

แนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ

โดย

พลอากาศตรี สุระ ไชโย
เจ้ากรมพลธิการทหารอากาศ
กองทัพอากาศ

นักศึกษาวិทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร
หลักสูตรการป้องกันราชอาณาจักร รุ่นที่ ๖๐
ประจำปีการศึกษา พุทธศักราช ๒๕๖๐ - ๒๕๖๑

บทคัดย่อ

เรื่อง แนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ
ลักษณะวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ผู้วิจัย พลอากาศตรี สุระ ไชโย หลักลยุทธ์ วปอ. รุ่นที่ ๖๐

ในปัจจุบันนาโนเทคโนโลยีเป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญมาก สามารถทำให้โครงสร้างของวัสดุหรืออุปกรณ์มีคุณสมบัติพิเศษในระดับอะตอมหรือโมเลกุลทางด้านฟิสิกส์ เคมี หรือชีวภาพ การพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศของเอกสารวิจัยฉบับนี้ เริ่มต้นจากการศึกษาการใช้งานนาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ เพื่อให้ทราบจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และภัยคุกคาม การใช้งานนาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอ ซึ่งหลังจากการใช้กระบวนการวิเคราะห์ดังกล่าวแล้ว นำผลวิเคราะห์มาจัดทำแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอ เพื่อปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับเป้าประสงค์ ภารกิจ พันธกิจ ตามประเด็นยุทธศาสตร์กองทัพอากาศที่ได้ตั้งไว้ ให้กระบวนการวิเคราะห์การพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ ทั้งนี้ การดำเนินการวิเคราะห์นั้น ยังใช้การศึกษา กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย พ.ศ. 2555 - 2564 สภาพการใช้งานนาโนเทคโนโลยีของกระทรวงกลาโหมและเหล่าทัพต่าง ๆ รวมไปถึงแนวความคิดผู้ทรงคุณวุฒิ และผลงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีของหน่วยงานต่าง ๆ นำมาใช้ในการวิเคราะห์อีกด้วย สุดท้ายกระบวนการวิเคราะห์ดังกล่าว ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเคราะห์มาเป็นแนวความคิดในการจัดทำแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ หลังจากนั้นก็นำแนวทางที่สังเคราะห์ดังกล่าว เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งทอพิจารณา เพื่อยืนยันผลการศึกษาการวิเคราะห์, สังเคราะห์ แล้วสรุปเป็นแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ เพื่อสอดคล้องกับยุทธศาสตร์กองทัพอากาศ 20 ปีที่ได้ตั้งไว้ และตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยฉบับนี้

Abstract

Title **Guideline in Development of Nanotechnology in Textile Industry for Royal Thai Air Force.**

Field **Science and Technology**

Name **AVM Sura Chaiyo Course NDC Class 60**

At the present date, nanotechnology have become game changing innovation from the capability to alter and enhance properties of materials in molecular level. This report studied the implementation of nanotechnology in textile in Royal Thai Air Force which identified pros and cons of the technology in the area. It also studied the used of technology in ministry of defense, army, navy and research papers of other agency. The result of study was used to develop plan to further improve the use of nanotechnology. The plan was propose to expertise in this area and finallise as Royal Thai Air Force nanotechnology development plan. This research had been conducted follow the strategy of Royal Thai Air Force. Furthermore, it follows national technology development policy framework 2012 – 2021.

คำนำ

ปัจจุบัน ทั่วโลกได้ให้ความสนใจและส่งเสริมการลงทุนในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีอย่างมาก จนทำให้เกิดการพัฒนาอย่างรวดเร็ว นาโนเทคโนโลยีเป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ สร้าง ผลิต สังเคราะห์วัสดุ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบขนาดเล็กมากในระดับประมาณ ๑ - ๑๐๐ นาโนเมตร จะทำให้โครงสร้างของวัสดุหรือผลิตภัณฑ์เหล่านั้นมีคุณสมบัติพิเศษสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบที่หลากหลาย ลดข้อจำกัดต่าง ๆ ที่มีอยู่ รวมทั้งช่วยลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น ตลอดจนช่วยส่งเสริมคุณภาพชีวิตและการรักษาสิ่งแวดล้อม

จากการกำหนดทิศทางการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีที่เหมาะสมของประเทศ และนโยบาย “ไทยแลนด์ ๔.๐” นาโนเทคโนโลยีเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่จะสามารถจุดประกายและดึงดูดให้เกิดความน่าสนใจ ทำให้เกิดรูปแบบใหม่ ๆ ขึ้นมา เพื่อสร้างความหลากหลายให้กับอุตสาหกรรมสิ่งทอให้มีคุณสมบัติพิเศษเพื่อที่จะสร้างมูลค่าเพิ่ม จากเหตุผลดังกล่าวฯ ผู้วิจัยจึงได้ค้นคว้า ศึกษาหาข้อมูลของกองทัพอากาศเกี่ยวกับการพัฒนานาโนเทคโนโลยี ซึ่งปรากฏว่าได้มีหน่วยงานในกองทัพอากาศบางหน่วย ได้มีการริเริ่มการศึกษาแนวทางการนำนาโนเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในหน่วยงานบ้างแล้ว เพียงแต่การดำเนินการที่ผ่านมา นั้น ยังเป็นการดำเนินการเฉพาะหน่วย ยังไม่พบความร่วมมือหรือการสนับสนุนในภาพของการบูรณาการในภาพรวม ดังนั้นเพื่อให้การพัฒนาเทคโนโลยีของกองทัพอากาศ มีทิศทางที่ชัดเจน สามารถตอบสนองนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีของประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนเป็นการพัฒนาอย่างยั่งยืน สามารถขับเคลื่อนหน่วยงานไปสู่ “กองทัพอากาศชั้นนำในภูมิภาค” จึงมีความจำเป็นในการทำการวิจัยตามหัวข้อเอกสารวิจัยดังกล่าวฯ

พล.อ.ต.

(สุระ ไชโย)

นักศึกษาวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร

หลักสูตร วปอ. รุ่นที่ ๖๐

ผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
คำนำ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญแผนภาพ	ช
บทที่ ๑ บทนำ	๑
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	๑
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	๓
ขอบเขตของการวิจัย	๓
วิธีดำเนินการวิจัย	๔
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	๔
บทที่ ๒ นานาเทคโนโลยี	๕
นานาเทคโนโลยี	๕
กรณีศึกษาผลงานวิจัยนานาเทคโนโลยีของหน่วยงานต่าง ๆ	๑๗
สิ่งทอ	๒๒
ทฤษฎีวิเคราะห์องค์การ	๒๒
นโยบาย แผนพัฒนา และแผนยุทธศาสตร์ เกี่ยวข้องกับนานาเทคโนโลยี	
วิทยาศาสตร์ของประเทศไทย	๒๕
นโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย	๓๙
นโยบายและแผนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑ (พ.ศ.๒๕๕๕ - ๒๕๖๔)	๔๙
แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ ๑๒ (พ.ศ.๒๕๖๐ - ๒๕๖๔)	๕๒
ยุทธศาสตร์กองทัพอากาศ พ.ศ.๒๕๕๑ - ๒๕๖๒	๖๑
สรุป	๖๓

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ ๓	
การวิเคราะห์การพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ	๖๔
สภาพปัจจุบันการใช้งานนาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ	๖๖
การวินิจฉัยองค์การในการใช้นาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ	๖๘
แนวทางการวิเคราะห์ จุดอ่อน จุดแข็ง	๖๘
กระบวนการการจัดทำแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอ ของกองทัพอากาศ	๗๑
วิสัยทัศน์ของกองทัพอากาศ	๗๑
ขั้นตอนของกระบวนการพัฒนากองทัพอากาศเพื่อนำกลยุทธ์ไปสู่การปฏิบัติ	๗๗
กลยุทธ์ในการพัฒนาพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ	๘๓
บทที่ ๔	
แนวทางการใช้งานนาโนเทคโนโลยีของกองทัพอากาศ	๘๕
ขั้นตอนของกระบวนการพัฒนากองทัพอากาศเพื่อนำกลยุทธ์ไปสู่การปฏิบัติ	๘๖
การปรับโครงสร้างของกองทัพอากาศ	๘๖
การปรับปรุงระบบงาน	๘๗
การบรรจุกำลังพล	๘๘
การพัฒนาทรัพยากรบุคคล (กำลังพลกองทัพอากาศ)	๘๙
การสร้างวัฒนธรรมที่ให้ความสำคัญนาโนเทคโนโลยี	๙๐
บทที่ ๕	
สรุป และข้อเสนอแนะ	๙๒
สรุป	๙๒
ข้อเสนอแนะ	๙๕
บรรณานุกรม	๙๖
ประวัติย่อผู้วิจัย	๙๘

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
๒ - ๑	เป้าหมายและตัวชี้วัดการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย	๓๔
๒ - ๒	ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการลงทุนในกรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย (พ.ศ.๒๕๕๕ - ๒๕๖๔)	๔๗
๓ - ๑	วิเคราะห์ปัจจัยภายในด้วยกรอบแนวคิด 7S (McKinsey 7S Framework)	๖๙
๓ - ๒	วิเคราะห์ปัจจัยภายนอกด้วยหลัก C-PEST	๗๐
๓ - ๓	กรอบการประเมินผลการพัฒนาการปฏิบัติราชการ	๗๔
๓ - ๔	การวิเคราะห์และปรับโครงสร้างของกองทัพอากาศ	๗๘
๓ - ๕	การวิเคราะห์และปรับปรุงระบบงาน	๘๐
๓ - ๖	การปรับปรุงระบบงาน (การพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ)	๘๐
๔ - ๑	การปรับโครงสร้างของกองทัพอากาศ (การพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ)	๘๖
๔ - ๒	การปรับระบบงาน (แนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ)	๘๘

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่		หน้า
๑ - ๑	ตัวชี้วัดการพัฒนาเทคโนโลยีของประเทศไทย ณ ปี พ.ศ.๒๕๖๔	๒
๒ - ๑	การใช้งานนาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอ	๑๔
๒ - ๒	กระบวนการผลิตสิ่งทอ	๑๕
๒ - ๓	ความสัมพันธ์ของแผนที่เกี่ยวข้องกับกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔)	๒๖
๒ - ๔	แนวคิดกรอบนโยบายและแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔)	๒๗
๒ - ๕	องค์ประกอบของกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔	๒๘
๒ - ๖	เป้าหมายและตัวชี้วัดการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔	๓๓
๒ - ๗	กลไกการบริหารตามกรอบนโยบายฯ จากนโยบายไปสู่การปฏิบัติ	๓๖
๓ - ๑	แผนผังการวิเคราะห์การพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ	๖๕
๓ - ๒	องค์ประกอบแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของกองทัพอากาศ	๗๓
๔ - ๑	แนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ	๘๕
๕ - ๑	บทสรุปแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ	๙๔

บทที่ ๑

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบัน ทั่วโลกได้ให้ความสนใจและส่งเสริมการลงทุนในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีอย่างมาก จนทำให้เกิดการพัฒนาอย่างรวดเร็ว นาโนเทคโนโลยีเป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ สร้าง ผลิต สังเคราะห์วัสดุ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบขนาดเล็กมากในระดับประมาณ ๑ - ๑๐๐ นาโนเมตร จะทำให้โครงสร้างของวัสดุหรือผลิตภัณฑ์เหล่านั้นมีคุณสมบัติพิเศษสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบที่หลากหลาย ลดข้อจำกัดต่าง ๆ ที่มีอยู่ รวมทั้งช่วยลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น ตลอดจนช่วยส่งเสริมคุณภาพชีวิตและการรักษาสิ่งแวดล้อม

ประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ และศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ได้ร่วมกันจัดทำกรอบนโยบายการพัฒนาาโนเทคโนโลยี ของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔) เพื่อเป็นแนวทางให้กับหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงานไปในทิศทางเดียวกัน สอดคล้องกับแผนการดำเนินงานต่าง ๆ ดังนี้

๑. แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ ๑๑ (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๕๙)

๒. นโยบายและแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑ (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔)

๓. นโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยแห่งชาติ ฉบับที่ ๘ (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๕๙)

๔. กรอบนโยบายการพัฒนาาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔)

๕. แผนที่นำทางการวิจัยและพัฒนาาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๖ - ๒๕๕๙)

๖. แผนที่นำทางการวิจัยและพัฒนาาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๖๐ - ๒๕๖๔)

การพัฒนาและนำนาโนเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ โดยกำหนดวิสัยทัศน์ และกำหนดเป้าหมายดังนี้

วิสัยทัศน์ (Vision) นาโนเทคโนโลยีสร้างขีดความสามารถทางเศรษฐกิจ คุณภาพชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

เป้าหมาย (Objectives) เป้าหมายสูงสุดคือ เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ยกระดับคุณภาพชีวิตและการพัฒนาอย่างยั่งยืน

เป้าหมายหลักที่ต้องการบรรลุผลภายในปี พ.ศ.๒๕๖๔ คือ

๑. ยกระดับคุณภาพชีวิต สุขภาพ การแพทย์ และสาธารณสุข โดยการพัฒนาวัสดุ ผลิตภัณฑ์ และอุปกรณ์ด้วยนาโนเทคโนโลยี

๒. เพิ่มขีดความสามารถของภาคการเกษตร และอุตสาหกรรมการผลิตให้ตอบสนองตรงความต้องการของสังคมและตลาดมากขึ้นด้วยนาโนเทคโนโลยี

๓. ประเทศไทยเป็นผู้นำด้านการศึกษา และการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีของภูมิภาคอาเซียน เพื่อให้เป้าหมายหลักบรรลุผลได้จึงได้กำหนดเป้าหมายในการพัฒนาประเทศใน ๕ ด้าน ได้แก่

๓.๑. เป้าทางสังคมและความตระหนัก

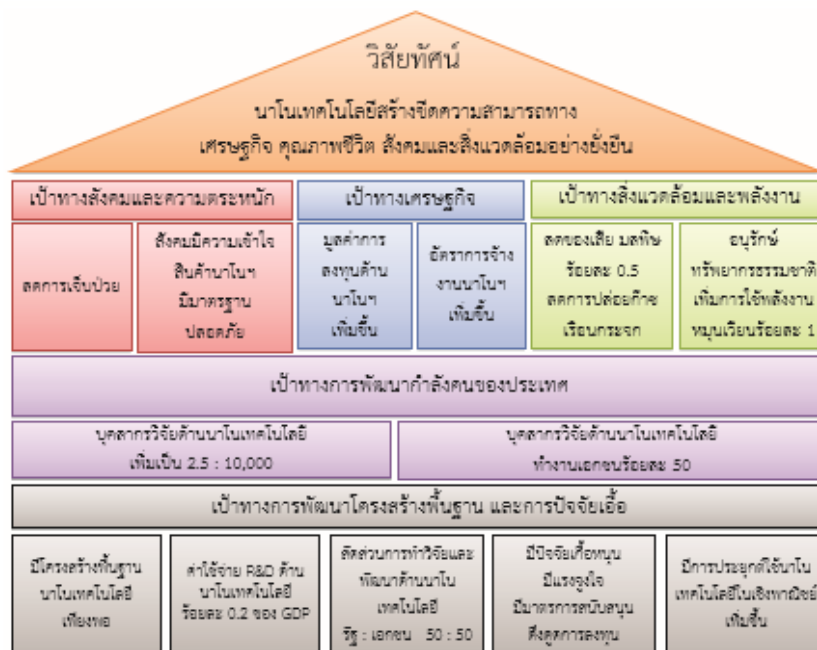
๓.๒. เป้าทางเศรษฐกิจ

๓.๓. เป้าทางสิ่งแวดล้อมและพลังงาน

๓.๔. เป้าทางการพัฒนากำลังคนของประเทศ

๓.๕. เป้าทางการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและปัจจัยเอื้อ

แผนภาพที่ ๑ - ๑ ตัวชี้วัดการพัฒนาเทคโนโลยีของประเทศไทย ณ ปี พ.ศ.๒๕๖๔



จากการกำหนดทิศทางการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีที่เหมาะสมของประเทศ และนโยบาย “ไทยแลนด์ ๔.๐” นาโนเทคโนโลยีจึงเป็นหนึ่งในเทคโนโลยี ที่จะสามารถจุดประกาย และดึงดูดให้เกิดความน่าสนใจ ทำให้เกิดรูปแบบใหม่ ๆ ขึ้นมา เพื่อสร้างความหลากหลายให้กับ อุตสาหกรรมสิ่งทอให้มีคุณสมบัติพิเศษเพื่อที่จะสร้างมูลค่าเพิ่ม เป็นเส้นใยเพื่อสิ่งแวดล้อม (Degradable & eco-friendly fibers) เช่น ผ้าฆ่าเชื้อ เพอร์นิเจอร์ หรือ ผ้าปูโต๊ะกันน้ำ เป็นต้น จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ค้นคว้า ศึกษาหาข้อมูลของกองทัพอากาศเกี่ยวกับการพัฒนา นาโนเทคโนโลยี ซึ่งปรากฏว่าได้มีหน่วยงานในกองทัพอากาศบางหน่วย ได้มีการริเริ่มการศึกษา แนวทางนำนาโนเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในหน่วยงานบ้างแล้ว เช่น กรมพลธิการทหารอากาศได้วิจัย พัฒนาผ้าสีขาวด้วยนาโนฟลูออโรคาร์บอนที่สามารถสะท้อนน้ำ ลดการเปื้อนสิ่งสกปรกหรือการใช้ เทคนิคไมโครแคปซูล และซิงค์ออกไซด์นาโน พัฒนาถุงเท้าที่ใช้สำหรับทหารกองประจำการ ซึ่งมี คุณสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและมีกลิ่นหอม อย่างไรก็ดี การดำเนินการยังเป็นการ ดำเนินการเฉพาะหน่วย ยังไม่พบความร่วมมือหรือการสนับสนุนในภาพของการบูรณาการ ดังนั้น เพื่อให้การพัฒนานาโนเทคโนโลยีของกองทัพอากาศ มีทิศทางที่ชัดเจนสามารถตอบสนองนโยบาย การพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนการพัฒนาอย่างยั่งยืน สามารถขับเคลื่อนหน่วยงานไปสู่ “กองทัพอากาศชั้นนำในภูมิภาค” ตลอดจนสามารถเป็นแบบอย่าง ของการสร้างนวัตกรรม เพื่อให้การแก้ปัญหาสอดคล้องกับนโยบาย “ประเทศไทย ๔.๐” จึงมีความจำเป็นต้องทำการวิจัยในครั้งนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๑. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันของการใช้งานนาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ
๒. เพื่อกำหนดแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ

ให้สามารถตอบสนองนโยบายพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย

ขอบเขตของการวิจัย

๑. การวิจัยเฉพาะการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอ โดยไม่ลงรายละเอียดในเชิงเทคนิค
๒. ข้อมูลเชิงนโยบายและแนวทางที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นข้อมูลในส่วนที่สามารถเปิดเผยได้เท่านั้น
๓. วิเคราะห์ความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการนำนาโนเทคโนโลยีมาใช้ ในกองทัพอากาศ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยศึกษาวิเคราะห์กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔) สภาพการใช้งานนาโนเทคโนโลยีของกองทัพอากาศ และแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อสังเคราะห์เป็นแนวคิดในการจัดทำแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ จากนั้นจะนำแนวทางที่สังเคราะห์ได้เสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณา เพื่อยืนยันผลการศึกษาวิเคราะห์แล้วสรุปเป็นแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของกองทัพอากาศ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

๑. กองทัพอากาศสามารถนำแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศจากการวิจัย ไปใช้เป็นแนวทางพัฒนาอาวุธยุทโธปกรณ์รวมทั้งอาวุธภัณฑ์ของกองทัพอากาศ
๒. ส่วนราชการอื่นของกระทรวงกลาโหมรวมทั้งหน่วยงานอื่น ๆ สามารถนำแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของกองทัพอากาศจากการวิจัยไปประยุกต์ใช้ได้

บทที่ ๒

นาโนเทคโนโลยี

นาโนเทคโนโลยี

นาโนเทคโนโลยี เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับสิ่งที่เล็กมาก สิ่งของที่มีขนาด ๑ นาโนเมตร ก็หมายถึงมีขนาด ๑ ในพันล้านเมตร เช่น ดีเอ็นเอ (DNA) มีความกว้างของโมเลกุลประมาณ ๒.๕ นาโนเมตร คำว่า นาโน มาจากภาษากรีก หมายถึง ตัวแคะ ซึ่งเมื่อนำคำว่า นาโน ไปใช้ในหน่วยใดก็ตาม จะหมายถึง พันล้านส่วนของหน่วยนั้น เช่น น้ำ ๑ นาโนลิตร จะเท่ากับ ๑ แก้ว ที่ได้จากการนำน้ำ ๑ ลิตร มาตวงแบ่งออกเป็นพันล้านแก้วเล็ก ๆ หรือระยะเวลา ๑ นาโนวินาที แปลว่าเป็นช่วงเวลาสั้นมาก แค่เพียง ๑ ส่วนในพันล้านวินาที ปัจจุบันยังไม่มิกฎเกณฑ์ชัดเจนที่ระบุว่า วิทยาศาสตร์ที่จัดว่าเป็นระดับนาโน (nanoscience) จะต้องเกี่ยวข้องกับขนาดที่น้อยมากสักเท่าใด แต่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าวัสดุที่จัดเป็นวัสดุนาโน (nanomaterial) เป็นของที่มีขนาดเล็กกว่า ๑๐๐ นาโนเมตร (ยอดหทัย เทพธรานนท์ และ ประมวล ตั้งบริบูรณ์รัตน์, ๒๕๔๕ : ๒)

เนื่องจาก นาโนเทคโนโลยีเป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับวิทยาการหลากหลายสาขา ตั้งแต่เคมีสังเคราะห์ วัสดุศาสตร์ วิศวกรรมไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เคมี และวิทยาศาสตร์ชีวภาพ จึงทำให้ยากต่อการระบุนิยามหรือให้คำจำกัดความที่สามารถครอบคลุมได้ทั้งหมด อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันมีผู้ให้คำจำกัดความของคำว่านาโนเทคโนโลยี จำนวนมาก ซึ่งพอจะสรุปได้ว่า นาโนเทคโนโลยี หมายถึงเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการ การสร้าง หรือการสังเคราะห์วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องจักร หรือผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กมากในระดับนาโนเมตร (ประมาณ ๑ - ๑๐๐ นาโนเมตร) รวมถึงการออกแบบ หรือการใช้เครื่องมือในการสร้างวัสดุที่มีขนาดเล็กมาก หรือเรียงอะตอมและโมเลกุลในตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ส่งผลให้โครงสร้างของวัสดุหรืออุปกรณ์มีคุณสมบัติพิเศษขึ้น ไม่ว่าจะทางด้านฟิสิกส์ เคมีหรือชีวภาพ และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่อผู้ใช้สอยได้ (แจ็ก อัลดริช และ เดบ นิวเบอร์รี่, ๒๕๔๗ : ๒๐)

๑. ความสำคัญขนาดนาโน

ทั่วไปวัสดุจะมีขนาดของเกรน (grain) ตั้งแต่ระดับไมโครเมตรจนถึงระดับ มิลลิเมตร และประกอบด้วยอะตอมหลายร้อยล้านอะตอม แต่สำหรับเกรนที่มีขนาดระดับนาโนนั้น

ใน ๑ นาโนเมตร จะประกอบไปด้วยอะตอมประมาณ ๙๐๐ อะตอม เมื่อเกรนมีขนาดเล็กลง จะส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของบริเวณรอยต่อระหว่างเกรนหรือผิวสัมผัส (interfaces) ในบริเวณ เส้นแบ่งแดนระหว่างอนุภาคดังกล่าว ซึ่งเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับบริเวณที่เป็นเส้นแบ่งเขตแดน ระหว่างอนุภาคที่มีขนาดใหญ่และเล็ก จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า เมื่ออนุภาคยิ่งเล็กลงเท่าใด บริเวณผิวสัมผัสก็จะเพิ่มขึ้นมากเท่านั้น ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าเศษส่วนของอะตอมบริเวณผิวสัมผัส ดังกล่าวมีขนาดเทียบเท่าแลตทิซของผลึก (crystal lattice) ซึ่งส่งผลให้คุณสมบัติทั้งหมดของวัสดุ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับการทำปฏิกิริยาในระดับอะตอม แต่ขึ้นอยู่กับผิวสัมผัสนั่นเอง (ยอดหทัย เทพธรรานนท์ และ ประมวล ตั้งบริบูรณ์รัตน์, ๒๕๔๕ : ๓)

ทั่วไปสมบัติทางกายภาพของวัสดุจะเปลี่ยนแปลงได้จากผลของการเปลี่ยนแปลง ในโครงสร้าง ดังนั้นการลดลงของขนาดอนุภาคซึ่งสอดคล้องโดยตรงกับการเรียงตัวของอะตอม โดยเฉพาะการเรียงตัวของอะตอมที่บริเวณผิวสัมผัสจะเป็นเหตุผลสำคัญในการกำหนดสมบัติ ทางกายภาพของวัสดุนั้น ๆ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้วัสดุนาโนมีสมบัติที่สมบูรณ์แบบ ตัวอย่างเช่น มีความแข็งแรงและเหนียวแน่นกว่าวัสดุที่มีเกรนขนาดใหญ่ ทั้งนี้เนื่องจากวัสดุนาโนมีการเพิ่มขึ้น ของบริเวณที่เป็นผิวสัมผัสที่ส่งผลกระทบต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพของวัสดุ นอกจากนี้ ยังทำให้วัสดุนาโนที่สมบัติทางไฟฟ้า สมบัติทางแสง และสมบัติทางแม่เหล็ก ดีกว่าวัสดุ ที่มีเกรนขนาดใหญ่ วัสดุนาโนจึงได้เข้าไปมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในอุตสาหกรรม การผลิต ตัวเร่งปฏิกิริยาหรือตัวคะตะลิสต์ และยังมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เช่น การพัฒนาวัสดุสำหรับ photo cells หรือวัสดุเซนเซอร์ ทำให้มีความพยายามในการเตรียม วัสดุนาโนกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

๒. ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนานาโนเทคโนโลยี

๒.๑ เทคโนโลยีที่มนุษย์ได้พัฒนามา แบ่งออกได้เป็น ๒ แบบ (กรมส่งเสริม, ออนไลน์, ๒๕๖๐) คือ

๒.๑.๑ เทคโนโลยีแบบหยาบ (Bulk technology)

เป็นเทคโนโลยีที่ใช้กันมาตั้งแต่สมัยโบราณ เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ จัดการกับสิ่งต่าง ๆ หรือผลิตสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยการจัดการกับอะตอมและโมเลกุลในลักษณะที่เป็น ก้อนด้วยวิธีทางกล เช่น การตัด กิ่ง ตัด ตีขึ้นรูป ปีบ อัด ต่อ งอ และอื่น ๆ หรืออาจใช้วิธีทางเคมีโดย การผสมให้ทำปฏิกิริยา โดยพยายามควบคุมสภาวะต่าง ๆ ให้เหมาะสม แล้วปล่อยให้สสารทำปฏิกิริยา กันเอง ตัวอย่างเช่น การทำมีด เราขึ้นรูปด้วยการเผาเหล็กให้ร้อนแล้วตีขึ้นรูป จากนั้นนำไปเจียรระไน หรือลับให้คม ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาการจัดการอะตอมและโมเลกุลในระดับขนาดเล็กลง เช่น การทำไมโครชิพ ซึ่งเรียกว่าเป็นการใช้เทคโนโลยีแบบบนลงล่าง (top-down technology) ซึ่งมีขีดจำกัดสูง และการทำอุปกรณ์ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็ก แต่อุปกรณ์เหล่านี้

ยังคงประกอบด้วยอะตอมเป็นล้าน ๆ ตัว และยังคงมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ถึงแม้อุปกรณ์เหล่านี้จะทำให้คอมพิวเตอร์มีขนาดเล็กลงและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น แต่การใช้เทคโนโลยีแบบหยาบมาสร้างสิ่งที่มีขนาดเล็กย่อมขาดความเที่ยงตรง และมีความบกพร่องสูง

๒.๑.๒ เทคโนโลยีระดับโมเลกุล (Molecular Technology) หรือนาโนเทคโนโลยี (Nanotechnology)

เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่สามารถจัดการกับอะตอมหรือโมเลกุลแต่ละตัวได้อย่างเที่ยงตรง และไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และเป็นเทคโนโลยีที่ใช้จัดการกับสิ่งต่าง ๆ หรือผลิตสิ่งต่าง ๆ โดยการนำอะตอมหรือโมเลกุลมาจัดเรียง ณ ตำแหน่งที่ต้องการอย่างแม่นยำ สิ่งที่เกิดขึ้นมาอาจเป็นสิ่งเล็ก ๆ หรือเป็นสิ่งใหญ่ก็ได้ การนำเอาเทคโนโลยีระดับโมเลกุลไปสร้างสิ่งที่ใหญ่ขึ้นมานี้ว่าใช้เทคโนโลยีแบบล่างขึ้นบน (bottom-up technology) เช่น พืชสร้างผนังเซลล์จากการนำเอาโมเลกุลน้ำตาลมาต่อกัน ดังนั้นนาโนเทคโนโลยีในความหมายของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันคือการสร้างโดยเริ่มจากสิ่งทีเล็กที่สุด ระดับอะตอมหรือโมเลกุลขึ้นไปมาจัดเรียงกันทีละอะตอม หรือทีละโมเลกุล แล้วทำให้ได้สิ่งที่มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีโครงสร้างเป็นระเบียบตามที่ต้องการ นาโนเทคโนโลยีมีรากฐานอยู่บนการผลิตในระดับโมเลกุลที่ต้องการ เป็นการรวมเอาหลักการทางเคมี และทางกลศาสตร์มาประยุกต์ใช้งานที่แปลกใหม่ ในทางเคมีโดยทั่วไปโมเลกุลเคลื่อนที่โดยการแพร่ และชนกันของโมเลกุลในทุกตำแหน่งและในทุกทิศทางที่เป็นไปได้ ผลของปฏิกิริยาเคมีเป็นสิ่งที่ยากจะควบคุม ในทางตรงกันข้ามการสร้างโมเลกุลสามารถใช้ประโยชน์ของการสังเคราะห์ทางกล คือใช้อุปกรณ์ทางกลเพื่อนำการเคลื่อนที่ของโมเลกุลที่ทำปฏิกิริยา โดยประยุกต์ใช้หลักการทางกลศาสตร์ของการยึดและกำหนดตำแหน่งเข้ากับการทำปฏิกิริยาเคมี การสังเคราะห์ทางกลสามารถสร้างความพิเศษที่ทำให้โมเลกุลเปลี่ยนแปลงไปเกิดในตำแหน่งที่เที่ยงตรง และในลำดับที่เที่ยงตรง ตำแหน่งที่เชื่อถือได้เป็นสิ่งที่ต้องการสำหรับการสังเคราะห์ทางกลเพื่อสร้างวัตถุด้วยการจัดเรียงอะตอมจำนวนล้านถึงพันล้านอะตอมอย่างเที่ยงตรง

๒.๒ การพัฒนานาโนเทคโนโลยีในโลกมุ่งไป ๓ ด้าน (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, ออนไลน์, ๒๕๖๐)

๒.๒.๑ วัสดุนาโน (Nanomaterials)

วัสดุนาโนหรืออนุภาคนาโนเป็นอนุภาคที่มีขนาดในระดับ ๑ - ๑๐๐ นาโนเมตร มีขนาดเล็กกว่าเส้นผมของคนประมาณ ๑,๐๐๐ ถึง ๑๐๐,๐๐๐ เท่า ซึ่งสามารถตรวจพบหรือสัมผัสรับเข้าไปโดยไม่รู้ตัว วัสดุนาโนสามารถเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และเกิดจากการกระทำของมนุษย์ ชนิดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ อาจพบได้หลังเกิดไฟฟ้า หรือภูเขาไฟระเบิด บางชนิดอาจอยู่ในรูปของอนุภาคไวรัสที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ส่วนอนุภาคนาโนที่เกิดจาก

การกระทำของมนุษย์ได้จากการสังเคราะห์โดยตรง และเป็นสารปนเปื้อนออกมา เช่น จากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ เครื่องจักร หรือยานพาหนะ หรือจากกระบวนการผลิต ทั้งทางเคมี และชีวภาพ

ช่วงก่อนศตวรรษที่ ๒๑ เมื่อกล่าวถึงวัสดุในทางวัสดุศาสตร์ เรามักจะนึกถึงโลหะ อโลหะ เซรามิก และพอลิเมอร์ แต่เมื่อมาถึงยุคนาโนเทคโนโลยี เราต้องปฏิวัติแนวคิด และค่านิยมให้สอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลง กล่าวคือวัสดุในยุคปัจจุบันจะขยายรวมถึงวัสดุในความหมายเดิม และวัสดุที่มีขนาดนาโนที่ในปัจจุบัน มักมีการนำมาใช้ในกระบวนการผลิต เช่น อนุภาคนาโน วัสดุดีเอ็นเอด้วย วิวัฒนาการนี้เองเป็นผลให้องค์ความรู้เดิมด้านวิทยาศาสตร์ พื้นฐานที่ใช้อธิบายวัสดุ จะต้องมีการพัฒนาขึ้นเพื่อให้สอดคล้องและสมจริง สิ่งที่เคยอธิบายได้ด้วยหลักการเดิมกลับมีความซับซ้อน และมีความเป็นไปได้ที่แปลกไปจากเดิมมาก ดังนั้นหลักการหรือคำอธิบายที่เกี่ยวกับระบบนาโนจะต้องได้รับการบูรณาการขึ้นใหม่ เพื่อให้สามารถเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกี่ยวกับระบบนาโนอย่างแท้จริง

วัสดุนาโนอยู่ด้วยกันหลายชนิด ที่สำคัญ ได้แก่

๒.๒.๑.๑ วัสดุที่มีธาตุคาร์บอนเป็นหลัก (carbon based materials)

คาร์บอนเป็นธาตุที่รู้จักกันแพร่หลาย และเป็นองค์ประกอบหลักของสิ่งมีชีวิตส่วนมากแล้ว อะตอมของคาร์บอนจะยึดกันเอง หรือยึดกับอะตอมของธาตุอื่นด้วยพันธะโคเวเลนต์ (covalent bond) ซึ่งเป็นการเกาะยึดที่แข็งแรง การยึดกันเองของอะตอมคาร์บอน ทำให้เกิดเป็นโมเลกุล หรือโครงสร้างใหญ่ขึ้นมาได้หลากหลาย เช่น โครงสร้างของเพชร และแกรไฟต์ ซึ่งมีสมบัติทางกายภาพ อาทิ ความแข็ง การหักเหแสงที่แตกต่างกันมาก ซึ่งเป็นผลจากรูปแบบการจัดเรียงอะตอมที่ต่างกัน นอกจากนี้เมื่ออะตอมของคาร์บอนไปยึดกับอะตอมของธาตุอื่น ๆ และมีการเรียงตัวในแบบต่าง ๆ ก็จะทำให้เกิดเป็นสารมากมายหลายอย่างที่แตกต่างกัน เช่น เกิดเป็นข้าว ผือก ไม้ ทั้งนี้แล้วแต่ระบบจัดการของธรรมชาติ โดยธรรมชาติมีวิธีควบคุมดูแล หรือจัดการให้มีการจัดเรียงอะตอม ทำให้เกิดเป็นโครงสร้างแบบต่าง ๆ อย่างหลากหลาย และเป็นระบบทั้งรูปแบบที่เป็นผลึก (crystal) และอสัณฐาน (amorphous) ปัจจุบันเรากำลังพบรูปแบบใหม่ของคาร์บอนที่กำลังเป็นที่สนใจ และมีการวิจัยกันอย่างกว้างขวาง

๒.๒.๑.๒ วัสดุนาโนสารกึ่งตัวนำและโลหะ (semiconductor and metal nanomaterials)

อนุภาคนาโนมีขนาดเล็กและมีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรมาก จึงได้รับความสนใจ ในอุตสาหกรรมสารเร่งปฏิกิริยา (catalyst) ซึ่งเกี่ยวข้องกับพื้นที่ผิวโดยตรง และยังนำไปใช้เป็นตัวตามรอย โดยเฉพาะในโครงสร้างที่เล็กมากและยากต่อการติดตาม หากนำอนุภาคนาโนไปติดตั้ง หรือวางตามตำแหน่งที่เหมาะสม เช่น ผงเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ หรือโครโมโซม

จะทำให้เราสามารถติดตามการทำงานของระบบเหล่านั้นได้ดี ที่สำคัญได้แก่ ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO₂) ซิงก์ซัลไฟด์ (ZnS) และเงิน (Ag)

๒.๒.๑.๓ วัสดุดีเอ็นเอ (DNA material)

ดีเอ็นเอเป็นสารที่เกี่ยวข้องกับรหัส หรือการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ดีเอ็นเอมีองค์ประกอบหลักคือ เบส น้ำตาล และฟอสเฟต มีลักษณะเป็นสายเกลียวคู่ขนาดเล็ก และยาวมาก ประกอบด้วยน้ำตาล ปกติสายดีเอ็นเอมีความกว้างประมาณ ๒ นาโนเมตร และมีเบสรวมประมาณ ๓ พันล้านเบส โครงสร้างที่ทำจากดีเอ็นเอจะมีระดับขนาดเป็นนาโนเมตร ดีเอ็นเอได้มีบทบาทสำคัญเกี่ยวข้องกับชีวิตอย่างมาก ทั้งทางด้านพันธุศาสตร์ ด้านนิติเวชศาสตร์ ด้านยีนบำบัด (gene therapy) เมื่อเข้าสู่ยุคนาโนเทคโนโลยีก็ควรพิจารณาว่า ทำอย่างไรจึงจะนำดีเอ็นเอมาใช้เป็นวัสดุในการสร้างสิ่งที่เล็กจิ๋วในระดับนาโนได้ เนื่องจากดีเอ็นเอได้รับการพิจารณาว่าเป็นสารที่สามารถใช้เป็นตัวส่งข้อมูลหรือสัญญาณในระบบสิ่งมีชีวิต อันเนื่องมาจากปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีได้มีความสามารถในการ "เรียนรู้" และมีความสามารถในการปรับสภาพให้เหมาะสมกับสภาวะการณ์และเงื่อนไขภายใต้ความจำเพาะที่เป็นประโยชน์ ดังนั้นดีเอ็นเอจึงเป็นวัสดุนาโนที่มีความสำคัญทางด้านนาโนเทคโนโลยีในอนาคต

๒.๒.๒ นาโนเทคโนโลยีเชิงชีวภาพ และนาโนเทคโนโลยีทางการแพทย์ (biological and medical nanotechnology)

นาโนเทคโนโลยีเชิงชีวภาพ และนาโนเทคโนโลยีทางการแพทย์ มีบทบาทเชื่อมโยง และสัมพันธ์กันอย่างมาก และยังเกี่ยวข้องโดยตรงกับความต้องการพื้นฐานของมนุษยชาติ เช่น การมีอายุยืนยาวและปราศจากโรคร้ายไข้เจ็บ มีสิ่งแวดล้อมที่ดี รวมทั้งมีรูปร่างหน้าตาสวยงามตลอดเวลา การศึกษาวิจัยเรื่องนี้อย่างจริงจังจึงอยู่ในส่วนของการแพทย์แผนนาโนและเทคโนโลยีชีวภาพนาโน

๒.๒.๒.๑ การแพทย์แผนนาโน (nano-medicine)

เป็นศาสตร์เกี่ยวกับการแพทย์ หรือตัวยา หรือการบำบัดรักษาโดยยาที่เกี่ยวข้องกับระบบขนาดนาโน ตัวอย่างเช่น หุ่นยนต์นาโน (nano robot) ที่สร้างขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์หลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านพันธุกรรม มีความสามารถในการตรวจสอบ ซ่อมแซมทำความสะอาดผิวพัน โดยการควบคุมผ่านระบบคอมพิวเตอร์ทางไกล ทำให้ความรู้สึกเจ็บปวดในขณะที่ทำฟันลดลง นอกจากนี้ยังมีการสร้างหุ่นยนต์นาโนเซลล์เม็ดเลือดแดงเทียม (respirocyte) ที่มีขนาดเล็กกว่าเส้นเลือดฝอยเพื่อให้เคลื่อนที่ไปในหลอดเลือดได้ เช่นเดียวกับเม็ดเลือดแดงจะทำหน้าที่นำก๊าซออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยออกแบบระบบควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ ทั้งในด้านการป้อนพลังงานและระบบสื่อสารอย่างเหมาะสม

