัฐมนตรีว่าการกระทรวงสิ่งแวดล้อมมาก่อน จัดตั้งคณะกรรมการขึ้นมากณะหนึ่งชื่อว่า World Commission on Environment and Development เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับปัญหานี้

ในปี พ.ศ. 2530 คณะกรรมการของนาง Blundtland ได้เสนอรายงานต่อที่ประชุมสมัชชาใหญ่ขององค์การสหประชาชาติ มีสาระสำคัญว่า ในการที่โลกจะบรรลุถึงการพัฒนาที่ยั่งยืนได้ เราจะต้องหยุดใช้ต้นทุนจากทรัพยากรในพื้นที่พิภพเพื่อการพัฒนา และหันมาใช้แต่เพียงดอกผลซึ่งเราสามารถเก็บเกี่ยวได้จากทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่เท่านั้น ในการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญนี้รัฐบาลทั่วโลกจะต้องดำเนินการอย่างน้อย 2 ประการ คือ

- 1) โครงการหรือแผนงานต่างๆ เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจของแต่ละประเทศจะต้องเป็นการพัฒนาที่ยั่งยืนเท่านั้น
- 2) จะต้องร่วมมือกันปรับสภาพโครงสร้างทางเศรษฐกิจ เพื่อลดช่องว่างระหว่างประเทศที่พัฒนาแล้วและกำลังพัฒนาเพราะช่องว่างนี้เป็นตัวกำหนดแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจของชาติ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลก

การพัฒนาที่ยั่งยืนได้แก่ การพัฒนาซึ่งสามารถมั่นใจได้ว่า การใช้ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมเพื่อตอบสนองความต้องการในปัจจุบันจะไม่เป็นอุปสรรคต่อการใช้ประโยชน์ของอนุชนรุ่นหลังในอนาคต

หัวใจของการพัฒนาที่ยั่งยืนได้แก่ การผสมผสานระหว่างการพัฒนาเศรษฐกิจและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมนั่นเอง กล่าวคือในการวางแผนพัฒนาเศรษฐกิจ จะต้องคำนึงถึงการป้องกันและแก้ไขความเสียหายของสิ่งแวดล้อมควบคู่กันไปเสมอ โดยถือหลักการที่ว่าสภาพแวดล้อมที่ดีและฐานะเศรษฐกิจที่มั่นคงจะต้องอยู่คู่กันต่อไป

การประชุมต่อเนื่องเกี่ยวกับเรื่องที่น่าจะมีความสำคัญยิ่ง ได้แก่ การจัดนิทรรศการและการประชุมทางวิชาการระหว่างชาติที่มีชื่อว่า “Globe 90” ที่เมืองแวนคูเวอร์ ประเทศแคนาดา เมื่อประมาณกลางเดือนมีนาคม 2533 เป็นการประชุมระหว่างนักวิชาการสิ่งแวดล้อม นักธุรกิจชั้นนำของโลก และผู้แทนระดับบริหารจากรัฐบาลต่างๆ มากกว่า 40 ประเทศ เพื่อหาแนวทางและเทคนิควิธีการที่ประสมประสานการพัฒนาและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเข้าด้วยกันให้บังเกิดผลในทางปฏิบัติ ในการประชุมครั้งนี้ได้มีการแสดงนิทรรศการเกี่ยวกับเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม การบริหารสิ่งแวดล้อม และระบบจัดเก็บและเผยแพร่ข้อมูลสิ่งแวดล้อมด้วย (ปริกมาศและคณะ 2535)

ในการประชุม Globe 90 ผู้ที่เป็นผู้แทนประเทศไทยเข้าร่วมประชุมได้แก่สมเด็จพระเจ้าลูกเธอเจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์อัครราชกุมารี พลตำรวจเอกประมาณ อดิเรกสาร รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม และนาย ศิววงศ์ จังคศิริ ปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม ในขณะนั้น

จากการที่ประเทศไทยส่งผู้แทนระดับดังกล่าวเข้าร่วมประชุม Globe 90 ก็พอเป็นที่ยืนยันได้ว่านโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน เป็นสิ่งที่ประเทศไทยจะรับเป็นนโยบายของชาติต่อไปแน่นอน

สิ่งสำคัญที่ประเทศไทยจะต้องดำเนินการต่อไปอีก คือการจัดตั้งคณะกรรมการเฉพาะกิจ เพื่อกำหนดกลยุทธ์ในการเลือกทิศทางและแนวทางการพัฒนาเพื่ออนาคต ผสมผสานกับแนวนโยบายของชาติเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแม่บทในการพิจารณาดำเนินโครงการการพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติขึ้นมาใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ทรัพยากรธรรมชาติมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของชาติ และยังมีขีดความสามารถที่จะขยายขอบเขตออกไปได้กว้างขวางกว่าที่แล้มาแล้ว การที่จะกำหนดนโยบายในการบริหารทรัพยากรธรรมชาติเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจที่ยั่งยืนจำเป็นต้องมีข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับที่ตั้ง ชนิด ปริมาณ และคุณภาพแหล่งแร่ของประเทศ เพราะการบริหารที่ดีย่อมขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ดี เมื่อเราสามารถระบุได้แน่ชัดว่าที่ใดมีแร่อะไรอยู่ปริมาณเท่าใด เราก็สามารถวางแผนได้ว่าส่วนใดควรนำมาใช้ ส่วนใดควรสำรองเก็บเอาไว้ใช้ประโยชน์ในอนาคต

เนื่องจากทรัพยากรธรรมชาติเป็นทรัพยากรประเภทหมดเปลือง การพัฒนาขึ้นมาใช้ประโยชน์จึงจำเป็นต้อง ทำอย่างฉลาดและรอบคอบ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการแสวงหา และมีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

การพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนนั้น ในการวางแผนเพื่อเริ่มกิจการอุตสาหกรรมเกี่ยวกับเหมืองแร่ และการเลิกกิจการจะต้องเลือกใช้วิธีการที่สามารถรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้ได้ดีที่สุด ใช้วิธีการและอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพในการผลิต ลดปริมาณของเสียที่เกิดจากการผลิตให้น้อยลง ลดปัญหาจากการทิ้งสิ่งปฏิกูล ลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติชนิดอื่นๆ ให้น้อยลง รวมทั้งคิดค้นหาวิธีการที่จะนำวัสดุที่ใส่เข้าไปให้สามารถกลับมาใช้ได้กักด้วย (ปรีกาศและคณะ, 2535)

ปัจจุบัน การใช้หลักวิชาการเพื่อกำหนดการตัดสินใจได้ง่ายขึ้นจึงเป็นเรื่องจำเป็น มีการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาจัดการ อาทิการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ชนิดต่างๆ เข้ามารวบรวมข้อมูลพื้นฐานและการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งนับวันจะซับซ้อนมากยิ่งขึ้น วุฒิกานต์ (2542) ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือในการจัดทำระบบฐานข้อมูล (Database) ที่สำคัญประกอบไปด้วยพื้นที่ของแหล่งคาร์บอนेट ปริมาณสำรองและคุณสมบัติทางเคมี ข้อมูลชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ เขตป่าสงวนแห่งชาติ เส้นทางคมนาคม ทางน้ำ และชั้นความสูง เพื่อนำมาใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจในพื้นที่ดังกล่าวว่าสมควรให้มีการประกาศเป็นเหมืองแร่หรือไม่โดยให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด รวมทั้งจะช่วยลดการใช้ทรัพยากรผิดประเภทอื่นเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติได้อีกทางหนึ่ง

นอกจากนี้การสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่โดยเฉพาะในบริเวณหน้าเหมืองเพื่อแยกแยะคุณภาพหรือเกรดของแร่ควรมีมากขึ้นเพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์แหล่งแร่ ให้มีการนำแร่ชนิดนั้นๆ ในบริเวณใดบริเวณหนึ่งมาใช้ประโยชน์ให้ถูกต้องตรงตามความต้องการของโรงงานหรืออุตสาหกรรมนั้นๆ ซึ่งในอดีตหรือปัจจุบันยังคงมีการป้อนวัตถุดิบที่ไม่ตรงตามความต้องการของโรงงานต่างๆ ทำให้เกิดปัญหามากมาย เช่น โรงงานรับวัตถุดิบไม่ได้ต้องทิ้งวัตถุดิบนั้นไปทั้งที่มีการเสียค่าขนส่งไปแล้ว ก่อให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ กองแร่กองดินที่ไม่สามารถนำกลับไปแหล่งเดิมก็จะกลายเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรืออย่างน้อยก็เป็นทัศนียภาพซึ่งเราสามารถมองเห็นกองแร่ที่ถูกทิ้งตามข้างทางค่อนข้างบ่อย หรือหากว่าโรงงานยอมรับเอาแร่ที่ไม่ถูกต้องตามการออกแบบของเครื่องจักรไว้แต่ต้น เครื่องจักรเหล่านั้นอาจมีปัญหาหรือมีอายุการใช้งานสั้นกว่าที่ได้วางไว้ ต้องมีการซ่อมแซมเป็นประจำ เกิดความเสียหายโดยเฉพาะเครื่องมือเครื่องจักรซึ่งส่วนใหญ่สั่งซื้อมาจากต่างประเทศ เป็นการสูญเสียเงินตราต่างประเทศโดยใช่เหตุ

การพัฒนาการสำรวจแหล่งแร่และการคัดเลือกเกรดของแร่ตั้งแต่แหล่งแร่ หรือหน้าเหมืองผลิตจึงมีความจำเป็นเพื่อลดต้นทุนการผลิตและใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า การวิจัยของปกรณ์ (2539 ก), ปกรณ์ (2539 ข) ปกรณ์ (2539 ค) และปกรณ์และคณะ (2542) กล่าวถึงการใช้ประโยชน์แหล่งหินคาร์บอนेटในหลายๆ ได้แก่ แหล่งหินคาร์บอนेट อำเภอพรานกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร อำเภอปากช่อง นครราชสีมา และอำเภอบ้านนาคำ จังหวัดยะลาโดยเน้นถึงการแยกเกรดของหินตั้งแต่การสำรวจจนถึงหน้าเหมืองเพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์แหล่งแร่และการใช้ประโยชน์สูงสุด เกรดหินคาร์บอนेटที่สามารถแยกได้ทั้งหมด 3 แหล่ง ได้แก่ หินคาร์บอนेटฟอกหินระดับ หินคาร์บอนेटฟอกอุตสาหกรรมเคมี หินคาร์บอนेटเพื่ออุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ และหินคาร์บอนेटฟอกเหมืองหินหรือเพื่อการระเบิดย่อยหิน

ครีทพิย์ (2542) ศึกษาถึงแหล่งดินเหนียวที่ใช้ในอุตสาหกรรมปั้นโค้งของจังหวัดราชบุรีซึ่งปัจจุบันประสบปัญหาวัตถุดิบที่ได้จากการขุดดินในที่นามีคุณภาพไม่ดีพอ ผลผลิตที่ได้เสียหายเป็นอันมาก มีการแนะนำให้มีการใช้วัตถุดิบให้เกิดประโยชน์สูงสุด เช่น การนำเอาดินเหนียวในแหล่งที่มีคุณภาพมาผสมกับแหล่งดินเหนียวที่มีคุณภาพต่ำกว่าปกติเล็กน้อยเพื่อให้มีการใช้ประโยชน์ของดินเหนียวในพื้นที่จังหวัดราชบุรีอย่างเต็มที่ และผลิตผลิตภัณฑ์ที่ตีเพียงพอกับพื้นที่นั้นๆ หรือเปลี่ยนรูปผลิตภัณฑ์ให้ทันสมัยยิ่งขึ้น เป็นต้น

นอกจากนี้ในด้านการปกป้องสิ่งแวดล้อมในสถานนอกจากข้อมูลทางธรณีวิทยาที่ได้จากแผนที่ธรณีวิทยา จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ โดยเฉพาะเพื่อแสวงหาทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรธรรมชาติอื่นๆ เพื่อนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ดังกล่าวแล้ว ข้อมูลที่ได้จากแผนที่ธรณีวิทยายังสามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการปรับปรุงแนวทางการพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้อีกทางหนึ่งด้วย หรืออาจกล่าวได้ว่าสามารถใช้ข้อมูลจากแผนที่ธรณีวิทยาไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปรับปรุงสภาวะแวดล้อมของมนุษย์ และเป็นเครื่องชี้้นำในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติได้ รวมทั้งสามารถใช้ได้กับพื้นที่ทุกรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นเขตชุมชนหรือป่าเขา และในทะเล

แผนที่ธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อมเป็นการทำแผนที่ธรณีวิทยาอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นแผนที่เฉพาะอย่าง (Thematic Maps) ซึ่งได้จากการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานทางธรณีวิทยาหลายๆ ด้าน แล้วนำมาประมวลกันเข้าเพื่อแสดงข้อมูลแต่ละประเภท โดยเฉพาะในลักษณะของแผนที่แสดงศักยภาพสภาวะแวดล้อมธรรมชาติ (natural environmental potential map) ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์สำหรับนักวางแผน ผู้บริหาร และผู้ประสานงานที่ไม่ใช่ธรณีวิทยา สามารถเข้าใจและนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสภาวะแวดล้อมได้

จากนี้ไปจะเห็นได้ว่า การพัฒนาทรัพยากรธรณีในยุคต่อไปนี้จะต้องใช้เทคโนโลยีและการลงทุนที่สูงยิ่งขึ้นตลอดเวลา การเตรียมตัวเตรียมใจเพื่อรับสถานการณ์จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

แนะนำวรรณกรรมที่ควรอ่าน

หนังสือเกี่ยวกับเรื่องความรู้ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรธรณีและสิ่งแวดล้อมที่ควรอ่านในขณะนี้ ได้แก่

1. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องเหมืองแร่ไทยใส่ใจสิ่งแวดล้อม, กรมทรัพยากรธรณี
2. ขวสารการธรณี ฉบับพิเศษ 100 ปี กรมทรัพยากรธรณี
3. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาเรื่อง การป้องกันสิ่งแวดล้อมและฟื้นฟูพื้นที่ทำเหมืองแร่, คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
4. 100 ปี กรมทรัพยากรธรณี, กรมทรัพยากรธรณี
5. ความก้าวหน้าและวิสัยทัศน์ของการพัฒนาทรัพยากรธรณี, กรมทรัพยากรธรณี

บรรณานุกรม

กรมทรัพยากรธรณี, 2541, นโยบายการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมของกรมทรัพยากรธรณี, เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องเหมืองแร่ไทยใส่ใจสิ่งแวดล้อม, กรมทรัพยากรธรณี

- เกียรติพงษ์ อุดมชนะธีระ, 2542, งานติดตามเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อมกลุ่มเหมืองแร่ตะกั่ว จังหวัดกาญจนบุรี, กองสิ่งแวดล้อม, กรมทรัพยากรธรณี
- เกศตร พัทธกวีพรวัลย์, 2534 a, ทรัพยากรธรณีกับคุณภาพชีวิต, ข่าวสารการธรณี ฉบับพิเศษ 100 ปี กรมทรัพยากรธรณี, อมรินทร์พริ้นติ้งกรุ๊ป, หน้า 105-124
- เกศตร พัทธกวีพรวัลย์, 2534 b, สยามเป็นเมืองเหมืองแร่, ข่าวสารการธรณี ฉบับพิเศษ 100 ปี กรมทรัพยากรธรณี, อมรินทร์พริ้นติ้งกรุ๊ป, หน้า 125-170
- ทองผา ไกลเจริญรัตน์, 2538, การวิจัยศึกษาสภาพปัญหาการดำเนินงานเหมืองแร่แก้ว, เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาเรื่อง การป้องกันสิ่งแวดล้อมและฟื้นฟูพื้นที่ทำเหมืองแร่
- เดช เอี่ยมยิ้ม, 2541, กฎ ระเบียบและข้อปฏิบัติของผู้ประกอบการในการดูแลสิ่งแวดล้อมตามพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510, เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องเหมืองแร่ไทยใส่ใจสิ่งแวดล้อม, กรมทรัพยากรธรณี
- ศรีทิพย์ ศุภสุนทรกุล, 2542, ดินเหนียวเพื่อเทคโนโลยีดินปั้นโอ่งราชบุรี ปัญหาและทางเลือก, สิ่งแวดล้อมในศตวรรษใหม่, รายงานการประชุมทางวิชาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร' 42, คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, หน้า 55-65
- กนกกร กักเครือ, 2541, นายเหมืองไทยแก้ไขปัญหาสังแวดล้อม, เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องเหมืองแร่ไทยใส่ใจสิ่งแวดล้อม, กรมทรัพยากรธรณี
- ธนา เกียรติวงศ์ชัย, 2538, การประมวลผลข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศทั่วประเทศ, ความก้าวหน้าและวิสัยทัศน์ของการพัฒนาทรัพยากรธรณี, การประชุมวิชาการกรมทรัพยากรธรณีปี พ.ศ. 2538, หน้า 297-315
- ธีรวัช อินทรสูตร , 2531, มลพิษสารหนูในแหล่งน้ำบาดาล อ.ร่อนพิบูลย์ จ.นครศรีธรรมราช, การประชุมเหมืองแร่ ประจำปี พ.ศ. 2531, หน้า 142-152
- นัยนา กัลลประวิทย์, 2538, แผนแม่บททางด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาทรัพยากรธรณี, ความก้าวหน้าและวิสัยทัศน์ของการพัฒนาทรัพยากรธรณี, การประชุมวิชาการกรมทรัพยากรธรณีปี พ.ศ. 2538, หน้า 27-36
- ภัคเจต จุฬาสัย, 2541, การวิเคราะห์ผลกระทบทางด้านสุขภาพของโครงการเหมืองแร่, เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องเหมืองแร่ไทยใส่ใจสิ่งแวดล้อม, กรมทรัพยากรธรณี
- บุญวงศ์ ไทยอุตสาห, 2538, แนวทางการฟื้นฟูที่ดินภายหลังการทำเหมืองแร่, เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาเรื่อง การป้องกันสิ่งแวดล้อมและฟื้นฟูพื้นที่ทำเหมืองแร่
- ปกรณ สุวานิช, 2538, การศึกษาลักษณะประกอบของแร่ดิน แหล่งเกลือแม่ทาม จังหวัดลำปาง, ความก้าวหน้าและวิสัยทัศน์ของการพัฒนาทรัพยากรธรณี, การประชุมวิชาการกรมทรัพยากรธรณีปี พ.ศ. 2538, หน้า 263-281
- ปกรณ สุวานิช, 2539 a, ธรณีวิทยาแหล่งหินคาร์บอนेट อำเภอพรานกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร, งานศึกษาวิจัยในด้านการวางแผนพัฒนาแหล่งหินคาร์บอนेट, กรมทรัพยากรธรณี, 73 หน้า
- ปกรณ สุวานิช, 2539 b, ธรณีวิทยาแหล่งหินคาร์บอนेट อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา, งานศึกษาวิจัยในด้านการวางแผนพัฒนาแหล่งหินคาร์บอนेट, กรมทรัพยากรธรณี, 70 หน้า

