ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
250372

สัญญาเลขที่ RDG5230001

สกว
TRF

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการศึกษาแผนที่เดินทาง (Road Map) สำหรับงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ที่เหมาะสมกับสถาณการณ์ปัจจุบันของไทย

เสนอ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

โดย

ศ.ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์
ศ.ดร. ปริญญา นุตาลัย
ผศ. ดร. สุวรรณี อัศวกุลชัย
น.ส. ทรงภรณ์ ภิระบรรณ์

พฤษภาคม 2552

b00256365

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
250372

สัญญาเลขที่ RDG5230001

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการศึกษาแผนที่เดินทาง (Road Map) สำหรับงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ที่เหมาะสมกับสถาณการณ์ปัจจุบันของไทย

เสนอ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

โดย

ศ.ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์
ศ.ดร. ปริญญา นุตาลัย
ผศ. ดร. สุวรรณี อัศวกุลชัย
น.ส. ทรงภรณ์ ภิระบรรณ์

พฤษภาคม 2552

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : RDG5230001

ชื่อโครงการ : การศึกษาแผนที่เส้นทางสำหรับงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบันของไทย

ชื่อนักวิจัย : ธงชัย พรรณสวัสดิ์[1], ปริญญา นุตาลัย[2], สุวรรณี อัศวกุลชัย[3]
[3]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

email address :
suwannee_ads@utcc.ac.th

ระยะเวลาโครงการ :
29 ตุลาคม 2551 ถึงวันที่ 31 พฤษภาคม 2552

250372

การศึกษาครั้งนี้เพื่อพัฒนา Road Map ของการวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมอย่างครบวงจรตั้งแต่ต้นทาง(องค์ความรู้พื้นฐานที่จำเป็น) จนถึงปลายทาง(หรือผู้ใช้เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม) ในลักษณะองค์ความรู้สหวิชาการ โดยมีวิธีการดำเนินงานดังนี้ วิเคราะห์ประเด็นปัญหาของชาติจากแผนยุทธศาสตร์ของชาติ วิเคราะห์กรอบงานวิจัยในชุดโครงการวิจัยของ สกว. วิเคราะห์ Stakeholder ในภาพรวม เพื่อสะท้อนภาพของเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันเฉพาะด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมที่ต้องการในอนาคต จากนั้นจัดประชุม Focus group for all stakeholder เพื่อกำหนดกรอบงานวิจัยในภาพรวม รวมทั้งการจัดลำดับความสำคัญของงานวิจัย ผลศึกษาสามารถสรุปหัวข้อวิจัยด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมอันแยกตามกลุ่มได้ 10 ประเด็น ได้แก่ 1) นโยบาย 2) หลายสถานการณ์ 3) น้ำสะอาด 4) น้ำเสีย 5) ขยะ 6) สารพิษ/ขยะอันตราย 7) คุณภาพและมลพิษอากาศ 8) มลพิษเสียง 9) การจัดการโดยใช้เทคโนโลยีฯ และ 10) การอนุรักษ์ฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม และการจัดลำดับความสำคัญของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมจากผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงทั้งสิ้น 533 ราย (ประกอบด้วยคณาจารย์จากมหาวิทยาลัย เจ้าหน้ารัฐ และผู้ผลิต/ผู้ใช้เทคโนโลยี) พบว่าเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเพื่อใช้แก้ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อม ที่มีระดับความสำคัญสูงสุดสองอันดับแรก ได้แก่ เทคโนโลยีใช้แก้ปัญหาจากสารพิษ/สารอันตราย/ขยะพิษ/ขยะอันตราย และปัญหาน้ำเสีย ซึ่งได้รับคะแนนแสดงระดับความสำคัญถึง 4.51 และ 4.43 จากคะแนนเต็ม 5 ตามลำดับ ในขณะที่ประเด็นเทคโนโลยีด้านเสียงได้รับคะแนนแสดงระดับความสำคัญน้อยที่สุดคือ 3.15 สำหรับทิศทางการวิจัยด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมของประเทศแบ่งเป็นการวางแผนระยะสั้น (0-2 ปี) ระยะกลาง (2-4 ปี) และระยะยาว (3-5 ปี) สำหรับ 5 ปีข้างหน้า (2010-2014)

คำหลัก : เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม, ทิศทางการวิจัยด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมของประเทศ, การจัดลำดับความสำคัญของงานวิจัย

Abstract

Project Code : RDG5230001

Project Title : Environmental Technology Road Map for Thailand in the next five years

Investigators : Panswad T.[1], Nutalaya P.[2], Adsavakulchai S.[3]

[3] School of Engineering, University of the Thai Chamber of Commerce

email address :

suwannee_ads@utcc.ac.th

Project Duration :

October 29, 2008 – May 31, 2009

250372

The main objective of this study is to develop the Environmental Technology Road Map for Thailand in the next five years in term of integrative multidiscipline. The methodology is to analyze the national strategic plan, Thailand Research Fund strategic plan and integrate with focus group opinions from all stakeholders to reflect the current environmental technology applications and thoughts and to anticipate the future engineering technology especially for research priority and scope of environmental technology road map. The approach of this study are to summarize the topics of environmental technology researches into ten topics as follows: 1) environmental policy 2) applications of environmental 3) clean water 4) wastewater 5) solid wastes 6) hazardous wastes 7) air quality and air pollution 8) noise pollution 9) environmental technology management and 10) environmental conservation. The consensus of 533 stakeholders (consisting of academics, government personnels, manufacturers and end users) concluded that the 2 highest research priorities are the environmental technology for hazardous waste and wastewater. The ratings are 4.51 and 4.43 from the total score of 5, consecutively. The lowest research priority is noise pollution with a score of 3.15. The National Environmental Technology Road Map Planning in the next 5 years (2010-2014) are scheduled for implementation in short term (0-2 years), middle term (2-4 years) and long term (3-5 years)

Keywords : Environmental Technology Road Map, research priority, Thailand

บทสรุปผู้บริหาร

แผนที่เส้นทางงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม สำหรับประเทศไทยใน 5 ปี ข้างหน้า (ค.ศ.2010-2014)

1.1 ความหมายของเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม (Environmental Technology) เป็นเทคโนโลยีประยุกต์วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมสำหรับการควบคุมดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในสภาพที่ดี และมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ รวมไปถึงการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน

เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม (environmental technology : abbreviated as EnviroTech) or green technology (abbreviated as GreenTech) or cleaner technology (abbreviated as CleanTech) หมายถึง การดำรงการพัฒนาอย่างยั่งยืน เช่น การแปรรูปกลับมาใช้ใหม่(recycling) การทำให้น้ำสะอาดบริสุทธิ์(water purification) การบำบัดน้ำเสีย(sewage treatment) การฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมจากการปนเปื้อน (remediation) การจัดการขยะมูลฝอย(solid waste management) รวมไปถึงการจัดการพลังงานทดแทน ซึ่งบางเทคโนโลยีเกี่ยวข้องโดยตรงกับการอนุรักษ์พลังงาน(energy conservation) อันรวมไปถึงพลังงานแสงอาทิตย์(solar power) ทั้งนี้เพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อมจากแหล่งพลังงานดั้งเดิม เช่น ถ่านหิน น้ำมันปิโตรเลียม เป็นต้น นอกจากนั้นยังมีความพยายามในการค้นหาพลังงานสะอาด(clean energy) เพื่อเป็นพลังงานทางเลือก อาทิ การผลิตพลังงานจากของเสีย เช่น anaerobic digestion ให้พลังงานชีวภาพ เป็นต้น ซึ่งในแง่ของการรักษาสิ่งแวดล้อมของโลก กล่าวคือ การลดแก๊สเรือนกระจก(greenhouse gases)ในระดับอุตสาหกรรม เช่น น้ำมันไร้สารตะกั่ว(unleaded gasoline) หรือแม้กระทั่งยานพาหนะระบบผสม คือ ใช้น้ำมันและไฟฟ้า(hybrid electric vehicles) ทั้งนี้เพื่อลดปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และซัลเฟอร์ไดออกไซด์สู่บรรยากาศนั่นเอง (ที่มา: http://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_technology)

