



สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

รายงานฉบับรับฟังความคิดเห็นจากผู้ที่เกี่ยวข้อง

การศึกษากระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงข่ายอินเทอร์เน็ต
จาก IPv4 มาเป็น IPv6 และเสนอแนะแนวทางหรือมาตรการ
การกำกับดูแลการใช้งาน IPv6 ในประเทศไทย

A Study on Internet Network Migration from IPv4 to IPv6
and a Recommendation on Guideline or Regulation of
IPv6 Usage in Thailand

สัญญาจ้างที่ สป 26/49
ลงวันที่ 30 พฤศจิกายน 2549

เสนอ
คณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

เสนอโดย
รศ. ดร.วาทีต เบญจพลกุล และคณะ

8 กุมภาพันธ์ 2550



สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงข่ายอินเทอร์เน็ตจาก IPv4 เป็น IPv6	1
บทที่ 2 แนวทางในการกำหนดบทบาทของผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต หน่วยงานกำกับดูแล และผู้ผลิตอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ เพื่อแก้ไขหรือบรรเทา ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำ IPv6 มาใช้ในประเทศไทย	26
บทที่ 3 แนวทาง (Roadmap) ในการเปลี่ยนแปลงโครงข่ายอินเทอร์เน็ตจาก IPv4 มาเป็น IPv6 และมาตรการการกำกับดูแลในแต่ละปีที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย	33
รายการอ้างอิง	52



บทที่ 1

กระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงข่ายอินเทอร์เน็ตจาก IPv4 เป็น IPv6

จากสาเหตุที่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงจาก IPv4 เป็น IPv6 และข้อดีต่างๆที่เพิ่มขึ้น จึงมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงจาก IPv4 ที่ใช้ในปัจจุบันไปเป็น IPv6 อย่างแน่นอนในอนาคตอันใกล้ อย่างไรก็ตาม กระบวนการเปลี่ยนแปลงไปสู่ IPv6 นั้นควรเป็นไปอย่างค่อยเป็นค่อยไป เพื่อให้ทุกภาคส่วนที่ได้รับผลกระทบสามารถปรับตัวและปรับเปลี่ยนทั้งด้าน Software และ Hardware ได้ทัน ในบทนี้จะกล่าวโดยสรุปถึงการเปลี่ยนแปลงจากโครงข่าย IPv4 ไปสู่โครงข่ายซึ่งสามารถรองรับการใช้งาน IPv6 ทั้งทางด้านเทคนิค และนำเสนอตัวอย่างกระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงข่ายและแนวนโยบายการเปลี่ยนแปลงโครงข่ายหรือ Roadmap ของต่างประเทศ

1.1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงข่ายอินเทอร์เน็ตจาก IPv4 เป็น IPv6 ทางด้านเทคนิค [1]

ในส่วนของกระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงข่ายอินเทอร์เน็ตจาก IPv4 เป็น IPv6 ทางด้านเทคนิคที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ ผู้วิจัยได้คัดลอกเนื้อหาความมาจากบทความ “คุณพร้อมหรือยังสำหรับอินเทอร์เน็ตยุคหน้า: ตอน ที่ 2 พร้อมลงมือ” ซึ่งลงในวารสาร สาร NECTEC ประจำเดือนสิงหาคม หน้า 48-57 ปี 2548 ซึ่งมีผู้เรียบเรียงหลักคือ ดร. พนิดา พงษ์ไพบูลย์

การปรับเปลี่ยนโครงข่ายจาก IPv4 สู่ IPv6 นั้น สามารถทำได้ทั้งสองระดับ ระดับแรกคือการปรับเปลี่ยนที่โครงข่าย เช่น การปรับเปลี่ยนที่อุปกรณ์เราเตอร์ หรือเครื่องเซิร์ฟเวอร์ วิธีนี้เหมาะสำหรับผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต (Internet Service Provider, ISP) หรือผู้ดูแลโครงข่าย (Network Operator) ที่ต้องการให้บริการ IPv6 บนโครงข่ายที่ตนดูแลอยู่ ระดับที่สองคือการปรับเปลี่ยนในส่วนของผู้ใช้ นั่นคือ การเปลี่ยนแปลงที่คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Desktop, end host) วิธีนี้เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการทดลองใช้ IPv6 แต่โครงข่าย ISP ที่ให้บริการอยู่ยังไม่พร้อมที่จะให้บริการ IPv6 นอกจากนี้ เราสามารถจำแนกวิธีการปรับเปลี่ยนโครงข่าย ตามเทคนิคที่ใช้ ซึ่งในปัจจุบันมีอยู่ 3 เทคนิคหลักด้วยกัน (ซึ่งในบทความของ NECTEC ได้ทำการสรุปไว้ดีแล้ว จึงขอยกมาใช้) หนึ่งคือ การใช้งาน IPv4 และ IPv6 ควบคู่กัน หรือที่เรียกว่า Dual stacks สองคือเทคนิคการทำอุโมงค์ (tunnel) เพื่อให้ข้อมูลในรูปแบบของ IPv6 สามารถส่งออกไปบนโครงข่าย IPv4 ได้ และสามคือเทคนิคการแปลงข้อมูล (translation) ระหว่างแพ็กเก็ต IPv6 และ IPv4 การเลือกใช้เทคนิคแต่ละเทคนิคต้องดูที่ความเหมาะสมของลักษณะการใช้งานของโครงข่ายที่มีอยู่รวมถึงระดับของการปรับเปลี่ยนที่เหมาะสมกับผู้



1. Dual stacks

Dual stacks หมายถึง การใช้งาน IPv4 stack และ IPv6 stack ควบคู่กันไป ภายในอุปกรณ์ตัวเดียวกัน (รูปที่ 1.1) Dual stacks เป็นทางออกที่ง่ายที่สุดสำหรับโครงข่ายที่ต้องการเริ่มใช้งาน IPv6 และถูกใช้อย่างแพร่หลายมากที่สุดในปัจจุบัน หลักการทำงานของ Dual Stacks คือการกำหนด IP stack ออกเป็น 2 Stacks ทำงานขนานกัน เช่น เมื่อโหนดได้รับ IPv6 packet โหนดจะเลือก IPv6 stack มาจัดการกับแพ็กเก็ต (โดยตรวจสอบ Protocol version จากส่วนหัวของแพ็กเก็ต) ในขณะเดียวกันโหนดสามารถติดต่อกับโครงข่าย IPv4 (ผ่าน IPv4 stack) ได้เหมือนเดิมไม่ต้องเปลี่ยนแปลง โดยโหนดที่มี Dual stacks นี้ จะต้องมี IP Address สองหมายเลข คือ IPv4 Address และ IPv6 Address การติดตั้ง Dual stacks สามารถทำได้ทั้งที่โฮสต์ที่เซิร์ฟเวอร์และที่อุปกรณ์โครงข่าย เช่น เราเตอร์ ซึ่งก่อนหน้านี้จะต้องได้รับการจัดสรรหมายเลข IPv6 Address ก่อนจึงจะสามารถใช้งาน Dual stacks ได้ ซึ่งเราสามารถลงทะเบียนเพื่อขอรับ IPv6 Address ได้กับศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติที่ http://www.ipv6.nectec.or.th/ipv6_delegation.php

ความต้องการเบื้องต้น (ระดับ Host และ Network)

- หมายเลข Public IPv4 Address และ IPv6 Address อย่างละ 1 หมายเลข สำหรับอุปกรณ์แต่ละตัวที่ต้องการติดตั้ง Dual stacks
- โฮสต์หรืออุปกรณ์ที่จะใช้งาน dual-stack ต้องรองรับ IPv6



รูปที่ 1.1 การใช้งาน Dual Stacks ที่เราเตอร์

2. Tunnel

หลักการทำ Tunnel สามประเภท คือ

2.1 Manually Configured Tunnel

Manually Configured Tunnel เป็นวิธีที่นิยมกันมาก สำหรับการให้บริการเชื่อมต่อ กันระหว่างเครื่องที่ใช้และติดตั้งหมายเลข IPv6 เพียงอย่างเดียว โดยต้องมีเกตเวย์ที่ติดตั้งและใช้งานแบบ Dual stacks ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นอุโมงค์ โครงข่ายทางเข้าและทางออก โดยแต่ละด้านจะต้องเก็บหมายเลข IP Address ของอุโมงค์โครงข่ายของอีกด้านหนึ่งที่ต้องการเชื่อมต่อ ซึ่งผู้ดูแลระบบจะต้องใส่หมายเลข IP Address ของปลายทางอุโมงค์เข้าไปเอง วิธีนี้จึงต้องการการดูแลสูง ในส่วน



ของการทำงาน เมื่อแพ็กเก็ต IPv6 มาถึงอุโมงค์ ก็จะถูกห่อหุ้มด้วยเฮดเดอร์ IPv4 โดยใช้หมายเลข IPv4 ของโครงข่ายต้นทาง หมายเลข IPv4 ของโครงข่ายปลายทาง และระบุชนิดโปรโตคอล ของข้อมูลที่อยู่ภายในเป็น IPv6 เมื่อแพ็กเก็ตมาถึงปลายทางของอุโมงค์ โครงข่ายปลายทางจะตรวจสอบเฮดเดอร์ ซึ่งจะทราบว่าภายในเป็นแพ็กเก็ตที่ใช้หมายเลข IPv6 ดังนั้น ตัวเกตเวย์จะเอาส่วนหัว IPv4 ออกไปให้เหลือแต่ส่วนที่เป็น IPv6 แพ็กเก็ตแล้วส่งต่อไปยังเครื่องปลายทางที่ใช้หมายเลข IPv6 ที่ระบุอยู่ในส่วน Destination ของเฮดเดอร์ IPv6

ความต้องการเบื้องต้น (ระดับ Network)

- เราเตอร์หรือเกตเวย์ที่เป็น Dual stacks สำหรับ Tunnel Gateway
- หมายเลข Public IPv4 Address และ IPv6 Address อย่างละ 1 หมายเลข สำหรับ Tunnel Gateway
- ต้องทราบหมายเลข Public IPv4 Address และ IPv6 Address ของ Tunnel Gateway ของอีกฝั่งหนึ่ง

2.2 Semi Automatic Tunnel (Tunnel Broker)

การทำงานของ Semi Automatic Tunnel หรือที่รู้จักในชื่อ Tunnel Broker คือ การสร้างอุโมงค์อัตโนมัติโดยผู้ใช้ (end user) ต้องลงทะเบียนใช้บริการกับผู้ให้บริการ IPv6 โดยผู้ให้บริการจะสร้าง Tunnel เพื่อเชื่อมต่อไปยังโครงข่าย IPv6 แทนผู้ที่มาลงทะเบียน ดังนั้น ผู้ที่ให้บริการ Tunnel Broker จึงเป็นเสมือนผู้ให้บริการ IPv6 แก่ผู้ใช้ที่มีการเชื่อมต่อผ่านโครงข่าย IPv4 อยู่แล้ว ในปัจจุบันมีผู้ให้บริการ Tunnel Broker หลายราย ตัวอย่างเช่น <http://www.freenet6.net> และ <http://ipv6.he.net> ในประเทศไทยยังไม่มีผู้ให้บริการ Tunnel Broker (สำหรับรายชื่อผู้ให้บริการต่างประเทศทั้งหมดสามารถดูได้ที่ <http://www.ipv6.org>)

ตามมุมมองของผู้ใช้ การเลือกใช้งาน Tunnel Broker จะต่างจากการเชื่อมต่อแบบ Manually Configured Tunnel และ Fully Automatic Tunnel ตรงที่ Tunnel Broker เหมาะกับโครงข่าย IPv6 เล็กๆ หรือโฮสต์จำนวนไม่มาก ที่ต้องการเชื่อมต่อโครงข่าย IPv6 ใหญ่แห่งอื่นอย่างง่ายๆ การเชื่อมต่อด้วย Tunnel แบบอื่น จะเหมาะกับการติดต่อกันโดยตรงระหว่างโครงข่าย IPv6 ย่อยสองโครงข่าย โดยไม่ต้องพึ่งหรือรอการเชื่อมต่อที่ระดับ ISP

ความต้องการเบื้องต้น (ระดับ Network)

- เราเตอร์หรือเกตเวย์ (IPv4 หรือ Dual stacks ก็ได้) สำหรับ Tunnel Broker
- เราเตอร์หรือเกตเวย์ที่เป็น Dual stacks สำหรับ Tunnel Server (Tunnel Gateway)
- หมายเลข Public IPv4 address 1 หมายเลข สำหรับ Tunnel Broker



- หมายเลข Public IPv4 address 1 หมายเลข สำหรับ Tunnel Server

ความต้องการเบื้องต้น (ระดับ Host)

- ผู้ที่เรียกใช้บริการจาก Tunnel Broker อาจเป็น โฮสต์หรือเราเตอร์ก็ได้ ซึ่งเราจะเรียกอุปกรณ์นี้ว่า Tunnel Broker Client
- อุปกรณ์โฮสต์หรือเราเตอร์ที่เป็น Dual stacks สำหรับ Tunnel Broker Client
- หมายเลข Public IPv4 address สำหรับ Tunnel Broker Client 1 หมายเลข
- ชื่อที่ต้องการลงทะเบียนในฐานข้อมูล DNS (Domain Name System) คู่กับหมายเลข IPv6 address ที่ได้รับจัดสรรจาก Tunnel Broker
- ถ้า Tunnel Broker Client เป็นโฮสต์ ไม่ควรอยู่หลัง NAT Gateway (Network Address Translation Gateway) หรือถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ ต้องเปิดพอร์ต 41 ที่ NAT Gateway (Network Address Translation Gateway)
- ถ้า Tunnel Broker Client เป็นเราเตอร์ ต้องระบุจำนวน IPv6 address ที่ต้องการรับจัดสรรจาก Tunnel Broker

ขั้นตอนการติดตั้ง Tunnel Broker บนโฮสต์ส่วนใหญ่แล้ว ผู้ที่ให้บริการ Tunnel Broker จะเป็นผู้กำหนดขั้นตอนการติดตั้งค่าต่างๆ บนโฮสต์ที่ต้องการเป็น Tunnel Broker Client มาให้ โดยหลักการแล้วเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็น Tunnel Broker Client จะต้องติดตั้ง Dual stacks ก่อนให้ใช้งาน IPv6 ได้ จากนั้นผู้ใช้จะต้องไปลงทะเบียนขอใช้ Tunnel Broker ที่เว็บไซต์ของผู้ให้บริการ Tunnel Broker และทางผู้ให้บริการจะส่งซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการติดต่อกับ Tunnel Broker มาให้ลงที่เครื่องโฮสต์

2.3 Fully Automatic Tunnel (6to4 Tunnel)

การทำงานแบบ Fully Automatic Tunnel มีขั้นตอนการทำงานเหมือนกับ Manually Configured Tunnel แต่จะแตกต่างกันตรงที่ Tunnel Gateway แต่ละด้านไม่ต้องเก็บหมายเลข IP address ของเกตเวย์ปลายทางที่ต้องการเชื่อมต่อ แต่เกตเวย์จะตรวจสอบหมายเลขเครื่องปลายทางโดยพิจารณาจากหมายเลขปลายทางของแพ็กเก็ตที่ถูกห่อหุ้มอยู่

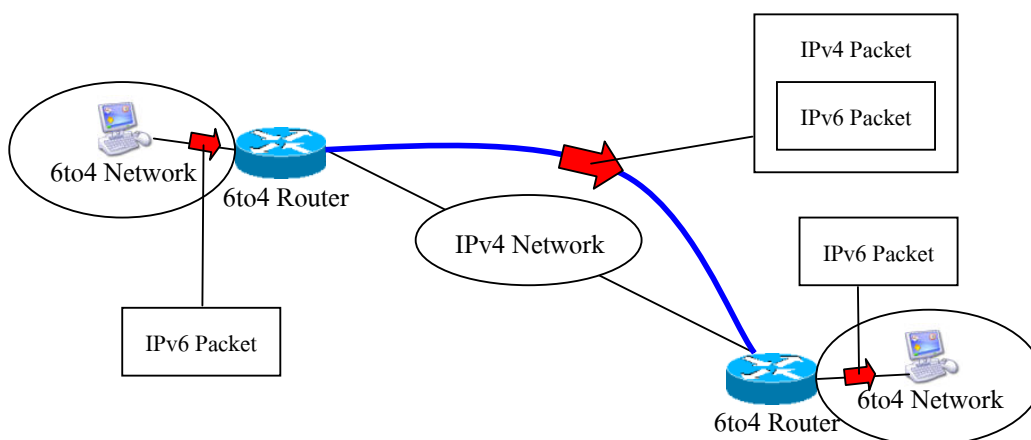
วิธีหนึ่งในการทำ Fully Automatic Tunnel คือ วิธีที่เรียกว่า 6to4 Tunnel (รูปที่ 1.2) โครงข่ายที่เชื่อมต่อแบบ 6to4 Tunnel จะต้องกำหนดหมายเลข IPv6 Prefix พิเศษให้กับตัวเกตเวย์ทั้งสองฝั่งของ 6to4 Tunnel

ในปัจจุบันเราสามารถลงทะเบียนเพื่อขอใช้บริการ 6to4 tunnel ได้กับศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติที่ <http://www.ipv6.nectec.or.th>

ความต้องการเบื้องต้น (ระดับ Network)



- เราเตอร์หรือเกตเวย์ที่เป็น Dual stacks สำหรับ Tunnel Gateway
 - หมายเลข Public IPv4 address 1 หมายเลข สำหรับ Tunnel Gateway
- ความต้องการเบื้องต้น (ระดับ Host)
- หมายเลข Public IPv4 address สำหรับโฮสต์ 1 หมายเลข
 - โฮสต์ไม่ควรอยู่หลัง NAT Gateway (Network Address Translation Gateway) หรือ ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ต้องเปิดพอร์ต 41 ที่ NAT Gateway (Network Address Translation Gateway)



รูปที่ 1.2 การเชื่อมต่อโครงข่ายแบบอุโมงค์ IPv6-over-IPv4 Tunnel

3. Translation

เทคนิคการทำ Translation เป็นวิธีที่ใช้กับการสื่อสารข้ามโครงข่าย เช่น โหนดจากโครงข่าย IPv4 ต้องการสื่อสารกับเซิร์ฟเวอร์ ในโครงข่าย IPv6 หรือโหนดที่เป็น IPv6 ต้องการสื่อสารกับเซิร์ฟเวอร์ที่เป็น IPv4 ซึ่งจะเป็นกรณีที่ต่างไปจากการใช้งาน Dual stacks และ Tunnel การทำ Translation คือการแปลงข้อมูลไปมาระหว่างข้อมูลในรูปแบบของ IPv4 packet และ IPv6 packet การแปลงข้อมูลนี้สามารถทำได้สองแบบ แบบแรกคือ การแปลงที่ end host โดยเพิ่ม Translator function เข้าไปใน protocol stack โดยอาจอยู่ที่ network layer หรือ socket layer ก็ได้ แบบที่สองคือการแปลงที่ Network device โดยจะต้องใช้ gateway ทำหน้าที่เป็น IPv6- IPv4 และ IPv4- IPv6 translator อยู่ที่ทางออกที่มี การเชื่อมต่อระหว่างโครงข่าย IPv6 และ IPv4



ในบทนี้ เราจะยกตัวอย่างการทำ Translation ที่ Network device ได้แก่ วิธีที่เรียกว่า NAT-PT (Network Address Translation-Protocol Translation) ซึ่งเป็นการทำ Translation ที่แพร่หลายมากวิธีหนึ่งรายละเอียดของการทำ NAT-PT มีดังนี้

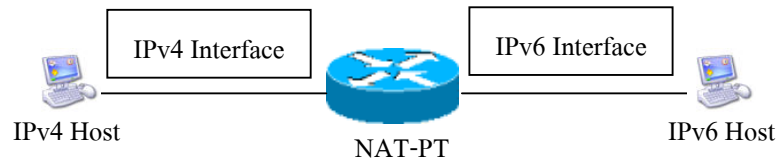
3.1 NAT-PT (Network Address Translation – Protocol Translation)

NAT-PT มีพื้นฐานเช่นเดียวกับการทำ NAT ในโครงข่าย IPv4 นั่นก็คือ การแปลง IP Address โดยเสมือนว่าคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องมีหมายเลข IP Address สองตัว สำหรับติดต่อกับโครงข่ายภายในและสำหรับติดต่อกับโครงข่ายภายนอก สำหรับ NAT-PT จะเป็นการแปลงระหว่าง IPv4 address กับ IPv6 address เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารกันระหว่างโครงข่ายที่ใช้อินเทอร์เน็ตโพรโทคอลคนละรุ่น ตัวอย่างเช่น ในรูปที่ 1.3 คอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งใช้หมายเลขที่อยู่ IPv4 172.16.1.1 ในการติดต่อกับเครื่องอื่นๆ ในโครงข่าย IPv4 ด้วยกัน แต่ถ้าหากคอมพิวเตอร์เครื่องนี้ต้องการติดต่อกับคอมพิวเตอร์อีกเครื่องในโครงข่าย IPv6 มันจำเป็นต้องส่งแพ็กเก็ตข้อมูลผ่านเกตเวย์ NAT-PT เพื่อแปลงหมายเลขต้นทางจาก 172.16.1.1 ให้เป็นรูปแบบของ IPv6 address เช่น 2001:0420:1987:0:2E0:B0FF:FE6A:412C จะได้ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ที่ใช้โพรโทคอล IPv6 ได้ ตัวเกตเวย์ NAT-PT (Network Address Translation Protocol Translator) นี้จำเป็นต้องจำหมายเลขนี้ไว้ เพื่อที่ว่าเมื่อได้รับแพ็กเก็ตตอบรับจากเครื่องในโครงข่าย IPv6 โดยมีปลายทางที่ 2001:0420:1987:0:2E0:B0FF:FE6A:412C จะได้ทราบว่าควรแปลงกลับเป็นหมายเลข 172.16.1.1

เนื่องจากการประยุกต์ใช้งานบางชนิด เช่น DNS (Domain Name System) มีการบรรจุหมายเลข IP Address ลงไปในส่วนของ payload ด้วย ทำให้เกิดปัญหา เพราะว่าเกตเวย์ NAT-PT จะไม่สามารถแปลง IP Address นอกเหนือจากส่วนที่อยู่ใน IP เฮดเดอร์ได้ เพราะเกตเวย์ NAT-PT เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานในระดับ Network layer จึงไม่มีความรู้ว่าจะแพ็กเก็ตแต่ละแพ็กเก็ตที่ผ่านเข้ามาเป็นของการประยุกต์ใช้งานชนิดใด ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์อีกตัวหนึ่งที่ทำงานในระดับ Application layer สำหรับจัดการกับปัญหานี้ ซึ่งเรียกว่า Application Layer Gateway (ALG) โดยที่เกตเวย์ NAT-PT จะต้องคอยส่งแพ็กเก็ตต่อไปยัง ALG เพื่อตรวจสอบหาหมายเลข IP address ที่อยู่ใน payload และแปลงให้เป็น IP address ใหม่ที่ถูกต้อง