- ปกรณีย์ สุวานิช, 2539 c, ธรณีวิทยาแหล่งหินคาร์บอเนต อำเภอบ้านม่วง จังหวัดยะลา, งานศึกษาวิจัยในการวางแผนพัฒนาแหล่งหินคาร์บอเนต, กรมทรัพยากรธรณี, 55 หน้า
- ปกรณีย์ สุวานิช และชลลดา ตัญยงค์, 2542; การใช้ประโยชน์แหล่งหินคาร์บอเนต อำเภอรามกระด่าย จังหวัดกำแพงเพชร อำเภอปากช่อง นครราชสีมา และอำเภอบ้านม่วง จังหวัดยะลา, สิ่งแวดล้อมในศตวรรษใหม่, รายงานการประชุมทางวิชาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร' 42, คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, หน้า1-18
- ประธาน อารีย์พล, 2541, การจัดการสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการทำเหมืองและโรงไม้หิน, เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องเหมืองแร่ไทยใส่ใจสิ่งแวดล้อม, กรมทรัพยากรธรณี
- ประไพ ฤกษ์พิชญโชนิน, 2541, นายเหมืองแร่ไทยแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมของบริษัทผลิตลิกไนต์ จำกัด, เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องเหมืองแร่ไทยใส่ใจสิ่งแวดล้อม, กรมทรัพยากรธรณี
- ปรักมาศ สุวรรณสิงห์, พงษ์เทพ จารุอำพรพรรณ, สุดฟ้าใจ ลิ้มเจริญ และอนงค์ ไพจิตรประภาภรณ์; 2535, ทรัพยากรธรณีกับสิ่งแวดล้อม, 100 ปี กรมทรัพยากรธรณี, หน้า 304-314
- ปริญญ์ พุทธาภิบาล และฉลองรัฐ ชะกนันต์, 2531, ธรณีวิทยาและสิ่งแวดล้อมบริเวณโครงการพัฒนาคอกขุด จังหวัดชัยภูมิ, การประชุมเหมืองแร่ ประจำปี พ.ศ. 2531, หน้า 9-18
- พงศ์พันธุ์ รัตนมุสิก, 2541, มาตรการการป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการทำเหมืองหิน, เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องเหมืองแร่ไทยใส่ใจสิ่งแวดล้อม, กรมทรัพยากรธรณี
- พงษ์เทพ จารุอำพรพรรณ a, 2538; บทบาทของกองสิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรณีในการให้ความช่วยเหลือแก่ผู้ประกอบการเหมืองแร่, เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาเรื่อง การป้องกันสิ่งแวดล้อมและฟื้นฟูพื้นที่ทำเหมืองแร่
- พงษ์เทพ จารุอำพรพรรณ b, 2538; การจัดการด้านสิ่งแวดล้อมเหมืองแร่, เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาเรื่อง การป้องกันสิ่งแวดล้อมและฟื้นฟูพื้นที่ทำเหมืองแร่
- พงษ์เทพ จารุอำพรพรรณ c, 2538; การจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในการทำเหมืองหินเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง, เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาเรื่อง การป้องกันสิ่งแวดล้อมและฟื้นฟูพื้นที่ทำเหมืองแร่
- พิทักษ์ รัตนจารุรักษ์, 2538, คุณสมบัติโคโลไมต์สุราษฎร์ธานี, ความก้าวหน้าและวิสัยทัศน์ของการพัฒนาทรัพยากรธรณี, การประชุมวิชาการกรมทรัพยากรธรณีปี พ.ศ. 2538, หน้า 283
- พิทักษ์ รัตนจารุรักษ์, 2542; ผลกระทบจากการทำเหมืองบ้านโนนสะแบง อำเภอบ้านม่วง จ.สุพรรณบุรี, สิ่งแวดล้อมในศตวรรษใหม่, รายงานการประชุมทางวิชาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร' 42, คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, หน้า243-256
- พิทักษ์ หาญจวนิช และชาญ จรรย์วานิชย์, 2538, การแต่งตั้งดินขาวจากจังหวัดอุดรธานี, ความก้าวหน้าและวิสัยทัศน์ของการพัฒนาทรัพยากรธรณี, การประชุมวิชาการกรมทรัพยากรธรณีปี พ.ศ. 2538, หน้า 475-483
- ฟิ่งใจ ลิ้มเจริญ, 2531, ปัญหาพิษสารหนูที่อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช, การประชุมเหมืองแร่ ประจำปี พ.ศ. 2531, หน้า 259-262

- มานิตย์ จามงค์ไทย, เกียรติศักดิ์ กันธวัง และสมบุรณ์ เสกธีระ, 2538, *Geochemical Exploration in Thailand, ความก้าวหน้าและวิสัยทัศน์ของการพัฒนาทรัพยากรธรณี, การประชุมวิชาการกรมทรัพยากรธรณีปี พ.ศ. 2538*, หน้า 285-296
- รัฐ เรืองโชติวิทย์, 2542, การใช้ประโยชน์ Slag โรงงานอุตสาหกรรมเหล็ก, สิ่งแวดล้อมในศตวรรษใหม่, รายงานการประชุมทางวิชาการ สิ่งแวดล้อมและทรัพยากร' 42, คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, หน้า 44-54
- วิจิต วิจิตรมรพันธุ์, 2535, *วิวัฒนาการการทำเหมืองแร่, 100 ปี กรมทรัพยากรธรณี, กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม*, หน้า 152-157
- วิวัฒน์ ตันตะพานิชกุล, 2541, การจัดการสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการทำเหมืองและโรงโม่หินด้านฝุ่นละออง, เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องเหมืองแร่ไทยใส่ใจสิ่งแวดล้อม, กรมทรัพยากรธรณี
- วุฒิگانต์ สุขเสริม, 2542, การประเมินศักยภาพแหล่งหินคาร์บอนดโดยใช้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (กรณีศึกษา จังหวัดราชบุรี), สิ่งแวดล้อมในศตวรรษใหม่, รายงานการประชุมทางวิชาการ สิ่งแวดล้อมและทรัพยากร' 42, คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, หน้า 115-132
- วัลลภ วิเศษสิทธิ์, 2538, การประยุกต์ใช้ข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทางอากาศเพื่อวิเคราะห์หาศักยภาพของแหล่งแร่เหล็กในพื้นที่สำรวจติดตามผลทางอากาศ พื้นที่เพชรบูรณ์, ความก้าวหน้าและวิสัยทัศน์ของการพัฒนาทรัพยากรธรณี, การประชุมวิชาการกรมทรัพยากรธรณีปี พ.ศ. 2538, หน้า 317-337
- ไวพจน์ วรภณ, 2538, การประยุกต์ใช้ข้อมูลกับมันตรังสีในอากาศในการปรับปรุงแผนที่ธรณีวิทยาและหาแหล่งแร่, ความก้าวหน้าและวิสัยทัศน์ของการพัฒนาทรัพยากรธรณี, การประชุมวิชาการกรมทรัพยากรธรณีปี พ.ศ. 2538, หน้า 357-373
- ศักดิ์ ธรรมวิวัฒน์, 2538, การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยการวัดสนามแรงโน้มถ่วง (Gravity) บริเวณลุ่มแอ่งสาบปราบและลุ่มแอ่งเสริมงาม จังหวัดลำปาง, ความก้าวหน้าและวิสัยทัศน์ของการพัฒนาทรัพยากรธรณี, การประชุมวิชาการกรมทรัพยากรธรณีปี พ.ศ. 2538, หน้า 377-391
- โสภณัฐ ภิรมย์เลิศ, 2538 *ในครุไดโนเสาร์ยุคจูราสสิก อ.เมือง จ.ขอนแก่น*, ความก้าวหน้าและวิสัยทัศน์ของการพัฒนาทรัพยากรธรณี, การประชุมวิชาการกรมทรัพยากรธรณีปี พ.ศ. 2538, หน้า 629-644
- สง่า ตั้งชวาล, 2541, การจัดการสิ่งแวดล้อมด้านความสั่นสะเทือนมาจากการทำเหมืองแร่และเหมืองหิน, เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องเหมืองแร่ไทยใส่ใจสิ่งแวดล้อม, กรมทรัพยากรธรณี
- สงัด พันธุ์โอภาส, 2531, *ความก้าวหน้าทางวิชาการธรณีวิทยาของประเทศไทยในรอบ 10 ปี จนถึงปัจจุบัน*, การประชุมเหมืองแร่ ประจำปี พ.ศ. 2531, หน้า 19-32
- สนธิ วรรณพงษ์, 2538; การจัดการด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับผู้ประกอบการเหมืองแร่, เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาเรื่อง การป้องกันสิ่งแวดล้อมและฟื้นฟูพื้นที่ทำเหมืองแร่
- สมเพชร มังกรดิน, 2538, แนวทางในการฟื้นฟูพื้นที่ทำเหมือง, เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาเรื่อง การป้องกันสิ่งแวดล้อมและฟื้นฟูพื้นที่ทำเหมืองแร่

- สมหวัง วิทยาปัญญาพนธ์, 2531, เสถียรภาพความลาดเอียงในบริเวณดินอ่อนสำหรับเหมืองผิวดิน, การประชุมเหมืองแร่ ประจำปี พ.ศ. 2531, หน้า 215-218
- สินธุรัชย์ เสาวณะ, 2535, การป้องกันความเคื่อดร่อนเสียหายจากการทำเหมืองแร่, 100 ปี กรมทรัพยากรธรณี, กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม, หน้า 152-157
- สุดารัตน์ สกุลฤๅ, 2538; กระดิ่งเทพาไม้กึ่งนำสำหรับดินเหมืองแร่เก่า, เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาเรื่อง การป้องกันสิ่งแวดล้อมและฟื้นฟูพื้นที่ทำเหมืองแร่
- สุเมธ แสนประเสริฐ, 2531, ความปลอดภัยในการทำงานของเหมืองแร่แมงกานีส, การประชุมเหมืองแร่ ประจำปี พ.ศ. 2531, หน้า 209-214
- สันต์สุดา ไชยสิงห์ และนัยนา กัลลประวิทย์, 2541, การลดปริมาณฝุ่นในการทำเหมืองโดยใช้สารเคมี, เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องเหมืองแร่ไทยใส่ใจสิ่งแวดล้อม, กรมทรัพยากรธรณี
- สุชาติ นวภวณ, 2542, การแก้ไขปัญหามลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการปล่อยน้ำขุ่นข้นและดินตะกอนสู่คลองเปิดกรณีศึกษาจังหวัดพังงา, สิ่งแวดล้อมในศตวรรษใหม่, รายงานการประชุมทางวิชาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรฯ 42, คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, หน้า 163-173
- กตชาติ สุวินทร์คำ, 2538, การประยุกต์ใช้เทคนิคการสำรวจแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับแร่อุตสาหกรรม, ความก้าวหน้าและวิสัยทัศน์ของการพัฒนาทรัพยากรธรณี, การประชุมวิชาการกรมทรัพยากรธรณีปี พ.ศ. 2538, หน้า 375
- อนงค์ ไพจิตรประภาภรณ์ และเกียรติพงษ์ ถูมชนะธีระ, 2538, การศึกษาสำรวจสภาพการแพร่กระจายของสารตะกั่วรอบอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์, ความก้าวหน้าและวิสัยทัศน์ของการพัฒนาทรัพยากรธรณี, การประชุมวิชาการกรมทรัพยากรธรณีปี พ.ศ. 2538, หน้า 163-176
- อารีย์ จิวรัชย์, 2538, โครงการระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการทางด้านอุตสาหกรรมเหมืองแร่, ความก้าวหน้าและวิสัยทัศน์ของการพัฒนาทรัพยากรธรณี, การประชุมวิชาการกรมทรัพยากรธรณีปี พ.ศ. 2538, หน้า 37-61
- อารมณ เขวลิต, 2541, แนวทางการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมตามแนวทางรัฐธรรมนูญใหม่, เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องเหมืองแร่ไทยใส่ใจสิ่งแวดล้อม, กรมทรัพยากรธรณี
- อารมณ เขวลิต และวี จารุรักษา, 2531, ผลกระทบจากการทำเหมืองและการแต่งแร่ต่อสภาวะแวดล้อมบริเวณเทือกเขาหลวง, การประชุมเหมืองแร่ ประจำปี พ.ศ. 2531, หน้า 259-262

การทำแบบจำลองทางนิเวศน์วิทยา

การทำแบบจำลองทางนิเวศวิทยา (Ecological Modelling)

เรวดี ไรจนกันท์
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

บทสรุป

ในการศึกษานี้พบว่าแบบจำลองทางนิเวศวิทยา (Ecological model) ที่เป็นแบบจำลองระบบกลไก หรือแบบจำลองทางสมการคณิตศาสตร์ที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมามีจำนวนน้อยมาก เมื่อเทียบกับแบบจำลองด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental model) อย่างไรก็ตามพบว่า แบบจำลองทางนิเวศวิทยาเชิงทฤษฎีของแบบจำลองพลวัตของประชากรมีการพัฒนาไปอย่างมากและต่อเนื่องโดยนักวิจัยกลุ่มเดียว ในการทบทวนวรรณกรรมแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) แบบจำลองพลวัตของประชากร (Population dynamic models) 2) แบบจำลองสำหรับระบบนิเวศวิทยาทางบก (Models for terrestrial ecosystems) และอื่นๆที่เกี่ยวข้อง และ 3) แบบจำลองสำหรับระบบนิเวศวิทยาทางน้ำ (Models for aquatic ecosystems) และอื่นๆที่เกี่ยวข้อง การขาดไปของความรู้และความชำนาญของบุคคลากรและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับขบวนการของความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบนิเวศที่ต้องการศึกษาเป็นปัจจัยหลักของการที่แบบจำลองทางนิเวศวิทยาไม่ได้ถูกพัฒนาในประเทศไทย อย่างไรก็ตามแนวทาง การนำแบบจำลองที่ได้มีการพัฒนาแล้วอย่างมากมายในต่างประเทศมาประยุกต์ใช้และการวิจัยที่มีเป้าหมายที่แน่นอนเป็นสิ่งซึ่งคาดว่าจะทำให้การพัฒนาแบบจำลองทางนิเวศวิทยามีแนวทางที่ดีขึ้น

บทนำ

คำนำ

ความแพร่หลายของการศึกษาแบบจำลองทางนิเวศวิทยาเริ่มต้นเป็นรูปธรรมอย่างเด่นชัดในต่างประเทศ เมื่อมีการจัดพิมพ์วารสารชื่อ "Ecological Modelling" ในปี 1975 ซึ่งขอบเขตงานวิจัยที่ถูกตีพิมพ์นั้นมิได้จำกัดเพียงแบบจำลองทางนิเวศวิทยาเท่านั้น แต่ได้มีแบบจำลองที่เกี่ยวข้องและเป็นที่น่าสนใจศึกษาถูกตีพิมพ์ เช่น แบบจำลองการบำบัดน้ำเสีย แบบจำลองพลวัตทางน้ำ (Hydrodynamical model) เป็นต้น ในปี 1997 Jorgensen ผู้ริเริ่มวารสารเล่มนี้และเ็นบรรณาธิการหลักอยู่เป็นเวลานาน ได้เสนอบทความที่สำคัญชิ้นหนึ่งในวาระที่ได้มีการตีพิมพ์วารสารเล่มนี้เป็นเล่มที่ 100 บทความนี้เป็นการทบทวนเพื่อแสดงถึงพัฒนาการของแบบจำลองทางนิเวศวิทยา (Ecological model) แบบจำลองสิ่งแวดล้อม (Environmental model) และนิเวศวิทยาระบบ (Systems ecology) ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยที่ส่วนหนึ่งของบทความได้นำเสนอเชื้อชาติของผู้สร้างแบบจำลองโดยไม่มีบทความของผู้สร้างแบบจำลองของประเทศไทยถูกตีพิมพ์ ในขณะที่ประเทศในเอเชียมีเพียง 7 ประเทศที่มีบทความตีพิมพ์ คือ ญี่ปุ่น (65 บทความ), อินเดีย (25 บทความ), อิสราเอล (6 บทความ), ไต้หวันและฟิลิปปินส์ (ประเทศละ 3 บทความ), เกาหลี (2 บทความ) และอินโดนีเซีย (1 บทความ) (Jorgensen 1997) จึงแล้ววารสารนี้เป็นเพียงหนึ่งในหลายวารสารที่ตีพิมพ์บทความทางด้านนี้ แต่ก็เป็นวารสารที่อาจกล่าวได้ว่ามีชื่อเสียงที่สุดวาร

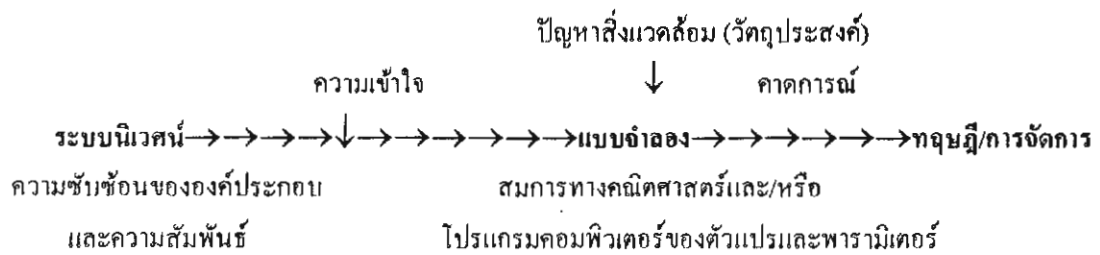
สารหนึ่ง โดยที่ภาพสะท้อนดังกล่าวนี้ก็สอดคล้องกับ “ความรู้สึก” ของชุมชนนักวิทยาศาสตร์ทางด้านนิเวศน์วิทยาในประเทศไทย ดังนั้นปัญหาจึงอยู่ที่ว่าเหตุใดหรือช่องว่างส่วนใดที่เกิดขึ้นทำให้งานวิจัยในลักษณะนี้ไม่ได้มีการพัฒนาเท่าที่ควรในขบวนการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนทั้ง ๆ ที่เป็นที่ยอมรับกันถึงความสำคัญของการดูแลรักษาระบบนิเวศน์ในปัจจุบัน