ดังนั้นขอบเขตของเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมจึงครอบคลุมกว้างขวาง ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีเพื่อจัดหาน้ำสะอาด การกำจัดสิ่งปนเปื้อน การบำบัดน้ำเสีย การรวบรวมและการกำจัดขยะ การนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ การรวบรวมและการกำจัดสารพิษ อุปกรณ์กำจัดมลพิษทางอากาศ หรืออุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศ การลดผลกระทบจากเสียง การจัดการสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงการการอนุรักษ์และการฟื้นฟูระบบนิเวศทุกระบบ และการพัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้ในการทำนายสภาพแวดล้อมทุกด้านด้วยเช่นเดียวกัน

1.2 ความเป็นมาของโครงการ

ความเจริญทางด้านเศรษฐกิจ โดยเฉพาะด้านอุตสาหกรรม ได้นำประเทศไปสู่ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมมากมาย อาทิ มลพิษทางอากาศ น้ำ ดิน ขยะ เป็นต้น เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นเทคโนโลยีควบคุมดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมกายภาพให้อยู่ในสภาพที่ดีและมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ รวมทั้งปลอดภัยต่อสุขภาพของประชาชนและระบบนิเวศต่างๆ จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาประเทศแบบยั่งยืน

ในปัจจุบันงานวิจัยด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่ยังเป็นการวิจัยที่ไม่ครบวงจร กล่าวคือแม้อาจมีการวิจัยที่ได้องค์ความรู้จนสามารถพัฒนาไปสู่ภาคธุรกิจได้ แต่ก็ยังมีปัญหาที่ไม่สามารถจัดการจนนำไปสู่เชิงพาณิชย์ได้จริง เป็นต้น ส่งผลให้การพัฒนาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยยังไม่สมบูรณ์และใช้ประโยชน์ได้จริงเท่าที่ควร ทำให้บางกรณีการแก้ปัญหายังคงเป็นการนำเข้าเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมที่ได้มาจากต่างประเทศนั้นบางครั้งอาจไม่เหมาะกับประเทศไทย เช่น การนำสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ภายใต้สภาพภูมิอากาศของไทยมาใช้ในการกำจัดของเสียในไทย ดังนี้เป็นต้น

ดังนั้น ทิศทางการวิจัยด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมจึงควรเป็นไปเพื่อตอบโจทย์ในภาพรวมของทั้งประเทศ และเชื่อมโยงผลงานวิจัยไปสู่ภาคปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรม เพื่อให้การวิจัยนั้นๆ เป็นไปอย่างครบวงจรและยั่งยืน โดยเน้นไปที่ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวและมีผลรวมทั้งการประยุกต์ในวงกว้าง

1.3 จุดประสงค์

เพื่อพัฒนาแผนที่เส้นทาง (Road Map) ของการวิจัยอย่างครบวงจรตั้งแต่ต้นทาง (องค์ความรู้พื้นฐานที่จำเป็น) จนถึงปลายทาง (ผู้ใช้เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม) ในลักษณะองค์ความรู้สหวิชาการ เช่น ชีววิทยา เคมี ชลศาสตร์ กลศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ ฯลฯ เพื่อตอบโจทย์ด้านสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ พร้อมทั้งมุ่งพัฒนาศักยภาพวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมภายในประเทศ ที่ควรจะพึ่งตนเองได้

1.4 ขอบเขตการศึกษา

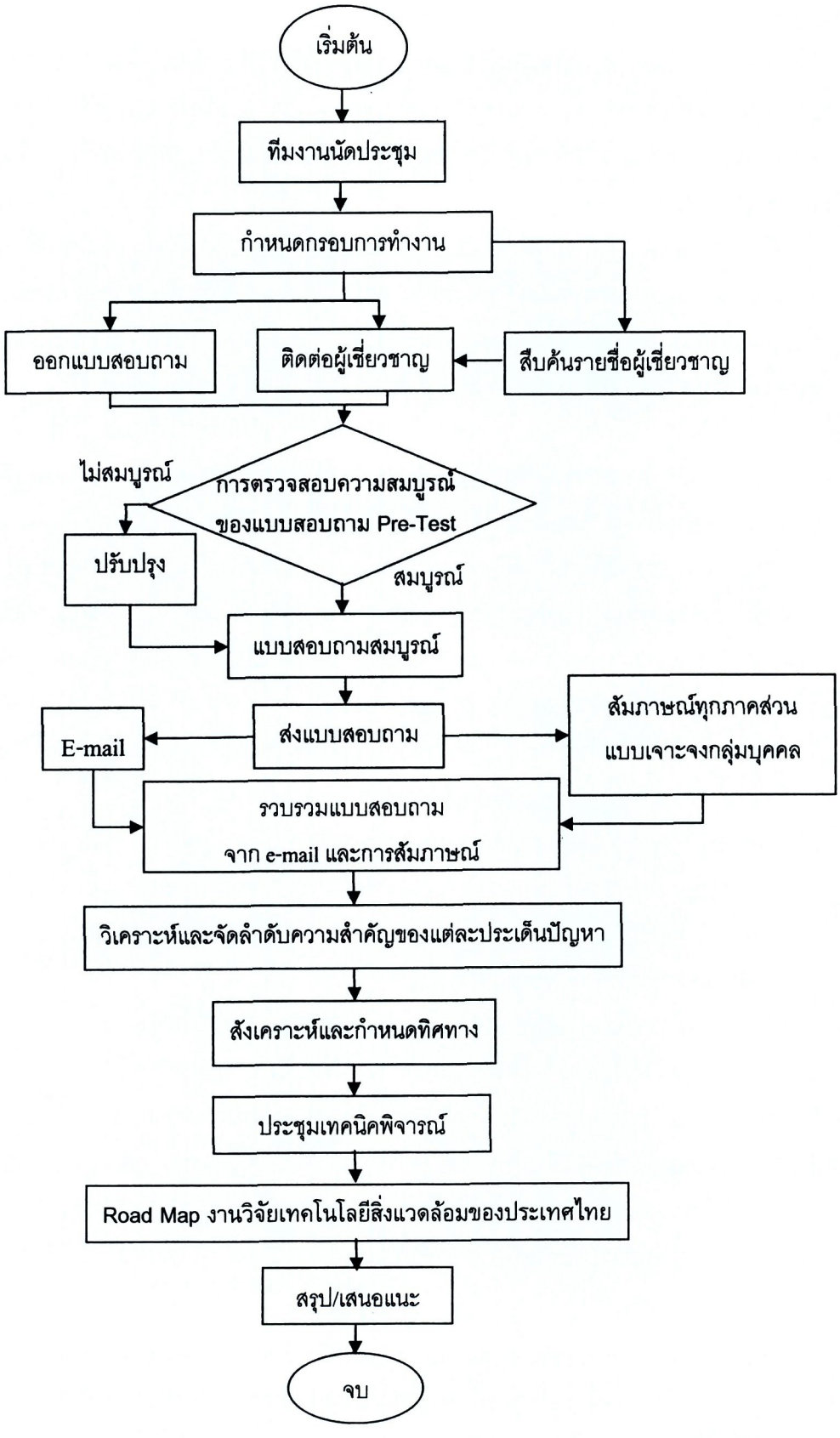
1. เฉพาะด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรม*
2. เฉพาะด้านสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ
3. เฉพาะสภาพและสถานการณ์ปัจจุบันและอนาคตระยะสั้น (5 ปี) ของไทย
4. เน้นงานวิจัยที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้เทคโนโลยี
5. เน้นการดำเนินการร่วมกันของสถาบันการศึกษา หน่วยงานภาครัฐทั้งส่วนกลางและท้องถิ่นและภาคเอกชน

1.5 วิธีดำเนินการ

คณะผู้ศึกษาฯ ได้ดำเนินการตามแผนดำเนินงานดังในรูปที่ 1.1 โดยมีประเด็นหลักดังต่อไปนี้

1.5.1 ทบทวนเอกสารวิจัย โดยรวบรวมจากการสืบค้นจากฐานข้อมูลงานวิจัยของมหาวิทยาลัย หน่วยงานของรัฐ และแหล่งทุนต่างๆ เช่น สวทช. เป็นต้น (รายละเอียดข้อค้นพบในภาคผนวก 1)

***หมายเหตุ**: ในขั้นตอนหรือระยะแรก อาจต้องมีการบ่งชี้ทิศทางงานวิจัยหรือความต้องการความรู้ขั้นพื้นฐาน ซึ่งแตกต่างไปจากงานวิจัยเทคโนโลยีด้วย ซึ่ง สกว. อาจนำไปเป็นโจทย์วิจัยขั้นพื้นฐาน แยกไว้ในฝ่ายอื่นต่อไป



