

รายงาน
แนวทางการจัดสรรคลื่นความถี่
สำหรับการประยุกต์ใช้ RF-ID ในประเทศไทย: กรณีการจัดสรรย่าน UHF

จัดทำโดย
สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
และ
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
สิงหาคม 2549

แนวทางการจัดสรรคลื่นความถี่

สำหรับการประยุกต์ใช้ RF-ID ในประเทศไทย: กรณีการจัดสรรย่าน UHF

ISBN 974-229-918-8

พิมพ์ครั้งที่ 1 (สิงหาคม 2549)

จำนวน 2,000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2549 ตาม พ.ร.บ.ลิขสิทธิ์ พ.ศ.2537

สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ และ

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

ไม่อนุญาตให้คัดลอก ทำซ้ำ และดัดแปลง ส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือฉบับนี้

นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของลิขสิทธิ์เท่านั้น

Copyright©2006 by:

National Telecommunications Commission and

National Electronics and Computer Technology Center

National Science and Technology Development Agency

Ministry of Science and Technology

112 Thailand Science Park, Phahon Yothin Road, Klong 1, Klong Luang

Pathumthani 12120, Thailand

Tel. +66(0)2-564-6900 Fax. +66(0)2-564-6901..2

จัดพิมพ์และเผยแพร่โดย



สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

87 ถนนพหลโยธิน ซอย 8 แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 02-271-0151..60 โทรสาร 02-290-5240

URL: <http://www.ntc.or.th/>

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

112 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

โทรศัพท์ 02-564-6900 โทรสาร 02-564-6901..2

URL: <http://www.nectec.or.th/>

คำนำ

ในสภาพเศรษฐกิจและสังคมปัจจุบันที่มีการแข่งขันทางธุรกิจในระดับสูง ระบบ RF-ID ถูกนำเข้ามาเป็นปัจจัยสำคัญเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการพาณิชย์และลอจิสติกส์ของโลกในปัจจุบัน ซึ่งย่านความถี่ที่มีการนำ RF-ID มาใช้งานโดยทั่วไปนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ ย่านความถี่ต่ำ (LF) ย่านความถี่สูง (HF) ย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF) และย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave) โดยย่านความถี่ที่กำลังมีการใช้งานกันอย่างกว้างขวางในด้านการขนส่ง การจัดการสินค้าคงคลัง และการจัดการห่วงโซ่อุปทาน คือย่านความถี่ UHF หรือย่านความถี่ในช่วง 860-960 MHz (ตามมาตราฐานของ EPCglobal) ซึ่งหลายประเทศได้มีการประกาศใช้งานในองค์กรหลายแห่ง อาทิ ห้างสรรพสินค้า WalMart, Department of Defense ของสหรัฐอเมริกา เป็นต้น ผลจากขยายตัวของการใช้งานด้าน RF-ID ในย่าน UHF ที่เกิดขึ้นเป็นกระแสทั่วโลกในขณะนี้ ทำให้หลายประเทศได้มีการออกระเบียบเกี่ยวกับการจัดสรรคลื่นความถี่ในเพื่อการใช้งาน RF-ID ในย่าน UHF มากขึ้น

สำหรับในส่วนของประเทศไทยซึ่งมีหลายหน่วยงานหรือองค์กรนำเอาระบบ RF-ID มาใช้ประโยชน์บ้างแล้ว เช่น ระบบบัตรผ่านของรถไฟฟ้ามหานคร ระบบตรวจสอบพัสดุสัตว์ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ระบบห้องสมุดของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์และมหาวิทยาลัยชินวัตร และการนำมาใช้ในระบบลอจิสติกส์ ของกรมศุลกากรและท่าเรือแหลมฉบัง ซึ่งหากประเทศไทยต้องการเข้าไปมีส่วนร่วมและมีบทบาทในระบบห่วงโซ่อุปทานของโลกมากยิ่งขึ้น จึงจำเป็นที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องของประเทศไทยควรเร่งให้มีการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับการใช้งานระบบ RF-ID เพื่อรองรับการใช้งานดังกล่าว

จากข้อตกลงความร่วมมือทางวิชาการระหว่างสำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ จึงได้ร่วมกันศึกษาและจัดทำรายงานเรื่อง “แนวทางการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับการประยุกต์ใช้ RF-ID ในประเทศไทย: กรณีการจัดสรรย่าน UHF” ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงแนวทางการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน UHF เพื่อการใช้งานด้าน RF-ID ในประเทศต่างๆ โดยเฉพาะประเทศสมาชิกในกลุ่ม APT (Asia-Pacific Telecommunity) และศึกษาสถานภาพการจัดสรรคลื่นความถี่ในประเทศไทยและกฎระเบียบเกี่ยวกับการจัดสรรคลื่นความถี่ในปัจจุบัน ตลอดจนเสนอแนวทางการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน UHF เพื่อการใช้งาน RF-ID ในประเทศไทยที่เป็นไปในแนวทางเดียวกับภูมิภาคต่างๆ ในโลก

สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ และ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือ “แนวทางการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับการประยุกต์ใช้ RF-ID ในประเทศไทย: กรณีการจัดสรรย่าน UHF” เล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐ เอกชน และบุคคลทั่วไป ให้มีความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยี ตลอดจนเตรียมความพร้อมสำหรับการพัฒนาและใช้งานได้อย่างสอดคล้องกับคลื่นความถี่ที่จะประกาศใช้ในประเทศได้อย่างทันทั่วถึง

สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

และ

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

สิงหาคม 2549

สารบัญ

คำนำ

บทสรุปผู้บริหาร.....	1
Executive Summary.....	4
บทที่ 1 การประยุกต์ใช้งานและตลาด RF-ID.....	7
1.1 RF-ID คืออะไร.....	8
1.2 การประยุกต์ใช้งาน RF-ID.....	9
1.3 ตลาด RF-ID และแนวโน้มการเติบโต.....	10
1.4 การจัดสรรคลื่นความถี่สำคัญอย่างไรต่อการพัฒนาอุตสาหกรรม RF-ID	11
บทที่ 2 การจัดสรรคลื่นความถี่วิทยุย่าน UHF สำหรับ RF-ID ในต่างประเทศ.....	13
2.1 มาตรฐานด้าน RF-ID ระหว่างประเทศ.....	13
2.2 คลื่นความถี่วิทยุสำหรับการใช้งานในรูปแบบต่างๆ.....	15
2.3 การจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับ RF-ID ในต่างประเทศและกรณีศึกษา.....	17
กรณีศึกษาและประสบการณ์การจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน UHF จากต่างประเทศ.....	19
1. ประเทศจีน.....	19
2. ประเทศญี่ปุ่น.....	20
3. ประเทศเกาหลีใต้	21
4. ประเทศไต้หวัน.....	22
5. สหภาพยุโรป.....	23
6. ประเทศสหรัฐอเมริกา.....	24
7. ประเทศสิงคโปร์	25
8. ประเทศมาเลเซีย.....	27
9. ฮองกง.....	28
บทที่ 3 กฎระเบียบที่เกี่ยวข้องและการจัดสรรคลื่นความถี่ในประเทศไทย.....	30
3.1 การจัดสรรคลื่นความถี่ในประเทศไทย.....	30
3.2 สถานะปัจจุบันของคลื่นความถี่สำหรับ RF-ID ในประเทศไทย.....	31
3.3 การจำหน่ายและใช้งานอุปกรณ์ RF-ID ในประเทศไทย.....	32
3.4 การทดสอบและทดลอง RF-ID ในประเทศไทย.....	33
3.5 กฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานอุปกรณ์ RF-ID ในประเทศไทย.....	35

บทที่ 4 ความต้องการของผู้ประกอบการไทย.....	36
4.1 ปัญหาด้านการจัดสรรคลื่นความถี่จากผู้ประกอบการไทย.....	36
4.2 ข้อเสนอแนะด้านการจัดสรรคลื่นความถี่จากผู้ประกอบการไทย.....	37
บทที่ 5 หลักการและข้อเสนอแนะการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน UHF สำหรับ RF-ID	
ของไทย.....	39
5.1 หลักการจัดสรรคลื่นความถี่ RF-ID.....	39
5.2 ความเป็นไปได้และข้อเสนอแนะสำหรับการจัดสรรความถี่ช่วง UHF	
เพื่อการใช้งาน RF-ID.....	40
5.3 การศึกษาต่อไป: การดำเนินการในย่านความถี่อื่นๆ.....	45
5.3.1 ย่านความถี่ต่ำและความถี่สูง: การขยายโอกาสของผู้ประกอบการไทย.....	45
5.3.2 ย่านไมโครเวฟ: คลื่นความถี่เพื่อการใช้งานในอนาคต.....	46
5.4 สรุป.....	47
เอกสารอ้างอิง.....	48

บทสรุปผู้บริหาร

รายงานเรื่องแนวทางการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน UHF สำหรับ RF-ID ในประเทศไทยนี้ จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์สำคัญ 3 ประการ คือ ประการที่ 1 เพื่อศึกษาถึงแนวทางการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน UHF เพื่อการใช้งานด้าน RF-ID ในประเทศต่างๆ โดยเฉพาะประเทศสมาชิกในกลุ่ม APT (Asia-Pacific Telecommunity) ประการที่ 2 เพื่อศึกษาถึงสถานการณ์การจัดสรรคลื่นความถี่ในประเทศไทยและกฎระเบียบเกี่ยวกับการจัดสรรคลื่นความถี่ในปัจจุบัน และประการที่ 3 เพื่อเสนอแนวทางการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน UHF เพื่อการใช้งาน RF-ID ในประเทศไทยที่เป็นไปในแนวทางเดียวกับภูมิภาคต่างๆ ในโลก

ปัจจุบัน RF-ID เป็นเทคโนโลยีที่เริ่มเข้ามามีบทบาทต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของไทยอย่างยิ่ง การนำ RF-ID มาใช้งานโดยทั่วไปนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มจำแนกตามย่านความถี่คือ การใช้งานในย่านความถี่ต่ำ (LF) ย่านความถี่สูง (HF) ย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF) และย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave) ดังแสดงในตารางด้านล่าง

แถบความถี่	ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency: LF)	ย่านความถี่สูง (High Frequency: HF)	ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency: UHF)	ย่านความถี่ ไมโครเวฟ Microwave
	< 135 kHz	13.56 MHz	860 – 960 MHz	2.45 GHz
Typical Read Range	< 0.5 m	~ 1 m	~ 4 – 5 m	~ 1 m
Applications	Access control & animal tagging	Smart cards, access control, baggage control, libraries, transport, apparel	Pallet and case tagging, baggage handling, electronic toll collection	Smart cards, access control, electronic toll collection
Multiple Tag Read Rate	Slower ←————→ Faster			
Ability to read near metal or wet surfaces	Better ←————→ Worse			
Tag Size	Larger ←————→ Smaller			

สำหรับย่านความถี่ซึ่งการศึกษานี้นำมาศึกษา ได้แก่ ย่านความถี่ UHF หรือย่านความถี่ในช่วง 860-960 MHz (ตามมาตรฐานของ EPCglobal) ซึ่งในปัจจุบันกำลังมีการใช้งานกันอย่างกว้างขวาง ในด้านการขนส่ง การจัดการสินค้าคงคลัง และการจัดการห่วงโซ่อุปทาน ทั้งนี้เนื่องมาจากการประกาศใช้งานของกิจการและองค์กรหลายแห่ง อาทิ ห้างสรรพสินค้า Wal-Mart, Department of Defense ของสหรัฐอเมริกา เป็นต้น ผลจากการขยายตัวของการใช้งานด้าน RF-ID ในย่าน UHF ที่เกิดขึ้นเป็นกระแสทั่วโลกในขณะนี้ ทำให้หลายประเทศได้มีการออกระเบียบเกี่ยวกับการจัดสรรคลื่นความถี่ในเพื่อการใช้งานด้าน RF-ID ในย่าน UHF สรุปได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ประเทศ/กลุ่มประเทศ	แถบความถี่ย่าน UHF ที่จัดสรรสำหรับการใช้งาน RF-ID	กำลังส่งสูงสุดที่อนุญาต (ERP)
U.S.	902 – 928 MHz	4 W (e.i.r.p)
Europe	868 – 870 MHz	500 mW
Australia	918 – 926 MHz	1 W (e.i.r.p)
Hong Kong	865 – 868 MHz	2 W
	920 – 925 MHz	4 W
Japan	952 – 954 MHz	0.01 W (e.i.r.p)
		4 W (e.i.r.p)
Singapore	866 - 869 MHz	500 mW
	923 – 925 MHz	2 W
Malaysia	868.1 MHz	50 mW
	919 – 923 MHz	2W

สำหรับกรณีของประเทศไทย การจัดสรรคลื่นความถี่วิทยุในย่าน UHF เพื่อการใช้งานด้าน RF-ID กำลังอยู่ในระหว่างการพิจารณาของคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กทช.) และเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาของ กทช. การศึกษานี้ได้เสนอให้การจัดสรรคลื่นความถี่วิทยุที่กำลังดำเนินการอยู่ในขณะนี้ควรอยู่บนหลักการของความโปร่งใส เป็นธรรม เพื่อไม่ให้เกิดข้อกีดกันทางการค้า อีกทั้งควรมีความยืดหยุ่น และสอดคล้องกับมาตรฐานสากล เพื่อให้นำไปสู่การทำงานร่วมกันได้ (Interoperability) ของระบบ RF-ID ที่กำลังถูกพัฒนาขึ้นทั่วโลก อันจะส่งผลให้ราคาของ RF-ID ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญของการเลือกใช้งาน RF-ID ในปัจจุบันหมดไป นอกจากนั้นการจัดสรรคลื่นควรที่จะคำนึงถึงการจัดสรรที่มีการใช้คลื่นความถี่อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากคลื่นความถี่เป็นทรัพยากรที่มีจำกัด