แบบจำลอง (Model) และแบบจำลองทางนิเวศน์วิทยา (Ecological model)

ความหมายของคำว่า แบบจำลอง (Model) มีหลากหลายแต่โดยสรุป คือ การทำสิ่งที่มีอยู่จริงให้ง่ายขึ้น โดยอยู่ในรูปของสิ่งที่จับต้องได้ (Physical model) หรือรูปแบบที่จับต้องไม่ได้ (Conceptual and simulation models) การทำให้ง่ายขึ้น (Simplification) นั้นจริงแล้วเป็นสิ่งที่ยากอย่างยิ่งเพราะผู้ทำหรือสร้างต้องมี **ความเข้าใจ** (Understanding) อย่างลึกซึ้งในสิ่งนั้น ๆ (ภาพที่ 1) ในกรณีของแบบจำลองทางนิเวศน์วิทยา ผู้สร้างแบบจำลองจึงต้องมีความเข้าใจในระบบนิเวศน์ที่สนใจอย่างดี การเข้าใจระบบนิเวศน์นั้นไม่เพียงจะเข้าใจในการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบเท่านั้น แต่จำเป็นต้องสามารถเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบที่ควบคุม โดยขบวนการหรือกลไกต่างๆ เป็นที่ทราบโดยทั่วไปว่าระบบนิเวศน์เป็นระบบที่มีความซับซ้อนอย่างมาก โดยมีจำนวนของทั้งองค์ประกอบและความสัมพันธ์ต่าง ๆ มากมาย ดังนั้นส่วนที่ยากที่สุดและสำคัญที่สุดในการสร้างแบบจำลองทางนิเวศน์วิทยา คือการเลือกองค์ประกอบและความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องและต้องมีความสำคัญต่อปัญหาที่สนใจในการสร้างแบบจำลอง ส่วนการแปลงความรู้ความเข้าใจในระบบดังกล่าวเป็นสมการทางคณิตศาสตร์และโปรแกรมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์เป็นส่วนสำคัญรองลงมา สำหรับในระบบนิเวศน์หนึ่ง ๆ แบบจำลองที่ถูกสร้างมาได้หลายแบบจำลองขึ้นกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการเป็นหลัก เนื่องจากการที่จะทำให้แบบจำลองหนึ่ง สามารถแทนและแสดงสภาพของระบบนิเวศน์นั้น ๆ ในทุกแง่มุมย่อมเป็นไปได้

นอกจากแบบจำลองทางนิเวศน์วิทยาที่เป็นหัวข้อสำคัญในการศึกษารั้วนี้ ผู้ศึกษาพบว่าแบบจำลองที่พบส่วนมากหรือเกือบทั้งหมดในประเทศไทยเป็นแบบจำลองทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental model) ซึ่งในหลายกรณีถูกใช้ในความหมายของแบบจำลองทางนิเวศน์วิทยา Jorgensen เองมักจะใช้ทั้ง 2 คำนี้รวมกันไป และอาจพิจารณาได้ว่าแบบจำลองทางนิเวศน์วิทยาเป็นส่วนหนึ่งของแบบจำลองทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่นเดียวกับระบบนิเวศน์ก็เป็นส่วนหนึ่งของสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวมนุษย์ ดังนั้นเราอาจมองเห็นความเชื่อมโยงของแบบจำลองทั้ง 2 อยู่ ตัวอย่างของแบบจำลองทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น แบบจำลองพลวัตทางน้ำ แบบจำลองความชื้นในดิน เป็นต้น

การสร้างแบบจำลองมีจุดประสงค์หลักโดยรวมคือ เพื่อ**การคาดการณ์** (Prediction) (Pool 1979) ซึ่งรวมถึงการใช้แบบจำลองทางนิเวศน์วิทยาเป็นเครื่องมือ เพื่อให้เราสามารถเข้าใจระบบนิเวศน์ได้อย่างเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น จนถึงความพยายามที่จะใช้แบบจำลองทางนิเวศน์วิทยาเพื่อการพิสูจน์ทฤษฎีทางนิเวศน์วิทยา แบบจำลองทางนิเวศน์วิทยายังเป็นส่วนสำคัญเมื่อประกอบกับแบบจำลองสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เพื่อใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อม (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 การสร้างแบบจำลองของระบบนิเวศน์

การทบทวนวรรณกรรม

ขอบเขตในการทบทวนวรรณกรรม

การศึกษานี้ได้ทำการแบ่งกลุ่มแบบจำลองออกเป็นกลุ่ม ดังนี้

- 1) แบบจำลองพลวัตของประชากร (Population dynamic models)
- 2) แบบจำลองสำหรับระบบนิเวศน์วิทยาทางบก (Models for terrestrial ecosystems) และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 3) แบบจำลองสำหรับระบบนิเวศน์วิทยาทางน้ำ (Models for aquatic ecosystems) และอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

โดยได้ทำการสืบค้นทางอิเล็กทรอนิกส์จากห้องสมุดต่าง ๆ โดยเฉพาะห้องสมุดของมหาวิทยาลัยและสถาบันทางการศึกษาเป็นหลัก นอกจากนี้ยังมีการสืบค้นจากฐานข้อมูล 1 แหล่ง คือ ฐานข้อมูลสิ่งพิมพ์ด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรไทย (พ.ศ. 2510-2539) โดยรวบรวมทั้งแบบจำลองที่พัฒนาโดยผู้วิจัยชาวไทย และ แบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับระบบที่ศึกษาในประเทศไทย

1. แบบจำลองพลวัตประชากร (Population dynamic models)

แบบจำลองพลวัตของประชากรซึ่งพบในการทบทวนนี้ครอบคลุมทั้งแบบจำลองทางนิเวศน์วิทยาเชิงทฤษฎี (Theoretical Model) และแบบจำลองพลวัตของประชากรที่มีความเป็นจริงมากขึ้น จากการทบทวนพบแบบจำลองทางนิเวศน์วิทยาเชิงทฤษฎีที่เป็นงานควบคุมวิทยานิพนธ์ 6 เรื่อง และงานวิจัย 1 เรื่องของ ศ. ดร.ยงค์วิมล เกษมบุรี แห่ง ภาควิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่แสดงในตารางที่ 1 ที่จริงแล้วยังมีงานวิจัยของท่านผู้นี้ที่ได้รับการตีพิมพ์อีกในวารสารต่างประเทศที่มีได้รวบรวมไว้ในการทบทวนนี้ แบบจำลองที่ใช้เป็นหลักคือ แบบจำลอง Lotka-Volterra ซึ่งเป็นแบบจำลองทางนิเวศน์วิทยาที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีและแนวคิดทางนิเวศน์วิทยาประชากรซึ่งเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางตั้งแต่ช่วงปี 1920 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน แบบจำลอง Lotka-Volterra เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ของผู้ล่าและเหยื่อในห่วงโซ่อาหารเป็นแบบจำลองที่ถูกพัฒนาโดย Reductionist approach ซึ่งเป็นการทำให้ง่าย (Simplification) ของความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในระบบนิเวศน์ ทั้งนี้สมมติฐานทั่วไปของแบบจำลองประเภทนี้จะสนใจรายละเอียดของคุณลักษณะทางชีววิทยาของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งความสัมพันธ์ที่ไม่อยู่ในความสัมพันธ์อื่นที่ไม่อยู่ในความสนใจ งานดังกล่าวของ

ศ.ดร. ขงควิมล เถนบุรี ทั้งหมดมีความต่อเนื่องกันโดยเริ่มต้นใช้แบบจำลอง Lotka-Volterra และเทคนิควิเคราะห์ที่เกี่ยวข้อง เช่น Singular perturbation technique ร่วมกับ Hopf bifurcation theorem ในการอธิบายและแปลผลของปรากฏการณ์ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต 3 ลำดับชั้นในห่วงโซ่อาหารซึ่งสามารถพบได้ทั้งสภาพธรรมชาติ (ปลาขนาดเล็ก-ปลาขนาดกลาง-ปลาขนาดใหญ่) และ ในระบบที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น ระบบบ่อปฏิริยาทางชีววิทยาในการกำจัดน้ำเสีย (สารอาหาร-แบคทีเรีย-โปรโตซัว) ระบบการหมัก เป็นต้น และได้มีการสร้างเงื่อนไขเพิ่มเติมสำหรับแบบจำลอง Lotka-Volterra ของ 2 ลำดับชั้นในห่วงโซ่อาหาร ในกรณีที่ผู้ล่าถูกอาศัยโดยปรสิต เพื่อศึกษาพลวัตเชิงพฤติกรรมของระบบที่งานวิทยานิพนธ์อีกชิ้นหนึ่งเป็นการประยุกต์ใช้วิธีการ Feedback decoupling กับแบบจำลองคณิตศาสตร์ ในห่วงโซ่อาหารชนิดโคลโมโกรอฟ (Kolmogorov type model) สำหรับสิ่งมีชีวิต 3 ลำดับชั้น รวมทั้งงานวิทยานิพนธ์แบบจำลองของการกระจาย ส่งถ่ายสารพิษต่อประชากร 1 สายพันธุ์ในระบบปิดวิเคราะห์โดยทฤษฎี Hopf bifurcation ผลของงานวิทยานิพนธ์ 6 เรื่อง และงานวิจัยนี้ยังไม่มีการทดสอบกับข้อมูลในภาคสนามหรือในห้องปฏิบัติการ

งานวิจัยของเดวิด รูฟโฟโล และคณะ (2540) ซึ่งเป็นนักวิจัยของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ประยุกต์สมการการขนส่ง (Fokker-Planck equation) ที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในสาขาฟิสิกส์และดาราศาสตร์ เพื่อใช้คาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของประชากรหอยหลอดเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้มีการเก็บไว้แล้ว รวมทั้งทำการทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง แบบจำลองที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ค่อนข้างมีความเป็นจริงมากขึ้น และใช้ความเข้าใจในพลวัตของประชากรหอยหลอดที่ได้มีการศึกษาดังแต่ปี พ. ศ. 2524 โดยนักวิจัยของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อย่างไรก็ตามปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่ได้ทำการศึกษาสะท้อนอยู่ในค่าของอัตราการเจริญเติบโต และอัตราการตาย โดยที่ยังไม่ได้แยกออกมาในรูปความสัมพันธ์เพื่อแสดงในแบบจำลองอย่างเด่นชัด

ตารางที่ 1 แบบจำลองพลวัตประชากร (Population dynamic models)

ชื่อผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ปี	ลักษณะที่ตีพิมพ์	สถาบัน
Punpocha, M.	Modelling oscillatory behaviour in a three-variable model of continuous fermentation systems subject to product inhibition.	1989	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัยมหิดล
Novapruteep, M.	Dynamic behavior of a model of the chemostat to product inhibition with parabolic specific growth rate.	1993	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัยมหิดล
Likasin, C.	Analysis of a mathematical model of food chain by the singular perturbation method.	1994	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัยมหิดล

ยงศ์วิมล เลณบุรี และคณะ	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบทางเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อสิ่งแวดล้อม.	2539	รายงานการวิจัย เขียนเล่ม	สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
เดวิด รุฟโฟโกล และคณะ	โมเดลทางคณิตศาสตร์ของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรหอยหลอด.	2540	รายงานการวิจัย เขียนเล่ม	สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
Hongthong, S.	Analysis of a mathematical model for the effect of toxicant on single-species ecosystems.	1998	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัยมหิดล
Rattanamongkonkul, S.	Dynamic behavior of a model for the effect of a parasite in the predator population of a two species system.	1998	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัยมหิดล
Pansuwan, A.	Chaos and control action in a Kolmogorov type model for food webs with harvesting or replenishment.	1999	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัยมหิดล

2. แบบจำลองสำหรับระบบนิเวศน์วิทยาทางบก (Model for terrestrial ecosystems) และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

จริงแล้วในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ไม่พบแบบจำลองนิเวศน์วิทยาของระบบนิเวศน์วิทยาทางบก เท่าที่พบเป็นแบบจำลองทางด้านสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบการเกษตร (Agricultural systems) การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use change) การเคลื่อนที่ของโลหะหนักที่เป็นผลจากกิจกรรมของมนุษย์ในชั้นดิน และการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นต้น ดังแสดงในตารางที่ 2 แบบจำลองส่วนมากเป็นแบบจำลองระบบเชิงกลไก (Mechanistic model) เพื่อการจำลอง (Simulation) หรือ การคาดการณ์ (Forecasting) ที่ยังเป็น Deterministic model เป็นส่วนใหญ่ มีเพียง 1 แบบจำลองที่เป็น Stochastic model ส่วนแบบจำลองเชิงเศรษฐศาสตร์ทรัพยากรและการจัดการที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้ทำการทบทวนพบมีเพียง 3 แบบจำลอง

กลุ่มของแบบจำลองของความสมดุลของพืช-ดิน-น้ำ (Crop-Soil-Water balance) ถูกพัฒนาอย่างกว้างขวาง เนื่องจากสามารถประยุกต์ไปใช้ในกิจกรรมการเกษตรซึ่งเป็นกิจกรรมหลักในประเทศไทย แบบจำลองกลุ่มแรกนี้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องซึ่งทั้ง 3 แบบจำลอง ซึ่งเป็นงานวิทยานิพนธ์ของสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (Asian Institute of Technology-AIT) แบบจำลองเหล่านี้เป็นเพียงบางส่วนของแบบจำลองกลุ่มนี้ที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาโดย AIT โดยรวมแล้วแบบจำลองกลุ่มนี้เป็นแบบจำลองเชิงกลไกที่ประกอบด้วย 2 แบบจำลองย่อย เพื่อการประมาณน้ำฝน (Rainfall) และการคายน้ำรวมการระเหย (Evapotranspiration) ได้ทั้งมีการสอบเทียบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model calibration) และ/หรือทดสอบกับข้อมูลจริงที่มีอยู่ นอกจากนี้ผู้วิจัยเป็นผู้เขียนโปรแกรม

คอมพิวเตอร์ด้วยตัวเอง Krishan Lal (1980) พัฒนาแบบจำลองเพื่อการคำนวณความต้องการการชลประทานที่เหมาะสมสำหรับพืช 4 ชนิด ซึ่งได้แก่ ข้าว, ถั่ว, แตงกวา และข้าวโพด แบบจำลองนี้ถูกทดสอบ (Verification) สำหรับจังหวัดขอนแก่น Yu-Min (1982) ได้ทำการปรับปรุงแบบจำลองการสมดุลน้ำที่ได้พัฒนาขึ้นมาโดย AIT ในปี 1981 เพื่อการประเมินศักยภาพของการเกษตรน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยการเปรียบเทียบ 4 วิธีในการคำนวณ การคายน้ำรวมการระเหยสูงสุด (Potential evapotranspiration) และเพิ่มตัวแปรในการคำนวณความลึกน้ำและการคายน้ำรวมการระเหยและมีการทดสอบกับ ข้อมูลจริงจาก 10 สถานีที่เป็นตัวแทนตามภาคต่าง ๆ ในประเทศไทย และ Aflab Hussain (1990) พัฒนาแบบจำลองเพื่อการประมาณการความต้องการการชลประทานที่เป็น Probabilistic สำหรับการปลูกข้าวในพื้นที่ลุ่มได้มีการใช้สมการสมดุลน้ำที่เพิ่ม Random component เพื่อการรักษาระดับน้ำที่ต้องการต่ำที่สุดใน ณ ช่วงสุดท้ายของการชลประทาน แบบจำลองได้ถูกนำไปใช้ในโครงการชลประทานแม่กลอง

แบบจำลองของความสมดุลของพืช-ดิน-น้ำที่พบทวนพบที่มีการพัฒนาไปเพื่อการศึกษาส่วนอื่น ๆ ของระบบที่สนใจ ได้แก่ แบบจำลองของ L. L. N. (1981) ใช้เพื่อจำลองความสมดุลของน้ำในดิน และการแพร่กระจายของความชื้นในดิน แต่เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลแบบจำลองจึงถูกสร้างให้เป็นแบบจำลองอย่างง่ายที่มุ่งความสนใจในคุณสมบัติความไม่เป็นเนื้อเดียวกันของดิน (Nonhomogenous soil properties), อัตราของการเจริญของรากและผลของความชื้นที่ลดลงเนื่องจากการระเหยและการคายน้ำ และได้มีการเปรียบเทียบแบบจำลองอย่างง่ายนี้กับแบบจำลองที่มีความซับซ้อนกว่า 2 แบบจำลอง รวมทั้งมีการสอบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองกับข้อมูลการปลูกข้าวฟ่างในดิน Alfisol แบบจำลองของ Somcharoen (1987) ถูกพัฒนาเพื่อการคาดการณ์ความชื้นในดินจากปริมาณความชื้นในดินรายวัน, สภาพภูมิอากาศต่าง ๆ, พืชพรรณที่ปลูก และคุณลักษณะของดินแต่ละชนิด ความสัมพันธ์ของสมการใช้วิธีการศึกษาจากสมการถดถอย เพื่อให้เป็นตัวแทนค่าความสัมพันธ์ของสมการเหล่านั้น และถูกทดสอบ (Verification) โดยการเปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณได้จากข้อมูลทำการสังเกตตามการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่าง ๆ ของปริมาณความชื้นของดินในพื้นที่ดอนของโครงการหนองหาว ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และแบบจำลองของ Ratanakij (1989) พัฒนามาเพื่อใช้กับพื้นที่ดอนเช่นกันสำหรับการปลูกพืชไร่ 7 ชนิด โดยมีแบบ จำลองย่อย 3 แบบจำลอง ได้แก่ Infiltration model, Actual evapotranspiration model และ Capillary rise model ข้อมูลที่ใช้สำหรับเปรียบเทียบค่าจากแบบจำลองเป็นค่าจริงจากการตรวจวัดจากสถานีทดลองการไถ้ข้าวของพืชของกรมชลประทาน ส่วนการพัฒนาแบบจำลองการระเหยและการคายน้ำของ Md. Mazibur (1986) เป็นการประมาณค่าคงที่และช่วงของค่าต่าง ๆ ในแบบจำลองดังกล่าวให้เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำในประเทศไทย

ซงรบ (2540) ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความวิกฤตของกลุ่มน้ำยมจากสัดส่วนการใช้ที่ดิน โดยส่วนแรกหาความสัมพันธ์ระหว่างชั้นคุณภาพลุ่มน้ำกับค่าตัวแปรการใช้ที่ดินแบบต่าง ๆ แล้วทำการประเมินความวิกฤตโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ตารางคำนวณ แล้วทำการคำนวณเมทริกซ์ความวิกฤตโดยการเขียนแบบกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างการชะล้างพังทลายของดินกับเปอร์เซ็นต์พืชคลุมดิน นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาประมวลผลและสร้างแบบจำลองสมการโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางสถิติ นอกจากนี้แบบจำลองถูกนำไป