ความต้องการเบื้องต้น (ระดับ Network)

- เราเตอร์หรือเกตเวย์ที่เป็น Dual stacks สำหรับ NAT-PT Gateway
- เกตเวย์สำหรับ ALG (สามารถใช้เกตเวย์ตัวเดียวกันกับ NAT-PT Gateway ได้)
- DNSv6 เพื่อแปลงจากชื่อให้เป็นหมายเลข IPv6 address
- หมายเลข IPv4 address และ IPv6 address อย่างละ 1 หมายเลข สำหรับ NAT-PT Gateway



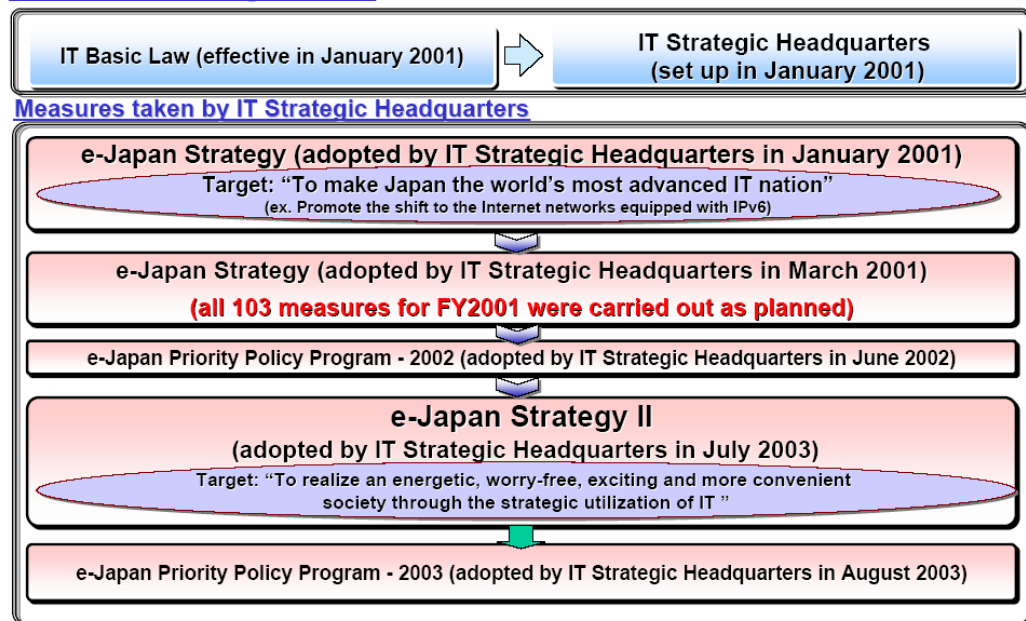
รูปที่ 1.3 การติดต่อสื่อสารระหว่างโครงข่ายที่ใช้อินเทอร์เน็ตโพรโทคอลคนละรุ่นกัน

1.2 ตัวอย่างแนวนโยบายหรือ Roadmap ของการเปลี่ยนแปลงไปสู่ IPv6 ในต่างประเทศ

1.2.1 ประเทศญี่ปุ่น [2]

ประเทศญี่ปุ่นเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลงจาก IPv4 ไปสู่ IPv6 ทั้งในภูมิภาคเอเชียเองและในภูมิภาคอื่นๆ ทั่วโลก โดยญี่ปุ่นได้มีการจัดทำ Roadmap หรือ แนวนโยบายต่างๆ ในหลายลักษณะตามหน่วยงานและกลุ่มความร่วมมือ

Government's strategic scheme



รูปที่ 1.4 Japan's ICT strategy

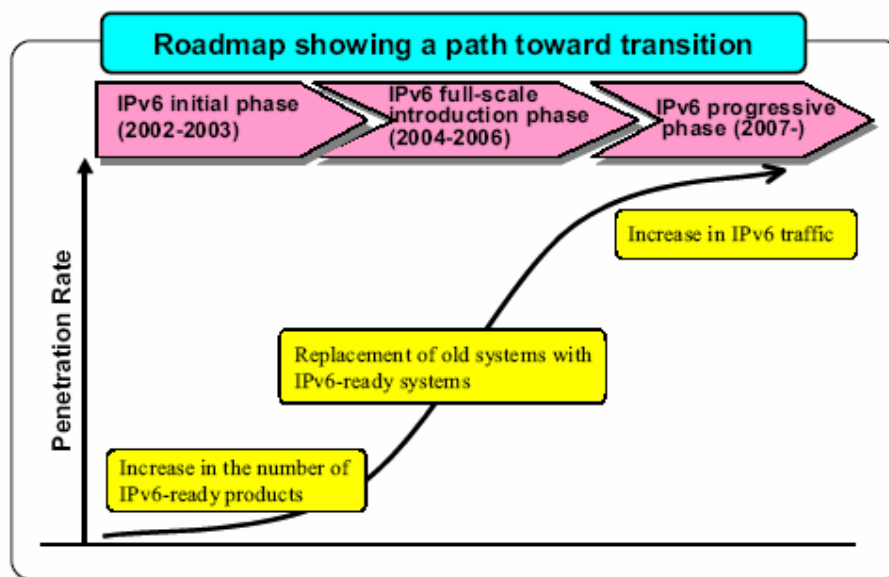
ในส่วนของรัฐบาลญี่ปุ่นมีการจัดตั้ง Japan's ICT strategy (รูปที่ 1.4) โดยได้ถือเอา IPv6 เป็นส่วนหนึ่งของนโยบายของรัฐบาล ในวันที่ 21 กันยายน ค.ศ. 2000 นายกรัฐมนตรีโมริ โยชิโร ได้กล่าวถึงการให้เงินช่วยเหลือและการสนับสนุนการพัฒนาระบบอินเทอร์เน็ตให้เป็นระบบอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมโยงกันทั่วโลกโดยใช้ IPv6 เป็นเครื่องมือ และในวันที่ 22 มกราคม ค.ศ. 2001 ได้สนับสนุนการพัฒนาไปสู่ระบบอินเทอร์เน็ตที่ใช้



IPv6 ซึ่งจะมีจำนวนที่อยู่ IP ที่เพียงพอ และมีความปลอดภัยทั้งต่อบุคคลและโครงข่าย อีกทั้งยังสามารถต่ออุปกรณ์เข้าใช้งานอินเทอร์เน็ต (internet access device) และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ให้สามารถต่อเข้ากับอินเทอร์เน็ตได้ตลอดเวลา การสนับสนุนนี้นำไปสู่การจัดตั้งโครงข่ายของ “e-Japan Priority Policy Program” ในเดือนมีนาคม ค.ศ. 2001 และการริเริ่มนโยบายอื่นๆ

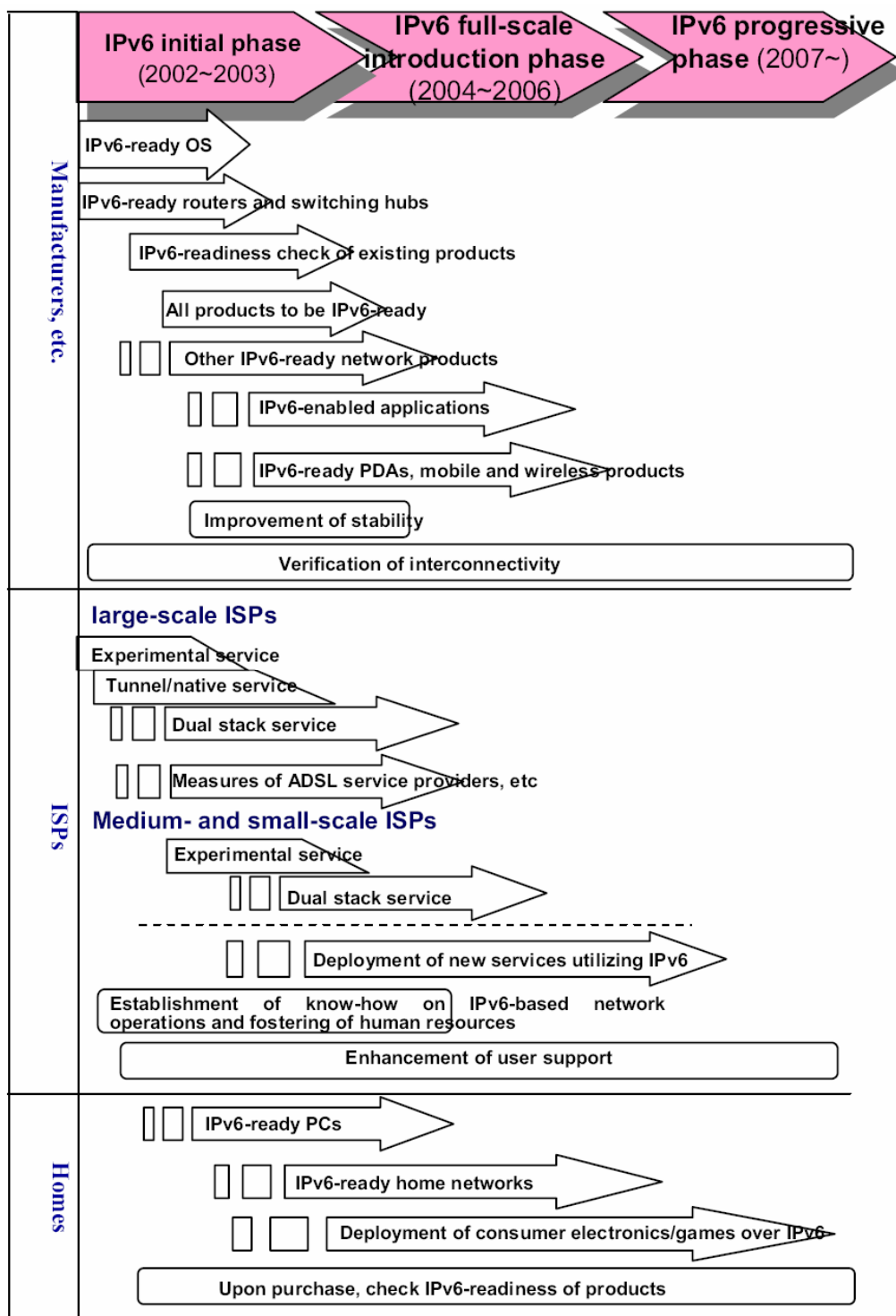
นอกจากนี้ประเทศญี่ปุ่นยังมีความร่วมมือกับประเทศอื่นๆ เพื่อจัดตั้งกลุ่มทำงานและโครงการต่างๆ เช่น การร่วมมือกับประเทศเกาหลีและประเทศจีน โดยแรกเริ่มเป็นการประชุมกันระหว่างกระทรวง ICT ของทั้ง 3 ประเทศ มีการประชุมกันครั้งแรกเมื่อ วันที่ 24 กันยายน ค.ศ. 2002 ต่อมาในเดือน พฤศจิกายน ค.ศ. 2002 ได้มีการจัดตั้งเป็นกลุ่มความร่วมมือ “Japan-China-Korea ICT Cooperation Council” และในวันที่ 16 มีนาคม ค.ศ. 2004 ก็ได้จัดตั้งกลุ่มทำงานในเรื่องของอินเทอร์เน็ตยุคต่อไป (Next Generation Internet : NGI) ซึ่งใช้ IPv6 ขึ้น นอกจากนี้ในเดือนมิถุนายน ค.ศ. 2002 ประเทศญี่ปุ่นยังได้ร่วมมือกับประเทศอื่นๆ ในทวีปเอเชียจัดตั้งโครงการ “Asia Broadband Program” โดยมีจุดมุ่งหมายให้ภายในปี ค.ศ. 2010 เป็นดังนี้

- ให้ประชากรในประเทศแถบทวีปเอเชียได้ใช้เทคโนโลยี Broadband (โดยการเข้าถึงจากที่สาธารณะ)
- สร้าง Network ที่มีคุณภาพการให้บริการ Quality of Service (QoS) ที่ดีทั่วทวีปเอเชีย
- ทำให้ระบบของอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ สามารถติดต่อสื่อสารผ่าน IPv6 network และทำให้เอเชียเป็นผู้นำทางด้าน ICT
- เทคโนโลยี ICT จะต้องสามารถใช้งานง่ายและความปลอดภัยสูง
- พัฒนาเทคโนโลยีเพื่อช่วยในการแปลภาษาสำหรับคนเอเชีย
- เพิ่มจำนวนนักวิจัยและวิศวกรทางด้าน ICT

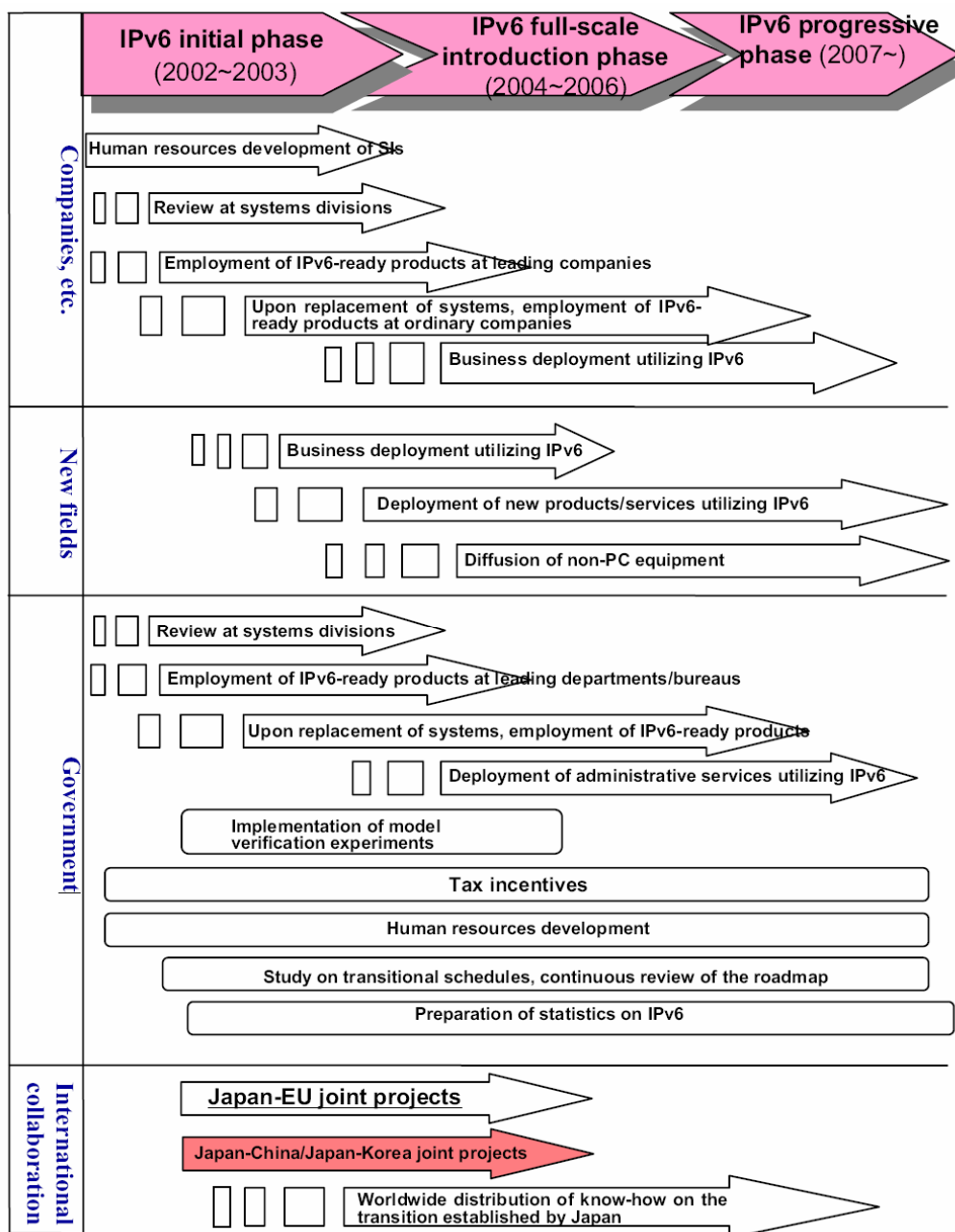


รูปที่ 1.5 Roadmap การเปลี่ยนระบบจาก IPv4 ไปสู่ IPv6 ของประเทศไทย

ในส่วนของ Roadmap การเปลี่ยนระบบจาก IPv4 ไปสู่ IPv6 แสดงได้ดังรูปที่ 1.5 คือในเฟสที่ 1 (ค.ศ. 2002-2003) จะจัดให้มีการเพิ่มอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งาน IPv6 ให้มากขึ้น หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 2004-2006 จะให้มีการใช้ระบบที่เป็น IPv6 แทนระบบเดิมทั้งหมด และตั้งแต่ปี ค.ศ. 2007 เป็นต้นไป จะให้มีการเพิ่มทราฟฟิคของระบบ IPv6 ให้มากขึ้น



รูปที่ 1.6 Japan's Roadmap for transition to IPv6-based Internet



รูปที่ 1.6 (ต่อ) Roadmap for transition to IPv6-based Internet

นอกจากนี้ประเทศญี่ปุ่นยังมีการจัดทำ Roadmap สำหรับการเปลี่ยนไปสู่ IPv6 สำหรับภาคส่วนอื่นๆ (รูปที่ 1.6) โดยการแบ่งช่วงการดำเนินงานออกเป็น 3 เฟส คือ เฟสที่ 1 (ค.ศ. 2002-2003) เป็นช่วงเริ่มการเปลี่ยนแปลง เฟสที่ 2 (ค.ศ. 2004-2006) เป็นช่วงของการแนะนำ และเฟสที่ 3 (ค.ศ. 2007 เป็นต้นไป) เป็นช่วงของการใช้งาน ดังนี้



ผู้ผลิต

- ให้มีการปรับปรุง เปลี่ยนแปลง ระบบปฏิบัติการให้พร้อมใช้งาน IPv6 โดยดำเนินการให้เสร็จภายในเฟสที่ 1
- ให้มีการเตรียม router และ switching hub ให้พร้อมใช้งาน IPv6 โดยดำเนินการให้เสร็จภายในเฟสที่ 1
- ให้มีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ว่าพร้อมใช้งาน IPv6 หรือไม่ โดยเริ่มดำเนินการในเฟสที่ 1 และให้เสร็จก่อนจะเริ่มเฟสที่ 2
- ทำให้ทุกผลิตภัณฑ์สามารถใช้งาน IPv6 ได้ ภายในต้นเฟสที่ 2
- สร้างผลิตภัณฑ์โครงข่ายอื่นที่ใช้งาน IPv6 ได้ โดยเริ่มดำเนินการในเฟสที่ 1 และให้เสร็จภายในช่วงเฟสที่ 2
- สร้างผลิตภัณฑ์ที่สามารถประยุกต์ใช้งาน IPv6 ได้ ให้เสร็จภายในช่วงท้ายของเฟสที่ 2
- ผลิต PDA โทรศัพท์เคลื่อนที่และระบบไร้สายอื่นๆ ที่ใช้งาน IPv6 ได้ ให้เสร็จก่อนจะเริ่มเฟสที่ 3
- ปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์มีเสถียรภาพ
- ตรวจสอบการเชื่อมต่อโดยผลิตภัณฑ์แบบเดียวกันของทุกบริษัทต้องเชื่อมต่อกันได้

ผู้ให้บริการ

ผู้ให้บริการขนาดใหญ่

- จัดให้มีการทดลองให้บริการโครงข่าย IPv6 และให้บริการแบบ Tunnel/native ในช่วงเฟสที่ 1
- เปลี่ยนเป็นการให้บริการแบบ Dual stack และจัดการให้บริการ ADSL และอื่นๆ โดยเริ่มเปลี่ยนและวัดในเฟสที่ 1 และทำการเปลี่ยนและวัดให้เสร็จสิ้นในกลางเฟสที่ 2
- จัดสร้างการให้บริการในรูปแบบใหม่ และให้เสร็จในต้นเฟสที่ 3
- จัดสร้างความรู้ ความชำนาญ ในเรื่องการใช้งาน IPv6 ในโครงข่าย และพัฒนานบุคลากรให้เป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญ
- เพิ่มการรองรับผู้ใช้งาน

ผู้ให้บริการขนาดกลางและขนาดเล็ก

- จัดให้มีการทดลองให้บริการโครงข่าย IPv6 ในช่วงเฟสที่ 1
- จัดให้มีการให้บริการแบบ Dual stack โดยให้ให้บริการได้ก่อนสิ้นสุดเฟสที่ 2
- จัดสร้างการให้บริการใหม่ที่ใช้ IPv6 โดยเริ่มในต้นเฟสที่ 2 และให้เสร็จในต้นเฟสที่ 3
- จัดสร้างความรู้ ความชำนาญ ในเรื่องการใช้งาน IPv6 ในโครงข่าย และพัฒนานบุคลากรให้เป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญ
- เพิ่มการบริการเพื่อรองรับผู้ใช้งานที่มากขึ้น



ผู้ใช้งานในบ้านเรือน

- เตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ให้รองรับ IPv6 ให้เสร็จภายในกลางเฟสที่ 2
- ทำให้โครงข่ายในบ้านพร้อมใช้งาน IPv6 โดยให้เสร็จสิ้นก่อนเริ่มเฟสที่ 3
- ใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วย IPv6 โดยเริ่มใช้งานได้ตั้งแต่ปลายเฟสที่ 1
- มีการซื้อผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ มาใช้งานและตรวจสอบผลิตภัณฑ์ใหม่ที่รองรับการใช้งาน IPv6

ผู้ใช้งานในรูปแบบบริษัท

- ปรับปรุง พัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ ความสามารถในการใช้งาน IPv6 โดยให้แล้วเสร็จในต้นเฟสที่ 2
- ตรวจสอบระบบ ว่ารองรับการใช้งาน IPv6 หรือไม่ โดยให้แล้วเสร็จในต้นเฟสที่ 2
- เปลี่ยนระบบ เปลี่ยนเครื่องจักร ให้รองรับการใช้งาน IPv6 โดยให้แล้วเสร็จในต้นเฟสที่ 3
- ดำเนินธุรกิจต่อไปโดยใช้งาน IPv6

ผู้ใช้งานในรูปแบบบริษัทที่เพิ่งจัดตั้ง

- เริ่มต้นดำเนินธุรกิจโดยใช้ IPv6 จนสิ้นเฟสที่ 2
- มีการใช้ผลิตภัณฑ์และบริการใหม่ๆ ที่รองรับการใช้งาน IPv6 ตั้งแต่ปลายเฟสที่ 1 เป็นต้นไป
- รวมการใช้งานกับอุปกรณ์ที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์