วัสดุนาโน เป็นตัวขนส่งยา (drug delivery agent) นำเข้าสู่ร่างกายผู้ป่วย เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ในการรักษา รวมทั้งการรักษาโรคเกี่ยวกับหลอดเลือด โรคเอดส์ โรคไข้วัดนก

"นาโนเซลล์" ซึ่งเป็นอนุภาคนาโน ที่ได้รับการสังเคราะห์ขึ้น ให้สามารถขนส่งยาเคมีบำบัด เพื่อนำเข้าสู่ร่างกายผู้ป่วยโรคมะเร็ง ให้มีประสิทธิภาพทำลายเซลล์มะเร็ง และเส้นเลือดหล่อเลี้ยงมะเร็ง

๒.๒.๒.๒ เทคโนโลยีชีวภาพนาโน

เน้นในเรื่องการเกษตร อาหาร อุตสาหกรรมเชิงชีวภาพ และการศึกษาวิจัยตัวรับรู้นาโน (nanosensor) เช่น ไมโครแอสเรย์ (micro-array) หรือ นาโนแอสเรย์ (nanosensor) ที่สามารถใช้ตรวจหา หรือบ่งชี้เกี่ยวกับโรคหรือเชื้อโรคได้ผลอย่างรวดเร็วและแม่นยำ ความสำเร็จของเทคโนโลยีชีวภาพนาโน ได้แก่ ความสำเร็จในการพัฒนาตัวรับรู้ และการพัฒนาปรับปรุงพันธุพืช เพื่อการบริโภค รวมทั้งการผลิตเครื่องวินิจฉัยโรคแบบพกพา (Lab kit) ที่มีราคาถูก ให้ผลเร็วและเชื่อถือได้

๒.๒.๒.๓ นาโนอิเล็กทรอนิกส์ และนาโนคอมพิวเตอร์

นาโนอิเล็กทรอนิกส์ และนาโนคอมพิวเตอร์ อาศัยหลักการพื้นฐานของนาโนเทคโนโลยีในการผลิต คือการจัดเรียงโมเลกุลอย่างแม่นยำ และจำกัดจำนวนอะตอมที่เป็นส่วนประกอบของทรานซิสเตอร์ให้น้อยที่สุด

นาโนคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ (electronic nanocomputer) มีหลักการสำคัญ คือออกแบบให้เป็นคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ชิ้นส่วนองค์ประกอบที่เล็กมาก ๆ และทำงานโดยใช้กระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า ให้น้อยที่สุด รวมไปถึงการปรับสภาวะในวงจรให้มีการใช้จำนวนอิเล็กตรอนน้อยที่สุดด้วย นอกจากนี้วัสดุที่นำมาใช้ ต้องออกแบบให้เป็นวัสดุที่สามารถปรับสภาพเป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้ง่าย เช่น สารอินทรีย์ พอลิเมอร์ หรือท่อนาโนคาร์บอน นำมาใช้แทนสารอนินทรีย์พวกซิลิคอน

การพัฒนานาโนคอมพิวเตอร์ คือต้องการระบบที่มีการคำนวณอย่างแม่นยำ และเชื่อถือได้ ๑๐๐ เพอร์เซ็นต์ รวดเร็ว และน่าจะเป็นระบบที่ทำงานคล้ายระบบประสาทหรือฉลาด รู้จักคิดแบบปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence) ทำให้รู้จักตัดสินใจ ประเมินสถานการณ์ และที่สำคัญคือ สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้เอง หรือเตือนให้ผู้ดูแลทราบ

ความสำเร็จในการพัฒนานาโนอิเล็กทรอนิกส์ และนาโนคอมพิวเตอร์ จะส่งเสริมให้เกิดการแข่งขัน เพื่อพัฒนาการสร้างหุ่นยนต์ที่มีศักยภาพใกล้เคียง หรือเหนือกว่ามนุษย์ ทั้งทางกายภาพและความคิด

๓. ประโยชน์วัสดุนาโน

วัสดุนาโนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงคุณสมบัติบางอย่างของวัสดุหายาบ (bulk materials) ให้ดีขึ้นได้หลายทางเลือก เช่น ทนร้อน ป้องกันการติดไฟ เสริมความแข็งแรง เพิ่มความยืดหยุ่น หรือการนำไฟฟ้า ใช้ในการสร้างชิ้นส่วนรถยนต์และเครื่องบินที่แข็งแรงแต่น้ำหนักเบา เป็นสารเคลือบผิวป้องกันการกัดกร่อนและรอยขีดข่วนใช้ประดิษฐ์เซ็นเซอร์แบบฟิล์มบาง สร้างฟิล์มเรืองแสงและอุปกรณ์ทางด้านออปติก ทำบรรจุภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มที่สามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซต่าง ๆ ทำเป็นชิ้นส่วนของอุปกรณ์นาโนอิเล็กทรอนิกส์และใช้ผลิตเป็นอุปกรณ์กักเก็บและลำเลียงก๊าซไฮโดรเจนเพื่อสร้างเซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน ตลอดจนการประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์และสาธารณสุข (แจ็ก อัลดริช และ เดบ นิวเบอร์รี่, ๒๕๔๗ : ๗๒)

๔. ความปลอดภัยนาโนเทคโนโลยี

วัสดุนาโนเกิดจากคุณสมบัติพิเศษที่แตกต่างไปจาก วัสดุนาโนขนาดใหญ่ กล่าวคือ ด้วยขนาดที่เล็กมากของวัสดุนาโนจึงมีข้อห่วงกังวลว่า อนุภาคนาโนจะสามารถเข้าไปยังที่ที่อนุภาคขนาดใหญ่ไม่สามารถเข้าถึงได้เช่น ฝูงลมขนาดเล็กในปอด เส้นโลหิตฝอย รวมทั้งความสามารถในการเคลื่อนย้าย (translocation) จากเนื้อเยื่อชนิดหนึ่งไปยังเนื้อเยื่ออีกชนิดหนึ่งได้ง่าย เช่น จากปอดเข้าสู่กระแสโลหิตแล้วเข้าสู่สมอง เป็นต้น นอกจากนี้พื้นที่ผิวที่เพิ่มขึ้นอย่างมหาศาลของอนุภาคในระดับนาโน อาจส่งผลให้เกิดความไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง สมบัติทางชีวภาพที่อาจนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของความเป็นพิษได้ เช่น ธาตุคาร์บอน ปกติจะไม่นำไฟฟ้าแต่กลับนำไฟฟ้าได้ดี เมื่อออกแบบโครงสร้างหรือป็นเป็นเส้นใยนาโนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ๓-๒ นาโนเมตร ส่วนธาตุทองจะไม่ทำปฏิกิริยากับสารประกอบรอบ ๆ แต่อนุภาคนาโนของทองจะทำลายแบคทีเรีย และเซลล์สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ได้ ส่วนโลหะเงินโดยปกตินั้นสามารถฆ่าจุลชีพได้แต่จะมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นเมื่ออยู่ในลักษณะอนุภาคนาโน เป็นต้น

สมบัติของวัสดุนาโนที่ผลิตขึ้น (engineered nanomaterials) จะไม่ขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางเคมีอย่างเดียว เพราะขนาด รูปร่าง พื้นที่ผิวสัมผัส และลักษณะการเคลือบผิว (surface coating) จะส่งผลต่อการทำงานของวัสดุนาโนดังกล่าว วัสดุนาโนสามารถผ่านเข้าสู่อวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายทางกระแสเลือด ยิ่งไปกว่านั้น เนื่องจากวัสดุนาโนมีความคงทนสูงกว่าวัสดุแบบดั้งเดิมจึงทำให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมยาวนานกว่า เมื่อหมดอายุการใช้งานกลายเป็นขยะนาโนในอนาคต หากมีการสะสมของขยะจากผลิตภัณฑ์นาโนเพิ่มขึ้นอย่างมาก ก็อาจก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลง ความสมดุลของระบบนิเวศได้ยกตัวอย่างเช่น การสะสมของอนุภาคนาโนของเงิน (silver nanomaterials) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพ อาจส่งผลเสียต่อเชื้อจุลชีพที่มีประโยชน์ในสิ่งแวดล้อมได้ ซึ่งถ้าส่วนล่างสุดของห่วงโซ่อาหารได้รับความกระทบกระเทือนก็จะส่งผลถึงด้านบนสุดของห่วงโซ่อาหารก็คือมนุษย์ได้

ลักษณะการได้รับสัมผัสวัสดุนาโนขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน เช่น ในผลิตภัณฑ์สเปรย์ที่มีวัสดุนาโนเป็นส่วนประกอบจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการหายใจเข้าสู่ปอด หรือการสัมผัสที่ผิวหนัง แต่สำหรับวัสดุนาโนที่เป็นส่วนประกอบของสารละลาย เช่น ผลิตภัณฑ์สำหรับทำความสะอาดก็จะเพิ่มความเสี่ยงต่อการได้รับเข้าทางปาก เนื่องจากวัสดุนาโนอาจสะสมอยู่ในน้ำดื่มหรือในปลา ดังนั้นการศึกษาความเสี่ยงของวัสดุนาโนจึงมีความซับซ้อน และขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานไปตลอดจนถึงขั้นการหมดอายุใช้งาน อีกทั้งยังต้องคำนึงถึงปัจจัยการสะสมของวัสดุนาโนเมื่อเวลาผ่านไปทั้งในอากาศ น้ำ ดินและตะกอน ถ้าจะพิจารณาความเสี่ยงต่อสุขภาพของพนักงานในสายการผลิตและพนักงานขนย้ายวัสดุนาโน ควรต้องพิจารณาระบบการรักษาความปลอดภัยในขั้นตอนการผลิต เก็บกัก และขนส่ง เข้าไปด้วยกัน เช่น การกำหนดให้พนักงานสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันการติดตั้งระบบบำบัดมลพิษทางอากาศและระบบถ่ายเทอากาศที่ได้อย่างเพียงพอ เป็นต้น

ผลงานวิจัยทางด้านพิษวิทยา (toxicology) รวมทั้งศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความเสี่ยง ได้แก่ การประเมินการได้รับสัมผัส (exposure assessment) และการเคลื่อนและการแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อม (environmental fate) (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, ออนไลน์, ๒๕๖๐)

๔.๑ ผลการศึกษาความเป็นอันตรายจากการสูดหายใจอนุภาคนาโนเข้าสู่ร่างกาย

ข้อห่วงกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยนาโนเทคโนโลยีมักจะมุ่งเน้นไปที่อนุภาคหรือละอองนาโน (aerosol nanoparticles) ที่สามารถฟุ้งกระจาย และแขวนลอยในอากาศเป็นเวลานาน ซึ่งหากสูดหายใจรับอนุภาคนาโนเข้าสู่ร่างกายเป็นเวลานาน และในปริมาณมากอาจก่อให้เกิดการสะสมของอนุภาคนาโนอยู่ในร่างกาย อย่างไรก็ตาม อัตราการสะสมของอนุภาคนาโนในร่างกายขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ขนาดของอนุภาคนาโน การรวมตัวเป็นกลุ่มก้อน (agglomeration) อัตราการหายใจ สภาวะร่างกาย โดยเฉพาะที่เป็นโรคปอดหรือโรคทางเดินหายใจ เป็นต้น

๔.๒ ผลการศึกษาความเป็นอันตรายจากการสัมผัสทางผิวหนัง หรือการกินอนุภาคนาโน

มีรายงานการศึกษาความเป็นพิษจากการสัมผัสทางผิวหนังหรือการกินวัสดุอนุภาคนาโน จึงมีข้อห่วงกังวลว่าการสัมผัสอนุภาคนาโนบางประเภทอาจส่งผลให้อนุภาคนาโนซึมผ่านทะลุชั้นผิวหนังและเข้าสู่กระแสเลือดได้

๔.๓ ผลการศึกษาความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ

วัสดุนาโนอาจแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้ผ่านการปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรม (ทางอากาศ น้ำเสีย และของเสีย) หรือการรั่วไหลระหว่างการขนส่ง รวมทั้ง

การแพร่กระจายจากผลิตภัณฑ์ที่มีวัสดุนาโน (ในช่วงการใช้งาน การกำจัด หรือการเสื่อมสภาพ) ดังนั้น การกระจายของอนุภาคนาโนสู่สิ่งแวดล้อมจึงเชื่อมโยงกับวงจรชีวิตของวัสดุนาโนตั้งแต่การผลิต การใช้และการบำบัดของเสีย อนุภาคนาโนที่ถูกปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมสามารถทำปฏิกิริยากับอนุภาคอื่น ๆ เกิดการเปลี่ยนรูปและปรับเปลี่ยนองค์ประกอบที่แตกต่างไปจากเดิมและอาจแพร่กระจายไปยังสภาพแวดล้อม (ทางน้ำ อากาศ ดิน) ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และระบบนิเวศได้

๔.๔ ความเสี่ยงต่อการเกิดไฟไหม้และการระเบิดจากวัสดุนาโน

ขนาดอนุภาคหรือพื้นที่ผิวเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาไวไฟ และการระเบิดได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีข้อห่วงกังวลว่าวัสดุนาโนอาจมีคุณสมบัติที่ก่อให้เกิดการระเบิดและการติดไฟได้ง่าย พื้นที่ผิวจำนวนมากอาจส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่ไม่สามารถควบคุมได้ อย่างไรก็ตามจนถึงปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาในเรื่องความเสี่ยงของวัสดุนาโนต่อการระเบิด แต่สามารถอิงจากข้อมูลที่มีอยู่เกี่ยวกับฝุ่นผงขนาดเล็กและเล็กมาก (fine and ultrafine powders) แต่ก็ไม่สามารถเทียบเคียงได้ทั้งหมด เนื่องจากวัสดุนาโนมีคุณสมบัติทางเคมี และกายภาพที่แตกต่างจากฝุ่นขนาดเล็กที่มีขนาดใหญ่กว่าอนุภาคระดับนาโน

นอกจากลักษณะในแง่ขนาดและพื้นที่ผิวแล้ว ยังมีลักษณะอื่น ๆ เช่น ประเภท องค์ประกอบทางเคมีความสามารถในการติดไฟ รวมทั้งสถานะแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แรงดันที่มีอิทธิพลต่อการระเบิด ตัวอย่างวัสดุ หรือสารที่มีความเสี่ยงต่อการติดไฟ หรือระเบิดสูงหากถูกลดขนาดให้อยู่ในระดับนาโนเมตร ได้แก่ สารอินทรีย์และโลหะ เช่น อลูมิเนียม แมกนีเซียม เซอร์โคเนียม ลิเทียม และสารอนินทรีย์บางชนิด

นาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอและงานที่เกี่ยวข้อง (อภิชาติ สนธิสมบัติ, ออนไลน์, ๒๕๖๑)

กระบวนการผลิตสารนาโนเทคโนโลยี

๑. Bottom – up Technique เป็นการนำเอกสาร หรือธาตุ มาเรียงต่อกัน ทำให้เกิดสารนาโนขึ้นมา

๑.๑ Self Assembly การเรียงตัวกันเองของสารเป็นชั้นๆ หรือเป็นชั้นเป็นตอน ตัวอย่าง คือ โลบิโอซิม

๑.๒ Sol – gel การทำให้สารจากของเหลวเป็นของแข็ง ตัวอย่าง คือ การผลิตนาโนแคปซูล สารเมมเบรน ที่มีรูขนาดไมครอน

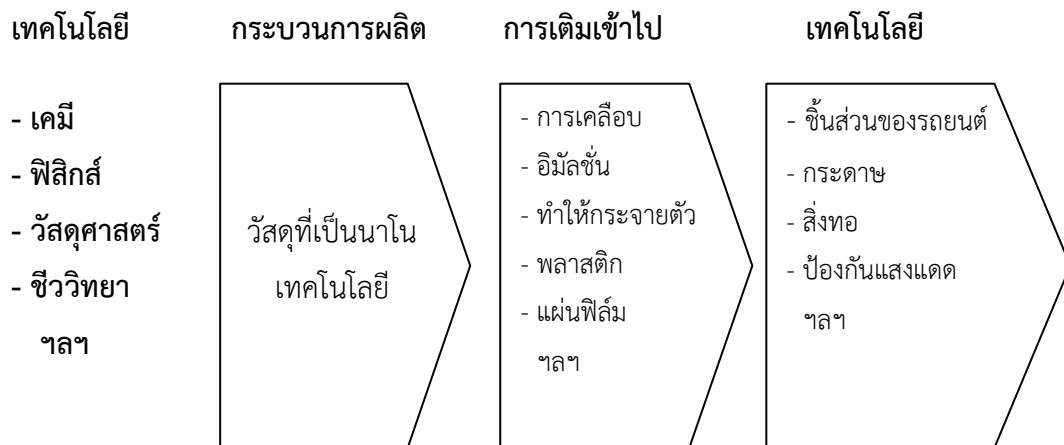
๑.๓ Chemical Vapapor Deposition การเคลือบด้วยสีที่มีอนุภาคเล็ก ๆ มากในสภาพที่เป็นก๊าซและมีความดันสูง เคลือบบนผิวหน้าสิ่งขึงที่ต้องการ

๑.๔ Nanomanipulator โดยการใช้กระบวนการพิเศษ เช่น Scanning Tunneling Microscope และ Atomic Force Microscope เป็นต้น แล้วตัดต่ออะตอมตามที่ต้องการ

๑.๕ 3D Printing โดยการใช้เทคโนโลยีอิงค์เจ็ท พิมพ์บนผิวหน้าของสาร เช่น เซรามิก พอร์ลิเมอร์ โลหะ เส้นใย เป็นต้น (บางตำราไม่ถือว่าเป็นนาโน แต่เกือบจะเป็นระดับนาโน)

๒. Top – down Technique เป็นการนำเอาสารที่มีโมเลกุลใหญ่ ๆ มาย่อยให้เล็กลง เช่น การทำอนุภาคนาโน เป็นต้น ซึ่งปกติอาจมีสิ่งเจือปนผสม

แผนภาพที่ ๒ - ๑ การใช้งานนาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอ

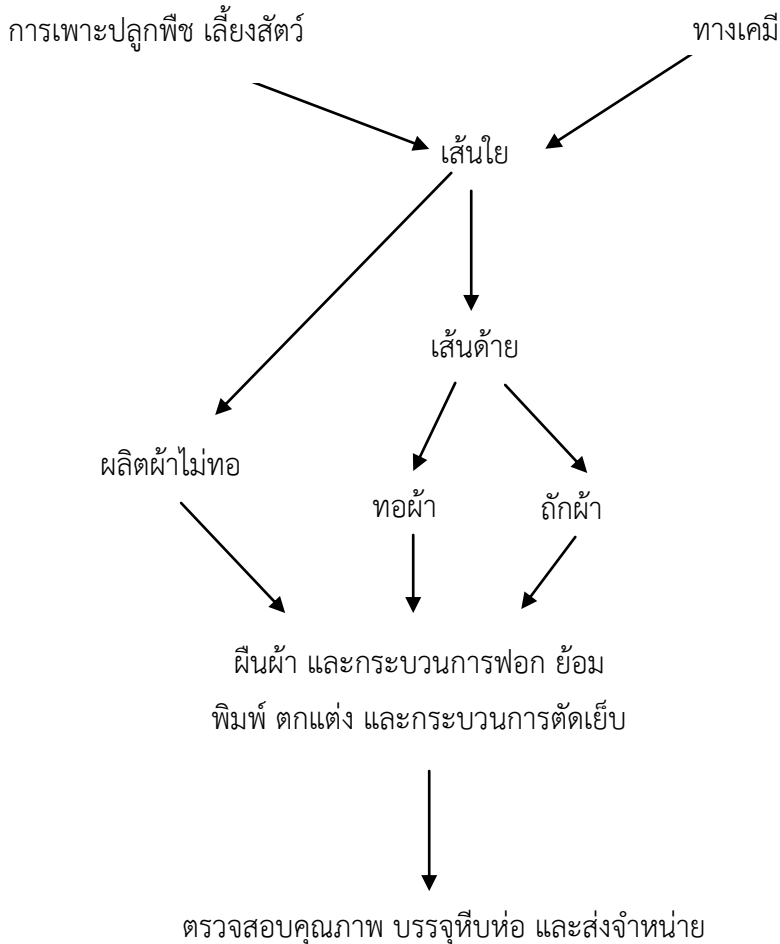


ที่มา : อภิชาติ สนธิสมบัติ, ออนไลน์, ๒๕๖๑

อุตสาหกรรมสิ่งทอ ประกอบด้วย

- อุตสาหกรรมผลิตเส้นใยสังเคราะห์
- อุตสาหกรรมปั่นด้าย ทอผ้า ถักผ้า และผลิตผ้าไม่ทอ
- อุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ ตกแต่ง
- อุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูป
- อุตสาหกรรมผลิตสิ่งทอเทคนิค

แผนภาพที่ ๒ - ๒ กระบวนการผลิตสิ่งทอ



ที่มา : อภิชาติ สนธิสมบัติ, ออนไลน์, ๒๕๖๑

การนำเอานาโนเทคโนโลยีมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้านสิ่งทอ

๑. การเคลือบผ้าด้วยสารนาโนเทคโนโลยี ที่สามารถทำความสะอาดได้ง่าย สารดังกล่าว จะทำให้เกิดโครงสร้าง ๓ มิติเคลือบอยู่เหนือผืนผ้า ซึ่งโครงสร้างดังกล่าวจะเป็นตัวสะท้อนน้ำ น้ำมัน และสิ่งสกปรก เช่น ไวน์แดง ซอสมะเขือเทศ น้ำผึ้ง เป็นต้น ซึ่งมีแนวความคิดมาจาก การทำความสะอาดตัวเองของใบไม้ เช่น ใบบัว หรือปีกแมลง เป็นต้น

๒. การเติมอนุภาคที่เป็นนาโนเทคโนโลยีเข้าไปในเส้นใยสังเคราะห์ ทำให้เกิดสมบัติ การคงทนต่อจุลินทรีย์ สามารถใช้ในงานของสิ่งทอ เช่น สุขภาพอนามัย เฟอร์นิเจอร์ พรม ผ้ากรอง และเสื้อผ้า

วิธีการ คือ เติมนอนุภาคที่เป็นนาโนเทคโนโลยี เช่น ซิงค์ออกไซด์คอปเปอร์ออกไซด์ ในช่วงการปั่นเส้นใยสังเคราะห์ (เหมือนการปั่นเส้นใยปกติ) ซึ่งจะไม่ทำให้สี ผิวน้ำ หรือผิวสัมผัสเปลี่ยนไป

๓. การนำเอาสารนาโนเทคโนโลยีมาเคลือบบนผ้าทำให้กักกลิ่น

- โดยการเคลือบด้วยสารที่มีลักษณะโมเลกุลเป็นฟองน้ำ ซึ่งสามารถซับ และกักกลิ่นที่มาจากเหงื่อ หรือเสื้อผ้า และจะปลดปล่อยเมื่อซักล้าง (Nano – Fresh)

- โดยการโรยผงเท้าด้วยผงเงินที่เป็นอนุภาคของสารนาโนเทคโนโลยี ซึ่งเงินจะเป็นสารป้องกันเชื้อรา และเชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ ทำให้ผู้สวมใส่ไม่ติดเชื้อ ไม่ปวดบวม และไม่มีกลิ่น (JR Nanotech's Sole Fresh)

๔. การนำเอาสารนาโนเทคโนโลยีมาเคลือบบนกระดาษทำให้กระดาษผิวเรียบขึ้น และมีสมบัติในการดูดซึมหมึกดีไม่แตกกระจาย

๕. การใช้งานของนาโนแคปซูล นาโนแคปซูลที่นิยมใช้กันสำหรับสิ่งทอ เครื่องสำอางจะเป็นนาโนแคปซูลสังเคราะห์ มีวิธีการผลิต โดยเริ่มต้นจากอิมัลชันน้ำมันในน้ำ หรือน้ำในน้ำมัน ซึ่งจะผลิตนาโนแคปซูลที่เป็นน้ำมันและน้ำ ตามลำดับ สามารถเคลือบนาโนแคปซูลด้วยโปรตีนพอลิเมอร์ หรือวัสดุจากธรรมชาติ หรือสังเคราะห์ ผงเซลของไมโคร/ นาโนแคปซูล สามารถผลิตจากสารพอลิยูรีเทน พอลิเอไมด์ พอลิยูเรีย เจลาติน หรือพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ เป็นต้น การทำให้แคปซูลแตกตัว สามารถกระทำได้ด้วยวิธีการขัดถู หรือโดยการใช้อัลตราซาวด์กระตุ้น

๖. การผสมซิงค์ออกไซด์ที่เป็นนาโนพาร์ติเคิล ทำให้พอลิเอทิลีน, แผ่นฟิล์มพอลิเอทิลีน ทั้งความหนาแน่นน้อย และสูง สามารถเพิ่มอายุการใช้งานของวัสดุ เมื่อใช้กลางแจ้ง เช่น แก้วของอัจฉริยะ หรือแผ่นฟิล์มที่ทำเป็นหลังคาคลุมโรงเพาะเลี้ยงต้นไม้ เป็นต้น

๗. ชุดเครื่องแบบทหารยุคนาโนเทคโนโลยี การผลิตคาร์บอนดีนาโนทิวป์ สำหรับเป็นชุดฝึกของทหาร ทำให้เกิดเครื่องแบบที่มีน้ำหนักเบา มีความแข็งแรงมากกว่าเดิม ป้องกันอันตรายจากสภาวะที่ร้อน หรือหนาวได้ ลดการบาดเจ็บในการกระแทก นอกจากนี้ยังบอกว่าเครื่องแบบนี้สามารถกันกระสุนได้ ในปัจจุบันพบว่า คาร์บอนนาโนทิวป์ มีราคาสูงถึง ๑๕,๐๐๐ เหรียญสหรัฐต่อออนซ์ เนื่องจากกระบวนการผลิตที่ยุ่งยาก จากการรายงานของ Industrial Fabrics Association International กล่าวว่า คาร์บอนนาโนทิวป์ที่มีชั้นเดียว จะมีความแข็งแรงประมาณ ๑๐ เท่าเมื่อเทียบกับเส้นใยเหล็ก และทีมนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยเท็กซัส สามารถผลิตได้ยาวประมาณ ๒๐๐ เมตร โดยการผสมคาร์บอนนาโนทิวป์กับพลาสติก และได้กล่าวว่า เส้นใยดังกล่าวสามารถทนแรงฉีกขาดได้ประมาณ ๑๗ เท่าตัว เมื่อเทียบกับแรงที่กระทำกับเส้นใยเคฟลาร์ ดังนั้นจึงสามารถนำมาผลิตเป็นเสื้อเกราะกันกระสุนได้

๘. นาโนไฟเบอร์ คือ เส้นใยที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า ๑ ไมโครเมตร สำหรับแผ่นเส้นใยนาโนที่จะนำไปทำใส่กรองอากาศ ที่กรองน้ำ ผ้า อุปกรณ์การแพทย์ ฯลฯ จะมี

เส้นผ่านศูนย์กลาง ๐.๒๕ ไมโครเมตร การผลิตเส้นใยนาโน สามารถทำได้โดยกระบวนการ Electro – Spinning ทำได้ดังนี้ คือ ๑. การใส่กระแสไฟฟ้าแรงสูง ที่ปลายแวนกวดเส้นใย และที่เก็บเส้นใย (ต่อลงดิน) ๒. การเลือกพอลิเมอร์ และทำตัวละลาย จะทำให้เกิดเส้นใย ๔๐ – ๒,๐๐๐ นาโนเมตร

๙. นาโนฟิลเตอร์ เป็นการนำเอานาโนไฟเบอร์ หรือเทคโนโลยีการผลิตนำมาใช้ผลิต ทำให้เกิดแผ่นกรองที่มีความละเอียดมากๆ ใช้สำหรับการกรองอากาศ น้ำเสีย หรือน้ำทะเล ให้มีความบริสุทธิ์ เนื่องจากเชื้อโรค หรือแบคทีเรียมีขนาดไมครอน แต่นาโนฟิลเตอร์นี้มีความละเอียดกว่า เป็น ๑๐๐ – ๑,๐๐๐ เท่า ดังนั้นสิ่งสกปรกไม่สามารถผ่านแผ่นกรองตัวนี้ได้ ขณะนี้ใช้ในงานทหารของ สหรัฐอเมริกา และระบบบำบัด ที่เรียกว่า Reverse Osmosis (RO)

กรณีศึกษาผลงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีของหน่วยงานต่าง ๆ

๑. ผลงานวิจัยมุ้งนาโน กำจัดยุง (ผลงาน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ)

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยศูนย์นาโนเทคโนโลยี สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ออนไลน์, ๒๕๖๐) ได้นำผลงานวิจัยที่อาศัยกระบวนการนาโนเทคโนโลยีในการเคลือบเส้นใยก่อนนำมาทำเป็นมุ้ง หรือที่เรียกว่าเส้นใยนาโน ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษในการป้องกันยุงและสามารถกำจัดยุงได้ภายใน ๖ นาที ซึ่งมีอายุการใช้งานนานประมาณ ๒ ปี และสามารถซักทำความสะอาดได้มากกว่า ๓๐ ครั้ง

มุ้งผสมสารสกัดเลียนแบบ กैंกฮวย-ดาวเรือง ทำได้ทั้งแบบเคลือบและผสมลงในเส้นใย ไม่เป็นอันตรายต่อคน

มุ้งนาโนฆ่ายุง ผสมสาร เดลตาเมธริน (Deltamethrin) สารสังเคราะห์เลียนแบบสารในกลุ่ม ไพเรทรอยด์ (Pyrethroid) สารสกัดธรรมชาติจากดอกดาวเรืองและกैंกฮวย เมื่อตัวรับ (Receptor) ที่ปลายขาของยุง ได้รับสารดังกล่าวจากการชนหรือสัมผัสกับมุ้งที่ผสมสารดังกล่าว จะทำให้ยุงบินช้าลงและตายในที่สุด แต่คนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมไม่มีตัวรับสารดังกล่าว จึงไม่ได้รับอันตราย

๒. ผลงานวิจัยวัสดุสมานแผลทางการแพทย์จาก น้ำผึ้ง

ดร.นริศร์ บาลทิพย์ อาจารย์สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวง, ออนไลน์, ๒๕๖๐) เปิดเผยในการสังเคราะห์เส้นใยน้ำผึ้งนาโนเพื่อใช้เป็นวัสดุสมานแผลต้นแบบทางการแพทย์ว่า เป็นการนำน้ำผึ้งซึ่งถือเป็นวัตถุดิบจากธรรมชาติที่มีอยู่ภายในประเทศมาใช้ให้เกิดประโยชน์ สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับน้ำผึ้งไทย คุณสมบัติที่ช่วยสมานแผลของน้ำผึ้ง

มีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องและยืนยันว่าน้ำผึ้งสามารถต่อต้านเชื้อแบคทีเรียได้ดีในระดับเดียวกันกับสารต่อต้านเชื้ออื่น ๆ และน้ำผึ้งยังมีคุณสมบัติทางกายภาพอีกอย่างหนึ่งคือความหนืด ทำให้น้ำผึ้งเหมาะสมที่จะนำมาสังเคราะห์เป็นเส้นใยนาโน เพื่อพัฒนาเป็นวัสดุสำหรับปิด และช่วยสมานแผลต้นแบบสำหรับใช้ทางการแพทย์

หากเส้นใยน้ำผึ้งนาโนที่ถูกสังเคราะห์และพัฒนาขึ้นนี้มีประสิทธิภาพในการสมานแผลและใช้งานได้จริง จะส่งผลให้ผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาสามารถลดค่าใช้จ่ายในการรักษาได้ทางหนึ่ง เนื่องจากผู้ป่วยไม่จำเป็นต้องใช้วัสดุสมานแผลราคาแพงที่ต้องสั่งซื้อเข้ามาจากต่างประเทศ อีกทั้งยังเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายในการนำเข้าวัสดุทางการแพทย์ที่มีราคาแพงของประเทศได้ ทั้งยังเป็นการช่วยเหลือเกษตรกรไทยผู้เลี้ยงผึ้งให้มีรายได้ที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในช่วงเวลาที่น้ำผึ้งเกิดการตกผลึก

๓. ผลงานวิจัยกรมพลธิการทหารอากาศ

๓.๑ ผ้าปูที่นอนป้องกันคราบสิ่งสกปรก ผ้าปูที่นอนป้องกันคราบ

สิ่งสกปรก (กองวิทยาการ กรมพลธิการทหารอากาศ, เอกสารเสนอผลงานประดิษฐ์คิดค้น, ๒๕๖๐ : ก)

การวิจัยและพัฒนาผ้าปูที่นอนป้องกันคราบสิ่งสกปรกมีวัตถุประสงค์เพื่อการนำหลักการของงานวิจัยผ้าสีขาวมาตรฐาน ทอ.๑ ของกองทัพอากาศมาประยุกต์ใช้เครื่องใช้ของผู้ป่วยในโรงพยาบาล โดยเฉพาะผ้าปูที่นอนคนไข้ที่มีการเปื้อนสารคัดหลั่งได้ง่าย เป็นศูนย์รวมของเชื้อโรคและแบคทีเรียต่าง ๆ ที่สะสมอยู่ในเส้นใยผ้า ผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญในส่วนนี้มาก คนไข้ควรได้รับการดูแลในส่วนของความสะอาด ซึ่งเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งของทางโรงพยาบาล โดยพัฒนาผ้าปูที่นอนป้องกันคราบสิ่งสกปรก ให้มีคุณสมบัติป้องกันคราบสิ่งสกปรกได้ โดยเฉพาะคราบจากเลือด สารคัดหลั่ง น้ำเหลือง และสิ่งสกปรก อื่น ๆ อีกทั้งสร้างความพึงพอใจต่อกำลังพล ทอ. โดยใช้หลักการของผ้าสีขาวป้องกันสิ่งสกปรก มาต่อยอดงานวิจัยนี้ขึ้น และหาข้อมูลวิชาการในประเทศและต่างประเทศ สารนาโนฟลูออโรคาร์บอนเป็นสารที่เหมาะสมในการตกแต่งผ้า มากที่สุด เนื่องจากมีคุณสมบัติสะท้อนน้ำได้ดี มีแรงดึงผิวเส้นใยน้อยและมีความปลอดภัยกลุ่มจึงเลือกสารนาโนฟลูออโรคาร์บอนศึกษาในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีขั้นตอน คือ ทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยเตรียมผ้าดิบ และฉีกสารนาโนฟลูออโรคาร์บอน โดยศึกษาที่อุณหภูมิ ๓ ระดับ คือ ๘๐, ๙๐ และ ๑๐๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓ นาที นำไปวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยการทดสอบการสะท้อนสารละลายที่มีน้ำ และการทดสอบสารละลายที่มีน้ำมัน พบว่า การฉีกสารที่อุณหภูมิ ๙๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓ นาที การทดสอบสารละลายที่มีน้ำมันและมีการทดสอบการสะท้อนสารละลายที่มีน้ำได้ดีที่สุด ที่ระดับ ๖ ทางกลุ่มวิจัยจึงเลือกการฉีกสารนาโนฟลูออโรคาร์บอนที่อุณหภูมิ ๙๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓ นาที ในการทดลองแบบอุตสาหกรรม ผลการวิเคราะห์ผลการทดลองพบว่ามีค่าการทดสอบการสะท้อน

สารละลายที่มีน้ำ และการทดสอบสารละลายที่มีน้ำมัน มีค่าการทดสอบอยู่ระดับที่ ๖ ดีมาก สามารถป้องกัน สิ่งสกปรกจำพวกน้ำและน้ำมันได้อย่างเป็นอย่างดี

๓.๒ ผ้าสีขาว (กองวิทยาการ กรมพลศึกษา ทหารอากาศ, เอกสารเสนอผลงานประดิษฐ์คิดค้น, ๒๕๕๘ : ก)

โครงการพัฒนาผ้าสีขาวป้องกันสิ่งสกปรก มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผ้าสีขาวมาตรฐาน ทอ.๑ ให้มีคุณสมบัติป้องกันคราบสิ่งสกปรกได้ โดยเฉพาะคราบจากเลือด ขา กาแฟ น้ำหมึก เหงื่อไคล และสิ่งสกปรกอื่น ๆ อีกทั้งสร้างความพึงพอใจต่อกำลังพล ทอ. โดยศึกษาผ้าสีขาวมาตรฐาน ทอ.๑ งานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ บทความ และคุณสมบัติของสารจำพวก สะท้อนน้ำ พบว่าสารนาโนฟลูออโรคาร์บอนเป็นสารที่เหมาะสมในการตกแต่งผ้าสีขาวมาตรฐาน ทอ.๑ มากที่สุด เนื่องจากมีคุณสมบัติสะท้อนน้ำได้ดี มีแรงดึงผิวเส้นใยน้อยและมีความปลอดภัย กลุ่มวิจัยจึงเลือกสารนาโนฟลูออโรคาร์บอนศึกษาในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีขั้นตอน คือเตรียมผ้าดิบ, หาสูตรย้อมสี โดยใช้สีจากตัวอย่างผ้าสีขาวมาตรฐานทอ.๑, ย้อมสีในห้องปฏิบัติการ และฉีกสารนาโนฟลูออโรคาร์บอน โดยศึกษาที่อุณหภูมิ ๓ ระดับ คือ ๔๐, ๖๐ และ ๘๐ องศาเซลเซียส นำไปวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยการวัดค่า Whiteness, ค่า Tint, ทดสอบการสะท้อนสารละลายที่มีน้ำ และการทดสอบสารละลายที่มีน้ำมัน พบว่าการฉีกสารที่อุณหภูมิ ๖๐ องศาเซลเซียส สีไม่เปลี่ยนจากผ้าสีขาวมาตรฐาน ทอ. ๑ และยังมีการทดสอบการสะท้อนสารละลายที่มีน้ำ และการทดสอบสารละลายที่มีน้ำมันได้ดีที่สุด ที่ระดับ ๖ ผลการฉีกสารที่อุณหภูมิ ๔๐ องศาเซลเซียส พบว่าสีไม่เปลี่ยนจากผ้าสีขาวมาตรฐาน ทอ. ๑ แต่มีการทดสอบการสะท้อนสารละลายที่มีน้ำ และการทดสอบสารละลายที่มีน้ำมันต่ำสุด ผลการฉีกสารที่อุณหภูมิ ๘๐ องศาเซลเซียส พบว่าสีเปลี่ยนแปลงจากผ้าสีขาวมาตรฐาน ทอ. ๑ อย่างชัดเจน และมีค่าการทดสอบการสะท้อนสารละลายที่มีน้ำ และการทดสอบสารละลายที่มีน้ำมันอยู่ในระดับปานกลาง ต่ำกว่าการฉีกสารที่อุณหภูมิ ๔๐ องศาเซลเซียส ทางกลุ่มวิจัยจึงเลือกการฉีกสารนาโนฟลูออโรคาร์บอนที่อุณหภูมิ ๖๐ องศาเซลเซียส ในการทดลองแบบอุตสาหกรรม ผลการวิเคราะห์ผลการทดลองพบว่า มีค่าสี, น้ำหนัก, จำนวนเส้นด้าย และการทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึงขาด เป็นไปตามมาตรฐานตามรายละเอียดคุณลักษณะพัสดุพลศึกษา ชื่อพัสดุ ผ้าสีขาวมาตรฐาน ทอ. ๑ ส่วนการทดสอบการสะท้อนสารละลายที่มีน้ำ และการทดสอบสารละลายที่มีน้ำมัน มีค่าการทดสอบอยู่ระดับที่ ๖ ดีมาก สามารถป้องกันสิ่งสกปรกจำพวกน้ำและน้ำมันได้อย่างเป็นอย่างดี

๓.๓ ชุดนักเรียนขาวเสมอ (ชูพงศ์ ไชยหลาก, สัมภาษณ์, ๒๕๖๐)