ใช้ทดลองโดยการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรต่าง ๆ เพื่อการตอบสนองอันเป็นผลในการวางแผนการใช้ที่ดินที่มีสมรรถนะการขอมมิได้สูงสุด

แบบจำลองของ Shanmugalingam (1987) เกี่ยวข้องกับโลหะหนักแคดเมียมที่ถูกนำพาโดยน้ำจากการซึมผ่านทางดินไปสู่แม่น้ำบาดาล โดยใช้หลักการของแบบจำลองชนิด "Plug-flow" ที่รวมส่วนของการขนส่งสารละลาย, การเคลื่อนของมวลและการดูดซับ ทั้งในมิติการเปลี่ยนแปลงทางเวลาและสถานที่ในแมทริกซ์ดินร่วมกับการทำการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ 2 การทดลอง เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์และติดตามผลบางปฏิกิริยาและทดสอบ (Validation) แบบจำลอง และ Balasingam (1999) พัฒนา 2 แบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการเกิดและการออกซิเดชันของก๊าซมีเทนจากการกลบฝัง (Landfills) โดยที่แบบจำลองการเกิดก๊าซมีเทนถูกพิจารณาให้การกลบฝังเป็นถึงปฏิกิริยาของขบวนการทางจุลชีววิทยา และปฏิกิริยาทางชีวเคมีในรูปของสมการดิฟเฟอเรนเชียล ส่วนแบบจำลองการออกซิเดชันของก๊าซมีเทนใช้สมการของ Monod ที่ถูกทดสอบ (Validation) โดยใช้ข้อมูลจากเอกสารตีพิมพ์ และมีการทำการทดลองเพื่อตรวจสอบผลของเบนซีนที่มีต่อการออกซิเดชันของก๊าซมีเทน และใช้อีก 1 แบบจำลองสำเร็จรูป สำหรับการคำนวณการปลดปล่อยของก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศที่ระดับประเทศหรือภูมิภาค ตามคู่มือคำแนะนำของ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)

แบบจำลองเชิงเศรษฐศาสตร์ทรัพยากรและการจัดการ 3 เรื่อง แบบจำลองของ Chirattiyangkur (1974) เพื่อระบบการเกษตรของข้าวซึ่งเป็นพืชหลักของไทยโดยรวม งานนี้เป็นงานระยะเริ่มต้นที่เป็นเพียง Conceptual model ของ ระบบการผลิต, การตลาด และการบริโภค ที่เน้นการวิเคราะห์ให้เห็นถึงปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องในส่วนแบบจำลองของทิพย์รัตน์ (2538) และ Suvannakes (1999) นั้นมีจุดประสงค์คล้ายคลึงกันเพื่อการจัดการพื้นที่ป่าชายเลนซึ่งเป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญอย่างยิ่งระบบหนึ่ง โดยที่ทิพย์รัตน์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นเป็น เครื่องมือวิเคราะห์เพื่อกำหนดแนวทางการจัดการพื้นที่ป่าชายเลนในจังหวัดศรีสะเกษ เพื่อก่อให้เกิดมูลค่าปัจจุบันสูงสุดภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ และ แบบจำลองของ Suvannakes เป็นการใชโปรแกรม STELLA[®] ซึ่งเป็นโปรแกรมสร้างแบบจำลองที่เป็นที่นิยมอย่างกว้างขวางในต่างประเทศ สร้างแบบจำลองระบบที่ใช้ปัจจัยทางเศรษฐกิจกำหนดโดยฟังก์ชันการผลิตในแบบของ Cobb-Douglas โดยใช้พื้นที่เป็นปัจจัยในการผลิตของกิจกรรมต่าง ๆ ที่สำคัญในพื้นที่อำเภอศรี-ทุ่งคา จังหวัดชุมพร

เป็นที่น่าสังเกตว่าแบบจำลองส่วนใหญ่และการพัฒนาแบบจำลองในระยะเริ่มต้นที่พบ เป็นงานวิทยานิพนธ์ของ AIT ที่เป็นแบบจำลองของพืชไร่มีความต่อเนื่องกัน งานวิทยานิพนธ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล 2 เรื่องในช่วงใกล้เคียงกันมีทิศทางเดียวกัน แต่หลังจากนั้นก็ไม่ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ส่วนงานเรื่องที่ 3 เป็นแบบจำลองที่แตกต่างไปอย่างสิ้นเชิงจากแบบจำลอง 2 เรื่องแรก และงานวิทยานิพนธ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2 เรื่องที่มีแตกต่างกัน

ตารางที่ 2 แบบจำลองสำหรับระบบนิเวศทางบกและอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ชื่อผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ปี	ลักษณะที่ตีพิมพ์	สถาบัน
Chirattiyangkul, A.	A developmental model of an agricultural system in Thailand with particular reference to rice.	1974	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
Krishan Lal, G.	A model to predict crop water requirement.	1980	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
L.N.N., J.	A dynamic soil moisture and water balance model.	1981	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
Yu-Min, W.	A computer model for assessing rainfed agriculture.	1982	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
Md. Mazibur, R.	A model for evaporation and transpiration from wetland rice.	1986	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
Somcharoen, S.	Soil moisture prediction and simulation model.	1987	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัยมหิดล
Shanmugalingam, B.	Modelling of cadmium transport in soil.	1987	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
Ratanakij, S.	Available soil moisture simulation model for some upland crops.	1989	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัยมหิดล
Aftab Hussain, A.	Modelling irrigation schedules for low-land rice irrigation with stochastic rainfall and evapotranspiration.	1990	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
ทิพรัตน์ พงษ์ณาพานิช	การวิเคราะห์การใช้ประโยชน์เชิงเศรษฐกิจของพื้นที่ป่าชายเลนในจังหวัดตรัง: วิธีการจำลองเชิงเส้น.	2538	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ธงรบ ไตจินดา	การวิเคราะห์หาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความวิกฤตของลุ่มน้ำยมจากสัดส่วนการใช้ที่ดิน.	2540	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Balasingam, P.	Modelling of methane generation, oxidation and emission in landfills.	1999	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT

Suvannakes, N.	System dynamics approach for economics utilization of mangrove areas case study: Sawee-Thoungka estuary at Chumporn Province.	1999	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัย มหิดล
----------------	---	------	-------------------------------	----------------------

3. แบบจำลองสำหรับระบบนิเวศวิทยาทางน้ำ (Models for aquatic ecosystems) และอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนพบว่ามีแบบจำลองสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศวิทยาทางน้ำ เป็นจำนวนมากกว่าแบบจำลองสำหรับระบบนิเวศวิทยาทางบกอย่างมาก รวมทั้งจะพบว่าในประเทศไทยมีผู้เชี่ยวชาญในสาขานี้อยู่เป็นจำนวนมากและเพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะในด้านที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองปริมาณน้ำ แต่พบว่ามีแบบจำลองระบบนิเวศวิทยาทางน้ำจำนวนน้อยมาก แบบจำลองระบบในกลุ่มนี้เป็นแบบจำลองที่ส่วนมากเป็นแบบจำลองประเภท Hydrodynamical models ที่มุ่งจำลองขบวนการเคลื่อนที่ของน้ำจากปัจจัยทางกายภาพเป็นหลัก มีการนำขบวนการทางเคมีและชีวภาพเข้ามาเกี่ยวข้อง การพัฒนาการของแบบจำลองสำหรับระบบนิเวศวิทยาทางน้ำพบว่า ในระยะแรกเป็นแบบจำลองปริมาณน้ำเป็นส่วนใหญ่โดยเป็นงานวิทยานิพนธ์ของ AIT เช่น Taesombat (1972), Sapphaisal (1974) และ Estaban (1978) เป็นต้น แต่ตั้งแต่ปี 1988 เป็นต้นมา งานวิทยานิพนธ์ของ AIT กลับน้อยลงอย่างมาก แต่งานวิทยานิพนธ์จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์มีเพิ่มขึ้นอย่างมาก ในการทบทวนได้แบ่งแบบจำลองออกเป็นกลุ่ม ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3-8 ดังต่อไปนี้

แบบจำลองสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการคาดการณ์และป้องกันน้ำท่วมพบแบบจำลองจำนวน 8 เรื่องตามที่แสดงในตารางที่ 3 แบบจำลองที่ใช้ค่อนข้างมีความหลากหลายตั้งแต่แบบจำลองที่เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นเองจนถึงแบบจำลองที่เป็นโปรแกรมสำเร็จ ทุกแบบจำลองมีการสอบเทียบความถูกต้อง (Model calibration) และการทดสอบ (Model verification) กับข้อมูลจริง นอกจากนี้แบบจำลองส่วนมากมีการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity analysis) สำหรับพารามิเตอร์ที่สำคัญ Taesombat (1972) นำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กลไกชื่อ แบบจำลอง USDAHL-70 ของ The United States Department of Agriculture ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อวิศวกรรมลุ่มน้ำเชิงการเกษตร โดยมีแนวคิดในการแทนส่วนพื้นดินทั้งหมดของวงจรน้ำทำด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ในแบบจำลองมาปรับปรุง และพัฒนาต่อให้เหมาะกับการนำมาคาดการณ์การไหลของน้ำท่วมที่เกิดจากน้ำฝนในพื้นที่รับน้ำขนาดเล็กของ พื้นที่รับน้ำย่อยของห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ แบบจำลองของการคาดการณ์น้ำท่วมสำหรับแม่น้ำเจ้าพระยาชื่อ Flood Forecasting Model ถูกพัฒนาโดย Estaban (1978) ที่ประกอบด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 4 แบบจำลองที่ต่อเนื่องกันในการคำนวณ ได้แก่ Node and Branch Model, Flood Flow Model, Grid Model และ Harmonic Model แบบจำลองนี้ใช้กับข้อมูลของแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างตั้งแต่ได้เขื่อนเจ้าพระยาลงมา และมีการใช้แบบจำลองเพื่อการคาดการณ์น้ำท่วมที่เกิดจากการ ดำเนินการโดยสถานีควบคุมต่าง ๆ ของแม่น้ำเจ้าพระยา แบบจำลองของ Kithsiri Kanunajeewa (1983) ใช้ SSARR (Streamflow Synthesis and Reservoir Regulation Model) เพื่อคาดการณ์น้ำท่วมของสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขง ภายใต้อิทธิพลของการไหล

ท่วมฝั่ง, สภาพน้ำขึ้น-น้ำลง และน้ำฝนโดยตรง แบบจำลองระบบน้ำท่วมของกรุงเทพมหานครโดยประเสริฐ (2527) ทดลองใช้โปรแกรมสำเร็จ 2 โปรแกรม ในการคาดการณ์บริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม โดยใช้พื้นที่บริเวณถนนเพชรบุรีตัดใหม่ตัดกับถนนเอกมัยที่ครอบคลุมเนื้อที่ประมาณ 400 ตารางกิโลเมตร เป็นตัวอย่างในการศึกษา โปรแกรมที่ 1 เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการคำนวณหาปริมาณน้ำพื้นที่ รวมถึงสามารถแสดงความเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในแต่ละพื้นที่ที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำลึกต่อเนื่องด้วย โปรแกรมที่ 2 เป็นโปรแกรมวางแผนและประเมินค่าแผนการผันน้ำ บทความนี้ค่อนข้างจะไม่เป็นทางการ และได้พยายามทำให้นุคคลทั่วไปรู้สึกว่าเป็นเรื่องง่าย สำหรับแบบจำลองของทวนทัน (2533) ได้พัฒนาโดยการใช้สมการพื้นฐานทางชลศาสตร์เต็มรูปที่มาจากแบบจำลอง Bi-dimensional ที่คำนวณโดยวิธี Finite-difference แบบ Implicit scheme เพื่อการวิเคราะห์สภาพน้ำท่วมในพื้นที่ราบลุ่ม แบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นมาได้ผ่านการทดสอบทางทฤษฎี และการปรับเทียบแบบจำลองก่อนการนำไปใช้กับ พื้นที่โครงการชลประทานแม่กลองใหญ่

ในปี 1990 มิงงานวิทยานิพนธ์ 2 เรื่อง ซึ่งเป็นแบบจำลองเพื่อการคาดการณ์และป้องกันน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา ทางภาคใต้ของประเทศไทย Punyindu (1990) แสดงให้เห็นถึงการใช้ประโยชน์ของแบบจำลอง MIKE 11 เพื่อใช้ในการคาดการณ์น้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา แบบจำลอง 3 แบบจำลองย่อยที่ใช้ได้แก่ NAM model (ชื่อย่อมาจาก "Nedbor-Afstromings-Model" ซึ่งเป็นภาษาเดนิชแปลเป็นภาษาอังกฤษคือ Precipitation-runoff model), Hydrodynamic model และ Flood forecasting model ส่วนFiroz Montaser (1990) พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโครงข่ายแม่น้ำ (River network) ที่ประกอบด้วย Unsteady free surface flow equations เพื่อการคำนวณสภาพการไหลของน้ำท่วมในคลองอู่ตะเภา ซึ่งเป็นแม่น้ำสายหลักที่จะมีผลต่อการเกิดน้ำท่วมอำเภอเมืองหาดใหญ่เมื่อมีพายุไซโคลน หลังจากการปรับเทียบและทดสอบแบบจำลองแล้วแบบจำลองถูกนำไปใช้เพื่อแสดงประสิทธิผลของโครงการควบคุมน้ำท่วมทางเลือกต่าง ๆ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำและงานวิทยานิพนธ์ที่มีความใกล้เคียงกับงานของ Firoz Montaser (1990) คือ แบบจำลองเพื่อการคาดการณ์น้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก ของ Mahesh Raj (1997) ที่ได้ทำการเปรียบเทียบความสามารถของแบบจำลองที่เกี่ยวข้องในการคาดการณ์น้ำท่วม โดยมีการเปรียบเทียบผลและความเหมาะสมของการคาดการณ์การไหลของ Tank model และ NAM model และการคาดการณ์น้ำท่วมโดย แบบจำลองMIKE 11 Flood forecasting model, ARMA stochastic model และ Neural Net model (NN model ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ค่อนข้างใหม่ที่ใช้ในการคาดการณ์)

ตารางที่ 3 แบบจำลองสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการคาดการณ์และป้องกันน้ำท่วม และการระบายน้ำ

ชื่อผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ปี	ลักษณะที่ตีพิมพ์	สถาบัน
แบบจำลองสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการคาดการณ์และป้องกันน้ำท่วม				
Taesombut, V.	Mathematical model of flood flows from small watershed.	1972	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT

Esteban, M. A.	Flood forecasting model for the Chao Phraya river.	1978	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	AIT
Kithsiri Karunajeewa, R.	Application of the SSARR model to the Mekong delta flood forecasting.	1983	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	AIT
ประเสริฐ ชูแสง	VISICALC กับโครงการแบบจำลองระบบ น้ำท่วม กทม.๙ ด้วยคอมพิวเตอร์.	2527	วารสารแผนที่	-
Firoz Montaser, A.	Mathematical model of flood protection for the city of HatYai.	1990	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	AIT
Punyindu, P.	Application of flood forecasting model on the U-Thaphao basin, southern Thailand.	1990	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	AIT
ทวนทัน กิจไพศาลสกุล	การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อ วิเคราะห์สภาพน้ำท่วมที่ราบลุ่ม.	2534	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย
Mahesh Raj, G.	Flood forecasting model for Pasak river basin, Thailand.	1997	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	AIT
แบบจำลองสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องการระบายน้ำ				
พิชัย พิธานพิทยรัตน์	การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อ ระบายและไล่น้ำเสียในคลอง.	2532	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย
พรพุด นัทธี	การประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำ ปทุมภูมิของพื้นที่กรุงเทพชั้นในด้วยแบบจำลอง SPIDA.	2533	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์
สรารุข ชีวะประเสริฐ	แบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับระบบระบาย น้ำหลักในกรุงเทพมหานคร.	2535	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์
ชัยยุทธ เจียรพนินันท์	การประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำ ทุติยภูมิของพื้นที่กรุงเทพมหานครด้วย แบบจำลอง MOUSE.	2536	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์

แบบจำลองปริมาณน้ำและจัดสรรน้ำที่พบมีเป็นจำนวนมากกว่าแบบจำลองระบบอื่น ๆ (ตารางที่ 4) และเป็นแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นในช่วงแรก ๆ Sapphaisal (1974) พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของลักษณะการเคลื่อนของของเหลวในแม่น้ำธรรมชาติที่ถูกใช้เป็นตัวส่งการชลประทานหลัก ใช้หลักการของการไหลที่ไม่เป็นรูปแบบเดียวกันที่มั่นคง (Steady non-uniform flow) ผู้พัฒนาเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เองมีการสอบเทียบความถูกต้องและมีการทดสอบแบบจำลองกับข้อมูลของระบบการชลประทานของแม่น้ำสุพรรณบุรี

พงษ์ศักดิ์ (2518) พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการประเมินน้ำไหลจากลุ่มน้ำขนาดเล็กที่ได้จากสมการทั้งเชิงเส้นและสหสัมพันธ์กับข้อมูลปริมาณน้ำฝน, น้ำฝนได้เรือนยอด, ปริมาณการระเหยของน้ำ และช่วงสัปดาห์ของปีการไหลของน้ำด้วยเขื่อนวัดมูม 120 องศา ที่ทำการเก็บตั้งแต่ปี 2515-2516 สำหรับบริเวณป่าดิบเขาซึ่งเป็นป่าต้นน้ำคอยปุย จังหวัดเชียงใหม่ รัตน (2531) ศึกษาแบบจำลองทางอุทกวิทยาเพื่อทำนายปริมาณน้ำท่าหน้าดินของพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยเจ็กและพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำโจนตอนบน บริเวณศูนย์ศึกษา การพัฒนาหาหินซ้อนโดยใช้สมการถดถอยแบบเส้นตรงเชิงซ้อนของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าหน้าดิน กับปริมาณน้ำส่วนฐาน, ปริมาณน้ำฝน, ปริมาณความชื้นของ ดินที่เปลี่ยนแปลง และปริมาณการคายระเหย และแบบจำลองการเลียนแบบพฤติกรรมตามธรรมชาติตามแนวความคิดที่เป็นแบบจำลองเชิงกลไก ที่จำลองกระบวนการของวัฏจักรทางอุทกวิทยาที่มีความซับซ้อนกว่าสมการถดถอยแบบเส้นตรงเชิงซ้อน บุญช่วย (2536) วิเคราะห์ลักษณะทางภูมิกายภาพของกลุ่มน้ำ และการทำลายป่าต่อการไหลของน้ำในลำธารกลุ่มน้ำมูล โดยใช้ทั้งสมการเชิงเส้นแบบขั้นเดียวและสมการถดถอยเชิงเส้นตรง และเส้นโค้งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับ ปริมาณน้ำฝน, พื้นที่ลุ่มน้ำ, การปลดปล่อยน้ำอย่างอิสระของดินโดยแรงโน้มถ่วงของโลก, ความหนาแน่นของลำธาร และความหนาแน่นของการระบายน้ำ