อาศัยหลักการที่กล่าวมาข้างต้น ประกอบกับสถานการณ์การจัดสรรคลื่นความถี่ของ ไทยในปัจจุบัน รวมทั้งการศึกษาถึงแนวทางการจัดสรรคลื่นความถี่จากต่างประเทศ และผล การทดสอบทางเทคนิคในเบื้องต้น การศึกษานี้พบว่า แถบความถี่ที่ยังไม่ได้จัดสรรในย่าน UHF ของไทยนั้นยังมีช่องว่างที่สามารถรองรับการใช้งาน RF-ID ในประเทศไทยคือ ช่วง 915-942.5 MHz ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่ กทช. จะพิจารณาจัดสรรช่วงดังกล่าว โดยเสนอแนะให้จัดสรรแถบ ความถี่ระหว่าง 924-927 MHz (ซึ่งผลการทดสอบในเบื้องต้นให้ผลว่าในช่วงดังกล่าวไม่มีการ รบกวนกับระบบ GSM ซึ่งมีช่วงสัญญาณใกล้เคียงกัน) และอาจสำรองช่วงความถี่ 921-924 MHz และ 927-928 เพื่อรองรับการขยายตัวของการใช้งาน RF-ID ในอนาคต ทั้งนี้ควรจัดให้มีการ ทดสอบทางเทคนิคเพื่อใช้ประกอบการพิจารณา และหาก กทช. ต้องการพิจารณาในช่วงคลื่น วิทยุอื่นในย่าน UHF เพิ่มเติม ก็สามารถพิจารณาจัดสรรอีกครั้ง (reallocate) ในช่วง 866.0- 868.2 MHz ซึ่งปัจจุบันได้จัดสรรให้กับกิจการ Trunk Radio ได้เช่นกัน การศึกษานี้ยังชี้ให้เห็น ว่าไม่ควรกำหนดความกว้างของแถบความถี่มากจนเกินไปเนื่องจากในปัจจุบันเทคโนโลยีด้าน การส่งคลื่นสัญญาณกำลังถูกพัฒนา ดังนั้นการจัดสรรแถบความถี่ที่กว้างมากอาจทำให้เกิด การใช้ทรัพยากรไม่เต็มประสิทธิภาพได้ทั้งๆ ที่คลื่นความถี่เป็นทรัพยากรที่มีอยู่จำกัด แต่ในทางกลับกันก็ต้องกำหนดให้เพียงพอต่อการใช้งานด้วยเช่นกัน

นอกจากนี้ในการศึกษานี้ ยังมีข้อสังเกตเพิ่มเติมว่า หากต้องการให้การพัฒนา RF-ID ในประเทศไทยมีการขยายตัว (ไม่อาศัยเพียงการนำเข้าจากต่างประเทศเท่านั้น) อีกทั้งเป็น การสนับสนุนผู้ประกอบการไทย ภาครัฐควรได้มีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการพิจารณา ขยายกำลังส่งที่ไม่ต้องขออนุญาตสำหรับย่านความถี่ต่ำและความถี่สูงซึ่งขณะนี้ผู้ประกอบการ ไทยสามารถพัฒนา RF-ID เพื่อการใช้งานในช่วงดังกล่าวได้แล้ว นอกจากนี้การพิจารณา เกี่ยวกับย่านความถี่ไมโครเวฟก็ควรได้มีการดำเนินการเช่นกันเพื่อให้สามารถรองรับการ พัฒนาของเทคโนโลยีและรูปแบบทางธุรกิจที่ในอนาคตจะมีการนำย่านความถี่ไมโครเวฟ มาใช้งานร่วมกับ RF-ID มากขึ้น

Executive Summary

This report presents the results from the study of spectrum allocation for Ultra High Frequency (UHF) Radio Frequency Identification (RF-ID) in Thailand. The objectives of the study are (1) to review the UHF spectrum allocation process for RF-ID in various countries, especially those in APT (Asia-Pacific Telecommunity), (2) to review the existing spectrum allocation and regulations status in Thailand, and (3) to recommend an appropriate UHF RF-ID spectrum band in Thailand so that it can be used compatibly with other regions in the world.

Currently, RF-ID technology plays an important role in economic development in Thailand. RF-ID can be applied in four different frequency bands: Low Frequency (LF), High Frequency (HF), Ultra High Frequency (UHF), and Microwave, as shown below.

Frequency Band	Low Frequency: LF	High Frequency: HF	Ultra High Frequency: UHF	Microwave
	< 135 kHz	13.56 MHz	860 – 960 MHz	2.45 GHz
Typical Read Range	< 0.5 m	~ 1 m	~ 4 – 5 m	~ 1 m
Applications	Access control & animal tagging	Smart cards, access control, baggage control, libraries, transport, apparel	Pallet and case tagging, baggage handling, electronic toll collection	Smart cards, access control, electronic toll collection
Multiple Tag Read Rate	Slower ←————→ Faster			
Ability to read near metal or wet surfaces	Better ←————→ Worse			
Tag Size	Larger ←————→ Smaller			

The frequency band investigated in this study is UHF (860-960 MHz)¹. The UHF is currently widely applied in transportation, inventory management, and supply chain management due to the RF-ID adoptions of large organizations such as Wal-Mart and the US Department of Defense. As a result from the growing usage of UHF RF-ID, several countries have regulated the allocation of spectrum for RF-ID in UHF bands as follows:

Country	Frequency Band	Power Limit (ERP)
U.S.	902 – 928 MHz	4 W (e.i.r.p)
Europe	868 – 870 MHz	500 mW
Australia	918 – 926 MHz	1 W (e.i.r.p)
Hong Kong	865 – 868 MHz	2 W
	920 – 925 MHz	4 W
Japan	952 – 954 MHz	0.01 W (e.i.r.p)
		4 W (e.i.r.p)
Singapore	866 - 869 MHz	500 mW
	923 – 925 MHz	2 W
Malaysia	868.1 MHz	50 mW
	919 – 923 MHz	2W

For Thailand, the UHF allocation status for RF-ID is still under consideration of the National Telecommunication Commission of Thailand (NTC)². Therefore, the results from this study are expected to ensure fairness and transparency in the current UHF allocation process to avoid any unfair trade practice. Moreover, the allocation process should be flexible and compatible with the international standards to support the interoperability between the RF-ID systems around the world. This would promote the adoption of RF-ID systems on an international level which will reduce the cost of implementation due to economy of scales. More importantly, the allocation process should be managed at the highest efficiency since radio frequency spectrum is a very limited resource.

¹ According to the EPCglobal standard

² Spectrum for UHF RF-ID has been allocated in December 2005, after presenting this study to the NTC.

According to the previously stated requirements, in conjunction with the current frequency allocation process in Thailand, the frequency allocation process in other countries, and the preliminary results from technical testing, this study found that the available UHF bandwidth that can be used for RF-ID in Thailand is in the 915-942.5 MHz range. Therefore, this study recommends the NTC to consider allocating the 924-927 MHz for the RF-ID use (the preliminary results from technical testing indicate that this range does not interfere with the nearby GSM system). In addition, the NTC could reserve the 921-924 MHz and 927-928 MHz for the future expansion of RF-ID adoption. The NTC could also consider reallocating the 866.0-868.2 MHz range which is now used for Trunk Radio systems. The study also found that the frequency spectrum should not be allocated in a very wide range because it might not be fully utilized. But on the other hand, the range has to be allocated sufficiently for the proper use as well.

Another observation from the study is that if Thailand wants to promote the local RF-ID developers, the government could consider increasing the allowable power limit for low and high frequency spectrum bands without requiring the permit since the local developers are now ready to develop RF-ID devices operated in these frequency bands. Finally, further study should be conducted for the microwave allocation since in the future the long-range microwave RF-ID systems could become increasingly popular.

บทที่ 1

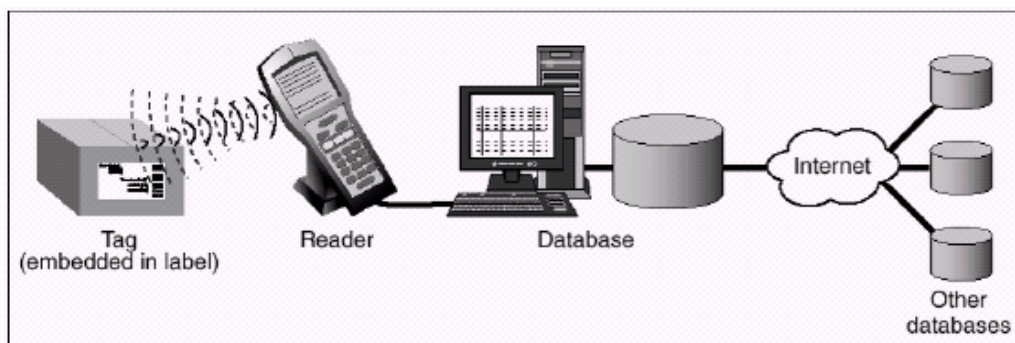
การประยุกต์ใช้งานและตลาด RF-ID

1.1 RF-ID คืออะไร

RF-ID ย่อมาจาก Radio Frequency Identification เป็นระบบระบุลักษณะของวัตถุด้วยคลื่นความถี่วิทยุที่ได้ถูกพัฒนามาตั้งแต่ปี 1980 เพื่อวัตถุประสงค์หลักสำหรับนำไปใช้งานเสริมกับระบบรหัสแท่ง (barcode) โดยมีจุดเด่นคือ สามารถอ่านข้อมูลจากป้าย (tag) ได้หลายๆ ป้ายแบบไร้สัมผัส และสามารถอ่านค่าได้แม้ในสภาพที่ทัศนวิสัยไม่ดี ทนต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระแทก และสามารถจะอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง โดยข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในไมโครชิปที่อยู่ในป้ายระบุอิเล็กทรอนิกส์ ในปัจจุบันได้มีการนำ RF-ID ไปประยุกต์ใช้งานในด้านอื่นๆ นอกเหนือจากนำมาใช้ทดแทนระบบรหัสแท่งแบบเดิม ได้แก่ การใช้งานในบัตรชนิดต่างๆ เช่น บัตรประจำตัวพนักงาน (ID card) บัตรโดยสาร บัตรสำหรับผ่านเข้าออกห้องพัก บัตรที่จอดรถตามศูนย์การค้าต่างๆ ป้ายสำหรับติดกระเป๋าเดินทาง ป้ายสำหรับติดสินค้า หนังสือหรือฉลากยา บางครั้งเราอาจพบเห็นอยู่ในรูปซึ่งมีขนาดเล็กจนสามารถแทรกลงระหว่างชั้นของเนื้อกระดาษได้ หรือเป็นแคปซูลขนาดเล็กฝังเอาไว้ในตัวสัตว์เพื่อบันทึกประวัติต่างๆ เป็นต้น

ในระบบ RF-ID จะมีองค์ประกอบหลักๆ อยู่ 3 ส่วนด้วยกัน **ส่วนแรก**คือ ทรานสปอนเดอร์หรือป้าย (transponder/tag) ที่ใช้ติดกับวัตถุต่างๆ ที่เราต้องการ โดยป้าย RF-ID นั้นจะประกอบด้วยสายอากาศและไมโครชิปที่มีการบันทึกหมายเลข (ID) หรือข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้นๆ โดยทั่วไปตัวป้าย RF-ID อาจอยู่ในรูปแบบที่เป็น กระดาษ แผ่นฟิล์ม พลาสติก มีขนาดและรูปร่างต่างๆ กันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่จะนำไปติด และมีหลายรูปแบบ เช่น บัตรเครดิต เหรียญ กระดุม ฉลากสินค้า แคปซูล หรือป้าย เป็นต้น สำหรับป้าย RF-ID ที่มีใช้งานกันอยู่สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ใหญ่ๆ ได้แก่ พาสซีฟ (passive) และ เซมิพาสซีฟ (semi-passive tag) และแอ็กทีฟ (active tag) **ส่วนที่สอง**ก็คือเครื่องสำหรับอ่าน/เขียนข้อมูลภายในป้ายระบุอิเล็กทรอนิกส์ (interrogator/reader) ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ถ้าเปรียบเทียบกับระบบรหัสแท่งแล้ว ป้ายในระบบ RF-ID เปรียบได้กับตัวรหัสแท่งที่ติดกับฉลากของสินค้า และเครื่องอ่านในระบบ RF-ID ก็คือเครื่องอ่านรหัสแท่ง (scanner) โดยข้อแตกต่างของทั้งสองระบบคือ ระบบ RF-ID จะใช้คลื่นความถี่วิทยุในการอ่าน/เขียน ส่วนระบบรหัสแท่งจะใช้แสงเลเซอร์ในการอ่าน โดยข้อเสียของระบบรหัสแท่งคือการอ่าน (สแกน) เป็นการใช้แสงในการอ่านรหัสแท่ง ซึ่งจะต้องไม่มีสิ่งกีดขวางหรือต้องอยู่ในเส้นตรงเดียวกับลำแสงที่ยิงจากเครื่องสแกน และสามารถอ่านได้ที่ระยะใกล้ๆ แต่ระบบ