โครงการพัฒนาผ้าสีขาวของชุดนักเรียน เป็นการพัฒนาต่อยอดผลงานวิจัยของผ้าสีขาวมาตรฐาน ทอ.๑ (ชุดเครื่องแบบปกติขาว) มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผ้ามีคุณสมบัติป้องกันคราบสิ่งสกปรกได้ โดยเฉพาะคราบจากเลือด ขา กาแฟ น้ำหมึก เหงื่อไคล และสิ่งสกปรก อื่น ๆ

ทางคณะผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของการคิดค้นนวัตกรรมที่จะเพิ่มคุณสมบัติของผ้าที่นอกเหนือจากชุดเครื่องแบบของทางกำลังพล ทอ. จึงนำแนวทางการวิจัยและพัฒนามาใช้กับผ้าชุดนักเรียน ให้มีคุณสมบัติในการสะท้อนรังสีสเปกตรัม และคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (Anti-bacterial) โดยใช้เทคโนโลยีนาโนในการตกแต่งสารซิงค์ออกไซด์ให้ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ทั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก และแกรมลบ ซึ่งเป็นสาเหตุของกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ และโรคร้ายไข้เจ็บ ซึ่งในปัจจุบันเรามักจะพบว่าผู้ปกครองคุณแม่บ้านหลายคนมักพบปัญหาหนักใจเกี่ยวกับชุดนักเรียนของบรรดาลูก ๆ ที่สกปรกและทำการซักคราบต่าง ๆ ไม่หลุดออก ทำให้เสียหอนงค่า ยิ่งถ้าหนึ่งครอบครัวมีลูกมากกว่าหนึ่งคน ชุดนักเรียนที่ได้รับตกทอดไปถึงคนต่อไปก็จะดูเก่าทั้ง ๆ ที่ยังสามารถใส่ได้อยู่ อันเนื่องมาจากความซุกซนและพัฒนาการของเด็กในแต่ละวัย

๓.๔ ถุงเท้าป้องกันแบคทีเรียและไมโครแคปซูลกลิ่นหอม

(กองวิทยาการ กรมพลอากาศทหารอากาศ, เอกสารเสนอผลงานประดิษฐ์คิดค้น, ๒๕๕๙ : ก)

ถุงเท้าที่ พธ.ทอ. ได้แจกจ่ายให้กับข้าราชการใส่ไปเพื่อปฏิบัติภารกิจฝึกภาคสนามลาดตระเวนและอื่น ๆ จำนวนหลายวันต่อเนื่อง เกิดปัญหาอาการคันง่ามนิ้วเท้าและมีกลิ่นเหม็น เนื่องจากการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในถุงเท้าของผู้สวมใส่

ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการทดลอง โดยนำถุงเท้าที่ พธ.ทอ. แจกจ่ายให้ข้าราชการ ทอ. เป็นถุงเท้าเส้นใยสแปนเด็กซ์ ผสมโพลีเอสเตอร์ และฝ้าย เพื่อลดการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ส่งผลให้เกิดอาการคันง่ามนิ้วเท้า และมีกลิ่น โดยนำถุงเท้าตกแต่งด้วยสารซิงค์ออกไซด์นาโนปรับความเป็นกรดของสารละลายที่ระดับความเป็นกรดต่าง ๕ – ๖ โดยกระบวนการจุ่มอัดสารซิงค์ออกไซด์นาโนด้วยเครื่อง Stenter และผนึกสารที่อุณหภูมิ ๙๐, ๑๓๐ และ ๑๕๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓๐ นาที หลังจากนั้นนำมาสลัดถุงเท้าให้แห้ง และเข้าสู่อบอุณหภูมิ ๖๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓๐ นาที ทั้งให้ถุงเท้าเซ็ดตัว ๒๔ ชั่วโมง แล้วนำมาทดสอบการเพาะเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและลบ จากผลการทดลองพบว่า การจุ่มอัดที่อุณหภูมิ ๙๐ องศาเซลเซียส ส่งผลให้ถุงเท้ามีการเจริญเติบโตของแบคทีเรียน้อยที่สุด เนื่องจากอุณหภูมิที่ ๙๐ องศาเซลเซียส ทำให้ซิงค์ออกไซด์นาโนไปเกาะตัวกับเส้นใยสแปนเด็กซ์ ผสมโพลีเอสเตอร์ และฝ้ายได้มาก ทำให้ซิงค์ออกไซด์นาโนซึ่งมีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียมีประสิทธิภาพดีที่สุด ทำให้ผู้สวมใส่ไม่เกิดอาการคันตามง่ามนิ้ว และไม่มีกลิ่นเหม็น

๓.๕ เสื้อคลุมกันฝนกันหนาว (ชูพงศ์ ไชยหลาก, สัมภาษณ์, ๒๕๖๐)

พัฒนาเสื้อกันฝนกันหนาวจากเดิมที่ใช้ผ้าจำนวน ๓ ชนิด ตัดเย็บเสื้อคลุมกันฝนกันหนาว ทำให้มีน้ำหนักมาก เสื้อพองใหญ่ ไม่สวยงามขณะสวมใส่ กรมพลอากาศวิจัยและพัฒนาเสื้อคลุมกันฝนกันหนาวให้เป็นเสื้อคลุมกันหนาวแบบใหม่ ใช้ผ้าไมโครไฟเบอร์เพียงชนิดเดียวให้สามารถกันฝนและกันหนาว ที่อุณหภูมิ ๐ องศาเซลเซียส มีน้ำหนักเบา สวยงามไม่เทอะทะ

๓.๖ แก้วป้องกันคราบสิ่งสกปรก (ซูพงศ์ ไชยหลาก, สัมภาษณ์, ๒๕๖๐)

ใช้หลักการของน้ำกลิ้งบนใบบอน มาใช้เพื่อสะท้อนน้ำ และป้องกันคราบสิ่งสกปรกแทรกซึมเข้าสู่เส้นใย โดยการตกแต่งด้วยสารซิลิกอนไดออกไซด์ มาพ่นกับด้วยส่วนผสมของสารละลาย ให้เหมาะสมกับพื้นผิวของเส้นใยผ้าที่หุ้มผนังฟิงของแก้วแต่ละประเภท ช่วยให้ทำความสะอาดได้ง่าย ถนอมพื้นผิวของเส้นใยผ้าให้สะอาด และทำให้ชุดโซฟาหรือแก้วรับแขกของเราดูดีอยู่เสมอ

๓.๗ เครื่องหมายนาโน (ซูพงศ์ ไชยหลาก, สัมภาษณ์, ๒๕๖๐)

เครื่องหมายยศ และเครื่องหมายอื่น ๆ ทำจากโลหะชุบทอง เมื่อใช้งานไปนาน ๖ เดือน จะหมองคล้ำลง เนื่องจากเหงื่อจากการสัมผัส อากาศ และความชื้น การนำสารตกแต่งเทคโนโลยีนาโน ตกแต่งลงบนเครื่องหมายจะทำให้เครื่องหมายลดการหมองคล้ำจากความชื้น เหงื่อ และอื่น ๆ ทำให้มีความมันเงานานขึ้น ยืดระยะเวลาการหมองจาก ๖ เดือนเป็น ๑ ปี

๓.๘ เครื่องแบบเต็มยศรักษาพระองค์ อินทรรูปร่างนายพลอากาศ และเครื่องหมายแสดงความสามารถการบินป้องกันการหมองคล้ำ (ซูพงศ์ ไชยหลาก, สัมภาษณ์, ๒๕๖๐)

เครื่องหมายยศ และเครื่องหมายอื่น ๆ ทำจากโลหะชุบทอง เมื่อใช้งานไปนาน ๖ เดือน จะหมองคล้ำลง เนื่องจากเหงื่อจากการสัมผัส อากาศ และความชื้น การนำซิลิกอนไดออกไซด์มาพ่นกับลงบนเครื่องหมาย จะทำให้มีความมันเงานานขึ้น ยืดระยะเวลาการหมองจาก ๖ เดือนเป็น ๑ ปี

๓.๙ เสื้อกาวน์แพทย์/พยาบาล ป้องกันคราบสิ่งสกปรกและแบคทีเรีย (ซูพงศ์ ไชยหลาก, สัมภาษณ์, ๒๕๖๐)

เป็นการนำหลักการของงานวิจัยผ้าสีขาวมาตรฐาน ทอ.๑ ของกองทัพอากาศ มาประยุกต์ใช้กับเครื่องแต่งกายของบุคลากรในโรงพยาบาล ไม่ว่าจะแพทย์ผู้ปฏิบัติงาน คนไข้ รวมถึงเครื่องใช้ เช่น เสื้อกาวน์แพทย์/พยาบาล ผ้าปูที่นอนคนไข้ หรือผ้าต่าง ๆ ที่มีการเปราะเปื้อนสารคัดหลั่งได้ง่าย ซึ่งชุดปฏิบัติงานและผ้าต่าง ๆ ที่ใช้เป็นศูนย์รวมของเชื้อโรคและแบคทีเรียต่าง ๆ ที่สะสมอยู่ในเส้นใยผ้า ผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญในส่วนนี้มาก ทั้งบุคลากรทางโรงพยาบาล และคนไข้ ควรได้รับการดูแลในส่วนของเสื้อผ้าและเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งของทางโรงพยาบาล

สิ่งทอ (นวลแข ปาลิวนิช, ๒๕๓๖ : ๒)

ความหมายของสิ่งทอ ซึ่งตรงกับภาษาอังกฤษ “Textiles” จาก Fairchild is Dictionary of Textiles .ให้ความหมายคำว่า Textiles ไว้ว่า การจำแนกวัสดุที่สามารถนำมาทำเป็นผืนผ้าไว้อย่างกว้างๆ ได้แก่ เส้นใย เส้นด้าย รวมถึงผ้าทอ ผ้าถักนิต ผ้าอัด ผ้าตาข่าย และสินค้าจากลูกไม้และโครเชต์

จากหนังสือ Introductory Textiles Science ของ Major L.Joseph อธิบายความหมายของคำว่า Textiles ไว้ว่า เป็นคำที่มาจากภาษาละตินว่า Textilis มีความหมายว่า “ทอ” ในปัจจุบันคำว่า Textiles ให้คำจำกัดความกว้างขึ้น หมายถึงผลิตภัณฑ์ใด ๆ ก็ตามที่ทำมาจากเส้นใย รวมไปถึงผ้าไมทอ ผ้าถัก ผ้าที่ผลิตด้วยวิธีพิเศษอื่น ๆ และสินค้าจากการทอ

สรุปความหมายของคำว่า Textiles คือ สิ่งทอหรือผลิตภัณฑ์สิ่งทอทุกชนิดที่ผลิตจากเส้นใยทั้งด้วยการทอและไม่ทอ

ทฤษฎีวิเคราะห์องค์กร (เอกวินิต พรหมรักษา, ออนไลน์, ๒๕๖๐)

๑. องค์ประกอบของ SWOT

S มาจาก Strengths หมายถึง จุดเด่นหรือจุดแข็งหรือข้อได้เปรียบ เป็นข้อดีที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายในบริษัท เช่น จุดแข็งด้านการเงิน จุดแข็งด้านการผลิต จุดแข็งด้านทรัพยากรบุคคล บริษัทจะต้องใช้ประโยชน์จากจุดแข็งในการกำหนดกลยุทธ์การตลาด

W มาจาก Weaknesses หมายถึง จุดด้อยหรือจุดอ่อนหรือข้อเสียเปรียบ ที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายในต่าง ๆ ของบริษัท ซึ่งบริษัทจะต้องหาวิธีในการแก้ปัญหานั้นสถานการณ์ภายในองค์กรที่เป็น

O มาจาก Opportunities หมายถึง โอกาส การที่สภาพแวดล้อมภายนอกของบริษัทเอื้อประโยชน์หรือส่งเสริมการดำเนินงานขององค์กร โอกาสแตกต่างจากจุดแข็งตรงที่โอกาสนั้นเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมภายนอก แต่จุดแข็งนั้นเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมภายใน นักการตลาดที่ดีจะต้องเสาะแสวงหาโอกาสอยู่เสมอและใช้ประโยชน์จากโอกาสนั้น เช่น การเมือง การปกครอง กฎหมาย ราคาน้ำมัน ค่าเงินบาท คู่แข่ง เป็นต้น

T มาจาก Threats หมายถึง อุปสรรค ข้อจำกัด ซึ่งเกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอก บางครั้งการจำแนกโอกาสและอุปสรรคเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก เพราะทั้งสองสิ่งนี้สามารถเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งการเปลี่ยนแปลงอาจทำให้สถานการณ์ที่เคยเป็นโอกาสกลับกลายเป็นอุปสรรคได้ เช่น ค่าเงินบาท คู่แข่ง เป็นต้น

SWOT เป็นเครื่องมือในการประเมินสถานการณ์สำหรับองค์กร หรือโครงการ ซึ่งช่วยผู้บริหารกำหนดจุดแข็งและจุดอ่อนจากสภาพแวดล้อมภายในโอกาสและอุปสรรคจากสภาพแวดล้อมภายนอก สำหรับกำหนดแผนงานโครงการจะใช้เป็นแนวทางในการกำหนดวิสัยทัศน์ และการกำหนดกลยุทธ์เพื่อให้อุตสาหกรรมพัฒนาไปในทางที่เหมาะสม

ขั้นตอน วิธีการดำเนินการทำ SWOT Analysis

การวิเคราะห์ SWOT จะครอบคลุมขอบเขตของปัจจัยที่กว้างด้วยการระบุจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรคขององค์กร ทำให้มีข้อมูลในการกำหนดทิศทางหรือเป้าหมายที่จะถูกสร้างขึ้นมาบนจุดแข็งขององค์กร และแสวงหาประโยชน์จากโอกาสทางสภาพแวดล้อม และสามารถกำหนดกลยุทธ์ที่มุ่งเอาชนะอุปสรรคทางสภาพแวดล้อมหรือลดจุดอ่อนขององค์กรให้มันน้อยที่สุดได้ ภายใต้การวิเคราะห์ SWOT นั้น จะต้องวิเคราะห์ทั้งสภาพแวดล้อมภายในและภายนอกองค์กร โดยมีขั้นตอนดังนี้

การประเมินสภาพแวดล้อมภายในองค์กร

การประเมินสภาพแวดล้อมภายในองค์กร จะเกี่ยวกับการวิเคราะห์และพิจารณาทรัพยากรและความสามารถภายในองค์กรทุก ๆ ด้าน เพื่อที่จะระบุจุดแข็งและจุดอ่อนขององค์กรแหล่งที่มาเบื้องต้นของข้อมูลเพื่อการประเมินสภาพแวดล้อมภายใน คือระบบข้อมูลเพื่อการบริหารที่ครอบคลุมทุกด้าน ทั้งในด้านโครงสร้าง ระบบ ระเบียบ วิธีปฏิบัติงาน บรรยากาศในการทำงานและทรัพยากรในการบริหาร (คน เงิน วัสดุ การจัดการ) รวมถึงการพิจารณาผลการดำเนินงานที่ผ่านมาขององค์กรเพื่อที่จะเข้าใจสถานการณ์และผลกลยุทธ์ก่อนหน้านี้ด้วย

๑) จุดแข็งขององค์กร (S-Strengths) เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยภายในจากมุมมองของผู้ที่อยู่ภายในองค์กรนั่นเองว่า ปัจจัยใดภายในองค์กรที่เป็นข้อได้เปรียบหรือจุดเด่นขององค์กรที่องค์กรควรนำมาใช้ในการพัฒนาองค์กรได้ และควรดำรงไว้เพื่อการ เสริมสร้างความเข้มแข็งขององค์กร

๒) จุดอ่อนขององค์กร (W-Weaknesses) เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยภายในจากมุมมองของผู้ที่อยู่ภายในจากมุมมอง ของผู้ที่อยู่ภายในองค์กรนั้น ๆ เองว่าปัจจัยภายในองค์กรที่เป็นจุดด้อย ข้อเสียเปรียบขององค์กรที่ควรปรับปรุงให้ดีขึ้นหรือจัดให้หมดไป อันจะเป็นประโยชน์ต่อองค์กร

การประเมินสภาพแวดล้อมภายนอก

ภายใต้การประเมินสภาพแวดล้อมภายนอกองค์กรนั้น สามารถค้นหาโอกาสและอุปสรรคทางการดำเนินงานขององค์กรที่ได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจทั้งในและระหว่างประเทศที่เกี่ยวกับการดำเนินงานขององค์กร เช่น อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ นโยบาย การเงิน การงบประมาณ สภาพแวดล้อมทางสังคม เช่น ระดับการศึกษาและอัตรา

รู้หนังสือของประชาชน การตั้งถิ่นฐานและการอพยพของประชาชน ลักษณะชุมชน ขนบธรรมเนียม ประเพณี ค่านิยม ความเชื่อและวัฒนธรรม สภาพแวดล้อมทางการเมือง เช่น พระราชบัญญัติ พระราชกฤษฎีกา มติคณะรัฐมนตรี และสภาพแวดล้อมทางเทคโนโลยี หมายถึงกรรมวิธีใหม่ๆและพัฒนาการทางด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและให้บริการ

๑) โอกาสทางสภาพแวดล้อม (O - Opportunities) เป็นการวิเคราะห์ว่าปัจจัยภายนอกองค์กร ปัจจัยใดที่สามารถส่งผลกระทบต่อประโยชน์ ทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการดำเนินการขององค์กรในระดับมหภาค และองค์กรสามารถถ่วงดุลข้อดีเหล่านี้มาเสริมสร้างให้หน่วยงานเข้มแข็งขึ้นได้

๒) อุปสรรคทางสภาพแวดล้อม (T-Threats) เป็นการวิเคราะห์ว่าปัจจัยภายนอกองค์กรปัจจัยใดที่สามารถส่งผลกระทบต่อระดับมหภาคในทางที่จะก่อให้เกิดความเสียหายทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งองค์กรจำต้องหลีกเลี่ยง หรือปรับสภาพองค์กรให้มีความแข็งแกร่งพร้อมที่จะเผชิญแรงกระทบดังกล่าวได้

๒. วิเคราะห์องค์กรโดยใช้หลัก 7 s

กรอบแนวคิดพื้นฐานที่นำมาใช้วิเคราะห์ตัวแปรทั้ง ๗ ประการซึ่งมีส่วนสำคัญต่อความสำเร็จของธุรกิจ โดยนำผลการวิเคราะห์มากำหนดกลยุทธ์ เพื่อให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุดต่อการบริหารองค์กร (วิเคราะห์องค์กรโดยใช้หลัก 7S, ออนไลน์, ๒๕๖๐)

๒.๑ Strategy กลยุทธ์

การวางแผนกิจกรรมภายในองค์กร โดยให้แผนที่วางขึ้นมานั้นได้สอดคล้องและเหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมภายนอก และภายในองค์กร

๒.๒ Structure โครงสร้างองค์กร

ลักษณะโครงสร้างขององค์กรที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบ รวมถึงขนาดการควบคุม การรวมอำนาจ และการกระจายอำนาจของผู้บริหาร การแบ่งโครงสร้างงานตามหน้าที่ ตามผลิตภัณฑ์ ตามลูกค้า ตามภูมิภาคได้อย่างเหมาะสม

๒.๓ System ระบบ

เป็นการวิเคราะห์ถึงระบบงานขององค์กรในทุก ๆ เรื่อง ทั้งเรื่องระบบการบริหารจัดการระบบการปฏิบัติงาน

๒.๔ Staff บุคลากร

การคัดเลือกบุคลากรที่มีความสามารถ การพัฒนาบุคลากรอย่างต่อเนื่อง

๒.๕ Skill ทักษะ

เป็นการพิจารณาถึงทักษะหรือความเชี่ยวชาญขององค์กรโดยรวม ว่ามีความเชี่ยวชาญหรือมีความชำนาญในด้านใด

๒.๖ Style สไตล์

สไตล์ในการทำงานของผู้บริหารนั้น มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งโดยเฉพาะผู้บริหารระดับสูง จะมีอิทธิพลต่อความรู้สึกนึกคิดของพนักงานภายในองค์กรมากกว่าคำพูดของผู้บริหาร

๒.๗ Shared values ค่านิยม

ค่านิยมร่วมกันระหว่างคนในองค์กร ความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน

นโยบาย แผนพัฒนา และแผนยุทธศาสตร์ เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ของประเทศไทย

กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔)
(สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, ๒๕๕๕.)

จัดทำขึ้นโดยมีแนวทางในการดำเนินงานที่สอดคล้องกับแผน กรอบนโยบายฯ ต่าง ๆ ดังแสดงในแผนภาพที่ ๒ - ๑

๑. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑๒ (พ.ศ. ๒๕๖๐ – ๒๕๖๔)
๒. นโยบายและแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑ (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔)
๓. แผนยุทธศาสตร์การกำจัดการเคมีแห่งชาติ ฉบับที่ ๔ (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔)
๔. นโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔)
๕. แผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (พ.ศ. ๒๕๕๐ – ๒๕๕๖)

แผนภาพที่ ๒ - ๓ ความสัมพันธ์ของแผนที่เกี่ยวข้องกับกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔)



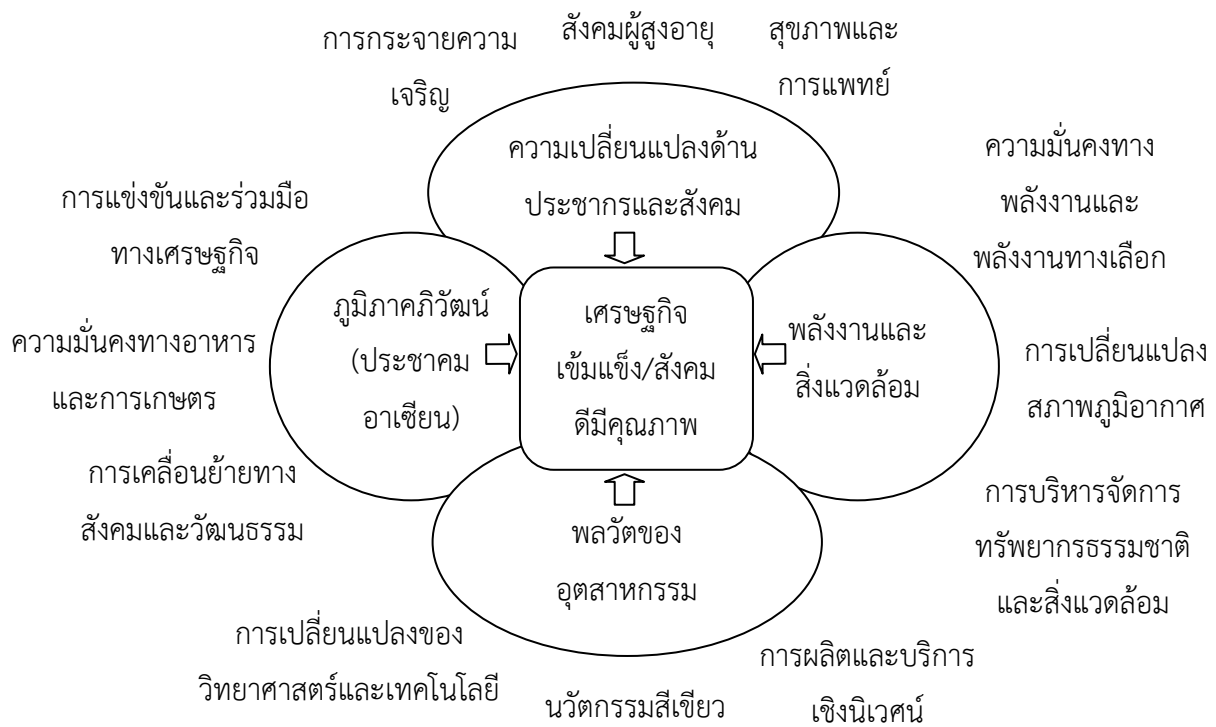
ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, ๒๕๕๕

เนื่องจากนาโนเทคโนโลยีของโลกมีพลวัตสูงมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้กรอบนโยบายฯ ต้องมีการปรับปรุงเพื่อให้มีความทันสมัยอยู่เสมอ ดังนั้นจึงแบ่งแนวคิดหลักของการดำเนินงานตามกรอบนโยบายฯ ใน ๑๐ ปี เป็น ๒ ระยะ ๆ ละ ๕ ปี โดย ๕ ปีแรกมุ่งเน้นที่กรอบทิศทางและขอบเขตการวิจัยเพื่อสนับสนุนเทคโนโลยีหลัก ได้แก่ วัสดุนาโนนาโนอิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีชีวภาพนาโน ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์เป้าหมายและระยะที่ ๒ เน้นที่การพัฒนาเทคโนโลยีซึ่งนำไปสู่ผลิตภัณฑ์กลุ่มใหม่

ปัจจุบันคนไทยได้ตระหนักถึงขีดความสามารถในการแข่งขัน คุณค่าของสินค้าชุมชน การนำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาปรับใช้ในด้านต่าง ๆ มากขึ้น ทำให้เกิดการพัฒนาด้านที่ส่งผลให้

หลาย ๆ ด้าน เช่น การเพิ่มผลิตภาพด้านการเกษตร คุณภาพชีวิตและแพทย์ทางเลือกพลังงานทดแทน และสังคมผู้สูงอายุ เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องพิจารณาองค์ประกอบดังกล่าว เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับรองรับในด้านต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงของกระแสโลกาภิวัตน์ของอุตสาหกรรม การเปลี่ยนแปลงประชากรและสังคมและการเปลี่ยนแปลงทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นนโยบายและแผนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔ ได้เห็นความสำคัญและกำหนดเป้าหมายในการพัฒนาเพื่อสนับสนุนเศรษฐกิจและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน และยกระดับคุณภาพชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อม ดังแสดงในแผนภาพที่ ๒ - ๒

แผนภาพที่ ๒ - ๔ แนวคิดกรอบนโยบายและแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔)



ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, ๒๕๕๕

เพื่อให้การดำเนินงานของภาครัฐ เอกชน และภาคประชาชน เป็นไปในทิศทางเดียวกัน การใช้ทรัพยากรของประเทศที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งในระยะสั้นและการลงทุนเพื่อประโยชน์ในระยะยาวไปพร้อมกัน ประเทศไทยจำเป็นต้องกำหนดลำดับความสำคัญหรือเลือกลงทุนในสาขาเป้าหมายที่ประเทศไทยมีศักยภาพความได้เปรียบและมีโอกาสสูงในการพัฒนาทั้งในด้านของการยกระดับอุตสาหกรรมที่มีอยู่เดิมและพัฒนาอุตสาหกรรมใหม่ที่สร้าง

ผลกระทบที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศ การพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย มีเป้าหมายสูงสุดคือ เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันยกระดับคุณภาพชีวิตและการพัฒนาอย่างยั่งยืนในการดำเนินการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์นี้ต้องมีการวางแผนและมีการคำนึงถึงศักยภาพและความพร้อมทางทรัพยากรของประเทศและโอกาสในการพัฒนา ทั้งนี้ ได้กำหนดกลุ่มคลัสเตอร์เป้าหมายออกเป็น ๔ กลุ่ม ได้แก่

๑. เกษตรและอาหาร
๒. สุขภาพและการแพทย์
๓. อุตสาหกรรมการผลิต
๔. พลังงานและสิ่งแวดล้อม

แผนภาพที่ ๒ - ๕ องค์ประกอบของกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔

องค์ประกอบของกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยี ของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔)



ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, ๒๕๕๕

๑. ทิศทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยี

เพื่อให้เกิดความชัดเจนของทิศทางการพัฒนาจึงได้กำหนด ๘ อุตสาหกรรมหลัก คือ

๑. เกษตรและอาหาร
๒. สุขภาพและการแพทย์
๓. อิเล็กทรอนิกส์
๔. ยานยนต์
๕. เคมี ปิโตรเคมีและสิ่งทอ
๖. ชุมชนและวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME)
๗. พลังงาน
๘. สิ่งแวดล้อม

โดยได้กำหนดผลิตภัณฑ์เป้าหมายในระยะแรก ๗ กลุ่มผลิตภัณฑ์ ได้แก่

๑. กลุ่มผลิตภัณฑ์ทางด้านเซ็นเซอร์
๒. กลุ่มอุปกรณ์นาโนอิเล็กทรอนิกส์
๓. กลุ่มผลิตภัณฑ์ในระบบส่งยาและสารสกัดสมุนไพร
๔. กลุ่มตัวเร่งปฏิกิริยาและวัสดุดูดซับ กรอง
๕. กลุ่มนาโนเวชสำอาง
๖. กลุ่มวัสดุเคลือบนาโน
๗. กลุ่มวัสดุสารประกอบแต่ง

ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันยกระดับคุณภาพชีวิตเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนนั้น สามารถแบ่งได้เป็น ๓ ส่วน คือ เทคโนโลยีสาขาหลัก เทคโนโลยีฐาน และองค์ความรู้หลัก โดยเทคโนโลยีสาขาหลัก (core technology) มี ๓ สาขา ได้แก่

๑. วัสดุนาโน (nano materials)
๒. นาโนอิเล็กทรอนิกส์ (nano electronics)
๓. เทคโนโลยีชีวภาพนาโน (nano biotechnology)

ในโลกของการแข่งขันทางเทคโนโลยี มีการนำเทคโนโลยีสาขาหลักแต่ละสาขามาบูรณาการกันให้เกิดเทคโนโลยีใหม่ และมีการพัฒนาเทคโนโลยีแยกสาขาออกไปเป็นสาขาย่อย ๆ การพัฒนาความสามารถทางเทคโนโลยีที่สำคัญที่เป็นพื้นฐานในการพัฒนาเทคโนโลยีหลักสามารถจัดกลุ่มได้เป็น ๓ เทคโนโลยีฐาน (technology platform) ได้แก่

๑. เทคโนโลยีการเคลือบนาโน (coating)
๒. เทคโนโลยีการห่อหุ้มระดับนาโน (encapsulation)
๓. เทคโนโลยีและการสังเคราะห์โครงสร้างนาโนเชิงฟังก์ชัน (functional nanotechnology)

องค์ความรู้หลักที่ใช้ในการพัฒนานาโนเทคโนโลยี จำเป็นต้องมีการสะสมองค์ความรู้เพื่อการประยุกต์ใช้โดยมีการพัฒนาความรู้พื้นฐานเฉพาะอย่างยิ่งในสาขาพื้นฐาน เช่น ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา จุลชีววิทยา ชีวเคมี คณิตศาสตร์ วิศวกรรม นาโนเมคาทรอนิกส์ (nanomechatronics) การประกอบสร้างชิ้นส่วนนาโน (nanofabrication) ปรากฏการณ์ทางควอนตัม (quantum phenomena) และออปโตอิเล็กทรอนิกส์ (optoelectronics) เป็นต้น เพื่อเป็นประโยชน์ในการวิจัยและพัฒนาเป็นฐานสำหรับการแสวงหาความรู้ใหม่หรือเป็นพื้นฐานสำหรับต่อยอดเทคโนโลยีที่จัดหามาจากแหล่งอื่นได้อย่างรวดเร็ว การสะสมองค์ความรู้ อาจทำได้โดยการสร้างชิ้นเองหรือเป็นพื้นฐานสำหรับต่อยอดเทคโนโลยีที่จัดหามาจากแหล่งอื่นได้อย่างรวดเร็ว การสะสมองค์ความรู้ อาจทำได้โดยการสร้างชิ้นเองภายในประเทศโดยการวิจัยและพัฒนา หรือการเสาะหาจากแหล่งภายนอกด้วยการซื้อเทคโนโลยี การร่วมวิจัยกับต่างประเทศ เป็นต้น

การพัฒนาขีดความสามารถทางนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยให้สามารถแข่งขันได้ในระดับสากล จำเป็นต้องมีปัจจัยเอื้อ (enabling factors) ในระดับฐานรากรวมทั้งด้านทรัพยากรมนุษย์ งบประมาณ กองทุนสนับสนุนการวิจัย โครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพ การวิเคราะห์ทดสอบการดูดซับ ถ่ายทอดเทคโนโลยี การบริหารทรัพย์สินทางปัญญา การบริหารระบบวิจัยแบบมุ่งเป้าและครบวงจร ความตระหนัก ความเข้าใจแก่สาธารณะ การจัดการด้านความปลอดภัย จริยธรรม และความเสถียร

การพัฒนาด้านทรัพยากรมนุษย์ ภาครัฐเป็นผู้ผลิตและพัฒนากำลังคนให้มีปริมาณและความสามารถเพียงพอ (critical mass) ที่จะสามารถขับเคลื่อนการพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีของไทยด้านงบประมาณ กองทุนสนับสนุนการวิจัย โดยภาครัฐและเอกชนเป็นผู้ลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาไปพร้อมกับการมีมาตรการและแรงจูงใจกระตุ้นด้านการลงทุนในภาคเอกชน ด้านโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพ การลงทุนพัฒนาห้องปฏิบัติการวิจัยและจัดหาอุปกรณ์ที่มีความจำเป็น การมีระบบบริหารเครื่องมือกลางของทั่วประเทศรวมทั้งมีบริการด้านการวิเคราะห์ทดสอบ ศูนย์การวิเคราะห์ทดสอบ มีความสำคัญเนื่องจากช่วยสร้างความสามารถในการแข่งขัน เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (product development) ตามความต้องการของภาคเอกชน การดูดซับ ถ่ายทอดเทคโนโลยี สนับสนุนกลไก การดูดซับเทคโนโลยี มีระบบและกลไกการถ่ายทอดเทคโนโลยี การบริหารทรัพย์สินทางปัญญา มีการบริหารระบบวิจัยแบบมุ่งเป้าและครบวงจร การสร้างความสามารถในการสร้างเครือข่าย (stakeholders, network) และการสร้างความร่วมมือด้านการวิจัยพัฒนา (collaboration coordination) สร้างความตระหนัก ความเข้าใจแก่สาธารณะ สร้างกลไกที่มีประสิทธิภาพในการสื่อสารและทำความเข้าใจกับประชาชน การจัดการด้านความปลอดภัย จริยธรรม และความเสถียร การศึกษาและสร้างมาตรการประกันความปลอดภัย จริยธรรม และความเสถียรในการพัฒนาและการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยี

๒. กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย

กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔) ภายใต้แนวคิดกระบวนการทำงานร่วมกันของภาครัฐ ภาคเอกชน ภาควิชาการ และภาคประชาชน ได้กำหนดวิสัยทัศน์ ดังนี้

นาโนเทคโนโลยีสร้างขีดความสามารถทางเศรษฐกิจ คุณภาพชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน โดยมี ๓ เป้าหมายหลักที่ต้องการบรรลุผลภายในปี ๒๕๖๔ คือ

๑. ยกระดับคุณภาพชีวิต สุขภาพ การแพทย์และสาธารณสุข ด้วยนาโนเทคโนโลยี โดยการพัฒนาวัสดุผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ ด้วยนาโนเทคโนโลยี
๒. เพิ่มขีดความสามารถของภาคการเกษตร และอุตสาหกรรมการผลิต ที่ตอบสนองตรงความต้องการของตลาดมากขึ้นด้วยนาโนเทคโนโลยี
๓. ประเทศไทยเป็นผู้นำด้านการศึกษา และการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีของภูมิภาคอาเซียน

เป้าหมายหลักที่ ๑ ยกระดับคุณภาพชีวิต สุขภาพ การแพทย์และสาธารณสุข ด้วยนาโนเทคโนโลยี โดยการพัฒนาวัสดุผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ ด้วยนาโนเทคโนโลยี

ประเทศไทยมีการพัฒนาคุณภาพชีวิต สุขภาพ การแพทย์และสาธารณสุขอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งจะก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์ในปี ๒๕๖๘ ซึ่งหากไม่มีการวางแผนป้องกันที่ดี ผู้สูงอายุจะประสบปัญหาการเจ็บป่วยด้วยโรคเรื้อรังเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อภาระค่าใช้จ่ายด้านการรักษาพยาบาลของภาครัฐและผลกระทบอื่น ๆ ที่ตามมา เช่น เศรษฐกิจและสังคมจะเกิดความไม่สมดุลระหว่างปริมาณและคุณภาพของประชากรของประเทศ เป็นต้น

การนำนาโนเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ หรือเกี่ยวพันในกระบวนการพัฒนาวัสดุ และผลิตอุปกรณ์วินิจฉัยและตรวจวัดสภาวะสุขภาพและโรคต่าง ๆ เช่น นาโนไบโอเซ็นเซอร์ และระบบนำส่งยาและสารสกัดสมุนไพร จะเป็นการส่งเสริมและทำให้ระบบสุขภาพของประเทศไทยมีศักยภาพในการป้องกันและบรรเทาโรคต่าง ๆ รวมทั้งป้องกันการระบาดของโรคอุบัติใหม่และโรคอุบัติซ้ำ โรคซาร์สและไข้หวัดนก หรือการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ และการดูแลสุขภาพแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันจะส่งผลให้ประชาชนมีสุขภาพแข็งแรง มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นลดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลได้ในอีกทางหนึ่ง

เป้าหมายหลักที่ ๒ เพิ่มขีดความสามารถของภาคการเกษตร และอุตสาหกรรมการผลิต ที่ตอบสนองตรงความต้องการของตลาดมากขึ้นด้วยนาโนเทคโนโลยี

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีพื้นฐานทางเศรษฐกิจเป็นหลัก สินค้าเกษตรและอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องสร้างรายได้เข้าประเทศอย่างต่อเนื่อง แต่ยังมีผลผลิตส่วนหนึ่งที่ไม่สามารถสร้างรายได้ให้กับผู้ผลิตเนื่องจากคุณภาพไม่ตรงกับความต้องการของตลาดหรือไม่ได้ตามมาตรฐาน ทั้งนี้อาจมีมาจากหลายปัจจัย เช่น มีสารปนเปื้อนหรือโลหะหนักแฝงอยู่ ผลិតภัณฑ์ไม่มีคุณภาพ เป็นต้น นอกจากนี้กระบวนการเพาะปลูกที่ไม่มีการพัฒนาอาจทำให้ผลผลิตที่ได้มีปริมาณน้อยหรือลดลงไม่คุ้มค่ากับการลงทุน ปัญหาดังกล่าวก่อให้เกิดอุปสรรคต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ นาโนเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สามารถช่วยลดปัญหาอุปสรรคดังกล่าวได้

ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ ๑๑ นาโนเทคโนโลยีจะมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ซึ่งรวมทั้งการเกษตรและอุตสาหกรรมการผลิต เช่น สามารถตรวจวิเคราะห์เพื่อลดปริมาณสารปนเปื้อนหรือโลหะหนัก สามารถผลิตปุ๋ยเพื่อลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มผลผลิตต่อไร่ จึงเป็นความท้าทายในการพัฒนาซึ่งประเทศที่พัฒนาเทคโนโลยีเข้าจะกลายเป็นผู้ซื้อและมีผลิตภาพต่ำกว่าประเทศอื่น ๆ และไม่สามารถแข่งขันกับประเทศคู่แข่งได้

ในระยะ ๕ ปีที่สองของกรอบนโยบายฯ จะให้ความสำคัญเพิ่มขึ้นต่ออุตสาหกรรมการผลิตชนิดใหม่ ๆ ที่ต้องอาศัยนาโนเทคโนโลยีมากขึ้น

เป้าหมายหลักที่ ๓ ประเทศไทยเป็นผู้นำด้านการศึกษา และการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีของภูมิภาคอาเซียน

เพื่อเป็นพลังขับเคลื่อนการเจริญเติบโตของประเทศไทยในด้านต่าง ๆ อย่างยั่งยืน บนฐานความรู้ ภูมิปัญญา ความคิดสร้างสรรค์แบบพึ่งพาตนเอง ประเทศไทยจึงควรกำหนดเป้าหมายด้านหนึ่งเกี่ยวกับการศึกษาและวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีและเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ ควรมีการส่งเสริมการสร้างบุคลากรระดับสูงเพื่อเป็นตัวคูณ ซึ่งส่วนมากจะเป็นอาจารย์ตามมหาวิทยาลัยและศูนย์เทคโนโลยีแห่งชาติ จัดให้มีหลักสูตรนาโนเทคโนโลยีในมหาวิทยาลัย ทั้งนี้ก็เพื่อให้เกิดงานวิจัยที่มีคุณภาพและเป็นการเตรียมพร้อมสำหรับการพัฒนาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์เชิงพาณิชย์ในอนาคต ปลูกฝังให้เยาวชนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานเข้าใจและสนใจด้านนาโนเทคโนโลยีผลักดันให้เกิดการลงทุนทำการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีโดยการมีส่วนร่วมจากทั้งภาครัฐและเอกชน ด้วยมาตรการจูงใจต่าง ๆ เพื่อให้ภาคเอกชนสนใจ

ในส่วนของการสนับสนุนจะต้องมี โครงสร้างพื้นฐาน ทรัพยากรบุคคล และงบประมาณสนับสนุนการวิจัยอย่างสอดคล้องกับความต้องการ จำต้องมีสถาบันวิจัยที่เป็นศูนย์แห่งชาติที่มี

โครงสร้างพื้นฐานที่อยู่ในระดับสากลและมีหน่วยปฏิบัติการวิจัยเครือข่ายทางด้านนาโนเทคโนโลยี กระจายอยู่ทั่วภูมิภาคของประเทศไทย

นอกจากเป้าหมายหลักทั้ง ๓ ประการแล้ว กรอบนโยบายฯ ได้กำหนดเป้าหมาย เพื่อการพัฒนาประเทศใน ๕ ด้าน ดังต่อไปนี้ (แสดงในแผนภาพที่ ๒ - ๔ และตารางที่ ๒ - ๑)

๑. เป้าทางสังคม
๒. เป้าทางเศรษฐกิจ
๓. เป้าทางสิ่งแวดล้อมและพลังงาน
๔. เป้าทางการพัฒนากำลังคนของประเทศ
๕. เป้าทางการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และปัจจัยเอื้อ

แผนภาพที่ ๒ - ๑ เป้าหมายและตัวชี้วัดการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔

ตัวชี้วัดการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย ณ ปี พ.ศ.