รัฐบาล

- ตรวจสอบระบบ ว่ารองรับการใช้งาน IPv6 หรือไม่ โดยให้แล้วเสร็จในต้นเฟสที่ 2
- กระตุ้นให้ส่วนราชการและหน่วยงานอื่นๆ เตรียมอุปกรณ์ให้รองรับการใช้งาน IPv6 ให้แล้วเสร็จในปลายเฟสที่ 2
- เปลี่ยนระบบ ให้รองรับการใช้งาน IPv6 โดยให้แล้วเสร็จในต้นเฟสที่ 3
- ดำเนินการให้บริการที่รองรับ IPv6 โดยเริ่มดำเนินงานตั้งแต่ต้นเฟสที่ 2
- ดำเนินการให้มีการลดภาษี
- พัฒนา ปรับปรุง ให้ความรู้แก่บุคลากร
- ศึกษาตารางการเปลี่ยนแปลงและมีการตรวจสอบ แก้ไข ปรับปรุง Roadmap เสมอ

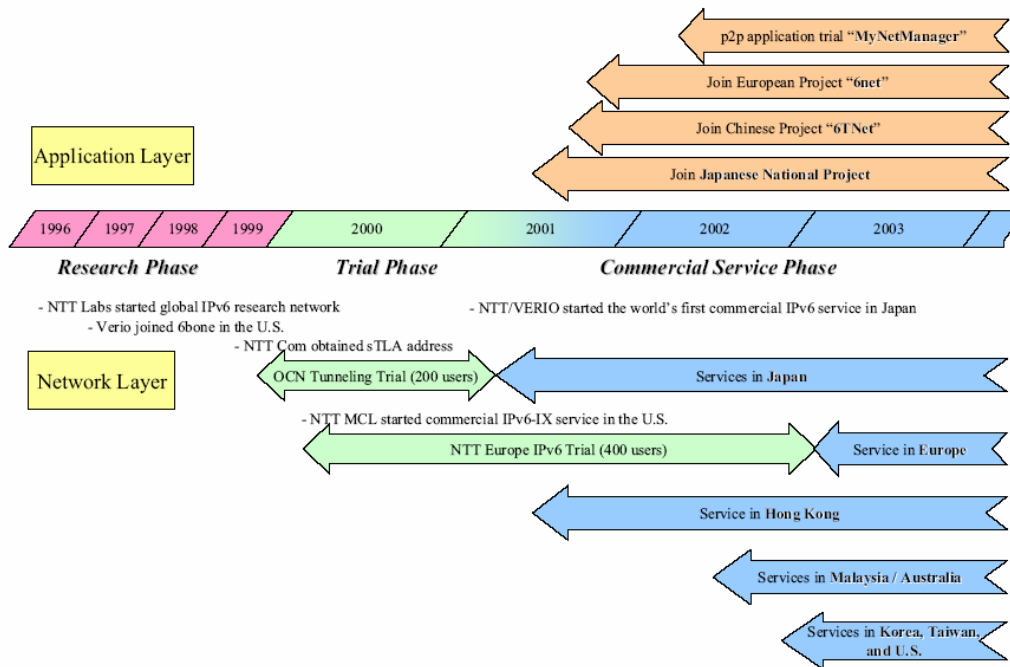
ในส่วนความร่วมมืออื่นๆ

- จัดตั้งโครงการความร่วมมือระหว่างประเทศญี่ปุ่นกับสหภาพยุโรป



- จัดตั้งโครงการความร่วมมือระหว่างประเทศญี่ปุ่นกับประเทศจีน และ ระหว่างประเทศญี่ปุ่นกับประเทศเกาหลีใต้
- กระจายความรู้ ความชำนาญในเรื่องการเปลี่ยนแปลงระบบที่ประเทศญี่ปุ่นจัดทำขึ้นไปสู่ประเทศอื่นๆ ทั่วโลก

1.2.2 NTT Communications [3]



รูปที่ 1.7 NTT/VERIO's Evolution in IPv6

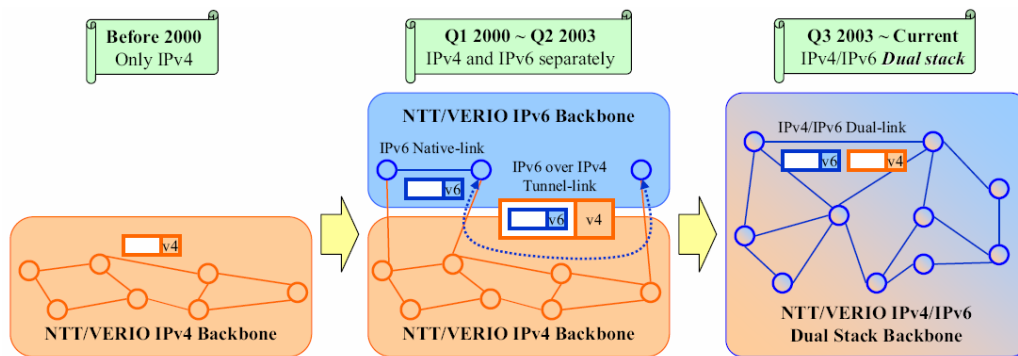
NTT Communications เป็นบริษัทโทรคมนาคมรายใหญ่ของประเทศญี่ปุ่น มี Roadmap ในการเปลี่ยนแปลงจาก IPv4 ไปสู่ IPv6 ของปี ค.ศ. 1996-2003 (รูปที่ 1.7) โดยแบ่งช่วงการเปลี่ยนแปลงเป็น 3 เฟส คือ เฟสที่ 1 เป็นช่วงของการวิจัย ค้นคว้าหาข้อมูล เฟสที่ 2 เป็นช่วงของการทดลองให้บริการ และเฟสที่ 3 เป็นช่วงของการให้บริการในเชิงพาณิชย์ ดังนี้

- 1996 - NTT Labs เริ่มค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับ IPv6
- 1997 - CICNet เป็นหน่วยงานของสหรัฐอเมริกาและ NWNet (Northwestern states Network) (ซึ่งตอนหลังถูกรวมเข้าอยู่ในบริษัท Verio ซึ่งเป็นบริษัทที่ร่วมมือกับ NTT Communication) เริ่มใช้งาน 6bone บนโนดใหญ่ๆ
- 1999 - NTT Communication (NTT Com) ได้รับ Sub Top Level Aggregator (sTLA) คือ ส่วนหนึ่งใน Header ของ IPv6 frame จาก APNIC (Asia Pacific Network



- Information Center)
- NTT Com เริ่มให้บริการทดลองใช้งาน IPv6 Tunneling สำหรับ Internet Service Provider (ISP) “OCN” กับผู้ใช้งานในญี่ปุ่น (มีผู้ทดลองใช้งานมากกว่า 200 คน)
- 2000 - NTT Multimedia Communications Laboratories (NTT MCL) เริ่มใช้งาน IPv6 ในเชิงพาณิชย์ คือ IPv6 IX (IPv6 Internet Exchanges : s-IX) ใน San Jose สหรัฐอเมริกา
- NTT Europe เริ่มให้บริการทดลองใช้งาน IPv6 (มีผู้ทดลองใช้งานมากกว่า 400 คน)
- 2001 - NTT Com เริ่มใช้งาน IPv6 ในเชิงพาณิชย์ โดยให้บริการ “IPv6 Gateway” และ “OCN IPv6 Tunnel Service”
- HKNet (เป็นสมาชิกของ NTT Communications) เริ่มใช้งาน IPv6 ในเชิงพาณิชย์ ที่ประเทศฮ่องกง
 - NTT Com เริ่มให้บริการทดลองใช้งาน IPv6 กับผู้ใช้ตามบ้าน
 - NTT Com เข้าร่วมกับ European Communities จัดตั้งโครงการ “6NET/Large-Scale International IPv6 Test bed”
 - NTT Com เข้าร่วมกับ Chinese IPv6 Telecom จัดตั้งโครงการทดลองให้บริการโครงข่าย 6TNET
- 2002 - NTT Com เริ่มใช้งาน IPv6/IPv4 แบบ Dual Stack กับบริการ ADSL และใช้งานได้เลยโดยไม่ต้องตั้งค่าก่อน
- NTT MSC เริ่มใช้งาน IPv6 ในเชิงพาณิชย์ที่ประเทศ มาเลเซีย
 - NTT Australia IP เริ่มใช้งาน IPv6 ในเชิงพาณิชย์ที่ Australia
- 2003 - NTT Europe เริ่มใช้งาน IPv6 ในเชิงพาณิชย์ที่ Europe
- Verio เริ่มใช้งาน IPv6 ในเชิงพาณิชย์ที่สหรัฐอเมริกา
 - NTT’s Asia/Pacific Region subsidiaries เริ่มใช้งาน IPv6 ในเชิงพาณิชย์ที่ประเทศเกาหลีใต้ และประเทศไต้หวัน
 - มีการใช้งาน IP-TV Multicasting สำหรับ ผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงในประเทศญี่ปุ่น

รูปแบบการเปลี่ยนแปลงจากโครงข่าย IPv4 เป็นโครงข่าย IPv6 เป็นดังรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.8 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงจากโครงข่าย IPv4 เป็น โครงข่าย IPv6

ก่อนปี ค.ศ. 2002

- ประเทศทั่วโลกใช้โครงข่าย IP
- โครงข่ายทั่วโลกเป็น IPv4 ทั้งหมด

ช่วง 3 เดือนแรกของปี ค.ศ. 2000 – ช่วง 6 เดือนแรกของปี ค.ศ. 2003

- จัดตั้ง IPv6 backbone ครอบคลุมทั้งทวีปเอเชีย ทวีปอเมริกาและทวีปยุโรป
- การจัดเส้นทางในการต่อถึงกันใช้การค้นหา ซึ่งแยกกันระหว่าง IPv4 และ IPv6

<< IPv6 Backbone >>

- ใช้ Tunneling ในการต่อถึงกัน เพื่อลดต้นทุนในการอัปเกรด router
- ให้บริการ Native Service และ Tunneling Service ยังไม่ได้ใช้งาน dual stack service

<< IPv4 Backbone >>

- ไม่มีผลกระทบจาก IPv6
- ข้อมูล IPv6 ถูกส่งผ่าน IPv4 แบบ Tunneling

ช่วง 6 เดือนหลังของปี ค.ศ. 2003 เป็นต้นมา

- Backbone ทั้งหมด สามารถส่งข้อมูลได้ทั้ง IPv4 และ IPv6
- การควบคุมการจัดเส้นทางของ IPv4 และ IPv6 ทำงานโดยแยกจากกัน
- NTT/VERIO มีการใช้งาน dual stack backbone มากกว่า 100 โหนด

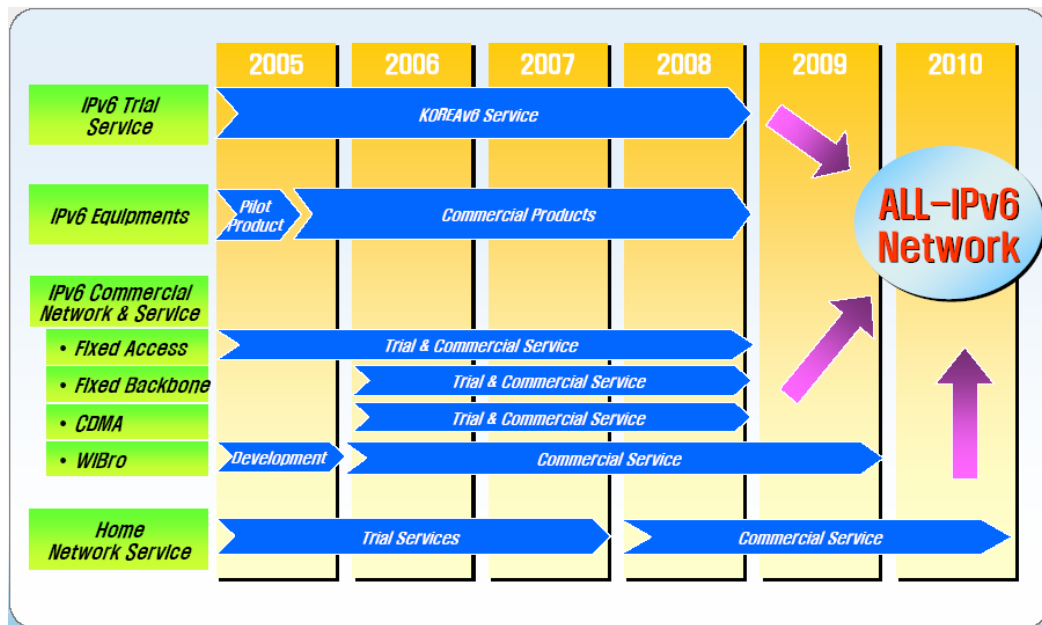
1.2.3 ประเทศสาธารณรัฐเกาหลีใต้ [4]

Roadmap ของประเทศเกาหลีใต้ (รูปที่ 1.9) มีจุดประสงค์เพื่อเผยแพร่ IPv6 และเพื่อการแข่งขันในอุตสาหกรรมอินเทอร์เน็ตยุคใหม่ โดยมียุทธวิธีดังนี้

- เริ่มที่รัฐบาล และกลุ่มวิจัยต่างๆ



- เป็นความร่วมมือกันในหมู่ผู้ใช้งาน
- เป็นการช่วยเหลือกันทางด้านการแนะนำการใช้งาน
- มุ่งเน้นไปที่การวิจัยและพัฒนา



รูปที่ 1.9 Korea's IPv6 Roadmap

โดยมีเนื้อหาของ Roadmap เพื่อให้เป็นโครงข่าย IPv6 ทั้งหมดภายในปี ค.ศ. 2010 ดังต่อไปนี้

1. ต้องมีการจัดให้มีการทดลองใช้บริการ IPv6 ภายในปี ค.ศ. 2008
2. ในส่วนของ อุปกรณ์ เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ IPv6 ต้องมีการผลิตนำร่องในปี ค.ศ. 2005 หลังจากนั้นให้มีการผลิตเพื่อการจำหน่ายภายในปี ค.ศ. 2008
3. ด้านโครงข่าย และบริการเพื่อการค้า แบ่งเป็น
 - Fixed Access ต้องมีการทดลองและให้บริการทางการค้าภายในปี ค.ศ. 2008
 - Fixed Backbone และ CDMA ต้องมีการทดลองและให้บริการทางการค้าภายในปี ค.ศ. 2008
 - WiBro ต้องมีการพัฒนา ภายในปี ค.ศ. 2005 หลังจากนั้นก็ให้บริการทางการค้าภายในปี ค.ศ. 2009
4. ด้านโครงข่ายการบริการสำหรับบ้านเรือน ต้องมีการทดลองใช้บริการภายในปี ค.ศ. 2007 หลังจากนั้นก็เปลี่ยนเป็นการให้บริการที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายภายในปี ค.ศ. 2010

1.2.4 ประเทศในแถบทวีปยุโรป [5]



1) ข้อเสนอแนะในเชิงนโยบาย

ข้อเสนอแนะสำหรับประเทศสมาชิกในสหภาพยุโรป (EU Member state)

- เพิ่มระบบที่รองรับการรวมกันของ IPv4 กับ IPv6 และบริการอินเทอร์เน็ตรูปแบบใหม่แก่สาธารณะ เช่น การนำ IPv6 ไปใช้กับ E-service อันได้แก่ E-government, E-learning และ E-health รวมถึง application ต่างๆ ซึ่ง IPv6 ให้ทั้งความเชื่อถือได้และความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้น
- จัดสร้างศูนย์กลางในการเรียนรู้เกี่ยวกับ IPv6 ทั้งในเรื่องอุปกรณ์ เทคนิคและการประยุกต์ใช้งาน จัดให้มีการพัฒนาในเรื่องของคุณภาพของการฝึกให้อยู่ในระดับมืออาชีพ สร้างพื้นฐานด้านทักษะและความรู้ ให้มีการผสานกันระหว่างความรู้ในสถานศึกษาและความชำนาญด้านการค้า
- สนับสนุนให้รับรู้ถึงการมาถึงของ IPv6 และมีการนำ IPv6 มาใช้งาน จัดให้มีการสนับสนุนและให้มีการศึกษาวิจัยด้าน IPv6 ทั้งในบริษัทขนาดเล็กและขนาดกลาง ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตและผู้ให้บริการสื่อสารแบบไร้สาย
- กระตุ้นให้มีการขยายการใช้งานอินเทอร์เน็ตด้วย IPv6 อย่างต่อเนื่อง เช่น ให้สร้างโครงข่ายแถบกว้างมายังบ้านเรือน บริษัทขนาดกลางและขนาดเล็ก
- ให้การสนับสนุนทางการเงินในด้านการวิจัยทางด้านการยกระดับการใช้บริการ IPv6 เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ทำให้เข้าใจว่าการพัฒนาไปสู่ native IPv6 เป็นก้าวหลักของยุโรปในการที่จะเป็นผู้นำในอุตสาหกรรมการสื่อสารเคลื่อนที่
- กระตุ้นให้มีการพัฒนาให้มีการทดลองใช้งานอุปกรณ์ บริการและการประยุกต์ใช้งานที่เป็น native IPv6 ในภาคเศรษฐกิจ เช่น การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า การบริการด้านการสื่อสารโทรคมนาคม อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนทาง ICT การศึกษาและสุขภาพ ธนาคารและการประกันภัย เป็นต้น
- เรียกร้องให้มหาวิทยาลัยบรรจุ IPv6 เป็นหลักสูตรพิเศษในระดับปริญญาโทและปริญญาเอก เพื่อให้เป็นการทำให้มั่นใจว่าจะมีวิศวกรที่มีความรู้ด้าน IPv6 สำหรับเป็น ผู้ฝึกอบรมต่อไป

ข้อเสนอแนะสำหรับคณะกรรมการสหภาพยุโรป (The European Commission)

- เรียกร้องให้มีการจัดทำแนวทาง (Guideline) สำหรับเครื่องมือ อุปกรณ์และการประยุกต์ใช้งานใหม่ๆ ของ IPv6 สำหรับประชาชนและการศึกษา เพื่อเป็นปกป้องการลงทุนในส่วนเครื่องมือและอุปกรณ์
- เรียกร้องให้มีการจัดตั้งศูนย์กลางในการเรียนรู้เกี่ยวกับ IPv6 ใน 25 ประเทศในยุโรป
- สนับสนุนโปรแกรมของ Linux ที่รองรับการทำงานของ IPv6
- มุ่งเน้นให้โรงงานอุตสาหกรรมรวม IPv6 ไว้ในแผนยุทธศาสตร์ของโรงงานด้วย
- จัดตั้งกลุ่มความร่วมมือที่ทำงานร่วมกันในการจัดการดูแลเกี่ยวกับ IPv6 ทั้งในเรื่องของการสนับสนุน พัฒนาและอื่นๆ



- กระตุ้นให้มีการใช้งาน Security และ Firewall ใหม่ที่ใช้ IPv6 ร่วมกับการใช้ Public Key Infrastructure (PKI) ในระดับที่เหมาะสม มีการสนับสนุนการพัฒนาและทดลองใช้งาน Secure Networking Application ที่ใช้โพรโทคอล IPv6 IPsec
- เรียกรื่องให้มหาวิทยาลัยบรรจุ IPv6 เป็นหลักสูตรพิเศษในระดับปริญญาโทและปริญญาเอก เพื่อให้แน่ใจว่าจะมีวิศวกรที่มีความรู้ด้าน IPv6 สำหรับเป็นผู้ฝึกอบรม

ข้อเสนอแนะสำหรับอุตสาหกรรมในสหภาพยุโรป (The European Industry)

- สนับสนุน IPv6 ที่ใช้งานแบบแถบกว้าง : ได้หวั่นและญี่ปุ่นประสบความสำเร็จในเรื่องการใช้งาน IPv6 ในโครงข่ายแบบแถบกว้าง ในยุทธศาสตร์การพัฒนาของเกาหลีได้มีการใช้ IPv6 ในโครงข่ายแบบ WiBro แล้ว ซึ่งเหล่านี้เป็นตัวอย่างในการพัฒนาของยุโรปได้
- สนับสนุนระบบ Voice over IP (VoIP) ที่ใช้ IPv6 : การใช้งาน VoIP ที่เป็นการส่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปสู่เครื่องรับโทรศัพท์เป็นเทคโนโลยีแรกๆ ของการใช้ IPv6 ที่มีประสิทธิภาพ เพราะต้องการ IP จำนวนมหาศาลสำหรับการรองรับการให้บริการ ยุโรปมีความพยายามที่จะทำให้ภาคอุตสาหกรรมการสื่อสารของยุโรปและผู้ให้บริการ (operator) เชื่อมันที่จะมีการใช้ IPv6 ใน VoIP
- สนับสนุนการใช้งาน IPv6 ในระบบสื่อสารดาวเทียมและ High-Definition Television (HDTV) : ยุโรปมีการพัฒนาเพื่อจะเป็นผู้นำทางด้านการสื่อสารผ่านดาวเทียม รวมทั้งการมาถึงของระบบโทรทัศน์ที่จะเป็นแบบดิจิทัลทั้งหมดในปี ค.ศ. 2010 ซึ่งก็มีความเป็นไปได้ที่ยุโรปจะเป็นผู้นำทางด้านนี้ด้วย จึงต้องมีการสนับสนุนการใช้งาน IPv6 ในระบบ HDTV ด้วย
- คิดตั้งใช้งานและขยายระบบ IPv6 สำหรับการใช้งาน High-Definition Video (HDV)
- นำเครื่องมือเฝ้าตรวจโครงข่าย (Network-Monitoring Tool) มาใช้เพื่อนับจำนวนผู้ใช้งาน IPv6 ในระบบ Video On Demand (VOD)

2) ข้อเสนอแนะในส่วนของมูลค่าทางเทคโนโลยี

- นักพัฒนาซอฟต์แวร์ ควรคิดถึงความได้เปรียบในการประยุกต์ใช้งาน IPv6 ซึ่งสามารถเข้าถึงได้จากทั่วโลก นักพัฒนาเหล่านี้ต้องพิจารณาสิ่งเหล่านี้ 2-3 ปีล่วงหน้า
- ผู้ให้บริการควรจะเตรียมพร้อมที่จะให้บริการ IPv6 โดยเริ่มจากการฝึกอบรมพนักงานของตัวเอง ให้เข้าใจถึง IPv6 นำ IPv6 เข้ามาเริ่มใช้ในองค์กร เพื่อเพิ่มเติมประสบการณ์เกี่ยวกับ IPv6 สินค้าใหม่ๆ ควรรองรับกับการใช้ IPv6 เพื่อที่การลงทุนในอนาคตจะได้มีต้นทุนที่ต่ำลง
- ผู้บริหารโครงข่าย (Network Administrator) ควรจะติดตั้ง ทดสอบ หรือแม้กระทั่ง ต่อระบบเข้ากับ ผู้ให้บริการรายอื่นๆ เพื่อที่จะได้เรียนรู้เกี่ยวกับระบบ องค์กรต่างๆควรจะพิจารณาถึงอนาคต