รูปที่ 1.1 กรอบการจัดทำ Road Map ของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย สำหรับ 5 ปีข้างหน้า

1.5.2 ออกแบบสอบถามเกี่ยวกับความสำคัญของงานวิจัยด้านนี้ โดยแบ่งเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมออกเป็น 9 ประเด็นหลักตามปัญหาสิ่งแวดล้อม ได้แก่ 1. น้ำสะอาด 2. น้ำเสีย 3. ขยะ (ชุมชน/อุตสาหกรรมชนิดไม่เป็นขยะอันตราย) 4. สารพิษ / สารอันตราย /ขยะพิษ /ขยะอันตราย 5. อากาศ 6. เสียง 7. การจัดการ 8. การอนุรักษ์และการฟื้นฟูและ 9. แบบจำลองและบัญชีรายการ (inventory) ทางด้านสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมีหัวข้อ "อื่นๆ" เพื่อให้อิสระแก่ผู้ตอบแบบสอบถามในการเสนอแนะในประเด็นอื่นๆ ด้วย

นอกจากนั้นคณะผู้ศึกษาฯ ยังได้ระบุรายละเอียดเป็นหัวข้อย่อยๆ เพิ่มเติมสำหรับแต่ละประเด็นหลัก เพื่อสอบถามกลุ่มเป้าหมายที่สามารถให้ข้อมูล* อาทิ นักวิชาการ หน่วยงานของรัฐในฐานะผู้ใช้เทคโนโลยีรวมทั้งกำหนดกฎเกณฑ์และข้อบังคับต่างๆ ส่วนเอกชนก็ในฐานะผู้ใช้เทคโนโลยีเช่นกัน รวมทั้งท้องถิ่น อาทิ เทศบาล อบต. เป็นต้น

1.5.3 ในขณะเดียวกันก็ได้ใช้แบบสอบถามนั้นในการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้แก่ นักวิชาการ ผู้ชำนาญการ/ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ประกอบการ ผู้ใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัย และเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานของรัฐ โดยคณะผู้ศึกษาฯได้ประสานงานเพื่อสอบถามกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจง ทั้งการส่ง e-mail รวมทั้งโทรศัพท์เป็นรายบุคคล และการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องในโอกาสต่างๆ ที่มีผู้ที่เกี่ยวข้องรวมตัวกันอยู่เป็นจำนวนมาก อาทิ การประชุม Waste Innovation and Solution 2008 ของสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย การประชุมของสมาคมสันนิบาตเทศบาลแห่งประเทศไทย ฯลฯ

1.5.4 จัดประชุมกลุ่มจำเพาะ (focus group) กับ

- หน่วยงานของรัฐ ในฐานะผู้กำหนดนโยบายและผู้ใช้เทคโนโลยี ได้แก่ กรมควบคุมมลพิษ กรมโรงงานอุตสาหกรรม การนิคมอุตสาหกรรมฯ เป็นต้น
- กลุ่มต่างๆ ของสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เช่น กลุ่มสิ่งทอ กลุ่มอาหาร เป็นต้น
- อาจารย์ตามมหาวิทยาลัยต่างๆ เช่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เป็นต้น
- ภาคเอกชน ได้แก่ ผู้ประกอบการต่างๆ
- แหล่งทุนต่างๆ ได้แก่ สวก. MTEC สวทช. NECTEC BIOTEC เป็นต้น
- เทศบาลและ อบต. ต่างๆ เป็นต้น (ดูภาคผนวก 3 สำหรับแบบสัมภาษณ์)

1.5.5 วิเคราะห์ผลขั้นต้น รวมทั้งจัดทำหัวข้อวิจัยที่น่าสนใจแยกตามแต่ละหมวดของปัญหาสิ่งแวดล้อม

1.5.6 จัดประชุมระดมความคิดเห็นแบบเทคนิคพิจารณ์ หรือ technical hearing เพื่อร่วมกันจัดลำดับความสำคัญของหัวข้อวิจัยด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม โดยใช้ผลจากข้อ 1.5.5 เป็นตัวตั้ง ทั้งนี้มีรูปแบบการดำเนินการประชุมเพื่อจัดลำดับความสำคัญ 2 ครั้งต่อเนื่องในวันเดียวกัน ดังนี้

---

*หมายถึง ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องหรือส่วนได้ส่วนเสียกับเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม โดยไม่รวมเจ้าหน้าที่รัฐและนักวิทยาศาสตร์กลุ่มทั่วๆ ไป กลุ่มบุคคลเหล่านี้จึงเป็นกลุ่มที่เลือกมาแบบจำเพาะเจาะจง ผลที่ได้จึงคาดว่าควรจะตรงกับข้อเท็จจริงกว่าสัมภาษณ์หรือปรึกษาหารือกับคนทั่วๆไป

ครั้งที่ 1 จัดลำดับโดยให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านเลือกเพียง 3-7 หัวข้อวิจัยที่ตนเองคิดว่าสำคัญที่สุดในแต่ละประเด็น เช่น น้ำเสีย มลพิษอากาศ ฯลฯ ด้วยคะแนน 3, 2, 1 หรือ 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 ตามแต่กรณี แล้วนำแต่ละหัวข้อนั้นมาจัดลำดับ แยกกันตามแต่ละประเด็นด้วยคะแนนถ่วงน้ำหนักตามจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม จากนั้นจึงนำ 3 ถึง 7 หัวข้อที่สำคัญที่สุดในแต่ละประเด็นนั้นมาจัดลำดับในภาพรวมอีกครั้งในครั้งที่ 2

ครั้งที่ 2 ทำเช่นเดียวกับข้างต้น โดยไม่แยกเป็นรายประเด็น แต่ได้จัดลำดับแบบคละประเด็น เป็นภาพรวมของงานวิจัยด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโดยใช้เฉพาะ 3 ถึง 7 หัวข้อที่สำคัญเป็นลำดับแรกในแต่ละประเด็นนั้น มาเข้ากระบวนการการจัดลำดับแบบรวมประเด็นอีกครั้ง (หมายเหตุ :- พบในภายหลังว่ารวมทั้งหมดมี 44 หัวข้อ ผู้เชี่ยวชาญจึงมีโอกาสเลือกในครั้งนี้ได้ร้อยละ 20 ของ 44 หัวข้อนั้น หรือเท่ากับ 8 อันดับ ด้วยคะแนน 8 ถึง 1)

1.5.7 นำผลจากข้อ 1.5.6 มาสังเคราะห์และกำหนดทิศทาง (roadmap)

1.5.8 สรุปผล รวมทั้งข้อเสนอแนะ

(หมายเหตุ :- การกำหนดว่าจะใช้จำนวน 3 ถึง 7 หัวข้อดังกล่าว ขึ้นอยู่กับจำนวนรวมของหัวข้อวิจัยในแต่ละประเด็นนั้น ๆ โดยใช้หลักเกณฑ์ว่าจะเลือกมาประมาณร้อยละ 20 ของหัวข้อวิจัยทั้งหมดที่มีในแต่ละประเด็นนั้น ๆ เช่น ประเด็นใดมี 35 หัวข้อก็เลือกเพียง 7 หัวข้อ ด้วยคะแนน 7 ถึง 1 ยกเว้นกรณีที่มีจำนวนหัวข้อทั้งหมดน้อยมาก เช่น มีเพียง 3 หัวข้อก็จะใช้หมดทั้ง 3 หัวข้อนั้น และด้วยคะแนน 3 ถึง 1 ตามลำดับ)

1.6 ผลจากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

1.6.1 ความเข้าใจ – รับรู้ ของผู้ตอบแบบสอบถามต่อการลำดับความสำคัญของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

คณะผู้ศึกษาฯ ได้ใช้แบบสอบถามความเข้าใจ–ความรู้ (perception) เกี่ยวกับการจัด ลำดับความสำคัญของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมของผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงทั้งสิ้น 533 ราย (ประกอบด้วยคณาจารย์จากมหาวิทยาลัย เจ้าหน้ารัฐ และผู้ผลิต/ผู้ใช้เทคโนโลยี) พบว่าเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเพื่อใช้แก้ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อม ที่ผู้ตอบแบบสอบถามเข้าใจ-รับรู้ ว่ามีระดับความสำคัญสูงสุดสองอันดับแรก ได้แก่ เทคโนโลยีใช้แก้ปัญหาจากสารพิษ/สารอันตราย/ขยะพิษ/ขยะอันตราย และปัญหาน้ำเสีย ซึ่งได้รับคะแนนแสดงระดับความสำคัญถึง 4.51 และ 4.43 จากคะแนนเต็ม 5 ตามลำดับ ในขณะที่ประเด็นเทคโนโลยีด้านเสียงได้รับคะแนนแสดงระดับความสำคัญน้อยที่สุดคือ 3.15 ทั้งนี้มีข้อสังเกตด้วยว่า