วิสัยทัศน์					
นาโนเทคโนโลยีสร้างขีดความสามารถ					
เศรษฐกิจคุณภาพชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน					
เป้าหมายสังคม		เป้าหมายเศรษฐกิจ		เป้าหมายสิ่งแวดล้อมและพลังงาน	
ลดการเจ็บป่วย	สังคมมีความเข้าใจสินค้านาโนฯ มีมาตรฐานปลอดภัย	มูลค่าการลงทุนด้านนาโนฯ เพิ่มขึ้น	อัตราการจ้างงานนาโนฯ เพิ่มขึ้น	ลดของเสียมลพิษร้อยละ ๐.๕ ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ เพิ่มการใช้พลังงานหมุนเวียนร้อยละ ๑
เป้าหมายการพัฒนากำลังคนของประเทศ					
บุคลากรวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีเพิ่มเป็น ๒.๕ : ๑๐,๐๐๐			บุคลากรวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีทำงานเอกชนร้อยละ ๕๐		
เป้าหมายการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และปัจจัยเอื้อ					
มีโครงสร้างพื้นฐานนาโนเทคโนโลยีเพียงพอ	ค่าใช้จ่าย R&D ด้านนาโนเทคโนโลยีร้อยละ ๐.๒ ของ GDP	สัดส่วนการทำวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีรัฐ : เอกชน ๕๐ : ๕๐	มีปัจจัยเกื้อหนุน มีแรงจูงใจ มีมาตรฐานการสนับสนุน ดึงดูดการลงทุน	มีการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีเชิงพาณิชย์เพิ่มขึ้น	

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, ๒๕๕๕

ตารางที่ ๒ - ๑ เป้าหมายและตัวชี้วัดการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย

เป้าหมาย	ตัวชี้วัด
<p>การพัฒนาสังคมให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีและเข้มแข็ง มีความตระหนัก</p>	<p>การพัฒนาสุขภาวะของคนไทยให้มีคุณภาพที่ดีขึ้นโดย</p> <ul style="list-style-type: none"> - การป้องกัน รักษาการเจ็บป่วยโดยการพัฒนาและนํานาโนเทคโนโลยีมาใช้ภายในประเทศ เพื่อลดการทำเข้าเทคโนโลยีทางการแพทย์ <p>ประชาชนมีความตระหนัก มีข้อมูลความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการพัฒนาและการนํานาโนเทคโนโลยีมาใช้ คุณภาพมาตรฐานและความปลอดภัยด้านนาโนเทคโนโลยีโดย</p> <ul style="list-style-type: none"> - ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการนํานาโนเทคโนโลยีมาใช้ในสินค้าอุปโภค บริโภคภาคการเกษตร ธุรกิจการค้าเพิ่มมากขึ้น - การพัฒนาระบบการจัดการข้อมูลความปลอดภัยด้านการพัฒนาและการนํานาโนเทคโนโลยีมาใช้
<p>การพัฒนาเศรษฐกิจให้มีการเจริญเติบโตอย่างยั่งยืน</p>	<p>การยกระดับขีดความสามารถในการเพิ่มประสิทธิภาพและผลิตภาพโดยการพัฒนาและการนํานาโนเทคโนโลยีมาใช้ภายในประเทศด้วย</p> <ul style="list-style-type: none"> - ภาคการเกษตร และอุตสาหกรรมการผลิต มีการพัฒนาและประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในการยกระดับขีดความสามารถทางเศรษฐกิจ - อัตราการจ้างงานในด้านที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น <p>สร้างมูลค่าเพิ่มและนวัตกรรมโดยการพัฒนาและนํานาโนเทคโนโลยีมาใช้ในประเทศไทยโดย</p> <ul style="list-style-type: none"> - ภาคเกษตร อุตสาหกรรม และบริการ มีการพัฒนาและประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีมาใช้ทำให้สินค้ามีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น
<p>การพัฒนาและการสร้างความมั่นคงทางพลังงานและสิ่งแวดล้อม</p>	<p>การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลระหว่างการอนุรักษ์และการพัฒนาโดย</p> <ul style="list-style-type: none"> - การพัฒนาและนํานาโนเทคโนโลยีมาใช้ในการอนุรักษ์การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ เพิ่มประสิทธิภาพและลดการสูญเสียพลังงานเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนร้อยละ ๑ <p>การส่งเสริมการพัฒนาและนํานาโนเทคโนโลยีมาใช้ ภายในประเทศ เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดย</p> <ul style="list-style-type: none"> - การพัฒนาและนํานาโนเทคโนโลยีมาใช้ในการลดปริมาณของเสียและมลพิษลงร้อยละ ๐.๕ และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ตารางที่ ๒ - ๑ เป้าหมายและตัวชี้วัดการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (ต่อ)

เป้าหมาย	ตัวชี้วัด
การพัฒนากำลังคนด้านนาโนเทคโนโลยี	การบูรณาการการพัฒนาและผลิตกำลังคนด้านนาโนเทคโนโลยีสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้มีปริมาณที่มากพอ สร้างแรงจูงใจและพัฒนาเส้นทางอาชีพโดย <ul style="list-style-type: none"> - เพิ่มสัดส่วนบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีเป็น ๒.๕ คนต่อประชากร ๑๐,๐๐๐ คน - เพิ่มสัดส่วนบุคลากรที่ทำงานในภาคเอกชนร้อยละ ๕๐
พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและปัจจัยสนับสนุนการพัฒนานาโนเทคโนโลยี	พัฒนาปัจจัยด้านเครื่องมือการเงินการคลัง ตลาด โครงสร้างพื้นฐาน กฎหมาย กฎระเบียบ การบริหารจัดการด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม โดยกำหนดให้ <ul style="list-style-type: none"> - มีความสามารถด้านนาโนเทคโนโลยีอยู่ในระดับแนวหน้าของอาเซียน มีโครงสร้างพื้นฐานด้านนาโนเทคโนโลยีพอเพียง เกิดการลงทุนเพื่อการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีไม่น้อยกว่าร้อยละ ๐.๒ ของ GDP มุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของภาคเอกชนใน R&D ร้อยละ ๕๐ มีปัจจัยเกื้อหนุนแรงจูงใจ มาตรการสนับสนุนดึงดูดการลงทุน และมีการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในเชิงพาณิชย์เพิ่มขึ้น

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, ๒๕๕๕

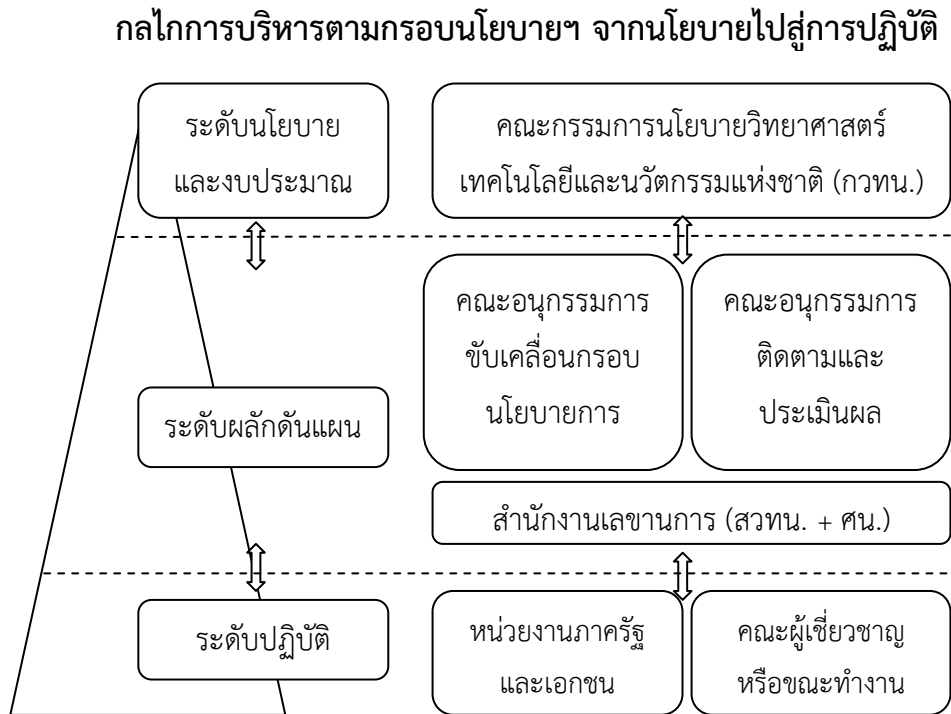
กลไกการบริหารกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔) ไปสู่การปฏิบัติ และการติดตามประเมินผล

องค์ประกอบสำคัญในการทำให้การดำเนินงานเป็นไปตามเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้คือ กลไกการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพและคล่องตัวในการผลักดันมาตรการต่าง ๆ ไปสู่การปฏิบัติ นอกจากนี้เพื่อให้แผนมีการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงที่มีพลวัตสูง จำเป็นที่จะต้องมีการติดตามประเมินผล และดัชนีชี้วัดความสำเร็จที่ชัดเจน

แนวทางการดำเนินงานในการบริหารจัดการ

ในการบริหารจัดการด้านนาโนเทคโนโลยีตามกรอบนโยบายฯ ฉบับนี้ กำหนดโครงสร้างการดำเนินงานใน ๓ ระดับ ทั้งในระดับนโยบาย ระดับผลักดันแผน และระดับปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการบริหารที่ครอบคลุมจากนโยบายไปสู่การปฏิบัติ ดังแสดงในแผนภาพที่ ๒ - ๕

แผนภาพที่ ๒ - ๗ กลไกการบริหารตามกรอบนโยบายฯ จากนโยบายไปสู่การปฏิบัติ



ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, ๒๕๕๕

ในระดับนโยบาย การบริหารจัดการและกำกับดูแลหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชนตามกรอบนโยบายฯ เป็นหน้าที่รับผิดชอบโดยตรง “คณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (กวทน.)” ซึ่งมีนายกรัฐมนตรีเป็นประธาน และมีรัฐมนตรี ๗ กระทรวงที่เกี่ยวข้องเป็นคณะกรรมการ โดย “สำนักคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.)” เป็นกลไกสำคัญในการทำหน้าที่กำหนดกรอบนโยบายฯ ให้ชัดเจน ส่งเสริมสนับสนุน ผลักดันการดำเนินงานตามกรอบนโยบายฯ และติดตามประเมินผล การพัฒนาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และนวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง สวทน. จะทำหน้าที่เสนอโยบาย ต่อ กวทน. เพื่อให้ความเห็นชอบ โดย สวทน. ร่วมกับศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติทำหน้าที่ เป็นสำนักงานเลขานุการในการขับเคลื่อนกรอบนโยบายฯ ให้ไปสู่การปฏิบัติโดย กวทน. อาจตั้งคณะอนุกรรมการตามกิจกรรมหลัก ดังแสดงในแผนภาพที่ ๒ - ๕

คณะกรรมการขับเคลื่อนกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยี

ทำหน้าที่ผลักดันการดำเนินงานของกรอบนโยบาย ประสานความร่วมมือของหน่วยงานต่าง ๆ ในการดำเนินการตามกรอบนโยบายฯ พิจารณาข้อเสนอโครงการ มาตรการด้านนาโนเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง และเสนอความเห็นต่อ กวทน.

คณะกรรมการติดตามและประเมินผลนโยบายและแผนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ

ทำหน้าที่รายงานผลการดำเนินงาน ติดตามและประเมินผลการดำเนินงานตามนโยบายและแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ ตามกิจกรรมหลักด้านนาโนเทคโนโลยี และเสนอความเห็นต่อ กวทน.

อนึ่ง กวทน. อาจแต่งตั้งคณะผู้เชี่ยวชาญหรือคณะทำงานขึ้นเพิ่มเติมตามความเหมาะสม เพื่อช่วยในการผลักดันกรอบนโยบายฯ ไปสู่ภาคปฏิบัติ

กลไกการกำกับดูแล และการประเมินผลการดำเนินงานตามกรอบนโยบายฯ

สำหรับการประเมิน ควรใช้หน่วยงานที่มีความเชี่ยวชาญด้านนาโนเทคโนโลยีและได้รับการยอมรับในสังคมให้ประเมินความก้าวหน้าและความสำเร็จของโครงการหรือกิจกรรมที่สำคัญ ๆ และรายงานผลการประเมินให้คณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ รับทราบ เพื่อให้ข้อคิดเห็นหรือเสนอแนะแนวทางการปรับแก้กรอบนโยบาย การพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔) ทั้งในส่วนของกรอบนโยบาย เป้าหมาย ยุทธศาสตร์กลยุทธ์ มาตรการ และแนวทางปฏิบัติให้เหมาะสมกับภาวะการณ์ที่เปลี่ยนไป ซึ่งสำนักงานเลขาธิการฯ จะทำหน้าที่ประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้ง ๓ ระดับ (ระดับนโยบาย ระดับผลักดันแผน และระดับปฏิบัติ) ในการปรับปรุงกรอบนโยบายฯ และการดำเนินงานตามข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของคณะกรรมการฯ ต่อไป

อนึ่ง เพื่อให้มั่นใจว่าการวิจัยพัฒนาและการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในประเทศไทยมีความปลอดภัย อาจทำได้โดยการผลักดันให้มีการจัดตั้งคณะผู้เชี่ยวชาญ คณะทำงานด้านความปลอดภัยและจริยธรรมขึ้นในขั้นแรก ทำหน้าที่พิจารณากลับกรองและประเมินในด้านความปลอดภัยและจริยธรรมของโครงการวิจัยหรือผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยี เพื่อจัดให้มีแนวปฏิบัติหรือกฎระเบียบด้านการวิจัยที่ถูกต้องและปลอดภัย รวมทั้งพยายามประสานการปฏิบัติตามกฎระเบียบให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล หรือที่กำลังจะมีขึ้นในอนาคต รวมทั้งชี้แนะผลกระทบทางด้านสุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อมที่อาจเป็นผลมาจากเทคโนโลยีใหม่ผ่านสื่อมวลชนทุกประเทศ

หากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งหน่วยงานภาครัฐ สถาบันวิจัย สถาบันการศึกษาและผู้ประกอบการเอกชน สร้างความร่วมมือในการนำกรอบนโยบายฯ ไปดำเนินการอย่างจริงจัง โดยมี

การกำหนดเป้าหมายการดำเนินงานในชัดเจนสอดคล้องกับกรอบนโยบายฯ และมีการติดตาม ประเมินผลอย่างต่อเนื่อง ย่อมทำให้กรอบนโยบายฯ สัมฤทธิ์ผลตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

ตัวอย่างดัชนีชี้วัดที่สามารถใช้ในการวัดผลความสำเร็จของกรอบนโยบายฯ สามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้

๑. ดัชนีชี้วัดการพัฒนาสังคมด้านคุณภาพชีวิต สุขภาพ การแพทย์และสาธารณสุข และความตระหนักในนาโนเทคโนโลยี

๑.๑. จำนวนผลิตภัณฑ์สินค้าด้านสุขภาพ การแพทย์และสาธารณสุข ที่มี ส่วนประกอบที่เกิดจากการใช้นาโนเทคโนโลยี หรือใช้นาโนเทคโนโลยีช่วยในการผลิต

๑.๒. ความตระหนักในความสำคัญและจริยธรรมในการใช้นาโนเทคโนโลยี ของประชาชน

๑.๓. จำนวนหนังสือ ตำรา สิ่งตีพิมพ์ต่าง ๆ หรือ อุปกรณ์สำหรับสาธิตการทดลอง ที่ให้ความรู้แก่สาธารณชนด้านนาโนเทคโนโลยี

๑.๔. จำนวนเว็บไซต์บริการทางอินเทอร์เน็ตที่ให้ความรู้ข้อมูลและข่าวสาร สาธารณะทางด้านนาโนเทคโนโลยี

๒. ดัชนีชี้วัดการสร้างขีดความสามารถของภาคการเกษตร และอุตสาหกรรมการผลิต

๒.๑. จำนวนผลิตภัณฑ์สินค้าที่มีส่วนประกอบที่เกิดจากการใช้นาโนเทคโนโลยี หรือใช้นาโนเทคโนโลยีช่วยในการผลิต

๒.๒. มูลค่าของสินค้าและบริการที่ใช้ความรู้ด้านนาโนเทคโนโลยีต่อผลิตภัณฑ์ มวลรวมประชาชาติ

๒.๓. จำนวนเครือข่ายวิสาหกิจในอุตสาหกรรมหลักที่มีการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยี

๒.๔. อัตราการจ้างงานในด้านที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยี

๓. ดัชนีชี้วัดการปรับตัวรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความมั่นคงทางพลังงาน และสิ่งแวดล้อม

๓.๑. จำนวนผลิตภัณฑ์สินค้า ด้านการรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พลังงานและสิ่งแวดล้อมที่มีส่วนประกอบหรือใช้นาโนเทคโนโลยีช่วยในการผลิต

๓.๒. จำนวนโครงการใช้ความรู้ด้านนาโนเทคโนโลยี ในการปรับตัวรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

๓.๓. ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในสาขาพลังงาน ขนส่ง อุตสาหกรรมผลิตและก่อสร้าง และเกษตรกรรม

๓.๔. การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

- ๓.๕. สัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกเพิ่มขึ้น
- ๓.๖. จำนวนโครงการที่มีการบริหารจัดการและการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีเพื่อลดของเสียที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศอย่างมีประสิทธิภาพ
- ๔. ดัชนีชี้วัดการพัฒนากำลังคนด้านนาโนเทคโนโลยี
 - ๔.๑. จำนวนบุคลากรนักวิจัย ผู้ช่วยนักวิจัยและบุคลากรที่มีความรู้ทางด้านนาโนเทคโนโลยี
 - ๔.๒. จำนวนเจ้าหน้าที่เทคนิคที่มีความรู้และความสามารถในการซ่อมบำรุงดูแลอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยี
 - ๔.๓. จำนวนสถาบันการศึกษาที่มีหลักสูตรการสอนและให้ปริญญาด้านนาโนเทคโนโลยี
 - ๔.๔. จำนวนผลงานตีพิมพ์ด้านนาโนเทคโนโลยีในวารสารวิชาการที่มีมาตรฐานสากล
 - ๔.๕. สัดส่วนการจ้างงานของคนที่จบการศึกษาสาขานาโนเทคโนโลยี
- ๕. ดัชนีชี้วัดการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และปัจจัยสนับสนุนการพัฒนานาโนเทคโนโลยี
 - ๕.๑. ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาต่อมูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรมที่ใช้นาโนเทคโนโลยี
 - ๕.๒. สัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของภาครัฐต่อเอกชนในสาขานาโนเทคโนโลยี
 - ๕.๓. จำนวนห้องปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยี
 - ๕.๔. จำนวนและชนิดของอุปกรณ์เครื่องมือที่เอื้ออำนวยในการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยี
 - ๕.๕. จำนวนโครงการและมูลค่าการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา ของบริษัทที่ได้รับการสนับสนุนด้านการเงิน การคลัง และบริการทางเทคนิคจากหน่วยงานของรัฐ
 - ๕.๖. จำนวนบริษัทที่มีนวัตกรรมอันเกิดจากการวิจัยและพัฒนาในสาขาเทคโนโลยี
 - ๕.๗. จำนวนสิทธิบัตรที่ได้รับการจดทะเบียน และจำนวนสิ่งประดิษฐ์ในสาขานาโนเทคโนโลยี

นโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย

(สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, ๒๕๕๕)

- ๑. แนวคิดพื้นฐานในการจัดทำกรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย(พ.ศ.๒๕๕๕ - ๒๕๖๔)

๑.๑ ใช้ความต้องการเป็นตัวตั้งและสอดคล้องกับทิศทางการพัฒนา สอดคล้องกับทิศทางและเป้าหมายของการพัฒนานานาชาติและของประเทศ เช่น เป้าหมายการพัฒนาแห่งสหัสวรรษ (Millennium Development Goals – MDGS) ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (Asean Economic Community – AEC) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑๑ (พ.ศ.๒๕๕๕-๒๕๕๙) ยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ ฉบับที่ ๘ (พ.ศ.๒๕๕๕-๒๕๕๙) แนวทางการยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมของประเทศ เป็นต้น

๑.๒ ใช้ประโยชน์จากความรู้และวิทยาการของเทคโนโลยีชีวภาพในการสร้างความเข้มแข็ง สร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน และการพึ่งพาตนเองในสาขาที่ประเทศไทยมีศักยภาพและ/หรือมีความจำเป็นสูง

๑.๓ สนับสนุนให้เอกชนลงทุนวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีชีวภาพ และชุมชนมีการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ รวมถึงมีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพเพิ่มขึ้น

๒. เป้าหมายของกรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย (พ.ศ.๒๕๕๕ - ๒๕๖๔)

๒.๑ เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในสาขาที่ประเทศไทยมีความได้เปรียบหรือศักยภาพสูง รวมถึงขีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ

๒.๒ ยกระดับรายได้ของประชาชน โดยการสร้างงานในพื้นที่เพื่อนำไปสู่การลดความยากจนและความเหลื่อมล้ำทางรายได้ที่ยั่งยืน

๒.๓ ยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน โดยเน้นให้ชุมชนมีความมั่นคงทางเศรษฐกิจ มีชีวิตอยู่ในสังคมและสภาพแวดล้อมที่ดี มีสุขภาพที่แข็งแรง มีความรู้สำหรับเป็นภูมิคุ้มกันให้กับตนเอง

๒.๔ มุ่งสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน โดยกระบวนการพัฒนาเศรษฐกิจต้องเป็นกระบวนการที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ นอกจากนี้ยังต้องมีส่วนในการดูแลสิ่งแวดล้อมหรือฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติให้สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์

๒.๕ สร้างความมั่นคงของประเทศ โดยผลิตสินค้าหรือบริการพื้นฐานที่จำเป็นได้ในระดับหนึ่ง โดยเฉพาะด้านพลังงานและด้านสุขภาพ

๓. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผลต่อการพัฒนาอุตสาหกรรม

การพัฒนาสาขาวิทยาศาสตร์ให้สัมฤทธิ์ผล จำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการประยุกต์ใช้วิทยาการด้านเทคโนโลยีฐานที่สำคัญ เช่น ชีววิทยาระบบ (Systems Biology) วิทยาการจีโนม (Genomics) โปรตีโอมิกส์ (Proteomics) เทคโนโลยีดีเอ็นเอ (Dna Technology) ชีววิทยาสังเคราะห์ (Synthetic Biology) ใช้เซลล์เป็นเสมือนโรงงาน (Cell Factory) และดีเอ็นเอชิป (DNA CHIP) ควบคู่กับสาขา

วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เช่น ชีววิทยา สัตววิทยา จุลชีววิทยา ฟิสิกส์ เคมี และคณิตศาสตร์ เป็นต้น และเทคโนโลยีสาขา เช่น นาโนไบโอเทคโนโลยี ชีวสารสนเทศศาสตร์ และไบโอฟิสิกส์ เป็นต้น

๔. โครงสร้างพื้นฐานและปัจจัยเอื้อ

กรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพฯ ระบุโครงสร้างพื้นฐานและปัจจัยเอื้อที่สนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย ได้แก่

๔.๑ โครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพ เช่น สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์พื้นฐานด้านชีวภาพศูนย์ความเป็นเลิศโรงงานต้นแบบ อุทยานเทคโนโลยีชีวภาพระดับภูมิภาค เป็นต้น

๔.๒ การสร้างและพัฒนากำลังคนด้านเทคโนโลยีชีวภาพและด้าน/สาขาที่เกี่ยวข้องทุกระดับ เช่น นักวิจัยมืออาชีพ นักบริหารจัดการธุรกิจชีวภาพ นักบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญา และนักวิจัยท้องถิ่น โดยผ่านโครงการสหกิจศึกษาโครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก เป็นต้น

๔.๓ กองทุนเพื่อพัฒนาธุรกิจชีวภาพ มาตรการสนับสนุนเงินทุนสำหรับผู้ประกอบการธุรกิจชีวภาพ โดยส่งเสริมให้เป็นการร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน

๔.๔ การปรับปรุงนโยบาย/กฎระเบียบ เช่น นโยบายจีเอ็มโอ กฎระเบียบเกี่ยวกับสิทธิประโยชน์ทางภาษี เป็นต้น

๕. ทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย

กรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพฯ เน้นการพัฒนาแบบมุ่งเป้า เพื่อให้เกิดการพัฒนาและผลกระทบสูงสุดต่อประเทศ โดยการระดมทรัพยากรในด้านต่างๆ เช่น บุคลากรวิจัยและเงินทุน เพื่อเร่งรัดการพัฒนาให้เกิดผลสำเร็จในระยะเวลาอันสั้น โดยมีเกณฑ์การพิจารณาสาขายุทธศาสตร์ย่อย ดังนี้

๕.๑ มีความสำคัญเชิงสังคมและเศรษฐกิจสูง

๕.๒ เทคโนโลยีชีวภาพมีบทบาทสำคัญหรือเป็นวิธีการที่มีประสิทธิผลสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการหรือเทคโนโลยีอื่น ๆ

๕.๓ ภาคเอกชนมีโอกาสจะลงทุนวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีชีวภาพสูงและ/หรือ ชุมชนมีโอกาสใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพสูง

๖. สาขายุทธศาสตร์ กรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพฯ

กรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพฯ ให้ความสำคัญในการพัฒนา ๔ สาขายุทธศาสตร์หลัก ได้แก่

ยุทธศาสตร์ที่ ๑ การพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพสาขาเกษตรและอาหาร

ยุทธศาสตร์ที่ ๒ การพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพสาขาการแพทย์และสุขภาพ

ยุทธศาสตร์ที่ ๓ การพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพสาขาพลังงานชีวภาพ

ยุทธศาสตร์ที่ ๔ การพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพสาขาอุตสาหกรรมชีวภาพ

ประเทศไทยนำเข้าเคมีภัณฑ์เพื่ออุตสาหกรรมประมาณ ๓.๕ แสนล้านบาทต่อปี ในจำนวนนี้เป็นผลิตภัณฑ์เคมีชีวภาพได้แก่ กรดอินทรีย์ ยาปฏิชีวนะ แอลกอฮอล์ วิตามิน กรดอะมิโน เอนไซม์ และยีสต์ เป็นมูลค่าถึง ๑๔,๐๐๐ ล้านบาท

อุตสาหกรรมในอนาคตมีแนวโน้มมุ่งไปยังอุตสาหกรรมฐานชีวภาพ เนื่องจากตลาดให้ความสำคัญกับการรักษาสิ่งแวดล้อม เพื่อลดการใช้ทรัพยากร ลดปริมาณของเสีย รวมถึงการผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิดภายในกระบวนการเดียว เพื่อให้เกิดความยั่งยืน

ประเทศไทยมีความพร้อมที่จะพัฒนาอุตสาหกรรมจากอุตสาหกรรมเคมีไปสู่การเป็นอุตสาหกรรมที่สะอาดและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้มากเนื่องจากความพร้อมด้านวัตถุดิบ การเกษตรและทรัพยากรชีวภาพที่หลากหลายที่จะนำเทคโนโลยีชีวภาพมาพัฒนาต่อยอดเพื่อพัฒนาและเพิ่มมูลค่าเพิ่มให้ดับสินค้าได้อีกหลายเท่าตัว รวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต และลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่สิ่งแวดล้อม

๗. แนวคิดในการกำหนดทิศทางการพัฒนาสาขาอุตสาหกรรมชีวภาพ

๗.๑ แนวโน้มอุตสาหกรรมในอนาคตที่มุ่งสู่อุตสาหกรรมฐานชีวภาพ

๗.๒ เทคโนโลยีชีวภาพเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต ลดต้นทุนการผลิต ลดมลพิษจากของเสียหรือลดการปลดปล่อยคาร์บอน

๗.๓ ภาคเอกชนมีโอกาสลงทุนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

๘. เป้าหมายและทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพสาขาอุตสาหกรรมชีวภาพ

เป้าหมายหลัก พัฒนาความสามารถของอุตสาหกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพ พัฒนาระบบการผลิตและสร้างนวัตกรรมที่ประเทศไทยมีความได้เปรียบ

ทิศทางการพัฒนา ประยุกต์ ใช้ เทคโนโลยีจีโนม พันธุวิศวกรรม เทคโนโลยีการหมัก และเทคโนโลยีการผลิตในระดับอุตสาหกรรมโดยมุ่งพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาทางชีวภาพ (Biological Catalyst) เน้นการค้นหายาพันธุ์ปรับปรุงสายพันธุ์จุลินทรีย์ให้มีประสิทธิภาพสูงรวมทั้งยกระดับความสามารถในการผลิตในระดับอุตสาหกรรมโดยการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ เพื่อให้เกิดการก้าวกระโดดของความสามารถด้านเทคโนโลยีการหมักของประเทศ

๙. ผู้ที่มีบทบาทในการผลักดันกรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย

การเร่งรัดกระบวนการพัฒนาและใช้ประโยชน์จากวิทยาการด้านเทคโนโลยีชีวภาพ เป็นการดำเนินการผลักดันผ่านผู้ที่มีบทบาทสำคัญ ๔ กลุ่ม ได้แก่

๙.๑ กลุ่มชุมชน

เทคโนโลยีชีวภาพเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของสังคมไทยมาช้านาน โดยเฉพาะเรื่องการทำมาหากินเริ่มจากการหมักดองผลผลิตทางการเกษตรเพื่อใช้เป็นอาหารและเครื่องดื่ม หรือเพื่อถนอมอาหารไว้ในยามขาดแคลน หน่วยงานภาครัฐและเอกชนถ่ายทอด เทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่และส่งเสริมการประยุกต์ใช้ในระดับชุมชน เช่น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชการผลิตหัวเชื้อเห็ดปุยชีวภาพสารธรรมชาติเพื่อควบคุมศัตรูพืช และการผลิตก๊าซชีวภาพจากของเสียในฟาร์ม/ขยะมูลฝอยอินทรีย์ภายในชุมชน

เป็นต้นอย่างไรก็ตามปัจจัยต่างๆ ที่เป็นแรงผลักดันให้ชุมชนต้องพิจารณาการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีชีวภาพไปพัฒนาชุมชนให้เข้มแข็ง เช่น เศรษฐกิจเสรีที่ไร้พรมแดน ทุนทรัพยากรเสื่อมโทรมและร่อยหรอ ภาวะขาดแคลนแรงงานเนื่องจากประชากรผู้สูงอายุเพิ่มขึ้น เป็นต้น

มาตรการส่งเสริมการพัฒนาชุมชนให้สร้างและใช้ความรู้ด้านเทคโนโลยีชีวภาพอย่างเหมาะสมเพื่อให้ชุมชนมีภูมิคุ้มกันหรือดูแลตนเองได้อย่างยั่งยืนประกอบด้วย การเตรียม/การปรับแต่งและกระจายความรู้ที่เอื้อต่อวิถีชีวิตของชุมชนโดยใช้การ ‘ร่วมคิดร่วมทำและร่วมทุน’ (PUBLIC PRIVATE PEOPLE PARTNERSHIP: 4P) ของภาคชุมชนภาครัฐภาคเอกชนการสร้าง/พัฒนานักวิจัยท้องถิ่นถ่ายทอดเทคโนโลยี และผู้นำการปฏิบัติด้านเทคโนโลยีระดับชุมชน รวมถึงการผนวกรวมงานพัฒนาและการส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีในแผนพัฒนาท้องถิ่นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

๙.๒ กลุ่มธุรกิจ

กรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพฯ ฉบับนี้กำหนดมาตรการ/กลไกเพิ่มเติมสำหรับธุรกิจโดยแบ่งธุรกิจเป็น ๒ กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) และธุรกิจขนาดใหญ่

๙.๒.๑ วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs)

กลุ่มธุรกิจ SMEs โดยเฉพาะธุรกิจขนาดเล็กมีจำนวนมากกว่าร้อยละ ๗๐ ของธุรกิจเทคโนโลยีชีวภาพทั้งหมด แต่มีศักยภาพในการลงทุนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพด้วยตนเองน้อย เนื่องจากมีข้อจำกัดในการเข้าถึงแหล่งเงินทุนสำหรับธุรกิจชีวภาพเทคโนโลยีขั้นสูง และโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็น

มาตรการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของ SMEs

มาตรการที่เป็นไปได้ในการเร่งรัดการพัฒนาความสามารทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ เพื่อยกระดับความสามารในการแข่งขันของธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ประกอบด้วย

๑. การจัดตั้งกองทุนเพื่อการพัฒนาความสามารถด้านเทคโนโลยีชีวภาพของธุรกิจไทย ด้วยการระดมทุนจากภาคธุรกิจ/เอกชน และการบริจาคของบุคคลทั่วไปเพื่อสนับสนุนกิจกรรมต่างๆ เช่น การลงทุนวิจัยและพัฒนาการสนับสนุนค่าใช้จ่ายสำหรับการเข้าถึงเทคโนโลยีขั้นสูงทั้งในและต่างประเทศในรูปแบบของการซื้อสิทธิหรือสิทธิบัตรการค้าประกันเงินกู้ต่อสถาบันการเงินในการให้สินเชื่อ ดอกเบี้ยต่ำแก่ภาคเอกชน เพื่อการลงทุนสร้างโครงสร้างพื้นฐานระดับอุตสาหกรรมและการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยสู่เชิงพาณิชย์

การสร้าง สิ่งแวดล้อมที่เอื้อให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ (เช่น โรงงานต้นแบบ ศูนย์บ่มเพาะธุรกิจ เป็นต้น)

๒. การจัดให้มีสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี ด้วยการพัฒนาระบบการบริหารจัดการที่เอื้อให้เอกชนใช้ประโยชน์จากบุคลากรวิจัยโครงสร้างพื้นฐานและงานบริการภาครัฐ (เช่น ฐานข้อมูลงานวิจัย บุคลากรวิจัย เครื่องมือ/อุปกรณ์ ศูนย์ให้บริการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเบ็ดเสร็จ การปรับปรุงกฎระเบียบ เป็นต้น) การสร้าง/พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นเพิ่มเติม (เช่น ศูนย์สัตว์ทดลองที่ได้มาตรฐาน GLP งานทดสอบมาตรฐานคุณภาพ ห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐาน อุทยานวิทยาศาสตร์ในภูมิภาค เป็นต้น)

๓. การปรับปรุงมาตรการภาษีเพื่อกระตุ้นการลงทุนวิจัยและพัฒนา โดยเป็นการลดหย่อนค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาตามสาขาอุตสาหกรรม/หรือระดับความเสี่ยง รวมถึงขยายเวลาการหักลดหย่อนภาษีจาก ๘ ปี เป็น ๑๐-๑๕ ปี ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (บีโอไอ) ได้ให้สิทธิประโยชน์กับบริษัทที่เป็น SME อยู่แล้ว การเพิ่มมาตรการนี้จะช่วยกระตุ้นให้เกิดการขยายการลงทุนเพิ่มขึ้น

๙.๒.๒ ธุรกิจขนาดใหญ่

มูลค่าการลงทุนวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีต่อรายได้ของบริษัทชั้นนำของไทย ยังอยู่ในอัตราที่ค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับบริษัทในต่างประเทศ เนื่องจากวิสัยทัศน์/นโยบายในระดับประเทศไม่ชัดเจน ขนาดของตลาดไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน และขาดแคลนบุคลากรวิจัยที่มีความเชี่ยวชาญระดับสูง

มาตรการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของบริษัทขนาดใหญ่

มาตรการเร่งรัดพัฒนาองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งของกลุ่มธุรกิจขนาดใหญ่ ประกอบด้วย

๑. รัฐประกาศวิสัยทัศน์และนโยบายที่เกี่ยวข้องชัดเจน เช่นวิสัยทัศน์การเป็น Green & Clean Country นโยบายส่งเสริมการวิจัยและใช้ประโยชน์จีเอ็มโอที่ผ่านการทดสอบว่าปลอดภัย เป็นต้น

๒. มีกลไกสนับสนุนผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีชีวภาพเข้าสู่ตลาด เช่น การจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ การขยายตลาดไปสู่ประเทศเพื่อนบ้านและประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน เป็นต้น

๓. การปรับปรุงระเบียบเพื่อเอื้อให้เกิดการแลกเปลี่ยนบุคลากรวิจัยระหว่างภาครัฐและเอกชน โดยบุคลากรวิจัยในหน่วยงานภาครัฐสามารถทำงานในภาคเอกชนเป็นระยะเวลาหนึ่ง (๐.๕-๒ ปี)

๙.๓. ประชาคมวิจัยและนวัตกรรม

ประเทศไทยมีความสามารถในการวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีชีวภาพในระดับค่อนข้างดี แต่มีข้อจำกัดในการวิจัยเชิงลึกและเชิงบูรณาการแบบสหสาขา รวมทั้งโครงสร้างพื้นฐานสนับสนุนการวิจัยยังไม่เข้มแข็งพอ ทั้งด้านห้องปฏิบัติการเครื่องมือ บุคลากรวิจัยแหล่งทุนวิจัย และระบบวิจัยที่เชื่อมต่อกับองค์ความรู้ให้เกิดการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

มาตรการเสริมสร้างความเข้มแข็งด้านเทคโนโลยีชีวภาพของประชาคมวิจัยและนวัตกรรม

๑. เร่งรัดให้เกิดการลงทุนวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีชีวภาพเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ ๐.๒ ของ GDP ภายใน ๑๐ ปี โดยงบประมาณในภาครัฐบางส่วนมาจากการจัดสรรผ่านหน่วยงานสนับสนุนการวิจัย ของประเทศผ่านการพิจารณาร่วมกันของที่ประชุมรวม สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข (สวรส.) สำนักงาน พัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา (สกอ.) หรือที่เรียกว่า “๖ ส ๑๖”

๒. แสวงหาและใช้ประโยชน์จากนวัตกรรมทั่วโลก ด้วยการสร้างพันธมิตรวิจัยกับสถาบันวิจัยในต่างประเทศ เพื่อสร้างความสามารถในสาขาที่ประเทศขาดความเชี่ยวชาญ แต่มีความจำเป็นสูง ซื้อเทคโนโลยี/สิทธิบัตรจากต่างประเทศ หรือการซื้อหุ้น/กิจการในต่างประเทศเพื่อการเข้าถึงความรู้และเทคโนโลยีขั้นสูงได้ในระยะเวลาอันสั้นและเป็นช่องทางการตลาดในอนาคต รวมทั้งใช้ประโยชน์จากความตกลงระหว่างประเทศ