RF-ID มีความแตกต่างโดยสามารถอ่านรหัสจากป้ายได้โดยไม่ต้องเห็นป้าย หรือป้ายนั้นซ่อนอยู่ภายในวัตถุและไม่จำเป็นต้องอยู่ในเส้นตรงกับคลื่น เพียงอยู่ในบริเวณที่สามารถรับคลื่นวิทยุได้ก็สามารถอ่านข้อมูลได้ และการอ่านป้ายในระบบ RF-ID ยังสามารถอ่านได้หลายๆ ป้ายในเวลาเดียวกัน โดยระยะในการอ่านข้อมูลได้ไกลกว่าระบบรหัสแท่งอีกด้วย ทั้งนี้ลักษณะ ขนาด และรูปร่างของเครื่องอ่านจะแตกต่างกันไปตามประเภทของการใช้งาน เช่น แบบมือถือขนาดเล็ก หรือติดตั้งจนไปถึงขนาดใหญ่เท่าประตู (gate size) **ส่วนที่สามของระบบ RF-ID** ได้แก่ ระบบประยุกต์ใช้งาน ทั้งนี้รวมถึงระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ประยุกต์ใช้งาน รวมถึงระบบฐานข้อมูลหรือเรียกว่า มิดเดิลแวร์ (middleware) เช่น ระบบข้อมูลสินค้า ระบบบริหารงานบุคคล ฯลฯ



รูปที่ 1.1 แสดงภาพรวมของระบบ RF-ID



รูปที่ 1.2 แสดงป้าย RF-ID ในรูปแบบต่างๆ



รูปที่ 1.3 แสดงตัวอย่างเครื่องอ่านแบบต่าง ๆ

1.2 การประยุกต์ใช้งาน RF-ID

ในปัจจุบันการนำระบบ RF-ID มาประยุกต์ใช้งานหลากหลายด้าน เช่น ระบบคลังสินค้า ด้านระบบการขนส่ง ด้านการทหาร ด้านการแพทย์และสาธารณสุข ด้านการเกษตรกรรมและปศุสัตว์ ธุรกิจการบิน ธุรกิจการเงิน การศึกษา การท่องเที่ยว การผลิตอุตสาหกรรม ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน ได้แก่

1. ระบบห่วงโซ่อุปทาน การค้าปลีก การผลิต การกระจายสินค้า และลอจิสติกส์ (logistics) เช่น การใช้งานในโรงงานโดยการติดป้าย RF-ID ไว้กับชิ้นงาน เมื่อชิ้นงานผ่านสายพานการผลิตในโรงงาน แต่ละแผนกจะรู้ว่าต้องทำอะไร ประกอบชิ้นงานอะไรบ้าง และต้องส่งงานไปยังสถานีถัดไป รวมถึงการจัดการสินค้าในคลังสินค้า เช่นการรับส่งสินค้าและการจัดเก็บตัวอย่างภาพที่ผู้บริโภคจะเห็นคือ การซื้อสินค้าในซูเปอร์มาร์เก็ต เมื่อมีการคิดคำนวณราคารวม เครื่องอ่าน RF-ID สามารถคำนวณราคารวมภายในครั้งเดียวได้ทันที โดยที่ไม่ต้องมีการสแกนรหัสแท่งที่ติดกับสินค้าที่ละชิ้นแบบเดิมๆ และอาจจะเตือนผู้ซื้อได้หากสินค้าที่ซื้อหมดอายุ นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้งานสำหรับการขนส่งถ่ายสินค้าที่เรียกว่า secure trade หรือ operation safe commerce เพิ่มความปลอดภัยในการขนส่งสินค้า
2. ด้านการแพทย์และสาธารณสุข มีการใช้งานสำหรับการทำ Asset tracking สำหรับเครื่องมือแพทย์ที่มีราคาแพง ทำให้สามารถตรวจสอบการเก็บรักษาเครื่องมือแพทย์ได้สะดวกรวดเร็ว นอกจากนี้ยังมีการใช้ RF-ID เสริมในการผลิตสุภภัณฑ์ยาเพื่อตรวจสอบยาปลอมได้ เป็นการป้องกันความสูญเสียของผู้ผลิตจากสินค้าเลียนแบบ และป้องกันไม่ให้ผู้ป่วยได้รับยาที่ไม่มีคุณภาพหรือยาปลอมได้
3. ด้านการเกษตรกรรมและปศุสัตว์ ระบบ Animal Tracking มาใช้เหมาะกับเกษตรกรไทย ในการพัฒนาด้านปศุสัตว์ให้เป็นระบบฟาร์มอัตโนมัติ ด้วยชิป RF-ID ติดตัวสัตว์เลี้ยง ทำให้สามารถทราบเจ้าของ ตรวจสอบสายพันธุ์ การให้อาหาร และ

การควบคุมโรคติดต่อในสัตว์ได้ รวมถึงการใช้งานสำหรับการตรวจย้อนกลับแหล่งที่มาของผลิตภัณฑ์อาหาร (Food Traceability) หรือสินค้าเกษตรกรรมได้

4. การเข้า-ออกอาคาร (Access Control / Personal Identification) หรือ แทนการใช้บัตรแถบแม่เหล็ก เนื่องจากบัตรแถบแม่เหล็กเมื่อมีการใช้งานนานจะมีการชำรุดสูง แต่บัตรแบบ RF-ID (Proximity Card) ใช้เพียงแตะหรือแสดงผ่านหน้าเครื่องอ่านเท่านั้น รวมทั้งยังสามารถใช้กับการเช็คเวลาเข้า-ออกงานของพนักงานด้วย
5. ระบบตั๋วอิเล็กทรอนิกส์ (e-ticket) เช่น บัตรทางด่วน บัตรรถไฟฟ้าใต้ดิน
6. ระบบหนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-passport) เพื่อป้องกันผู้ก่อการร้าย หรือใช้งานสำหรับด้าน E-citizen ด้วย
7. ระบบกุญแจอิเล็กทรอนิกส์ (Immobiliser) ในรถยนต์ ป้องกันการใช้กุญแจปลอมในการขโมยรถยนต์ (Smart Key entry) พวก Keyless ในรถยนต์ราคาแพงบางรุ่นก็เริ่มนำมาใช้งานแล้ว
8. ระบบห้องสมุด ในการยืมหรือคืนหนังสืออัตโนมัติ ทำให้ผู้ใช้บริการได้รวดเร็วและสะดวกสบายยิ่งขึ้น

1.3 ตลาด RF-ID และแนวโน้มการเติบโต

จากการศึกษาของบริษัท Venture Development Corp. (VDC) พบว่าในปี 2000 ตลาดอุตสาหกรรม RF-ID ในโลกมีมูลค่า 663 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ส่วนในปี 2002 มีมูลค่าตลาดเพิ่มขึ้นเป็น 964.5 ล้านดอลลาร์ และคาดว่าจะมีการขยายตัวของตลาดอย่างต่อเนื่องถึงปีละประมาณร้อยละ 25 โดยในปี 2006 คาดว่าจะมีมูลค่าตลาดอยู่ที่ 3.6 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ ทั้งนี้กลุ่มการใช้งานที่คาดว่าจะมีการขยายตัวมากเป็นอันดับหนึ่ง ได้แก่ **กลุ่มขนส่ง (Transportation)** อันดับสองได้แก่ **การใช้งานด้านระบบการเข้าออก (Security/ Access)** รองลงมาได้แก่ **การใช้งานเพื่อการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Management)** และ **การบริหารจัดการสินทรัพย์ (Asset Management)**

นอกจากบริษัท VDC บริษัทที่ได้คาดการณ์เติบโตของตลาด RF-ID อีกราย ได้แก่ บริษัท IDTechEx ซึ่งได้คาดการณ์ในปี 2008 จะมีการผลิตและจำหน่าย RF-ID มีมูลค่า 7.26 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ (ประมาณสองแสนเก้าหมื่นล้านบาท) อีกทั้งยังประมาณการว่าในปี 2005 นั้นทั่วโลกมีการใช้งานป้าย RF-ID ประมาณ 1,500 ล้านหน่วย และจะเพิ่มขึ้นเป็น 62,700 ล้านหน่วยในปี 2010 และ 1 ล้านล้านหน่วยในปี 2015 ตามลำดับ

ตารางที่ 1.1 แสดงคาดการณ์ปริมาณการใช้งานของ RF-ID Tag

Number (billions)	2005	2010	2015
Item	0.5	27.0	1,000.0
Pallet/case	0.6	30.0	35.0
Other	0.4	5.7	12.5
All categories total	1.5	62.7	1,047.5

ที่มา IDTechEx

1.4 การจัดสรรคลื่นความถี่สำคัญอย่างไรต่อการพัฒนาอุตสาหกรรม RF-ID

จากข้อมูลการตลาดที่กล่าวมาในตอนต้น แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาและการใช้ RF-ID ในขณะนี้กำลังมีการขยายตัวไปทั่วโลก อย่างไรก็ตามการขยายตัวดังกล่าวอาจหยุดชะงักด้วยปัจจัยสำคัญ 2 ประการ คือ มาตรฐานทางเทคนิคที่กีดขวางการเชื่อมโยงระบบต่างๆ (interoperability) เข้าด้วยกัน และการจัดสรรคลื่นความถี่วิทยุที่ไม่สามารถเข้ากันได้ (harmonized frequency bands) ปัจจัยทั้งสองประการนี้เป็นอุปสรรคสำคัญที่อาจส่งผลกระทบต่อราคาต้นทุนการผลิต RF-ID ลดลงช้ากว่าที่ควรจะเป็น และราคาที่สูงนี้จะนำไปสู่การเป็นอุปสรรคของการแพร่กระจายของ RF-ID ไปในการใช้งานประเภทต่างๆ

ปัจจุบันหลายประเทศมีการพัฒนามาตรฐานเทคนิคของ RF-ID และกฎระเบียบของตนเอง ซึ่งบางประเทศก็มีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน แต่บางประเทศก็มีความแตกต่างกันดังที่กล่าวมาตอนต้น ความแตกต่างของมาตรฐานและกฎระเบียบอาจส่งผลให้การขยายตัวของการใช้และการพัฒนา RF-ID ติดขัดหรือล่าช้า เนื่องจากไม่สามารถเชื่อมโยงข้ามระบบกันได้ ดังนั้นหากประเทศต่างๆ รวมทั้งประเทศไทยต้องการให้การพัฒนาเทคโนโลยีและการใช้ RF-ID มีการขยายตัวอันจะนำไปสู่การลดลงของต้นทุนการผลิตและการใช้ RF-ID จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงการกำหนดมาตรฐานทางเทคนิคที่สามารถเชื่อมโยงกันได้เพื่อลดข้อกีดกันทางการค้า อีกทั้งกำหนดคลื่นความถี่แบบยืดหยุ่น (flexibility in spectrum option) เพื่อให้ผู้ผลิตหรือผู้ใช้งานสามารถเลือกคลื่นความถี่ได้ในระดับหนึ่ง

ถึงแม้ว่าการใช้ RF-ID นั้นเกิดขึ้นมานานแล้วในต่างประเทศ แต่สำหรับประเทศไทยนั้น การนำ RF-ID มาใช้เพิ่งจะเริ่มมาแพร่หลายเมื่อไม่นานมานี้ การที่ RF-ID มีการผลิตและการใช้อย่างกว้างขวางในต่างประเทศทำให้ผู้ประกอบการด้าน RF-ID จากต่างประเทศมีความพร้อมในหลายด้านมากกว่าไทย ดังนั้น การที่จะทำให้ผู้ผลิตไทยเข้าไปมีส่วนในการผลิตและให้บริการเพื่อลดการสูญเสียจากการนำเข้า อีกทั้งสร้างโอกาสในการที่ไทยต้องพึ่งพาต่างประเทศให้น้อยลงนับว่าเป็นสิ่งที่ทำได้ไม่ยากนัก ดังนั้น มาตรการของรัฐในด้านของการให้การสนับสนุนในด้านเงินทุน โครงสร้างพื้นฐาน และการช่วยเหลือในด้านองค์ความรู้ หรือเทคโนโลยี ล้วนเป็นปัจจัยที่ช่วยสร้าง

โอกาสให้ผู้ประกอบการไทย แต่อย่างไรก็ตามการช่วยเหลือหรือมาตรการต่างๆ ต้องไม่เป็น มาตรการหรือกฎระเบียบที่ทำให้เกิดการผูกขาด หรือไม่เป็นธรรมซึ่งถือเป็นสิ่งที่ไม่ควรปฏิบัติใน การค้าโลก ดังนั้นในการสนับสนุนให้เกิดกฎ ระเบียบ และมาตรฐานที่เอื้ออำนวยต่อการ พัฒนาเทคโนโลยีและการใช้ RF-ID ในประเทศไทย จึงนับเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการขยาย ตัวของการใช้และการพัฒนา RF-ID ในประเทศต่างๆ รวมทั้งประเทศไทย

ในด้านของการกำหนดกฎ ระเบียบ และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับ RF-ID นั้นมีอยู่ด้วยกัน หลายด้าน อาทิ การจัดสรรคลื่นความถี่ การกำหนดมาตรฐานข้อมูลกฎหมายเกี่ยวกับความ ปลอดภัยของข้อมูล ทั้งนี้ในรายงานฉบับนี้จะให้ความสำคัญกับประเด็นการจัดสรรคลื่นความถี่โดย เฉพาะในย่าน UHF ซึ่งยังไม่ได้มีการกำหนดอย่างชัดเจนในประเทศไทย เนื่องจากการขยายตัว ของการใช้งาน RF-ID ในย่านดังกล่าวกำลังมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วพร้อมกับกระแสการจัดการ ทางธุรกิจด้านการขนส่ง และการจัดการในห่วงโซ่อุปทานดังที่บริษัท VCD ได้พยากรณ์ไว้ว่าจะ เป็นกลุ่มที่มีการขยายตัวของการใช้ RF-ID เป็นอันดับหนึ่ง ดังนั้นคณะทำงานจึงเห็นว่าแนวทางใน การกำหนดระเบียบด้านการจัดสรรคลื่นความถี่ในช่วง UHF เป็นประเด็นเร่งด่วนที่ กทช. ควรเร่ง ดำเนินการพิจารณาและประกาศให้ทราบทั่วกัน