1. การผลิตอุปกรณ์เพื่อป้องกัน/แก้ไข/ลดปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศได้คะแนนต่ำในทุกประเด็น ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าแปลกใจและควรสังวรไว้ในการวางแผนการสนับสนุนการวิจัยในระยะต่อไป

2. โดยภาพรวมแล้วผู้ตอบแบบสอบถามที่มาจากสถาบันการศึกษามักให้คะแนน (โดยรวมและในหัวข้อย่อยหนึ่งๆ) ต่ำกว่าคะแนนของผู้ผลิตอุปกรณ์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม อาจเป็นเพราะนักวิชาการมีความคุ้นเคยกับเทคโนโลยีเหล่านั้นมากกว่าผู้ผลิตฯ จึงเห็นความสำคัญในระดับที่ต่ำกว่า

3. ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการผลสำเร็จเป็นรูปธรรมและนำไปใช้ได้จริงรวมทั้งลดค่าใช้จ่ายได้ทันทีมากกว่างานวิจัยเชิงวิชาการ ไม่ว่าจะเป็นงานวิจัยด้านรูปแบบหรือกระบวนการกำจัดหรือบำบัดของเสีย ทั้งนี้ในความเป็นจริงแล้วผลสัมฤทธิ์ที่ต้องการนั้นจะเกิดขึ้นไม่ได้หากเทคโนโลยีการกำจัด/บำบัดยังไม่ลงตัว

4. ความเข้าใจ–รับรู้ (perception) ของผู้ตอบแบบสอบถามอาจไม่ตรงกับความเป็นจริงของประเทศ

5. ความเข้าใจ-รับรู้ของผู้ตอบแบบสอบถามอาจไม่ตรงกับความต้องการในเชิงปฏิบัติทางวิชาชีพวิศวกรรม

6.ความเข้าใจ-รับรู้ของผู้ตอบแบบสอบถามอาจไม่ตรงกับข้อกฎหมายหรือกฎเกณฑ์ของรัฐ

1.6.2 ความเข้าใจ – รับรู้ ของผู้บริหารเทศบาลสำหรับการจัดลำดับความสำคัญงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

คณะผู้ศึกษาฯได้ใช้แบบสอบถามความเข้าใจ–ความรู้ (perception) เกี่ยวกับการจัดลำดับความสำคัญของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมของผู้บริหารเทศบาล พบว่าผู้บริหารหน่วยงานนี้ มีความสนใจเรื่องสิ่งแวดล้อมน้อย และระดับความสำคัญสูงสุดสองอันดับแรก ได้แก่ ปัญหาจากน้ำเสีย และน้ำสะอาด+ขยะ ซึ่งได้รับคะแนน 4.73 และ 4.54 จากคะแนนเต็ม 5 ตามลำดับ ในขณะที่ประเด็นเทคโนโลยีด้านเสียงได้รับคะแนนแสดงระดับความสำคัญน้อยที่สุดคือ 3.65

1.6.3 ผลจากการจัดลำดับความสำคัญของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโดยผู้เชี่ยวชาญ

คณะผู้ศึกษาได้จัดทำหัวข้อวิจัยที่ศึกษาว่าจำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศขึ้นมาจำนวนหนึ่ง รวมทั้งคณะผู้ศึกษาฯ ได้ประชุมในลักษณะกลุ่มจำเพาะ (focus group) กับผู้เชี่ยวชาญหลากหลายสาขาอาชีพ และจากต่างองค์กร เพื่อหาหัวข้อวิจัยเพิ่มเติมจากผู้ใช้ประโยชน์จากงานวิจัยฯนั้นแล้วนำหัวข้อนั้นมารวมกัน ซึ่งคณะผู้ศึกษาได้สรุปข้อค้นพบเกี่ยวกับหัวข้อวิจัยด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมแยกตามกลุ่ม 10 ประเด็นอันได้แก่ 1) นโยบาย, 2) หลากหลายสถานการณ์, 3) น้ำสะอาด, 4) น้ำเสีย, 5) ขยะ, 6) สารพิษ/ขยะอันตราย, 7) คุณภาพและมลพิษอากาศ, 8) มลพิษเสียง, 9) การจัดการโดยใช้เทคโนโลยีฯ, และ 10) การอนุรักษ์ฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสิ้น 195 หัวข้อ

จากนั้นคณะผู้ศึกษาฯ ได้จัดประชุมเทคนิคพิจารณ์กับผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงจำนวน 60 คนในประเด็นเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม จากภาค 1) ผู้ผลิตอุปกรณ์ 2) ผู้ใช้เทคโนโลยีฯ 3) บริษัทที่ปรึกษา 4) หน่วยงานของรัฐ และ 5) คณาจารย์ในมหาวิทยาลัยต่างๆ อีกครั้ง เพื่อร่วมกันจัดลำดับความสำคัญของหัวข้อวิจัยฯ

การจัดลำดับความสำคัญครั้งที่ 1 จัดโดยให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านเลือกเพียง 3-7 หัวข้อวิจัยที่ตนเองคิดว่าสำคัญที่สุดในแต่ละประเด็น แล้วคณะผู้ศึกษาฯนำคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านได้ให้นั้นมาจัดลำดับด้วยคะแนนถ่วงน้ำหนัก จากนั้นผู้ศึกษาฯได้เลือกหัวข้อย่อยที่ได้คะแนนสูงสุดในแต่ละประเด็น (เช่น น้ำ, ขยะ, สารพิษ ฯลฯ) อีกครั้งจำนวน 3-7 หัวข้อ ซึ่งรวมจาก 10 ประเด็นดังกล่าวเป็น 44 หัวข้อมาจัดลำดับความสำคัญแบบคละประเด็นอีกเป็นครั้งที่ 2 เพื่อเป็นการจัดลำดับความสำคัญในภาพรวมของทุกประเด็น โดยในครั้งที่ 2 นี้ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านเลือก 8 อันดับ (คะแนน 8 ถึง 1) ซึ่งหลังจากที่คณะผู้

ศึกษาได้ปรับแก้ไขให้ตรงกับความเป็นจริงรวมทั้งใช้วิจารณญาณและประสบการณ์ประกอบด้วยแล้ว ได้ผลสรุปเป็น 15 หัวข้อที่ควรวิจัยก่อนในขั้นต้น ดังสรุปในตารางที่ 1.1

1.7 แผนที่เดินทาง (Road Map) สำหรับงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย สำหรับ 5 ปีข้างหน้า (2010 - 2014)

คณะผู้ศึกษาฯ ได้พยายามสรุปหัวข้อวิจัยด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมอันแยกตามกลุ่มได้ 10 ประเด็น ได้แก่ 1) นโยบาย, 2) หลายสถานการณ์, 3) น้ำสะอาด, 4) น้ำเสีย, 5) ขยะ, 6) สารพิษ/ขยะอันตราย, 7) คุณภาพและมลพิษอากาศ, 8) มลพิษเสียง, 9) การจัดการโดยใช้เทคโนโลยีฯ, และ 10) การอนุรักษ์ฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม โดยแบ่งเป็นการวางแผนระยะสั้น (0-2 ปี) ระยะกลาง (2-4 ปี) และระยะยาว (3-5 ปี) สำหรับ 5 ปีข้างหน้า (2010 - 2014) รายละเอียดดังสรุปในตารางที่ 1.2