๓. เร่งรัดพัฒนา/สร้างเทคโนโลยีหลักที่จำเป็นในแต่ละสาขายุทธศาสตร์ รวมทั้งมีการจัดการเพื่อเชื่อมโยงเทคโนโลยีเหล่านี้จะให้มีการใช้ประโยชน์กว้างขึ้น

๔. การบริหารจัดการงานวิจัยในรูปแบบสหวิทยาการ โดยการเชื่อมโยงระหว่างการวิจัยพื้นฐานและการวิจัยประยุกต์ และการเชื่อมโยงความรู้ที่เป็นสหสาขา รวมทั้งจัดให้มีผู้จัดการงานวิจัยมืออาชีพเชื่อมโยงความรู้ตลอดห่วงโซ่คุณค่า (Value Chain)

๕. จัดสร้างสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์พื้นฐานด้านชีวภาพ สถาบันเพื่อความเป็นเลิศ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน เพื่อเร่งให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีชีวภาพในระยะสั้น รวมทั้งเป็นการบ่มเพาะบุคลากรวิจัย/ตลาดแรงงานด้านวิจัยของ

ประเทศ เช่น ศูนย์วิจัยด้านนวัตกรรมอาหาร/อาหารเสริม ศูนย์วิจัยด้านสาธารณสุขเพื่อการผลิตพลังงาน เป็นต้น

๖. จัดตั้ง/พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการวิจัยและพัฒนาต่อยอด เช่น โรงงานต้นแบบสำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีการหมักในระดับอุตสาหกรรมที่ได้มาตรฐาน GMP ศูนย์สัตว์ทดลองที่ได้มาตรฐาน GLP เป็นต้น

๗. สร้างบุคลากรวิจัยเพิ่มเติมโดยเฉพาะระดับปริญญาเอก โดยใช้แนวคิดสหกิจศึกษา สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขั้นสูง (Thaist) และโครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก (คปก.) รวมถึงการพัฒนาเส้นทางอาชีพของนักวิจัย

๘. ปรับปรุงระเบียบของสำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพล เพื่อเปิดตลาดแรงงานในภาครัฐ และส่งเสริมให้มีการประยุกต์ใช้วิทยาการด้านเทคโนโลยีชีวภาพร่วมกับวิทยาการที่มีอยู่เดิมในการเร่งรัดพัฒนาผลิตภัณฑ์/บริการใหม่ให้เกิดขึ้น รวมทั้งเป็นการส่งเสริมองค์ความรู้และบุคลากรวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพในหน่วยงานของภาครัฐ

๑๐. งบประมาณ/บุคลากรวิจัยเพื่อสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย

๑๐.๑ งบประมาณในการวิจัย

ประเทศไทยต้องลงทุนวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีชีวภาพเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเพิ่มขึ้น ๒๖,๐๐๐ ล้านบาทในปีที่ ๕ และ ๖๗,๐๐๐ ล้านบาทในปีที่ ๑๐ ทั้งนี้ภาคเอกชนจะมีสัดส่วนในค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีชีวภาพต่อค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีชีวภาพทั้งหมดของประเทศ เพิ่มขึ้นร้อยละ ๓๐ และ ๕๐ ในปีที่ ๕ และปีที่ ๑๐ ตามลำดับ

๑๐.๒ บุคลากรวิจัย

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติประเมินว่า มีความจำเป็นที่ประเทศไทยต้องผลิตบัณฑิตระดับปริญญาเอกสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่น้อยกว่า ๔,๐๐๐ คน ในปี ๒๕๕๙ ขณะที่เป้าหมายของกรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพฯ กำหนดให้บุคลากรวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพคิดเป็นร้อยละ ๒๐ ของบุคลากรวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ดังนั้น จึงอนุมานได้ว่าในปี ๒๕๕๙ ประเทศไทยต้องผลิตบัณฑิตในระดับปริญญาเอกสาขาเทคโนโลยีชีวภาพไม่น้อยกว่า ๘๐๐ คน ประกอบด้วยกำลังคนสาขาเทคโนโลยีชีวภาพด้านการเกษตรและอาหารจำนวน ๒๗๐ คน สาขาสุขภาพและการแพทย์ จำนวน ๒๐๐ คน สาขาพลังงานชีวภาพจำนวน ๑๕๐ คน และสาขาอุตสาหกรรมชีวภาพจำนวน ๑๘๐ คน

อนึ่ง มีความจำเป็นต้องปรับปรุงหลักสูตรการเรียนการสอนสาขาเทคโนโลยีชีวภาพในระดับปริญญาตรีและโทให้ทันต่อความก้าวหน้าของวิทยาการ และเน้นหลักสูตรที่เป็นสหวิทยาการเพิ่มขึ้น เช่น Bioinformatics, Bioengineering, Biophysics, Biomaterial, Systems Biology, Computational Biology, Bioelectronics เป็นต้น

ตารางที่ ๒ - ๒ ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการลงทุนในกรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย (พ.ศ.๒๕๕๕ - ๒๕๖๔)

ผลกระทบ	๕ ปี	๑๐ ปี
ขีดความสามารถในการแข่งขัน ๑. ด้านเศรษฐกิจ ๒. ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	๑. มูลค่าของผลผลิตสินค้าเกษตรและอาหารเพิ่มขึ้นจากการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการพัฒนานวัตกรรมใหม่ไม่น้อยกว่า ๓๐,๐๐๐ ล้านบาท/ปี ๒. สัดส่วนการวิจัยและพัฒนาภาคเอกชนต่อภาครัฐ ด้านเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทยเพิ่มขึ้นเป็น ๓๐ ต่อ ๗๐ ๓. เอกชนขยายการลงทุนสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน	๑. ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกสินค้าเกษตรและอาหาร ๑ ใน ๑๐ อันดับแรกของโลก อันเป็นผลจากการเพิ่มสัดส่วนการส่งออกสินค้าเกษตรและอาหารที่มีคุณค่า/มูลค่าเพิ่ม ๒. สัดส่วนการวิจัยและพัฒนาภาคเอกชนต่อภาครัฐ ด้านเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทยเพิ่มขึ้นเป็น ๕๐ ต่อ ๕๐
ยกระดับคุณภาพชีวิต	๑. ค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพของคนไทยลดลงอย่างน้อยร้อยละ ๑๐ ๒. คนไทยทุกครัวเรือนเข้าถึงอาหารที่มีคุณภาพและปลอดภัย	คนไทยเข้าถึงบริการด้านการแพทย์และสุขภาพได้ทั่วถึง
ยกระดับรายได้	เกษตรกรไม่น้อยกว่า ๐.๕ ล้านครัวเรือนมีประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้น ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๐	เกษตรกรไม่น้อยกว่า ๑ ล้านครัวเรือนมีประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้น ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๒๐

ตารางที่ ๒ - ๒ ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการลงทุนในกรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย (พ.ศ.๒๕๕๕ - ๒๕๖๔) (ต่อ)

<p>ความมั่นคงของประเทศ</p>	<p>๑. ประเทศไทยผลิตวัคซีนพื้นฐานได้เพิ่มขึ้น เช่น ไข่มองอักเสบ ไวรัสตับอักเสบบี เป็นต้น</p> <p>๒. มีวัตุดิบเพื่อป้อนอุตสาหกรรมการผลิตพลังงานชีวภาพเอทานอล ๙ ล้านลิตร/วัน และไบโอดีเซล ๔.๕ ล้านลิตร/วัน</p> <p>๓. สร้างความมั่นคงด้านอาหารในระดับชุมชน</p>	<p>๑. ผลิตพลังงานชีวภาพจากเซลูโลสติกและสาหร่ายไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๐ ของพลังงานชีวภาพ หรือคิดเป็นมูลค่า ๑๑,๕๐๐ ล้านบาท/ปี</p> <p>๒. ร้อยละ ๕๐ ของผลิตภัณฑ์เคมีชีวภาพผลิตได้ในประเทศไทย</p>
<p>การพัฒนาที่ยั่งยืน</p>	<p>๑. ร้อยละ ๑๐ ของพื้นที่เสื่อมโทรมได้รับการฟื้นฟู</p> <p>๒. ร้อยละ ๓๐ ของของเสียในชุมชนถูกนำมาใช้ประโยชน์</p>	<p>ร้อยละ ๓๐ ของพื้นที่เสื่อมโทรมได้รับการฟื้นฟู พัฒนาสู่สังคม/เศรษฐกิจคาร์บอนต่ำ</p>

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, ๒๕๕๕

๑๑. กลไกการผลักดันและขับเคลื่อนกรอบนโยบายการพัฒนา

เทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย (พ.ศ.๒๕๕๕-๒๕๖๖)

เพื่อให้เกิดการขับเคลื่อนกรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย (พ.ศ.๒๕๕๕ - ๒๕๖๔) อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดผลอย่างเป็นรูปธรรม สวทช. จะบูรณาการในการดำเนินงานทั้งการเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีสาขาอื่นๆ ในลักษณะเป็นสหวิทยาการ เพื่อใช้จุดเด่นของแต่ละสาขาเทคโนโลยี และการทำงานร่วมกับผู้ที่มีบทบาทสำคัญเพื่อผลักดันให้ งานวิจัยและพัฒนาไปสู่การใช้ประโยชน์จริงทั้งในด้านเศรษฐกิจและสังคม นอกจากนี้ สวทช. ให้ ความสำคัญกับการผลักดันเป็นรายประเด็น (Issue Based) โดยจัดให้มีการจัดทำแผนที่นำทางที่ระบุ มาตรการ แนวทางการดำเนินงาน ผู้รับผิดชอบหลักในแต่ละมาตรการ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการบรรลุ เป้าหมายที่กำหนดไว้ และจะมีการนำเสนอข้อเสนอดังกล่าวต่อไปยังคณะกรรมการนโยบาย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (กวทน.) เพื่อการขับเคลื่อนสู่การปฏิบัติ

นโยบายและแผนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑ (พ.ศ.๒๕๕๕ - ๒๕๖๔)

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทช.) ได้ดำเนินการจัดทำนโยบายและแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติฉบับที่ ๑ (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔) (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, ๒๕๕๕) เพื่อเสนอต่อคณะกรรมการนโยบาย วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ และคณะรัฐมนตรีโดยการจัดทำนโยบายและแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ ฉบับนี้จัดทำขึ้นภายใต้ความเชื่อมโยงของแผนที่ เกี่ยวข้อง อาทิแผนพัฒนา เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและแผนยุทธศาสตร์ระดับกระทรวง

นโยบายและแผนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติฉบับที่ ๑ (พ.ศ. ๒๕๕๕-๒๕๖๔) เป็นนโยบายและแผนยุทธศาสตร์แห่งชาติที่จัดทำขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาด้านการพัฒนา วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและ นวัตกรรมของประเทศไทยที่ยังคงอยู่จากการพัฒนาที่ผ่านมา และชี้แนะ แนวทางในการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมของหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนที่ ควรให้ความสำคัญอย่างต่อเนื่องทั้งใน ปัจจุบันและในอนาคต เพื่อให้การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมมีประสิทธิภาพ สามารถ ขับเคลื่อนประเทศไทยไปสู่เศรษฐกิจสังคมฐานความรู้และเพิ่มขีด ความสามารถในการแข่งขันของประเทศ บุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้รับการพัฒนาให้ สมดุลทั้งปริมาณและคุณภาพ ลดการพึ่งพิง ผลิตรถยนต์อุปกรณ์และเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ประชาชน ได้รับประโยชน์จากการลงทุนด้านการวิจัยและ พัฒนา ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความรอบรู้และ ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม เพิ่มขึ้น

นโยบายและแผนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยมี วัตถุประสงค์หลักเพื่อการพัฒนาประเทศไทยให้มีระบบเศรษฐกิจที่มีการขยายตัวอย่างมีคุณภาพ และมีเสถียรภาพ ตลอดจนมีการกระจายประโยชน์อย่างเป็นธรรมสู่สังคม ชุมชน ท้องถิ่น โดยได้ยึดถือ “ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” มาเป็นปรัชญานำทางในการพัฒนาควบคู่ไปกับอนาคตของประเทศ ที่มี “วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมเป็นเครื่องมือช่วยพัฒนาประเทศไทย” ภายใต้วิสัยทัศน์ “นวัตกรรม เขียว เพื่อสังคมดีมีคุณภาพและเศรษฐกิจที่มีเสถียรภาพ” ซึ่งสอดคล้องกับทิศทางการพัฒนา ประเทศของรัฐบาล ที่ต้องการเห็นประเทศไทยสามารถแข่งขันได้อย่างยั่งยืน มีเศรษฐกิจชุมชน เข้มแข็ง เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้และ ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น โดยในการดำเนินการ เพื่อขับเคลื่อนประเทศไปสู่วิสัยทัศน์ดังกล่าว ได้กำหนดกรอบการพัฒนาของนโยบายและแผนฯ ๕ ประการคือ ๑) พัฒนางานวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อสนับสนุนการสร้างสังคม คุณภาพที่มีภูมิคุ้มกัน ๒) พัฒนางานวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อสนับสนุนการสร้าง

เศรษฐกิจให้มีคุณภาพ เสถียรภาพโดยมีการเชื่อมโยงกับเศรษฐกิจโลกและภูมิภาค (Globalization and Regionalization) ๓) พัฒนางานวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ๔) พัฒนาและผลิตกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่ อรองรับการเปลี่ยนแปลงประชากรศาสตร์ (Demographic change) ๕) พัฒนาปัจจัยสนับสนุนด้านโครงสร้างพื้นฐานวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อสนับสนุนการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, ๒๕๕๕ : ช)

บทบาท ความสำคัญ และสถานการณ์ของประเทศไทย

๑. การเปลี่ยนแปลงและบริบทการพัฒนาในกระแสโลกาภิวัตน์

เกิดนวัตกรรมแบบก้าวกระโดด (Leapfrog Innovation) มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีวัสดุและนาโน เทคโนโลยีสร้างความ เปลี่ยนแปลงทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมทั้งในด้านโอกาสและอุปสรรค ประเทศไทยจำเป็นต้องเตรียมพร้อมให้ทัน ต่อการเปลี่ยนแปลงของยุค Molecular Economy ในอนาคต โดยจะต้องมีการบริหารจัดการองค์ความรู้ อย่าง เป็นระบบ ทั้งการวิจัยและพัฒนา รวมถึงการประยุกต์ใช้ วทน. ที่เหมาะสมมาผสมผสานร่วมกับจุดแข็งของประเทศไทย เช่น การสร้างความเชื่อมโยง วทน. กับวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อสร้างคุณค่าและ มูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์และบริการ มีการบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญาอย่างมีประสิทธิภาพรวมทั้งการ แบ่งปันผลประโยชน์ที่เป็นธรรม (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, ๒๕๕๕ : ๑-๒)

สถานการณ์มหภาคของประเทศไทย ในสถานะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม การเปลี่ยนแปลงด้าน วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม (วทน.) เป็นปัจจัยสำคัญที่ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านอารยธรรม ดังเช่นการปฏิวัติอุตสาหกรรมอันเป็นการเปลี่ยนวิถี เศรษฐกิจฐานเกษตรมาเป็นเศรษฐกิจฐานอุตสาหกรรม ควบคู่กับเศรษฐกิจฐานบริการในปัจจุบัน

ในปัจจุบัน การพัฒนา วทน. ได้ก่อให้เกิดกระแสการพัฒนารูปแบบใหม่อย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ Knowledge based Economy, Molecular Economy, Experience Economy ซึ่งจะมีการหลอมรวมของ ศาสตร์ต่างๆ เข้าด้วยกัน โดยแนวโน้มล่าสุดคือ Boutique Economy ที่ จะมีการหลอมรวมของทุกศาสตร์เข้า กับศาสตร์ที่เกี่ยวกับจิตใจ ซึ่งจะให้ความสำคัญกับความสุขของคน และสภาวะการดำรงชีวิตที่สะอาดและ ปลอดภัย และ วทน. จะมีบทบาทสำคัญในการก้าวเข้าสู่ รูปแบบเศรษฐกิจดังกล่าว โดยคาดว่า วทน. ที่จะมีบทบาทสำคัญคือ เทคโนโลยีข้อมูลข่าวสาร นาโน เทคโนโลยีวัสดุศาสตร์เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีเซ็นเซอร์ ระบบควบคุมระยะไกล ระบบเครือข่ายอัจฉริยะ โรงงานและระบบผลิตย่อยส่วน เป็นต้น (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, ๒๕๕๕ : ๑๖ - ๑๗)

๒. ผลการดำเนินงานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมของประเทศไทยที่ผ่านมา

ในการจัดทำนโยบายและแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑ (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔) ได้ทำการวิเคราะห์ผลการดำเนินงานด้าน วทน. ของประเทศไทย ในช่วงที่ผ่านมาเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาด้านการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและ นวัตกรรมของประเทศไทยที่ยังคงอยู่ และชี้แนะแนวทางในการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและ นวัตกรรมในอนาคต รวมทั้งการดำเนินงานของหน่วยงาน ต่างๆ ทั้งภาครัฐ เอกชน พื้นที่ท้องถิ่นและ ชุมชนที่ควรให้ความสำคัญอย่างต่อเนื่อง

ความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

ความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (National Competitiveness) เป็นผล ที่เกิดจากการสร้างและรักษาสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมแก่การประกอบกิจการที่มีประสิทธิภาพ ผลิต ภาพ คุณภาพ และมีความสร้างสรรค์ ซึ่งจำเป็นต้องมีปัจจัยสนับสนุนหลายประการ ทั้งในด้าน นโยบายเศรษฐกิจ สภาพสังคม การเมือง การปกครอง คุณภาพทรัพยากรมนุษย์ โดยเฉพาะ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนขีดความ สามารถในการแข่งขันในยุคปัจจุบัน ซึ่งประเทศต่างๆ ทั่วโลกล้วนให้ความสำคัญโดยเฉพาะเรื่องการวิจัย พัฒนาและการสร้างสรรค์นวัตกรรม

ผลจากการจัดอันดับความสามารถในการแข่งขันโดย International Institute for Management and Development (IMD) พบว่าประเทศไทยถูกจัดอันดับความสามารถ การแข่งขันในด้านโครงสร้างพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในช่วง ๑๐ ปีที่ผ่านมาอยู่ในอันดับท้ายๆ มาโดยตลอด ในปี ๒๕๕๓ ประเทศไทยมี ขีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อยู่ลำดับที่ ๔๐ ความสามารถด้านเทคโนโลยีอยู่ลำดับที่ ๔๘ จากทั้งหมด ๕๘ ประเทศ สรุปได้ว่าขีดความสามารถใน การแข่งขันโดยรวมของประเทศในช่วง ๑๐ ปีที่ผ่านมา ไม่ได้พึ่งพิงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเอกรุ่น นานา ประเทศ แต่อาศัยประสิทธิภาพภาครัฐและภาคธุรกิจขับเคลื่อนไปโดยอาศัยปัจจัยแรงงานราคา ถูก และปัจจัย ทุนจากการนำเข้าจากต่างประเทศ เป็นตัวขับเคลื่อนขีดความสามารถในการแข่งขัน

สรุปจุดแข็ง จุดอ่อนของประเทศไทยที่ส่งผลต่อการดำเนินงานด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม

จุดแข็ง อุตสาหกรรมการผลิตและบริการไทยมีทักษะฝีมือ คุณภาพมาตรฐานเป็นที่ ยอมรับในตลาดโลก เช่น บริการทางการแพทย์ สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม สิ่งพิมพ์ เป็นต้น

จุดอ่อน ขาดการใช้องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม และข้อมูลใน การประกอบธุรกิจทำให้ขาดการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ และการวางแผนรองรับ

การเปลี่ยนแปลงในระบบเศรษฐกิจของโลก ตลอดจนธรรมาภิบาลในการสร้างข้อได้เปรียบในการแข่งขันอย่างยั่งยืน

สรุปโอกาส และอุปสรรคของประเทศไทยที่ส่งผลต่อการดำเนินงานด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม (ด้านเศรษฐกิจ)

โอกาส

การเกิดนวัตกรรมแบบก้าวกระโดด ทำให้เกิดโอกาสในการสร้างคุณค่าและมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์และบริการ มีการบริหารจัดการทรัพยากรสิ่งทางปัญญาอย่างมีประสิทธิภาพ สร้างตลาดใหม่

อุปสรรค

เกิดการแข่งขันที่รุนแรงจากนโยบายการค้าเสรีทำให้มีการนำเข้าสินค้าจากประเทศอื่นมากขึ้นส่งผลกระทบต่อขีดความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการไทยโดยเฉพาะ SMEs

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ ๑๒ (พ.ศ.๒๕๖๐ - ๒๕๖๔)

(สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติสำนักนายกรัฐมนตรี, ๒๕๖๐)

ยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ

การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม

ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยอาศัยการเพิ่มประสิทธิภาพจากปัจจัย ความได้เปรียบพื้นฐานที่มีอยู่ทั้งด้านแรงงาน ทรัพยากรธรรมชาติ และการนำเข้าเทคโนโลยีสำเร็จรูปจาก ต่างประเทศมากกว่าการสะสมองค์ความรู้เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีของตนเอง ทำให้ส่วนแบ่งผลประโยชน์ทางด้าน เทคโนโลยีซึ่งมีมูลค่าเพิ่มสูงตกอยู่กับประเทศผู้เป็นเจ้าของเทคโนโลยีการลงทุนวิจัยและพัฒนาโดยเฉพาะ อย่างยิ่งในชั้นประยุกต์และใช้ประโยชน์ยังไม่เพียงพอที่จะขับเคลื่อนประเทศสู่สังคมนวัตกรรม อีกทั้ง ความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีได้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งเชิงเศรษฐกิจและสังคมไปทั่วโลก โดยประเทศที่มีพัฒนาการทางเศรษฐกิจสูง อาทิ เกาหลีใต้ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และสวีเดน ล้วนเป็นต้นแบบ สำคัญที่แสดงให้เห็นว่า หากต้องการเพิ่มศักยภาพและความสามารถในการแข่งขันของประเทศจำเป็นต้อง ปรับตัว เรียนรู้ และมุ่งสู่การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก

ในระยะต่อไป การพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมของประเทศไทย จำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องปรับรูปแบบการดำเนินงานให้มุ่งเน้นความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชนในการลงทุนเพื่อการวิจัย และพัฒนาโดยกำหนดประเด็นวิจัยของชาติที่ตอบโจทย์การยกระดับศักยภาพการผลิตของภาคเกษตร อุตสาหกรรม และบริการที่เป็นฐานเดิมและการต่อยอดขยายฐานใหม่ด้วยการพัฒนานวัตกรรม รวมถึงการพัฒนานวัตกรรมที่ยกระดับคุณภาพสังคม

และการดำรงชีวิตของประชาชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มผู้สูงอายุและ ผู้ด้อยโอกาสทางสังคมการ ส่งเสริมการพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้และทักษะสูง การพัฒนาหน่วยงานทดสอบและรับรอง มาตรฐานในระดับสากล การดำเนินมาตรการเพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมทั้งในด้านโครงสร้างพื้นฐานที่ทันสมัย ระบบแรงจูงใจและระบบสนับสนุนการ พัฒนานวัตกรรมต่างๆ กฎหมายที่เกี่ยวข้องเพื่ออำนวยความสะดวกการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและ การรับเทคโนโลยีจากต่างประเทศ รวมทั้งมีระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญาที่มีประสิทธิภาพ ขึ้นมารองรับ เพื่อให้ประเทศไทยไม่อยู่ในสถานะเป็นเพียงแค่ผู้ซื้อและผู้รับถ่ายทอดเทคโนโลยีจาก ต่างประเทศ แต่สามารถพัฒนาเทคโนโลยีได้ด้วยตนเองในอนาคต

ดังนั้น เพื่อให้ประเทศไทยพัฒนาเข้าสู่สังคมนวัตกรรมและเตรียมการก้าวสู่ ประเทศรายได้สูงในอนาคต แนวทางการพัฒนาในช่วงระยะเวลา ๕ ปี จะต้องให้ความสำคัญกับการใช้ องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผลงานวิจัยและพัฒนา ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี นวัตกรรมและ ความคิดสร้างสรรค์อย่างเข้มข้นทั้งในภาค ธุรกิจ ภาครัฐ และภาคประชาสังคม รวมทั้งให้ความสำคัญ กับการพัฒนาสภาวะแวดล้อมหรือปัจจัยพื้นฐาน ที่เอื้ออำนวยทั้งการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา การพัฒนาบุคลากรวิจัย โครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และการบริหารจัดการ เพื่อช่วยขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศให้ก้าวสู่เป้าหมายดังกล่าว

๑. วัตถุประสงค์

๑.๑ เพื่อสร้างความเข้มแข็งและยกระดับความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี ขึ้นก้าวหน้าให้สนับสนุนการสร้างมูลค่าของสาขาการผลิตและบริการเป้าหมาย

๑.๒ เพื่อสร้างโอกาสการเข้าถึงและนำเทคโนโลยีไปใช้ให้กับเกษตรกรรายย่อย วิสาหกิจชุมชนและวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

๑.๓ เพื่อพัฒนานวัตกรรมที่มุ่งเน้นการลดความเหลื่อมล้ำและยกระดับคุณภาพชีวิต ของประชาชนผู้สูงอายุผู้ด้อยโอกาสทางสังคม และเพิ่มคุณภาพสิ่งแวดล้อม

๑.๔ เพื่อบูรณาการระบบบริหารจัดการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม ให้สามารถดำเนินงานไปในทิศทางเดียวกัน

๒. เป้าหมายและตัวชี้วัด

เป้าหมายที่ ๑ เพิ่มความเข้มแข็งด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของ ประเทศ

ตัวชี้วัด ๑.๑ สัดส่วนค่าใช้จ่ายการลงทุนเพื่อการวิจัยและพัฒนาเพิ่มสู่อ้อยละ ๑.๕ ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ

ตัวชี้วัด ๑.๒ สัดส่วนการลงทุนวิจัยและพัฒนาของภาคเอกชนต่อภาครัฐ เพิ่มเป็น

ตัวชี้วัด ๑.๓ สัดส่วนการลงทุนวิจัยและพัฒนาในอุตสาหกรรมยุทธศาสตร์และเป้าหมายของประเทศ : งานวิจัยพื้นฐานเพื่อสร้าง/สะสมองค์ความรู้ : ระบบโครงสร้างพื้นฐาน บุคลากร และระบบมาตรฐาน เพิ่มขึ้น ๕๕ : ๒๕ : ๒๐

ตัวชี้วัด ๑.๔ จำนวนบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนาเพิ่มขึ้น ๒๕ คนต่อประชากร ๑๐,๐๐๐ คน

เป้าหมายที่ ๒ เพิ่มความสามารถในการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อ ยกระดับความสามารถการแข่งขันของภาคการผลิตและบริการ และคุณภาพชีวิตของประชาชน

ตัวชี้วัด ๒.๑ อันดับความสามารถการแข่งขันโครงสร้างพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ และด้านเทคโนโลยี จัดโดย IMD อยู่ในลำดับ ๑ ใน ๓๐

ตัวชี้วัด ๒.๒ ผลงานวิจัยและเทคโนโลยีพร้อมใช้ที่ถูกนำไปใช้ในการสร้างมูลค่าเชิงพาณิชย์ให้กับภาคการผลิตและบริการ และภาคธุรกิจ มีจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ ๓๐ ของผลงานทั้งหมด

ตัวชี้วัด ๒.๓ มูลค่าการลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคลสำหรับค่าใช้จ่ายวิจัยและพัฒนา มีจำนวนเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่าร้อยละ ๒๐ ต่อปี

ตัวชี้วัด ๒.๔ นวัตกรรมทางสังคมและนวัตกรรมสำหรับผู้สูงอายุและผู้พิการที่ผลิตได้เองภายในประเทศ มีจำนวนเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่า ๑ เท่าตัว

๓. แนวทางการพัฒนา

๓.๑ เร่งส่งเสริมการลงทุนวิจัยและพัฒนาและผลักดันสู่การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์และ เชิงสังคม โดย

๓.๑.๑ ลงทุนวิจัยและพัฒนาในกลุ่มเทคโนโลยีที่ประเทศไทยมีศักยภาพพัฒนาได้เอง อาทิ กลุ่มอาหารและเกษตร การแพทย์ สิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรมสร้างสรรค์และวัฒนธรรม เพื่อพัฒนาเป็น ฐานเศรษฐกิจใหม่ โดยจัดสรรงบประมาณที่เพียงพอและต่อเนื่องสำหรับการต่อยอดงานวิจัยเชิงลึกเพื่อสร้างนวัตกรรมตลอดห่วงโซ่การวิจัย และให้ความสำคัญกับการทำวิจัยในขั้นประยุกต์และทดลองเพิ่มขึ้น ทั้งการจัดทำผลิตภัณฑ์ต้นแบบ การทำวิจัยตลาด การทดสอบผลิตภัณฑ์ และโรงงานนำร่อง เพื่อให้สามารถแปลงงานวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์และเชิงสังคมได้อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น

๓.๑.๒ ลงทุนวิจัยและพัฒนาในกลุ่มเทคโนโลยีที่นำสู่การพัฒนาแบบก้าวกระโดด ได้แก่ เทคโนโลยีทางการแพทย์ครบวงจร เทคโนโลยีชีวภาพ (ยาชีววัตถุ เกษษพันธุศาสตร์ อาหารแปรรูป เชื้อเพลิง ชีวภาพและเคมีชีวภาพ พลังงานทางเลือก) หุ่นยนต์และเครื่องมืออุปกรณ์

อัจฉริยะ ยานยนต์สมัยใหม่ (รถยนต์ ไฟฟ้า รถยนต์ไฮบริด) ระบบเครื่องกลที่ใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ ดิจิทัล เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่อและบังคับอุปกรณ์ต่างๆ ปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยีสมอง กลฝังตัว และเทคโนโลยีระบบรางและการบิน โดยให้ความสำคัญกับการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและ เอกชน (Public Private Partnership: PPP) หรือการเข้าครอบครอง/รับช่วงต่อในเทคโนโลยีใหม่ที่มี ความน่าจะเป็นไปได้ในตลาดโลกผ่านกลไกกองทุนเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันสำหรับกลุ่ม อุตสาหกรรมเป้าหมาย กองทุนพัฒนาผู้ประกอบการเทคโนโลยีและ นวัตกรรมที่จะจัดตั้งขึ้น และหรือ ภาครัฐเป็นผู้ลงทุนหลักในเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลง อย่างมีนัยสำคัญ รวมถึงการ พัฒนาในลักษณะวิศวกรรมย้อนกลับ ตลอดจนการกำหนดให้โครงการลงทุนขนาด กลางและขนาด ใหญ่ของประเทศต้องเชื่อมโยงกับการส่งเสริมการใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมใน ประเทศ

๓.๑.๓ ลงทุนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางสังคมเพื่อลดความ เหลื่อมล้ำ และยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน อาทิ เทคโนโลยีการศึกษา เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร เทคโนโลยีเพื่อผู้พิการ เทคโนโลยีเพื่อผู้สูงอายุ เทคโนโลยีทางการแพทย์ (ยาและ วัคซีน อุปกรณ์และเครื่องมือ ทางกายภาพ) โดยอาศัยกลไกการดำเนินงานอย่างเป็นเครือข่าย ระหว่างสถาบันการศึกษา สถาบันการวิจัย ภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชนหรือชุมชน

๓.๑.๔ เร่งรัดการถ่ายทอดผลงานวิจัยและพัฒนา และเทคโนโลยีสู่เกษตรกร รายย่อย วิสาหกิจชุมชน และวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ผ่านกลไกเครือข่ายสถาบันการศึกษา สถาบันวิจัย และหน่วยงานภาครัฐและเอกชน โดยมีนักถ่ายทอดเทคโนโลยีมืออาชีพเข้ามาช่วย ดำเนินการ

๓.๑.๕ พัฒนาตลาดเทคโนโลยีและนวัตกรรมไทย โดยใช้กลไกระบบบัญชี นวัตกรรมและ สิ่งประดิษฐ์ไทยที่นำไปสู่การจัดซื้อจัดจ้างได้อย่างแท้จริงเพื่อเสริมสร้างโอกาส การพัฒนาเทคโนโลยีของประเทศและทดแทนการนำเข้า

๓.๑.๖ เสริมสร้างระบบการบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญาที่มี ประสิทธิภาพ สอดคล้องมาตรฐานสากล สามารถนำไปสู่การสร้างคุณค่าและมูลค่าเพิ่มได้ รวมถึงมี ฐานข้อมูลทรัพย์สินทางปัญญาที่สะดวกต่อการเข้าถึงใช้งานง่ายและสืบค้นได้ทั่วโลก เพื่อประกอบการ วิเคราะห์และติดตามเทคโนโลยี

๓.๒ พัฒนาผู้ประกอบการให้เป็นผู้ประกอบการทางเทคโนโลยี

๓.๒.๑ ส่งเสริมผู้ประกอบการให้มีบทบาทหลักด้านนวัตกรรมเทคโนโลยีและ ร่วมกำหนด ทิศทางการพัฒนานวัตกรรมกับสถาบันการศึกษา สถาบันวิจัย ภาครัฐ และภาคสังคมหรือ ชุมชน โดยปรับ กฎ ระเบียบ และกฎหมายที่เป็นอุปสรรค รวมทั้งมีมาตรการจูงใจ อาทิ ปรับ กฎระเบียบให้สามารถสนับสนุน ทุนวิจัยในภาคเอกชน การส่งเสริมให้เอกชนรับจ้างทำวิจัยของภาครัฐ

ได้ และการร่วมทุนในการพัฒนา เทคโนโลยีแบบก้าวกระโดดบนพื้นฐานของการมีส่วนร่วมรับความเสี่ยงและร่วมรับภาระค่าใช้จ่าย

๓.๒.๒ ส่งเสริมการสร้างสรรค์นวัตกรรมด้านการออกแบบและการจัดการ ธุรกิจที่ผสมผสาน การใช้เทคโนโลยีให้แพร่หลายในกลุ่มผู้ประกอบการธุรกิจของไทย โดยมีมาตรการจูงใจในรูปแบบต่างๆ อาทิ กองทุน มาตรการภาษี เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ เพื่อให้ภาคการผลิตและบริการมุ่งสร้างนวัตกรรมในธุรกิจและองค์กร เพื่อเพิ่มศักยภาพและความสามารถในการแข่งขัน

๓.๒.๓ สนับสนุนการเข้าถึงแหล่งเงินทุนสำหรับธุรกิจเกิดใหม่และวิสาหกิจ ขนาดกลาง และขนาดย่อม (SMEs) ที่ต้องการพัฒนาหรือทำธุรกิจฐานเทคโนโลยี และเพิ่มช่องทางการเข้าถึงนักวิจัย และทรัพยากรวิจัยของสถาบันการศึกษาหรือสถาบันวิจัย รวมทั้งการเข้าถึงบริการทางเทคโนโลยีต่างๆ ได้โดยง่ายและสะดวก

๓.๒.๔ สร้างบรรยากาศและสภาพที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้และพัฒนา ความคิด สร้างสรรค์ลงสู่พื้นที่และชุมชน ทั้งการพัฒนาแหล่งเรียนรู้ การจัดทำมีเวทีหรือช่องทางการพัฒนาและแสดงออกของนักคิดและนักสร้างสรรค์ และเสริมสร้างต้นแบบที่เหมาะสม รวมทั้งเผยแพร่ ประชาสัมพันธ์ ผลงานนวัตกรรมและตัวอย่างความสำเร็จในวงกว้างอย่างต่อเนื่อง โดยจูงใจให้มีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม

๓.๒.๕ รณรงค์ปลูกฝังวัฒนธรรมการวิจัยและค่านิยมการเคารพสิทธิในทรัพย์สินทาง ปัญญา รวมทั้งวิถีคิดของคนในสังคมให้ใช้หลักตรรกะในการตัดสินใจ ผ่านทางสื่อและกิจกรรมต่างๆ รวมทั้ง มีกลไกส่งเสริมการดำเนินงานให้ความรู้และบริการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างทั่วถึงในทุกพื้นที่

๓.๓ พัฒนาสถานะแวดล้อมของการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม

๓.๓.๑ ด้านบุคลากรวิจัย

๑) เร่งการผลิตบุคลากรสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีคุณภาพ และ สอดคล้องกับความต้องการโดยเฉพาะในสาขา STEM (วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) ด้วยการ สร้างสิ่งจูงใจ สร้างแรงบันดาลใจ สนับสนุนทุนการศึกษา ฯลฯ เพื่อเพิ่มจำนวนผู้สำเร็จการศึกษาใน สาย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและพัฒนาระบบการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในสถานศึกษา รวมทั้งเร่งผลิตกำลังคนและครู วิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ

๒) เร่งสร้างนักวิจัยมืออาชีพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาขาวิศวกรรม การผลิต ชั้นสูง แพทยศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ข้อมูล นักออกแบบ และในสาขาที่ขาดแคลนและ

สอดคล้องกับการเติบโต ของอุตสาหกรรมเป้าหมายและทิศทางการพัฒนาประเทศ รวมทั้งบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม ไม่ว่าจะเป็นนักบริหารจัดการงานวิจัยและนวัตกรรม นักถ่ายทอดเทคโนโลยี นักประเมินผลและบุคลากรด้านทรัพย์สินทางปัญญา โดยพัฒนาเส้นทางความก้าวหน้าในสายอาชีพที่ชัดเจนและพัฒนาตลาด รองรับงานสำหรับบุคลากรวิจัยด้วยการกำหนดเป็นเงื่อนไขให้โครงการลงทุนขนาดกลางและขนาดใหญ่ จะต้องมีการทำวิจัยรองรับการดำเนินโครงการ

๓) พัฒนาศักยภาพนักวิจัยให้มีทั้งความรู้และความเข้าใจในเทคโนโลยีเข้าใจ ตลาดและรูปแบบการทำธุรกิจ และการบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญา รวมทั้งเข้าถึงและเข้าใจความต้องการของผู้ใช้ประโยชน์ โดยใช้หลักการตลาดนำงานวิจัย เพื่อให้สามารถประเมินความคุ้มค่าในการลงทุน วิจัย และได้งานวิจัยที่มีคุณค่าในเชิงเศรษฐกิจและสังคม

๔) ดึงดูดบุคลากรผู้เชี่ยวชาญ นักวิจัย และนักวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศที่มี ผลงานเป็นที่ยอมรับในสาขาอุตสาหกรรมเป้าหมายของไทยให้มาทำงานในสถาบันวิจัยของภาครัฐและ ภาคเอกชนในประเทศไทย เพื่อเสริมสร้างศักยภาพการวิจัยและพัฒนาของประเทศและใช้สิทธิประโยชน์ ทางภาษีเพื่อสนับสนุนภาคการผลิตและภาคบริการในการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ

๓.๓.๒ ด้านโครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

๑) ปรับปรุงและพัฒนาระบบการวิจัยเพื่อรองรับเทคโนโลยีสำคัญ ๆ ให้เกิด ประสิทธิภาพ อาทิเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เทคโนโลยีกราฟีน (Graphene) เทคโนโลยีทางการ ศึกษา เทคโนโลยีที่รองรับการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างประชากรและเพิ่มคุณภาพชีวิต (เทคโนโลยีเพื่อ ผู้สูงอายุและผู้พิการ) เทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตร เทคโนโลยีการขนส่งและโลจิสติกส์ เทคโนโลยี ด้านพลังงานสีเขียว เทคโนโลยีแห่งอนาคต รวมทั้งสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเตรียมความพร้อมสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมอวกาศ ตลอดจนมีการพัฒนาข้อมูลดัชนีวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม และฐานข้อมูลงานวิจัยที่ทันสมัยสะดวกต่อการเข้าถึง และใช้งานได้ง่าย