บทที่ 2

การจัดสรรคลื่นความถี่วิทยุย่าน UHF สำหรับ RF-ID ในต่างประเทศ

2.1 มาตรฐานด้าน RF-ID ระหว่างประเทศ

จากการที่เทคโนโลยี RF-ID มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการกำหนดมาตรฐานโลกของการใช้งาน เพื่อให้ผู้ผลิตหรือผู้ใช้งานสามารถบริหารจัดการการใช้งานเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในกระบวนการพัฒนามาตรฐานจำเป็นจะต้องเป็นที่ยอมรับ และสามารถใช้งานได้ในทุกประเทศทั่วโลกและเครื่องอ่านทุกยี่ห้อสามารถทำงานได้ที่ความถี่ที่เข้ากันได้

การพัฒนามาตรฐานระหว่างประเทศสำหรับการใช้งาน RF-ID มีหลายองค์กรหรือกลุ่มได้พยายามพัฒนามาตรฐานระหว่างประเทศขึ้น ได้แก่ ISO (<http://www.iso.org>) มาตรฐาน EPCglobal (<http://www.epcglobalinc.org>) มาตรฐาน AIM Global (<http://www.aimglobal.org/technologies/RF-ID/>) Global Data Synchronization Network (<http://www.uccnet.org/PressRoom/GDSN.html>) และมาตรฐาน Ubiquitous ID Centre (<http://www.uidcenter.org>)

โดยที่มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับ RF-ID มีการกำหนดไว้ 4 ด้านดังนี้

1. มาตรฐานด้านเทคโนโลยี (technology)
2. มาตรฐานรูปแบบของข้อมูล (data format)
3. มาตรฐานวิธีการทดสอบ (conformance)
4. มาตรฐานการใช้งาน (applications) ดังตัวอย่างที่ยกมาในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบมาตรฐานระหว่าง ISO/IEC และ EPC

	ISO/IEC	EPC
Technology	ISO/IEC 18000 - RF-ID for Item Management Part 2 - < 135 kHz Part 3 - 13.56 MHz Part 4 - 2450 MHz Part 6 - 860 - 960 MHz Part 7 - 433.92 MHz (active)	Class I-V (13.56 and UHF only) Class 0/Class I: read-only passive tags Class II tags: passive tags with additional functionality Class III tags: semi-passive RF-ID tags Class IV tags: Active tags with broad-band peer-to-peer communication Class V tags: Readers Can power other class I, II and III tags; Communicate with Classes IV and V.
Data Format	ISO/IEC 15418 - Application Identifiers & Data Identifiers ISO/IEC 15434 - Syntax ISO/IEC 15459 - Transport License Plate ISO/IEC 15961 - Data Protocol: Application Interface ISO/IEC 15962 - Data Protocol: Data Encoding Rules and Logical Memory Functions	EPC Class 0 - 64 bits Class 1 - 96 bits Class 1 G2 - 128/256 bits Class 2 - Class 1 with larger memory and read/write Class 3 - Class 2 with sensors (semi-passive) Class 4 - Active tags
Conformance	ISO/IEC 18047 - RF-ID device conformance test methods	-
Applications	Vary by Industries e.g. ISO 10374 - Freight containers — Automatic identification ISO 18185 - Freight Containers - Radio-frequency communication protocol for electronic seal ISO 11785 - Radio-frequency identification of animals	-

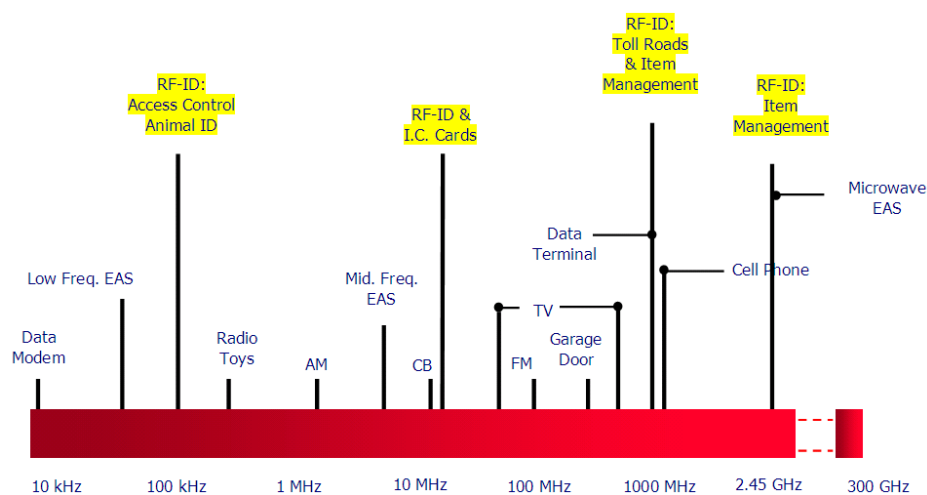
หมายเหตุ EPC: Electronic Product Code คือการกำหนดรหัสสินค้าโดยใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์

2.2 คลื่นความถี่วิทยุสำหรับการใช้งานในแบบต่าง ๆ

นอกจากการพัฒนา RF-ID ควรที่ต้องคำนึงถึงมาตรฐานเพื่อก่อให้เกิดการใช้งานอยู่บนมาตรฐานเดียวกันแล้ว การจัดสรรย่านความถี่โดยผู้ดูแลในด้านการบริหารทรัพยากรคลื่นความถี่ก็เป็นสิ่งที่ผู้กำหนดนโยบายได้ให้ความสนใจเช่นกัน ในปัจจุบันคลื่นความถี่ที่ถูกจัดสรรเพื่อการใช้งานในระบบ RF-ID อาจแบ่งออกได้เป็น 4 ย่านความถี่ได้แก่

- ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency: LF) ต่ำกว่า 135 kHz
- ย่านความถี่สูง (High Frequency: HF) 13.56/27.125 MHz
- ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency: UHF) 433/868/915 MHz
- ย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave frequency) 2.45/5.8 GHz

ในการใช้งาน 2 ย่านความถี่แรกจะเหมาะสำหรับใช้กับงานที่มีระยะการสื่อสารข้อมูลในระยะใกล้ (LF ระยะอ่านประมาณ 10 - 20 เซนติเมตร และ HF ระยะอ่านประมาณ 15 - 100 เซนติเมตร) เช่น การตรวจสอบการผ่านเข้าออกพื้นที่ การตรวจหาและเก็บประวัติในสัตว์ ส่วนย่านความถี่สูงยิ่งจะถูกใช้กับงานที่มีระยะการสื่อสารข้อมูลในระยะไกล (UHF ระยะอ่านประมาณ 1 - 10 เมตร) เช่น ระบบเก็บค่าบริการทางด่วน ระบบขนส่งสินค้า และในปัจจุบันระบบ RF-ID กำลังถูกวิจัยและพัฒนาในย่านความถี่ไมโครเวฟที่ความถี่ 2.4 GHz และความถี่ 5.8 GHz เพื่อใช้งานในระบบคลังสินค้าเนื่องจากขนาดของสายอากาศที่เล็กมาก สำหรับในด้านของราคาและความเร็วในการสื่อสารข้อมูล เมื่อเทียบกันแล้ว RF-ID ซึ่งใช้คลื่นพาหะย่านความถี่สูงเป็นระบบที่มีความเร็วในการส่งข้อมูลสูงและมีราคาสูงด้วยเช่นกัน



รูปที่ 2.1 แสดงความถี่ย่านที่นำระบบ RF-ID มาใช้งานในปัจจุบัน

ตารางที่ 2.2 ความถี่วิทยุที่นำมาใช้งานด้านต่าง ๆ สำหรับ RF-ID

พารามิเตอร์	ย่านความถี่ต่ำ	ย่านความถี่สูง			ย่าน UHF	ย่านไมโครเวฟ
ความถี่	125-134kHz	13.56MHz	13.56MHz	PJM 13.56MHz (*)	868- 915MHz	2.45- 5.8GHz
ส่วนแบ่งตลาด (**)	74%	17%			เริ่มใช้งาน ปี 2003	6%
ระยะในการอ่าน	ถึง 1.2 ม.	0.7-1.2 ม.	ถึง 1.2 ม.	ถึง 1.2 ม.	ถึง 4 ม. (***)	ถึง 15 ม. (****)
ความเร็วในการอ่าน	ไม่เร็วมาก	น้อยกว่า 1-5 วินาที (5s for 32KB)	ปานกลาง (0.5m/s)	เร็วมาก (4m/s)	เร็ว	เร็วมาก
สถานะที่ขึ้น	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	มีผลกระทบ	มีผลกระทบ
มาตรฐาน ISO	11784/85 และ 14223	14443 A+B+C	18000-3.1/ 15693	18000-3.2	18000-6 และ EPC C0/C1/ C1G2	18000-4
การประยุกต์ใช้งาน	Access, immobilizer, gas, laundry	Smart cards: identification, electronic ID, ticketing	Library, ticketing for big events, goods logistics, tracking/ tracing, palletts' registration	Baggage handling at airports, boarding pass, postal, pharmacy	Palletts' registration, trucks registry, trailer tracking	Road tolling, container tracking
Note: (*) Phase jitter modulation, (**) VDC-Report 2002, worldwide shipments of RF-ID transponders (units), (***) in USA, (****) active transponder with battery						

2.3 การจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับ RF-ID ในต่างประเทศ และกรณีศึกษา

ถึงแม้ว่าคลื่นความถี่ที่ใช้งานในประเทศส่วนใหญ่จะอยู่ในย่านความถี่ตามมาตรฐาน ISM หรือ Industrial Scientific Medical ก็ตาม แต่ในปัจจุบันยังคงมีความแตกต่างอยู่มากในส่วนของคลื่นความถี่วิทยุ (Frequency) และความแรงของกำลังส่ง (Transmission Power) ที่เป็นที่ยอมรับ และสามารถใช้งานได้ นอกจากนี้ยังมีเรื่องของกฎระเบียบ ข้อบังคับ และขอบเขตว่าด้วยการใช้คลื่นความถี่ในย่านต่างๆ ในย่าน UHF ที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละประเทศ ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน UHF สำหรับ RF-ID ในประเทศต่าง ๆ

Country	Frequency Band (MHz)	Power Limit (ERP)	Regulations	Targeted Date for Spectrum Allocation
Australia	918 – 926	1 W (e.i.r.p)	Licence not required for individual users.	Current allocation
Brunei	866 – 869	0.5 W	Unlicensed	2005
Darussalam	923 – 925	0.5 W 2 W	Unlicensed Licensed	
China	917 – 922	2 W	Temporary licence required.	Provisional allocation
Europe	865 – 868	0.1 W	For RF-ID. Individual license is not required. Listen before talk (LBT) shall be used, preferably with the option of frequency agility.	Current allocation
	865.6 – 867.6	2 W		
	867.6 – 868	0.5 W		
	868 – 868.6	0.025 W	For non-specific Short Range Devices. Individual license is not required.	Current allocation
	868.7 – 869.2	0.025 W		
	869.4 – 869.65	0.5 W		
	869.7 – 870	0.005 W		

Country	Frequency Band (MHz)	Power Limit (ERP)	Regulations	Targeted Date for Spectrum Allocation
Hong Kong	865 – 868	0.1 W	Unlicensed	Current allocation
	865.6 – 868	0.5 W		
	865.6 – 867.6	2 W		
	920 – 925	4 W (e.i.r.p)		
Indonesia	Most likely within 923 – 925	-	-	Preferably year 2005
Japan	952 – 954	0.01 W (e.i.r.p) 4 W (e.i.r.p)	User license is not required. Licensed	Current allocation
South Korea	908.5 - 914	4 W (e.i.r.p)	Unlicensed. LBT shall be used.	Current allocation
	910 – 914	4 W (e.i.r.p)	Unlicensed. Frequency Hopping Spread Spectrum shall be used.	Current allocation
Lao PDR	866-869	0.5 W	Unlicensed	2006
	923-925	0.5 W 2 W	Unlicensed Licensed	
Malaysia	868.1	0.5 W 2 W	Unlicensed Licensed	Current allocation
	919 – 923	0.5 W 2W	Unlicensed Licensed	Current allocation
Myanmar	925	0.2 W	-	2007
New Zealand	864 – 868	4 W (e.i.r.p)	User license is not required. Transmitters must employ frequency hopping or digital modulation techniques.	Current allocation
	921 – 929	1 W (e.i.r.p)	User license is not required.	