1.8 ข้อเสนอแนะ

ทั้งนี้ คณะผู้ศึกษาฯมีข้อเสนอแนะอีกด้วยว่า เนื่องจากหัวข้อวิจัยมีอยู่มากและแต่ละหัวข้อก็ล้วนสำคัญ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ที่หน่วยงานวิจัยหรือหน่วยงานสนับสนุนทุนวิจัยหนึ่งๆจะดำเนินการได้หมดด้วยหน่วยงานตัวเองหน่วยเดียว *สกว. จึงควรจัดประชุมร่วมกันระหว่างหน่วยงานให้ทุนวิจัยทุกแห่งของประเทศ เพื่อปรึกษาหารือเกี่ยวกับหัวข้อวิจัยด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมนี้และเพื่อตกลงขอบเขตหรือประเด็นวิจัยที่ควรแบ่งกันทำ เพื่อลดความซับซ้อนทั้ง ด้านงบประมาณ เวลา และบุคลากร* เช่น สวทช. อาจรับผิดชอบเรื่องความรู้พื้นฐาน สกว. อาจดูแลเรื่องการวิจัยเชิงประยุกต์ ฯลฯ หรืออาจแบ่งงานในอีกรูปแบบหนึ่ง คือ การแบ่งงานในเชิงประเด็น เช่น สกว. อาจเน้นงานวิจัยเรื่องสารพิษ/ขยะอันตราย สวก. ควรเน้นงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวกับภาคเกษตร ฯลฯ โดยแต่ละหน่วยงานจะวิจัยแบบเบ็ดเสร็จตั้งแต่ต้นทาง(วิทยาศาสตร์พื้นฐาน)ไปจนถึงปลายทาง (การประยุกต์ใช้จริงในเชิงวิศวกรรมภาคสนาม หรือการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อออกจำหน่าย)

นอกจากนี้ สกว. ควรดำเนินการการสนับสนุนเชิงรุก *โดยคัดเลือกเมธีวิจัยด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม และสนับสนุนงบประมาณให้โดยตรง* ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงหรือลดปัญหาที่เคยเกิดขึ้นในอดีตที่โจทย์วิจัยด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมได้รับความสนใจและการตอบสนองจากนักวิจัยค่อนข้างน้อย โดยทำควบคู่ไปกับการเปิดรับทั่วไปอย่างที่ได้ทำอยู่

อนึ่ง ในข้อเสนองานวิจัยเหล่านี้ มีหลายกรณีที่ต้องการให้มีการผลิตอุปกรณ์ตรวจวัด/วิเคราะห์/ตรวจตาม (monitor) ฯลฯ เช่น มาตรพีเอช, มาตรบีโอดี, มาตรวัดฝุ่น ฯลฯ ซึ่งก็*มักมีข้อโต้แย้งจากหน่วยงานภาครัฐ เกี่ยวกับความน่าเชื่อถือและ/หรือความแม่นยำของเครื่องมือ* ด้วยเกรงว่าจะไม่ได้รับการยอมรับหากมีเหตุการณ์ถึงขั้นต้องใช้เป็นข้อมูลในชั้นศาลหรือในการบังคับคดี

ในประเด็นนี้ *ควรมีหน่วยงานกลางเป็นผู้ตรวจสอบและทดสอบ รวมทั้งให้การรับรอง* ซึ่งอยู่ในวิสัยที่หน่วยงานภาครัฐกระทำได้ *แต่เลือกทำกับเฉพาะอุปกรณ์ที่มีโอกาสทางธุรกิจเท่านั้น*

ข้อเสนอแนะอีกประการหนึ่งคือ *ในระยะแรก*ของการผลิตอุปกรณ์/เครื่องมือ *อาจจำเป็นต้องลดมาตรฐานในด้านความแม่นยำลง* เพื่อให้อุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์เหล่านี้มีโอกาสเกิดขึ้นได้ และในกรณี

เช่นนี้ก็ควรใช้อุปกรณ์เหล่านี้เป็นแค่อุปกรณ์กลั่นกรอง (ในscreening step) และหากจำเป็นจึงเก็บตัวอย่างไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการอย่างแม่นยำต่อไป ด้วยวิธีนี้ก็จะสามารถลดปริมาณและภาระงานในการตรวจวิเคราะห์ไปได้มาก

จากนั้น อุตสาหกรรมผลิตอุปกรณ์ฯ นั้นๆ ก็ควรมีการวิจัยและพัฒนา เพื่อปรับปรุงขีดความสามารถและความแม่นยำของอุปกรณ์ต่อไป

> ญี่ปุ่น เกาหลี ไต้หวัน ล้วนเป็นตัวอย่างที่ดีที่เริ่มผลิตอุปกรณ์วัด/วิเคราะห์ต่างๆที่ได้รับความเชื่อถือไม่มาก จนสามารถผลิตอุปกรณ์ขายได้ทั้งโลกในระยะหลัง

อนึ่ง คณะผู้ศึกษาฯ มีข้อเสนอต่อ สกว. ในเชิงการดำเนินการการกำหนดนโยบายวิจัยของ สกว. ด้วย

ทั้งนี้มีข้อพึงสังเกตอีกประการหนึ่ง คือ สกว. โดยความร่วมมือจาก คพ. ก็ได้เคยศึกษาเพื่อกำหนดกรอบและประเด็นงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมไว้แล้วในปี พ.ศ.2543–2544 (ดูภาคผนวก 5) ซึ่งบางส่วนก็ซ้ำหรือเหมือนกับที่พบจากงานศึกษาครั้งนี้ กรอบและประเด็นงานวิจัยและพัฒนาดังกล่าวยังใช้การได้ดีแม้ในสถานการณ์ปี พ.ศ.2552 โดยเฉพาะหัวข้อที่ 4, 5, 6.2, 7, 13, 18

ตารางที่ 1.1 ลำดับความสำคัญที่ปรับใหม่ของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมสำหรับประเทศไทยใน 5 ปีข้างหน้า

ลำดับ	หัวข้อวิจัย
1	การปรับปรุงมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม (น้ำ, อากาศ ฯลฯ) ให้เหมาะสมกับสภาพของประเทศ ทั้งทางด้านเทคโนโลยี (ความพร้อม) เศรษฐศาสตร์ (สามารถจ่ายได้) และสังคม (ยอมรับได้)
2	การจัดทำฐานข้อมูลด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม
3	การจัดการความรู้ด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม
4	การประเมินความเสี่ยงของการขุดลอกพื้นที่ที่ปนเปื้อนด้วยสารพิษ / ขยะหนัก / คราบน้ำมัน เมื่อเทียบกับปล่อยทิ้งไว้ให้ธรรมชาติดูแลตัวเอง
5	การพัฒนาเทคนิค/กระบวนการ/วิธีการเพื่อชี้ให้เห็น (identify) ปัญหาด้านความเป็นพิษ (toxicity) แบบไทยๆ
6	การประเมินค่าปริมาณและลักษณะ (Quantity และ Quality) เทียบต่อหน่วยผลิต ของน้ำเสียโรงงานแต่ละประเภท เช่น โรงงานผลิตแป้งดัดแปร (modified starch) ฯลฯ
7	การศึกษาองค์ประกอบของขยะชุมชนไทยในแต่ละขั้นตอนของการจัดเก็บ หมายเหตุ : recyclable vs. recycled wastes ไม่เหมือนและไม่เท่ากัน
8	ศักยภาพการลดบีโอดีในทางระบายน้ำเสีย ในสภาวะต่างๆ เช่น ความลึกน้ำ ความเร็วน้ำ ปริมาณสลัดจ์นอนก้น ความยาวของท่อระบาย ฯลฯ
9	การศึกษาสัดส่วนของ solids BOD เทียบกับ soluble BOD และ total BOD ในน้ำเสียในท่อระบาย
10	การพัฒนาและผลิตอุปกรณ์วัดค่าพื้นฐาน เช่น pH meter, conductivity meter, relative humidity meter
11	การพัฒนาและผลิตเครื่องป้อนสารเคมี (Chemicals feeder)
12	การสำรวจสภาพปัญหาจากการปนเปื้อนของสารพิษและโลหะหนัก ในบริเวณรอบหลุมขยะทั่วประเทศ
13	การตรวจสอบการปนเปื้อนแหล่งน้ำใต้ดิน ด้วยบ่อสังเกตการณ์ที่เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นไทย
14	การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนและความชื้นที่ปล่อยจากโรงไฟฟ้า กับ ความเสียหายต่อพืชผลทางการเกษตร
15	การใช้ดินเหนียว หรือ เบนโทไนท์ แทนที่แผ่นพลาสติก (PE) ในการดาดพื้นและผนังบ่อฝังกลบขยะ

ตารางที่ 1.2 แผนที่เดินทาง (Road Map) สำหรับงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย สำหรับ 5 ปีข้างหน้า (2010 - 2014)