เกี่ยวกับความต้องการของผู้บริโภค ในอนาคตนั้นเมื่อนำ IPv6 มาใช้งาน เราควรจะทำให้ข้อมูลที่มีการทำ Encapsulation แบบ IPv4 สามารถสื่อสารในระบบของ IPv6 ได้ด้วย

3) ข้อเสนอแนะในส่วนของการประยุกต์ใช้งานและการต่อยอด

- Broadband : ในปี ค.ศ. 2006 มีการใช้เทคโนโลยีร่วมกันระหว่าง Broadband กับ IPv6 ดังนั้นผู้ให้บริการควรจะมีการจัดการที่ดีเพื่อที่จะทำให้เทคโนโลยี 2 อย่างใช้ด้วยกันได้ (การใช้งานแบบคู่ขนาน ซึ่งวิธีที่แนะนำคือการทำ Dual Stack)
- Multi-Play : ISP ในยุโรปนั้นได้มีการลงทุนไปแล้วอย่างมากในเทคโนโลยี Broadband และเพื่อรักษาตำแหน่งทางการตลาดในอนาคต จึงมีการลงทุนและพัฒนาประสิทธิภาพทางด้าน IPv6 มากกว่า 5 ปี การใช้งาน เกี่ยวกับ Triple หรือ Multiple play นั้นควรจะมีการเน้นให้มากขึ้นเพื่อเจาะเข้าไปยังกลุ่มเป้าหมาย
- การประยุกต์ใช้งาน IPv6 ในภาคขนส่ง (IPv6 Application in Transportation Sector) : บริษัทที่จัดการเกี่ยวกับการขนส่งมวลชนควรจะมีการพัฒนาอุปกรณ์ต่างๆที่จะนำเข้ามาใช้เพื่อรองรับ IPv6
- การประยุกต์ใช้งาน IPv6 ในสถานการณ์ฉุกเฉิน (IPv6 Application in Emergency and Crisis Context) : ในเชิงธุรกิจนั้นมีสถานการณ์ที่ฉุกเฉินและวิกฤตอยู่มาก ควรต้องมีการพัฒนา IPv6 เพื่อรองรับในสถานการณ์เหล่านี้
- การประยุกต์ใช้งานในโครงข่ายทางสังคม (Social Networks Applications) : พิจารณาถึงผลกระทบของ IPv6 ที่จะเกิดขึ้นกับสังคมและเตรียมรับมือ

1.2.5 ประเทศจีน [6]

ประเทศจีนมีการนำเอา IPv6 มาใช้งาน โดยการจัดตั้งโครงการชื่อ China Next Generation Internet (CNGI project) ขึ้น โดยกลุ่มผู้ริเริ่มที่ใช้ชื่อว่า 6TNET ซึ่งได้เสนอแนะให้มีการใช้ IPv6 ใน CNGI project แก่รัฐบาลจีน เพื่อประโยชน์ทางการค้า การบริการและการวิจัย ทั้งยังมีการพิสูจน์ให้เห็นว่าผู้ที่ด้อยกว่าทางด้านเทคโนโลยีสามารถก้าวข้ามผู้นำได้ด้วยเทคโนโลยี IPv6 นี้

การก่อตั้งโครงการ CNGI เริ่มจาก ในปี ค.ศ. 2001 สถาบันการศึกษา 57 แห่งได้เขียนบันทึกถึง Leader of State Council ว่าต้องการให้มีการก่อตั้งโครงข่ายสถาบันสำหรับอินเทอร์เน็ตรุ่นที่ 2 หลังจากนั้น National Development and Reform Commission (NDRC) รู้สึกว่าการศึกษาเรื่อง NGI เหมือนกับการตั้งโครงข่ายสถาบันที่สถาบันการศึกษาทั้ง 57 แห่ง ต้องการ ดังนั้น NDRC จึงมีนโยบายที่จะจัดตั้งคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการพัฒนาระบบอินเทอร์เน็ตขึ้นในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 2002



หลังจากมีการศึกษาไปแล้วราวๆ ครึ่งปี ก็ได้มีการเรียกชื่อโครงการนี้ว่า CNGI แต่จริง ๆ แล้วในตอนนั้นโครงการนี้เป็นเพียงโครงการเพื่อสาธิต Next Generation Internet เท่านั้น ระหว่างนั้นได้มีการโต้เถียงกันว่าโครงการนี้เป็น NGI หรือ NGN (Next Generation Network) เป็นสถาบันหรือเป็นเพียงการสาธิต จะมีการนำไปประยุกต์ใช้งานหรือใช้ในเชิงพาณิชย์ในอนาคตหรือไม่

ในเดือนมีนาคม ค.ศ. 2003 ได้มีการจัดทำยุทธศาสตร์การวิจัยและแผนการนำไปประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับโครงการ CNGI ออกมาและมีการทำเป็นรายงานเพื่อรายงานไปยังผู้ดูแลจัดการที่เกี่ยวข้อง ซึ่งโครงการ CNGI มีลักษณะการศึกษา 6 แบบ ดังนี้

1. ให้องค์กรทั้ง 8 หน่วยงานของจีน ได้แก่ NDRC เป็นผู้นำ และอีก 7 หน่วยงานที่เหลือคือ Ministry of Science and Technology (MST), Ministry of Education (ME), Ministry of Information Industry (MII), the State Council Information Office (SCIO), Chinese Academy of Science (CAS), Chinese Academy of Engineering (CAE) และ National Natural Science Foundation of China (NSFC) ร่วมมือกันดูแลจัดการโครงการนี้ รวมทั้งให้การสนับสนุนและเข้าร่วม
2. ให้บริษัทโทรคมนาคมเป็นผู้นำด้วย : ในโครงการ CNGI สถาบันวิจัยและมหาวิทยาลัย เป็นส่วนของผู้ที่สำคัญ แต่ก็ควรจะมีการดึงเอาบริษัทโทรคมนาคมทั้ง 5 ของจีน (ยกเว้นบริษัท China Satcom ซึ่งไม่ได้ถูกเชิญให้เข้าร่วม) เข้าร่วมเป็นผู้นำในโครงการ CNGI ด้วย
3. ให้มีการรวมเอา Mobile IPv6 เข้าอยู่ในโครงการตอนเริ่มต้นด้วย : NGI ในต่างประเทศจะเริ่มศึกษาจาก fixed access แต่ในประเทศจีนจะเริ่มศึกษาจาก Mobile IPv6 เพราะอินเทอร์เน็ตแบบเคลื่อนที่ (mobile internet) เป็นลักษณะของการใช้งานที่มีความต้องการเป็นอันดับแรก และการใช้งาน Mobile IPv6 จริงๆ เป็นส่วนสำคัญในการผลักดันให้เกิดการพัฒนาการใช้งาน IPv6
4. ไม่มีการตัดประเด็นการโต้เถียงเรื่องจุดมุ่งหมายและเทคโนโลยี NGN ออกไป : ถึงแม้ว่าจะมีการเรียกโครงการนี้ว่า CNGI แต่ประเด็นเรื่องการโต้เถียงกันในเรื่องจุดมุ่งหมายและเทคโนโลยี NGN ก็ยังไม่มีมีการตัดออกไป บางทีการใช้งานเทคโนโลยี IPv6 สามารถทำให้แน่ใจได้ว่าประเทศจีนต้องการ NGI แต่ก็ยังต้องอาศัยหลักเกณฑ์ของ NGN ด้วย
5. กระตุ้นการสร้างโครงข่ายต่างๆ กัน เพื่อนำมาใช้ในลักษณะที่แตกต่างกัน : CNGI วางแผนที่จะติดตั้ง 6 backbone network เพื่อรองรับทุกๆ ผลัดกันของ IPv6 ประเทศจีนจึงต้องมีการกระตุ้นให้มีการสร้างโครงข่ายต่างๆ กัน เพื่อรองรับการใช้งานในลักษณะต่างๆ กันได้
6. ให้ความสำคัญกับลักษณะการใช้งาน เนื่องจากประเทศจีนต้องการที่จะเป็นผู้ช่วยเหลือ ให้การสนับสนุนในเรื่อง IPv6 ให้กับทั่วโลก

ในโครงการ CNGI เทคโนโลยี IPv6 เป็นเสมือนศูนย์กลางที่สำคัญ ประเทศจีนแน่ใจว่า NGI ใช้ IPv6 แต่ IPv6 ไม่ใช่ทั้งหมดของ NGI สำหรับ CNGI เทคโนโลยี IPv6 เป็นโปรโตคอลที่สำคัญ แต่ในขณะเดียวกันก็มีการโต้เถียงกันในเรื่องของ IPv4 และการใช้งาน IPv4 ร่วมกับ IPv6 อยู่ด้วย



1.2.6 ประเทศอินเดีย [7]

ในวันที่ 9 มกราคม ค.ศ. 2006 Telecom Regulatory Authority of India ได้จัดทำข้อเสนอแนะสำหรับการเปลี่ยนแปลงโครงข่ายจาก IPv4 เป็น IPv6 ให้กับประเทศอินเดีย ดังนี้

1. ให้รัฐบาลกระตุ้นให้ภาคส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเปลี่ยนแปลงโครงข่ายไปสู่ IPv6
 - รัฐบาลควรจะใช้ IPv6 ในการจัดตั้ง e-government หรือการใช้งานอื่นๆ สำหรับระบบข้อมูลและโครงข่ายของรัฐบาลเอง เพื่อเป็นการนำไปเห็นลักษณะของการใช้งาน IPv6
 - กระทรวงเทคโนโลยีและสารสนเทศและรัฐบาลของประเทศอินเดีย ควรจะจัดให้มีการฝึกการใช้งาน (workshop) และจัดสัมมนาเพื่อกระตุ้นให้เกิดการตื่นตัวเกี่ยวกับเรื่อง IPv6 และประโยชน์สำหรับผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการ
2. จัดตั้ง National Internet Registry (NIR)
 - รัฐบาลควรจัดตั้ง NIR ของประเทศให้สอดคล้องกับ NIR ของ APNIC และ Regional Internet Registry (RIR) ของประเทศในแถบเอเชียและแปซิฟิก
 - รัฐบาลควรร่วมมือกับ National Inter Exchange of India (NIXI) เพื่อพิจารณาในเรื่องการแจก .IN domain name สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม
3. จัดตั้ง IPv6 Test bed
 - ให้มีการจัดตั้ง IPv6 Test bed ในสถาบันต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ให้สามารถใช้งานได้ทั่วถึง เพื่อให้อินเดียเป็นเมืองแห่งการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต
 - จัดให้ IPv6 Test bed ของ ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตทุกรายสามารถเชื่อมต่อกันได้
 - หน่วยงานอื่นๆ ของประเทศอินเดีย เช่น Telecom Engineering Centre (TEC), Center for Development of Telematics (C-DOT) และ Centre for Development of Advanced Computing (C-DAC) ก็ควรจะมีการจัดตั้ง IPv6 Test bed ด้วย

1.2.7 ประเทศออสเตรีย [8]

IPv6 Task Force ของประเทศออสเตรีย ได้มีการจัดตั้งคณะทำงานขึ้น 5 คณะ เพื่อสำรวจสถานการณ์การใช้งานของประชาชนชาวออสเตรีย ในเรื่องต่าง ๆ 5 เรื่อง ได้แก่ โครงสร้างพื้นฐาน, การเปลี่ยนแปลงโครงข่าย, การต่อ เข้าถึงระบบอินเทอร์เน็ต, การประยุกต์ใช้งานและโอกาสทางธุรกิจ

โครงสร้างพื้นฐาน

กลุ่มทำงานที่ดูแลเรื่องโครงสร้างพื้นฐานนั้นนำโดย University of Vienna พิจารณาสืบถึงสิ่งที่จำเป็นต้องมีก่อนการพัฒนาการให้บริการ IPv6 นั่นคือเรื่องของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งตั้งแต่เริ่มมีการจัดตั้ง IPv6 Task Force Austria ในปี ค.ศ. 2004 ระบบโครงสร้างพื้นฐานของประเทศออสเตรียก็มีการปรับปรุงให้ดีขึ้นเรื่อยมา



ข้อเสนอแนะในเรื่องโครงสร้างพื้นฐาน

1. การกระทำที่ผิดกฎหมาย (Lawful Interception)

จากการใช้งาน IPsec ทำให้การทำผิดกฎหมายทำได้ยากขึ้น เพราะ IPsec สามารถจัดการกับปัญหานี้ได้ องค์กรที่มีอำนาจเกี่ยวข้องทั้งในประเทศและในระดับของสหภาพยุโรปควรจะจัดทำนโยบายที่เหมาะสมในเรื่องเกี่ยวกับการทำผิดกฎหมายนี้

2. ความสอดคล้องกันของนโยบาย

เนื่องจากโครงข่ายที่ให้บริการนั้นมีขนาดใหญ่หลายๆ จึงทำให้มีข้อเสนอแนะที่แตกต่างกันมากมาย เพื่อให้มีความสอดคล้องกัน จึงมีการจัดทำข้อเสนอแนะไว้ที่ www.ietf.org

3. นโยบายในการจัดสรรเลขหมาย

การเสนอแนะของ RIPE (Réseaux IP Européens) ไม่ได้จัดสรรเลขหมาย IPv6 ให้แก่ ISP รายใหญ่ๆ นั้นจึงเป็นเรื่องยากที่ ISP รายเล็กๆ จะใช้ IPv6 และเป็นอุปสรรค อันใหญ่หลวงที่จะเปลี่ยนแปลงจาก IPv4 เป็น IPv6

4. ล้มล้างการร้องขอการจัดสรรเลขหมาย

IEFT (Institut Européen de Formation au Tourisme) และ RIPE ไม่ได้วางแผนล่วงหน้าถึงการจัดสรรเลขหมาย IPv6 ให้แก่องค์กรต่างๆ ตัวอย่างปัญหาที่เกิดขึ้นที่ประเทศออสเตรียได้แสดงให้เห็นว่า ASP (Active Server Page) ไม่สามารถจัดสรรและแก้ปัญหาเกี่ยวกับ IPv6 ได้ จึงต้องปรึกษา IETF เพื่อหาทางแก้ไข

5. ปฏิรูปกระบวนการจัดสร้างนโยบาย

ปัจจุบันการกำหนดนโยบายอินเทอร์เน็ต ถูกกำหนดไปในทางด้านเทคนิค โดยไม่ได้คำนึงถึงด้าน เศรษฐศาสตร์และด้านธุรกิจ นโยบายปัจจุบันมุ่งไปยังการใช้ IPv4 ให้น้อยลงโดยการเก็บรักษาพื้นที่ของ IPv4 เอาไว้ ซึ่งจะไปทำลายการออกแบบนวัตกรรมใหม่ๆ ของ IPv4 และทำให้การเปลี่ยนแปลงจาก IPv4 มาเป็น IPv6 ช้าลง ซึ่งสมาชิกของ RIPE ควรมีบทบาทในการแก้ไขปัญหานี้

การเปลี่ยนแปลงโครงข่าย

กลุ่มทำงานที่ดูแลเรื่องการเปลี่ยนแปลงโครงข่ายนั้นนำโดย Kapsch CarrierCom มีการพิจารณาเกี่ยวกับเครื่องจักรที่แตกต่างกันในการเปลี่ยนแปลงไปสู่ IPv6 และการใช้งานร่วมกันของโพรโทคอลทั้ง 2 แบบ การประเมินการเปลี่ยนแปลงโครงข่ายก็จะประเมินในลักษณะที่ควบคู่กันไป ระหว่างส่วนของเศรษฐกิจ และเรื่องของการตลาดในประเทศออสเตรีย แต่ในส่วนอื่นๆ ที่สำคัญ เช่น เรื่องความปลอดภัย การจัดเส้นทาง ฯลฯ ก็จะมีการนำรวมเข้ามาประเมินด้วย

ข้อเสนอแนะในเรื่องการเปลี่ยนแปลงโครงข่าย

1. ISP รายใหญ่ๆ ควรจะเริ่มสร้างฐาน ความรู้เพื่อรองรับกับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น

2. เรื่องที่ควรใส่ใจเป็นพิเศษในระบบ ของ IT (Information Technology) คือการ provisioning billing administration, maintenance เพราะระบบเหล่านี้จะไม่ถูกพิจารณาในการเปลี่ยนแปลงครั้งนี้



3. อุปกรณ์ในโครงข่ายที่จะถูกซื้อเข้ามา ควรทำงานแบบคู่ขนานได้และมีมาตรฐานของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ซึ่งโดยส่วนมากแล้วอุปกรณ์ที่ใช้ IPv6 จะสามารถใช้ได้อยู่แล้วโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่ม

4. กระบวนการ Tunneling ได้เสนอแนวทางที่จะทำให้ผู้ใช้รายเล็กๆ สามารถใช้ IPv6 ได้ ด้วยราคาที่ถูกลงและไม่ต้องการการ upgrade ใดๆ ทั้งสิ้น

5. ถ้าผู้ให้บริการมี core network เป็น MPLS (Multiprotocol Label Switching) อยู่แล้ว ระบบ 6PE (IPv6 tunneling over MPLS) ก็ควรถูกนำมาใช้เพราะจะสามารถทำงานแบบคู่ขนานได้ โดยที่ลูกค้าที่ใช้ IPv6 ไม่ต้องเปลี่ยน core network

6. โครงสร้างพื้นฐานของโครงข่ายควรได้รับการ upgrade เพื่อให้รองรับ stack ได้ทั้ง IPv4 stack และ IPv6 stack เพื่อรองรับความต้องการที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากกระบวนการ tunneling เริ่มจะไม่มีประสิทธิภาพและยากต่อการดูแลและไม่คุ้มค่า

การเชื่อมต่อ เข้าถึงระบบอินเทอร์เน็ต

กลุ่มงานที่ดูแลเรื่องการเชื่อมต่อ เข้าถึงระบบอินเทอร์เน็ตนั้นนำโดย Siemens Österreich โดยมุ่งประเด็นหลักไปที่การสาธิตถึงผลกระทบของการเข้าถึงโครงข่ายที่เป็น IPv6 ทั้งหมด เทียบกับเทคโนโลยีการเข้าถึงในปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการเชื่อมต่อ เข้าถึงระบบอินเทอร์เน็ต

1. Bridged Mode for DSL Operators

ถึงแม้ว่ายังมีข้อจำกัดของการให้บริการ native IPv6 ใน modems ตามบ้านเรือน ที่ยังเป็นการใช้งาน IPv4 อยู่ แต่ก็ให้มีการพัฒนา Bridged Mode สำหรับ IPv6 ควบคู่ไปด้วย

2. พัฒนา DOCSIS v3 ให้สามารถใช้งานได้

ถึงแม้ว่า DOCSIS v1 และ DOCSIS v2 (Data Over Cable Service Interface Specification version 1 and 2) จะไม่รองรับการใช้งาน IPv6 แต่ข้อมูลที่ใส่โปรโตคอล IPv6 ก็สามารถส่งผ่านโครงข่าย DOCSIS ได้ โดยการทำ tunneling หลังจากนั้นจึงควรมีการพัฒนา DOCSIS v3 ที่สามารถรองรับการใช้งาน IPv6 ได้ด้วย

การประยุกต์ใช้งาน

กลุ่มงานที่ดูแลเรื่องการประยุกต์ใช้งานนั้นนำโดย HP (Hewlett-Packard) ซึ่งมีการทำงานที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงระบบโครงข่าย เพราะเมื่อเปลี่ยนระบบโครงข่ายแล้วก็สามารถรองรับการใช้งาน IPv6 ได้ ในส่วนนี้จึงพิจารณาในส่วนของซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ หรือการแก้ไขเกี่ยวกับซอฟต์แวร์

ข้อเสนอแนะในเรื่องการประยุกต์ใช้งาน

1. พัฒนาอุปกรณ์และมีการประเมินความเสี่ยง

กลุ่มงานนี้มีการเสนอให้การพัฒนาอุปกรณ์ IPv6 เป็นการดำเนินการที่สำคัญสำหรับวิสาหกิจและสถาบันต่างๆ ของประเทศออสเตรีย และให้มีการประเมินความเสี่ยงในการพัฒนาด้วย

2. พัฒนานโยบายการเปลี่ยนแปลงโครงข่าย



ในขั้นต่อไป กลุ่มวิสาหกิจควรจะมีการพัฒนาและจัดสร้างนโยบายการเปลี่ยนแปลงโครงข่ายไปสู่ IPv6 และที่สำคัญต้องมีการพิจารณาแนวนโยบายที่จัดสร้างขึ้นเพื่อให้แน่ใจว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงโครงข่ายที่มีประสิทธิภาพ

3. ออกกฎบังคับใช้และมีการตรวจเครื่องจักรที่ใช้งาน

เพื่อลดความยุ่งยากและต้นทุนในการเปลี่ยนแปลงไปสู่โครงข่าย IPv6 การออกกฎข้อบังคับเกี่ยวกับนโยบายในการเปลี่ยนแปลงโครงข่ายเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณา

โอกาสทางธุรกิจ

กลุ่มทำงานที่ดูแลเรื่องโอกาสทางธุรกิจซึ่งนำโดยบริษัท Acatel นั้น เชื่อว่า การใช้โพรโทคอล IPv6 สามารถพัฒนาโครงข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ทำให้ได้เปรียบทางธุรกิจ ในขณะที่เดียวกันการเปลี่ยนแปลงโครงข่ายไปสู่ IPv6 อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ จะเป็นผลดีต่อธุรกิจมากขึ้น และจากการสำรวจหาข้อมูลในการเปลี่ยนแปลงโครงข่ายจะเห็นได้ว่า ค่าใช้จ่ายที่เสียไปในการเปลี่ยนแปลงนั้น จะสามารถสร้างรายได้ทางด้านต่าง ๆ มากกว่า

ข้อเสนอแนะในเรื่องโอกาสทางธุรกิจ

1. ศึกษาเรียนรู้วิธี transition ไปสู่ IPv6 และพัฒนาเส้นทางการเปลี่ยนแปลงไปสู่ IPv6 อย่างมีประสิทธิภาพ
2. เพิ่มการสนับสนุนการใช้งาน IPv6 ในโครงข่ายสาธารณะและโครงข่าย ในหน่วยงาน
3. การปรับเปลี่ยน สู่ IPv6 จะต้องวางแผนทำไปพร้อม ๆ กับทุกบริษัท เพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อย



บทที่ 2

แนวทางในการกำหนดบทบาทของผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต หน่วยงานกำกับดูแล และผู้ผลิตอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ เพื่อแก้ไขหรือบรรเทาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำ IPv6 มาใช้ในประเทศไทย