Country	Frequency Band (MHz)	Power Limit (ERP)	Regulations	Targeted Date for Spectrum Allocation
Singapore	866 – 869	0.5 W	Unlicensed	Current allocation
	923 – 925	0.5 W 2 W	Unlicensed Licensed	Current allocation
Taiwan	922 – 928	1 W (e.i.r.p)	For systems using digital modulation. Unlicensed.	Current allocation
USA	902 – 928	4 W (e.i.r.p)	For devices using digital modulation or spread spectrum. Unlicensed.	Current allocation
Vietnam	866 – 869	0.5 W (e.i.r.p)	Unlicensed	To be determined
	923 – 925	0.5 W (e.i.r.p) 2 W (e.i.r.p)	Unlicensed Licensed	To be determined

หมายเหตุ: E.I.R.P = Effective Isotropically Radiated Power

ที่มา : ASIA-PACIFIC TELECOMMUNITY (APT), AWF-2/09 (Rev.2), 5 September 2005

กรณีศึกษาและประสบการณ์การจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน UHF จากต่างประเทศ

1. ประเทศจีน

รัฐบาลจีนมีแผนส่งเสริมการใช้เทคโนโลยี RF-ID ในการจัดการโซ่อุปทาน, การขนส่ง, การค้า, การแพทย์, และการระบุตัวบุคคล (บัตรประจำตัว) มีการตั้งกลุ่มทำงานเพื่อกำหนดมาตรฐานทางเทคนิคของ RF-ID หลายกลุ่ม อาทิ National RF-ID Standards Working Group และ Electronic Product Code (EPCglobal-China) Working Group ภายใต้องค์การบริหารการมาตรฐานแห่งประเทศจีน หรือ SAC (Standardization Administration of China) นอกจากนี้ยังมี RF-ID Working Group ของสถาบันการมาตรฐานด้านอิเล็กทรอนิกส์แห่งประเทศจีน หรือ CESI (China Electronics Standardization Institute) ภายใต้กระทรวงอุตสาหกรรมสารสนเทศ (Ministry of Information Industry) กลุ่มทำงานได้ทำการร่างและพัฒนามาตรฐาน RF-ID และทดสอบการใช้งานที่ย่านความถี่ 433 MHz และ 915 MHz จนในที่สุดมีรายงานว่าจีน (แผ่นดินใหญ่) ได้กำหนดเป็นการชั่วคราว แถบความถี่ 917-922 MHz กำลังส่งไม่เกิน 2 W สำหรับการใช้งาน RF-ID ย่านความถี่ UHF โดยต้องขอใบอนุญาตแบบชั่วคราว ในขณะที่หน่วยงานที่รับผิดชอบกำลังพิจารณา

ว่าจะกำหนดมาตรฐานตามแบบสากลหรือพัฒนามาตรฐานของตนเองเพื่อหลีกเลี่ยงการจ่ายค่าสิทธิ (royalty) ให้องค์กรต่างประเทศและปกป้องอุตสาหกรรมไอทีภายในประเทศ

ประเทศ	แถบความถี่ (MHz)	ขีดจำกัด กำลังส่ง (ERP)	ข้อบังคับ	หมายเหตุ
จีน (แผ่นดินใหญ่)	917-922	2 W	ต้องขอใบอนุญาต แบบชั่วคราว	กำหนดให้ใช้เป็นการชั่วคราว

2. ประเทศญี่ปุ่น

ญี่ปุ่นอนุญาตให้ใช้งาน RF-ID ในย่านความถี่ 135 kHz, 13.56 MHz, และ 2.45 GHz ตามอย่างสหรัฐอเมริกาและสหภาพยุโรป ในญี่ปุ่นมีการใช้งาน RF-ID หลากหลายรูปแบบ เช่นใช้ในอุปกรณ์กันขโมย การขนส่งสาธารณะ และการจัดการโซ่อุปทาน รายงานสมุดปกขาวสถานภาพของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของญี่ปุ่นปี 2004 โดยกระทรวงมหาดไทยและการสื่อสาร (Ministry of Internal Affairs and Communications: MIC) ระบุว่า RF-ID เป็นองค์ประกอบหลักของ ubiquitous network คู่กับอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูง ตามนโยบาย u-Japan ซึ่งส่งเสริมการพัฒนาให้ญี่ปุ่นเป็นสังคมแห่งเครือข่ายทุกที่ทุกเวลา (Ubiquitous network society) ในปี 2004 MIC ได้ตั้งกลุ่มศึกษาเพื่อเสนอแนะข้อกำหนดทางเทคนิคสำหรับ RF-ID ในย่านความถี่ UHF ทางกลุ่มได้ทำการตรวจสอบแถบความถี่ 950 MHz สำหรับป้ายระบุแบบพาสซีฟ (Passive tag) และแถบความถี่ 433 MHz สำหรับป้ายระบุแบบแอ็กทีฟ (Active tag) กรณีป้ายแบบพาสซีฟ ได้ข้อสรุปดังนี้

ประเทศ	แถบความถี่ (MHz)	ขีดจำกัด กำลังส่ง (ERP)	ข้อบังคับ	หมายเหตุ
ญี่ปุ่น	952-955	0.02 W	ไม่ต้องขออนุญาต	เริ่มใช้ได้ 2006
	952-954	4 W	ต้องขออนุญาต	ใช้ได้แล้วในปัจจุบัน

ทั้งนี้ ในส่วนของป้ายแบบแอ็กทีฟที่ยังอยู่ในระหว่างการพิจารณาว่าจะก่อบัญหารบกวนวิทยุสมัครเล่นหรือไม่ จึงยังมิได้อนุญาตให้ใช้งานสำหรับ RF-ID

3. ประเทศเกาหลีใต้

ในเกาหลีใต้ปัจจุบันมีการใช้งาน RF-ID สำหรับติดตามปศุสัตว์, การขนส่งสาธารณะ, การเก็บเงินค่าผ่านทางด่วน, และการไปรษณีย์ รัฐบาลเกาหลีใต้กำลังส่งเสริม RF-ID เพื่อสนองความต้องการใช้งานในห่วงโซ่อุปทานทั้งในประเทศและในตลาดโลกและมุ่งหวังที่จะเป็นผู้ส่งออกเทคโนโลยี RF-ID รายสำคัญของโลก บริษัทยักษ์ใหญ่ด้านอิเล็กทรอนิกส์ของเกาหลีเช่น Samsung

และ LG ก็กำลังมุ่งมั่นพัฒนาเทคโนโลยี RF-ID อย่างเข้มข้น อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยี RF-ID ของเกาหลีก็ยังคงตามหลังญี่ปุ่น ยุโรป และสหรัฐอเมริกาอยู่หลายปี รัฐบาลเกาหลีใต้โดยกระทรวงสารสนเทศและการสื่อสาร(Ministry of Information and Communication : MIC) จึงจัดให้การส่งเสริมการลงทุนสร้างเทคโนโลยี RF-ID เป็นส่วนหนึ่งของ “กลยุทธ์ 839” ซึ่งเป็นกลยุทธ์ที่จะส่งเสริมการพัฒนา 8 บริการ, 3 โครงสร้างพื้นฐาน, และ 9 เครื่องยนต์ขับเคลื่อนความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ (8 Services, 3 Infrastructures, 9 Growth Engines)

ภาคเอกชนของเกาหลีใต้ นำโดยบริษัทอิเล็กทรอนิกส์ยักษ์ใหญ่ 5 บริษัทได้รวมตัวตั้งกลุ่ม Mobile RF-ID Forum เพื่อเร่งพัฒนาเทคโนโลยี RF-ID ของเกาหลีโดยบูรณาการเข้ากับเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายที่ก้าวหน้าของเกาหลี กลุ่ม Mobile RF-ID Forum มีแผนที่จะส่งเสริมการใช้ RF-ID และเทคโนโลยีการส่งข้อมูลระยะสั้นระหว่างอุปกรณ์ไร้สาย ปัจจุบันมีบริษัทอื่นๆอีกกว่า 63 บริษัทมีแผนที่จะเข้าร่วมกลุ่มนี้ ทางกลุ่มมีเป้าหมายที่จะให้บริการ RF-ID ในโทรศัพท์มือถือภายในปี 2007

สำหรับ RF-ID ย่าน UHF นั้น MIC ตั้งใจที่จะเลือกใช้แนวทางที่เป็นกลางทางเทคโนโลยีในการกำหนดมาตรฐาน RF-ID ย่านนี้ ทำให้สามารถรองรับอุปกรณ์ตามมาตรฐานของสหรัฐและยุโรปได้ทั้งสองมาตรฐาน มาตรฐานทั้งสองมีความแตกต่างกันเพราะสหรัฐกำหนดแถบความถี่สำหรับใช้งาน RF-ID ในย่าน UHF ใวกว้าง (902-928 MHz) ในขณะที่ยุโรปกำหนดไว้แคบกว่า (863-870 MHz) สถาบันวิจัยเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ (ETRI) ของรัฐบาลเกาหลีเห็นชอบมาตรฐานยุโรปด้วยเหตุผลที่ว่ากำหนดแถบความถี่ที่ไม่กว้างเกินไปเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางสเปกตรัมของคลื่นวิทยุในเกาหลีและด้วยเหตุผลที่ว่าทางสถาบันกำลังทำการวิจัยร่วมกับองค์กรวิจัยในยุโรป แต่ภาคเอกชนของเกาหลีเห็นชอบมาตรฐานอเมริกันด้วยเหตุผลที่ว่าเป็นมาตรฐานที่นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์แล้ว ต่างจากมาตรฐานยุโรปซึ่งยังต้องได้รับการอนุมัติจากสถาบันมาตรฐานโทรคมนาคมแห่งยุโรป (European Telecom Standards Institute) ในที่สุดได้มีการกำหนดคลื่นความถี่ RF-ID ย่าน UHF ในเกาหลีใต้ดังนี้

ประเทศ	แถบความถี่ (MHz)	ขีดจำกัดกำลังส่ง (ERP)	ข้อบังคับ	หมายเหตุ
เกาหลีใต้	908.5-914	4 W	ไม่ต้องขออนุญาต	ใช้ได้แล้วในปัจจุบัน
	910-914	4 W	ไม่ต้องขออนุญาต	ใช้ได้แล้วในปัจจุบัน

4. ประเทศไต้หวัน

ปัจจุบันไต้หวันยังมีการใช้เทคโนโลยี RF-ID ในอัตราที่ไม่สูงนัก (ประมาณร้อยละ 8 ของวิสาหกิจทั้งหมด) แม้ว่าไต้หวันจะรับเทคโนโลยี RF-ID อย่างช้าๆ แต่ไต้หวันก็อาจเป็นประเทศที่มีขีดความสามารถในการแข่งขันอย่างสูงในตลาด RF-ID เนื่องจากไต้หวันมีอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นวงจรรวมซิลิคอนที่ก้าวหน้าในระดับโลก และมีห่วงโซ่อุปทานที่สมบูรณ์แบบ

รัฐบาลไต้หวันเริ่มให้การช่วยเหลือภาคเอกชนในการพัฒนาอุตสาหกรรม RF-ID และส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีในอุตสาหกรรมชั้นนำอื่นๆ กรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและกรมพาณิชย์ในกระทรวงเศรษฐกิจ (Ministry of Economic Affairs: MOEA) เป็นสองหน่วยงานหลักที่ทำหน้าที่ส่งเสริมการพัฒนา RF-ID ในไต้หวัน รัฐบาลได้ประกาศแผนพัฒนาระยะ 4 ปี (2004-2007) เพื่อพัฒนาเทคโนโลยี RF-ID ด้านฮาร์ดแวร์และโปรแกรมประยุกต์ โดยใช้งบประมาณตั้งแต่ 80 ถึง 100 ล้านดอลลาร์ไต้หวันต่อปี (ประมาณ 2.5-3 ล้านดอลลาร์สหรัฐ หรือ 100-120 ล้านบาทต่อปี)

กระทรวงเศรษฐกิจของไต้หวันได้ช่วยให้บริษัทไต้หวัน 80 บริษัทร่วมกับสถาบันวิจัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (Industrial Technology Research Institute: ITRI) จัดตั้งกลุ่มพันธมิตรในนาม RF-ID Alliance เพื่อพัฒนาป้ายระบุอิเล็กทรอนิกส์ (tag), เครื่องอ่าน, และโปรแกรมประยุกต์ในปลายปี 2004 มีการเปิดห้องปฏิบัติการทดสอบ RF-ID เป็นแห่งแรกโดยความร่วมมือกับ Sun Microsystems จากการศึกษาโดยรัฐบาลไต้หวันพบว่าอัตราการรับเทคโนโลยี RF-ID ที่ค่อนข้างต่ำนั้นเป็นผลมาจากการขาดมาตรฐานทางเทคนิคที่ชัดเจน ราคาที่สูง และความซับซ้อนในการติดตั้งระบบ หากปัญหาเหล่านี้ได้รับการแก้ไขก็จะเกิดการยอมรับเทคโนโลยี RF-ID ในวงกว้างมากขึ้นอย่างไรก็ตามรัฐบาลไต้หวันได้กำหนดความถี่สำหรับการใช้งาน RF-ID ย่าน UHF ไว้แล้วดังนี้

ประเทศ	แถบความถี่ (MHz)	ขีดจำกัดกำลังส่ง (ERP)	ข้อบังคับ	หมายเหตุ
ไต้หวัน	922-928	1 W	ไม่ต้องขออนุญาต	ใช้ได้แล้วในปัจจุบัน

5. สหภาพยุโรป

สหภาพยุโรปเป็นภูมิภาคหนึ่งที่เป็นผู้นำด้านการพัฒนาเทคโนโลยีและมาตรฐาน RF-ID แม้ว่าการใช้ RF-ID ในปัจจุบันยังอยู่ในวงจำกัด (ส่วนใหญ่เป็นผู้ค้าปลีกรายใหญ่) แต่นักวิจัยของบริษัท Juniper Research คาดว่ารายได้จาก RF-ID ในยุโรปตะวันตกจะมีมูลค่าถึง 1 พันล้านเหรียญสหรัฐ (ประมาณ 40,000 ล้านบาท) ภายในปี 2007 โดยที่ร้อยละ 40 เป็นของเยอรมนีและสหราชอาณาจักร ปัจจุบันรัฐบาลสหภาพยุโรปได้ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยและพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ RF-ID กว่า 9 โครงการ