Theme	Short term	Medium term	Long term
1. เชิงวิจัยนโยบาย	การศึกษาเพื่อประเมินความเสี่ยงสำหรับนำมากำหนดมาตรฐานด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมหรือการระบายของเสียสู่สิ่งแวดล้อม	การลดหย่อนค่ามาตรฐานสิ่งแวดล้อมสำหรับกิจกรรมบางประเภทเพื่อสามารถดำเนินกิจการได้	นโยบายในการปรับแก้ค่ามาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับสภาพในประเทศทั้งด้านสิ่งแวดล้อม, สังคม และ เศรษฐกิจ
	การสนับสนุนงานวิจัยด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมที่ อปท. สามารถนำไปใช้งานได้จริง	การกำหนดปริมาณน้ำหรืออากาศสูงสุดที่ยินยอมให้ระบายออกจากต้นกำเนิด เช่น โรงงาน อาคารขนาดใหญ่ ฟาร์มขนาดใหญ่ ฯลฯ เทียบกับหน่วยผลิต	นโยบายภาครัฐในการนำน้ำเสีย/น้ำทิ้ง กลับมาใช้ใหม่หรือใช้ซ้ำ
2. หลากหลายสถานการณ์	การจัดการความรู้ด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม (ดูข้อ 1 ในตาราง 7.13)	การพัฒนาและผลิตเครื่องป้อนสารเคมี (Chemicals feeder)	การพัฒนาและผลิตอุปกรณ์วัดค่าพื้นฐาน เช่น pH meter, conductivity meter, relative humidity meter
	การพัฒนาเทคโนโลยีและ/หรือกระบวนการเพื่อตรวจวัดสารมลพิษเด่นเพื่อใช้เป็นลายมือ (signature) ในการสืบค้นหาแหล่งกำเนิดมลพิษ - น้ำ - อากาศ - ดิน - ของเสีย	การจัดตั้งศูนย์ทดสอบและตรวจพิสูจน์ (verification) รวมทั้งการรับรองโดยให้ประกาศนียบัตร (certificate) สำหรับอุปกรณ์/เครื่องมือที่มีศักยภาพในการดำเนินการเชิงพาณิชย์	การพัฒนาและการผลิตอุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำและอากาศ ได้แก่ - ชนิดอัลตราโซนิก - แบบแม่เหล็ก - แบบเวนจูรี่ - โรตามิเตอร์ - พาร์แชลฟลูม ฯลฯ

ตารางที่ 1.2 แผนที่เดินทาง (Road Map) สำหรับงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย สำหรับ 5 ปีข้างหน้า (2010 - 2014) (ต่อ)

Theme	Short term	Medium term	Long term
3. น้ำสะอาด	การศึกษาความดื่มได้ (drinkability) ของน้ำแข็งผลิตในท้องถิ่น	การตรวจสอบการปนเปื้อนแหล่งน้ำใต้ดิน ด้วยบ่อสังเกตการณ์ที่เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นไทย	เทคโนโลยีการกำจัดวัตถุนาโน ในกระบวนการผลิตน้ำประปา
	การศึกษา LCA สำหรับการใช้น้ำใน อุตสาหกรรม	การกำจัดสลัดจ์จากโรงผลิตน้ำประปา	การศึกษาปัญหาวัตถุนาโนในน้ำสะอาด/น้ำดื่ม
4. น้ำเสีย	การประเมินค่าปริมาณและลักษณะ (Quantity และ Quality) เทียบต่อหน่วยผลิต ของน้ำเสียโรงงานแต่ละประเภท	บทพิสูจน์ของการใช้ EM ในการบำบัดน้ำเสียในคลองและในระบบบำบัดฯ	การพัฒนาและผลิตอุปกรณ์วัดค่าพื้นฐานในภาคสนาม เช่น DO meter, COD meter, BOD meter, TDS meter, turbidity meter ในลักษณะ eletronic nose หรือ sniffer
	การศึกษาค่าภาระอินทรีย์ (VOLR และ AOLR) ที่เหมาะสมกับการบำบัดน้ำเสียประเภทต่าง ๆ ในประเทศ VOLR = Volumetric Organic Loading Rate AOLR = Areal Organic Loading Rate	การศึกษาค่าไคเนติกส์พื้นฐาน(Y และ k_d) สำหรับน้ำเสียแต่ละประเภท	ศักยภาพการลดบีโอดีในทางระบายน้ำเสีย ในสภาวะต่าง ๆ - ความลึกน้ำ - ความเร็วน้ำ - ปริมาณสลัดจ์นอนก้น - ความยาวของท่อระบาย - ฯลฯ
5. ขยะ (ชุมชน/อุตสาหกรรมชนิดไม่เป็นขยะอันตราย)	การศึกษาองค์ประกอบของขยะชุมชนไทยในแต่ละขั้นตอนของการจัดเก็บ (ดูข้อ 1 ในตาราง 7.16)	การทำเหมืองพลาสติก และ/หรือโลหะจากหลุมขยะเก่า	การพัฒนาและผลิตเครื่องแยกกากตะกอนออกจากสลัดจ์ เช่น เครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge) เครื่องอัดกรอง (filter press) หรือเครื่องอัดแบบสายพาน (belt press)
	เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะโดยกระบวนการไพโรไลสิส (รวมทั้ง gasification)	การใช้ดินเหนียว หรือ เบนโทไนท์ แทนที่แผ่นพลาสติก (PE) ในการดาดพื้นและผนังบ่อฝังกลบขยะ	การกำจัด/จัดการสลัดจ์ส่วนเกินจากระบบบำบัดน้ำเสียของไทย

ตารางที่ 1.2 แผนที่เดินทาง (Road Map) สำหรับงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย สำหรับ 5 ปีข้างหน้า (2010 - 2014) (ต่อ)

Theme	Short term	Medium term	Long term
6. สารพิษ / สารอันตราย /ขยะพิษ /ขยะอันตราย	การประเมินความเสี่ยงของการขุดลอกพื้นที่ที่ปนเปื้อนด้วยสารพิษ/โลหะหนัก/คราบน้ำมัน เมื่อเทียบกับปล่อยทิ้งไว้ให้ธรรมชาติดูแลตัวเอง	การสำรวจปริมาณ VOCs ในดินและน้ำใต้ดินรอบบริเวณสถานีบริการน้ำมัน คลังน้ำมัน อู่ซ่อมรถ และบริเวณหลุมขยะทั้งของชุมชนและอุตสาหกรรม	การพัฒนาเทคนิค/กระบวนการ/วิธีการเพื่อชี้ให้เห็น (identify) ปัญหาด้านความเป็นพิษ (toxicity) แบบไทยๆ
	การสำรวจสภาพปัญหาจากการปนเปื้อนของสารพิษและโลหะหนัก ในบริเวณรอบหลุมขยะทั่วประเทศ	การสำรวจความเข้มข้นของ PAHs ในชุมชนไทย (ดิน, น้ำ, อากาศ)	สัดส่วนที่เหมาะสมของสารเบนซินในน้ำมันแกสโซลีนของไทย
7. อากาศ	การพัฒนาและผลิต dynamometer อย่างง่าย (ดูข้อ 25 ตาราง 7.18)	การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนและความชื้นที่ปล่อยจากโรงไฟฟ้า กับ ความเสียหายต่อพืชผลทางการเกษตร	การพัฒนาและผลิตอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศตามพารามิเตอร์พื้นฐาน
	การผลิตอุปกรณ์วัดอากาศเสียจากยานพาหนะในประเทศ	การศึกษาคุณภาพอากาศในอาคาร (in-door) /สถานที่ปิดและใช้เครื่อง ปรับอากาศ เช่น โรงภาพยนตร์, ศูนย์การค้า, ศูนย์นิทรรศการ, รถเมล์, รถไฟ ฯลฯ	การพัฒนาและผลิตอุปกรณ์ในลักษณะ quick test สำหรับเหตุร้องเรียนด้านมลพิษอากาศ
8. เสียง	วัสดุที่สามารถป้องกันเสียงได้	อุปกรณ์ป้องกันเสียงในโรงงาน	-
	การพัฒนาและผลิตอุปกรณ์วัดระดับเสียง	-	-
9. การจัดการ	การปรับปรุงมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม (น้ำ, อากาศ ฯลฯ) ให้เหมาะสมกับสภาพของประเทศ ทั้งทางด้านเทคโนโลยี (ความพร้อม) เศรษฐศาสตร์ (สามารถจ่ายได้) และสังคม (ยอมรับได้)	เทคโนโลยีการจัดการมลพิษแพร่ (ดูข้อ 11 ตาราง 7.20)	การศึกษาสถานะปัจจุบัน (current status) ของการจัดการด้านมลพิษสิ่งแวดล้อม เช่น ข้อมูลต่างๆ, ปริมาณของเสีย, เทคโนโลยี, การใช้พลังงาน ฯลฯ