๒) ยกระดับโครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ทันต่อ การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีแบบก้าวกระโดด โดยสนับสนุนให้เกิดการลงทุนจัดตั้งศูนย์วิจัยพัฒนาในประเทศ ด้วยการกำหนดเขตพื้นที่การส่งเสริม และมีมาตรการจูงใจที่เหมาะสม รวมทั้งส่งเสริมให้มีความร่วมมือในการ ดำเนินการวิจัยและพัฒนา ร่วมกับหน่วยงานวิจัย/นักวิจัยทั้งในและต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งศูนย์วิจัย พัฒนาที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศ รวมทั้งสนับสนุนการแปลงนิคมอุตสาหกรรมให้เป็น อุทยานธุรกิจวิทยาศาสตร์ หรือส่งเสริมให้เอกชนเป็นผู้ลงทุนนิคมอุตสาหกรรมธุรกิจวิทยาศาสตร์ ตลอดจน เร่งพัฒนาและประชาสัมพันธ์อุทยานวิทยาศาสตร์ทั้ง

ส่วนกลางและภูมิภาค และสถาบันวิจัยต่างๆ ให้มีการวิจัย ที่เข้มแข็งพร้อมเป็นกลไกช่วยแก้ไขปัญหา ให้ภาคการผลิตและบริการ และเชื่อมโยงการทำงานร่วมกันระหว่าง ภาควิชาการกับภาคเอกชน และภาคสังคม

๓) ส่งเสริมการพัฒนาาระบบคุณภาพและมาตรฐาน และระบบมาตรฐาน วิทยา แห่งชาติทั้งด้านการวัด การสอบเทียบ การกำหนดและรับรองมาตรฐานที่สอดคล้องกับสากล รวมทั้งเร่งยกระดับและส่งเสริมการจัดตั้งศูนย์วิเคราะห์ทดสอบ/สอบเทียบ/ห้องปฏิบัติการของ ภาคเอกชนให้ได้ มาตรฐานสากล ผ่านการสนับสนุนทางการเงินและการจูงใจในรูปแบบที่เหมาะสม

๔) เร่งสร้างความพร้อมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างเต็ม ศักยภาพของ ภาครัฐ ทั้งการเข้าถึงและเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหน่วยงานต่างๆ ของภาครัฐ และการ เข้าถึงข้อมูลของภาครัฐ โดยสาธารณะ ตลอดจนการพัฒนาแพลตฟอร์มบริการพื้นฐาน (Government Service Platform) และ การพัฒนาแอปพลิเคชันภาครัฐที่สามารถใช้งานร่วมกัน ระหว่างหน่วยงานต่างๆ

๕) สนับสนุนเครื่องมือทางการเงินใหม่ๆ และหลากหลายเพื่อเป็น กลไกระดมทุน ที่ช่วยกระตุ้นการสร้างนวัตกรรม และผลักดันผลงานวิจัยสู่เชิงพาณิชย์ อาทิ ระบบเงินร่วมลงทุน กองทุน การระดมทุนผ่านตลาดหลักทรัพย์

๖) สนับสนุนให้เกิดการทำงานและแบ่งปันทรัพยากรด้าน อุปกรณ์ เครื่องมือ และห้องปฏิบัติการทดลองระหว่างสถาบันวิจัย สถาบันการศึกษา ภาครัฐ และ ภาคเอกชน

๗) ผลักดันและเร่งรัดให้มีกฎหมายเพื่อส่งเสริมการใช้ประโยชน์ ผลงานวิจัยในเชิงพาณิชย์ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้รับทุนสนับสนุนของรัฐสามารถได้รับสิทธิความเป็น เจ้าของผลงานวิจัยและนำผลงานวิจัยและเทคโนโลยีไปถ่ายทอดสู่ภาคการผลิตและบริการได้อย่าง คล่องตัว หรือรัฐสามารถเรียกคืนสิทธิความเป็น เจ้าของผลงานวิจัยเพื่อความจำเป็นด้านความมั่นคง หรือประโยชน์สาธารณะหากไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ ในระยะเวลาอันสมควร

๓.๓.๓ ด้านการบริหารจัดการ

๑) ส่งเสริมการปรับโครงสร้างและบทบาทของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง กับการ พัฒนาวិทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมเพื่อให้เกิดความเป็นเอกภาพในการ ดำเนินงาน ทั้งหน่วยงานที่กำหนดนโยบาย หน่วยงานสนับสนุนทุนวิจัย หน่วยงานวิจัยหลัก และ หน่วยงานปฏิบัติ ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงหน่วยงานจัดการความรู้จากการวิจัย ซึ่งจะช่วยลดปัญหาความทับ ซ้อนในการดำเนินงาน สร้างความชัดเจนในอำนาจหน้าที่และการบริหารจัดการ รวมทั้งบุคลากรและ โครงสร้างพื้นฐานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขับเคลื่อนงานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม ของประเทศ

๒) ปรับระบบการบริหารจัดการงบประมาณจากการจัดสรรตามภารกิจ ไปสู่การ จัดสรรตามแผนงาน/โครงการ เพื่อให้เกิดการ บูรณาการแผนงาน/โครงการและงบประมาณระหว่างหน่วยงาน ต่างๆ และพัฒนาไปสู่การจัดสรรตามผลงาน โดยมีกลยุทธ์ต่อยอดไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้หรือกลยุทธ์การยุติ ที่เหมาะสม

๓) จัดให้มีระบบประเมินความสามารถด้านนวัตกรรมของสถาบันวิจัย ทั้งด้านการ สร้างความสามารถทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม ด้านการบริหารจัดการ และด้านอื่นๆ รวมถึงการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัยสำคัญของประเทศ โดยมีการรายงานผลต่อสาธารณะอย่างต่อเนื่อง

๔) สนับสนุนการจัดทำแผนที่นำทางด้านเทคโนโลยี(Technology Roadmap) และแผนปฏิบัติการวิจัยและนวัตกรรมรายสาขา เพื่อจัดลำดับกิจกรรมวิจัยและพัฒนาสำหรับอุตสาหกรรม และเทคโนโลยีเป้าหมายที่ต้องพัฒนารายสาขา อาทิ สาขาการเกษตร สาขาอุตสาหกรรม สาขาการท่องเที่ยว สาขากีฬาที่เชื่อมโยงกับยุทธศาสตร์วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม เพื่อนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมไปสู่การขับเคลื่อนประเทศในมิติต่างๆ อย่างเป็นรูปธรรม ร่วมกับหน่วยงานเครือข่ายที่เกี่ยวข้อง

๕) สนับสนุนให้มีการท วิจัยที่สอดคล้องกับศักยภาพและความต้องการของ พื้นที่เพื่อสนับสนุนการจัดทำแผนพัฒนาจังหวัดและกลุ่มจังหวัด ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างศักยภาพการวิจัยและ พัฒนาของท้องถิ่น และนางงานวิจัยไปช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มและแก้ปัญหาต่างๆ โดยใช้ประโยชน์จาก สถาบันการศึกษา หน่วยงานด้านการวิจัยพัฒนาที่กระจายตัวอยู่ในพื้นที่ และภาคชุมชนและสังคม

๖) ส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนและพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมเชิงลึก ผ่านทางกลไกที่มีอยู่ อาทิ เสริมสร้างศักยภาพของสมัชชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อให้เป็นที่รวมของผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และศาสตร์อื่นๆ ในการให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมของประเทศแก่รัฐบาล และสาธารณะ ส่งเสริมการทูตวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมทั้งในเชิงนโยบายและการนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับประเทศต่างๆ

๔. แผนรองรับ

โดยผลักดันประเด็นการพัฒนาตามแผนที่เกี่ยวข้อง อาทิ

๔.๑ นโยบายและแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑ (พ.ศ. ๒๕๕๕- ๒๕๖๔)

๔.๒ นโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ ฉบับที่ ๙ (พ.ศ. ๒๕๖๐-๒๕๖๔)

๔.๓ กรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕-๒๕๖๔)

๔.๔ กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕-๒๕๖๔)

๔.๕ แผนแม่บทการพัฒนาระบบมาตรวิทยาแห่งชาติ ฉบับที่ ๓ (พ.ศ. ๒๕๖๐-๒๕๖๔)

๔.๖ ส่งเสริมให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดทำแผนปฏิบัติการวิจัยและนวัตกรรมรายสาขา อาทิ แผนวิจัยด้านการเกษตร ด้านอุตสาหกรรม ด้านการท่องเที่ยว ด้านการกีฬา เป็นต้น

๕. แผนงานและโครงการสำคัญ

๕.๑ แผนงานส่งเสริมผู้ประกอบการไทยให้มีบทบาทนำและใช้นวัตกรรมเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม ให้สินค้าและบริการ ประกอบด้วย โครงการย่อย อาทิ โครงการร่วมทุนเพื่อสรรหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมและ นำไปสู่การพัฒนาแบบก้าวกระโดดในการดำเนินธุรกิจ

๕.๑.๑ หน่วยงานดำเนินการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร่วมกับ กระทรวงการคลัง กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงพาณิชย์ กระทรวงมหาดไทย สภาอุตสาหกรรม แห่งประเทศไทย สภาหอการค้าแห่งประเทศไทย และ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

๕.๑.๒ กรอบระยะเวลาดำเนินการ ๕ ปี (พ.ศ. ๒๕๖๐-๒๕๖๔)

๕.๒ แผนงานส่งเสริมผู้ประกอบการไทยให้เป็นเจ้าของห่วงโซ่มูลค่าเพิ่มสูงในตลาดโลก ในอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพ อาทิ โครงการส่งเสริมการจัดตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาในประเทศไทย

๕.๒.๑ หน่วยงานดำเนินการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร่วมกับ กระทรวงพาณิชย์ กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงสาธารณสุข สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย สภาหอการค้าแห่งประเทศไทย และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

๕.๒.๒ กรอบระยะเวลาดำเนินการ ๕ ปี (พ.ศ. ๒๕๖๐-๒๕๖๔)

๕.๓ โครงการส่งเสริมการจัดทำมาตรฐานนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ไทย เพื่อนำขึ้นบัญชีนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์

๕.๓.๑ หน่วยงานดำเนินการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร่วมกับ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงสาธารณสุข และ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

๕.๓.๒ กรอบระยะเวลาดำเนินการ ๓ ปี (พ.ศ. ๒๕๖๐ - ๒๕๖๒)

ยุทธศาสตร์กองทัพอากาศ พ.ศ.๒๕๕๑ – ๒๕๖๒ (กองทัพอากาศ, ๒๕๕๗)

ภารกิจ

ภารกิจตามกฎหมาย

กองทัพอากาศมีหน้าที่เตรียมกำลังกองทัพอากาศ การป้องกันราชอาณาจักร และดำเนินการเกี่ยวกับการใช้กำลังกองทัพอากาศ ตามอำนาจหน้าที่ของกระทรวงกลาโหมรวมทั้ง การพัฒนาประเทศและการแก้ไขปัญหาเมื่อเกิดความขัดแย้งในระดับต่าง ๆ โดยดำรงระดับยุทธศาสตร์กองทัพอากาศ ๒๐ ปี (พ.ศ.๒๕๖๐ – ๒๕๗๙) ฉบับเผยแพร่ความพร้อมและขีดความสามารถอยู่ตลอดเวลา ด้วยการจัดหาอาวุธยุทโธปกรณ์ซึ่งมีเทคโนโลยีที่ทันสมัย เพื่อพัฒนาคุณภาพและเสริมสร้างศักยภาพกำลังทางอากาศ รวมถึงการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับมิตรประเทศ และให้ความสำคัญกับความรับผิดชอบต่อภารกิจตามกฎหมาย โดยเฉพาะในการรักษาผลประโยชน์แห่งชาติ และการพัฒนาประเทศตามแนวคิดทางยุทธศาสตร์

พันธกิจ

เตรียมความพร้อม

กองทัพอากาศต้องเตรียมความพร้อมเพื่อปฏิบัติภารกิจภายใต้การจัดโครงสร้างกำลังรบและส่วนสนับสนุนที่เหมาะสมภายใต้การบริหารจัดการ การฝึกอบรม การพัฒนากำลังพล และการจัดหาอาวุธยุทโธปกรณ์ ให้สามารถวางกำลังหน่วยปฏิบัติการในระดับต่าง ๆ ได้อย่างเต็มความสามารถ โดยกองทัพอากาศแบ่งกลุ่มฐานที่ตั้งเป็นฐานบิน ปฏิบัติการหลัก ฐานบินปฏิบัติการหน้า ฐานบินปฏิบัติการพิเศษ ฐานบินปฏิบัติการสำรอง และสนามบินเฉพาะกิจ รวมถึงการประกอบกำลังที่มีหน่วยตัดสินใจ โดยมีศูนย์ปฏิบัติการในแต่ละระดับสามารถบัญชาการและควบคุมตามที่ได้รับมอบอำนาจ เพื่ออำนวยความสะดวกปฏิบัติการใช้ กำลังทางอากาศทั้งในประเทศและนอกประเทศ

วิสัยทัศน์

“กองทัพอากาศชั้นนำในภูมิภาค (One of the Best Air Forces in ASEAN)”

แผนที่ยุทธศาสตร์

กองทัพอากาศได้พัฒนาแผนที่ยุทธศาสตร์กองทัพอากาศ (RTAF Strategy Map) เพื่อแสดงทิศทาง และแนวทางในการดำเนินยุทธศาสตร์กองทัพอากาศ โดยยึดหลักการในการบริหารกองทัพอากาศด้วยหลักปรัชญา เศรษฐกิจพอเพียง (Sufficiency Economy) การบริหารกิจการบ้านเมืองที่ดี (Good Governance) และ ยึดถือผลประโยชน์แห่งชาติเป็นสำคัญ ทั้งนี้ ด้วยกองทัพอากาศเป็นหน่วยงานหลักด้านความมั่นคง จึงได้ ประยุกต์ใช้หลักการ Ends, Ways, Means ในการปรับปรุงแผนที่ยุทธศาสตร์ เพื่อให้สอดคล้องกับรูปแบบการ วางแผนทางทหาร และใช้เป็นแผนที่ยุทธศาสตร์หลัก เพื่อใ้หน่วยขึ้นตรงกองทัพอากาศใช้เป็นแนวทางในการ รวมกันขับเคลื่อนกองทัพอากาศอย่างเป็นระบบ

ยุทธศาสตร์ที่ ๒ เสริมสร้างสมรรถนะและความพร้อมในการป้องกันประเทศ

กลยุทธ์ที่ ๒.๙ วิจัยและพัฒนานวัตกรรมกำลังทางอากาศ

วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างนวัตกรรมกำลังทางอากาศให้สามารถสนับสนุนการปฏิบัติการกิจหลักของกองทัพอากาศ (Core Functions)

ตัวชี้วัด

๑. ร้อยละของผลงานวิจัยและพัฒนาการทหารของกองทัพอากาศที่ปิดโครงการ มีคุณภาพและ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
๒. ร้อยละของผลงานวิจัยและพัฒนาการทหารของกองทัพอากาศที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน ยุทธโศภกรณ สามารถนำสู่สายการผลิตเพื่อใช้งาน
๓. ร้อยละของจำนวนโครงการวิจัยและพัฒนาการทหารกองทัพอากาศที่ร่วมมือกับหน่วยงานและ/หรือสถาบันการศึกษา ทั้งภาครัฐและเอกชน

กลยุทธ์ย่อย

๑. ปรับระบบงานวิจัยและพัฒนาของกองทัพอากาศ เพื่อให้สามารถใช้ศักยภาพของกองทัพในทุกด้านอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การสร้างโอกาสให้บุคลากรที่มีขีดความสามารถได้ทำงานวิจัย อย่างเต็มความสามารถ การใช้โครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และการใช้ของคความรูของกองทัพอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ
๒. วิจัยและพัฒนา เพื่อการสร้างนวัตกรรมและสนับสนุนการปฏิบัติการกิจหลักของกองทัพอากาศ (Core Functions) เป็นหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติการกิจ หรือการลดค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการกิจ ทั้งนี้ผลงานวิจัยต้องสามารถขยายผลไปสู่การปฏิบัติได้จริง โดยส่งเสริมการวิจัยแบบมุ่งเน้นผลสัมฤทธิ์
๓. รวบรวม พัฒนา และสร้างองค์ความรู้เพื่อสนับสนุนความเป็นเลิศของกำลังทางอากาศ
๔. สร้างความร่วมมือด้านการวิจัยและพัฒนา ร่วมกับเหล่าทัพอื่น ๆ สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ (องค์การมหาชน) รวมถึงสถาบันการศึกษาและสถาบันวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ตลอดจนหน่วยงานอื่น ๆ ที่มีศักยภาพ เพื่อสนับสนุนความเป็นเลิศกำลังทางอากาศและอุตสาหกรรมป้องกันประเทศในภาพรวม

สรุป

เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสิ่งเล็กมาก ขนาด ๑ นาโนเมตร (๑ ใน ๑,๐๐๐ ล้านเมตร) นั้น เรียกว่า นาโนเทคโนโลยี ซึ่งจะเกี่ยวกับกระบวนการ การจัดการ การสังเคราะห์ ออกแบบวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องจักรให้วัสดุเรียงอะตอมและโมเลกุลในตำแหน่งที่กำหนดตามความต้องการได้ ทำให้โครงสร้างของวัสดุ หรืออุปกรณ์ มีคุณสมบัติพิเศษขึ้นด้านฟิสิกส์ เคมี ไฟฟ้า แสง และแม่เหล็ก เป็นต้น

สิ่งทอ คือ ผลิตภัณฑ์ผลิตจากเส้นใยจากกระบวนการทอและไม่ทอ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และอยู่รอบตัวมนุษย์ เมื่อนาโนเทคโนโลยีมารวมกับสิ่งทอทำให้เกิดผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติพิเศษมากขึ้น อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้รวมถึงความคงทนต่อสภาพการใช้งานยิ่งขึ้น และในอนาคตจะมีการนำนาโนเทคโนโลยีมาใช้อย่างแพร่หลาย จะพบได้จากนโยบาย แผนการพัฒนา และแผนยุทธศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของนาโนเทคโนโลยี จึงได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง นาโนเทคโนโลยี ความปลอดภัย การนำไปใช้ นโยบาย แผนพัฒนา แผนยุทธศาสตร์ต่าง ๆ ใช้ SWOT และ 7S วิเคราะห์องค์กร เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์แนวทางต่อไป

บทที่ ๓

การวิเคราะห์การพัฒนานาโนเทคโนโลยี

ด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ

การวิเคราะห์การพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศนั้น ที่ผ่านมากองทัพอากาศเองยังขาดความรู้ความเข้าใจ และประสบการณ์ด้านนาโนเทคโนโลยี รวมไปถึงยังไม่มีข้อสรุปหรือแนวทางที่ชัดเจนในการปฏิบัติ ตลอดจนหน่วยงานในกองทัพอากาศ ที่ทำหน้าที่ควบคุมกำกับดูแล การจัดการด้านนาโนเทคโนโลยีอย่างชัดเจน ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์การใช้งานนาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ (ด้านองค์กร) เพื่อให้ทราบจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และภัยคุกคามของการใช้งานนาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ ซึ่งหลังจากใช้กระบวนการวิเคราะห์ดังกล่าวแล้ว การพัฒนาองค์กร (กองทัพอากาศ) เพื่อปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับเป้าประสงค์ ภารกิจ พันธกิจ ตามประเด็นยุทธศาสตร์ของกองทัพอากาศที่ได้ตั้งไว้ ก็เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการวิเคราะห์การพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ ทั้งนี้การดำเนินการวิเคราะห์ ยังใช้การศึกษา กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔ สภาพการใช้งานนาโนเทคโนโลยีของกระทรวงกลาโหมและเหล่าทัพต่าง ๆ รวมไปถึงแนวความคิดของผู้ทรงคุณวุฒิ และผลงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีของหน่วยงานต่าง ๆ มาใช้ในการวิเคราะห์อีกด้วย เพื่อให้กระบวนการวิเคราะห์ดังกล่าวฯ สังเคราะห์มาเป็นแนวความคิดในการจัดทำแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ จากนั้นจะนำแนวทางที่สังเคราะห์ดังกล่าวฯ เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งทอพิจารณาเพื่อยืนยันผลการศึกษาระวิเคราะห์แล้วสรุปเป็นแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอ เช่น เส้นใยที่ใช้ในการตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ ด้วยนาโนเทคโนโลยี สำหรับงานพิเศษและยุทธภัณฑ์ของกองทัพอากาศต่อไป

แผนภาพที่ ๓ - ๑ แผนผังการวิเคราะห์การพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของ กองทัพอากาศ



สภาพปัจจุบันการใช้งานนาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ

ปัจจุบันกองทัพอากาศมุ่งที่จะพัฒนาความสามารถด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อยกระดับขีดความสามารถในการป้องกันของประเทศตามยุทธศาสตร์กองทัพอากาศ ๒๐ ปี (พ.ศ.๒๕๖๐ - ๒๕๗๙) ในการพัฒนาสู่ “กองทัพอากาศชั้นนำในภูมิภาค” (One of the Best Air Forces in ASEAN) ผ่านประเด็นยุทธศาสตร์ที่ ๒ เสริมสร้างสมรรถนะและความพร้อมในการป้องกันประเทศ สนับสนุนให้มีการสร้างนวัตกรรมกำลังทางอากาศให้สามารถสนับสนุนการปฏิบัติการหลักของกองทัพอากาศ (Core Functions) ตามแนวทางการปฏิบัติ ดังนี้

๑. ปรับระบบงานวิจัยและพัฒนาของกองทัพอากาศ เพื่อให้สามารถใช้ศักยภาพของกองทัพในทุกด้านอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การสร้างโอกาสให้บุคลากรที่มีขีดความสามารถได้ทำงานวิจัยอย่างเต็มความสามารถ การใช้โครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และการใช้องค์ความรู้ของกองทัพอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ

๒. วิจัยและพัฒนา เพื่อการสร้างนวัตกรรมและสนับสนุนการปฏิบัติการหลักของกองทัพอากาศ (Core Functions) เป็นหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติการ หรือการลดค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการ ทั้งนี้ผลงานวิจัยต้องสามารถขยายผลไปสู่การปฏิบัติได้จริง โดยส่งเสริมการวิจัยแบบมุ่งเน้นผลสัมฤทธิ์

๓. รวบรวม พัฒนา และสร้างองค์ความรู้เพื่อสนับสนุนความเป็นเลิศของกำลังทางอากาศ

๔. สร้างความร่วมมือด้านการวิจัยและพัฒนา ร่วมกับเหล่าทัพอื่น ๆ สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ (องค์การมหาชน) รวมถึงสถาบันการศึกษาและสถาบันวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ตลอดจนหน่วยงานอื่นๆ ที่มีศักยภาพ เพื่อสนับสนุนความเป็นเลิศของกำลังทางอากาศและอุตสาหกรรมป้องกันประเทศในภาพรวม

นอกจากนี้สภาพปัจจุบันการใช้งานนาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ ได้มีการดำเนินงานภายใต้กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีฯ ที่จัดทำขึ้นโดยมีแนวทางที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑๑ (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔) นโยบายและแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔ นโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยแห่งชาติ ฉบับที่ ๘ (พ.ศ.๒๕๕๕ - ๒๕๕๙) และกรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย พ.ศ.๒๕๕๕ - ๒๕๖๔ ทั้งนี้ ได้คำนึงถึงบทบาทของนาโนเทคโนโลยีในการรับมือกับประเด็นหลักๆคือ ความเปลี่ยนแปลงด้านประชากรและสังคม (กำลังพลกองทัพอากาศ) พลังงานและสิ่งแวดล้อม ภูมิภาควิวัฒน์ (ประชาคมอาเซียนในมุมมองระดับภูมิภาค) และพลวัตของ

ภาคอุตสาหกรรมด้านสิ่งทอ ด้วยเหตุนี้ในการจัดทำกรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศเพื่อให้สอดคล้องกับกรอบนโยบายต่าง ๆ ดังกล่าวฯ จึงคำนึงถึงปัจจัยดังต่อไปนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางหลักในการเก็บข้อมูลและดำเนินการวิจัยตามหัวข้อเอกสารวิจัยฉบับนี้

๑. ใช้ความต้องการเป็นตัวตั้ง สอดคล้องกับแนวโน้มความต้องการ ทิศทางและเป้าหมายการพัฒนาของกองทัพอากาศและของประเทศ

๒. ใช้ประโยชน์จากความรู้และวิทยาการด้านนาโนเทคโนโลยีในการสร้างความเข้มแข็งสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน และพึ่งพาตนเองในสาขาที่กองทัพอากาศมีศักยภาพและ/หรือมีความจำเป็นสูง

๓. สนับสนุนให้เอกชนลงทุนวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยี และสร้างความรู้ความเข้าใจการใช้งานด้านนาโนเทคโนโลยีแก่บุคลากรของกองทัพอากาศ รวมถึงการมีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่เพิ่มขึ้นโดยคำนึงถึงเป้าหมายที่ได้ตามกรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีฯ ซึ่งมีเป้าหมายดังต่อไปนี้

๓.๑ ยกระดับคุณภาพชีวิตของกำลังพลกองทัพอากาศด้วยนาโนเทคโนโลยี โดยการพัฒนาวัสดุ ผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์-สิ่งทอ ด้วยนาโนเทคโนโลยี

๓.๒ เพิ่มขีดความสามารถของภาคอุตสาหกรรมการผลิตสิ่งทอที่ตอบสนองตรงความต้องการของกองทัพอากาศมากขึ้นด้วยนาโนเทคโนโลยี

๓.๓ กองทัพอากาศเป็นผู้นำด้านการศึกษาและการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยี

๓.๔ กำหนดยุทธศาสตร์สำคัญในการพัฒนาปัจจัยเอื้อหนุน (Enabling factors) ได้แก่

๓.๔.๑ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน (องค์กร) ของกองทัพอากาศที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยี

๓.๔.๒ การวิจัยและพัฒนา ยกตัวอย่างเช่น กรมพลธิการทหารอากาศได้วิจัยพัฒนาผ้าสีขาวด้วยนาโนฟลูออโรคาร์บอนที่สามารถสะท้อนน้ำ ลดการเปื้อนสิ่งสกปรกหรือการใช้เทคนิคไมโครแคปซูล และซิงค์ออกไซด์นาโนพัฒนาถุงเท้าที่ใช้สำหรับทหารกองประจำการ และข้าราชการของกองทัพอากาศ ซึ่งมีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย และมีกลิ่นหอม

๓.๔.๓ ทรัพยากรมนุษย์ (กำลังพลกองทัพอากาศ)

๓.๔.๔ การบริหารจัดการระบบการตรวจสอบคุณภาพ มาตรฐานความปลอดภัย และจริยธรรม

๓.๔.๕ การถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีของกองทัพอากาศ เพื่อพัฒนาไปสู่การนำไปใช้ประโยชน์ของเหล่าทัพต่างๆยกตัวอย่างเช่น เทคโนโลยีสิ่งทอนาโน (Multifunctional nanotextiles) มุ่งพัฒนาเครื่องแบบทหาร ให้มีประสิทธิภาพในการสะท้อนน้ำ

ป้องกันการตรวจจับด้วยกล้องส่องกลางคืนอินฟราเรด ป้องกันไฟลुकลาม ป้องกันยุงและแมลง ยับยั้งเชื้อโรค การพรางตัว ระบายความร้อนได้ดีหรือมีความสามารถรับรู้สัญญาณอันตราย เช่น สารเคมี และสารชีวภาพ และป้องกันแก้ไขปัญหาเบื้องต้น ตลอดจนการพัฒนาร่องเท้าทหารที่ทนต่อสภาพการใช้งานทุรกันดาร มีน้ำหนักเบา ป้องกันเชื้อรา ทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานในพื้นที่การรบได้อย่างสูงสุด

การวินิจฉัยองค์การในการใช้นาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ

การวินิจฉัยองค์การในการใช้นาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศเป็นกระบวนการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับองค์กร เพื่อทำความเข้าใจสภาพของกองทัพอากาศในปัจจุบันว่ามีความแตกต่างจากสภาพองค์กรที่ต้องการจะเป็นอย่างไร ที่จำเป็นต้องใช้ในงานด้านนาโนเทคโนโลยีซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการพัฒนาองค์การ เนื่องจากการพัฒนาองค์การในงานด้านนาโนเทคโนโลยีเป็นการลงทุนอย่างหนึ่งขององค์การที่ทำให้สิ้นเปลืองทั้งงบประมาณและเวลาราชการไปกับการดำเนินกิจกรรม หรือโครงการต่างๆ ซึ่งหากผู้บริหารองค์การไม่ทราบว่ามีปัญหาที่แท้จริงขององค์การนั้น คือเรื่องใด อะไร เป็นสาเหตุของปัญหาการวางแผนการพัฒนานาโนเทคโนโลยี การพัฒนาองค์การอาจไม่สามารถนำมาซึ่งความสำเร็จ หรือพัฒนาองค์การได้ตามแผนซึ่งการวินิจฉัยองค์การจะใช้เครื่องมือในการวินิจฉัยองค์การ (Organization Diagnosis Tool) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์จุดอ่อน จุดแข็ง ขององค์การ ผู้วิจัยได้ใช้ SWAT Analysis ที่เป็นเครื่องมือที่สำคัญและได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย

แนวทางการวิเคราะห์ จุดอ่อน จุดแข็ง (SWOT Analysis)

แนวทางการวิเคราะห์จุดอ่อน จุดแข็ง ที่มีคุณภาพจะต้องมองเป็นภาพรวมของทั้งองค์การ โดยมีการรวบรวมข้อมูลและจัดเตรียมข้อมูลเพื่อสนับสนุนประเด็นในการวิเคราะห์องค์การว่าเป็น จุดอ่อน จุดแข็ง โอกาส หรือ อุปสรรคขององค์การ โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น ๒ ประเด็น ได้แก่ การวิเคราะห์ภายนอกจะใช้หลักการวิเคราะห์ที่เรียกว่า C-PEST ส่วนการวิเคราะห์ภายในจะใช้กรอบแนวคิด 7S (McKinsey 7S Framework) ประกอบการวิเคราะห์เพื่อให้ครอบคลุมทุกเรื่องที่ควรพิจารณาในการจัดทำแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ เช่น เส้นใยนาโน การตกแต่งสำเร็จด้วยนาโนเทคโนโลยี

การวิเคราะห์ จุดอ่อน จุดแข็ง (SWOT Analysis) การพัฒนานาโนเทคโนโลยีสิ่งทอของกองทัพอากาศ

ตารางที่ ๓ - ๑ วิเคราะห์ปัจจัยภายในด้วยกรอบแนวคิด 7S (McKinsey 7S Framework)

ปัจจัยภายใน	จุดแข็ง	จุดอ่อน
ยุทธศาสตร์ กองทัพอากาศ (Strategy)	มีการวางกรอบนโยบายที่ชัดเจน สามารถวางกลยุทธ์ไปสู่การปฏิบัติได้	ไม่มีการกำหนดวิสัยทัศน์ ยุทธศาสตร์และเป้าหมายที่ ชัดเจน ในการพัฒนานาโน เทคโนโลยีสิ่งทอของ กองทัพอากาศ
โครงสร้าง กองทัพอากาศ (Structure)	๑. มีโครงสร้างและสายการบังคับ บัญชาที่ชัดเจน ๒. มีกฎหมาย ระเบียบ กำหนดหน้าที่ ชัดเจน	การมีกฎระเบียบและข้อบังคับ ต่างๆ ทำให้การดำเนินงาน (งานวิจัย)ไม่สามารถยืดหยุ่นได้
ระบบของ กองทัพอากาศ (System)	๑. มีระเบียบหลักเกณฑ์ในการ ปฏิบัติงานที่ชัดเจน ๒. มีระบบ IT มาใช้ในการปฏิบัติงาน ติดต่อสื่อสาร	๑. ยากต่อการปรับปรุงพัฒนา และปรับเปลี่ยน ๒. ความเคยชินกับระบบ ปฏิบัติงานแบบเดิมๆไม่แสวงหา การเรียนรู้ในระบบใหม่ ๆ
ทักษะของบุคลากร (Skill)	บุคลากรมีความเก่งและความสามารถ ในการเตรียมพร้อมเพื่อที่จะเรียนรู้ ด้านนาโนเทคโนโลยี	บุคลากรมีความรู้และ ประสบการณ์และความชำนาญ ด้านสิ่งทอและ นาโนเทคโนโลยีน้อยถึงน้อยมาก
คุณค่าร่วมใน กองทัพอากาศ (Share Values)	บุคลากรมีความรักและความผูกพัน ในหน่วยงาน	ความผูกพันที่มีต่อหน่วยงาน ทำให้เกิดอุปสรรคที่จะเรียนรู้ นวัตกรรมใหม่ ๆ
บุคลากร (Staff)	บุคลากรมีระเบียบวินัย และ ความรับผิดชอบ ทุมเทในงาน	บุคลากรมีความรู้และ ประสบการณ์และความชำนาญ ด้านสิ่งทอและนาโนเทคโนโลยี น้อยถึงน้อยมาก
รูปแบบการนำ กองทัพอากาศ (Style)	มีการกระจายอำนาจจากผู้บริหาร ระดับสูง	ผู้ปฏิบัติงานเข้าถึงเป้าประสงค์ ภารกิจ พันธกิจ ได้ค่อนข้างยาก

กล่าวโดยสรุป การวิเคราะห์ จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และภัยคุกคาม การใช้งานนาโน
เทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ

จุดแข็ง

๑. กองทัพอากาศได้กำหนดประเด็นยุทธศาสตร์ และแนวทางการปฏิบัติ สนับสนุนงานวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยี โดยมี ศวอ.ทอ. เป็นหน่วยงานหลักในการขับเคลื่อนและผลักดันให้เกิดกิจกรรมงานวิจัยและพัฒนาต่าง ๆ

๒. มีการดำเนินงานและประสานงานระหว่างองค์กร และสถาบันการศึกษาต่างๆ และมีความร่วมมือกันอย่างดี

๓. มีเครื่องมือที่สามารถช่วยตรวจสอบ วิจัย ด้านนาโนเทคโนโลยี ในระดับหนึ่ง แม้จะยังไม่เพียงพอกับความต้องการ

จุดอ่อน

๑. การพัฒนานาโนเทคโนโลยีสิ่งทอของกองทัพอากาศไม่มีการกำหนดยุทธศาสตร์และเป้าหมายที่ชัดเจน

๒. บุคลากรมีความรู้และประสบการณ์และความชำนาญด้านสิ่งทอและนาโนเทคโนโลยี ยังมีน้อย

๓. ยังไม่พบหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านนาโนเทคโนโลยีโดยตรง ในการจัดการด้านความรู้ และรักษามาตรฐานด้านความปลอดภัย

ตารางที่ ๓ - ๒ วิเคราะห์ปัจจัยภายนอกด้วยหลัก C-PEST

ปัจจัยภายใน	โอกาส	อุปสรรค
ลูกค้า หรือผู้รับบริการ (Customer)	ข้าราชการกองทัพอากาศ มีความต้องการในการใช้ เครื่องแบบที่ตัดเย็บด้วยสิ่งทอที่ ตกแต่งด้วยนาโนเทคโนโลยี มากขึ้น	
สถานการณ์ทางการเมือง (Political)	กฎหมาย นโยบาย และ ยุทธศาสตร์ ของกองทัพ และระดับประเทศ ให้ความสำคัญกับนาโนเทคโนโลยี	ยังไม่ได้รับการสนับสนุน เรื่องการพัฒนานาโน เทคโนโลยีเท่าที่ควร (ข้อจำกัด ด้านงบประมาณ, องค์กรความรู้, กำลังพล ฯลฯ)

ตารางที่ ๓ – ๒ วิเคราะห์ปัจจัยภายนอกด้วยหลัก C-PEST (ต่อ)

ปัจจัยภายใน	โอกาส	อุปสรรค
สภาพเศรษฐกิจ/สภาพแวดล้อม (Economic/Environment)	ผลผลิตทางด้านนาโนเทคโนโลยี สามารถเพิ่มมูลค่าในทุกๆ ด้าน	ข้อจำกัดด้านงบประมาณ
สภาพสังคม (Social)	ข้าราชการกองทัพอากาศ มีการ ดำรงชีวิตและความเป็นอยู่ที่ เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น	การไม่ยอมรับในนวัตกรรม ใหม่ ๆ ที่เปลี่ยนแปลง (นาโนเทคโนโลยี)
เทคโนโลยี (Technology)	มีเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับนาโน เทคโนโลยีใหม่ ๆ เกิดขึ้นเสมอ	การก้าวไม่ทันกับเทคโนโลยี ใหม่ๆที่เกิดขึ้น

กระบวนการการจัดทำแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอ ของกองทัพอากาศ

แนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ การพิจารณาถึงทิศทางของกองทัพอากาศ ได้แก่ วิสัยทัศน์ที่ต้องการบรรลุ ประเด็นยุทธศาสตร์ของกองทัพอากาศ และเป้าประสงค์ภายใต้แต่ละประเด็นยุทธศาสตร์ของกองทัพอากาศให้เป็นไปตามกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย พ.ศ.๒๕๕๕ - พ.ศ.๒๕๖๔ จัดทำโดยสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ ร่วมกับ ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

วิสัยทัศน์ของกองทัพอากาศ

การกำหนดวิสัยทัศน์ต้องมีความชัดเจน ความท้าทาย และความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติ ตลอดจนระบุกรอบระยะเวลาในการพัฒนาที่ชัดเจน และสามารถประเมินผลได้ โดยยุทธศาสตร์กองทัพอากาศ ๒๐ ปี (พ.ศ.๒๕๖๐ - ๒๕๗๙) ยังคงดำรงความมุ่งหมายในการพัฒนาสู่ “กองทัพอากาศชั้นนำในภูมิภาค” (One of the Best Air Forces in ASEAN) กองทัพอากาศชั้นนำในภูมิภาค หมายถึง กองทัพอากาศที่มีขีดความสามารถในการปฏิบัติการกิจที่ได้รับมอบหมายอย่างมีประสิทธิภาพ มีขีดความสามารถที่เพียงพอในทุกมิติ มีการพัฒนาเท่าทันการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมด้านความมั่นคง เทคโนโลยี และภัยคุกคามทั้งในปัจจุบันและที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ตลอดจนเป็นกองทัพอากาศที่มีขีดความสามารถระดับ ๑ ใน ๓ ของภูมิภาคอาเซียน

ประเด็นยุทธศาสตร์ของกองทัพอากาศที่เกี่ยวข้องของการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของกองทัพอากาศ

ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ ๒ เสริมสร้างสมรรถนะและความพร้อมในการป้องกันประเทศ

กลยุทธ์ที่ ๒.๑๕ วิจัยและพัฒนานวัตกรรมกำลังทางอากาศ

วัตถุประสงค์เพื่อสร้างนวัตกรรมกำลังทางอากาศให้สามารถสนับสนุนการปฏิบัติการหลักของกองทัพอากาศ (Core Functions)

ตัวชี้วัด

๑. ร้อยละของผลงานวิจัยและพัฒนาการทหารของกองทัพอากาศที่ปิดโครงการอย่างมีคุณภาพและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

๒. ร้อยละของผลงานวิจัยและพัฒนาการทหารของกองทัพอากาศ ที่ผ่านการรับรองมาตรฐานยุโรปกรณี สามารถนำสู่สายการผลิตเพื่อใช้งาน

๓. ร้อยละของจำนวนโครงการวิจัยและพัฒนาการทหารของกองทัพอากาศที่ร่วมมือกับหน่วยงาน และ/หรือ สถาบันการศึกษา ทั้งภาครัฐและเอกชน

กลยุทธ์ย่อย

๒.๑๕.๑ ปรับระบบงานวิจัยและพัฒนาของกองทัพอากาศ เพื่อให้สามารถใช้ศักยภาพของกองทัพในทุกด้านอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การสร้างโอกาสให้บุคลากรที่มีขีดความสามารถได้ทำงานวิจัยอย่างเต็มความสามารถ การใช้โครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และการใช้องค์ความรู้ของกองทัพอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ

๒.๑๕.๒ วิจัยและพัฒนา เพื่อการสร้างนวัตกรรมและสนับสนุนการปฏิบัติการหลักของกองทัพอากาศ (Core Functions) เป็นหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติการ หรือการลดค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการ ทั้งนี้ผลงานวิจัยต้องสามารถขยายผลไปสู่การปฏิบัติได้จริง โดยส่งเสริมการวิจัยแบบมุ่งเน้นผลสัมฤทธิ์