ตั้งแต่ปี 2004 เป็นต้นมา ผู้ค้าปลีกรายใหญ่ในยุโรปเช่น Tesco Plc. (สหราชอาณาจักร), Metro Group (เยอรมนี), Carrefour Group (ฝรั่งเศส) ได้ร่วมกับบริษัทไอทีเช่น Intel Corporation (สหรัฐ) เร่งรัดการใช้เทคโนโลยี RF-ID (ย่าน UHF) และ EPC ในเดือนมกราคม 2005 เมโทร ซึ่งเป็นผู้ค้าปลีกรายใหญ่อันดับ 3 ของโลก ประกาศว่าได้วางระบบ RF-ID อย่างสมบูรณ์ที่ศูนย์กระจายสินค้าของเมโทรที่ใหญ่ที่สุดในยุโรป โดยใช้อุปกรณ์ RF-ID (ป้ายระบุและเครื่องอ่าน) ของ Intermec Technology Corporation จากสหรัฐ ผู้ค้าปลีกรายอื่นเช่น Marks & Spencer ก็กำลังวางระบบ RF-ID ของตนเองเช่นกัน ส่วนรัฐบาลแห่งสหราชอาณาจักรก็ร่วมกับไมโครซอฟท์ และอินเทล ก่อตั้งศูนย์ทดสอบและประเมินคุณภาพ RF-ID ในอนาคตอันใกล้

นอกจากอุตสาหกรรมค้าปลีกและโซ่อุปทานแล้ว ในอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวและการขนส่งก็มีความตื่นตัวในการริเริ่มโครงการ RF-ID อย่างคึกคัก ท่าอากาศยานในกรุงบรัสเซลส์และกรุงสตอกโฮล์มก็ทดลองใช้ RF-ID ในระบบติดตามและจัดเส้นทางลำเลียงกระเป๋าและสัมภาระของผู้โดยสารตั้งแต่ปี 2003 สายการบินฟินน์แอร์ของฟินแลนด์ก็ทดลองใช้ระบบลงทะเบียนผู้โดยสาร (check-in) และออกบัตรขึ้นเครื่อง (boarding pass) ด้วย RF-ID นอกจากนี้รัฐบาลของสหภาพยุโรปยังมีแผนที่จะใช้หนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์ RF-ID โดยเก็บข้อมูลทางชีวมิติ (biometric data) ของผู้ถือในเร็ว ๆ นี้ อย่างไรก็ตาม การยอมรับเทคโนโลยี RF-ID ในสหภาพยุโรปยังมีปัจจัยสำคัญเรื่องสิทธิส่วนบุคคล (privacy right) และการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (data protection) เป็นปัจจัยสำคัญด้วย ซึ่งกำลังได้รับการพิจารณาโดยคณะทำงานขององค์กรคุ้มครองข้อมูลในรัฐสมาชิก (Working Party of Member State Data Protection Authorities) แห่งคณะกรรมาธิการยุโรป (European Commission)

ประเทศ	แถบความถี่ (MHz)	ขีดจำกัดกำลังส่ง (ERP)	ข้อบังคับ	หมายเหตุ
สหภาพยุโรป	865 – 868	0.1 W	For RF-ID.	ใช้ได้แล้วในปัจจุบัน
	865.6 – 867.6	2 W	Individual license is not required.	
	867.6 – 868	0.5 W	Listen before talk (LBT) shall be used, preferably with the option of frequency agility.	
	868 – 868.6	0.025 W	For non-specific Short Range	ใช้ได้แล้วในปัจจุบัน
	868.7 – 869.2	0.025 W	Devices.	
	869.4 – 869.65	0.5 W	Individual license	
	869.7 - 870	0.005 W	is not required.	

6. ประเทศสหรัฐอเมริกา

ตลาด RF-ID ในสหรัฐอเมริกามีแนวโน้มที่จะขยายตัวเพิ่มขึ้นในอนาคต เนื่องจากการพัฒนาด้านเทคโนโลยีสื่อสารและสารสนเทศ ประกอบกับการขยายตัวของการค้าระหว่างประเทศ รวมทั้งวิวัฒนาการของกระบวนการทางธุรกิจ ส่งผลกระทบและมีส่วนผลักดันให้มีการใช้เทคโนโลยี RF-ID ในด้านต่างๆ โดยเฉพาะในด้านการบริหารจัดการและติดตามสินค้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทาน และความปลอดภัยมั่นคงในการขนส่งสินค้ามากยิ่งขึ้น

ตลาดของ RF-ID ในประเทศสหรัฐอเมริกายังคงจำกัดอยู่ในองค์กรธุรกิจขนาดใหญ่ เช่น Wal-mart, Albertson, Target และหน่วยงานของรัฐ เช่น กระทรวงกลาโหม (DoD) รวมทั้งในสินค้าที่มีมูลค่าสูงและราคาสูง เช่น เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์เครื่องประดับ เป็นต้น ทั้งนี้ สาเหตุประการหนึ่งที่ทำให้ยังไม่เป็นที่แพร่หลายเนื่องมาจากต้นทุนต่อหน่วยของชิป RF-ID ยังคงมีราคาสูง (ป้าย (Tag) ราคาประมาณ 0.25-0.40 เหรียญสหรัฐ) รวมทั้งอุปกรณ์/เครื่องอ่าน ซึ่งปัจจุบันเครื่องละประมาณ 250 เหรียญสหรัฐ ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง และการบำรุงรักษาระบบค่าใช้จ่ายในส่วน of Middleware และค่าจ้าง ค่าฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันสหรัฐฯ ได้เร่งพัฒนาและนำเทคโนโลยี RF-ID มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) และในเชิงพาณิชย์ให้มากขึ้น

ในประเทศสหรัฐอเมริกา นั้น คลื่นความถี่ 433 MHz และคลื่นความถี่ที่สูงกว่า ถูกจัดสรรให้ใช้กับการติดตามตู้คอนเทนเนอร์ และถูกจำกัดขอบเขตในการใช้ให้อยู่แค่ในพื้นที่อุตสาหกรรม เช่น อยู่ต่อเรือ หรือจุดไกลที่สุดของทางรถไฟที่กำลังสร้างเท่านั้น โดยจะต้องทำการจดทะเบียนในการใช้คลื่นความถี่ดังกล่าว กับหน่วยงาน FCC ของสหรัฐฯ สำหรับคลื่นความถี่ UHF ที่ใช้สำหรับ RF-ID อยู่ในช่วงความถี่ที่ 902-928 MHz และอนุญาตให้มีกำลังส่งสูงสุด 4 วัตต์ โดยเน้นที่ 915 MHz ซึ่งเป็นจุดกึ่งกลาง และเนื่องจากหน่วยงานใหญ่ๆ ของสหรัฐฯ ได้กำหนดความต้องการให้คู่ค้าติดป้าย RF-ID ที่สินค้าที่จะส่งมายังหน่วยงานของตนเพื่อเป็นการช่วยในระบบการจัดการห่วงโซ่อุปทาน ส่งผลกระทบต่อบริษัทนับพันรายทั่วโลกให้มีความตื่นตัวและหันมาใช้ RF-ID โดยบริษัท Wal-Mart กำหนดให้บริษัทที่ส่งสินค้าให้กับ Wal-Mart จำนวน 1,000 ราย เริ่มติดป้าย (Tag) ในสินค้าตั้งแต่เดือนมกราคมที่ผ่านมา และกระทรวงกลาโหมของสหรัฐฯ ก็ได้กำหนดนโยบายให้มีการติดป้าย RF-ID ไว้ที่อุปกรณ์และสินค้าทุกชิ้นที่จะนำมาใช้ในกระทรวง โดยให้เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคมปีหน้า เป็นต้นไป นอกจากนี้ องค์การอาหารและยา (The US FDA: Food and Drugs Administration) ยังได้แนะนำให้มีการใช้ป้าย RF-ID กับยาที่ต้องควบคุมในปี 2007

สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกามีการอนุญาตให้ใช้ RF-ID ในย่าน UHF สรุปได้ดังนี้

ประเทศ	แถบความถี่ (MHz)	ขีดจำกัดกำลังส่ง (ERP)	ข้อบังคับ	หมายเหตุ
สหรัฐอเมริกา	902 – 928	4 W (e.i.r.p)	For devices using digital modulation or spread spectrum. Unlicensed.	ใช้ได้แล้วในปัจจุบัน

7. ประเทศสิงคโปร์

สำหรับประเทศสิงคโปร์ โรงงานอุตสาหกรรมและระบบลอจิสติกส์นับได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญของระบบเศรษฐกิจของประเทศ สิงคโปร์ส่งออกสินค้าและบริการไปหลายประเทศทั่วโลก ตัวอย่างบริษัทรายใหญ่ๆ เช่น Wal-Mart, Tesco และ HP เป็นต้น และเนื่องจากสิงคโปร์เป็นประเทศที่มีท่าเรือใหญ่เป็นอันดับสองของโลก จึงนับได้ว่าเป็นกุญแจสำคัญของการขนส่ง

ด้วยเหตุนี้เองสิงคโปร์จึงต้องให้ความสนใจกับเทคโนโลยี RF-ID อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เพื่อไม่ให้พลาดโอกาสในการส่งออกสินค้าไปยังห่วงโซ่อุปทานของโลก โดยเป็นประเทศแรกในเอเชียที่เข้าร่วมในการประชุม ด้านความปลอดภัยของบรรจุภัณฑ์ของสหรัฐอเมริกา (US Container Security Initiative) ในปัจจุบันหน่วยงานและบริษัทต่างๆ ในสิงคโปร์เริ่มให้ความสนใจและมีการนำ

RF-ID ไปใช้ในหลายด้าน เช่น บริษัทแอร์บัส ได้กำหนดให้สิงคโปร์เป็นประเทศศูนย์กลางการซ่อมบำรุงเครื่องและได้กำหนดให้อุปกรณ์ต่างๆ ที่จะใช้กับเครื่องของตนต้องติดชิป RF-ID ทุกชิ้น การทำอากาศยานของสิงคโปร์ (the Civil Aviation Authority of Singapore: CAAS) ก็ได้ให้ความสนใจที่จะนำไปใช้กับระบบติดตามกระเป๋าของผู้โดยสารในสนามบิน แต่เนื่องจากราคาของป้ายระบุอิเล็กทรอนิกส์ (Tag) ยังสูงอยู่จึงยังไม่มีมีการประกาศใช้ และบริษัท Kim Hiap Lee Co (Pte) Ltd. ซึ่งเป็นบริษัทผลิตและให้เช่าพาเลตไม้ได้วางแผนนำ RF-ID มาติดกับพาเลตเพื่อความสะดวกในการจัดการระบบสำหรับให้ลูกค้า เช่น บริษัท Calsburg, Fraser&Neave เช่า

A*STAR ซึ่งเป็นการรวมตัวกันของสถาบันไมโครอิเล็กทรอนิกส์และสถาบันวิจัยของอินโฟคอม รวมทั้งกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ร่วมกันพัฒนาโซลูชันเพื่อใช้กับ RF-ID สำหรับติดตามและป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคซาร์ (SARS) ในโรงพยาบาลในประเทศ นอกจากนี้บริษัท Tunity Technology ซึ่งเป็นบริษัทในประเทศสิงคโปร์กำลังทำการพัฒนาป้ายระบุอิเล็กทรอนิกส์ (Tag) ที่สามารถใช้ได้กับ 2 หรือ 3 คลื่นความถี่ (Dual/Tri Band) โดยมีมาตรฐานตามที่ EPC กำหนดหมายความว่าป้าย (Tag) จะสามารถตอบรับกับคลื่นความถี่ที่แตกต่างกันได้ ซึ่งถ้าการพัฒนาประสบความสำเร็จก็จะช่วยแก้ปัญหาความแตกต่างของคลื่นความถี่ในแต่ละประเทศลงได้

The Infocomm Development Authority of Singapore (IDA) ซึ่งเป็นคณะกรรมการที่จัดตั้งขึ้นโดยรัฐบาลสิงคโปร์ ภายใต้กระทรวงสารสนเทศและการสื่อสาร ทำหน้าที่ให้การสนับสนุนและเผยแพร่ให้ประชาชนได้ตระหนักถึงประโยชน์ของการนำ RF-ID มาใช้ โดยได้มีโครงการที่ IDA ให้การสนับสนุนอยู่หลายโครงการ เช่น SPRING เป็นโครงการเพื่อสนับสนุนให้มีการใช้ RF-ID แพร่หลายมากขึ้น และเมื่อเดือนเมษายน 2547 IDA ได้ประกาศยุทธศาสตร์การพัฒนา RF-ID ขึ้น โดยได้ตั้งงบประมาณเพื่อใช้ในการพัฒนาและใช้เทคโนโลยี RF-ID ในกลุ่มวิสาหกิจห่วงโซ่อุปทาน (Supply-Chain Cluster) เป็นจำนวน 10 ล้านเหรียญสิงคโปร์ และกำหนดเป้าหมายไว้ 3 ประการคือ (1) ความร่วมมือในระดับโลกในการจัดสรรคลื่นความถี่ (2) สนับสนุนการพัฒนาเพื่อให้เกิดทรัพย์สินทางปัญญาใหม่ๆ ในประเทศ และ (3) เพื่อให้เกิดความร่วมมืออย่างเป็นระบบในการสนับสนุนให้มีการใช้ RF-ID ในอุตสาหกรรมหลักๆ (CFC: Call For Collaboration)