ตารางที่ 1.2 แผนที่เดินทาง (Road Map) สำหรับงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย สำหรับ 5 ปีข้างหน้า (2010 - 2014) (ต่อ)

Theme	Short term	Medium term	Long term
	การศึกษาการผลิตก๊าซเรือนกระจก เทียบกับ - GDP (กก. GHG/ล้านบาท) - การผลิตภาคอุตสาหกรรม - การผลิตภาคการเกษตร กก. GHG/ไร่ กก. GHG/หน่วยปศุสัตว์ ฯลฯ	การจัดทำฐานข้อมูลด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม (ดูข้อ 3 ตาราง 7.20)	การศึกษาขีดความสามารถในการรองรับ (carrying capacity) สำหรับแม่น้ำและชายฝั่งทะเลไทย
10. การอนุรักษ์และฟื้นฟู	บทบาทของจุลินทรีย์ต่างชนิดในการฟื้นฟูสภาพดินที่ปนเปื้อนด้วยสารมลพิษ/โลหะหนัก	การทดสอบประสิทธิภาพการฟื้นฟูสภาพดินในพื้นที่นาร่อง	ผลของอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพการฟื้นฟูสภาพดินด้วยจุลินทรีย์
	การพัฒนาและผลิตเอนไซม์สำหรับการฟื้นฟูสภาพดินที่ปนเปื้อนด้วยสารพิษ/สารอันตราย	การฟื้นฟูดินบริเวณอู่ซ่อมรถที่เลิกบริการ, สถานีบริการน้ำมันที่เลิกบริการ ฯลฯ	-

สารบัญ

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)

บทสรุปผู้บริหาร

บทที่			หน้า
1	บทนำ		
	1.1	ความหมายของเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม	1
	1.2	ความเป็นมาของโครงการ	1
	1.3	จุดประสงค์	2
	1.4	สิ่งที่คาดหวังจากโครงการ	2
	1.5	ขอบเขตการศึกษา	2
2	การดำเนินงานในอดีตที่เกี่ยวกับงานวิจัยด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมของไทย		
	2.1	กรอบวิจัยด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมของ สกว. (2543)	3
	2.2	การตั้งโจทย์วิจัยของ สกว. (ในช่วงปี พ.ศ. 2544-2545)	4
	2.3	งานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ที่จัดอยู่ในหมวดวิจัยอื่นของ สกว.	6
	2.4	งานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ที่หน่วยงานให้ทุนอื่นๆ ให้การสนับสนุน	9
	2.5	การจัดลำดับความสำคัญของปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	20
3	วิธีการดำเนินการ		22
4	ผลจากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย		
	4.1	กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถาม	31
	4.2	ความเข้าใจ-รับรู้เกี่ยวกับระดับความสำคัญของเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมในประเด็นปัญหาต่างๆ	32
	4.3	เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมในประเด็นน้ำสะอาด	36
	4.4	เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมในประเด็นน้ำเสีย	37
	4.5	เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมในประเด็นขยะ (ชุมชน/อุตสาหกรรม ชนิดไม่เป็นขยะอันตราย)	40
	4.6	เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมในประเด็นสารพิษ/ สารอันตราย/ ขยะพิษ/ ขยะอันตราย	42
	4.7	เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมในประเด็นมลพิษและคุณภาพอากาศ	44
	4.8	เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมในประเด็นมลพิษเสียงและการป้องกัน	44
	4.9	เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมในประเด็นแบบจำลองและบัญชีรายการทางสิ่งแวดล้อม	46

บทที่		หน้า
	4.10 เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมในประเด็นการจัดการในภาพรวม	48
	4.11 เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมในประเด็นอนุรักษ์และฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม	48
	4.12 สรุป	50
5	ข้อคิด/ข้อเสนอแนะอื่นๆ จากผู้ตอบแบบสอบถาม	53
6	ข้อคิดเห็นของผู้บริหารเทศบาล	56
7	แผนที่เส้นทางงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมสำหรับประเทศไทย ใน 5 ปี ข้างหน้า	
	7.1 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญในการประชุมเทคนิคพิจารณ์	60
	7.2 ผลการจัดลำดับหัวข้อวิจัยฯโดยผู้เชี่ยวชาญ	62
	7.3 ลำดับความสำคัญที่ปรับใหม่	62
8	สรุปและข้อเสนอแนะ	
	8.1 ความเข้าใจ – รับรู้ ของผู้ตอบแบบสอบถามต่อการลำดับความสำคัญของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม	174
	8.2 ความเข้าใจ – รับรู้ ของผู้บริหารเทศบาลสำหรับการจัดลำดับความสำคัญงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม	174
	8.3 ผลจากการจัดลำดับความสำคัญของงานวิจัยเทคโนยีสิ่งแวดล้อม โดยผู้เชี่ยวชาญ	175
	8.4 แผนที่เดินทาง (Road Map) สำหรับงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยสำหรับ 5 ปีข้างหน้า (2010 – 2014)	175
	8.5 ข้อเสนอแนะ	176
ภาคผนวก		
1	ตัวอย่างงานวิจัยเทคโนโลยสิ่งแวดล้อมที่ทำในประเทศในช่วงปี พศ. 2545 - 2551	186
2	แบบสอบถามเส้นทางงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมสำหรับประเทศไทย ใน 5 ปี ข้างหน้า	196
3	แบบสอบถามสำหรับเทศบาล อบต.	201
4	แบบประเมินที่ใช้ในการประชุมเทคนิคพิจารณ์	204
5	กรอบและประเด็นงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมของ สกว. (2544)	224
บรรณานุกรม		230

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	โครงการวิจัยด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมที่ สกว.ให้การสนับสนุน (พ.ศ.2544 - 2545)	5
ตารางที่ 2.2	แผนการส่งเสริมการผลิตพลังงานจากขยะชุมชน ปี 2551-2554	16
ตารางที่ 2.3	ผลการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดย TDRI	21
ตารางที่ 3.1	หัวข้อย่อยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเพื่อใช้ประกอบการจัดลำดับความสำคัญของงานวิจัย	25
ตารางที่ 4.1	สัดส่วนของผู้ตอบแบบสอบถาม จากรูปแบบการติดต่อที่ต่างกัน	32
ตารางที่ 4.2	คะแนนแสดงลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ปัญหาประเภทต่างๆ	34
ตารางที่ 4.3	คะแนนถ่วงน้ำหนักแสดงลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมในประเด็นปัญหาต่างๆ แยกตามลักษณะกลุ่มอาชีพ	35
ตารางที่ 4.4	คะแนนถ่วงน้ำหนักแสดงระดับความสำคัญของเทคโนโลยีแก้ปัญหา**น้ำสะอาด** เรียงจากมากไปน้อย	36
ตารางที่ 4.5	คะแนนถ่วงน้ำหนักแสดงระดับความสำคัญของเทคโนโลยีแก้ปัญหา**น้ำเสีย** เรียงจากมากไปหาน้อย	37
ตารางที่ 4.6	คะแนนถ่วงน้ำหนักแสดงระดับความสำคัญของเทคโนโลยีแก้ปัญหา**ขยะ** เรียงจากมากไปหาน้อย	41
ตารางที่ 4.7	คะแนนถ่วงน้ำหนักแสดงระดับความสำคัญของเทคโนโลยีแก้ปัญหา**สารพิษ/สารอันตราย/ขยะพิษ/ขยะอันตราย** เรียงจากมากไปหาน้อย	43
ตารางที่ 4.8	คะแนนถ่วงน้ำหนักแสดงระดับความสำคัญของเทคโนโลยีแก้ปัญหา**มลพิษและคุณภาพอากาศ** เรียงจากมากไปหาน้อย	45
ตารางที่ 4.9	คะแนนถ่วงน้ำหนักแสดงระดับความสำคัญของเทคโนโลยีแก้ปัญหา**มลพิษเสียงและการป้องกันมลพิษ** เรียงจากมากไปหาน้อย	46
ตารางที่ 4.10	คะแนนถ่วงน้ำหนักแสดงระดับความสำคัญของเทคโนโลยีแก้ปัญหา**แบบจำลองและบัญชีรายการ (Inventory) ทางสิ่งแวดล้อม** เรียงจากมากไปหาน้อย	47
ตารางที่ 4.11	คะแนนถ่วงน้ำหนักแสดงระดับความสำคัญของเทคโนโลยีแก้ปัญหา**การจัดการในภาพรวม** เรียงจากมากไปหาน้อย	48
ตารางที่ 4.12	คะแนนถ่วงน้ำหนักแสดงระดับความสำคัญของเทคโนโลยีแก้ปัญหา**การอนุรักษ์และฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม** เรียงจากมากไปหาน้อย	49