จากที่ได้กล่าวมาพอสมควรในบทต่างๆก่อนหน้านี้ เนื่องจาก IP Address ในอนาคตอันใกล้จะมีจำนวนไม่เพียงพอกับปริมาณผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตที่มากขึ้น จึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงจาก IPv4 เป็น IPv6 ซึ่งมีจำนวน Address มากกว่าหลายเท่า การเปลี่ยนแปลงนี้ย่อมทำให้เกิดผลกระทบกับหลายๆ ฝ่าย ทั้งผู้ให้บริการ ผู้ให้บริการ หน่วยงานกำกับดูแล และผู้ผลิตอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ อย่างไรก็ตาม เราจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนแปลงจาก IPv4 เป็น IPv6 อย่างแน่นอน ดังนั้นทุกฝ่าย จึงจำเป็นต้องเข้าใจการเปลี่ยนแปลงและดำเนินการเปลี่ยนแปลงไปด้วยกันทุกๆ ฝ่าย เพื่อให้การเปลี่ยนแปลงเป็นไปตามแนวทางเดียวกัน

แต่จากบทที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า ข้อดีของ IPv6 มีมากมายและไม่ได้ยุ่งยากในการตั้งค่าสำหรับการใช้งานรวมถึงการที่จะต้องลงทุนเพิ่มเติมแต่อย่างใด ทำให้ไม่มีผลกระทบที่รุนแรงกับผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต หน่วยงานกำกับดูแล และผู้ผลิตอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ แต่จะเห็นได้ว่ามีประโยชน์ที่ได้รับจากการเปลี่ยนแปลงจาก IPv4 เป็น IPv6 มากกว่าผลเสียอย่างชัดเจน ในบทนี้จะเสนอแนวทางในการกำหนดบทบาทของผู้ให้บริการ ผู้ให้บริการ หน่วยงานกำกับดูแลรัฐบาล และผู้ผลิตอุปกรณ์และซอฟต์แวร์เพื่อแก้ไขหรือบรรเทาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำ IPv6 มาใช้ในประเทศไทย

2.1 บทบาทของผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต

ในช่วงระหว่างการปรับเปลี่ยนจาก IPv4 ไปสู่ IPv6 นั้นเพื่อบรรเทาผลกระทบกับผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลง ผู้ให้บริการควรปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. ศึกษาหาความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ IPv6 ข้อได้เปรียบ ประโยชน์ และความจำเป็น
2. ในกรณีที่ต้องการใช้อุปกรณ์ หรือเทคโนโลยีที่ต้องอาศัย IPv6 ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตจำเป็นต้องศึกษาว่าจะสามารถขอหมายเลข IPv6 ได้จากองค์กรใด มีกฎหมายรองรับอย่างไร ผู้ให้บริการ ISP รายใดสามารถให้บริการ IPv6 บ้าง และให้บริการด้วยวิธีใด เพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสม
3. ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต ต้องทราบว่า Software และ OS ใดรองรับ IPv6 บ้างเพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสม ในกรณีที่ OS ของผู้ให้บริการไม่รองรับ IPv6 นั้น เพียงแค่ Upgrade ติดตั้ง IPv6 เพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็นต้อง Re-install ระบบปฏิบัติการใหม่ทั้งหมด ซึ่งการติดตั้ง IPv6 ไม่ได้มี



ขั้นตอนยุ่งยาก เนื่องจากระบบปฏิบัติการเกือบทั้งหมดได้สนับสนุนการทำงานของ IPv6 อยู่แล้ว เช่น Windows XP, Windows 2000, และ Linux ยิ่งไปกว่านั้นระบบปฏิบัติการใหม่ๆที่เกิดขึ้น ก็สนับสนุนการทำงานของ IPv6 เรียบร้อยแล้ว เช่น Windows Vista ทำให้ในความเป็นจริงแล้ว ผู้ให้บริการแทบจะไม่มีผลกระทบใดๆเลยทั้งสิ้น

4. ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตต้องคอยติดตามเทคโนโลยีของ IPv6 รวมถึง Roadmap ของการเปลี่ยนแปลงจาก IPv4 ไปสู่ IPv6 ของประเทศ รวมถึงของต่างประเทศและแนวโน้มของเทคโนโลยีที่ใช้ IPv6 ที่จะมาถึงในอนาคตอันใกล้

เมื่อโครงข่ายทั้งหมดได้ถูกปรับเปลี่ยนจาก IPv4 ไปเป็น IPv6 เรียบร้อยแล้วนั้น แทบจะกล่าวได้ว่าจะไม่มีผลกระทบกับผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตมากนัก ผู้ใช้งานอาจจะไม่รู้ด้วยซ้ำว่าขณะนี้ผู้ใช้งานได้ใช้งาน IPv6 เรียบร้อยแล้ว เพราะอุปกรณ์และ Application ที่รองรับ IPv6 ในอนาคตนั้นจะถูกออกแบบมาเพื่อให้ใช้งาน IPv6 ได้อัตโนมัติในระดับ Plug and Play

2.2 บทบาทของผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตในการเปลี่ยนแปลงจาก IPv4 เป็น IPv6

1. ต้องสำรวจตรวจสอบ และทดสอบอุปกรณ์ที่ให้บริการในโครงข่ายของตัวเองทั้งหมดว่า สามารถรองรับการให้บริการ IPv6 ได้หรือไม่ เพื่วางแผนการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่จำเป็นให้สามารถรองรับ IPv6 ได้ทั้งหมด ส่วนใหญ่อุปกรณ์ในโครงข่ายที่ผลิตขึ้นในระยะไม่กี่ปีที่ผ่านมาจะสามารถรองรับ IPv6 ได้อยู่แล้ว เพียงแต่ Function ต่างๆในส่วนที่รองรับบริการ IPv6 นั้นยังไม่ได้เปิดใช้งานเท่านั้น ในกรณีดังกล่าวผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต จึงอาจไม่จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนตัวอุปกรณ์ ยกเว้นในกรณีที่อุปกรณ์ในโครงข่ายที่ให้บริการไม่รองรับ IPv6 ผู้ให้บริการจำเป็นต้องลงทุนเพิ่มเพื่อปรับปรุงหรือเปลี่ยนอุปกรณ์นั้น แต่คาดว่าจะกรณีดังกล่าวจะเป็นเพียงส่วนน้อยเท่านั้น อย่างไรก็ตาม เราสามารถสรุปผลกระทบในส่วนของอุปกรณ์ที่อาจจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนได้ตาม Layer หลักดังนี้

- อุปกรณ์ที่มีส่วนของ Layer-2 Switch: จากการที่ได้กล่าวมาแล้วว่า เนื่องจาก Layer-2 Switch นั้น ทำงานบนพื้นฐานของการติดต่อสื่อสารระหว่าง MAC (Media Access Control) address ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับ IPv6 address ดังนั้น การทำงานของ IPv6 ผ่าน Layer-2 Switch โดยทั่วไปจึงไม่เกิดผลกระทบแต่อย่างใด อุปกรณ์ Layer-2 Switch สามารถทำงานได้ตามปกติ อย่างไรก็ตาม สำหรับการให้บริการบางประเภท เช่น VLANs (Virtual Local Area Networks), ACL (Access Control Lists) and MLD (Multicast Listener Discovery) snooping นั้นจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนหรือตั้งค่าการใช้งานร่วมกับ IPv6



- อุปกรณ์ที่มีส่วนของ Layer-3 Switch หรือ Router: เนื่องจาก Layer 3 เป็น Layer ที่ทำงานเกี่ยวกับการจัดเส้นทางและกลไกการส่งข้อมูลซึ่งเกี่ยวข้องกับอินเทอร์เน็ต Protocol (IP) ดังนั้นการส่งข้อมูลผ่าน Layer-3 หรือ Router นั้นจำเป็นต้องใช้ Protocol ให้เหมาะสมกับการส่งข้อมูลใน Packet ของ IPv6 และเรา ต้องปรับปรุงหรือปรับเปลี่ยน Hardware ให้มีความสามารถในการรับส่ง IPv6 ด้วย
- 2. ต้องวางแผนขององค์กร หรือสร้าง Roadmap ขององค์กรในการปรับเปลี่ยนจาก IPv4 ไปสู่ IPv6 โดยควรสอดคล้องกับ Roadmap หลักของประเทศ
- 3. เข้ารับการตรวจสอบอุปกรณ์หรือความสามารถของโครงข่ายในการรองรับ IPv6 จากหน่วยงานกำกับดูแลหรือหน่วยงานที่ได้รับมอบหมายจากหน่วยงานกำกับดูแล เพื่อรับใบรับรอง ซึ่งจะมีผลต่อการสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้ใช้บริการ
- 4. ศึกษาและตัดสินใจวิธีการเปลี่ยนจาก IPv4 ไปสู่ IPv6 ที่เหมาะสมกับองค์กรของตนเองมากที่สุด
- 5. วางแผนงบประมาณเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ในโครงข่ายของตนเอง
- 6. เพิ่มพูนความรู้บุคลากรในการ Configure หรือดูแลระบบ IPv6 เนื่องจากเป็นระบบใหม่ จึงมีบางส่วนที่ไม่เหมือน IPv4 ซึ่งในสถานการณ์ปัจจุบันยังขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ IPv6 อีกจำนวนมาก
- 7. เปิดมุมมองเกี่ยวกับบริการใหม่ๆผ่าน IPv6 ที่ยังไม่เคยมีมาก่อน
- 8. ต้องศึกษา และวางแผนทางธุรกิจในการนำบริการใหม่ๆผ่าน IPv6 เข้าไปสู่ตลาดบริการ รวมถึงลำดับการนำเข้าสู่ตลาด ซึ่งจะทำให้ผู้ให้บริการสามารถสร้างรายได้เพิ่มเติมจากบริการใหม่ๆดังกล่าว เป็นช่องทางในการทำรายได้ให้กับผู้ประกอบการ
- 9. ต้องสนับสนุน ให้ทางลูกค้าได้รับรู้ถึงการเปลี่ยนจาก IPv4 มาเป็น IPv6 และอธิบายถึงข้อดีของ IPv6 รวมถึงเหตุผลในการเปลี่ยนแปลง เพื่อสร้างความเข้าใจและเพิ่มจำนวนลูกค้า
- 10. วางแผนการลงทุนเพื่อเพิ่มสมรรถนะการทำงาน หรืออัตราข้อมูลในโครงข่ายให้บริการ เนื่องจากเมื่อมีบริการหลายบริการที่ใช้ IPv6 เกิดขึ้น จะมีข้อมูลซึ่งจะถูกสื่อสารบนโครงข่าย จำนวนมหาศาลกว่ายุคของ IPv4 หลายเท่า

2.3 บทบาทของหน่วยงานกำกับดูแล (กทช.)

หน่วยงานซึ่งมีหน้าที่กำกับดูแลนั้น มีแนวทางที่จะต้องปฏิบัติเพื่อลดผลกระทบ และทำให้การเปลี่ยนแปลงจาก IPv4 ไปสู่ IPv6 เป็นไปอย่างราบรื่นดังต่อไปนี้

1. หน่วยงานกำกับดูแลจำเป็นต้องตระหนักว่าไม่สามารถหลีกเลี่ยงการพัฒนาจาก IPv4 ไปสู่ IPv6 ในอนาคตอันใกล้ได้
2. ตรวจสอบว่าหน่วยงานกำกับดูแลมีอำนาจหน้าที่ในระดับใดภายใต้กฎหมายกับการควบคุมดูแลการเปลี่ยนแปลงไปสู่เทคโนโลยี IPv6



3. หน่วยงานกำกับดูแลจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างดีเกี่ยวกับ IPv6
4. หน่วยงานกำกับดูแลต้องออกมาตรฐานเกี่ยวกับการใช้งาน IPv6 address และอุปกรณ์โทรคมนาคมที่ใช้งาน IPv6 และปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่เสมอ
5. หน่วยงานกำกับดูแลอาจต้องจัดตั้งองค์กรกลางซึ่งทำหน้าที่ดูแลการจัดสรร IPv6 ให้มีความเท่าเทียมและยุติธรรมกับ ISP ทุกฝ่าย
6. เนื่องจากกระบวนการเปลี่ยนไปยัง IPv6 ได้เกิดขึ้นแล้วในหลายประเทศ รวมทั้งอุปกรณ์ที่รองรับ IPv6 ทั้ง Hardware และ Software ก็ได้มีจำหน่ายอย่างมากมายแล้วในปัจจุบัน หน่วยงานกำกับดูแลจำเป็นต้องสร้าง Roadmap เพื่อให้การเปลี่ยนแปลงไปสู่ IPv6 ของประเทศเป็นไปในทางเดียวกันและเป็นไปพร้อมกันกับทั้งผู้ให้บริการและผู้ให้บริการ รวมถึงผู้ผลิตอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ ถ้าปล่อยไว้ให้ผู้ให้บริการแต่ละรายเปลี่ยนแปลงหรือนำ IPv6 มาใช้เอง จะทำให้กระบวนการเปลี่ยนแปลงเป็น IPv6 เป็นไปอย่างไม่เป็นระเบียบและไม่เป็นไปในทางเดียวกัน ซึ่งอาจก่อให้เกิดความไม่เท่าเทียมกันระหว่างผู้ให้บริการ และรากฐานของระบบที่ไม่มั่นคงและไม่เป็นระเบียบในอนาคต
7. ต้องศึกษากระบวนการเปลี่ยนแปลง และ Roadmap พร้อมกับนโยบายของแต่ละประเทศ โดยเฉพาะประเทศผู้นำทางด้าน IPv6 อย่างประเทศญี่ปุ่น เพื่อสร้าง Roadmap ของการเปลี่ยนแปลงไปสู่ IPv6 ของประเทศไทยที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของประเทศอื่น
8. ต้องจัดให้มีการรับฟังความคิดเห็นจากผู้ให้บริการ ผู้ให้บริการรวมถึงผู้ผลิตอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ เพื่อนำไปจัดทำ Roadmap ที่เหมาะสมและเป็นกลางกับทุกฝ่าย และต้องเผยแพร่และอธิบายรายละเอียดสู่สาธารณะเพื่อให้ทุกภาคส่วนนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องและพร้อมเพรียงกัน
9. ต้องกำกับดูแลการเปลี่ยนแปลงไปสู่ IPv6 เป็นระยะ ว่าตรงตาม Roadmap ที่ได้วางไว้หรือไม่ พร้อมทั้ง อาจจัดตั้งหน่วยงาน หรือคณะกรรมการกำกับดูแลโดยเฉพาะ เพื่อบริหารงานให้บรรลุจุดประสงค์
10. ต้องมีการจัดตั้งศูนย์เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยี IPv6 ซึ่งมีหน้าที่ส่งเสริมสนับสนุนการใช้งาน IPv6 การค้นคว้าวิจัย การทดสอบรับรองอุปกรณ์และโครงข่ายในการรองรับบริการ IPv6 (IPv6 testbed) พร้อมทั้งออกไปรับรอง
11. IPv6 เป็นเทคโนโลยีที่จะสามารถสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจได้อย่างเหลือคณานับในอนาคตอันใกล้ เพียงแต่ถ้าไรที่จะได้จากบริการ Mobile IP นั้นก็แทบจะไม่สามารถคาดเดาถึงมูลค่าได้แล้ว ดังนั้น หน่วยงานกำกับดูแลจำเป็นต้องควบคุมการจัดสรร IP address ให้แก่ผู้ให้บริการแต่ละรายให้เป็นไปอย่างยุติธรรมและเท่าเทียมกัน IP address อาจมีมูลค่าเทียบได้เท่ากับคลื่นความถี่ซึ่งเป็นสมบัติสาธารณะของชาติ ดังนั้นการจัดสรร IP address อาจอยู่ในรูปของการให้สัมปทาน หรือการเช่า ทั้งนี้ ต้องดูขอบเขตอำนาจว่า หน่วยงานกำกับดูแลมีอำนาจควบคุมดูแลการจัดสรร IP address หรือไม่ ในทางกฎหมาย



12. หน่วยงานกำกับดูแลจำเป็นต้องสร้างความร่วมมือกับองค์กรต่างๆ เช่น กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร NECTEC มหาวิทยาลัยต่างๆ สมาคม IPv6 รวมไปถึงหน่วยงานด้าน IPv6 ในต่างประเทศ เช่น IPv6 Forum ฯลฯ ซึ่งเกี่ยวข้องกับ IPv6 เพื่อให้ความรู้ และสร้างความเข้าใจกับผู้ให้บริการ ผู้ใช้บริการ ผู้ผลิตอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ และสาธารณะถึงเทคโนโลยี IPv6 ความจำเป็น และประโยชน์ รวมถึงการโฆษณาประชาสัมพันธ์
13. ต้องผลักดันให้โครงข่ายทั้งหมดของประเทศเปลี่ยนแปลงไปสู่โครงข่ายซึ่งสามารถรองรับ IPv6 ได้เต็มรูปแบบ (Native IPv6) ในอนาคตอันใกล้ ซึ่งอาจจะเริ่มจากโครงข่ายขององค์กรภาครัฐ โครงข่ายเชื่อมโยงสถาบันการศึกษา และโครงข่ายสำหรับวิจัยและพัฒนา
14. หน่วยงานกำกับดูแลต้องประชาสัมพันธ์ให้ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตได้ทราบถึงองค์กร หน่วยงาน หรือ ISP ที่สามารถให้บริการ IPv6 เพื่อให้ผู้ให้บริการสามารถใช้งาน IPv6 ได้โดยไม่จำเป็นต้องหาข้อมูลเบื้องต้นด้วยตนเอง พร้อมทั้งเป็นการส่งเสริมการใช้งาน IPv6 ให้แพร่หลายขึ้นด้วย
15. เพื่อส่งเสริมให้การเปลี่ยนแปลงไปสู่ IPv6 เป็นไปอย่างรวดเร็วและสร้างแรงจูงใจกับผู้ให้บริการซึ่งยังมิได้เริ่มให้บริการ IPv6 หน่วยงานกำกับดูแลอาจเจรจาขอความร่วมมือกับรัฐบาลเพื่อสร้างมาตรการส่งเสริมการใช้งาน IPv6 เช่น ลดภาษีสรรพสามิตนำเข้าอุปกรณ์โทรคมนาคมที่รองรับ IPv6 ลดภาษีการค้าของผู้ให้บริการถ้าผู้ให้บริการนั้นสามารถให้บริการ IPv6 ได้
16. หน่วยงานกำกับดูแลต้องออกมาตรฐานเกี่ยวกับการใช้งาน Application ต่างๆ เช่น VoIP Mobile IP และ RFID บน IPv6 เพื่อส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงและการนำ IPv6 มาใช้งาน
17. หน่วยงานกำกับดูแลต้องออกมาตรฐานต่างๆ เกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูลต่างๆ ด้วย IPv6 หรือการใช้งาน รวมทั้งระดับของ Security ใน Application ที่นอกเหนือจากข้อที่แล้ว เนื่องจากดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ในอนาคตอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหลายจะสามารถสื่อสารข้อมูลโดยมี IPv6 address เป็นของตัวเอง
18. ควรร่วมกับหน่วยงานของภาครัฐ เช่น กระทรวง ICT ในการจัดให้มีการทดลองใช้งาน IPv6 ในการประยุกต์ใช้งานที่เป็นประโยชน์ต่อสาธารณะ เช่น ระบบกล้อง CCTV ในสถานที่สาธารณะและสถานที่เสี่ยงภัยต่างๆ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้ให้บริการได้เห็นประโยชน์

2.4 บทบาทของรัฐบาล (กระทรวง ICT)

1. กระทรวง ICT ควรจัดตั้งศูนย์เชี่ยวชาญ IPv6 (IPv6 Center of Excellence) เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการเตรียมความพร้อมการใช้งาน IPv6 (IPv6 Ready) ในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งทำหน้าที่ให้บริการข้อมูลเกี่ยวกับ IPv6 และนำเสนอการพัฒนาและประโยชน์ของ IPv6 แก่ผู้ที่สนใจได้ โดยการจัดตั้งศูนย์ฯ นั้นอาจขอความร่วมมือจาก กทข. NECTEC และสมาคม IPv6 ประเทศไทย



2. ควรจัดตั้งหน่วยงานที่ทำหน้าที่ออกใบรับรอง IPv6 Ready ภายใต้ศูนย์เชี่ยวชาญขึ้นมาเป็นการเฉพาะเพื่อออกใบรับรอง IPv6 ให้แก่ ISPs/TSPs/ASPs
3. ควรช่วยประชาสัมพันธ์ให้ผู้ให้บริการรับทราบว่า ISP รายใดมีความพร้อมที่จะรองรับการใช้งาน IPv6 แล้ว
4. ควรออกมาตรการส่งเสริมให้มีการทำ IPv6 Testbed โดยร่วมมือกับหน่วยงานเช่น กทช. สถาบันการศึกษา NECTEC หรือผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตที่เริ่มให้บริการ IPv6 แล้ว
5. ควรออกมาตรการส่งเสริมให้มีการจัดทำ IPv6 showroom สำหรับผู้ให้บริการโครงข่ายทางด้านโทรคมนาคมและผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตที่สามารถรองรับการใช้งาน IPv6 แล้ว เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมและส่งเสริมให้เกิดการใช้งาน IPv6 ในอนาคต
6. ควรร่วมกับองค์กรอื่นเช่น กทช. สมาคม IPv6 ประเทศไทยเพื่อดำเนินการจัดการฝึกอบรมและออกใบรับรองการฝึกอบรม IPv6 (IPv6 Certificate) ให้แก่ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต เจ้าหน้าที่ วิศวกร และบุคคลทั่วไป ทั้งในระดับการใช้งานเบื้องต้นและการดูแลจัดการรักษาระบบโครงข่าย IPv6
7. จัดตั้งโครงข่ายรัฐบาลให้เป็นโครงข่ายนำร่องหลักที่สามารถรองรับการใช้งาน IPv6 ได้ โดยอาจเริ่มจากการจัดตั้งโครงข่ายหลักเพื่อให้มีการเชื่อมโยงการให้บริการข้อมูลระหว่างหน่วยงานภาครัฐ
8. ควรกำหนดและออกนโยบายสำหรับการจัดซื้ออุปกรณ์ของหน่วยงานภาครัฐให้รองรับการใช้งาน IPv6 ได้ทั้งหมด และผลักดันให้มีการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิมให้รองรับ IPv6 ตามเวลาอันควร
9. จัดสรรงบประมาณเพื่อพัฒนาโครงข่ายโรงเรียน (School Network) และพัฒนาโครงข่ายเพื่อการวิจัยและการศึกษาของไทย (ThaiREN) ให้มีการรองรับการใช้งาน IPv6 ได้ทั้งหมดเป็นโครงข่ายนำร่องเพื่อการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี IPv6 ของประเทศ
10. ควรกำหนดอย่างเป็นรูปธรรมให้ผู้ให้บริการโครงข่ายทางด้านโทรคมนาคมสามารถรองรับการให้บริการ IPv6 ได้ภายในปีใด
11. ควรสร้างมาตรการส่งเสริมการเปลี่ยนไปสู่ IPv6 เช่น การลดหย่อนภาษี (Tax incentive) นำเข้าอุปกรณ์ซึ่งรองรับการให้บริการ IPv6 เช่น เราเตอร์ แก่ ISP รายย่อย เพื่อให้สามารถให้บริการ IPv6 แก่ประชาชนได้อย่างทั่วถึงเช่นเดียวกับ ISP รายใหญ่