สิงคโปร์ได้เปิดให้มีการใช้คลื่นความถี่ UHF 923-925 MHz และ 433 MHz ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2547 เป็นต้นมา โดยที่กำลังส่ง 0.5 วัตต์ ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องขออนุญาต แต่ถ้ากำลังส่งสูงกว่า 0.5-2 วัตต์ต้องขออนุญาตการใช้ก่อน ซึ่งสิงคโปร์คาดว่าแถบความถี่นี้จะมีการใช้อย่างกว้างขวางในอนาคต

สำหรับประเทศสิงคโปร์ มีการอนุญาตให้ใช้ RF-ID ในย่าน UHF สรุปได้ดังนี้

ประเทศ	แถบความถี่ (MHz)	ขีดจำกัดกำลังส่ง (ERP)	ข้อบังคับ	หมายเหตุ
สิงคโปร์	866 – 869	0.5 W	ไม่ต้องขออนุญาต	ใช้ได้แล้วในปัจจุบัน
	923 – 925	0.5 W	ไม่ต้องขออนุญาต	ใช้ได้แล้วในปัจจุบัน
		2 W	ต้องขออนุญาต	

8. ประเทศมาเลเซีย

ในแผนพัฒนาฉบับที่ 9 (2006-2010) ของประเทศมาเลเซีย ได้มีการระบุยุทธศาสตร์การพัฒนาหลักๆ ไว้ 3 ด้านคือ RF-ID, เซ็นเซอร์ และอินเทอร์เน็ตยุคที่ 6 (Ipv6: Internet Protocol Version 6) โดยรัฐบาลได้แต่งตั้งคณะกรรมการการสื่อสารและมัลติมีเดีย (The Malaysian Communication and Multimedia Commission: MCMC) ขึ้นภายใต้การควบคุมของกระทรวงพลังงาน น้ำ และการสื่อสาร (the Ministry of Energy, Water and Communication : MEWC) เพื่อทำหน้าที่กำกับดูแลด้านกฎระเบียบและการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับ RF-ID ในประเทศ โดยได้กำหนดให้ใช้ช่วงความถี่ UHF 860 MHz (1 วัตต์) และ 433 MHz เป็นคลื่นที่ใช้สำหรับ RF-ID ในประเทศ นอกจากนี้ในปี 2548 นี้ ได้กำหนดให้มีการศึกษาและเก็บข้อมูลด้านความพร้อมสำหรับการนำเทคโนโลยี RF-ID มาใช้ในประเทศเพื่อหาแนวทางและเตรียมความพร้อมสำหรับรองรับการใช้ RF-ID ซึ่งในการสำรวจจะมีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่และกำลังส่งที่ภาคอุตสาหกรรมต้องการ ความเป็นไปได้และการรบกวนต่อคลื่นความถี่ GSM 900 ความคุ้มค่าในการลงทุนและผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นกับ RF-ID บนความปลอดภัยเครือข่าย เป็นต้น

การนำ RF-ID ไปใช้งานในประเทศมาเลเซีย ส่วนใหญ่เริ่มจากบริษัทต่างชาติเป็นหลัก เช่น บริษัทจากประเทศสหรัฐอเมริกา จากประเทศกลุ่มสหภาพยุโรป และจากสิงคโปร์ ที่เข้ามามีบทบาทในเศรษฐกิจของมาเลเซีย ตัวอย่างเช่น บริษัท PIL ซึ่งเป็นบริษัทขนส่งสินค้าทางเรือ ได้มีการนำระบบปิดผนึกอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Seal) สำหรับตู้สินค้า มาทดลองใช้ที่ท่าเรือ Port Klang ของมาเลเซีย ตั้งแต่ปี 2546 ที่ผ่านมา เพื่อประโยชน์ในการติดตามตู้คอนเทนเนอร์แซ่แข็งที่ขนส่งระหว่างประเทศออสเตรเลีย มาเลเซีย และฮ่องกง โดยได้มีการติดตั้งเครื่องอ่านไว้ที่ท่าเรือเพื่อบันทึกข้อมูลและอุณหภูมิภายในตู้สินค้า

ทั้งนี้ เนื่องจากปัญหาด้านราคาที่สูง ปัญหาด้านมาตรฐาน และด้านเทคโนโลยี ดังนั้นจึงยังไม่มีผู้ใช้ที่แพร่หลายมากนักในมาเลเซีย

สำหรับประเทศมาเลเซีย มีการอนุญาตให้ใช้ RF-ID ในย่าน UHF สรุปได้ดังนี้

ประเทศ	แถบความถี่ (MHz)	ขีดจำกัดกำลังส่ง (ERP)	ข้อบังคับ	หมายเหตุ
มาเลเซีย	868.1	0.5 W 2 W	ไม่ต้องขออนุญาต ต้องขออนุญาต	ใช้ได้แล้วในปัจจุบัน
	919 – 923	0.5 W 2W	ไม่ต้องขออนุญาต ต้องขออนุญาต	ใช้ได้แล้วในปัจจุบัน

9. ฮ็องกง

การนำ RF-ID ไปใช้ในฮ็องกงมีการเติบโตและแพร่หลายอย่างรวดเร็ว เนื่องจากฮ็องกงนับได้ว่าเป็นศูนย์กลางการบริการด้านขนส่งที่สำคัญทำให้ฮ็องกงให้ความสำคัญและเตรียมพร้อมสำหรับระบบความจำเป็นพื้นฐานเพื่อรองรับการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทาน การจัดสรรคลื่นความถี่เพื่อใช้สำหรับ RF-ID จึงเป็นสิ่งจำเป็นเร่งด่วนที่ฮ็องกงรีบดำเนินการ โดยรัฐบาลได้จัดตั้งสำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (The Office of the Telecommunications Authority : OFTA) ขึ้น เพื่อพิจารณาและจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับ RF-ID ซึ่งคณะกรรมการได้กำหนดให้คลื่นความถี่ UHF 865-868 MHz และ 920-925 MHz เป็นช่วงที่อนุญาตให้ใช้สำหรับอุปกรณ์ RF-ID ในประเทศ

ทั้งนี้ฮ็องกงได้มีโครงการเพื่อสนับสนุนและเพิ่มขีดความสามารถของนักพัฒนาในประเทศในการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี RF-ID โดยคณะกรรมการผลิตผลแห่งชาติ (the Hong Kong Productivity Council: HKPC) ซึ่งอยู่ภายใต้สถาบันนิวทริอูตสาหกรรม นอกจากนี้ สนามบินของฮ็องกงซึ่งเป็นสนามบินที่มีผู้โดยสารมากที่สุดแห่งหนึ่งของโลก (ประมาณ 35 ล้านคนต่อปี) และมีการขนส่งสินค้าถึง 3 ล้านตัน/ปี ได้รับการจัดอันดับให้เป็นสนามบินที่ดีที่สุดในโลกจากสถาบัน SkyTrax ของประเทศอังกฤษ ดังนั้นเพื่อรักษาอันดับฮ็องกงได้ประกาศปรับปรุงบริการแก่ผู้โดยสารเพื่อให้มีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้นในการเดินทาง โดยนำเทคโนโลยี RF-ID มาใช้สำหรับการติดตามกระเป๋าเดินทาง ซึ่งนับได้ว่าเป็นการนำ RF-ID มาใช้มากที่สุดในประเทศแถบเอเชีย ด้วยเงินลงทุน 3.5 ล้านเหรียญฮ็องกงสำหรับการวางระบบดังกล่าว

ฮ่องกง มีการอนุญาตให้ใช้ RF-ID ในย่าน UHF สรุปได้ดังนี้

ประเทศ	แถบความถี่ (MHz)	ขีดจำกัดกำลังส่ง (ERP)	ข้อบังคับ	หมายเหตุ
ฮ่องกง	865 – 868	0.1 W	ไม่ต้องขออนุญาต	ใช้ได้แล้วในปัจจุบัน
	865.6 – 868	0.5 W		
	865.6 – 867.6	2 W		
	920 – 925	4 W (e.i.r.p)		

บทที่ 3

กฎระเบียบที่เกี่ยวข้องและการจัดสรรคลื่นความถี่ในประเทศไทย

3.1 การจัดสรรคลื่นความถี่ในประเทศไทย

คลื่นความถี่เป็นทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด จึงจำเป็นต้องมีการบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด และไม่มีปัญหาด้านการรบกวน ดังนั้น พระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2543 ได้กำหนดให้มีคณะกรรมการ 2 คณะ เพื่อทำหน้าที่ในการบริหารทรัพยากรคลื่นความถี่ ได้แก่

1. คณะกรรมการกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์แห่งชาติ (กสช.) มีหน้าที่จัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์
2. คณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กทช.) มีหน้าที่จัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการโทรคมนาคม

พ.ร.บ.องค์กรฯ ข้างต้น ได้นิยาม “กิจการโทรคมนาคม” ว่าหมายถึง “กิจการซึ่งให้บริการการส่ง การแพร่ หรือการรับเครื่องหมาย สัญญาณ ตัวหนังสือ ตัวเลข ภาพ เสียง รหัส หรือการอื่นใด ซึ่งสามารถให้เข้าใจความหมายได้โดยระบบสาย ระบบคลื่นความถี่ ระบบแสง ระบบแม่เหล็กไฟฟ้าอื่น หรือระบบอื่นระบบใดระบบหนึ่ง หรือหลายระบบรวมกัน หรือกิจการโทรคมนาคมที่มีกฎหมายบัญญัติ หรือตามที่คณะกรรมการร่วม (กทช. และ กสช.) กำหนดให้เป็นกิจการโทรคมนาคม”

ดังนั้น จากบทบาทหน้าที่ของ กทช. และความหมายของกิจการโทรคมนาคม จะเห็นได้ว่าการพิจารณาอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับ RF-ID นั้น เป็นหน้าที่โดยตรงของ กทช.

3.2 สถานะปัจจุบันของคลื่นความถี่สำหรับ RF-ID ในประเทศไทย

คลื่นความถี่และกำลังส่งที่ได้รับอนุญาตสำหรับการใช้งาน RF-ID ในปัจจุบัน แสดงในตารางที่ 3.1

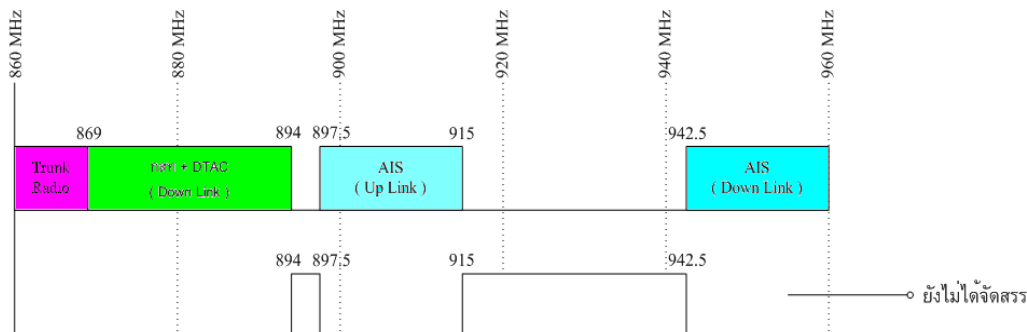
ตารางที่ 3.1 คลื่นความถี่และกำลังส่งที่ได้รับอนุญาตสำหรับการใช้งาน RF-ID ในปัจจุบัน

ย่านความถี่วิทยุ	กำลังส่งสูงสุด	หมายเหตุ
กลุ่มที่ได้รับยกเว้นใบอนุญาตทำ มี ใช้ นำเข้า นำออก และค้าซึ่งเครื่องวิทยุคมนาคม		
<135 kHz	150 mW (e.i.r.p)	กฎกระทรวงฯ ¹ ข้อ 2(10)
13.553-13.567 MHz	5 mW (e.i.r.p)	กฎกระทรวงฯ ข้อ 2(11)
26.965-27.405 MHz	100 mW	กฎกระทรวงฯ ข้อ 2(4)
2400-2500 MHz	100 mW (e.i.r.p)	กฎกระทรวงฯ ข้อ 2(12)
กลุ่มที่ต้องได้รับใบอนุญาตทำ มี ใช้ นำเข้า นำออก และค้าซึ่งเครื่องวิทยุคมนาคม		
13.553-13.567 MHz	1W (e.i.r.p)	อนุมัติในหลักการ ²
300-500 MHz	10 mW	อนุมัติในหลักการ ³

หมายเหตุ :

1. เป็นไปตามกฎกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กำหนดให้เครื่องวิทยุคมนาคมและสถานวิทยุคมนาคมบางประเภทได้รับยกเว้นไม่ต้องได้รับใบอนุญาต พ.ศ. 2547
2. อนุมัติในหลักการโดยกรมไปรษณีย์โทรเลข ให้ใช้งานโดยต้องได้รับใบอนุญาตให้ทำ มี ใช้ นำเข้า นำออก หรือค้า ซึ่งเครื่องวิทยุคมนาคมและตั้งสถานวิทยุคมนาคม แล้วแต่กรณี
3. อนุมัติในหลักการโดยกรมไปรษณีย์โทรเลข ให้ใช้เครื่องวิทยุคมนาคมที่มีลักษณะหรือประเภทการใช้งานไม่เป็นไปตามข้อ 2(1)-(6) แห่งกฎกระทรวง กำหนดให้เครื่องวิทยุคมนาคมและสถานวิทยุคมนาคมบางประเภทได้รับยกเว้นไม่ต้องได้รับใบอนุญาต พ.ศ. 2547 แต่มีความถี่วิทยุใช้งานและกำลังส่งเป็นไปตามข้อ 2(1)-(6) แห่งกฎกระทรวงฯ ฉบับดังกล่าว ต้องได้รับใบอนุญาตให้ทำ มี ใช้ นำเข้า นำออก หรือค้า ซึ่งเครื่องวิทยุคมนาคม แล้วแต่กรณี

สำหรับคลื่นความถี่ย่าน UHF ในช่วง 800-900 MHz ของประเทศไทยนั้น ได้ถูกจัดสรรให้ใช้งานสำหรับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยมีช่วงความถี่ที่ยังไม่ได้มีการจัดสรรอยู่ 2 ช่วง ดังรูปที่ 3.1 ซึ่งประกอบด้วยช่วงความถี่ 894.0-897.5 MHz และ 915.0-942.5 MHz ตามลำดับ



รูปที่ 3.1 แสดงการจัดสรรคลื่นความถี่วิทยุย่าน 860-960 MHz ของประเทศไทย

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, 2548.