Rathnayake Mudiyansele Dhamasiri (1981) นำแบบจำลอง SHE ซึ่งในขณะเป็น Newly developed deterministic distributed hydrologic modelling system ที่อยู่บนพื้นฐานของการพัฒนาโดยตรงจากสมการของการเคลื่อนย้ายของพลังงานและมวลสาร ดังนั้น SHE จึงสามารถที่จะเป็นตัวแทนที่ใกล้เคียงอย่างมากกับพฤติกรรมของพื้นที่รับน้ำ อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ได้นำแนวความคิดและสมการพื้นฐานของ SHE มาทำให้ง่ายขึ้นแล้วนำมาใช้ในพื้นที่รับน้ำน้ำแม่จัน ในภาคเหนือของประเทศไทย Charles Gunaratnam (1982) พัฒนาแบบจำลองน้ำ (Hydrological model) เพื่อการประมาณการไหลตามธรรมชาติรายเดือนของกลุ่มน้ำพอง และกลุ่มน้ำจิมของกลุ่มน้ำโขงตอนล่าง โดยพารามิเตอร์ของแบบจำลองได้แก่ Evapotranspiration index, Percolation index, Subsurface และ surface flow index ยังได้มีการเปรียบเทียบ ผลจากแบบจำลองที่พัฒนาได้กับผลของ Tank model ส่วน Kerdsin (1982) ประยุกต์ใช้แบบจำลองพลวัตน้ำเชิงคณิตศาสตร์ของแม่น้ำเจ้าพระยาที่พัฒนาโดย Tingsanchali (1975) สำหรับข้อมูลของการไหลของน้ำหลาก ในปี 1980 โดยแบบจำลองที่ถูกประยุกต์ในการศึกษานี้ถูกใช้ร่วมกับแบบจำลองเดิมในการคาดการณ์ระดับน้ำและปริมาณการไหลที่สถานีวัดต่าง ๆ ของแม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำลพบุรี แบบจำลอง 2 แบบจำลองเพื่อการคาดการณ์การไหลรายวันที่มีการรวม Stochastic components เป็นแบบจำลองของ Chaleeraktrakoon (1982) และ Michael (1989) โดย Chaleeraktrakoon แบ่งแบบจำลองออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ใช้คาดการณ์ชุดของการไหลรายวันอยู่บนสมมติฐานของ Superposition of periodic และ Dependent stochastic components ที่เป็นส่วนแยกจากส่วนแรก สำหรับแบบจำลองของ Michael ที่พัฒนาในช่วงต่อมา โดยการใช้ Tank model และ NAM model เป็นส่วนของ Deterministic rainfall-runoff models และ Stochastic AR model (Autoregression model) ถูกนำมารวมเป็น Integrated deterministic-stochastic model และถูกใช้เพื่อการคาดการณ์ 3 ลุ่มน้ำย่อยของแม่น้ำป่าสัก

Piriyapongpun (1984) พัฒนาวิธีการในการคำนวณค่าพารามิเตอร์จาก ลักษณะธรณีสัณฐานของกลุ่มน้ำสำหรับ Watershed model และได้มีการทดสอบกับลุ่มน้ำลำชีลองและห้วยยาง

งานวิทยานิพนธ์ 2 เรื่องของแสงสุริย์ (2542) และ Paramee (1999) ใช้แบบจำลอง AGNPS (Agricultural-Non-Point-Source-Pollution Model) เพื่อการประเมินค่าตะกอนแขวนลอยและน้ำท่า แสงสุริย์ใช้พื้นที่ศึกษาของกลุ่มน้ำห้วยเลียงตาซึ่งพื้นที่ประกอบด้วยป่าเบญจพรรณ, ป่าเต็งรัง และป่าดิบแล้ง และห้วยวังปอ ซึ่งพื้นที่ประกอบด้วยป่าปลูกผสมกับป่าเต็งรัง, ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบแล้ง บริเวณพื้นที่สถานีวิจัยเพื่อรักษาดินนํานาน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน และ Paramee ใช้พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกัน 6 ชนิดของกลุ่มน้ำห้วยห้องไคร้ จังหวัดเชียงใหม่

อวิรุทธ์ (2538) ใช้แบบจำลอง RIBAMAN (RBM-DOGS) ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อจำลองการไหลใน 1 มิติ และเป็นการไหลที่ไม่ทรงตัวมัน (Unsteady flow) โดยการคาดการณ์น้ำท่าจากข้อมูลน้ำฝนจากการสำรวจหรือจากการออกแบบ แบบจำลองนี้ใช้วิธี SCS ซึ่งต้องการข้อมูลลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน และประเภทของดินในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ และเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดค่าคงตัวที่ใช้ในแบบจำลองสำหรับภาคตะวันออกของไทย จึงทำการจำลองลุ่มน้ำของสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 7 สถานีภายในลุ่มน้ำบางปะกง นอกจากนี้ยังได้จัดทำคู่มือการใช้แบบจำลองเพื่อให้สามารถนำไปใช้งานโดยสะดวก

แบบจำลองที่เกี่ยวกับการจัดสรรน้ำมีการศึกษาดังนี้ โปรแกรมสำเร็จ WASAM 2.2 ถูกพัฒนา, ประยุกต์ และประเมินโดย ถ้ำจวน (2539), ทองเปลว (2541) และ ทองเปลวและวรารุช (2541) ในการจัดสรรน้ำและติดตามผล สำหรับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามูลบน ชัยวัฒน์และคณะ (2542) เปรียบเทียบโปรแกรมสำเร็จ WASAM และ WATERCAL ในลักษณะการทำงาน, ความยากง่ายในการประยุกต์ใช้ และความแตกต่างในผลการคำนวณจากแบบจำลองในโครงการชลประทานประเภทต่าง ๆ ที่แบ่งตามลักษณะการจัดสรรน้ำ

กำธร (2542) พัฒนาแบบจำลองโปรแกรมการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าด้วย โปรแกรม Visual Basic โดยใช้วิธีทางสถิติ ได้แก่ Adaptive filtering, Lag-one Markov process, Winters' method model และ Decomposition model เพื่อเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์น้ำท่าที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานกับลุ่มน้ำทั่ว ๆ ไป แล้วนำข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบลุ่มน้ำด้วยโปรแกรมสำเร็จ RiverWare เพื่อใช้ในการจัดการทรัพยากรน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำจันทบุรี

แบบจำลอง 2 เรื่องที่เกี่ยวกับน้ำใต้ดินคือ แบบจำลองการไหลคงที่ 2 มิติ (Two dimensional confined flow model) ของ Mohammad (1978) ที่ถูกพัฒนาใช้เพื่อจำลองพฤติกรรมที่ไม่ทรงตัวมันของนครหลวงอาควิเฟอร์ มีการสอบเทียบความถูกต้องและการทดสอบข้อมูลโดยการจำลองแผนที่ Piezometric ในอดีตช่วงปี 1958-59, 1968-69, และ 1974 แล้วจึงใช้ประเมินเพื่อช่วยในการพัฒนาน้ำใต้ดินสำหรับ 4 โครงการและ Pushpa Raj Onta (1982) พัฒนาแบบจำลองสำหรับการคาดการณ์การเคลื่อนที่ของสิ่งปนเปื้อนของระบบการไหลของน้ำใต้ดินที่ทรงตัวมัน 2 มิติ โดยหลักการของ General mass transport equation และ เทคนิค Galerkin finite element มีการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการแก้ปัญหของผลของ Matrix equation

แบบจำลอง Evaluation of Critical Condition Watershed (ECCW) ที่พัฒนาโดย Withawatchutikul (1997) เป็นงานวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก แบบจำลองนี้ถูกใช้ประเมินสภาพวิกฤติของ 16 ลุ่มน้ำที่ได้ถูกคัดเลือกในประเทศไทย เพื่อจัดลำดับในการจัดการ โดยที่ตัวแปรแสดงสถานะที่ได้จากแบบจำลองและถูกใช้เป็นตัวชี้คือ Peak flow discharge, Low flow amount และ Sediment yield ตัวแปร 3 ตัว ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน, SCS curve

number และ พื้นที่ลุ่มน้ำ เป็นปัจจัยในการสร้างแบบจำลองของสมการถดถอยหลายชั้นที่ไม่เป็นเส้นตรง แบบจำลองที่ถูกเขียนขึ้นด้วยภาษา TURBO PASCAL

ตารางที่ 4 แบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำ และจัดสรรน้ำ

ชื่อผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ปี	ลักษณะที่ตีพิมพ์	สถาบัน
Sapthaisai, C.	A mathematical model of the Suphan river irrigation system.	1974	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
พงษ์ศักดิ์ ลาภอุดมเลิศ	สมการสหพันธ์เพื่อการประเมินน้ำไหลจากลุ่มน้ำขนาดเล็กป่าดิบเขาตอขุย เชียงใหม่	2518	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Mohammad, S.	A digital model for the evaluation of Nakorn Luang aquifer.	1978	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
Rathnayake Mudiyansele Dharmasiri, R.	Evaluation and simplification of mathematical and numerical concepts of the SHE model.	1981	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
Chaleeraktragoon, C.	A mathematical model for daily flow.	1982	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
Charles Gunaratnam, J.	A monthly watershed model for estimating the effect of changes in land use and its application.	1982	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
Kerdsin, P.	Simplified method of flood plain modelling for the Chao Phraya river system.	1982	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
Pushpa Raj Onta , S.	A finite element model of contaminant movement in steady groundwater flow systems.	1982	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
Piriyapongpun, S.	Distribution function approach to watershed model.	1984	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT.
รัตนา จินดาผล	การศึกษาแบบจำลองทางอุทกวิทยา บริเวณศูนย์ศึกษาพัฒนาเขาหินซ้อน.	2531	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kabiling, M. B.	A combined deterministic-stochastic model for daily flow forecasting of the Pasak river basin, Thailand.	1989	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	AIT
บุญช่วย จันทกิจ	อิทธิพลของลักษณะทางภูมิกายภาพของกลุ่มน้ำและการทำลายป่าต่อลักษณะการไหลของน้ำในลำน้ำมูล.	2536	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์
อวิรุทธ์ สุขสมอรรถ	การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่าในลุ่มน้ำบางปะกงโดยใช้แบบจำลอง RIBAMAN (RBM-DOGS).	2538	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์
ลำจวน เขียวแก่	การพัฒนา WASAM 2.2 และการประยุกต์ใช้ในการจัดสรรน้ำและติดตามผลสำหรับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามูลบน.	2539	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์
Witthawatcutikul, P.	Modelling for evaluation of critical condition of watershed in Thailand.	1997	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์
ทองเปลว กองจันทร์	การประเมินผลการใช้ WASAM 2.2 ในการจัดสรรน้ำและติดตามผลสำหรับ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามูลบน.	2541	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์
ทองเปลว กองจันทร์ และ วรารุณ วุฒินิชัย	การประเมินผลการใช้ WASAM 2.2 ในการจัดสรรน้ำและติดตามผลสำหรับ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามูลบน.	2541	วิศวกรรมสาร มก.	มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์
กัมกร อุณหภาณูจันกิจ	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำพื้นที่ลุ่มน้ำจันทบุรี.	2542	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัย มหิดล
ชัยวัฒน์ ปรีชาวิทย์ และ คณะ	การศึกษาและประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในการใช้งานด้านจัดสรรน้ำ.	2542	รายงานการวิจัย เขียนเล่ม	สำนักงานคณะ กรรมการวิจัย แห่งชาติ
แสงสุริย์ คัดโนภาส	การประเมินค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยและน้ำท่าโดยใช้แบบจำลอง AGNPS บริเวณพื้นที่สถานีเพื่อรักษาดันน้ำน่าน อ.เวียงสา จ.น่าน.	2542	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์

Paramet, S.	Modelling storm runoff and soil loss by individual rainstorm in various landuses at Huai Hong Khrai Royal Development Study Center, Chiang Mai province.	1999	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์
-------------	--	------	-------------------------------	----------------------------

แบบจำลองคุณภาพน้ำ (ตารางที่ 5) มีพัฒนาการเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับการพัฒนาการในต่างประเทศ โดยช่วงเริ่มต้นเป็นการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Streeter-Phelps ซึ่งเป็นแบบจำลองแรกของสมมูลย์ออกซิเจนในแม่น้ำที่ถูกพัฒนาดังแต่ช่วงปี ค. ศ. 1920 และมีการพัฒนาให้ซับซ้อนมากยิ่งขึ้นในช่วงปี ค. ศ. 1960 (Jorgensen et. al. 1996) มีงานวิจัยเพียง 1 ชิ้นเท่าที่สำรวจพบที่ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Streeter-Phelps งานวิจัยของ แสงจันทร์ (2529) นำมาใช้ในการศึกษาผลกระทบของน้ำทิ้งที่มีของค่าความสกปรก ในรูปบีโอดีจาก อาคารสูงแห่งหนึ่งที่มีความสูงเกิน 10 ชั้นในกรณีที่ผ่านมาแบบบำบัดน้ำเสีย และไม่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียต่อคุณภาพน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา แบบจำลองที่ถูกพัฒนาในช่วงต่อมาที่มีความหลากหลายของแบบจำลองทั้งที่พัฒนาขึ้นมาเอง และที่ใช้แบบจำลองสำเร็จที่เป็นที่ใช้อย่างกว้างขวางในต่างประเทศ แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมาเองที่เป็นงานวิทยานิพนธ์ 2 ชิ้น และงานวิจัย 1 ชิ้นได้แก่ ลือพล (2531) ที่พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Ultimate carbonaceous oxygen demand (Ultimate CBOD), Ultimate nitrogenous oxygen demand (Ultimate NBOD), และ ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen DO) ในคลองเจดีย์บูชา แม่น้ำท่าจีน จังหวัดนครปฐม ที่แหล่งของมลพิษหลักมาจากน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร, น้ำทิ้งจากเทศบาล และ ลำน้ำสาขามีการปรับความเที่ยงตรงของแบบจำลองด้วย และวิทยานิพนธ์ของ พรยศ (2539) ที่พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์บนโปรแกรมคำนวณพื้นฐานโลตัส 1-2-3 วิธีที่ 2.01 เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำในลำน้ำป่าสักตอนล่าง บริเวณจังหวัด สระบุรี โดยใช้สมการทางชลศาสตร์คือสมการต่อเนื่องและสมการโมเมนตัม ในการจำลองการไหลของน้ำ และใช้สมการการเคลื่อนย้ายมวลสารในลำน้ำซึ่งคือ การจำลองแบบค่าบีโอดีและค่าออกซิเจนละลายน้ำ ในการจำลองการเปลี่ยนแปลงที่เกิดในลำน้ำ ในส่วนงานวิจัยของ สุันทา และ คณะ (2532) พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อจำลองคุณภาพน้ำจากกลไกทางชลศาสตร์เคมีชีวะ ของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$), CBOD, DO, ไนเตรท (NO_3) และ สารแทนนิน-ลิกนิน (Tannin-Lignin) เพื่อคาดการณ์อัตราการเพิ่ม-ลดของพารามิเตอร์ เหล่านี้ตามความยาวลำน้ำพอง ข้อมูลจากการติดตามตรวจวัดคุณภาพน้ำใน ช่วงปี 2529-30 ภายใต้งานวิจัยทางอุทกวิทยาและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ถูกนำมาใช้ในการปรับแก้ค่าคงที่ เช่น อัตราการสลายของสารต่าง ๆ, อัตราการถ่ายเทออกซิเจน, อัตราการตกตะกอน เป็นต้น

แบบจำลองที่เกี่ยวกับโลหะหนักทองแดงในอ่างเก็บน้ำ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดย พนิทและธีรศักดิ์ (2529) ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการคำนวณหารูปแบบทางเคมีที่เสนอโดย Zirino และ Yamato (1972) ในการศึกษาความเข้มข้นของสารประกอบเชิงซ้อนของทองแดงในรูปต่าง ๆ มีการเก็บตัวอย่างน้ำในอ่างเก็บน้ำตั้งแต่ช่วงปี 2524-2525 เพื่อเปรียบเทียบกับผลจากการคาดการณ์โดยแบบจำลอง

แบบจำลองสำเร็จ 2 แบบจำลอง คือ STORM และ MIKE 11 ได้ถูกนำมาใช้ในการวิจัย 3 เรื่อง ชลัม (2531) ใช้แบบจำลอง STORM เพื่อการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำทำที่เป็นน้ำฝนในพื้นที่เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร โดยใช้ข้อมูลฝนในช่วงปี 2526-27 ส่วนแบบจำลอง MIKE + หมายเลข ซึ่งเป็น Hydrodynamical

model ที่ถูกพัฒนา โดย Danish Hydrological Institute แบบจำลองนี้ครอบคลุมพลวัตทางน้ำที่มีความซับซ้อน ในระดับต่าง ๆ กัน และยังมีความยืดหยุ่นที่สามารถรวมขบวนการ Biogeochemical เข้าได้ด้วย MIKE 11 ถูกใช้ในวิทยานิพนธ์ของอิสรา (2540) มีอาจารย์ที่ปรึกษา คือ ผศ. ดร. ทวีวงศ์ ศรีบุรี ซึ่งใช้ MIKE 11 ในงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในปี 2541 โดยงานวิทยานิพนธ์ของอิสราเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยดังกล่าว อิสราใช้ MIKE 11 เพื่อวิเคราะห์ค่าทางชลศาสตร์และค่าการแพร่กระจายของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total dissolved solid TDS) และซัลเฟต ในลำน้ำแม่เกาะที่เกิดจากโรงไฟฟ้าและเหมืองแม่เกาะ มีการเปรียบเทียบ 2 ส่วนของ แบบจำลอง MIKE 11 คือ Hydrodynamic model และ Transport dispersion model โดยใช้ข้อมูลที่เก็บสำรวจในช่วงเดือนมกราคมถึงมิถุนายน 2540 และตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลที่เก็บสำรวจในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม 2540 งานวิจัยของทวีวงศ์ (2541) นอกจากจะรวมงานของอิสราแล้วยังมีอีกส่วนหนึ่งที่ใช้แบบจำลอง MIKE 11 กับแม่น้ำแม่กลองตอนบนและตอนล่าง ตั้งแต่ท้ายเขื่อนวชิราลงกรณ์ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ถึงตำบลเจ็ดเสมียน อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี และจากจุดเดียวกันจนถึงปากแม่น้ำที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม โดยทำการสอบเทียบความถูกต้องและตรวจสอบแบบจำลองใน 3 ส่วนคือ Hydrodynamic model, Transport dispersion model และ Water quality model