2.5 บทบาทของผู้ผลิตอุปกรณ์และซอฟต์แวร์

1. คิดค้น หรือปรับฐานการผลิตเพื่อผลิตอุปกรณ์ใหม่ๆ ที่รองรับเทคโนโลยี IPv6 โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่รองรับระบบ VoIP, Mobile IP และ RFID



2. ตั้งฐานการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไปซึ่งบูรณาการเทคโนโลยี IP เข้าไปด้วย และสามารถสื่อสารข้อมูล หรือถูกควบคุมผ่าน โครงข่ายอินเทอร์เน็ตโดยมี IP address เป็นของตัวเอง ซึ่งในอนาคต อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมด รวมทั้งเทคโนโลยีการสื่อสารทั้งหมดข้อมูลจะถูกสร้างขึ้นมาบน Platform เดียวกันคือ เทคโนโลยีของ IP
3. ทางด้านซอฟต์แวร์ที่มีอยู่เดิมนั้น ต้องมีการพัฒนาให้รองรับ IPv6 ได้ ด้วยการอัปเดต หรือ การติดตั้งใหม่ เพื่อให้ผู้ใช้บริการสามารถใช้งาน IPv6 ได้ และจะทำให้เกิดความเชื่อมั่นใน บริษัท ซอฟต์แวร์ที่ใช้งานอยู่
4. ทางส่วนซอฟต์แวร์ ที่จะถูกคิดค้นขึ้นมาใหม่ต้องสนับสนุนการทำงานของ IPv6 เรียบร้อยแล้ว หากไม่ผลิตซอฟต์แวร์ที่สนับสนุนการทำงานของ IPv6 จะทำให้เสียเปรียบคู่แข่งที่มีความพร้อมกับการรองรับเทคโนโลยี IPv6 มากกว่า
5. สร้างแรงจูงใจเพื่อสร้างสรรค์ Software บริการสื่อสารข้อมูลแบบใหม่ๆ ที่หลากหลาย รวมทั้ง สามารถพัฒนาเป็นอุตสาหกรรม Software ได้
6. พยายามส่งออกซอฟต์แวร์ที่สนับสนุนการทำงานของ IPv6 ที่ถูกคิดค้นขึ้นใหม่ไปยังตลาดต่างประเทศ
7. ให้คำปรึกษาแนะนำและเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ IPv6 ready กับผู้ใช้บริการ
8. จัดให้มีการทดลองใช้งาน IPv6 ในการประยุกต์ใช้งานที่เป็นประโยชน์ต่อสาธารณะ เช่น ระบบกล้อง CCTV ในสถานที่สาธารณะและสถานที่เสี่ยงภัยต่างๆ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้ใช้บริการได้เห็นประโยชน์



บทที่ 3

แนวทาง (Roadmap) ในการเปลี่ยนแปลงโครงข่ายอินเทอร์เน็ตจาก IPv4 มาเป็น IPv6 และมาตรการการกำกับดูแลในแต่ละปีที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

จากบทก่อนหน้านี้ที่ได้มีการกล่าวถึงทั้งในเรื่องของความจำเป็นของการเปลี่ยนไปใช้ IPv6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงจาก IPv4 ไปสู่ IPv6 ตัวอย่าง Roadmap ของต่างประเทศ ผลกระทบและการเสนอแนวทางในการกำหนดบทบาทสำหรับทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ในบทนี้จึงมีการเสนอ Roadmap สำหรับ กทช. เพื่อเป็นแนวทางในการกำกับดูแลการเปลี่ยนแปลงไปสู่ IPv6 และให้ทุกภาคส่วนมีการเปลี่ยนแปลงไปสู่ IPv6 ที่สอดคล้องกัน โดยมุ่งหมายให้ภายในปี ค.ศ. 2010 ระบบอินเทอร์เน็ตของไทยสามารถรองรับ IPv6 ได้ในระดับที่ผู้ใช้บริการสามารถใช้บริการ IPv6 ได้อย่างไม่ติดขัด (IPv6 Ready)

กระทรวง ICT เองก็ได้เล็งเห็นความจำเป็นของการเปลี่ยนแปลงไปสู่ IPv6 จึงได้ร่าง Roadmap ขึ้นเช่นเดียวกัน ในบทนี้จะสรุปร่าง Roadmap ของกระทรวง ICT ก่อน หลังจากนั้นจะนำเสนอ Roadmap ของทั้งผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ต ผู้ให้บริการ ผู้ผลิตฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ และท้ายสุดคือ Roadmap ของ กทช.

3.1 ร่าง Roadmap ของกระทรวง ICT

กิจกรรม	แผนงาน	2007	2008	2009	2010	หน่วยงานรับผิดชอบ
		Short Term				
		Medium Term				
		Long Term Plan				
1.	จัดตั้งศูนย์เชี่ยวชาญ IPv6 (IPv6 Excellence Center)					สป.ทก.(บอ)
	กิจกรรมย่อย					
	ออกใบรับรอง IPv6 Ready					สมาคม IPv6
	ทำกิจกรรม IPv6 testbed					CAT – NECTEC-ม.สงขลา/สป.ทก.(บอ.)
	ทำกิจกรรม IPv6 showroom					
	จัดฝึกอบรมและออกใบรับรองการฝึกอบรม IPv6					
2.	จัดตั้งโครงข่ายภาครัฐให้เป็นโครงข่ายหลักที่					สป.ทก.(บอ.) – NECTEC - Uninet



	สามารถรองรับการใช้งาน IPv6			
3.	กำหนดให้ผู้ให้บริการที่เป็น Telco สามารถรองรับการให้บริการ IPv6 ได้			CAT – TOT - สป.ทก. (บอ.) Telco รายอื่นๆ
4.	กำหนดให้ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตสามารถให้ IPv6 Address แก่ผู้ใช้งานและรองรับการให้บริการ IPv6 ได้			กทช. – ISPs - สป.ทก. (บอ.)

*1: สำนักงานปลัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (สป.ทก.)

*2: สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาวิสาหกิจเริ่มต้น (บอ.)

กระทรวง ICT จัดทำแผนนโยบายหรือ Roadmap เพื่อมุ่งไปสู่การรองรับการใช้งาน IPv6 ภายในปี ค.ศ. 2010 โดยมีแผนงานหลัก 4 ข้อและแบ่งเป็นแผนระยะสั้น แผนระยะกลางและแผนระยะยาว (Shot-term plan, Medium-term plan and Long-term plan) ดังนี้

แผนระยะสั้น (Short-term plan : 2007-2008)

1. การจัดตั้งศูนย์เชี่ยวชาญ IPv6 (IPv6 Center of Excellence) ภายในปี ค.ศ. 2008 เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการเตรียมความพร้อมการใช้งาน IPv6 (IPv6 Ready) ในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งสามารถให้บริการข้อมูลเกี่ยวกับ IPv6 และนำเสนอการพัฒนาและประโยชน์ของ IPv6 แก่ผู้ที่สนใจได้ โดยมีแนวทางการดำเนินงานดังนี้

- I) ดำเนินการจัดตั้งศูนย์เชี่ยวชาญ IPv6 โดยความร่วมมือจาก NECTEC มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และสมาคม IPv6 ประเทศไทย
- II) จัดตั้งหน่วยงานที่ทำหน้าที่ออกใบรับรอง IPv6 Ready ภายใต้ศูนย์เชี่ยวชาญขึ้นมาเป็นกรณีเฉพาะ เพื่อออกใบรับรอง IPv6 ให้แก่ Internet Service Provider (ISPs)/Telecommunication Service Provider (TSPs)/Application Service Provider (ASPs) โดยให้สมาคม IPv6 ประเทศไทยเป็นผู้รับผิดชอบดูแลในส่วนของการออกใบรับรอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ
 - เป็นการสร้างแรงจูงใจ ให้ ISPs นำไปส่งเสริมให้ผู้ให้บริการรับรู้ว่า ISP แต่ละรายมีความพร้อมที่จะรองรับการใช้งาน IPv6 แล้ว
 - ไม่ให้เกิดการสูญเสียผลประโยชน์ในการติดต่อสื่อสารกับต่างประเทศได้
- III) ออกมาตรการส่งเสริมให้มีการทำ IPv6 Testbed โดยร่วมมือกับหน่วยงานหรือผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตที่เริ่มให้บริการ IPv6 แล้ว
 - ซึ่งการทำ IPv6 testbed ประกอบด้วย
 - Interoperability test, plug test
 - V6 software test



- Transition experiment
 - Mobile experiment
- IV) ออกมาตรการส่งเสริมให้มีการจัดทำ IPv6 showroom สำหรับผู้ให้บริการโครงข่ายทางด้านโทรคมนาคมและผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตที่สามารถรองรับการใช้งาน IPv6 แล้ว เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมและส่งเสริมให้เกิดการใช้งาน IPv6 ในอนาคต
- V) ดำเนินการจัดการฝึกอบรมและออกใบรับรองการฝึกอบรม IPv6 (IPv6 Certificate) ให้แก่ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต เจ้าหน้าที่ วิศวกร และบุคคลทั่วไป ทั้งในระดับการใช้งานเบื้องต้นและการดูแลจัดการรักษาระบบเครือข่าย IPv6 โดยให้สมาคม IPv6 เป็นผู้รับผิดชอบ

แผนระยะกลาง (Medium plan : 2007 – 2009)

2. การจัดตั้งเครือข่ายรัฐบาลให้เป็นโครงข่ายหลักที่สามารถรองรับการใช้งาน IPv6 ได้เพื่อให้มีเครือข่ายภาครัฐที่สามารถรองรับการใช้งาน IPv6 ได้ภายในปี 2009 โดยมีแนวทางการดำเนินงานดังนี้

- I) จัดตั้งโครงข่ายหลักเพื่อให้มีการเชื่อมโยงการให้บริการข้อมูลระหว่างหน่วยงานภาครัฐ ซึ่งเป็นโครงข่ายที่สามารถรองรับการใช้งาน IPv6 ได้ภายในปี 2009
- II) กำหนดและออกนโยบายสำหรับการจัดซื้ออุปกรณ์ของหน่วยงานภาครัฐให้รองรับการใช้งาน IPv6 ได้ทั้งหมดภายในปี 2009 และให้มีการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิมให้รองรับ IPv6 ตามเวลาอันควร
- III) พัฒนาเครือข่ายโรงเรียน (School Network) ให้มีการรองรับการใช้งาน IPv6 ได้ทั้งหมดภายในปี 2009
- IV) พัฒนาเครือข่ายเพื่อการวิจัยและการศึกษาของไทย (ThaiREN) ให้มีจำนวนจุดเชื่อมต่อ (Node) ที่รองรับการใช้งาน IPv6 ได้ทั้งหมดภายในปี 2009

3. การกำหนดให้ผู้ให้บริการโครงข่ายทางด้านโทรคมนาคมสามารถรองรับการให้บริการ IPv6 ได้เพื่อให้ผู้ให้บริการโครงข่ายทางด้านโทรคมนาคมที่เป็น Telco สามารถรองรับการให้บริการ IPv6 ได้ภายในปี 2009 โดยมีแนวทางการดำเนินงานดังนี้

- I) กำหนดให้ผู้ให้บริการโครงข่ายทางด้านโทรคมนาคมที่เป็น Telco ทั้งหมดสามารถรองรับการให้บริการ IPv6 ได้ภายในปี 2009
- II) ภาครัฐจะต้องเข้ามามีบทบาทในการส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการลดหย่อนภาษี (Tax incentive) สำหรับผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตรายย่อย เพื่อให้สามารถให้บริการ IPv6 แก่ประชาชนได้



- III) ออกมาตรการส่งเสริมให้ผู้ให้บริการรายย่อยสามารถให้บริการ IPv6 ได้ภายในปี 2008 – 2009 เพื่อเป็นการช่วยลดปัญหาขาดแคลนการใช้ IPv6 ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

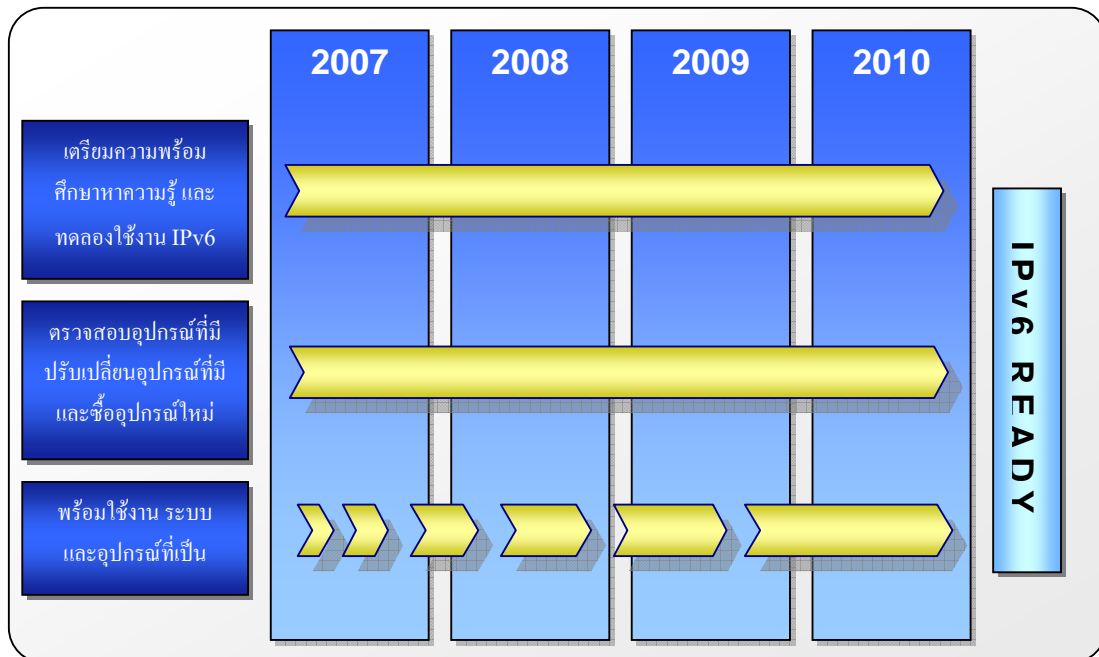
แผนระยะยาว (Long Term plan : 2007 – 2010)

4. การกำหนดให้ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตสามารถให้ IPv6 Address แก่ผู้ใช้งานและรองรับการให้บริการ IPv6 ได้ภายในปี 2010 เพื่อให้ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตสามารถให้ IPv6 Address แก่ผู้ใช้งานและพร้อมที่จะรองรับการให้บริการ IPv6 ได้ภายในปี 2010 โดยมีแนวทางการดำเนินงานดังนี้

- I) การกำหนดให้ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตสามารถให้ IPv6 address แก่ผู้ใช้งานและมีความพร้อมที่จะรองรับการให้บริการ IPv6 ได้ภายในปี ค.ศ. 2010 (ISPs ready to provide IPv6)

หลังจากกระทรวง ICT ได้นำเสนอร่าง Roadmap ออกมาเพื่อให้เกิดการพัฒนาไปสู่ IPv6 ของประเทศไทย เป็นไปในทางเดียวกันและสอดคล้องกันระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงขอเสนอ Roadmap สำหรับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องให้มีความสอดคล้องกับกระทรวง ICT และอ้างอิงกับ Roadmap ของต่างประเทศที่น่าสนใจที่ได้อ้างอิงในบทที่ 1 ไปแล้ว ดังต่อไปนี้

3.2 Roadmap สำหรับผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต



** ลูกศรแบบต่อเนื่องเป็นการแสดงว่าต้องมีการเริ่มดำเนินงานและดำเนินงานอย่างจริงจัง ส่วนลูกศรที่ไม่ต่อเนื่องแสดงว่าลักษณะการเริ่มดำเนินงานเป็นไปแบบประนีประนอมได้ คือ สามารถทำเมื่อพร้อม หรือเมื่อขั้นตอนที่เกี่ยวข้องก่อนหน้าสำเร็จ หรือมีการทำไปพร้อมกับขั้นตอนก่อนหน้าได้เลย

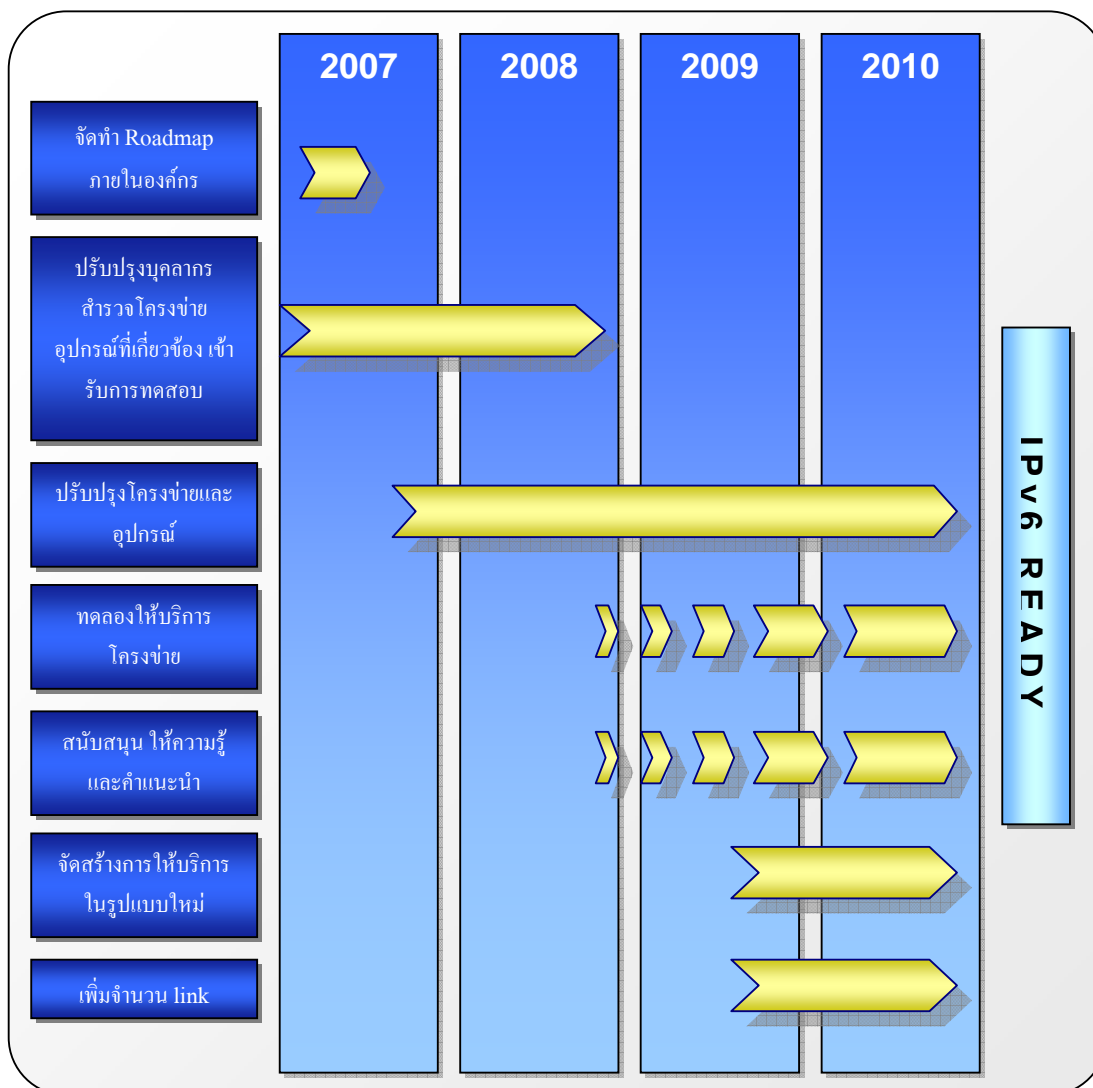


มีขั้นตอนการดำเนินงานตาม Roadmap ดังนี้

1. เตรียมตัวรับการเปลี่ยนแปลงไปสู่ IPv6 โดยการศึกษาพื้นฐานทั่วไปของการใช้งาน IPv6 ซึ่งทั้งนี้ก็ขึ้นกับความสนใจของผู้ให้บริการเองว่าต้องการจะเปลี่ยนจาก IPv4 ไปเป็น IPv6 เมื่อใด แต่ในที่สุดแล้วเมื่อโครงข่ายทั้งหมดเปลี่ยนเป็น IPv6 แล้ว (All-native IPv6 network) ผู้ใช้ก็ควรจะพร้อมรับ ซึ่งในภาคส่วนอื่นก็จะมีการจัดการเพื่อช่วยในการปรับเปลี่ยนของผู้ใช้ ซึ่งผู้ใช้ต้องมีการติดตามเองว่าหน่วยงานใด ภาคส่วนใดมีบริการ และสินค้าใดบ้าง
2. ตรวจสอบอุปกรณ์ที่มี ปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่มีอยู่ให้รองรับการใช้งาน IPv6 และมีการซื้อหาอุปกรณ์ใหม่ๆ ที่มีในท้องตลาดมาใช้งาน
3. ใช้งานระบบและอุปกรณ์ที่เป็น IPv6 ซึ่งคาดว่าจะพร้อมให้บริการอย่างเต็มรูปแบบภายในปี ค.ศ. 2010