๒.๑๕.๓ รวบรวม พัฒนา และสร้างองค์ความรู้เพื่อสนับสนุนความเป็นเลิศของกำลังทางอากาศ

๒.๑๕.๔ สร้างความร่วมมือด้านการวิจัยและพัฒนา ร่วมกับเหล่าทัพอื่น ๆ สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ (องค์การมหาชน) รวมถึงสถาบันการศึกษาและสถาบันวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ตลอดจนหน่วยงานอื่น ๆ ที่มีศักยภาพ เพื่อสนับสนุนความเป็นเลิศของกำลังทางอากาศและอุตสาหกรรมป้องกันประเทศในภาพรวม

แนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของกองทัพอากาศ มีองค์ประกอบที่สำคัญคือการพิจารณาถึงทิศทางของหน่วยงาน ได้แก่ วิสัยทัศน์ที่กองทัพอากาศต้องการบรรลุ ประเด็นยุทธศาสตร์ และเป้าประสงค์ภายใต้ประเด็นยุทธศาสตร์ของกองทัพ ดังนั้นการกำหนดแนวทาง

การพัฒนา จึงมีความเชื่อมโยงกับการจัดทำ วิสัยทัศน์ ประเด็นยุทธศาสตร์และเป้าประสงค์ของ กองทัพอากาศเป็นสำคัญ

แผนภาพที่ ๓ - ๒ องค์ประกอบแนวทางการพัฒนานาเทคโนโลยีของกองทัพอากาศ



การยืนยันวิสัยทัศน์ (Vision) เป็นการยืนยันทิศทางการพัฒนาที่หน่วยงานต้องการจะเป็นในอนาคตภายในห้วงระยะเวลาที่กำหนด โดยระบุเป็นข้อความที่สะท้อนถึงความมุ่งมั่นเกี่ยวกับ ทิศทางและจุดยืนที่ต้องการผลักดันให้เกิดขึ้น เป็นจุดหมายปลายทางร่วมกันของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ภายในหน่วยงาน

การมีวิสัยทัศน์ร่วมกันของทุกฝ่ายในหน่วยงาน จะช่วยให้ทิศทางที่ชัดเจนว่าหน่วยงาน จะมีกลยุทธ์การพัฒนาร่วมกันไปในทิศทางใด การมีกระบวนการยืนยันวิสัยทัศน์ของหน่วยงาน จะช่วยให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันระหว่างผู้บริหารจนกระทั่งบุคคลากรทุกระดับที่เกี่ยวข้อง

วิสัยทัศน์ “การพัฒนานาเทคโนโลยีของกองทัพอากาศ”

“เป็นแหล่งสร้างสรรค์และนำองค์ความรู้ด้านนาเทคโนโลยีสนับสนุนความเป็นเลิศของ กำลังทางอากาศ”

ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ ๑ : พัฒนาความรู้และการจัดการด้านสิ่งทอนาโน เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งทอทางทหาร

ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ ๒ : สร้างและบริหารจัดการองค์ความรู้ด้านความปลอดภัย สิ่งทอนาโนทางทหาร

ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ ๓ : เป็นศูนย์กลางในการวิจัยและตรวจทดลองสิ่งทอนาโนทางทหาร

ในประเด็นยุทธศาสตร์จะมีการกำหนดเป้าประสงค์ จากคำถามแต่ละประเด็นของยุทธศาสตร์ตามมิติทั้ง ๔ ด้าน ของกรอบการประเมินผลการพัฒนาการปฏิบัติราชการ ได้แก่ มิติด้านประสิทธิผล (Finance Perspective: F) มิติด้านคุณภาพการให้บริการ (Customer Perspective: C) มิติด้านประสิทธิภาพการปฏิบัติราชการ (Internal Work Process Perspective: I) และ มิติด้านการพัฒนาองค์การมิติด้านการพัฒนาองค์การ

ตารางที่ ๓ - ๓ กรอบการประเมินผลการพัฒนาการปฏิบัติราชการ

กรอบการประเมินผลการพัฒนาการปฏิบัติราชการ	ประเด็นคำถามเพื่อช่วยในการกำหนดเป้าประสงค์
มิติด้านประสิทธิผล (Finance Perspective : F)	ประสิทธิผลหรือผลลัพธ์ที่สำคัญจากประเด็นยุทธศาสตร์นั้นคืออะไร อะไรเป็นเครื่องบ่งชี้ที่สำคัญว่าประเด็นยุทธศาสตร์นั้นประสบความสำเร็จ
มิติด้านคุณภาพการให้บริการ (Customer Perspective : C)	อะไรคือสิ่งที่ผู้รับบริการของยุทธศาสตร์นั้นต้องการ และจะทราบได้อย่างไรว่าสามารถนำเสนอในสิ่งที่ผู้รับบริการต้องการ
มิติด้านประสิทธิภาพการปฏิบัติราชการ (Internal Work Process Perspective : I)	ในการที่จะนำเสนอในสิ่งที่ผู้รับบริการต้องการ และ/หรือ การก่อให้เกิดประสิทธิผล องค์การต้องการทรัพยากรอะไรบ้าง (นอกเหนือจากบุคลากร) รวมถึงต้องมีกระบวนการ หรือ กิจกรรมใดบ้างเพื่อนำไปสู่สิ่งที่ผู้รับบริการต้องการหรือเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิผล
มิติด้านการพัฒนาองค์การ (Learning and Growth Perspective : L)	จะต้องมีการพัฒนาองค์การในด้านใดบ้าง เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมขององค์การในการดำเนินงานตามยุทธศาสตร์

๑. ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ ๑ : พัฒนาความรู้และการจัดการด้านนาโนเทคโนโลยี เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งทอทางทหาร

๑.๑ มิติด้านประสิทธิผล: ประสิทธิผลหรือผลลัพธ์ที่สำคัญจากประเด็นยุทธศาสตร์คืออะไร

แบบที่เรีย
ผู้ใช้งาน

- สิ่งทอทางทหารมีคุณสมบัติดีขึ้น เช่น การป้องกันสิ่งสกปรก การป้องกัน
- ผลิตภัณฑ์สิ่งทอมีคุณสมบัติใหม่ ๆ เพิ่มมากขึ้น ตรงตามความต้องการของ

- เกิดนวัตกรรมใหม่
- สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับอุตสาหกรรมสิ่งทอไทย

๑.๒ มิติด้านคุณภาพการให้บริการ: อะไรคือสิ่งที่ผู้รับบริการของยุทธศาสตร์นั้นต้องการ และจะทราบได้อย่างไรว่า สามารถนำเสนอในสิ่งที่ผู้รับบริการต้องการ

ผู้รับบริการของประเด็นยุทธศาสตร์นี้ คือ

- ผู้ประกอบการ
- ข้าราชการทหารอากาศ

สิ่งที่ผู้รับบริการจะได้รับเพื่อให้บรรลุผลตามมิติด้านประสิทธิผลตามพันธกิจประกอบด้วย

- การถ่ายทอดความรู้ด้านนาโนสู่ผู้รับบริการ
- การให้บริการเครื่องมือตรวจทดลอง สำหรับผู้ประกอบการ
- การให้บริการด้านข้อมูล ข่าวสาร อย่างถูกต้อง

๑.๓ มิติด้านประสิทธิภาพการปฏิบัติราชการ: องค์กรต้องการทรัพยากรอะไรบ้าง (นอกเหนือจากบุคลากร) รวมถึงต้องมีกระบวนการ หรือกิจกรรมใดบ้างเพื่อนำไปสู่สิ่งที่ผู้รับบริการต้องการ หรือเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิผลต้องมีการพัฒนาความรู้ เพื่อสามารถนำไปถ่ายทอดกับกลุ่มเป้าหมาย และการส่งเสริมความร่วมมือในด้านนาโนเทคโนโลยี ระหว่างองค์กรภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยี จะมาเป็นปัจจัยหนุนให้เป้าประสงค์ในมิติด้านคุณภาพการให้บริการประสบความสำเร็จ

๑.๔ มิติด้านการพัฒนาองค์กร: จะต้องมีการพัฒนาองค์กรในด้านใดบ้าง เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมขององค์กรในการดำเนินงานตามยุทธศาสตร์

- จะต้องมีการพัฒนาระบบบริหารความรู้และบริหารระบบฐานข้อมูลด้านนาโนเทคโนโลยี
- จัดตั้งหน่วยงานเพื่อรับผิดชอบด้านนาโนเทคโนโลยีโดยตรง

๒. ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ ๒ : สร้างและบริหารจัดการองค์ความรู้ด้านความปลอดภัยสิ่งทอนาโนทางทหาร

๒.๑ มิติด้านประสิทธิผล: ประสิทธิผลหรือผลลัพธ์ที่สำคัญจากประเด็นยุทธศาสตร์คืออะไร

- สร้างและจัดการองค์ความรู้ด้านความปลอดภัยทางนาโนเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์นาโนที่เชื่อถือได้ว่าเป็นระบบและครบวงจร สามารถบูรณาการกลไกการเชื่อมโยงของข้อมูลและสารสนเทศด้านความปลอดภัยนาโนเทคโนโลยีจากหน่วยงานเครือข่ายที่เกี่ยวข้องในทุกภาคส่วน พร้อมนำเสนอเผยแพร่สู่สาธารณะ

มิติด้านคุณภาพการให้บริการ:อะไรคือสิ่งที่ผู้รับบริการของยุทธศาสตร์นั้นต้องการ และจะทราบได้อย่างไรว่าสามารถนำเสนอในสิ่งที่ผู้รับบริการต้องการ

ผู้รับบริการของประเด็นยุทธศาสตร์นี้คือ

- ผู้ประกอบการ
- ข้าราชการทหารอากาศ

สิ่งที่ผู้รับบริการจะได้รับเพื่อให้บรรลุผลตามมิติด้านประสิทธิผลตามพันธกิจประกอบด้วย

พัฒนาด้านมาตรการด้านความปลอดภัยทางนาโนเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์นาโนที่ครอบคลุมสภาพการทำงาน การใช้ การวิจัย การผลิต รวมทั้งผลกระทบต่อ สุขภาพ สิ่งแวดล้อม และความมั่นคงของประเทศ

๒.๒ มิติด้านประสิทธิภาพการปฏิบัติราชการ:องค์การต้องการทรัพยากรอะไรบ้าง (นอกเหนือจากบุคลากร) รวมถึงต้องมีกระบวนการ หรือกิจกรรมใดบ้างเพื่อนำไปสู่สิ่งที่ผู้รับบริการต้องการหรือเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิผล

- มีการประชาสัมพันธ์ข้อมูลด้านความปลอดภัยนาโนเทคโนโลยี
- มีกระบวนการในการจัดการความรู้ด้านความปลอดภัยที่สามารถบูรณาการกับ

ทุกภาคส่วน

๒.๓ มิติด้านการพัฒนาองค์การ: จะต้องมีการพัฒนาองค์การในด้านใดบ้าง เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมขององค์การในการดำเนินงานตามยุทธศาสตร์

- จัดตั้งหน่วยงานเพื่อรับผิดชอบด้านความปลอดภัยนาโนเทคโนโลยี

๓. ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ ๓ : เป็นศูนย์กลางในการวิจัยและพัฒนาสิ่งทอนาโนทางทหาร

๓.๑ มิติด้านประสิทธิผล: ประสิทธิผลหรือผลลัพธ์ที่สำคัญจากประเด็นยุทธศาสตร์คืออะไร

- มีหน่วยงานกลางที่รับผิดชอบโดยตรง
- มีบุคลากรที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญด้านนาโนเทคโนโลยีเฉพาะด้าน
- มีเครื่องมือ อุปกรณ์ ในด้านการวิจัยและตรวจทดลองนาโนเทคโนโลยี

โดยตรง

๓.๒ มิติด้านคุณภาพการให้บริการ: อะไรคือสิ่งที่ผู้รับบริการของยุทธศาสตร์นั้นต้องการ และจะทราบได้อย่างไรว่าสามารถนำเสนอในสิ่งที่ผู้รับบริการต้องการ

มีแหล่งข้อมูลส่วนกลางที่จะอำนวยความสะดวกในการให้บริการด้านข้อมูล ข่าวสาร งานวิจัย ด้านนาโนเทคโนโลยี

๓.๓ มิติด้านประสิทธิภาพการปฏิบัติราชการ: องค์การต้องการทรัพยากรอะไรบ้าง (นอกเหนือจากบุคลากร) รวมถึงต้องมีกระบวนการ หรือกิจกรรมใดบ้างเพื่อนำไปสู่สิ่งที่ผู้รับบริการต้องการหรือเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิผล

๓.๔ มิติด้านการพัฒนาองค์การ: จะต้องมีการพัฒนาองค์การในด้านใดบ้าง เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมขององค์การในการดำเนินงานตามยุทธศาสตร์

- การพัฒนาระบบบริหารความรู้ด้านนาโนเทคโนโลยีและความรู้ด้านความปลอดภัยนาโนเทคโนโลยี
- ระบบฐานข้อมูลด้านนาโนเทคโนโลยี

ขั้นตอนของกระบวนการพัฒนากองทัพอากาศเพื่อนำกลยุทธ์ไปสู่การปฏิบัติ

หลังจากที่ได้วางวิสัยทัศน์และกลยุทธ์ในการที่จะบรรลุวิสัยทัศน์ดังกล่าวแล้วก็จะมาถึงขั้นตอนของการนำกลยุทธ์ไปสู่การปฏิบัติซึ่งจะใช้การวางแผนปฏิบัติการ (Action Plan) โดยการแปลงกลยุทธ์ต่าง ๆ ที่จะนำไปบรรจุในแผนปฏิบัติการนั้นนอกจากจะต้องคำนึงถึง “สิ่งที่ยากจะทำ” ซึ่งอยู่ในแผนกลยุทธ์แล้วก็ต้องคำนึงถึง “สิ่งที่ต้องทำ” กับกองทัพอากาศ เพื่อให้กองทัพอากาศสามารถที่จะนำกลยุทธ์ด้านการพัฒนานาโนเทคโนโลยีไปปฏิบัติให้เกิดผลได้ด้วย

สำหรับ “สิ่งที่ต้องทำ” เพื่อเตรียมกองทัพอากาศให้พร้อมสำหรับการนำกลยุทธ์ (การพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ) ไปปฏิบัตินั้นก็ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

- การวิเคราะห์และปรับโครงสร้างของกองทัพอากาศ
- การวิเคราะห์และปรับปรุงระบบงาน
- การบรรจุกำลังพล
- การพัฒนาทรัพยากรบุคคลในกองทัพอากาศ
- การสร้างความตระหนัก ความสำคัญนาโนเทคโนโลยี

การวิเคราะห์และปรับโครงสร้างของกองทัพอากาศ

ในการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์นั้น หากมีกลยุทธ์ที่จะทำให้โครงสร้างเดิมของกองทัพอากาศไม่สามารถที่จะนำกลยุทธ์ไปปฏิบัติได้ก็จะต้องมีการปรับเปลี่ยนลักษณะการจัดโครงสร้างของกองทัพอากาศด้วย สำหรับกลยุทธ์ที่จะต้องทำให้มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างของกองทัพอากาศเพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศนั้นดังตารางที่ ๓ - ๔

ตารางที่ ๓ - ๔ การวิเคราะห์และปรับโครงสร้างของกองทัพอากาศ

กลยุทธ์	การปรับเปลี่ยนโครงสร้างกองทัพอากาศ
๑. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ต้องเปิดสายการผลิตใหม่	อาจจะต้องมีการจัดสายการผลิตขึ้นมาใหม่ ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของทัพอากาศ และปรับระบบงานในส่วนที่เกี่ยวข้อง เช่น การจัดซื้อ โกดัง (คลัง) การแจกและจำหน่าย และงานสนับสนุนเพื่อรองรับสายงานการผลิตใหม่
๒. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เกี่ยวเนื่องกับผลิตภัณฑ์เดิมหรือการแตกตัว (Diversification)	อาจจะต้องมีการตั้งหน่วยงานใหม่ ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของทัพอากาศขึ้นมาดำเนินการ หรือ จัดโครงสร้างกองทัพอากาศออกเป็นหน่วย ตามยุทธศาสตร์ (Strategic Business Unit)
๓. การปรับเปลี่ยนระบบงานเทคโนโลยีการผลิตหรือการปรับระบบงาน (business Process Reengineering)	อาจจะต้องมีการปรับเปลี่ยนการจัดโครงสร้างของกองทัพอากาศให้สอดคล้องกับกรรมวิธีการผลิต (ภายในหน่วยรับผิดชอบ คือ กรมพลธิการทหารอากาศ)
๔. การปรับเปลี่ยนกลยุทธ์โดยการเพิ่มหรือลดกลุ่มเป้าหมาย	อาจจะต้องมีการปรับโครงสร้างของกองทัพอากาศให้สอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมาย (ข้าราชการกองทัพอากาศ)
๕. การเปลี่ยนกลยุทธ์โดยการขยายหรือลดในเชิงภูมิศาสตร์	อาจต้องมีการปรับโครงสร้างโดยการจัดให้มีหน่วยเคลื่อนที่ (Mobile Unit)
๖. การร่วมทุน (Joint Venture)	อาจจะต้องมีการปรับโครงสร้างของกองทัพอากาศ เพื่อดำเนินกิจการ ที่เกิดจากการร่วมทุนเนื่องจากนโยบายการบริหารกำลังพล งบประมาณ และวัฒนธรรมองค์กร (กองทัพอากาศ) อาจแตกต่างไปจากเดิม (การร่วมมือกับเอกชน ในงานวิจัย)

ตารางที่ ๓ - ๔ การวิเคราะห์และปรับโครงสร้างของกองทัพอากาศ (ต่อ)

กลยุทธ์	การปรับเปลี่ยนโครงสร้างกองทัพอากาศ
๗. การใช้การจ้างเหมาแทน การดำเนินการเอง	อาจจะต้องมีการยุบโครงสร้างเดิมและให้กำลังพลออกจากงาน หรือไปปฏิบัติงานอื่นแทนงานที่ปฏิบัติอยู่เดิม
๘. การยุบเลิกกิจการ	ไม่มี

สิ่งสำคัญในการปรับโครงสร้างของกองทัพอากาศก็คือ การจัดแบ่งส่วนงานให้สอดคล้องกับภารกิจของหน่วยงานโดยให้มีความคล่องตัวในการนำกลยุทธ์ไปสู่การปฏิบัติเพื่อพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ ให้เกิดผลอย่างมีประสิทธิภาพ

การปรับปรุงระบบงาน

การปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศนั้น บางครั้งทำให้กองทัพอากาศจำเป็นต้องปรับระบบกระบวนการปฏิบัติงานเพื่อให้การปฏิบัติงานนั้น เป็นไปตามกลยุทธ์ดังกล่าวฯ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีการปรับกลยุทธ์นั้นๆ ทำให้ต้องมีการปรับโครงสร้างของกองทัพอากาศ ด้วย

ในการปรับระบบงานเพื่อให้สอดคล้องกับกลยุทธ์ในแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศนั้น มีแนวทางปรับระบบงาน

สำหรับเทคนิควิธีการปรับปรุงระบบงานนั้น ได้แก่

๑. การปรับปรุงงานแบบ Work Simplification ซึ่งหมายถึงการปรับปรุงงานโดยการวิเคราะห์แยกออกเป็นขั้นตอนย่อยๆ แล้วพิจารณา ตัด ยุบรวม หรือแก้ไขให้ระบบงานสั้นขึ้นใช้เวลาและทรัพยากรน้อยลง และ ง่าย สะดวกต่อการปฏิบัติมากขึ้น

๒. การรี้อปรับระบบงาน (Business Process Reengineering) ซึ่งเป็นรี้อระบบงานเดิมออกทั้งหมดในกระบวนการงานหนึ่งๆ แล้วออกแบบสร้างระบบงานใหม่ขึ้นมาแทนที่โดยพิจารณาถึงการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่มีอยู่ในปัจจุบันมาใช้เพื่อทำให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่างมาก เช่น การนำระบบอัตโนมัติ (Automation) มาใช้แทนคนในการผลิต หรืองาน

การปรับระบบงานโดยกิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) ซึ่งหมายถึงการสร้างวัฒนธรรมในกองทัพอากาศให้ผู้ปฏิบัติงานทุกคนมีส่วนร่วมในการคิดริเริ่มและดำเนินการปรับปรุงคุณภาพงานในส่วนต่างๆ ของกองทัพอากาศได้อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ

ตารางที่ ๓ - ๕ การวิเคราะห์และปรับปรุงระบบงาน

กลยุทธ์	การปรับระบบงาน
๑. กลยุทธ์แบบต่อเนื่อง Continuation Strategy	ระบบงานยังคงเดิมเป็นส่วนใหญ่ โดยอาจมีการปรับปรุงงานเล็กน้อย เพื่อพัฒนาคุณภาพและประสิทธิภาพของงาน
๒. กลยุทธ์แบบที่เปลี่ยนเป็นประจำ Routine Strategic Change	ระบบงานยังคงเดิมเป็นส่วนใหญ่ โดยมีการปรับปรุงงานเล็กน้อย เพื่อพัฒนาคุณภาพและประสิทธิภาพของงาน
๓. การเปลี่ยนกลยุทธ์ในวงจำกัด Limited Strategic Change	อาจต้องมีการปรับระบบงานครั้งใหญ่ เช่น ปรับเทคโนโลยีการผลิต สร้างสายการผลิตขึ้นมาใหม่ หรือ รื้อปรับระบบงานเดิมทั้งหมด
๔. การปรับเปลี่ยนกลยุทธ์อย่างรุนแรง Radical Strategic Change	มีการสร้างระบบงานใหม่ขึ้นมารองรับกลยุทธ์ โดยอาจคงระบบงานเดิมไว้บางส่วน หรืออาจรื้อทิ้งระบบงานเดิมทั้งหมด
๕. การปรับเปลี่ยนทิศทางขององค์กร (กองทัพอากาศ) Organizational Redirection	ระบบงานเดิมมักจะใช้การไม่ได้ จึงจำเป็นต้องออกแบบสร้างระบบงานใหม่

ตารางที่ ๓ - ๖ การปรับปรุงระบบงาน (การพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ)

กลยุทธ์	การปรับระบบงาน
๑. กลยุทธ์แบบต่อเนื่อง Continuation Strategy	ระบบงานยังคงเดิมเป็นส่วนใหญ่ อาจมีการปรับปรุงงานเล็กน้อย
๒. กลยุทธ์แบบที่เปลี่ยนเป็นประจำ Routine Strategic Change	ระบบงานยังคงเดิมเป็นส่วนใหญ่ โดยมีการปรับปรุงงานเล็กน้อย

ตารางที่ ๓ - ๖ การปรับปรุงระบบงาน (การพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของ กองทัพอากาศ) (ต่อ)

กลยุทธ์	การปรับระบบงาน
๓. การเปลี่ยนกลยุทธ์ในวงจำกัด Limited Strategic Change	อาจต้องมีการปรับระบบงานครั้งใหญ่ เช่น ปรับเทคโนโลยีการผลิต สร้างสายการผลิตขึ้นมาใหม่ที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยี
๔. การปรับเปลี่ยนกลยุทธ์อย่างรุนแรง Radical Strategic Change	มีการสร้างระบบงานใหม่ขึ้นมาใหม่เพื่อ รองรับกลยุทธ์ การพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของทัพอากาศ
๕. การปรับเปลี่ยนทิศทางขององค์กร (กองทัพอากาศ) Organizational Redirection	ระบบงานที่มีอยู่เดิมมักจะใช้การไม่ได้ จึงจำเป็นต้องออกแบบ สร้างระบบงานขึ้นมาใหม่ เพื่อรองรับกับระบบงานที่เกี่ยวข้อง ในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของทัพอากาศ

การบรรจุกำลังพล

เมื่อมีการปรับกลยุทธ์ตลอดจนโครงสร้างและระบบงานของกองทัพอากาศในแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศแล้วขั้นตอนต่อมาของการปรับเปลี่ยนก็ได้แก่ การปรับการจัดอัตรากำลังพล เพื่อจัดกำลังพลลงไปปฏิบัติงานให้เหมาะสมกับลักษณะงานที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งการปรับการจัดอัตรากำลังนี้อาจทำได้โดย

ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงกลยุทธ์ ในแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ ที่ไม่ส่งผลกระทบต่อให้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของกองทัพอากาศก็อาจใช้เพียงวิธีการปรับลักษณะการมอบหมายงาน (Reassignment) เพื่อจัดแบ่งงานที่เกิดขึ้นมาใหม่ หรืองานที่เปลี่ยนไปกับผู้ปฏิบัติงานที่มีอยู่เดิมเท่านั้น

การพัฒนาทรัพยากรบุคคล

ในการปรับกลยุทธ์ในแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศนั้น การพัฒนาทรัพยากรบุคคลถือเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่จะช่วยให้การนำกลยุทธ์ไปปฏิบัติประสบ

ผลสำเร็จ เพราะในการปรับกลยุทธ์นั้น มักทำให้คนในกองทัพอากาศต้องปรับเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจ ทักษะ และ ทักษะคติในการทำงาน เช่น การเปลี่ยนกลยุทธ์การดำเนินงานของทางราชการจากการลงมือจัดการบริการเอง มาเป็นการกำกับดูแลและส่งเสริมนั้น ก็จะต้องมีการปรับแนวคิด แนวการปฏิบัติงานของบุคลากรขนานใหญ่ เป็นต้น

การฝึกอบรมการให้การศึกษาและการพัฒนาคนด้วยวิธีการอื่นๆเช่นการมอบหมายงาน การหมุนเวียนงาน หรือการสอนงาน ฯลฯ จึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาคนในของกองทัพอากาศ ให้สามารถนำกลยุทธ์ในแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ ไปสู่การปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับแนวทางการพัฒนาบุคคลเพื่อนำกลยุทธ์ไปสู่การปฏิบัติ นั้น มีข้อพิจารณาที่สำคัญ ดังนี้

๑. ควรมีการวางแผนการพัฒนาบุคคลให้สอดคล้องกับกลยุทธ์ในแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ ระบบงานและการปรับอัตรากำลังที่เกิดขึ้นจากการปรับกลยุทธ์ดังกล่าวฯ ทั้งในแง่ของเนื้อหาและจังหวะเวลา

๒. กิจกรรมต่างๆ ในการพัฒนาบุคคลนั้นสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อสาร ตอกย้ำให้บุคลากรมีความเข้าใจในกลยุทธ์ในแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ

๓. ก่อนการแต่งตั้งโยกย้ายหรือบรรจุผู้ปฏิบัติงานในตำแหน่งงานใดก็ตามควรต้องแน่ใจว่าผู้ปฏิบัติงานคนนั้นได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ความสามารถเพียงพอสำหรับงานนั้นๆแล้ว

กิจกรรมการพัฒนาบุคคลจะส่งผลให้การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม การปฏิบัติงานก็ต่อเมื่อผู้บังคับบัญชาทราบจุดมุ่งหมายของกิจกรรมนั้นๆ และกำชับผู้ปฏิบัติงานที่จะเข้ารับการศึกษารหรือฝึกอบรมให้ตระหนักถึงความคาดหวังของผู้บังคับบัญชาที่มีต่อเขาในการเข้ารับการพัฒนารครั้งนี้ ผู้บังคับบัญชาให้ความสำคัญ และสนใจได้ถามถึงสิ่งที่ได้รับการฝึกอบรมมาผู้บังคับบัญชามอบหมายงานที่ผู้ผ่านการฝึกอบรมได้ใช้ความรู้และทักษะที่ได้เรียนรู้มาและคอยติดตามสนับสนุนด้านต่างๆ ให้สามารถนำความรู้ที่นำมาใช้ให้ได้ผลผู้บังคับบัญชาให้การเสริมแรงและกำลังใจเมื่อมีการนำความรู้ใหม่ๆ มาใช้ในงานเพื่อนำกลยุทธ์ในแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ ไปสู่การปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การสร้างความตระหนักความสำคัญนาโนเทคโนโลยี

ในการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์การดำเนินงาน ในแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศนั้น บางครั้งอาจต้องมีการสร้างความตระหนัก ความสำคัญนาโนเทคโนโลยี โดยใช้วิธีการหลายๆ อย่างประกอบกัน เช่น

ใช้การรณรงค์ประชาสัมพันธ์คำขวัญ วิสัยทัศน์ และกลยุทธ์ใหม่ๆในแนวทางการพัฒนา นานาเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ อย่างเข้มข้นและต่อเนื่อง

ใช้การประชุมชี้แจงจากการเปลี่ยนแปลงเรื่องต่างๆที่เกี่ยวข้องกับ แนวทางการพัฒนา นานาเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ เช่นโครงสร้างระบบงาน เป็นเวทีที่ใช้ชี้แจงและตอกย้ำ ถึงความจำเป็นในการที่ต้องปรับเปลี่ยนวัฒนธรรมการทำงานใหม่ที่จะเกิดขึ้นภายใต้กลยุทธ์ดังกล่าวฯ

ใช้การนำนวัตกรรมใหม่ เช่น เครื่องมือใหม่ การจัดโครงสร้างใหม่ ระบบงานใหม่ๆ เป็น เวทีที่ใช้ชี้แจงและตอกย้ำถึงความจำเป็นในการที่ต้องปรับเปลี่ยน เพื่อนำกลยุทธ์ในแนวทางการพัฒนา นานาเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ ไปสู่การปฏิบัติได้อย่างแท้จริง

ใช้การเปิดโอกาสให้กับบุคลากรมีส่วนร่วมในกระบวนการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในแนว ทางการพัฒนานานาเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ ในการปลูกฝังวัฒนธรรมใหม่ๆดังกล่าวฯ

ใช้การแต่งตั้งโยกย้าย การพิจารณาความดีความชอบในการแสดงให้คนใน กองทัพอากาศเห็นถึงรางวัล และการลงโทษ ในการยอมรับ หรือปฏิเสธสิ่งใหม่ๆที่เกิดขึ้น ตาม แนวทางการพัฒนานานาเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ

ปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อการปรับเปลี่ยนวัฒนธรรมการทำงานของคนใน กองทัพอากาศนั้น ได้แก่

สิ่งที่ผู้นำ, ผู้บังคับบัญชาให้ความสำคัญ และคอยติดตาม กำกับดูแลอยู่เสมอ และ พยายามให้การสนับสนุนกิจกรรมที่เป็นการให้วัฒนธรรมใหม่ที่สอดคล้องกับกลยุทธ์

ลักษณะการปฏิบัติงานและปฏิบัติตนของผู้นำ,ผู้บังคับบัญชาในสถานการณ์ต่างๆ ซึ่งควรจะต้องสอดคล้องกับกลยุทธ์และนโยบายที่ประกาศไว้

การปฏิบัติตนของผู้นำให้เป็นตัวอย่าง และการยกย่องบุคคลตัวอย่างใน กองทัพอากาศ

การที่ผู้นำ, ผู้บังคับบัญชา พยายามสื่อสารตอกย้ำเป็นหมาย เกณฑ์การติดตาม ผลงาน ตลอดจนความหมายและสำคัญจำเป็นของกลยุทธ์ใหม่และวัฒนธรรมการทำงานใหม่อย่าง สม่าเสมอ

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาความดีความชอบ การลงโทษ และการแต่งตั้งโยกย้าย

กลยุทธ์ในการพัฒนานานาเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ

ที่กล่าวมาเป็นการเสนอให้เห็นถึงส่วนสำคัญของกองทัพอากาศ ที่อาจจะต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้กองทัพอากาศสามารถนำกลยุทธ์การพัฒนานานาเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของ

กองทัพอากาศ ไปสู่การปฏิบัติได้สำเร็จ ซึ่งการปรับเปลี่ยนส่วนต่างๆ ดังกล่าวนั้นมีกลยุทธ์ในการปรับเปลี่ยนได้หลายกลยุทธ์ ซึ่งมีพอสรุปได้ดังนี้

๑. การปรับเปลี่ยนโดยการสั่งการ

การปรับเปลี่ยนด้วยวิธีนี้เป็นกรณีที่ผู้บังคับบัญชาสามารถใช้อำนาจสั่งการอย่างเป็นทางการให้มีการปรับเปลี่ยนในส่วนต่างๆ ที่จำเป็น ซึ่งโดยผู้ที่ปฏิบัติงานมีหน้าที่เพียงปฏิบัติตามคำสั่งเท่านั้น ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมเฉพาะในสถานการณ์ที่วิกฤติที่ทุกส่วนมีความสับสนวุ่นวายและในสถานการณ์ที่ทุกอย่างสงบเรียบร้อยราบรื่นอย่างมากโดยที่ทุกคนในระดับสายการบังคับบัญชาของกองทัพอากาศ พร้อมจะปฏิบัติตามทุกอย่างที่ผู้บังคับบัญชาต้องการ

๒. การปรับเปลี่ยนโดยการให้มีส่วนร่วมในวงจำกัด

การปรับเปลี่ยนด้วยวิธีนี้ใช้การเปิดโอกาสให้กำลังพลที่มีสำคัญโดยตำแหน่งหน้าที่หรือโดยการยอมรับอย่างไม่เป็นทางการเข้ามามีส่วนร่วมในการเป็นผู้นำ ,คณะกรรมการปฏิรูปของกองทัพอากาศในการปรับเปลี่ยนเพื่อพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ รวมไปถึง การใช้การบริหารโดยวัตถุประสงค์ (Management By Objectives หรือ MBO) ฯลฯ ซึ่งเป็นการระดมความคิดความร่วมมือจากหลายฝ่ายแต่อาจจะมีปัญหาเรื่องความล่าช้าและความเบี่ยงเบนจากเป้าหมายหรือกลยุทธ์ที่มีอยู่เดิมได้

๓. การปรับเปลี่ยนโดยการสร้างกระแสวัฒนธรรมใหม่

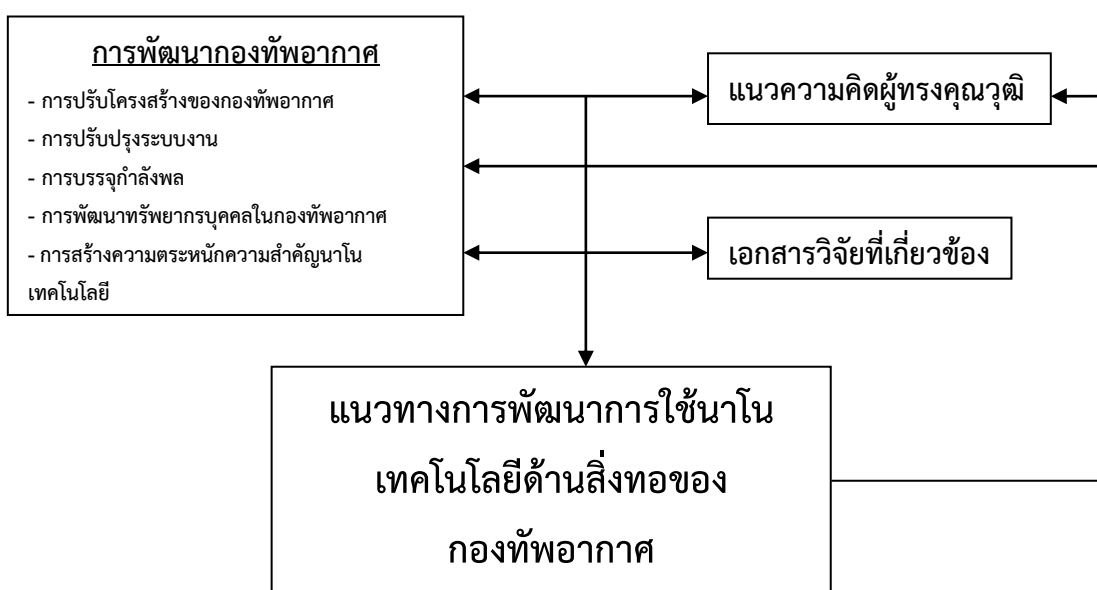
วิธีนี้ใช้การเปิดโอกาสให้ทุกๆ คนในกองทัพอากาศ สามารถริเริ่มให้มีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวางที่สุดเช่นการจัดให้มีระบบข้อเสนอแนะการจัดให้มีการจัดระบบงานกันเองในทีม (Autonomous Work Team) หรือการจัดให้มีระบบการจัดการคุณภาพโดยรวม (Total Quality Management) ฯลฯ ซึ่งวิธีการเหล่านี้ อาจช่วยให้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอซึ่งเป็นการทำให้กองทัพอากาศเรียนรู้และปรับตัวอยู่ตลอดเวลาแต่การเปลี่ยนแปลงนั้นอาจเป็นไปเพียงในวงจำกัดหากกองทัพอากาศไม่มีระบบการสื่อสารประชาสัมพันธ์ภายในที่ดีพอ และที่สำคัญก็คือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอาจไม่สอดคล้องกับกลยุทธ์ในแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศที่วางไว้

บทที่ ๔

แนวทางการใช้งานนาโนเทคโนโลยีของกองทัพอากาศ

แนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศนั้น ตามวิธีการดำเนินการวิจัย บทที่ ๓ ซึ่ง ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์การใช้งานนาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ (ด้านองค์กร) เพื่อให้ทราบจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และภัยคุกคามของการใช้งานนาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ และหลังจากใช้กระบวนการวิเคราะห์ดังกล่าวแล้ว การพัฒนาองค์กร (กองทัพอากาศ) เพื่อปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับเป้าประสงค์ ภารกิจ พันธกิจ ตามประเด็นยุทธศาสตร์ของกองทัพอากาศที่ได้ตั้งไว้ ก็เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการวิเคราะห์การพัฒนา นาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ ทั้งนี้การดำเนินการวิเคราะห์ ยังใช้การศึกษา กรอบนโยบาย การพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔ สภาพการใช้งาน นาโนเทคโนโลยีของกระทรวงกลาโหมและเหล่าทัพต่าง ๆ รวมไปถึงแนวความคิดของผู้ทรงคุณวุฒิ และผลงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีของหน่วยงานต่าง ๆ มาใช้ในการวิเคราะห์อีกด้วย เพื่อให้กระบวนการ วิเคราะห์ดังกล่าว สัมเคราะห์มาเป็นแนวความคิดในการจัดทำแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยี ด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ จากนั้นจะนำแนวทางที่สังเคราะห์ดังกล่าว เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งทอ พิจารณาเพื่อยืนยันผลการศึกษาก่อนแล้วสรุปเป็นแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้าน สิ่งทอของกองทัพอากาศดังนี้

แผนภาพที่ ๔ - ๑ แนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ



ขั้นตอนของกระบวนการพัฒนากองทัพอากาศเพื่อนำกลยุทธ์ไปสู่การปฏิบัติ

สำหรับ “สิ่งที่ต้องทำ” เพื่อเตรียมกองทัพอากาศให้พร้อมสำหรับการนำกลยุทธ์ (การพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ) ไปเป็นแนวทางเพื่อการปฏิบัติ ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดรูปธรรมได้นั้น ก็ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ หลังจากที่ได้วิเคราะห์ตามวิธีดำเนินการวิจัยในบทที่ ๓ ได้ดังนี้

- การปรับโครงสร้างของกองทัพอากาศ
- การปรับปรุงระบบงาน
- การบรรจุกำลังพล
- การพัฒนาทรัพยากรบุคคลในกองทัพอากาศ
- การสร้างความตระหนักความสำคัญนาโนเทคโนโลยี

การปรับโครงสร้างของกองทัพอากาศ

การปรับเปลี่ยนโครงสร้างของกองทัพอากาศเพื่อให้สามารถนำแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศมาใช้เป็นแนวทางเพื่อการปฏิบัติ ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดรูปธรรมได้นั้น ทำได้ดังนี้

ตารางที่ ๔ - ๑ การปรับโครงสร้างของกองทัพอากาศ (การพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ)