ตารางที่ 5 แบบจำลองคุณภาพน้ำ

ชื่อผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ปี	ลักษณะที่ตีพิมพ์	สถาบัน
พนิด เชิดชูพงษ์ และ ชีรศักดิ์ อาภาสุวรรณ	การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับรูปแบบของทองแดงในน้ำธรรมชาติ.	2539	รายงานการวิจัย เขียนเล่ม	มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์
แสงจันทร์ ลิ้มจิรการ	ผลกระทบของน้ำทิ้งจากอาคารสูงต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ.	2529	วารสารวิจัย สภาวะแวดล้อม	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย
ถิรพล ปุณณกันต์	การสร้างแบบจำลองด้านคุณภาพน้ำ ของคลองเจ็ดยี่ปู้ชา.	2531	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัย มหิดล
ชลัม ภูมิกาญจน์	การใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์สตอร์มค่านวนคุณภาพน้ำท่าของพื้นที่กรุงเทพฯ ขึ้นใน.	2531	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย
สุนันทา เสงี่ยม และคณะ	ผลกระทบของอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมที่มีต่อคุณภาพของน้ำในลำน้ำพอง.	2532	วารสารวิทยา ศาสตร์ มช.	มหาวิทยาลัย ขอนแก่น
พรยศ เทียนทอง	แบบจำลองคณิตศาสตร์คุณภาพน้ำในแม่น้ำป่าสักตอนล่าง.	2539	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย

อิสรา พิริยะพิเศษพงศ์	การปรับเปลี่ยนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อจัดการคุณภาพน้ำผิวดินบริเวณโรง ไฟฟ้าและเหมืองแม่เมาะ.	2540	วิทยานิพนธ์ระดับ มหาบัณฑิต	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย
ทวิวงศ์ ศรีบุรี	การประยุกต์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อจัดการคุณภาพน้ำในลำน้ำธรรม ชาติ.	2541	รายงานการวิจัย เย็บเล่ม	-

แบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับระบบน้ำเค็มและน้ำกร่อย (ตารางที่ 6) ที่ส่วนใหญ่ยังเป็น Hydrodynamical model ในมิติต่าง ๆ ซึ่งแล้วแต่ธรรมชาติของระบบที่ศึกษาและสมมติฐานที่ใช้เพื่อการคาดการณ์การกระจายตัวของความร้อน, ความเค็ม และความนำเสีย เป็นต้น มีการประยุกต์ใช้แบบจำลอง Finite element ในหลายแบบจำลอง Wen-Huei (1981) ใช้ Hydraulic model เพื่อศึกษาสภาพการไหลที่ไม่ทรงตัวมันของการกระจายตัวน้ำอุ่นที่ถูกปล่อยออกมาจากโรงงานไฟฟ้าบางปะกง และการหมุนเวียนของน้ำอุ่นไปสู่การนำเข้าปัมป์ โชคพิพัฒน์ (2531) ใช้ Hydraulic model ในการศึกษาอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ท้องทะเลจากการตกตะกอนบริเวณปากแม่น้ำโขง อ่าวตากใบ จังหวัดนราธิวาส

Lertpocasombat (2531) พัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้ในการศึกษาการเกิดขบวนการไนตริฟิเคชันในบริเวณน้ำกร่อยบนพื้นฐานของขบวนการเจริญเติบโตที่รวมส่วนของการย่อยสลาย จากแบบจำลองที่เสนอไว้โดย AKAI et.al. 1983 มีการทำการทดลองเพื่อหาอัตราของการเกิดออกซิเดชันของไนเตรต และผลในการยับยั้งจากไซโตซินไฮออนที่เป็นส่วนประกอบของน้ำทะเล.

จันทร์เพ็ญ (2534) พัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับคำนวณการไหลของน้ำในลำน้ำแบบสองมิติ โดยอาศัยกฎทรงมวลของสาร และสมการโมเมนตัม และใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite element) แบบจำลองซึ่งอยู่ในรูปสมการพีชคณิต สามารถคำนวณค่าความเร็วในการไหลของน้ำในทิศทาง X และ Y และความลึกของน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในลำน้ำรวมทั้งมีการทดสอบแบบจำลองและได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ในการคำนวณกระแสน้ำในอ่าวไทยและอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยใช้ข้อมูลระดับขึ้นลงของน้ำทะเล และการคำนวณค่าความเร็วของกระแสน้ำและระดับน้ำที่ Node ต่าง ๆ ในอ่าวไทย หลังจากนั้นได้ทำการคำนวณค่าในอ่าวบ้านดอน โดยเอาผลจากการคำนวณในอ่าวไทยเป็นค่าที่ขอบเขต (Boundary condition)

Ahmad Sana (1992) พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วยแบบจำลอง Low Reynold's Number สำหรับการไหลที่มันคง, การเคลื่อนที่ของคลื่น และการเคลื่อนที่ร่วมของคลื่นและกระแสน้ำ โดยที่สมการของแบบจำลองเป็นแบบไม่มีมิติ และใช้สมการ Finite difference equations ที่ได้มาจาก Implicit finite difference scheme ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์คือ ภาษา FORTRAN 77 มีการทดลองทางตัวเลขทั้งสำหรับการไหลที่มันคง และการไหลที่ไม่มันคง

ในปี 2541 มีการพัฒนาแบบจำลองถึง 3 แบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อศึกษาการแพร่กระจายของน้ำเค็มเข้าสู่แม่น้ำและทะเลสาบน้ำตื้น เกษม (2541) พัฒนาแบบจำลองที่แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ แบบจำลองการไหลซึ่งคำนวณความเร็วกระแสน้ำและระดับน้ำ และแบบจำลองคุณภาพซึ่งคำนวณการแพร่กระจาย

ของความเค็ม ค่า BOD และ DO แบบจำลองการไหลใช้หลักการของสมการโมเมนตัม และสมการความต่อเนื่อง 2 มิติ ในทางราบเฉลี่ยในแนวดิ่ง แบบจำลองคุณภาพน้ำใช้สมการอนุพันธ์มวลเป็นสมการควบคุมปรากฏการณ์ การแปลงสมการควบคุมปรากฏการณ์ให้อยู่ในรูปของระเบียบวิธีเชิงตัวเลข ใช้เทคนิคของผลสืบเนื่องแบบ ADI แบบจำลองในการศึกษานี้ใช้ภาษา FORTRAN ในการสร้างชุดคำสั่ง แบบจำลองได้ถูกนำไปทดสอบความสามารถในการพยากรณ์ทั้งสภาพการไหล และการแพร่กระจายความเค็ม, ค่า BOD และ DO โดยทดสอบกับข้อมูลที่ได้มีการบันทึกไว้ในทะเลสาบสงขลา ส่วนแบบจำลองของสมบรูณ์ (2541) ถูกพัฒนาสำหรับใช้ในพื้นที่เดียวกันคือ ทะเลสาบสงขลาและคลองอู่ตะเภา เพื่อการพยากรณ์ทางอุทกศาสตร์และการรุกของน้ำเค็ม ในคลองอู่ตะเภา กิรติ (2541) ประยุกต์ใช้แบบจำลอง Finite element แบบ 1 มิติ เพื่อทำการศึกษการแพร่กระจายของน้ำเค็มเข้าแม่น้ำเจ้าพระยา จากการหาความสัมพันธ์ของปริมาณความเค็ม, อัตราการไหลจากแม่น้ำ การขึ้นลงของระดับน้ำที่ปากแม่น้ำ และระยะทางจากปากแม่น้ำที่สมุทรปราการ ข้อมูลปริมาณความเค็มที่แพร่เข้าสู่แม่น้ำเจ้าพระยา ตั้งแต่ปี พ. ศ. 2500-2539 ถูกใช้ในการทดสอบแบบจำลอง

สำหรับอีกแบบจำลองหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับทะเลสาบสงขลาเป็นแบบจำลองของรัช และคณะ (2541) ที่ใช้ศึกษาหาอัตราการตกตะกอนโดยใช้แบบจำลองสมุทรศาสตร์แบบ 2 มิติของการไหล และการเคลื่อนที่ของตะกอนที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการเคลื่อนที่ และการตกตะกอนบริเวณปากแม่น้ำและในทะเลสาบที่มีพารามิเตอร์ที่ใช้คือ ความลึก, ความเค็ม, ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยรายเดือน, ข้อมูลรายชั่วโมงของความเร็วกระแสน้ำและระดับน้ำ มีการสอบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองกับข้อมูลที่เก็บในช่วงปี 2540-2541 และทดสอบ แบบจำลองกับผลการวัดการตกตะกอนด้วยวิธีไอโซโทปซีเซียม-137

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์หลายชั้น 1 มิติถูกใช้เพื่อจำลองรูปแบบการแพร่กระจายแนวดิ่งของตัวแปรคุณภาพน้ำที่รวม ความเค็ม, แพลงค์ตอนพืช, แพลงค์ตอนสัตว์, ซาก, คลอโรฟิลล์เอ, สารอาหารอนินทรีย์ และออกซิเจนละลาย ในน้ำทะเลที่เป็นชั้น แบบจำลองถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นแบบจำลองของการเกิด Eutrophication ซึ่งปรับปรุงพัฒนามาจาก MIKE 21 eutrophication system และอีกส่วนหนึ่งเป็นแบบจำลองความเค็มแนวดิ่งที่ใช้แสดง Advection-diffusion ระหว่างชั้นที่ใช้แบบจำลองการจำลองพลวัตชื่อ VisSim 3.0 และได้มีการสอบเทียบความถูกต้องกับข้อมูลบางส่วนทางด้านสมุทรศาสตร์ของอ่าวไทยที่ถูกเก็บ ในปี 1995 แต่ส่วนของแบบจำลองการแพร่กระจายของแพลงค์ตอนในแนวดิ่งยังไม่เสร็จสมบูรณ์ เนื่องจากข้อจำกัดของระยะเวลาในการศึกษา

ตารางที่ 6 แบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับระบบน้ำเค็มและน้ำกร่อย

ชื่อผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ปี	ลักษณะที่ตีพิมพ์	สถาบัน
Wen-Huei, T.	Thermal diffusion in an estuary.	1981	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
Lertpocasombat, K.	Nitrification model with inhibition of sea water.	1984	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
โชคพิพัฒน์ เลิศพวงศ์ อารยะ	การศึกษาอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงบริเวณปากแม่น้ำโดยใช้แบบจำลองชลศาสตร์.	1988	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
จันทร์เพ็ญ สุชนธัญญากร	แบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับคำนวณการไหลของน้ำทะเลในอ่าวไทย.	2534	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Ahmad Sana, A.	Application of turbulence model an oscillatory.	1992	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
กิริติ ลีวัจนกุล	การศึกษาการแพร่ของน้ำเค็มเข้าแม่น้ำเจ้าพระยาโดยใช้แบบจำลอง Finite element	1998	Rangsit University Journal of Engineering and Technology	Rangsit University
เกษม ปิ่นทอง	การพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อใช้พยากรณ์การแพร่กระจายความเค็มและดัชนีคุณภาพน้ำในทะเลสาบตื้นที่มีทางติดต่อกับทะเล.	1998	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี
ทวีช จิตตระการ และคณะ	การศึกษาแบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับการหาอัตราการตกตะกอนในทะเลสาบสงขลา.	2541	รายงานการวิจัยเข้าเล่ม	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่
สมบูรณ์ พรพิเนตพงศ์ และคณะ	การศึกษาการรุกของน้ำเค็มในคลองอู่ตะเภาด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์.	2541	รายงานการวิจัยเข้าเล่ม	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่
Piantanakulchai, T.	Vertical distribution model of phytoplankton in the gulf of Thailand.	1999	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT

แบบจำลองระบบบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดโดยขบวนการที่ใช้กันทั่วไป และโดยขบวนการของพื้นที่ชุ่มน้ำที่ถูกสร้าง (Constructed wetlands) แบบจำลองประเภทนี้จะเน้นการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการจัดการอย่างเด่นชัด แบบจำลองการบำบัดน้ำเสียด้วยการใช้บำบัดทางชีวภาพที่ใช้ออกซิเจนที่พบมี Jayamohan (1983) เป็นงานพัฒนา 4 แบบจำลอง ที่มีชั้นของความซับซ้อนที่แตกต่างกัน โดยอยู่บนพื้นฐานของหลักการพื้นฐานของการทำแบบจำลองระบบนิเวศและการอนุรักษ์มวล เพื่อการคาดการณ์ความหนาแน่นของกลุ่ม Enterococcus และ Coliform ในบ่อทิ้งไร้ออกซิเจน มีการสอบเทียบความถูกต้องจากข้อมูลที่ตรวจวัดจากบ่อทิ้งไร้ออกซิเจนของ AIT Peng (1988) ใช้แบบจำลอง Biofilm shear loss สำหรับ RBC การพัฒนาแบบจำลองมีสมมติฐานว่า อัตราการสูญเสียความหนาแน่นของแผ่นฟิล์มชีวะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ First order biofilm surface velocity gradient และความหนาแน่นของแผ่นฟิล์มชีวะ มีการทดลอง RBC ในระดับห้องปฏิบัติการเพื่อพิสูจน์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Oliver Vilar (1995) มีการประเมินการนำไปใช้ของ แบบจำลอง Integrated biomass ของ Polprasert และ Agarwalta (1994) ในระบบบ่อดักคืบขาว (Water Hyacinth Pond-WHP) และระบบ Waste Stabilization Pond (WSP) โดยมีการปรับปรุงพัฒนาแบบจำลอง Integrated biomass โดยการเพิ่มค่า COD ที่เกิดในถังปฏิกิริยาจากอินทรีย์วัตถุที่กำลังถูกย่อยสลาย และมีการทดสอบ (Validation) โดยใช้ข้อมูลจากการทำการทดลองในระดับนำร่องและระดับเต็มรูปแบบขั้นแรกของ WHP และ WSP ที่ดำเนินการที่ AIT

Keshab Raj (1998) พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่รวมการจำกัดของการแพร่ (Diffusion limitation) ภายในกลุ่มชีวะทรงกลม (Spherical biofloc) สำหรับการกำจัดไนโตรเจนด้วย Aerobic nitrification และ Anoxic denitrification

สำหรับในส่วนของการบำบัดน้ำเสียอีกวิธีหนึ่งซึ่งเป็นการเลียนแบบระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเป็นงานที่ได้มีการศึกษาโดยกลุ่มวิจัยของศาสตราจารย์ ดร. จงรักษ์ ผลประเสริฐ แห่ง AIT ที่เป็นงานวิทยานิพนธ์โดย Jugal (1997) ดำเนินการศึกษาเพื่อตรวจสอบความสามารถของพื้นที่ชุ่มน้ำที่ถูกสร้างที่เป็นแบบผิวหน้าอิสระ (Free-Water-Surface (FWS) constructed wetlands) ที่อยู่ในเขตร้อนในการกำจัดอินทรีย์วัตถุ และประเมินความสำคัญของแบบที่เรียบบนฟิล์มชีวะใน Overall kinetics ของการกำจัดอินทรีย์วัตถุ (หรือ Chemical oxygen demand COD) รวมทั้งพัฒนาแบบจำลอง Integrated kinetic ที่รวมปฏิกิริยาของแบบที่เรียบบนฟิล์มชีวะ, Dispersal number และ Hydraulic retention time สำหรับพารามิเตอร์ที่สำคัญในการคำนวณการกำจัด COD ในพื้นที่ชุ่มน้ำที่ถูกสร้างที่เป็นแบบผิวหน้าอิสระได้เป็นบางส่วนจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อหาค่าคงที่ของอัตราจลศาสตร์สำหรับมวลฟิล์มชีวะและมวลแขวนลอยที่แยกจากกัน และบางส่วนจากบทความ มีการทดสอบ (Validation) แบบจำลองกับข้อมูลที่ได้จากพื้นที่ชุ่มน้ำที่ถูกสร้างระดับนำร่องที่ใช้บำบัดน้ำเสียจากชุมชน

ตารางที่ 7 แบบจำลองระบบบำบัดน้ำเสีย

ชื่อผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ปี	ลักษณะที่ตีพิมพ์	สถาบัน
Jayamohan, S.	Development of prediction model for bacteria density in oxidation pond	1983	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
Peng, C.	A mathematical model of biofilm shear loss in rotating biological contractor.	1988	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
Oliver Vilar, A.	Application of the integrated biomass model for natural wastewater treatment systems.	1995	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
Jugal, B.	Modelling of free-water-surface constructed wetlands for the removal in biodegradable organic matter.	1997	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
Keshab Raj, S.	Modelling of biological nitrification.	1998	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT

ระบบนิเวศน์บ่อบำบัดแบบจำลองของบ่อบำบัดและปริมาณปลาในอ่างเก็บน้ำมี 3 แบบจำลองที่มีความหลากหลาย แต่น่าสนใจเนื่องจากได้มีการรวมพารามิเตอร์ทางชีวภาพเข้าไว้ด้วย แบบจำลองและการวิเคราะห์ระบบการเพาะเลี้ยงปลาในบ่อโดย Sin Chong (1972) เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ และการตัดสินใจในขบวนการของการทำเพาะเลี้ยงปลา เพื่อการเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยความพยายาม และการลดค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อหน่วยน้ำหนักของปลาที่ผลิตได้ โดยมีกรณีศึกษาเป็นการเพาะเลี้ยงปลาดุกอุย และปลาดุกค้ำฉาน ถวัลย์ (2532) พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปริมาณปลาในอ่างเก็บน้ำของประเทศไทย จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปลากับลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำ 17 แห่ง ในรูปสมการถดถอยเชิงซ้อนระหว่างปลาที่จับได้ประจำปี กับพื้นที่ผิวน้ำ, พื้นที่หลังการรับน้ำ และความลึกเฉลี่ย La-ongnau (1994) ทำการศึกษาในบ่อที่มีความอุดมสมบูรณ์ (Fertile pond) เพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงปลา โดยผลผลิตของปลาขึ้นอยู่กับปัจจัยที่ได้แก่ คุณภาพน้ำ, ความสมดุลของธาตุอาหาร และแพลงค์ตอนพืช แบบจำลองที่ทำการพัฒนาเป็นแบบจำลองของบ่อบำบัดของ Giovannini และ Piedrahita (1993) ที่อยู่บนพื้นฐานของพารามิเตอร์ทางกายภาพ 3 ตัว ได้แก่ แสง, ความลึก และความขุ่น และพารามิเตอร์ทางชีวภาพ 3 ตัว ได้แก่ การหายใจต่อหน่วยคลอโรฟิลล์เอ, ผลผลิตสูงสุดต่อหน่วยคลอโรฟิลล์เอ และ ความเข้มข้นอิ่มตัวของแสงสำหรับ แพลงค์ตอนพืช การศึกษานี้ทำการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เหล่านี้จากการทำการวัดในบ่อดินที่ทำให้อุดมสมบูรณ์ที่ AIT ตามสภาพที่กำหนด มีการเปรียบเทียบผลการคาดการณ์ค่าผลผลิตขั้นต้นทั้งหมดจากแบบจำลองกับที่วัดได้