3.3 ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต



มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

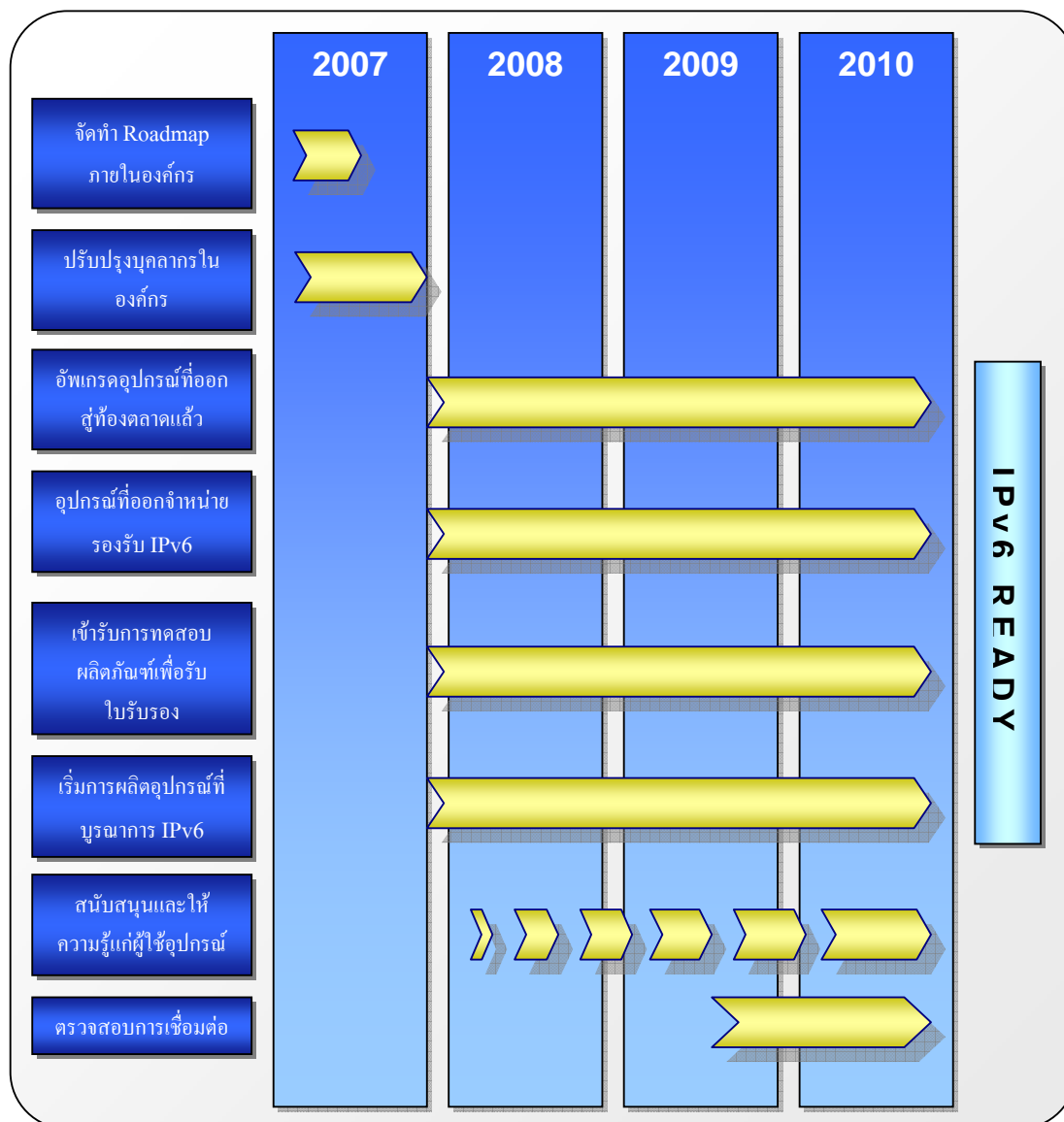
1. จัดทำ Roadmap ภายในองค์กรให้เสร็จภายในกลางปี ค.ศ. 2007
2. สํารวจตรวจสอบว่า อุปกรณ์ที่ให้บริการในโครงข่ายของตัวเองทั้งหมดนั้น สามารถรองรับการให้บริการ IPv6 ได้หรือไม่ เข้ารับการตรวจสอบอุปกรณ์หรือความสามารถของโครงข่ายในการรองรับ IPv6 จากหน่วยงานกำกับดูแลหรือหน่วยงานที่หน่วยงานกำกับดูแลมอบหมาย เพื่อรับใบรับรอง ซึ่งจะมีผลสร้างความเชื่อมั่นกับผู้ใช้บริการปรับปรุงบุคลากรให้มีความรู้ความสามารถเพื่อเตรียมรับการปรับปรุงโครงข่ายและปรับเปลี่ยนอุปกรณ์เพื่อให้ใช้งาน IPv6 ได้ โดยขบวนการเหล่านี้ควรทำให้เสร็จสิ้นภายในปี ค.ศ. 2008



3. เริ่มปรับปรุงโครงข่ายและปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ใช้ตั้งแต่ไตรมาสสุดท้ายของปี ค.ศ. 2007 โดยมุ่งหมายให้พร้อมให้บริการ IPv6 แก่ผู้ใช้บริการ ภายในปี ค.ศ. 2010
4. จัดให้มีการทดลองให้บริการโครงข่าย IPv6 แก่ผู้ใช้บริการ การดำเนินงานในขั้นตอนนี้เป็นไปในลักษณะต่อเนื่องจากขั้นตอนปรับปรุงโครงข่ายและเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องให้พร้อมใช้งานแล้ว โดยควรจะเริ่มจากช่วงปลายปี ค.ศ. 2008
5. สนับสนุนโครงข่ายที่พร้อมใช้งานแล้ว การดำเนินงานในขั้นตอนนี้เป็นไปในลักษณะต่อเนื่องจากขั้นตอนปรับปรุงโครงข่ายและเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องให้พร้อมใช้งานแล้ว โดยควรจะเริ่มจากช่วงปลายปี ค.ศ. 2008
6. ให้ความรู้แก่ผู้ใช้บริการเกี่ยวกับ IPv6 ทั้งในระดับเบื้องต้นและระดับลึก ให้บริการทดลองใช้โครงข่าย IPv6 ที่ได้เริ่มปรับเปลี่ยน หรืออยู่ในขั้นตอน Transition แก่ผู้สนใจ พร้อมทั้งตอบข้อซักถามอื่นๆ ตลอดระยะเวลาการให้บริการ โดยทำควบคู่ไปกับการปรับปรุงโครงข่ายและอุปกรณ์ซึ่งเริ่มจากไตรมาสสุดท้ายในปี ค.ศ. 2008
7. จัดสร้างการให้บริการในรูปแบบใหม่ที่ใช้ IPv6 โดยควรเริ่มในช่วงกลางปี ค.ศ. 2009
8. ปรับปรุงอัตราข้อมูล หรือปรับปรุงความสามารถของโครงข่าย เช่นการเพิ่มจำนวน link ให้เพียงพอต่อความต้องการของการสื่อสารข้อมูลปริมาณมหาศาลก่อนปี ค.ศ. 2010



3.4 ผู้ผลิตอุปกรณ์



มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

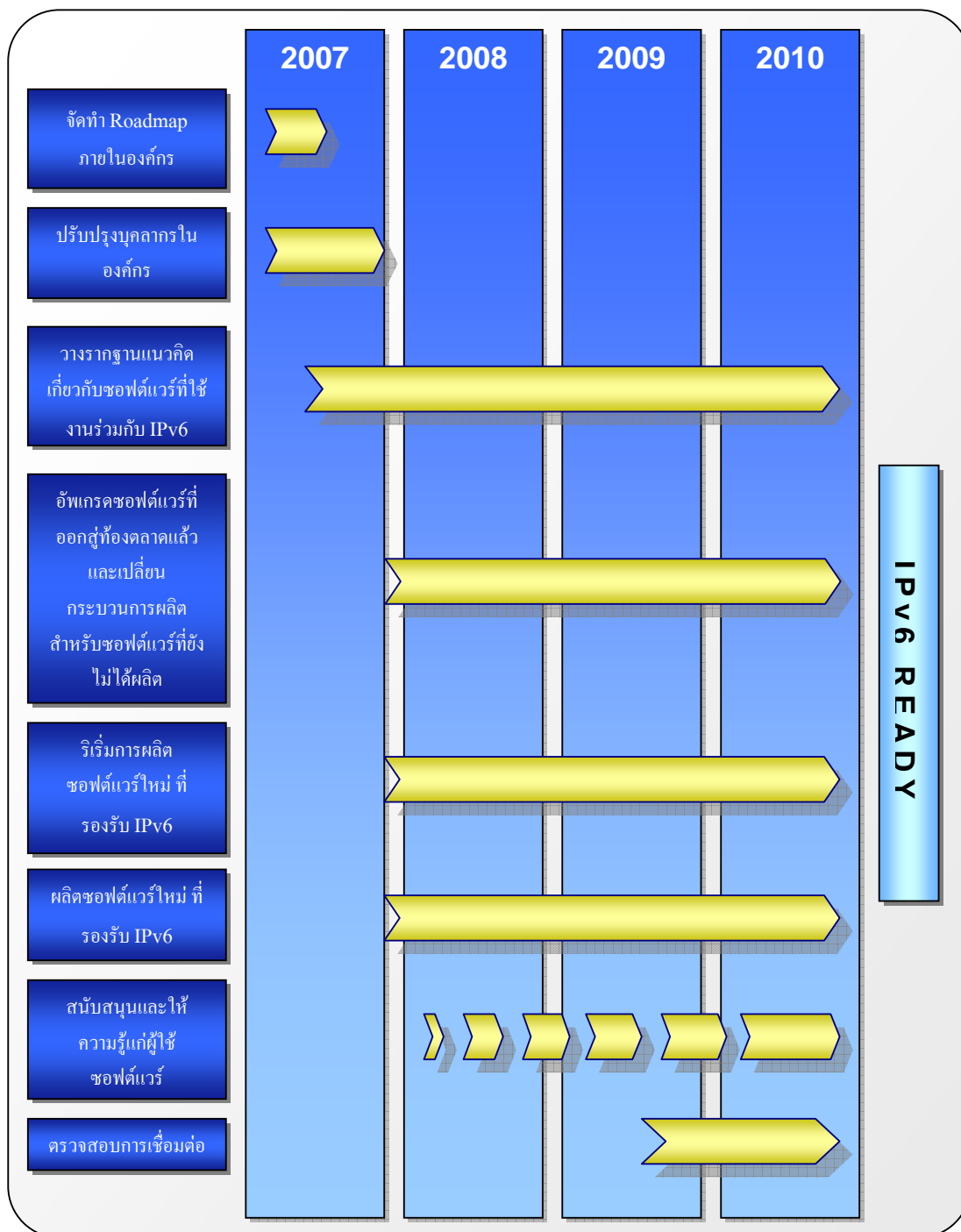
1. จัดทำ Roadmap ภายในองค์กรให้เสร็จภายในกลางปี ค.ศ. 2007
2. ปรับปรุงบุคลากรให้มีความรู้ความสามารถ เพื่อเตรียมรับการผลิตอุปกรณ์ที่ใช้ IPv6 ให้พร้อมภายในปี ค.ศ. 2007
3. ตรวจสอบอุปกรณ์ที่มีอยู่ว่ารองรับการใช้งาน IPv6 หรือไม่ อัปเดตอุปกรณ์ที่ปล่อยออกสู่ตลาดแล้ว โดยอาจจัดตั้งศูนย์เพื่ออัปเดตโดยเริ่มจากปี ค.ศ. 2008



4. อุปกรณ์ที่ผลิตออกจำหน่ายตั้งแต่ปี ค.ศ. 2008 จะต้องรองรับ IPv6 ได้
5. นำอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้น หรือที่ผ่านการอัปเดต เข้ารับการทดสอบรับใบรับรองจากหน่วยทดสอบของหน่วยงานกำกับดูแลหรือหน่วยงานที่หน่วยงานกำกับดูแลมอบหมาย ได้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2008
6. คิดค้น หรือเริ่มสายการผลิตอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าใหม่ๆ ซึ่งบูรณาการเทคโนโลยี IPv6 เข้าไปด้วย โดยเริ่มจากปี ค.ศ. 2008
7. สนับสนุนสินค้าที่ผลิตออกมาซึ่งระยะเวลาในการสนับสนุนให้เข้าไปในลักษณะต่อเนื่องจากเวลาที่ผลิตอุปกรณ์เสร็จแล้ว และพร้อมออกวางจำหน่าย
8. ให้ความรู้แก่ผู้ใช้งานตลอดระยะเวลาที่ยังมีสินค้านั้นๆ อยู่ในท้องตลาด และบ้านเรือน
9. ตรวจสอบการเชื่อมต่อ โดยต้องแน่ใจว่าอุปกรณ์ที่ผลิตมาสามารถเชื่อมต่อกับของผู้ผลิตอื่นได้



3.5 ผู้ผลิตซอฟต์แวร์



มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

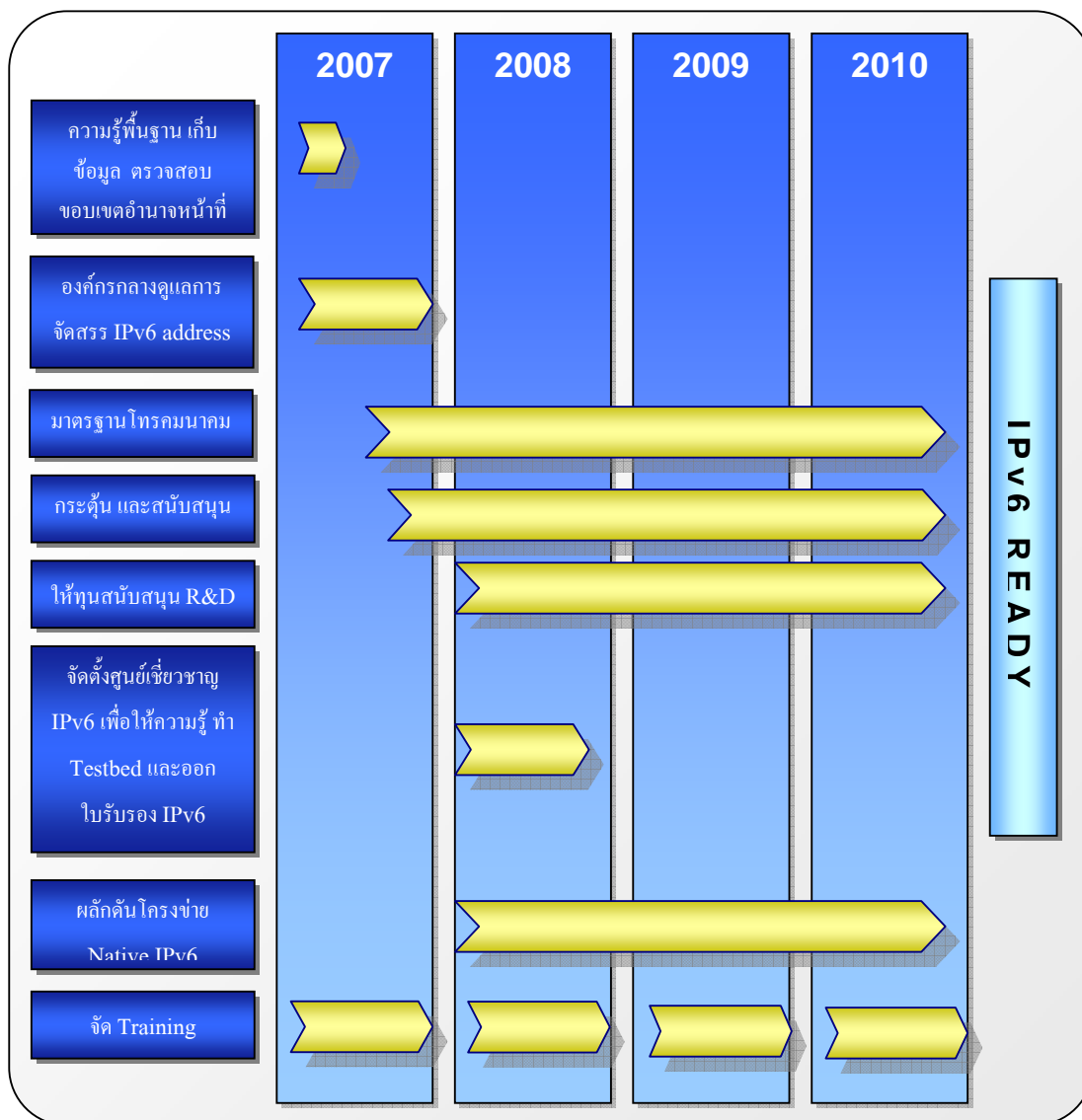
1. จัดทำ Roadmap ภายในองค์กรให้เสร็จภายในกลางปี ค.ศ. 2007



2. ปรับปรุงบุคลากรเพื่อเตรียมรับการผลิตซอฟต์แวร์ที่ใช้ IPv6 ให้พร้อมภายในปี ค.ศ. 2007
3. วางรากฐานแนวคิดเกี่ยวกับซอฟต์แวร์ที่ใช้งานร่วมกับ IPv6 โดยเริ่มจากกลางปี ค.ศ. 2007
4. ตรวจสอบซอฟต์แวร์ที่มีอยู่ว่ารองรับการใช้งาน IPv6 หรือไม่ อัปเดตซอฟต์แวร์ที่ปล่อยออกสู่ตลาดแล้ว โดยอาจมีการจัดทำ Homepage เพื่อการอัปเดตโดยเริ่มจากปี ค.ศ. 2008
5. สำหรับซอฟต์แวร์ที่ยังไม่ได้ออกสู่ตลาด ให้มีการปรับเปลี่ยนการผลิตให้เป็นซอฟต์แวร์ที่รองรับ IPv6 ได้ ให้เสร็จโดยเริ่มจากปี ค.ศ. 2008
6. เริ่มผลิตซอฟต์แวร์ใหม่ๆ ที่ใช้ IPv6 ภายในปี ค.ศ. 2008
7. สนับสนุนซอฟต์แวร์ที่ผลิตออกมาซึ่งระยะเวลาในการดำเนินการให้เป็นไปในลักษณะต่อเนื่องจากเวลาที่ผลิตซอฟต์แวร์เสร็จแล้ว และพร้อมออกวางจำหน่าย
8. ให้ความรู้แก่ผู้ใช้งานตลอดระยะเวลาที่ยังมีซอฟต์แวร์นั้นๆ อยู่ในท้องตลาดและบ้านเรือน
9. ตรวจสอบการเชื่อมต่อ โดยต้องแน่ใจว่าซอฟต์แวร์ที่ผลิตออกมาสามารถเชื่อมต่อกับของผู้ผลิตอื่นได้



3.6 หน่วยงานกำกับดูแล (กทข.)



มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. ศึกษาหาความรู้ เก็บข้อมูลเกี่ยวกับ IPv6 และตรวจสอบว่า กทข. มีอำนาจหน้าที่ในการกำกับดูแลการเปลี่ยนแปลงไปสู่เทคโนโลยี IPv6 ในระดับใดภายใต้กฎหมายที่มีอยู่ ให้แล้วเสร็จภายในกลางปี ค.ศ. 2007
2. จัดตั้งฝ่ายหรือองค์กรกลางซึ่งทำหน้าที่ดูแลการจัดสรรและรับลงทะเบียนการใช้งาน IPv6 ให้มีความเท่าเทียมและยุติธรรม ภายในปี ค.ศ. 2007



3. ออกมาตรฐานทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องทั้งอุปกรณ์โทรคมนาคม และการสื่อสารข้อมูลที่ใช้งาน IPv6 ในเบื้องต้น โดยเริ่มร่างมาตรฐานต่างๆจากกลางปี ค.ศ. 2007 และออกมาตรฐานต่อเนื่องเมื่อจำเป็น เช่นมาตรฐานของ E-government E-health E-education ฯลฯ
4. ตั้งแต่กลางปี ค.ศ. 2007 ควรกระตุ้นเพื่อให้หน่วยงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้ให้บริการ ผู้ให้บริการ และผู้ผลิตอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ ดันตัวกับการที่ IPv4 จะถูกจัดสรรหมดไป พร้อมทั้งสนับสนุนเทคโนโลยี IPv6 อาจจะทำให้การสนับสนุนการประยุกต์ใช้งาน อย่างเช่น Broadband อินเทอร์เน็ต, VoIP, Mobile IP ฯลฯ โดยที่การสนับสนุนนั้นอาจดำเนินการร่วมกับองค์กรอื่น เช่น กระทรวง ICT, NECTEC, มหาวิทยาลัยต่างๆ, สมาคม IPv6 ฯลฯ
5. ให้ทุนสนับสนุน R&D เกี่ยวกับเทคโนโลยี IPv6 โดยเริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 2008
6. ร่วมกับองค์กรอื่นเช่น กระทรวง ICT, NECTEC, มหาวิทยาลัยต่างๆ, สมาคม IPv6 ฯลฯ จัดตั้งศูนย์เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยี IPv6 ซึ่งมีหน้าที่ส่งเสริมสนับสนุนการใช้งาน IPv6 การทดสอบรับรองอุปกรณ์และโครงข่ายในการรองรับบริการ IPv6 (IPv6 test bed) พร้อมทั้งออกใบรับรอง IPv6 Ready ให้แก่ อินเทอร์เน็ต Service Provider (ISPs), Telecommunication Service Provider (TSPs), Application Service Provider (ASPs) นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ให้คำแนะนำและความรู้ ความช่วยเหลือ บริการข้อมูล คำแนะนำและประโยชน์ของ IPv6 แก่ผู้ที่สนใจ ทั้งผู้ให้บริการ ผู้ให้บริการและผู้ผลิตทั้งส่วนของอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ ภายในปี ค.ศ. 2008
7. ร่วมกับองค์กรอื่นเช่น กระทรวง ICT, NECTEC, มหาวิทยาลัย, หน่วยงานของรัฐ, รัฐวิสาหกิจ, สมาคม IPv6 ฯลฯ เพื่อช่วยผลักดันให้เกิดโครงข่ายโทรคมนาคมของภาครัฐ ซึ่งเป็นโครงข่ายหลัก ที่ใช้งาน IPv6 ได้แบบเต็มรูปแบบ (Native IPv6) และในลำดับต่อไปควรจะช่วยผลักดันให้เกิดโครงข่าย Native IPv6 เชื่อมโยงสถาบันการศึกษา และโครงข่ายเพื่อการวิจัยและการศึกษา
8. ร่วมกับองค์กรอื่นเช่น กระทรวง ICT, NECTEC, มหาวิทยาลัย, สมาคม IPv6 ฯลฯ จัดฝึกอบรม สำหรับผู้สนใจโดยให้มีลักษณะต่อเนื่องตลอดระยะเวลา ซึ่งอาจจะดำเนินการผ่านศูนย์เชี่ยวชาญ IPv6 ก็ได้

3.7 แนวทาง (Roadmap) และมาตรการกำกับดูแลสำหรับ กทช.ในการเปลี่ยนแปลงโครงข่ายอินเทอร์เน็ตจาก IPv4 มาเป็น IPv6 แยกตามรายปี

เนื่องจากคณะผู้วิจัยมีความเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงมาเป็น IPv6 ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยนั้น ควรเป็นการเปลี่ยนแปลงไปอย่างค่อยเป็นค่อยไปและสมควรใจ จุดมุ่งหมายสุดท้ายในปีค.ศ. 2010 เพียงต้องการให้ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตสามารถให้บริการ IPv6 ได้อย่างไม่ติดขัดโดยมิได้มุ่งบังคับให้โครงข่ายทั้งหมดในประเทศไทยเปลี่ยนแปลงเป็น All-native IPv6 ดังเช่นประเทศบางประเทศที่มีความเจริญก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีมากกว่าประเทศไทย เช่น ประเทศญี่ปุ่น จากจุดมุ่งหมายดังกล่าวจะเห็นได้ว่า Roadmap ที่คณะผู้วิจัย



นำเสนอให้กับกทช.นั้นเป็นไปอย่างประนีประนอมแก่ทุกฝ่าย ดังนั้นมาตรการที่จะนำเสนอในแต่ละปีที่จะเสนอให้แกกทช.นั้นส่วนใหญ่เป็นมาตรการส่งเสริมมากกว่าที่จะเป็นมาตรการบังคับ