กลยุทธ์	การปรับเปลี่ยนโครงสร้างกองทัพอากาศ
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ต้องสายการผลิตใหม่	การจัดสายการผลิตขึ้นมาใหม่ ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของทัพอากาศ และปรับระบบงานในส่วนที่เกี่ยวข้อง เช่น การจัดซื้อ โกดัง(คลัง) การแจกและจำหน่าย และงานสนับสนุนเพื่อรองรับสายงานการผลิตใหม่
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์เดิมหรือการแตกตัว (Diversification)	การตั้งหน่วยงานใหม่ ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของทัพอากาศขึ้นมาดำเนินการ หรือจัดโครงสร้างกองทัพอากาศออกเป็นหน่วย ตามยุทธศาสตร์ (Strategic Business Unit)

ตารางที่ ๔ - ๑ การปรับโครงสร้างของกองทัพอากาศ (การพัฒนานาโนเทคโนโลยี
ด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ) (ต่อ)

กลยุทธ์	การปรับเปลี่ยนโครงสร้างกองทัพอากาศ
การปรับเปลี่ยนระบบงาน เทคโนโลยีการผลิตหรือการรีปรับ ระบบงาน (business Process Reengineering)	การปรับเปลี่ยนการจัดโครงสร้างของกองทัพอากาศให้ สอดคล้องกับกรรมวิธีการผลิต (ภายในหน่วยรับผิดชอบ คือ กรมพลาธิการทหารอากาศ)
การปรับเปลี่ยนกลยุทธ์โดยการ เพิ่มหรือลดกลุ่มเป้าหมาย	การปรับโครงสร้างของกองทัพอากาศ ให้สอดคล้องกับ กลุ่มเป้าหมาย (ข้าราชการกองทัพอากาศ)
การเปลี่ยนกลยุทธ์โดยการขยาย หรือลดในเชิงภูมิศาสตร์	การปรับโครงสร้างโดยการจัดให้มีหน่วยเคลื่อนที่ (Mobile Unit)
การร่วมทุน (Joint Venture)	การปรับโครงสร้างของกองทัพอากาศ เพื่อดำเนินกิจการ ที่ เกิดจากการร่วมทุนเนื่องจากนโยบายการบริหารกำลังพล งบประมาณ และวัฒนธรรมองค์กร (กองทัพอากาศ) อาจ แตกต่างกันไปจากเดิม (การร่วมมือกับเอกชน ในงานวิจัย)
การใช้การจ้างเหมาแทนการ ดำเนินการเอง	การยุบโครงสร้างเดิมและให้กำลังพลออกจากงาน หรือไป ปฏิบัติงานอื่นแทนงานที่ปฏิบัติอยู่เดิม
การยุบเลิกกิจการ	ไม่มี

สิ่งสำคัญในการปรับโครงสร้างของกองทัพอากาศก็คือ การจัดแบ่งส่วนงานให้สอดคล้อง
กับภารกิจของหน่วยงานโดยให้ความสำคัญคล่องตัวในการนำกลยุทธ์ไปสู่การปฏิบัติ เพื่อให้สามารถนำแนว
ทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศมาใช้เป็นแนวทางเพื่อการปฏิบัติ ซึ่ง
อาจจะก่อให้เกิดรูปธรรมขึ้นได้

การปรับปรุงระบบงาน

ในการปรับปรุงระบบงานเพื่อให้สามารถนำแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้าน
สิ่งทอของกองทัพอากาศมาใช้เป็นแนวทางเพื่อการปฏิบัติ ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดรูปธรรมได้นั้น มี
แนวทางปรับระบบงาน ดังนี้

ตารางที่ ๔ - ๒ การปรับปรุงระบบงาน (แนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ)

กลยุทธ์	การปรับระบบงาน
กลยุทธ์แบบต่อเนื่อง Continuation Strategy	ระบบงานยังคงเดิมเป็นส่วนใหญ่ อาจมีการปรับปรุงงานเล็กน้อย
กลยุทธ์แบบที่เปลี่ยนเป็นประจำ Routine Strategic Change	ระบบงานยังคงเดิมเป็นส่วนใหญ่ โดยมีการปรับปรุงงานเล็กน้อย
การเปลี่ยนกลยุทธ์ในวงจำกัด Limited Strategic Change	อาจต้องมีการปรับระบบงานครั้งใหญ่ เช่น ปรับเทคโนโลยีการผลิต สร้างสายการผลิตขึ้นมาใหม่ที่เกี่ยวของกับนาโนเทคโนโลยี
การปรับเปลี่ยนกลยุทธ์อย่างรุนแรง Radical Strategic Change	มีการสร้างระบบงานใหม่ขึ้นมาใหม่เพื่อ รองรับกลยุทธ์การพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของทัพอากาศ
การปรับเปลี่ยนทิศทางขององค์กร (กองทัพอากาศ) Organizational Redirection	ระบบงานที่มีอยู่เดิมมักจะไม่ใช้การไม่ได้ จึงจำเป็นต้องออกแบบสร้างระบบงานขึ้นมาใหม่ เพื่อรองรับกับระบบงานที่เกี่ยวข้องในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของทัพอากาศ

การบรรจุกำลังพล

เมื่อมีการปรับกลยุทธ์ตลอดจนโครงสร้างและระบบงานของกองทัพอากาศแล้ว แนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ ในขั้นตอนต่อมาของการปรับเปลี่ยนก็ได้แก่ การปรับการจัดอัตรากำลังพล เพื่อจัดกำลังพลลงไปปฏิบัติงานให้เหมาะสมกับการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของกองทัพอากาศ ซึ่งการปรับการจัดอัตรากำลังนี้ทำได้โดย

กรณีไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างและระบบงานของกองทัพอากาศ ใช้เพียงวิธีการปรับลักษณะการมอบหมายงาน (Reassignment) เพื่อจัดแบ่งงานที่เกิดขึ้นมาใหม่ หรืองานที่เปลี่ยนไปกับผู้ปฏิบัติงานที่มีอยู่เดิมเท่านั้น

กรณีส่งผลกระทบต่อโครงสร้างและระบบงานของกองทัพอากาศ ใช้วิธีการจัดตั้งระบบงานขึ้นมาใหม่เพื่อแบ่งงานที่เกิดขึ้นใหม่ หรืองานที่เปลี่ยนไป

การพัฒนาทรัพยากรบุคคล (กำลังพลกองทัพอากาศ)

แนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศนั้น การพัฒนาทรัพยากรบุคคลถือเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่จะช่วยให้เป็นแนวทางเพื่อการปฏิบัติ ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดรูปธรรมได้นั้น มีแนวทางการพัฒนาทรัพยากรบุคคล ดังนี้

๑. การฝึกอบรมการให้การศึกษาและการพัฒนาคนด้วยวิธี เร่งสร้างบุคลากร “ตัวคุณ”

บุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีเป็นกลจักรสำคัญที่จะช่วยเพิ่มขีดความสามารถของกองทัพอากาศในด้านต่างๆ กองทัพอากาศจึงจำเป็นต้องมีบุคลากรด้านนี้อย่างพอเพียงทั้งในเชิงปริมาณที่เป็นสัดส่วนต่อกำลังพล และในเชิงคุณภาพที่สามารถปฏิบัติงานในด้านนาโนเทคโนโลยีได้ หรือมีคุณสมบัติตรงตามความต้องการของอุตสาหกรรมในสาขาเฉพาะทาง (หรืออย่างน้อยมีความรู้ความสามารถเบื้องต้นที่สามารถนำมาฝึกพัฒนาเพิ่มเติมได้) การพัฒนาบุคลากร ซึ่งเป็นการเพิ่มทั้งปริมาณและคุณภาพจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งยวดที่ต้องมีการผลิตออกมาเพื่อให้ทันต่อความต้องการ โดยมีแนวทางดังนี้

๑.๑ ให้ทุนสนับสนุนการพัฒนาศักยภาพของนักวิจัยและอาจารย์ของกองทัพอากาศ

๑.๒ สนับสนุนให้เกิดการแลกเปลี่ยนนักวิจัยระหว่างองค์กรภายในกองทัพอากาศภายในประเทศและระหว่างประเทศ

๑.๓ สนับสนุนนักวิจัยไปเสนอผลงานในการประชุมวิชาการด้านนาโนเทคโนโลยีในระดับประเทศและนานาชาติ

๒. สนับสนุนการสร้างกำลังพลด้านนาโนเทคโนโลยีร่วมกันระหว่าง กองทัพอากาศ ภาคการศึกษาและภาครัฐ

การที่จะสร้างกำลังพลที่มีประสิทธิภาพนั้นจะเกิดขึ้นได้จากการสนับสนุนการพัฒนาความร่วมมือระหว่างกองทัพอากาศ ภาคการศึกษาและภาครัฐ โดยภาคมหาวิทยาลัยทำวิจัยร่วมกับภาคเอกชนในโจทย์ที่เป็นความต้องการของกองทัพอากาศ และมีการปรับปรุงและสร้างหลักสูตรการเรียนการสอนด้านนาโนเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนและสร้างบุคลากรป้อนให้กับกองทัพอากาศ มีหน่วยงานสนับสนุนทุนวิจัยเพื่อทำวิจัยในเรื่องที่สำคัญและจำเป็นต่อกองทัพอากาศและประเทศ ตลอดจนการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการสร้างแรงจูงใจและการส่งเสริมเส้นทางอาชีพให้กับกำลังพลได้

๒.๑ สนับสนุนมหาวิทยาลัยให้มีหลักสูตรการศึกษาตั้งแต่การเรียนไปจนถึงการส่งเสริมเส้นทางอาชีพ (ตามความต้องการด้านยุทธการของกองทัพอากาศ)

๒.๒ สนับสนุนทุนการศึกษาและการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยี (ตามความต้องการด้านยุทธการของกองทัพอากาศ)

๒.๓ สร้างแรงจูงใจ ดึงดูดนักวิจัย/ผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศ

๓. ยกระดับความรู้บุคลากรเชิงปฏิบัติทั้งในภาครัฐและอุตสาหกรรม (สิ่งทอ)

ทุกองค์กรต้องการบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถตรงกับสายงานและสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ บุคลากรด้านนาโนเทคโนโลยีจำเป็นต้องมีการยกระดับองค์ความรู้และการฝึกปฏิบัติงานให้มีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องตรงกับหน้าที่รับผิดชอบส่งเสริมให้มีความชำนาญในการใช้เครื่องมือ สนับสนุนผลการวิจัย อุปกรณ์ และการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีเพื่อการสร้างประโยชน์ในเชิงความมั่นคงและสู่สาธารณะ โดยทางภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคการศึกษา จำเป็นต้องเข้ามาช่วยกันพัฒนาบุคลากรร่วมกันตั้งแต่แรกเริ่มจึงจะสามารถผลิตบุคลากรให้ตรงความต้องการ

๓.๑ ส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาคการศึกษา สถาบันวิจัย และภาคอุตสาหกรรม (สิ่งทอ) ในการผลิตบุคลากรด้านนาโนเทคโนโลยีที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของกองทัพอากาศ

๓.๒ จัดให้มีหลักสูตรฝึกอบรมความรู้และการฝึกปฏิบัติด้านนาโนเทคโนโลยีการบำรุงรักษาอุปกรณ์และเครื่องมือแก่ผู้ที่เกี่ยวข้อง (ตามความต้องการด้านยุทธการของกองทัพอากาศ)

๓.๓ สนับสนุนผลงานวิจัยให้สามารถออกไปสู่กองทัพอื่น ๆ ได้มากขึ้น

การสร้างความตระหนักความสำคัญนาโนเทคโนโลยี

แนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศต้องมีการสร้างความตระหนักถึงความสำคัญอย่างแท้จริงของนาโนเทคโนโลยี จะต้องใช้วิธีการหลายๆ อย่างประกอบกัน ดังนี้

ใช้การรณรงค์ประชาสัมพันธ์คำขวัญ วิสัยทัศน์ และกลยุทธ์ใหม่ๆ ในแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ อย่างเข้มข้นและต่อเนื่อง

ใช้การประชุมชี้แจงจากการเปลี่ยนแปลงเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ แนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ เช่นโครงสร้างระบบงาน เป็นเวทีที่ใช้ชี้แจงและตอกย้ำถึงความจำเป็นในการที่ต้องปรับเปลี่ยนวัฒนธรรมการทำงานใหม่ใหม่ๆ ในแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศใช้การนำนวัตกรรมใหม่ เช่น เครื่องมือใหม่ การจัดโครงสร้างใหม่ ระบบงานใหม่ๆ เป็นเวทีที่ใช้ชี้แจงและตอกย้ำถึงความจำเป็นในการที่ต้องปรับเปลี่ยน เพื่อนำแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ ไปสู่การปฏิบัติได้อย่างแท้จริง

ใช้การเปิดโอกาสให้กับบุคลากรมีส่วนร่วมในกระบวนการปรับเปลี่ยนในแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ ในการปลูกฝังวัฒนธรรมใหม่ๆ ดังกล่าวฯ

ใช้การแต่งตั้งโยกย้าย การพิจารณาความดีความชอบในการแสดงให้คนใน
กองทัพอากาศเห็นถึงรางวัล และการลงโทษในการยอมรับ หรือปฏิเสธวัฒนธรรมองค์การใหม่ๆที่
เกิดขึ้น ตามแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ

บทที่ ๕

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

๑. สรุปโดยรวมแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของ

กองทัพอากาศ

ด้วยปัจจุบันนาโนเทคโนโลยีเป็นเทคโนโลยีที่ทั่วโลกให้ความสำคัญสูง เป็นเทคโนโลยีที่มีบทบาทมากขึ้นสำหรับภาคธุรกิจและภาคอุตสาหกรรม (โดยเฉพาะอุตสาหกรรมทางการทหาร) และเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม รวมไปถึงนวัตกรรมในการทำสงครามในรูปแบบใหม่ ๆ เป็นเทคโนโลยีที่มีความเป็นไปได้อีกมากสามารถนำมาใช้ในการพัฒนาศาสตร์พื้นฐานเพื่อต่อยอดในการคิดค้นวัสดุผลิตภัณฑ์ ระบบอุปกรณ์ และสิ่งประดิษฐ์ที่ทำนายในทุก ๆ ด้านนาโนเทคโนโลยีต้องการการวิจัยในหลายระดับ การวิจัยขั้นพื้นฐานเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยสร้างความเข้าใจให้สามารถพัฒนาเทคโนโลยีให้สูง และกว้างขวางยิ่งขึ้น การพัฒนานี้ต้องอาศัยบุคลากรหลายด้านทำงานร่วมกัน (Interdisciplinary) ทั้งทางด้านนักฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิศวกรรมสาขาต่าง ๆ เช่น ไฟฟ้า คอมพิวเตอร์ เคมีวัสดุ ฯลฯ เพื่อค้นหาแนวความคิดใหม่ ๆ เพื่อสร้างฐานความรู้ในสาขาอีกมาก ทำให้การพัฒนาต้องอาศัยศักยภาพของบุคลากรในการสนับสนุนการวิจัย การบริหารระบบวิจัยแบบมุ่งเป้าและครบวงจร การดูดซับและถ่ายทอดเทคโนโลยี การวิเคราะห์ทดสอบโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพ การบริหารทรัพย์สินทางปัญญา การสร้างความตระหนักและความเข้าใจแก่บุคลากร การจัดการด้านความปลอดภัย จริยธรรม และความเสี่ยง ตลอดจนการเชื่อมโยงระหว่างภาคการวิจัยพัฒนาภาคอุตสาหกรรมและสังคม แม้ว่าการให้ความสำคัญทางด้านการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของกองทัพอากาศ ที่ผ่านมาจะไม่ค่อยให้ความสำคัญมากนัก แต่ถ้ามีเป้าหมาย (focus) ที่ชัดเจน ก็สามารถที่จะประสบความสำเร็จได้ เพราะความคิดที่สร้างสรรค์ (innovative idea) จะเป็นตัวกำหนดสำคัญที่สุดที่จะทำให้เกิดการก้าวข้าม (breakthrough) ในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของกองทัพอากาศได้เป็นอย่างดีและเกิดประโยชน์สูงสุด

๒. บทสรุปกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของ

กองทัพอากาศ

การพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศตามเอกสารวิจัยฉบับนี้ จัดทำขึ้น โดยได้มีการพิจารณาความต้องการ จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส ศักยภาพ ชีตความสามารถ ความท้าทาย

และปัจจัยพื้นฐานทั้งภายในและภายนอก ของการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ รวมไปถึงข้อจำกัด การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่จำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งในระยะสั้นและในระยะยาว ซึ่งส่วนหนึ่งได้พัฒนาต่อยอดจากแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (พ.ศ. ๒๕๕๐ - ๒๕๕๖) นอกจากนี้ยังมีความสอดคล้องกับกรอบนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔) และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (ฉบับที่ ๑๑) ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ยังสามารถตอบสนองต่อ ยุทธศาสตร์ กลยุทธ์ และมาตรการ รวมทั้งตัวชี้วัดสำหรับการประเมินผลให้มีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน และแนวโน้มการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศได้ในอนาคตอีกด้วย และสามารถนำนโยบายไปสู่การปฏิบัติได้จริงตามแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศที่ได้จัดทำขึ้นตามเอกสารวิจัยฉบับนี้ อีกด้วย

๓. บทสรุปเอกสารวิจัยแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ

บทสรุปการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศของเอกสารวิจัยฉบับนี้ เริ่มต้นจากที่ผ่านมากองทัพอากาศเองยังขาดความรู้ความเข้าใจ และประสบการณ์ด้านนาโนเทคโนโลยี รวมไปถึงยังไม่มีข้อสรุปหรือแนวทางที่ชัดเจนในการปฏิบัติ ตลอดจนหน่วยงานในกองทัพอากาศที่ทำหน้าที่ควบคุมกำกับดูแลการจัดการด้านนาโนเทคโนโลยีอย่างชัดเจน ต่อมาผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการใช้งานนาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ เพื่อให้ทราบจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และภัยคุกคามการใช้งานนาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอ ซึ่งหลังจากการใช้กระบวนการวิเคราะห์ดังกล่าวแล้ว นำผลวิเคราะห์มาจัดทำแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอ เพื่อปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับเป้าประสงค์ ภารกิจ พันธกิจ ตามประเด็นยุทธศาสตร์กองทัพอากาศที่ได้ตั้งไว้ ให้กระบวนการวิเคราะห์การพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ ทั้งนี้ การดำเนินการวิเคราะห์นั้น ยังใช้การศึกษา กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔ สภาพการใช้งานนาโนเทคโนโลยีของกระทรวงกลาโหมและเหล่าทัพต่าง ๆ รวมไปถึงแนวความคิดผู้ทรงคุณวุฒิ และผลงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีของหน่วยงานต่าง ๆ นำมาใช้ในการวิเคราะห์อีกด้วย สุดท้ายกระบวนการวิเคราะห์ดังกล่าว ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเคราะห์มาเป็นแนวความคิดในการจัดทำแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ หลังจากนั้นก็จะนำแนวทางที่สังเคราะห์ดังกล่าว เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งทอพิจารณา เพื่อยืนยันผลการศึกษาระวิเคราะห์, สังเคราะห์ แล้วสรุปเป็นแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ เพื่อสอดคล้องกับยุทธศาสตร์กองทัพอากาศ ๒๐ ปีที่ได้ตั้งไว้ และตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยฉบับนี้

แผนภาพที่ ๕ - ๑ บทสรุปแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ



ข้อเสนอแนะ

แนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ

๑. ควรทำวิจัยการศึกษาแนวทางการจัดตั้ง “ศูนย์นาโนเทคโนโลยีกองทัพอากาศ” เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของกองทัพอากาศ
๒. ควรศึกษาทำการวิจัย นาโนเทคโนโลยี งานในสายวิทยาการด้านส่งกำลังบำรุง กองทัพอากาศ ให้ครอบคลุมในแต่ละสายวิทยาการ ได้แก่ วิทยาการสายช่าง วิทยาการสายสื่อสาร วิทยาการสายสรรพาวุธ วิทยาการสายโยธา วิทยาการสายพลธิการ วิทยาการสายขนส่ง และวิทยาการสายแพทย์
๓. ควรวิจัยในด้านความปลอดภัยของนาโนเทคโนโลยีของกองทัพอากาศ เพื่อให้เป็นไปตามแนวทางยุทธศาสตร์ ด้านความปลอดภัยและจริยธรรมนาโนเทคโนโลยี พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๕๙ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อสุขภาพสิ่งแวดล้อม ด้วยกระบวนการวิจัยและพัฒนา การผลิต การจำหน่ายและการใช้ผลิตภัณฑ์นาโนของกองทัพอากาศ อย่างมีจริยธรรมเหมาะสมอย่างยั่งยืน และมีส่วนร่วม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

แจ็ก อัลดริช และ เดบ นิวเบอร์รี่. ยิ่งใหญ่ต้องยิ่งเล็ก. กรุงเทพฯ : เนชั่นบุ๊คส์, ๒๕๔๗. หน้า ๒๐, ๗๒.
นวลแข ปาลินิช. ความรู้เรื่องผ้าและเส้นใย. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ๒๕๓๖. หน้า ๒
ยอดหทัย เพ็ชรานนท์ และ ประมวล ตั้งบริบูรณ์รัตน์. นาโนเทคโนโลยี เทคโนโลยีซูเปอร์จิว.
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, ๒๕๔๕. หน้า ๒ – ๓.

เอกสารวิจัย

กองวิทยาการ กรมพลธิการทหารอากาศ. “ถุงเท้าป้องกันแบคทีเรียและไมโครแคปซูลกลิ่นหอม”.
(เอกสารเสนอผลงานประดิษฐ์คิดค้น. ๒๕๕๙). หน้า ก.
กองวิทยาการ กรมพลธิการทหารอากาศ. “ผ้าปูที่นอนป้องกันคราบสิ่งสกปรก”. (เอกสารเสนอ
ผลงานประดิษฐ์คิดค้น. ๒๕๖๐). หน้า ก.
กองวิทยาการ กรมพลธิการทหารอากาศ. “ผ้าสีขาวป้องกันสิ่งสกปรก”. (เอกสารเสนอผลงาน
ประดิษฐ์คิดค้น. ๒๕๕๘). หน้า ก.

เอกสารไม่ตีพิมพ์

กองทัพอากาศ. “ยุทธศาสตร์กองทัพอากาศ พ.ศ. ๒๕๕๑ – ๒๕๖๒”. ๒๕๕๑.
คณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์, สำนักงาน. เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ. “กรอบนโยบาย
การพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔”. ๒๕๕๕.
คณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์, สำนักงาน. เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ. “นโยบายและ
แผนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑ พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔”.
๒๕๕๕.
คณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. สำนักนายกรัฐมนตรี. “แผนพัฒนา
เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. ๒๕๖๐ – ๒๕๖๔”. ๒๕๖๐.

สัมภาษณ์

ชูพงศ์ ไชยหลาก, หัวหน้าแผนกวิจัยและตรวจทดลอง กองวิทยาการ กรมพลธิการทหารอากาศ.
สัมภาษณ์. ๔ ตุลาคม ๒๕๖๐.

ฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. “พัฒนาการของนาโนเทคโนโลยี”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก :

<http://library.dip.go.th/Industrial%20Innovation/www/inno2-04.html>, 2560.

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. “มุ่งนาโน กำจัดยุง ของนาโนเทค”. (ออนไลน์).

เข้าถึงได้จาก : <https://www.most.go.th/main/th/knowledge/portfolio/flood-victims-helpe-project/2081-mosquito>, 2560.

กองทัพอากาศ. “โครงสร้างองค์กร”. (ออนไลน์). <http://www.rtaf.mi.th/th/Pages/organization.aspx>, 2560.

คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. “ผลิตภัณฑ์นาโนในปัจจุบัน”. (ออนไลน์).

เข้าถึงได้จาก : http://www.banjomyut.com/library/global_community/07_3_3.html, 2560.

“ชุดความรู้ด้านเทคนิคและวิชาการ เรื่อง ความปลอดภัยของวัสดุและผลิตภัณฑ์นาโน Nano

Safety”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : <http://ipcs.fda.moph.go.th/csnetnew/ebook/Nano%20Safety%20E%20Book%20P1-60.pdf>. 2560

“ทฤษฎีองค์การและการจัดการเชิงกลยุทธ์ขั้นสูง”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก

<http://promrucsa-dba04.blogspot.com/2012/10/swot-analysis-swot-swot-humphrey-swot-2.html>. 2560.

“วิเคราะห์องค์กรโดยใช้หลัก 7S”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก

<http://subjampa.lbmoph.org/download/7s.pdf>. 2560

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. “นาโนเทคโนโลยี”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก :

<http://saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=32&chap=8&page=t32-8-infodetail04.html>, 2560.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวง. “วัสดุสมานแผลทางการแพทย์

จากน้ำผึ้ง ฝีมืออาจารย์ มทร.ธัญบุรี”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก

<http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=45577&Key=news11>. 2560.

อภิชาติ สนธิสมบัติ. “นาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอและงานที่เกี่ยวข้อง”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก

<http://ttcexpert.thai-forum.net/t128-topic>

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	พลอากาศตรี สุระ ไชโย
วัน เดือน ปีเกิด	๖ พฤศจิกายน พ.ศ.๒๕๐๕
การศึกษา	โรงเรียนเตรียมทหาร รุ่นที่ ๒๑ โรงเรียนนายเรืออากาศ รุ่นที่ ๒๘ โรงเรียนนายทหารชั้นผู้บังคับฝูง รุ่นที่ ๗๔ โรงเรียนเสนาธิการทหารอากาศ รุ่นที่ ๓๙ วิทยาลัยการทัพอากาศ รุ่นที่ ๔๑
ประวัติการทำงานโดยย่อ	ผู้บังคับฝูงบิน ๖๐๕ กองบิน ๖ พลกองบินที่ ๑ กองบัญชาการทหารทางอากาศ ผู้บังคับการ กองบิน ๖ ผู้ช่วยทูตฝ่ายทหารอากาศ ปักกิ่ง รองเจ้ากรมพลธิการทหารอากาศ
ตำแหน่งปัจจุบัน	เจ้ากรมพลธิการทหารอากาศ

สรุปย่อ

ลักษณะวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรื่อง แนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ
ผู้วิจัย พลอากาศตรี สุระ ไชโย หลักสูตร วปอ. รุ่นที่ ๖๐
ตำแหน่ง เจ้ากรมพลธิการทหารอากาศ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบัน ทั่วโลกได้ให้ความสนใจและส่งเสริมการลงทุนในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีอย่างมาก จนทำให้เกิดการพัฒนาอย่างรวดเร็ว นาโนเทคโนโลยีเป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ สร้าง ผลิต สังเคราะห์วัสดุ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบขนาดเล็กมากในระดับประมาณ ๑ - ๑๐๐ นาโนเมตร จะทำให้โครงสร้างของวัสดุหรือผลิตภัณฑ์เหล่านั้นมีคุณสมบัติพิเศษสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบที่หลากหลาย ลดข้อจำกัดต่าง ๆ ที่มีอยู่ รวมทั้งช่วยลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น ตลอดจนช่วยส่งเสริมคุณภาพชีวิตและการรักษาสิ่งแวดล้อม

จากการกำหนดทิศทางการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีที่เหมาะสมของประเทศ และนโยบาย “ไทยแลนด์ ๔.๐” นาโนเทคโนโลยีจึงเป็นหนึ่งในเทคโนโลยี ที่จะสามารถจุดประกาย และดึงดูดให้เกิดความน่าสนใจ ทำให้เกิดรูปแบบใหม่ ๆ ขึ้นมา เพื่อสร้างความหลากหลายให้กับอุตสาหกรรมสิ่งทอให้มีคุณสมบัติพิเศษเพื่อที่จะสร้างมูลค่าเพิ่ม เป็นเส้นใยเพื่อสิ่งแวดล้อม (Degradable & eco-friendly fibers) เช่น ผ้าฆ่าเชื้อ เพอร์นิเจอร์ หรือ ผ้าปูโต๊ะกันน้ำ เป็นต้น จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ค้นคว้า ศึกษาหาข้อมูลของกองทัพอากาศเกี่ยวกับการพัฒนานาโนเทคโนโลยี ซึ่งปรากฏว่าได้มีหน่วยงานในกองทัพอากาศบางหน่วย ได้มีการริเริ่มการศึกษา แนวทางนำนาโนเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในหน่วยงานบ้างแล้ว เช่น กรมพลธิการทหารอากาศ ได้วิจัยพัฒนาผ้าสีขาวด้วยนาโนฟลูออโรคาร์บอนที่สามารถสะท้อนน้ำ ลดการเปื้อนสิ่งสกปรก หรือการใช้เทคนิคไมโครแคปซูล และซิงค์ออกไซด์นาโน พัฒนาถุงเท้าที่ใช้สำหรับทหาร กองประจำการ ซึ่งมีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและมีกลิ่นหอม อย่างไรก็ตาม การดำเนินการยังเป็นการดำเนินการเฉพาะหน่วย ยังไม่พบความร่วมมือหรือการสนับสนุน ในภาพของการบูรณาการ ดังนั้นเพื่อให้การพัฒนานาโนเทคโนโลยีของกองทัพอากาศ มีทิศทางที่ชัดเจน สามารถตอบสนองนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนการพัฒนาอย่างยั่งยืน สามารถขับเคลื่อนหน่วยงานไปสู่ “กองทัพอากาศชั้นนำในภูมิภาค” ตลอดจนสามารถเป็นแบบอย่างของการสร้างนวัตกรรม เพื่อให้การแก้ปัญหาสอดคล้องกับนโยบาย “ประเทศไทย ๔.๐” จึงมีความจำเป็นต้องทำการวิจัยในครั้งนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๑. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันของการใช้งานนาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ
 ๒. เพื่อกำหนดแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ
- ให้สามารถตอบสนองนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย

ขอบเขตของการวิจัย

๑. การวิจัยเฉพาะการพัฒนาเทคโนโลยีด้านสิ่งทอ โดยไม่ลงรายละเอียดในเชิงเทคนิค
๒. ข้อมูลเชิงนโยบายและแนวทางที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นข้อมูลในส่วนที่สามารถเปิดเผยได้เท่านั้น
๓. วิเคราะห์ความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการนำนาโนเทคโนโลยีมาใช้ในกองทัพอากาศ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยศึกษาวิเคราะห์กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔) สภาพการใช้งานนาโนเทคโนโลยีของกองทัพอากาศ และแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อสังเคราะห์เป็นแนวคิดในการจัดทำแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ จากนั้นจะนำแนวทางที่สังเคราะห์ได้เสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณา เพื่อยืนยันผลการศึกษาวิเคราะห์แล้วสรุปเป็นแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของกองทัพอากาศ

ผลการวิจัย

การพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศของเอกสารวิจัยฉบับนี้เริ่มต้นจากที่ผ่านมากองทัพอากาศเองยังขาดความรู้ความเข้าใจ และประสบการณ์ด้านนาโนเทคโนโลยี รวมไปถึงยังไม่มีข้อสรุปหรือแนวทางที่ชัดเจนในการปฏิบัติ ตลอดจนหน่วยงานในกองทัพอากาศที่ทำหน้าที่ควบคุมกำกับดูแลการจัดการด้านนาโนเทคโนโลยีอย่างชัดเจน ต่อมาผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันการใช้งานนาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ (ด้านองค์กร) เพื่อให้ทราบจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และภัยคุกคามของการใช้งานนาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศซึ่งมีผลการวิเคราะห์จากการวิจัยดังนี้ คือ ด้านจุดแข็ง กองทัพอากาศได้มีแนวทางการปฏิบัติและการสนับสนุนงานวิจัยการพัฒนาด้านเทคโนโลยีไว้อย่างชัดเจน โดยมี ศว.ทอ. เป็นหน่วยงานหลักในการขับเคลื่อนและผลักดันให้เกิดกิจกรรมงานวิจัยและพัฒนาต่าง ๆ รวมไปถึงด้านการพัฒนานาโนเทคโนโลยี อีกทั้ง มีการดำเนินงานและประสานงานระหว่างองค์กรภาครัฐ หน่วยงานเอกชน

และสถาบันการศึกษาต่างๆ ที่มีความร่วมมือกันเป็นอย่างดี รวมไปถึง มีเครื่องมือที่สามารถช่วยตรวจสอบ วิจัย ด้านนาโนเทคโนโลยี ในระดับหนึ่ง แม้จะยังไม่เพียงพอกับความต้องการ ส่วนในด้านจุดอ่อน การพัฒนานาโนเทคโนโลยีสิ่งทอของกองทัพอากาศนั้น ที่ผ่านมากองทัพอากาศเอง ไม่มีการกำหนดยุทธศาสตร์และเป้าหมายที่ชัดเจน ขาดบุคลากรที่มีความรู้ประสบการณ์และความชำนาญด้านสิ่งทอ และนาโนเทคโนโลยีอย่างเพียงพอ รวมไปถึงทางกองทัพอากาศยัง ไม่มีหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านนาโนเทคโนโลยีโดยตรง ในการจัดการด้านความรู้ และรักษามาตรฐานด้านความปลอดภัย

ซึ่งหลังจากการใช้กระบวนการวิเคราะห์ของงานวิจัยฉบับนี้แล้ว ในกระบวนการพัฒนาองค์กร (กองทัพอากาศ) เพื่อปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับเป้าประสงค์ ภารกิจ พันธกิจ ตามประเด็นยุทธศาสตร์ของกองทัพอากาศที่ได้ตั้งไว้ ก็เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการวิเคราะห์การพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ ทั้งนี้การดำเนินการวิเคราะห์ยังใช้การศึกษากรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔ สภาพการใช้งานนาโนเทคโนโลยีของกระทรวงกลาโหมและเหล่าทัพต่าง ๆ รวมไปถึงแนวความคิดของผู้ทรงคุณวุฒิและผลงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีของหน่วยงานต่าง ๆ มาใช้ในการวิเคราะห์อีกด้วย จนสุดท้ายกระบวนการวิเคราะห์ดังกล่าวฯ ที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการมาก็สังเคราะห์มาเป็นแนวความคิดในการจัดทำแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ โดยหลังจากนั้นก็ให้นำแนวทางที่สังเคราะห์ดังกล่าวฯ เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งทอพิจารณาเพื่อยืนยันผลการศึกษาการวิเคราะห์, สังเคราะห์ แล้วสรุปเป็นแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ เพื่อสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของกองทัพอากาศ ๒๐ ปี และให้สามารถตอบสนองนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยที่ได้ตั้งไว้ ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยฉบับนี้ ซึ่งแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ ที่ได้จากผลการวิจัยครั้งนี้ คือ

๑. การปรับโครงสร้างของกองทัพอากาศ ควรมีการจัดตั้งหน่วยงานใหม่ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศขึ้นมาดำเนินการหรือจัดโครงสร้างกองทัพอากาศออกเป็นหน่วย ตามยุทธศาสตร์ (Strategic Business Unit)

๒. การปรับปรุงระบบงาน ควรมีการปรับระบบงานครั้งใหญ่ เช่น ปรับเทคโนโลยีการผลิต สร้างสายการผลิตขึ้นมาใหม่ที่เกี่ยวของกับนาโนเทคโนโลยี ระบบงานที่มีอยู่เดิมมักจะใช้การไม่ได้ จึงจำเป็นต้องออกแบบสร้างระบบงานขึ้นมาใหม่

๓. การบรรจุกำลังพล บรรจุกำลังพลให้สอดคล้องกับการปฏิบัติงาน ด้านนาโนเทคโนโลยีให้เพียงพอ

๔. การพัฒนาทรัพยากรบุคคลในกองทัพอากาศ

๔.๑ ควรมีการฝึกอบรมการให้การศึกษาและการพัฒนาคนด้วยวิธี เร่งสร้างบุคลากร โดยให้ทุนสนับสนุนการพัฒนาศักยภาพของนักวิจัยและอาจารย์สถาบันการศึกษากองทัพอากาศ, การสนับสนุนให้เกิดการแลกเปลี่ยนนักวิจัยระหว่างองค์กรภายในกองทัพอากาศ ภายในประเทศและ

ระหว่างประเทศ รวมไปถึงสนับสนุนนักวิจัยไปเสนอผลงานในการประชุมวิชาการด้านนาโนเทคโนโลยีในระดับประเทศและนานาชาติ

๔.๒ ควรยกระดับความรู้บุคลากรเชิงปฏิบัติทั้งในภาครัฐและอุตสาหกรรม (สิ่งทอ) เช่น การส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาคการศึกษา สถาบันวิจัย และภาคอุตสาหกรรม (สิ่งทอ) และจัดให้มีหลักสูตรฝึกอบรมความรู้และการฝึกปฏิบัติด้านนาโนเทคโนโลยี รวมไปถึงสนับสนุนผลงานวิจัยให้สามารถออกไปเผยแพร่สู่กองทัพอื่นๆ ได้มากขึ้น

๕. สร้างความตระหนักรู้ถึงความสำคัญอย่างแท้จริงของนาโนเทคโนโลยี โดยใช้วิธีการหลาย ๆ อย่างประกอบกัน เช่น การรณรงค์ประชาสัมพันธ์คำขวัญ วิสัยทัศน์ และกลยุทธ์ใหม่ๆ ในแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ, การประชุมชี้แจง, การเปิดโอกาสให้กับบุคลากรมีส่วนร่วมในกระบวนการปรับเปลี่ยนในแนวทางการพัฒนาฯ, การแต่งตั้งโยกย้าย การพิจารณาความดีความชอบในการยอมรับ หรือปฏิเสชวัฒนธรรมองค์กรใหม่ๆ ที่เกิดขึ้น

ซึ่งแนวทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งทอของกองทัพอากาศ ที่ได้จากผลการวิจัยตามกระบวนการที่กล่าวมา สามารถนำแนวทางมาปรับเปลี่ยนในรูปแบบที่ก่อให้เกิดรูปธรรมได้คือการจัดตั้งเป็น ศูนย์นาโนเทคโนโลยีกองทัพอากาศ โดยอาศัยอำนาจ พรบ. การจัดตั้งกระทรวงกลาโหม พ.ศ. ๒๕๕๑ ที่จะมีหน้าที่รับผิดชอบหลักตามแนวทางการพัฒนาฯ ที่มาจากผลการวิจัยฉบับนี้ นอกจากนี้แล้ว จำเป็นต้องมีปัจจัยงบประมาณ ที่ต้องมีทั้งปริมาณและความต่อเนื่องสำหรับการสร้าง พัฒนา และต่อยอดองค์ความรู้, แรงจูงใจ ที่มีมาตรการในการเสริมจุดแข็งลดจุดอ่อน เป็นต้น ทั้งนี้ก็เพื่อที่จะขับเคลื่อนการจัดตั้ง ศูนย์นาโนเทคโนโลยีกองทัพอากาศ ไปสู่การปฏิบัติที่เป็นรูปธรรม และมุ่งไปสู่เป้าหมายที่ตั้งเอาไว้ตามวัตถุประสงค์ของเอกสารวิจัยฉบับนี้ได้ อย่างแท้จริง

ข้อเสนอแนะ

๑. ควรทำวิจัยการศึกษาแนวทางการจัดตั้ง “ศูนย์นาโนเทคโนโลยีกองทัพอากาศ” เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของกองทัพอากาศ

๒. ควรศึกษาทำการวิจัย นาโนเทคโนโลยี งานในสายวิทยาการด้านส่งกำลังบำรุงกองทัพอากาศ ให้ครอบคลุมในแต่ละสายวิทยาการ ได้แก่ วิทยาการสายช่าง วิทยาการสายสื่อสาร วิทยาการสายสรรพาวุธ วิทยาการสายโยธา วิทยาการสายพลธิการ วิทยาการสายขนส่ง และวิทยาการสายแพทย์

๓. ควรวิจัยในด้านความปลอดภัยของนาโนเทคโนโลยีของกองทัพอากาศ เพื่อให้เป็นไปตามแนวทางยุทธศาสตร์ ด้านความปลอดภัยและจริยธรรมนาโนเทคโนโลยี พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๕๙ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อสุขภาพสิ่งแวดล้อม ด้วยกระบวนการวิจัยและพัฒนา การผลิต การจำหน่ายและการใช้ผลิตภัณฑ์นาโนของกองทัพอากาศ อย่างมีจริยธรรมเหมาะสมอย่างยั่งยืนและมีส่วนร่วม