ตารางที่ 8 แบบจำลองระบบนิเวศน์บ่อปลา

ชื่อผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ปี	ลักษณะที่ตีพิมพ์	สถาบัน
Sin Chong, P.	Modelling systems analysis of fish pond cultures.	1972	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT
ถวัลย์ หูจร	แบบจำลองปริมาณปลาในอ่างเก็บน้ำของประเทศไทย.	2532	รายงานการวิจัยเขียนเล่ม	สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ
La-ongnaul, T.	Development of a model of phytoplankton productivity in fertile ponds.	1994	วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต	AIT

การวิเคราะห์การสนองตอบต่อการเปลี่ยนแปลงและช่องว่างขององค์ความรู้

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าแบบจำลองที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาในประเทศไทย เป็นงานวิทยานิพนธ์ในระดับปริญญาโทเป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่างานดังกล่าวเป็นการสนองตอบต่อความต้องการในการคาดการณ์และการจัดการ โดยเฉพาะทรัพยากรน้ำและการเกษตรกรรมซึ่งเป็นปัญหาอย่างเด่นชัดตลอดมาตั้งแต่ในอดีตของประเทศไทย สำหรับการพัฒนาแบบจำลองต้องการองค์ประกอบต่าง ๆ ที่นิพนธ์ (2537) ได้เสนอไว้และผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะวิเคราะห์ 2 องค์ประกอบ คือ

- 1 ความรู้และความชำนาญของผู้สร้างแบบจำลอง
- 2 การศึกษาของจริง

1. ความรู้และความชำนาญของผู้สร้างแบบจำลอง

จะเห็นได้ชัดเจนว่าในระยะแรกเป็นเรื่องของความจำกัดของศักยภาพของผู้พัฒนาแบบจำลองเป็นส่วนที่สำคัญที่สุด แบบจำลองที่ถูกพัฒนาในระยะเริ่มแรกเท่าที่สืบค้นพบในช่วงปี 2515-2531 เป็นงานวิทยานิพนธ์ของ AIT ที่เป็นแบบจำลองสิ่งแวดล้อมของระบบทางน้ำเกือบทั้งหมด เนื่องจาก AIT ซึ่งเป็นสถาบันการศึกษาที่มีบุคลากรชาวไทยและต่างประเทศที่มีความรู้ และความชำนาญในการทำแบบจำลองอย่างดียิ่งหลายท่าน นักศึกษาชาวไทยที่สำเร็จการศึกษาจาก AIT ส่วนหนึ่งได้เข้าไปเป็นอาจารย์อยู่ในมหาวิทยาลัยในประเทศไทย บุคลากรเหล่านี้เป็นกำลังสำคัญในการสนับสนุนและการพัฒนาแบบจำลองให้กว้างขวางขึ้น เช่น ดร. วีรพล แต่สมบัติ แห่งภาควิชาชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยจะเห็นว่าในช่วงหลังมีงานวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เป็นจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมากตั้งแต่หลังช่วงปี 2530 เป็นต้นมา ในระยะต่อมามีบุคลากรที่ทำการพัฒนาแบบจำลองในมหาวิทยาลัยและหน่วยงานอื่น ๆ เป็นจำนวนมากขึ้นและมีความหลากหลายของแนวทางในการสร้างแบบจำลองและระบบที่สนใจ เช่น กลุ่มของ ศ. ดร. ยงศ์วิมล เลณบุรี ที่เน้นการศึกษาแบบจำลองเชิงทฤษฎีเป็นหลัก แต่อย่างไรก็ตามพบว่าแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเท่าที่ทบทวนพบ เป็นแบบจำลองสิ่งแวดล้อมของระบบทางน้ำที่เกี่ยวกับการคาดการณ์ปริมาณและคุณภาพน้ำเป็นส่วนใหญ่และมีความต่อเนื่องของงานวิทยานิพนธ์และพื้นความรู้ของอาจารย์ที่ปรึกษา แบบจำลองสิ่งแวดล้อม

ของระบบทางบกที่พบมีจำนวนน้อย และไม่มีความต่อเนื่องเช่นในกรณีของแบบจำลองสิ่งแวดล้อมของระบบทางน้ำ แบบจำลองทางนิเวศวิทยาเท่าที่พบมีจำนวนยังน้อยลงไปอีก ส่วนหนึ่งเป็นแบบจำลองพลวัตประชากรดังแสดงในตารางที่ 1 ทั้งหมด, แบบจำลองการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชในอ่าวไทย (Piantanakulchai 1999), แบบจำลองระบบบำบัดน้ำเสีย และแบบจำลองการผลิตแพลงก์ตอนพืชในบ่อปลา (La-ongnau 1994) ดังนั้นจะเห็นได้ว่ามีความขาดไปในการพัฒนาแบบจำลองทางนิเวศวิทยาระบบเป็นอย่างยิ่ง ทั้งที่นักนิเวศวิทยาในประเทศไทยในสาขาต่าง ๆ มีอยู่มากมายที่กระจายอยู่ตามมหาวิทยาลัย และในสำนักงานวิจัยและวิชาการของหน่วยงานราชการต่างๆ ชื่อนำสังเกตเช่นในกรณีของกลุ่มนักนิเวศวิทยาของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ทำการศึกษารื่องหอยหลอดเป็นเวลานานตั้งแต่ปี 2524 แต่แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมาโดยนักวิจัยต่างชาติดังกล่าวร่วมกับกลุ่มนักนิเวศวิทยาเดิมในปี 2540 นอกจากนี้ในบางสาขาเช่น ป่าไม้ การพัฒนาแบบจำลองเพื่อศึกษาพลวัตและการทดแทนยังไม่ได้มีปรากฏให้เห็นอย่างเด่นชัดและไม่พบในการสืบค้น จึงสมควรจะทบทวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นำที่จะมีศักยภาพที่เป็นผู้พัฒนาแบบจำลอง เนื่องจากการสะสมความรู้ที่มีมาอย่างยาวนาน ตลอดจนความเชื่อมโยงกับกรมป่าไม้

จากที่ระบบนิเวศเป็นระบบที่มีความซับซ้อนอย่างมาก ในการที่จะสามารถเข้าใจระบบโดยภาพรวมได้ทั้งหมดต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญหลายด้านศึกษาร่วมกัน และเมื่อต้องการจำลองระบบนิเวศแล้ว นอกจากผู้เชี่ยวชาญด้านนิเวศวิทยาด้านต่างๆ แล้วก็ยังมีความต้องการผู้ที่สามารถถ่ายทอดความสัมพันธ์และขบวนการต่างๆ ในระบบนิเวศ ให้เป็นแบบจำลอง (Jorgensen 1991)

ในการทดสอบแบบจำลองการทดแทนของป่า จึงต้องอาศัยความรู้จากนักนิเวศวิทยาป่าไม้หลายคน ที่สะสมความรู้จากผู้อื่นๆ รวมทั้งที่เป็นชาวบ้านในพื้นที่ป่าที่ศึกษา เนื่องจากเข้าสู่สภาพสมดุลย์ของป่าใช้เวลาหลายร้อยปี

2. การศึกษาของจริง

Jorgensen et al. (1996) กล่าวว่าหลังกลาง ค.ศ. 1970 ข้อจำกัดในการสร้างและพัฒนาแบบจำลองที่นำเชื่อถือไม่ได้ขึ้นอยู่กับศักยภาพของคอมพิวเตอร์และคณิตศาสตร์อีกต่อไป แต่ขึ้นอยู่กับความขาดข้อมูลและความเข้าใจพื้นฐานที่เกี่ยวกับองค์ประกอบและขบวนการทางนิเวศวิทยา และแม้แต่ในประเทศที่พัฒนาแล้วที่ได้มีการสะสมความรู้ทางนิเวศวิทยาของระบบนิเวศต่าง ๆ มาเป็นเวลานาน Jorgensen (1994) ยังได้กล่าวสรุปไว้ว่าแบบจำลองปัจจุบันที่มีอยู่ยังไม่เพียงพอเพราะว่ามันยังไม่ได้สะท้อนคุณสมบัติทางนิเวศวิทยาของระบบนิเวศที่มีความสำคัญต่อการจัดการทางด้านสิ่งแวดล้อม จึงทำให้การจัดการดังกล่าวไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร และคุณสมบัติที่เป็นตัวชี้ทางนิเวศวิทยาที่สำคัญนั้น คือ องค์ประกอบของชนิด (Species composition) ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีแบบจำลองใดที่สามารถคาดการณ์ได้ จากการวิเคราะห์ของ Jorgensen สามารถสะท้อน ความขาดไปของข้อมูลโดยรวมของระบบนิเวศที่ควรทำการศึกษาในประเทศไทย ในงานทบทวนนี้เนื่องจากการยากที่จะทบทวนงานวิจัยทางนิเวศวิทยาที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาแบบจำลอง แต่จากการทบทวนงานวิจัยและงานวิทยานิพนธ์ (<http://bri.biotech.or.th> ค้นเมื่อวันที่ 21/2/2544) ที่สนับสนุน โดยโครงการพัฒนาองค์ความรู้และการศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT) ชื่อนำสังเกตคือ เป็นที่คาดได้ว่านักนิเวศวิทยาในมหาวิทยาลัยและหน่วยงานต่าง ๆ เกือบทั้งหมดมีส่วนร่วมในงานวิจัยของโครงการนี้ซึ่งมีงานที่กำลังดำเนินการ

และที่เสร็จสมบูรณ์แล้วประมาณกว่า 400 เรื่อง พบว่างานส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นการเก็บข้อมูลเชิงความหลากหลายที่เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง และพบงานเพื่อการศึกษาขบวนการและความสัมพันธ์ในระบบนิเวศน์เพียงส่วนน้อยที่ค่อนข้างเด่นชัดเป็นงานวิทยานิพนธ์ 5 เรื่องที่ควบคุมโดย ร.ศ. ดร. จิราภรณ์ คชเสนี ที่เกี่ยวข้องกับพลวัตและการทดแทนและขบวนการอื่น ๆ ของป่าผลัดใบ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง และ งานวิจัย Prof. Dr. Warren Brockelman เรื่อง Monitoring Plant-Animal Relationships on the Mo Singto Long Term Biodiversity Research Plot ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่ายังมีแนวโน้มในอนาคตของการขาดข้อมูลที่สำคัญต่อการพัฒนาแบบจำลองทางนิเวศน์วิทยาของระบบต่าง ๆ อยู่

การวิเคราะห์ทิศทางการวิจัยในอนาคต

ในการวิเคราะห์ทิศทางการวิจัยเพื่อการสร้างแบบจำลองทางนิเวศน์วิทยาจะแบ่งออกเป็น 2 ประเด็นใหญ่ ดังนี้

1. การสร้างแบบจำลองทางนิเวศน์วิทยา

ในการวิเคราะห์ทิศทางการวิจัยการสร้างแบบจำลองทางนิเวศน์วิทยาที่เริ่มด้วยการสร้างแบบจำลองก่อนเนื่องจากในปัจจุบันนี้แบบจำลองทางนิเวศน์วิทยาได้ถูกพัฒนาขึ้นมาในต่างประเทศเป็นจำนวนมาก และครอบคลุมในเกือบทุกระบบนิเวศน์เพื่อจำลองกลไกและความสัมพันธ์ในระดับต่าง ๆ ดังนั้นก่อนที่จะพยายามสร้างแบบจำลองขึ้นมาใหม่ควรได้มีการทบทวนแบบจำลองทางนิเวศน์วิทยาที่ได้ถูกพัฒนาแล้วก่อน ตัวอย่างเช่น ใน Handbook of Environmental and Ecological Modeling (Jorgensen et al 1996) มีแบบจำลองกว่า 400 แบบจำลอง ที่มีรายละเอียดจำเพาะของแต่ละแบบจำลองให้พิจารณาอย่างละเอียด รวมทั้งที่ติดต่อของผู้พัฒนาแบบจำลอง และใน <http://dino.wiz.uni-kassel.de> มี แบบจำลองกว่า 600 แบบจำลอง ที่มีรายละเอียดเช่นเดียวกันรวมทั้งบางแบบจำลองยังสามารถทดลองใช้ และ download ได้โดยไม่เสียเงิน การเลือกนำแบบจำลองที่ได้ถูกสร้าง และพัฒนาขึ้นมาแล้วมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมจึงเป็นแนวทางที่น่าจะมีความเหมาะสมกับการพัฒนาแบบจำลองทางนิเวศน์วิทยาที่ยังไม่เคยมีการพัฒนาในประเทศไทย เช่น แบบจำลอง JABOWA สำหรับขบวนการทดแทนของป่า, แบบจำลอง TREEDYN3 สำหรับพลวัตของป่า และ แบบจำลอง WOLF สำหรับพลวัตของหมาป่า เป็นต้น และสำหรับกรณีนี้ที่เลือกการพัฒนาแบบจำลองทางนิเวศน์วิทยาที่ได้มีการพัฒนาแล้วในต่างประเทศ สิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ต้องมีความเข้าใจอย่างทอ้งแท้ในสมมติฐานของระบบกลไก พารามิเตอร์ต่าง ๆ และข้อจำกัดของ แบบจำลองนั้น ๆ

แบบจำลองสิ่งแวดล้อมที่ได้มีการพัฒนาแล้วจากการทบทวนพบว่าส่วนมากยังเป็นแบบจำลองของปัจจัยทางเคมีและกายภาพเป็นหลัก การพัฒนาเพื่อเชื่อมโยงปัจจัยทางชีวภาพและความสัมพันธ์ของกลุ่มประชากร และโครงสร้างของประชากรมีความสำคัญอย่างยิ่ง อย่างไรก็ตามการเชื่อมแบบจำลองย่อยต่าง ๆ ในกรณีที่อยู่บนสเกลเวลาและสถานที่เดียวกันย่อมเป็นไปได้ง่ายกว่าในกรณีที่มีความต่างของสเกลเหล่านี้ การใช้ Graphical user interface ในการรวมขบวนการทางนิเวศน์วิทยาในทางพื้นที่ การเฉลี่ยขึ้นเวลาที่ไม่สอดคล้องกัน เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ได้

และสำหรับการที่จะพัฒนาแบบจำลองขึ้นมาใหม่ รวมทั้งประเด็นที่ได้กล่าวไว้ในเรื่องขององค์ประ

กรอบของชนิด แนวทางการพัฒนาแบบจำลองทางนิเวศวิทยาที่เป็น Individual-based models ซึ่งเป็นแบบจำลองที่เริ่มมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อจุดประสงค์ที่สำคัญอย่างในเลียนแบบกลไกที่ผู้สร้างแบบจำลองคาดว่าเป็นกลไกที่สำคัญในระบบนิเวศคือ เพื่อจำลองการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของชนิดซึ่งแบบจำลองชนิดอื่น ๆ ไม่สามารถทำได้ แต่เนื่องจากแบบจำลองชนิดนี้ผู้สร้างแบบจำลองนอกจากต้องมีความรู้ทางระบบนิเวศเป็นอย่างดีแล้ว ควรต้องมีหรือมีผู้อื่นซึ่งมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษา General purpose programming เช่น FORTRAN, PASCAL, C, C++ เป็นต้นได้ เนื่องจากแบบจำลองประเภทนี้มักมีความเฉพาะตัวสูง และในส่วนของพัฒนา Object-oriented ecosystem modelling ก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งซึ่งได้รับความสนใจอย่างมากเพราะหลักการในการวิเคราะห์ระบบนิเวศเป็นหลักการเกี่ยวกับการพัฒนาแบบจำลองในแนวทาง Object-oriented

2. ข้อมูล, ระบบ และกลไกที่ควรศึกษา

ข้อมูลเป็นเสมือนตัวแทนของความเข้าใจในระบบนิเวศที่ต้องการศึกษา ที่ถูกแปรออกมาตามแนวความคิดของผู้สร้างแบบจำลองที่ต้องการจากการเก็บรวบรวมหรือทำการทดลอง เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองลักษณะและระยะเวลาของข้อมูลที่ต้องการ มีความแตกต่างกันอย่างมากขึ้นกับพลวัตของระบบนิเวศและวัตถุประสงค์ของผู้พัฒนาแบบจำลอง เช่น พลวัตของแบบจำลองของการทดแทนของป่าตั้งแต่เริ่มจนถึงป่าเข้าสู่สภาพสมดุลกินเวลาหลายร้อยปี ปัจจุบันมีเฉพาะข้อมูลของป่าในเขตหนาวที่มีการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องเกินกว่าร้อยปี สำหรับป่าในเขตร้อนไม่มีข้อมูลของป่าใดที่ถูกเก็บเป็นระยะเวลานาน (Long-term data set) ชุดใดที่มีอายุนาน เป็นร้อยปี ดังนั้นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับการศึกษาระบบนิเวศวิทยาของป่าไม้คือ การจัดตั้ง Permanent plot สำหรับการเก็บข้อมูลพลวัตของป่าชนิดต่าง ๆ ที่เป็น Long-term data set ให้มากขึ้นกว่าที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ส่วนหนึ่งของระบบและกลไกที่ควรศึกษาได้ถูกเสนอไว้แล้วโดยเป็นหัวข้อของงานวิจัยทางด้าน Ecological modelling ภายใต้กรอบนิเวศวิทยาที่ถูกเสนอขึ้นมา หลังการประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่อง “Dynamics of Biodiversity: from Genes to ecology” ของนักวิจัยไทยและนักวิจัยฝรั่งเศสที่จัดขึ้นด้วยความร่วมมือทางวิชาการระหว่างสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) กับสถาบันวิจัยจากประเทศฝรั่งเศส