ปี ค.ศ. 2007

● Roadmap

1. ศึกษาหาความรู้ เก็บข้อมูลเกี่ยวกับ IPv6 และตรวจสอบว่า กทช. มีอำนาจหน้าที่ในการกำกับดูแลการเปลี่ยนแปลงไปสู่เทคโนโลยี IPv6 ในระดับใดภายใต้กฎหมายที่มีอยู่ ให้แล้วเสร็จภายในกลางปี ค.ศ. 2007
2. จัดตั้งฝ่ายหรือองค์กรกลางซึ่งทำหน้าที่ดูแลการจัดสรรและรับลงทะเบียนการใช้งาน IPv6 ให้มีความเท่าเทียมและยุติธรรม ภายในปี ค.ศ. 2007
3. ออกมาตรฐานทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องทั้งอุปกรณ์โทรคมนาคม และการสื่อสารข้อมูลที่ใช้งาน IPv6 ในเบื้องต้น โดยเริ่มร่างมาตรฐานต่างๆจากกลางปี ค.ศ. 2007 และออกมาตรฐานต่อเนื่องเมื่อจำเป็น เช่นมาตรฐานของ E-government E-health E-education ฯลฯ
4. ตั้งแต่กลางปี ค.ศ. 2007 ควรกระตุ้นเพื่อให้หน่วยงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้ให้บริการ ผู้ให้บริการ และผู้ผลิตอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ ตื่นตัวกับการที่ IPv4 จะถูกจัดสรรหมดไป พร้อมทั้งสนับสนุนเทคโนโลยี IPv6 อาจจะให้การสนับสนุนการประยุกต์ใช้งาน อย่างเช่น Broadband อินเทอร์เน็ต, VoIP, Mobile IP ฯลฯ โดยที่การสนับสนุนนั้นอาจดำเนินการร่วมกับองค์กรอื่น เช่น กระทรวง ICT, NECTEC, มหาวิทยาลัยต่างๆ, สมาคม IPv6 ฯลฯ
5. ร่วมกับองค์กรอื่นเช่น กระทรวง ICT, NECTEC, มหาวิทยาลัย, สมาคม IPv6 ฯลฯ จัดฝึกอบรมสำหรับผู้สนใจโดยให้มีลักษณะต่อเนื่องตลอดระยะเวลา ซึ่งอาจจะดำเนินการผ่านศูนย์เชี่ยวชาญ IPv6 ก็ได้

● มาตรการการกำกับดูแล

1. จัดตั้งองค์กรกลางซึ่งทำหน้าที่ดูแลการจัดสรรและรับลงทะเบียนการใช้งาน IPv6 ให้สำเร็จ
2. จัดประชุม และเชิญหน่วยงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้ให้บริการ ผู้ให้บริการ และผู้ผลิตอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ เพื่อชี้แจงให้ทราบและตื่นตัวกับการที่ IPv4 จะถูกจัดสรรหมดไป พร้อมทั้งชี้แจงนโยบายของกทช.เกี่ยวกับเทคโนโลยี IPv6
3. เชิญหน่วยงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้ให้บริการ ผู้ให้บริการ และผู้ผลิตอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ และผู้สนใจ ส่งบุคลากรเข้ารับการฝึกอบรมเทคโนโลยี IPv6

ปี ค.ศ. 2008



● Roadmap

1. ออกมาตรฐานทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องทั้งอุปกรณ์โทรคมนาคม และการสื่อสารข้อมูลที่ใช้งาน IPv6 ต่อเนื่องจากปีค.ศ. 2007
2. ให้การสนับสนุนการประยุกต์ใช้งาน อย่างเช่น Broadband อินเทอร์เน็ต, VoIP, Mobile IP ฯลฯ โดยที่การสนับสนุนนั้นอาจดำเนินการร่วมกับองค์กรอื่น เช่น กระทรวง ICT, NECTEC, มหาวิทยาลัยต่างๆ, สมาคม IPv6 ฯลฯ โดยดำเนินการต่อเนื่องจากปีค.ศ. 2007
3. ให้ทุนสนับสนุน R&D เกี่ยวกับเทคโนโลยี IPv6 โดยเริ่มตั้งแต่ต้นปี ค.ศ. 2008
4. ร่วมกับองค์กรอื่นเช่น กระทรวง ICT, NECTEC, มหาวิทยาลัยต่างๆ, สมาคม IPv6 ฯลฯ จัดตั้งศูนย์เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยี IPv6 ซึ่งมีหน้าที่ส่งเสริมสนับสนุนการใช้งาน IPv6 การทดสอบรับรองอุปกรณ์และโครงข่ายในการรองรับบริการ IPv6 (IPv6 test bed) พร้อมทั้งออกไปรับรอง IPv6 Ready ให้แก่ อินเทอร์เน็ต Service Provider (ISPs), Telecommunication Service Provider (TSPs), Application Service Provider (ASPs) นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ให้คำแนะนำและความรู้ ความช่วยเหลือ บริการข้อมูล คำแนะนำและประโยชน์ของ IPv6 แก่ผู้ที่สนใจ ทั้งผู้ใช้บริการ ผู้ให้บริการและผู้ผลิตทั้งส่วนของอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ ภายในปี ค.ศ. 2008
5. ร่วมกับองค์กรอื่นเช่น กระทรวง ICT, NECTEC, มหาวิทยาลัย, หน่วยงานของรัฐ, รัฐวิสาหกิจ, สมาคม IPv6 ฯลฯ เพื่อช่วยผลักดันให้เกิดโครงข่ายโทรคมนาคมของภาครัฐ ซึ่งเป็นโครงข่ายหลักที่ใช้งาน IPv6 ได้แบบเต็มรูปแบบ (Native IPv6) และในลำดับต่อไปควรจะช่วยผลักดันให้เกิดโครงข่าย Native IPv6 เชื่อมโยงสถาบันการศึกษา และโครงข่ายเพื่อการวิจัยและการศึกษา
6. ร่วมกับองค์กรอื่นเช่น กระทรวง ICT, NECTEC, มหาวิทยาลัย, สมาคม IPv6 ฯลฯ จัดฝึกอบรม สำหรับผู้สนใจต่อเนื่องจากปีค.ศ. 2007

● มาตรการการกำกับดูแล

1. ตรวจสอบว่าทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องปฏิบัติตามมาตรฐานทางเทคนิคที่ได้ออกประกาศใช้หรือไม่ ถ้าไม่ก็อาจมีมาตรการต่าง ๆ ตามอำนาจที่มีอยู่ เช่น ดักเตือน คิดค่าปรับ ฯลฯ
2. ประกาศให้ทราบว่าทช.ให้ทุนสนับสนุน R&D เกี่ยวกับเทคโนโลยี IPv6 โดยเงื่อนไขการรับทุน อาจจะระบุว่ามุ่งหมายเพื่อสนับสนุนการใช้งาน IPv6 ในประเทศ และสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมภายใต้เทคโนโลยี IPv6
3. ร่วมกับองค์กรอื่นเช่น กระทรวง ICT, NECTEC, มหาวิทยาลัยต่างๆ, สมาคม IPv6 ฯลฯ จัดตั้งศูนย์เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยี IPv6 ให้สำเร็จ



4. ประกาศให้ Internet Service Provider (ISPs), Telecommunication Service Provider (TSPs), Application Service Provider (ASPs) เข้าทดสอบรับรองอุปกรณ์และโครงข่ายในการรองรับบริการ IPv6 (IPv6 test bed) พร้อมทั้งออกใบรับรอง IPv6 Ready
5. ผลักดันให้เกิดโครงข่ายโทรคมนาคมของภาครัฐ ซึ่งเป็นโครงข่ายหลักที่ใช้งาน IPv6 ได้แบบเต็มรูปแบบ (Native IPv6) และผลักดันให้เกิดโครงข่าย Native IPv6 เชื่อมโยงสถาบันการศึกษา และโครงข่ายเพื่อการวิจัยและการศึกษาในลำดับต่อไป
6. เชิญหน่วยงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้ให้บริการ ผู้ให้บริการ และผู้ผลิตอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ และผู้สนใจ ส่งบุคลากรเข้ารับการฝึกอบรมเทคโนโลยี IPv6 ต่อเนื่องจากปีค.ศ. 2007

ปี ค.ศ. 2009

● Roadmap

1. ออกมาตรฐานทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องทั้งอุปกรณ์โทรคมนาคม และการสื่อสารข้อมูลที่ใช้งาน IPv6 ต่อเนื่องจากปีค.ศ. 2008
2. ให้การสนับสนุนการประยุกต์ใช้งาน อย่างเช่น Broadband อินเทอร์เน็ต, VoIP, Mobile IP ฯลฯ โดยที่การสนับสนุนนั้นอาจดำเนินการร่วมกับองค์กรอื่น เช่น กระทรวง ICT, NECTEC, มหาวิทยาลัยต่างๆ, สมาคม IPv6 ฯลฯ โดยดำเนินการต่อเนื่องจากปีค.ศ. 2008
3. ให้ทุนสนับสนุน R&D เกี่ยวกับเทคโนโลยี IPv6 โดยดำเนินการต่อเนื่องจากปีค.ศ. 2008
4. ร่วมกับองค์กรอื่นเช่น กระทรวง ICT, NECTEC, มหาวิทยาลัย, หน่วยงานของรัฐ, รัฐวิสาหกิจ, สมาคม IPv6 ฯลฯ ผลักดันให้เกิดโครงข่าย Native IPv6 ของภาครัฐ และโครงข่าย Native IPv6 เชื่อมโยงสถาบันการศึกษา และโครงข่ายเพื่อการวิจัยและการศึกษา โดยดำเนินการต่อเนื่องจากปีค.ศ. 2008
5. ร่วมกับองค์กรอื่นเช่น กระทรวง ICT, NECTEC, มหาวิทยาลัย, สมาคม IPv6 ฯลฯ จัดฝึกอบรมสำหรับผู้สนใจต่อเนื่องจากปีค.ศ. 2008

● มาตรการการกำกับดูแล

1. ตรวจสอบว่าทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องปฏิบัติตามมาตรฐานทางเทคนิคฯ ที่ได้ออกประกาศใช้หรือไม่ ถ้าไม่ก็อาจมีมาตรการต่าง ๆ ตามอำนาจที่มีอยู่ เช่น ตักเตือน คิดค่าปรับ ฯลฯ
2. ให้รางวัลแก่ผู้รับทุนสนับสนุน R&D เกี่ยวกับเทคโนโลยี IPv6 สำหรับผลงานที่สามารถให้ผลสนับสนุนการใช้งาน IPv6 ในประเทศ และสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมภายใต้เทคโนโลยี IPv6 อย่างชัดเจน



3. ประกาศให้ Internet Service Provider (ISPs), Telecommunication Service Provider (TSPs), Application Service Provider (ASPs) เข้าทดสอบรับรองอุปกรณ์และโครงข่ายในการรองรับบริการ IPv6 (IPv6 test bed) พร้อมทั้งออกใบรับรอง IPv6 Ready ต่อเนื่องจากปี ค.ศ. 2008
4. ผลักดันให้เกิดโครงข่ายโทรคมนาคมของภาครัฐ ซึ่งเป็นโครงข่ายหลักที่ใช้งาน IPv6 ได้แบบเต็มรูปแบบ (Native IPv6) และผลักดันให้เกิดโครงข่าย Native IPv6 เชื่อมโยงสถาบันการศึกษา และโครงข่ายเพื่อการวิจัยและการศึกษาในลำดับต่อไปต่อเนื่องจากปี ค.ศ. 2008
5. เชิญหน่วยงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้ใช้บริการ ผู้ให้บริการ และผู้ผลิตอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ และผู้สนใจ ส่งบุคลากรเข้ารับการฝึกอบรมเทคโนโลยี IPv6 ต่อเนื่องจากปี ค.ศ. 2008

ปี ค.ศ. 2010

● Roadmap

1. ออกมาตรฐานทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องทั้งอุปกรณ์โทรคมนาคม และการสื่อสารข้อมูลที่ใช้งาน IPv6 ต่อเนื่องจากปี ค.ศ. 2009
2. ให้การสนับสนุนการประยุกต์ใช้งาน อย่างเช่น Broadband อินเทอร์เน็ต, VoIP, Mobile IP ฯลฯ โดยที่การสนับสนุนนั้นอาจดำเนินการร่วมกับองค์กรอื่น เช่น กระทรวง ICT, NECTEC, มหาวิทยาลัยต่างๆ, สมาคม IPv6 ฯลฯ โดยดำเนินการต่อเนื่องจากปี ค.ศ. 2009
3. ให้ทุนสนับสนุน R&D เกี่ยวกับเทคโนโลยี IPv6 โดยดำเนินการต่อเนื่องจากปี ค.ศ. 2009
4. ร่วมกับองค์กรอื่นเช่น กระทรวง ICT, NECTEC, มหาวิทยาลัย, หน่วยงานของรัฐ, รัฐวิสาหกิจ, สมาคม IPv6 ฯลฯ ผลักดันให้เกิดโครงข่าย Native IPv6 ของภาครัฐ และโครงข่าย Native IPv6 เชื่อมโยงสถาบันการศึกษา และโครงข่ายเพื่อการวิจัยและการศึกษา โดยดำเนินการต่อเนื่องจากปี ค.ศ. 2009
5. ร่วมกับองค์กรอื่นเช่น กระทรวง ICT, NECTEC, มหาวิทยาลัย, สมาคม IPv6 ฯลฯ จัดฝึกอบรมสำหรับผู้สนใจต่อเนื่องจากปี ค.ศ. 2009

● มาตรการการกำกับดูแล

1. จัดประชุม และเชิญ Internet Service Provider (ISPs), Telecommunication Service Provider (TSPs), Application Service Provider (ASPs) ที่ยังไม่สามารถให้บริการ IPv6 ได้เข้าร่วมเพื่อชี้แจงให้ทราบถึงความจำเป็นของการเปลี่ยนแปลงไปสู่ IPv6 และขอทราบเหตุผลข้อจำกัดที่ยังไม่สามารถให้บริการได้
2. ตรวจสอบว่าทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องได้ปฏิบัติตามมาตรฐานทางเทคนิคที่ได้ออกประกาศใช้หรือไม่ ถ้าไม่ก็อาจมีมาตรการต่าง ๆ ตามอำนาจที่มีอยู่ เช่น ดักเตือน คิดค่าปรับ ฯลฯ



3. ให้รางวัลแก่ผู้รับทุนสนับสนุน R&D เกี่ยวกับเทคโนโลยี IPv6 สำหรับผลงานที่สามารถให้ผลสนับสนุนการใช้งาน IPv6 ในประเทศ และสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมภายใต้เทคโนโลยี IPv6 อย่างชัดเจน
4. ประกาศให้ Internet Service Provider (ISPs), Telecommunication Service Provider (TSPs), Application Service Provider (ASPs) เข้าทดสอบรับรองอุปกรณ์และโครงข่ายในการรองรับบริการ IPv6 (IPv6 test bed) พร้อมทั้งออกใบรับรอง IPv6 Ready อย่างต่อเนื่อง
5. ผลักดันให้เกิดโครงข่ายโทรคมนาคมของภาครัฐ ซึ่งเป็นโครงข่ายหลักที่ใช้งาน IPv6 ได้แบบเต็มรูปแบบ (Native IPv6) และผลักดันให้เกิดโครงข่าย Native IPv6 เชื่อมโยงสถาบันการศึกษา และโครงข่ายเพื่อการวิจัยและการศึกษาในลำดับต่อไปอย่างต่อเนื่อง
6. เชิญหน่วยงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้ใช้บริการ ผู้ให้บริการ และผู้ผลิตอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ และผู้สนใจ ส่งบุคลากรเข้ารับการฝึกอบรมเทคโนโลยี IPv6 ต่อเนื่องจากปีค.ศ. 2009

จากการเปรียบเทียบ Roadmap ของกทข. ที่คณะผู้วิจัยได้นำเสนอ กับ Roadmap ของกระทรวง ICT และ Roadmap ของประเทศญี่ปุ่น รวมถึง Roadmap ของประเทศอื่นๆ จะเห็นว่าแนวทางขั้นตอนที่นำเสนอใน Roadmap ของกทข. ส่วนใหญ่จะสอดคล้องกันทั้งหมดกับ Roadmap ของกระทรวง ICT และของต่างประเทศ ประเด็นสำคัญประเด็นหนึ่งสำหรับ Roadmap ของต่างประเทศคือ ประเทศต่างๆ ที่จัดทำ Roadmap ขึ้นนั้นมักจะอ้างอิง Roadmap ของประเทศตนเองกับ Roadmap ของประเทศญี่ปุ่นเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากประเทศญี่ปุ่นเป็นผู้นำในการส่งเสริมให้มีการเปลี่ยนแปลงมาเป็น IPv6 อย่างไรก็ตาม Roadmap ของกทข. ที่คณะผู้วิจัยได้นำเสนอขึ้นนั้นมีข้อแตกต่างที่สำคัญบางประการกับ Roadmap ของกระทรวง ICT และ Roadmap ของประเทศอื่นๆ ซึ่งคณะผู้วิจัยมีเหตุผลดังต่อไปนี้

1. ประเทศผู้นำทางด้านการเปลี่ยนแปลงไปสู่ IPv6 อย่างเช่นประเทศญี่ปุ่นนั้น ได้กำหนดไว้ในทั้ง Roadmap และนโยบายของรัฐบาลว่าการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีโครงข่ายทั้งหมดของประเทศไปสู่ IPv6 อย่างเต็มรูปแบบ หรือ Native IPv6 นั้นเป็นสิ่งที่ต้องทำให้เสร็จภายในปีค.ศ. 2010 เหตุผลที่มีแนวนโยบายเช่นนั้นอาจเนื่องมาจากการที่ประเทศญี่ปุ่นประสบปัญหาขาดแคลน IPv4 address เป็นอย่างมาก รวมทั้งการที่ประเทศญี่ปุ่นนั้นอยู่ในฐานะเป็นผู้นำของเทคโนโลยี IPv6 ทั้งในส่วนการผลิตอุปกรณ์ที่ใช้งาน IPv6 และการให้บริการ IPv6 แต่ Roadmap ของกทข. ที่คณะผู้วิจัยได้นำเสนอขึ้นนั้น สอดคล้องกับแนวนโยบายของกระทรวง ICT ซึ่งเสนอว่า ประเทศไทยยังไม่จำเป็นต้องบังคับให้โครงข่ายที่ให้บริการทั้งหมดของประเทศจะต้องสามารถให้บริการ IPv6 อย่างเต็มรูปแบบ หรือ Native IPv6 ทั้งหมด เพียงแต่ต้องการให้โครงข่ายของประเทศไทยสามารถให้บริการ IPv6 (IPv6 ready) แก่ผู้ต้องการใช้บริการได้ภายในปีค.ศ. 2010 เท่านั้น โดยคาดว่าเมื่อมีบริการทั้งหลายที่จำเป็นต้องใช้ IPv6 เกิดขึ้นมาและมีผู้ต้องการใช้บริการอย่างมาก ผู้ให้บริการจะถูกผลักดันจากความต้องการของตลาดให้



ต้องการปรับปรุงโครงข่ายไปสู่ Native IPv6 เองโดยธรรมชาติ รวมไปถึงการผลิตที่เพิ่มมากขึ้นในอุตสาหกรรมฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่จะเกิดขึ้นตามมาเองอย่างหลากหลาย

2. กรณีเงื่อนไขของเวลาในการดำเนินการเปลี่ยนแปลงไปสู่ IPv6 ของประเทศไทยเมื่อเทียบกับต่างประเทศ เนื่องจากในต่างประเทศได้มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปสู่ IPv6 มาเป็นระยะเวลาหลายปีก่อนที่ประเทศไทยจะเริ่มตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงไปสู่ IPv6 ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เสนอ Roadmap ซึ่งล่าช้ากับต่างประเทศอยู่ในระยะ 2-3 ปี ซึ่งเป็นการประเมินประนีประนอมในเรื่องของระยะเวลาการดำเนินงานซึ่งจะเริ่มตั้งแต่ปีค.ศ. 2007
3. ร่าง Roadmap ของกระทรวง ICT นั้นได้แสดงข้อคิดเห็นว่าประเทศไทยไม่จำเป็นต้องมีองค์กรจัดสรร IPv6 address ที่เรียกว่า National Internet Registry (NIR) โดยจะให้ Internet Service Provider (ISPs) เป็นผู้ติดต่อขอ IPv6 address และจัดสรรให้กับผู้ใช้บริการเอง แต่ทางคณะผู้วิจัยมีความเห็นว่าทช.น่าจะต้องเป็นผู้จัดตั้งฝ่ายหรือองค์กรกลางเช่น National Internet Registry (NIR) ซึ่งทำหน้าที่ดูแลการจัดสรรและรับลงทะเบียนการใช้งาน IPv6 เพื่อดูแลการจัดสรร IPv6 address ทั้งการจัดสรรให้กับ Internet Service Provider (ISPs) และการจัดสรรให้แก่ผู้ใช้บริการ เพื่อให้ Internet Service Provider (ISPs) ทั้งรายใหญ่และรายย่อยสามารถให้บริการ IPv6 ได้เท่าเทียมกัน หากไม่มีองค์กรกลางที่ทำหน้าที่ดูแลการจัดสรร IPv6 address มีความเป็นไปได้ว่า IPv6 address ส่วนใหญ่จะถูกจัดสรรให้แก่ Internet Service Provider (ISPs) รายใหญ่ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดการผูกขาดทางธุรกิจ ซึ่งแนวคิดของการจัดตั้ง National Internet Registry (NIR) นี้ก็มีอยู่ใน Roadmap ของบางประเทศเช่นประเทศอินเดีย เป็นต้น



รายการอ้างอิง

- [1] พนิดา พงษ์ไพบูลย์ ฉัตรชัย จันทร์อินทร์ อติศักดิ์ บุษรานันท์ และ เฉลิมพล ชาญศรีภิญโญ “คุณพร้อมหรือยังสำหรับอินเทอร์เน็ตยุคหน้า: ตอนที่ 2 พร้อมลงมือ” สาร NECTEC, สิงหาคม, หน้า 48-57 (2548).
- [2] www.ipv6.net.cn/2004/image/Takahara.pdf
- [3] www.usipv6.com/2003arlington/presents/Kazu_Gomi.pdf
- [4] www.vsix.net/other/summit/Korea2006/www.ipv6.or.kr/summit2006/proceeding/BS1-1.pdf
- [5] www.6diss.org/publications/papers/eipv6tf-roadmap.pdf
- [6] www.ipv6forum.com/dl/forum/wwc_ipv6forum_roadmap_vision_2010.pdf
- [7] www.cu.ipv6tf.org/pdf/recom9jan06.pdf
- [8] www.austria.ipv6tf.org/dokumente/050929/roadmap.pdf