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 6.1	คะแนนแสดงระดับความสำคัญของเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ปัญหาประเด็นต่างๆ ตามความเข้าใจของผู้บริหารเทศบาล	57
ตารางที่ 6.2	หัวข้อย่อยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมสำหรับแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมตามความเข้าใจ-รับรู้ของผู้บริหารเทศบาล	58
ตารางที่ 7.1	ลำดับความสำคัญของงานวิจัย**เชิงนโยบาย**สำหรับงานควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อม	64
ตารางที่ 7.2	ลำดับความสำคัญของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม **ที่ใช้ได้กับหลายสถานการณ์** ใน 5 ปี ข้างหน้า	69
ตารางที่ 7.3	ลำดับความสำคัญของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ด้าน**น้ำสะอาด** ใน 5 ปี ข้างหน้า	76
ตารางที่ 7.4	ลำดับความสำคัญของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ด้าน**น้ำเสีย**ใน 5 ปีข้างหน้า	78
ตารางที่ 7.5	ลำดับความสำคัญของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ด้าน**ขยะ (ชุมชน/อุตสาหกรรมชนิดไม่อันตราย)** ใน 5 ปีข้างหน้า	89
ตารางที่ 7.6	ลำดับความสำคัญของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ด้าน**สารพิษ/สารอันตราย/ขยะพิษ/ขยะอันตราย** ใน 5 ปีข้างหน้า	95
ตารางที่ 7.7	ลำดับความสำคัญของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ด้าน**คุณภาพและมลพิษอากาศ** ใน 5 ปีข้างหน้า	99
ตารางที่ 7.8	ลำดับความสำคัญของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ด้าน**มลพิษเสียง** ใน 5 ปี ข้างหน้า	107
ตารางที่ 7.9	ลำดับความสำคัญของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ด้าน**การจัดการ** ใน 5 ปีข้างหน้า	108
ตารางที่ 7.10	ลำดับความสำคัญของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ด้าน**อนุรักษ์และฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม** ใน 5 ปี ข้างหน้า	115
ตารางที่ 7.11	ลำดับความสำคัญของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ใน**ภาพรวมของประเทศ** ใน 5 ปีข้างหน้า	116
ตารางที่ 7.12	ลำดับความสำคัญที่ปรับใหม่ของงานวิจัย**เชิงนโยบาย**	120
ตารางที่ 7.13	ลำดับความสำคัญที่ปรับใหม่ของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม **ที่ใช้ได้กับหลายสถานการณ์**	125
ตารางที่ 7.14	ลำดับความสำคัญที่ปรับใหม่ของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ด้าน**น้ำสะอาด**	131
ตารางที่ 7.15	ลำดับความสำคัญที่ปรับใหม่ของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ด้าน**น้ำเสีย**	133
ตารางที่ 7.16	ลำดับความสำคัญที่ปรับใหม่ของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ด้าน**ขยะ** (ชุมชน/อุตสาหกรรมชนิดไม่อันตราย)	144

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 7.17	ลำดับความสำคัญที่ปรับใหม่ของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ด้าน**สารพิษ/สารอันตราย/ขยะพิษ/ขยะอันตราย**	150
ตารางที่ 7.18	ลำดับความสำคัญที่ปรับใหม่ของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ด้าน**คุณภาพและมลพิษอากาศ**	154
ตารางที่ 7.19	ลำดับความสำคัญที่ปรับใหม่ของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ด้าน**มลพิษเสียง**	162
ตารางที่ 7.20	ลำดับความสำคัญที่ปรับใหม่ของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ด้าน**การจัดการ**	163
ตารางที่ 7.21	ลำดับความสำคัญที่ปรับใหม่ของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ด้าน**อนุรักษ์และฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม**	169
ตารางที่ 7.22	ลำดับความสำคัญที่ปรับใหม่ของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม **ในภาพรวมของประเทศ**	170
ตารางที่ 8.1	ลำดับความสำคัญของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมสำหรับประเทศไทยใน 5 ปีข้างหน้า	178
ตารางที่ 8.2	แผนที่เดินทาง (Road Map) สำหรับงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย สำหรับ 5 ปีข้างหน้า (2010 - 2014)	179
ตารางที่ 8.3	ข้อเสนอเชิงนโยบายในการดำเนินงานของ สกว.	183

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1	สัดส่วนของจำนวนโครงการในชุดเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเมื่อเทียบกับแต่ละชุดโครงการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมทั้งหมดของ สกว.	6
รูปที่ 2.2	กลุ่มเรื่องที่ควรวิจัยเร่งด่วน	10
รูปที่ 2.3	สรุปงบประมาณที่คาดว่าจะใช้ตามนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ (พ.ศ.2551-2553)	12
รูปที่ 2.4	แผนที่กลยุทธ์ของ สวทช.	13
รูปที่ 2.5	แผนที่เหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นตามภาพอนาคต 3 ภาพ	14
รูปที่ 2.6	การจัดสรรงบประมาณให้ สวทช. จากสำนักงบประมาณ	14
รูปที่ 2.7	ผังระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ	17
รูปที่ 3.1	กรอบการจัดทำ Road Map ของงานวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย สำหรับ 5 ปีข้างหน้า	24
รูปที่ 3.2	การประชุม Waste Innovation and Solution 2008 ของสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย	28
รูปที่ 3.3	การประชุมกลุ่มเฉพาะงานวิจัยด้านอากาศ	28
รูปที่ 3.4	การประชุมกลุ่มเฉพาะกับกลุ่มอุตสาหกรรมต่างๆ ของสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย	28
รูปที่ 3.5	การประชุมกลุ่มเฉพาะกับกลุ่มอุตสาหกรรมต่างๆ ของสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย	29
รูปที่ 3.6	การประชุมกลุ่มเฉพาะที่กรมควบคุมมลพิษ	29
รูปที่ 3.7	การประชุมกลุ่มเฉพาะกับ ผอ. NECTEC ผอ. สวทช. และนักวิจัย	29
รูปที่ 3.8	การประชุมกลุ่มเฉพาะที่ ERIC จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	30
รูปที่ 3.9	การประชุมสมาคมสันนิบาตแห่งประเทศไทย	30
รูปที่ 4.1	สัดส่วนของผู้ตอบแบบสอบถามแยกตามกลุ่มอาชีพ	32
รูปที่ 4.2	ระดับความสำคัญของเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมในประเด็นต่างๆตามความเข้าใจ-รับรู้ของผู้ตอบแบบสอบถาม	33
รูปที่ 4.3	คะแนนแสดงระดับความสำคัญของเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ แยกตามความเข้าใจ-รับรู้ของแต่ละกลุ่มอาชีพ	34
รูปที่ 6.1	ระดับความสำคัญ (ในรูปคะแนน 1 ถึง 5) ของเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมในประเด็นต่างๆตามความเข้าใจ-รับรู้ของผู้บริหารเทศบาล	56
รูปที่ 7.1	สัดส่วนของผู้เชี่ยวชาญ แยกตามกลุ่มอาชีพหรือความเชี่ยวชาญ ในการประชุมเทคนิคพิจารณ์	60
รูปที่ 7.2	บรรยากาศในการประชุมเทคนิคพิจารณ์ วันที่ 23 เมษายน 2552	61
รูปที่ 7.3	แผนภาพของแนวคิดการพิจารณาการสนับสนุนโครงการวิจัยผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมสำหรับประเทศ	71