- Population dynamics and age-structured models, including control mechanisms
- Population interactions, including grazing, predation, food chains, etc.
- Infectious disease dynamics
- Ecosystem processes, including succession, regeneration processes, compartment models, etc.
- Adaptive dynamics and evolution models

แนะนำวรรณกรรมและ Websites ที่สำคัญ

- 1) May, R. M. 1973. Stability and Complexity in Model Ecosystems. Princeton University Press, Princeton. 235 pp.
- 2) Odum, H. T. 1983. Systems Ecology: An Introduction. A Wiley-Interscience Publication, New York. 644 pp.
- 3) Jorgensen, S. E. 1994. Fundamentals of Ecological Modelling. 2 nd Edition. Elsevier, Amsterdam. 628 pp.
- 4) Jorgensen, S. E., Halling-Sorensen, B., and Nielsen, S. N. 1996. Handbook of Environmental and Ecological Modeling. CRC Press, Inc., Boca Raton. 672 pp.
- 5) <http://dino.wiz.uni-kassel.de>
- 6) <http://www.swarm.org>
- 7) วารสาร Ecological Modelling

บรรณานุกรม

- กฤษฎา มหาสันทนะ. (2511). การทำนายคุณภาพแม่น้ำเจ้าพระยาด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE – 11. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิริติ ลิ่วจันทกุล. (1998). การศึกษาการแพร่ของน้ำเค็มเข้าแม่น้ำเจ้าพระยาโดยใช้แบบจำลอง Finite Element. Rangsit University Journal of Engineering and Technology. 12(2) .13-19.
- เกษม ปิ่นทอง. (2541). การพัฒนารูปจำลองคณิตศาสตร์เพื่อใช้พยากรณ์การแพร่กระจายความเค็มและดัชนีคุณภาพน้ำในทะเลสาบตื้นที่มีทางคดเคี้ยวทะเล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- กักร อุณหกาญจน์กิจ. (2542). แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำจันทบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- จันทร์เพ็ญ สุรนัยญากร. (2534) แบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับคำนวณการไหลของน้ำทะเลในอ่าวไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จุลิน ลิกะสิริ. (2537). แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของห่วงโซ่อาหารโดยวิธีซิงกูลาร์เพอร์เทอร์เบชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ชลัม ภูมิกาญจน์. (2531). การใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์สตอร์มคำนวณคุณภาพน้ำท่าของพื้นที่กรุงเทพฯ ขึ้นใน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยยุทธ เจียรพนินันท์. (2536). การประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำทศนิยมของพื้นที่กรุงเทพมหานครด้วยแบบจำลอง MOUSE. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ชัยวัฒน์ ไร่ชาวิทย์. (2542). การศึกษาและประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในการใช้งานด้านจัดสรรน้ำ. รายงานการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- โชคพิพัฒน์ เกศพงศอาระ. (2531). การศึกษาอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงบริเวณปากแม่น้ำโดยใช้แบบจำลองชลศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต(วิศวกรรมโยธา). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- เดวิด รูฟโฟโล. (2540). โมเดลทางคณิตศาสตร์ของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรหอยหลอด, รายงานการวิจัย. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- ถวัลย์ ขุขจร. (2532). แบบจำลองปริมาณปลาในอ่างเก็บน้ำของประเทศไทย, เอกสารวิชาการสถาบันประมงน้ำจืด แห่งชาติ ฉบับที่ 99.
- ทองเปลว กองจันทร์. (2541). การประเมินผลการใช้ WASAM 2.2 ในการจัดสรรน้ำและ ติดตามผลสำหรับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามูลบน, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมชลประทาน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทองเปลว กองจันทร์ และวราวุธ วุฒินิชย์. (2541). การประเมินผลการใช้ WASAM 2.2 ในการจัดสรรน้ำและ ติดตามผลสำหรับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามูลบน, วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตเกษตรศาสตร์, ฉบับที่ 34, 81-91.
- ทวนทัน กิจไพศาลสกุล. (2534). การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์สภาพน้ำท่วมที่รามคุ่ม, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทวีวงศ์ ศรีบุรี. (2527). การประยุกต์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการคุณภาพน้ำในลำน้ำธรรมชาติ, รายงานการวิจัย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์.
- ทิพรัตน์ พงศ์ธนาพานิช. (2538). การวิเคราะห์การใช้ประโยชน์เชิงเศรษฐกิจของพื้นที่ป่าชายเลนในจังหวัดตรัง: วิธีการจำลองเชิงเส้น, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์การเกษตร), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ธรรป ไตจินดา. (2540). การวิเคราะห์หาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความวิกฤตของกลุ่มน้ำแม่ยมจากสัดส่วนการใช้ที่ดิน, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม), โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธวัช ชิตระการ. (2541). การศึกษาแบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับการหาอัตราการตกตะกอนในทะเลสาบสงขลา, รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.
- นิพนธ์ ตั้งจจกรรม. (2537). การสร้างโมเดลเพื่อวิเคราะห์และประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม, เอกสารจัดทำเพื่อประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรการวางแผนการจัดการสิ่งแวดล้อม ณ ศูนย์วิจัยอบรมด้านสิ่งแวดล้อม

- บุญช่วย ชุนหกิจ. (2536). อิทธิพลของลักษณะทางภูมิกายภาพของกลุ่มน้ำและการทำลายป่าต่อลักษณะ การไหลของน้ำในลำธารในลุ่มน้ำมูล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประเดิมชัย แสงคุ้มชัย. (2524). โมเดลคณิตศาสตร์สำหรับประเมินชั้นคุณภาพของกลุ่มน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประเสริฐ ชูแสง. (2527). VISICALC กับโครงการแบบจำลองระบบน้ำท่วม กทม. ๑ ด้วยคอมพิวเตอร์. วารสารแผนที่ 26(3) 104-113.
- พงษ์ศักดิ์ ตากอุดมเลิศ. (2518). สมการสหพันธ์เพื่อการประเมินน้ำไหลจากลุ่มน้ำขนาดเล็กป่าดิบเขาตอนปลายเขียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พงษ์ศักดิ์ เสริมสาธณสวัสดิ์. (2539). การศึกษาแบบจำลองทางชลศาสตร์ของอาคารระบายน้ำสัน เขื่อนลำมูลาน. วิศวกรรมสารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ฉบับที่ 27, ธันวาคม-มีนาคม., 73-80.
- พรพุด นัทธี. (2533). การประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำปทุมภูมิของพื้นที่กรุงเทพมหานครชั้นในด้วยแบบจำลอง (SPIDA). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรยศ เทียนทอง. (2539). แบบจำลองคณิตศาสตร์คุณภาพน้ำในแม่น้ำป่าสักตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรสิทธิ์ สิทธิวันชัย. (2540). อิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำ บริเวณปากแม่น้ำโขงเมื่อศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พนิจ เชิดชูพงษ์. (2539). การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับรูปแบบของทองแดงในน้ำธรรมชาติ. วารสารสงขลานครินทร์ 8(4) 401-409.
- พิชัย พิธานพิทยรัตน์. (2532). การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อระบายและไล่น้ำเสียในคลอง. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ไมตรี ฝอยทอง. (2538). ศึกษาภาพการพัฒนามาแหล่งน้ำในลุ่มน้ำบางปะกง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ขงศ์วิมล เถนบุรี. (2539). แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบทางเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อสิ่งแวดล้อม. รายงานการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- รัตนา จินดาพล. (2531). การศึกษาแบบจำลองทางอุทกวิทยา บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อน. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ถิอพล ปุณณกันต์. (2531). การสร้างแบบจำลองด้านคุณภาพน้ำของคลองเจ็ดชัยบูชา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ลำจวน เขียวแก้ว. (2539). การพัฒนา WASAM 2.2 และการประยุกต์ใช้ในการจัดสรรน้ำและติดตามผลสำหรับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามูลบน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมชลประทาน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สนห์ จินดาสงวน. (2540). การจำลองสภาพน้ำใต้ดินในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมบุญพร พรมพิณตพงศ์. (2541). การศึกษารูปร่างของน้ำเค็มในคลองอู่ตะเภาด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์. (Mathematical Model of Salinity Intrusion in U-Taphao River). รายงานการวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สหทยา รัตนเมฆกุล. (1998). พฤติกรรมเชิงพลศาสตร์ของแบบจำลองสำหรับผลกระทบของปรสิคในพลเมืองผู้ล่าของระบบที่มีชีวิต 2 ชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สราวุธ ชีวะประเสริฐ. (2535). แบบจำลองคณิตศาสตร์ระบบระบายน้ำหลักในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สิริพร หงษ์ทอง. (1998). การวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผลกระทบของสารพิษต่อระบบนิเวศหนึ่งสายพันธุ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

- สุทธาสินี กล่าวกิจกุล. (2542). การรวมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์กับแบบจำลองมลพิษแบบแพร่กระจายจากแหล่งเกษตรกรรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนันทา เสงี่ยมและคณะ. (2532). ผลกระทบของอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมที่มีต่อคุณภาพของน้ำในลำน้ำพอง. วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น 17 (2).110-116.
- แสงจันทร์ ลิมจิรกร. (2529). ผลกระทบของน้ำทิ้งจากอาคารสูงต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ. วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อมจุฬาลงกรณ์ 8(2) 153-172.
- แสงสุริย์ คัดโนภาส. (2542). การประเมินค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยและน้ำท่าโดยใช้แบบจำลอง AGNPS บริเวณพื้นที่สถานีวิจัยเพื่อรักษาดันน้ำน่าน อำเภอเวียงสาจังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์) สาขาการจัดการลุ่มน้ำ. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อวิรุทธ์ สุขสมอรรถ. (2538). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่าในลุ่มน้ำบางปะกงโดยใช้แบบจำลองRIBAMAN (RBM-DOGS). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อิศรา พิริยะพิเศษพงศ์. (2540). การปรับเทียบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการคุณภาพน้ำผิวดินบริเวณโรงไฟฟ้าและเหมืองแม่เมาะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Aftab Hussian, A. (1990). Modelling Irrigation Schedules for Low-land Rice Irrigation with Stochastic Rainfall and Evapotranspiration. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Ahmad Sana, A. (1992) Application of a Turbulence Model to an Oscillatory Boundary Layer. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Balasingam, P. (1999). Modelling of Methane Generation, Oxidation and Emission in Landfills. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Bhuvendralingam, S. (1987). Modelling of Cadmium Transport in Soil. Master of Engineering. Asian Institute Of Technology.

- Bienvenido Cruz, G. (1980). A Water Management Model for Lowland Paddy Irrigation Systems, Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Book Hee, K. (1982). A Chance-Constrained Dynamic Programming (CCDP) Model for Water Quality Management. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Chaleeraktragoon, C. (1982). A Mathematical Model for Daily Flow. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Chirattiyangkur, A. (1974). A Developmental Model of an Agricultural system in Thailand with Particular Reference to rice. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Charles Gunaratnam, J. (1982). A Monthly Watershed Model for Estimating the Effect of Changes in Land Use and Its Application. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Chong, P.S. (1972). Modelling and Systems Analysis of Fish pond Cultures. Master of Science. Asian Institute of Technology.
- Esteban, M.A. (1978). Flood Forecasting Model for the Chao Phraya River. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Firoz Montaser, A. (1990). Mathematical Model of Flood Protection for the City of Hatyai. Master of Engineering Asian Institute of Technology.
- Gupta, K.L. (1980). A Model to Predict Crop Water Requirements. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Jayamohan, S. (1983). Development of Prediction Model for Bacterial Density in Oxidation Pond. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Jayasuriya, L.N.N. (1981). A Dynamic Soil Moisture and Water Balance Model. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.

- Jeevaraj, C.G. (1982). A Monthly Watershed Model for Estimating the Effect of Changes in Land Use and its Application. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Jorgensen, S.E.(1994). Fundamentals of Ecological Modelling. Elsevier, Amsterdam. 628 pp.
- Jorgensen, S.E., Halling-Sorensen, B. and Nielsen, S. N. (1996) Handbook of Environmental and ecological Modeling. Lewis Publishers, Boca Raton. 672 pp.
- Jorgensen, S.E. (1997). Ecological Modelling by "Ecological Modelling". Ecological Modelling. 100, 5-10.
- Jothiyangkoon, C. (1991). Analytical Model of Deformation of a Submerged Dike Along a Channel Bed. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Jugal, B. (1997). Modelling of Free-Water-Surface Constructed Wetlands for the Removal of Biodegradable Organic Matter. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Kabiling, M. B. (1989). A Combined Deterministic-Stochastic Model for Daily Flow Forecasting of the Pasak River Basin, Thailand. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Kithsiri Karunajeewa, R. (1983). Application of the SSARR Model to the Mekong Delta Flood Forecast. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Keshab Raj, S. (1998). Modelling of Biological Nitrification. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Kerdsin, P. (1982). Simplified Method of Flood Plain Modelling for The Chao Phraya River System. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Krishan Lal, G. (1980). A Model to Predict Crop Water Requirements. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Hongthong, S. (1998). Analysis of a Mathematical Model for the Effect of Toxicant on Single-Species Ecosystems. Master of Science (Applied Mathematics). Mahidol University.

- La-ongnaul, T. (1994). Development of a Model of Phytoplankton Productivity in Fertile Ponds, Master of Science. Asian Institute of Technology.
- Lertpocasombut, K. (1984). Nitrification Model with Inhibition of Sea Water, Master of Science. Asian Institute of Technology.
- Likasiri, C. (1994). Analysis of a Mathematical Model of a Food Chain by the Singular Perturbation Method, Master of Science. Mahidol University.
- Long-Gyi, C. (1983). Water Quality Control by an Integrated River Quality and Reservoir Operation Model, Doctor of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Maheesh Raj, G. (1997). Flood Forecasting Model for Pasak River Basin, Thailand, Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Mohammad, S. (1978). A Digital Model for the Evaluation of Nakhon Luang Aquifer, Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Novaprateep, B. (1993). Dynamic Behavior of a Model of the Chemostat Subject to Product Inhibition with Parabolic Specific Growth Rate, Master of Science (Applied Mathematics). Mahidol University.
- Oliver Vilar, A. (1995). Application of the Integrated Biomass Model for Natural Wastewater Treatment Systems, Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Pansuwan, A. (1999). Chaos and Control Action in a Kolmogorov Type Model for Food Webs with Harvesting or Replenishment, Master of Science (Applied Mathematics). Mahidol University.
- Paramee, S. (1999). Modeling Strom Runoff and Soil Loss by Individual Rainstrom in Various Landuses at Huai Honk Khrai Royal Development Study Center, Chiang Mai Province, Master of Science (Forestry) Major Field Watershed Management. Department of Conservation, Kasetsart University.
- Peng, C. (1988). A Mathematical Model of Biofilm Shear Loss in Rotating Biological Contactor, Master of Engineering. Asian Institute of Technology.

- Phanuwan, C. (1999). Plug-Flow Model for Organic Removal in Constructed Wetlands. Master of Science. Asian Institute of Technology.
- Piantanakulchai, T. (1999). Vertical Distribution Model of Phytoplankton in the Gulf of Thailand. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Pinisakul, A. (1997). Nitrogen Removal in Constructed Wetland Beds Treating Septage. Master of Science. Asian Institute of Technology.
- Piriyaongpun, S. (1984). Distribution Function Approach to Watershed Model. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Pool, R.W. (1979). Ecological Models and the Stochastic-Deterministic Question. in Contemporary Quantitative Ecology and Related Economics. Edited by Patil, G.P. and Rosenzweig, M. International Co-operative Publishing House, Maryland.
- Pratishthananda, S. (1976). A Nonlinear Multilevel Transportation Model for Water Resource-Water Quality Management. Ph.D. Thesis Utah State University.
- Punpocha, M. (1989). Modelling Oscillatory Behavior in a Three-Variable Model of Continuous Fermentation Systems Subject to Product Inhibition. Master of Science (Applied Mathematics). Mahidol University.
- Pushpa Raj Onta, S. (1982). A Finite Element Model of Contaminant Movement in Steady Groundwater Flow Systems. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Punyindu, P. (1990). Application of Flood Forecasting Model on the U-Thaphao Basin, Thailand. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Rahman Md., M. (1986). A Model for Evaporation and Transpiration from Wetland Rice. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Rathnayake Mudiyansele Dharmsiri, R. (1981). Evaluation and Simplification of Mathematical and Numerical Concepts of the SHE Model. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.

- Ratanakij, S. (1989). Available soil moisture simulation model for some upland crops. Master of Science (Appropriate Technology for Resource Development). Faculty of Graduate Studies, Mahidol University.
- Rattanamongkonkul, S. (1998). Dynamic Behavior of a Model for the Effect of a Parasite on the Predator Population of a Two Species System. Master of Science (Applied Mathematics). Mahidol University.
- Rodolfo, B. C. (1982). Estimation and Forecasting of Water Resources Data Using Group Method Handling (GMDH). Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Sapphaisai, C. (1974). A Mathematical Model of the Suphan River Irrigation System. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Sin Chong, P. (1972). Modelling and systems analysis of fish pond cultures. Master of Science. Asian Institute of Technology.
- Sin-Yang, C. (1993). Development of Water Quality Evaluation Software for Management of Sewage Treatment Plants. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Shanmugalingam, B. (1987). Modelling of Cadmium Transport in Soil. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Somcharoen, S. (1987). Soil Moisture Prediction and Simulation Model. Master of Science (Technology of Environmental Management). Faculty of Graduate Studies, Mahidol University.
- Suvannakes, N. (1999). System Dynamics Approach for Economics Utilization of Mangrove Areas Case Study: Sawee-Thoungka Estuary at Chumporn Province. Master of Science (Technology of Environmental Management). Faculty of Graduate Studies, Mahidol University.
- Taesombut, V. (1972). Mathematical Model of Flood Flows from Small Watershed. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.

- Tong-Yi, L. (1987). A Chance Constrained Model of Water Quality Management in a River Basin. Master of Science. Asian Institute of Technology.
- Thanh Han, N. (1983). A Mathematic Model for the Generation of Annual and Daily Streamflows of the Mekong River. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Yu-Min, W. (1982). A Computer Model for Assessing Rainfed Agriculture. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Vongvisessomjai, S. (1987). Ao Phai Thermal Power Plant Thermal Discharge Model Tests. Research Report No.194. Asian Institute of Technology.
- Wen-Huei, T. (1981). Thermal Diffusion in an Estuary. Master of Engineering. Asian Institute of Technology.
- Witthawatchutikul, P. (1997). Modelling for Evaluation of Critical Condition of Watershed in Thailand. Doctor of Philosophy (Forestry), Major Field Forestry (Watershed Management). Graduate Program in Forestry, Kasetsart University.
-