3.3 การจำหน่ายและใช้งานอุปกรณ์ RF-ID ในประเทศไทย

กฎระเบียบที่เกี่ยวข้องในการจำหน่ายและใช้งานอุปกรณ์ RF-ID ในประเทศไทยในปัจจุบันสามารถจำแนกได้ดังนี้

1. ผู้ที่ประสงค์จะทำ มี ไซ้ นำเข้า นำออก และค้าอุปกรณ์ RF-ID ในกลุ่ม RF-ID ที่ได้รับยกเว้นใบอนุญาตทำ มี ไซ้ นำเข้า นำออก และค้าซึ่งเครื่องวิทยุคมนาคม (ข้อ 3.2) สามารถดำเนินการได้เลยโดยไม่ต้องขอใบอนุญาตใดๆ จาก กทช. และไม่ต้องขอรับการทดสอบและรับรองตัวอย่างเครื่องวิทยุคมนาคมแต่อย่างใด
2. ผู้ที่ประสงค์จะทำ มี ไซ้ นำเข้า นำออก และค้าอุปกรณ์ RF-ID ในกลุ่ม RF-ID ที่ต้องได้รับใบอนุญาตทำ มี ไซ้ นำเข้า นำออก และค้าซึ่งเครื่องวิทยุคมนาคม (ข้อ 3.2) ต้องยื่นขอรับใบอนุญาตทำ มี ไซ้ นำเข้า นำออก และค้าซึ่งเครื่องวิทยุคมนาคม จาก กทช. แล้วแต่กรณี ทั้งนี้ อุปกรณ์ RF-ID ที่ใช้งานคลื่นความถี่ 13.553-13.567 MHz และมีกำลังส่งไม่เกิน 1 W (e.i.r.p) จะต้องผ่านการทดสอบและรับรองตัวอย่างเครื่องวิทยุคมนาคมก่อนทำหรือนำเข้าด้วย ส่วนอุปกรณ์ RF-ID ที่ใช้งานคลื่นความถี่ 300-500 MHz และมีกำลังส่งไม่เกิน 10 mW ไม่ต้องผ่านการทดสอบและรับรองตัวอย่างเครื่องวิทยุคมนาคมแต่อย่างใด
3. ผู้ที่ประสงค์จะทำ มี ไซ้ นำเข้า นำออก และค้าอุปกรณ์ RF-ID ที่มีกำลังส่งเกินกว่าที่กำหนดในกฎกระทรวง จะต้องขออนุญาตจาก กทช. เป็นรายๆ ไป

3.4 การทดสอบและทดลอง RF-ID ในประเทศไทย

ตารางที่ 3.2 ประเภทเครื่องวิทยุคมนาคมที่ได้รับยกเว้น ไม่ต้องได้รับใบอนุญาตทำ มี ใช้ นำเข้า นำออก ค้า ซึ่งเครื่องวิทยุคมนาคม และตั้งสถานีวิทยุคมนาคมในประเทศไทย

ประเภทเครื่องวิทยุคมนาคม	ความถี่วิทยุ	กำลังส่ง	กฎกระทรวง
เครื่องวิทยุคมนาคมที่ไม่จำกัดลักษณะการใช้งาน เช่น เครื่องบันทึกและอ่านข้อมูลสำหรับสัตว์, คีย์บอร์ดไร้สาย, เมาท์ไร้สาย, โทรศัพท์ไร้สาย, วิทยุมือถือ, โทรศัพท์ไร้สาย, วิทยุมือถือ, เครื่องบังคับวิทยุของเด็กเล่น, เครื่องควบคุมระบบไฟหรือวาล์วน้ำ, เครื่องพิมพ์ไร้สาย, WLAN, เครื่องแสดงข้อมูลบุคคล สัตว์ หรือสิ่งของ, หูฟังไร้สาย เป็นต้น	ต่ำกว่า 135 kHz	ไม่เกิน 150 mW (แบบ e.i.r.p)	ข้อ 2(10) และข้อ 10
	13.553 – 13.567 MHz	ไม่เกิน 5 mW (แบบ e.i.r.p)	ข้อ 2(11) และข้อ 10
	2400 – 2500 MHz	ไม่เกิน 100 mW (แบบ e.i.r.p)	ข้อ 2(12) และข้อ 10
	26.965 – 27.405 MHz	ไม่เกิน 100 mW	ข้อ 2(3), (4) และข้อ 10

ที่มา: กฎกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, เว็บไซต์ของสำนักงานกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (<http://www.ntc.or.th>)

ผู้ที่ประสงค์จะทำการทดสอบและทดลองเครื่องวิทยุคมนาคม ซึ่งรวมถึงอุปกรณ์ RF-ID ที่ใช้งานคลื่นความถี่นอกเหนือและกำลังส่งนอกเหนือไปจากที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงฯ (ตารางที่ 3.2) จะต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์การจัดสรรความถี่วิทยุเพื่อการทดลองหรือทดสอบเป็นการชั่วคราว ซึ่งในปัจจุบันกำลังอยู่ในระหว่างการพิจารณาของ กทช. เพื่อให้ความเห็นชอบก่อนประกาศใช้งานร่างหลักเกณฑ์การจัดสรรความถี่วิทยุดังกล่าวมีสาระสำคัญดังนี้

- การจัดสรรหรืออนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่เพื่อการทดลองหรือทดสอบเป็นการชั่วคราวต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้
 1. ต้องมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อทดลองหรือทดสอบการใช้คลื่นความถี่ โดยมีได้มีวัตถุประสงค์ในการแสวงหาผลกำไรหรือไม่อาจค้าหรือหากำไรในเชิงพาณิชย์
 2. เป็นโครงการที่มีระยะเวลาการดำเนินการชั่วคราวและจำกัดการใช้คลื่นความถี่ โดยต้องไม่ให้บริการต่อสาธารณะหรือบุคคลอื่นทั่วไป
 3. การทดลองหรือทดสอบต้องเป็นระบบ โครงข่าย หรืออุปกรณ์โทรคมนาคมที่ใช้เทคโนโลยีใหม่ คลื่นความถี่ใหม่ มาตรฐานโทรคมนาคมใหม่ หรือการใช้งานใหม่ในราชอาณาจักรไทย

4. การทดลองหรือทดสอบต้องดำเนินการตามหลักวิชาการ รวมทั้งมีการตรวจสอบและประเมินผล
 5. ผู้ยื่นขอทดลองหรือทดสอบต้องแสดงถึงความสามารถ และความพร้อมทั้งในทางเทคนิคและบุคลากร
 6. โครงการทดลองหรือทดสอบต้องไม่มีวัตถุประสงค์อันขัดต่อบทบัญญัติแห่งกฎหมายหรือนโยบายของรัฐ
 7. การทดลองหรือทดสอบต้องไม่ก่อให้เกิดการรบกวนต่อสถานีวิทยุคมนาคมอื่นเกินกว่าระดับ มาตรฐานที่ยอมรับ เว้นแต่เป็นกรณีทดลองหรือทดสอบการรบกวน
- ใบอนุญาตให้ทดลองหรือทดสอบใช้ความถี่วิทยุเป็นการชั่วคราวมีอายุไม่เกิน 90 วัน นับแต่วันที่ได้รับอนุญาต แต่อาจขอต่ออายุใบอนุญาตได้อีก แต่รวมแล้วต้องไม่เกิน 180 วันใบอนุญาตเป็นสิทธิเฉพาะตัวโอนให้กันมิได้
 - การทดลองหรือทดสอบการใช้คลื่นความถี่ที่ได้รับใบอนุญาตตามประกาศฉบับนี้ต้องมี ผู้ผลิต ผู้ประกอบการ ผู้ใช้ ผู้ประเมินผล ผู้แทนสถาบันการศึกษา หรือผู้แทนจากสำนักงาน อย่างน้อยสองรายเข้าร่วมโครงการ
 - ในกรณีที่การทดลองหรือทดสอบต้องใช้เครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์วิทยุคมนาคม ต้องได้รับใบอนุญาตตามกฎหมายว่าด้วยวิทยุคมนาคมด้วย หรือในกรณีที่การทดลองหรือการทดสอบการใช้ความถี่วิทยุมีลักษณะและวิธีปฏิบัติที่เป็นการประกอบกิจการโทรคมนาคมต้องได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโทรคมนาคมตามพระราชบัญญัติการประกอบกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2544 ด้วย
 - ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้ความถี่วิทยุเพื่อการทดลองหรือทดสอบต้องชำระค่าธรรมเนียมใบอนุญาตตามอัตราที่ กทช. กำหนด ทั้งนี้ในกรณีที่เป็นการทดลองหรือทดสอบของสถาบันการศึกษา หรือสถาบันทางวิชาการของรัฐเพื่อการศึกษาวิจัย โดยมีได้มีวัตถุประสงค์ในการแสวงหาผลกำไร หรือประโยชน์อื่นใดทางการค้า กทช. อาจยกเว้นค่าธรรมเนียมใบอนุญาตเป็นรายกรณีได้

3.5 กฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานอุปกรณ์ RF-ID ในประเทศไทย

กฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการจำหน่ายและใช้งานอุปกรณ์ RF-ID และการทดสอบและทดลอง RF-ID ในประเทศไทยที่สำคัญ มีดังนี้

- 1) กฎกระทรวง กำหนดให้เครื่องวิทยุคมนาคมและสถานีวิทยุคมนาคมบางประเภทได้รับยกเว้นไม่ต้องได้รับใบอนุญาต พ.ศ. 2547
- 2) ระเบียบกรมไปรษณีย์โทรเลข ว่าด้วยการทดสอบรับรองตัวอย่างเครื่องวิทยุคมนาคม พ.ศ. 2538
- 3) ระเบียบกรมไปรษณีย์โทรเลข ว่าด้วยการทดสอบรับรองตัวอย่างเครื่องวิทยุคมนาคม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2544
- 4) ระเบียบกรมไปรษณีย์โทรเลข ว่าด้วยการทำเครื่องวิทยุคมนาคมหรืออุปกรณ์วิทยุคมนาคม พ.ศ. 2527
- 5) ระเบียบกรมไปรษณีย์โทรเลข ว่าด้วยการทำเครื่องวิทยุคมนาคมหรืออุปกรณ์วิทยุคมนาคม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2546
- 6) ระเบียบไปรษณีย์โทรเลข ว่าด้วยการค้าเครื่องวิทยุคมนาคม พ.ศ. 2547
- 7) ร่างประกาศคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง หลักเกณฑ์การจัดสรรความถี่วิทยุเพื่อการทดลองหรือทดสอบเป็นการชั่วคราว

บทที่ 4

ความต้องการของผู้ประกอบการไทย

4.1 ปัญหาด้านการจัดสรรคลื่นความถี่จากผู้ประกอบการไทย

จากการที่ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) ได้จัดประชุมร่วมกับผู้ประกอบการในอุตสาหกรรม RF-ID ของประเทศไทย³ ซึ่งได้มีการรวมกลุ่มเป็นเครือข่ายวิชาชีพในนาม Thailand RF-ID Cluster รวมทั้งจากการศึกษารวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการโดยตรง และจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิต่างๆ พบว่า ผู้ประกอบการด้าน RF-ID ของไทยยังประสบกับปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการที่เกี่ยวข้องกับ RF-ID อยู่หลายประการ อาทิการจัดสรรคลื่นความถี่ การวิจัยและพัฒนา การพัฒนาบุคลากร การส่งเสริมด้านการตลาด ทั้งนี้ปัญหาที่ผู้ประกอบการเห็นว่าเป็นปัญหาสำคัญและเร่งด่วนที่ภาครัฐควรเร่งดำเนินในขณะนี้คือ การจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับ RF-ID เพื่อการจัดงานในย่าน UHF รวมไปถึงปรับปรุงกฎระเบียบเกี่ยวกับกำลังส่งอนุญาตเพื่อการใช้งาน RF-ID ในย่านอื่นๆ ที่ได้มีการจัดสรรคลื่นความถี่ไปแล้วในให้สอดคล้องกับการใช้งานสากล และส่งเสริมผู้พัฒนาไทย

ขณะนี้หลายประเทศได้มีการกำหนดความถี่สำหรับการใช้งานด้าน RF-ID แล้ว แต่เนื่องจากเทคโนโลยี RF-ID เป็นเทคโนโลยีที่ใหม่สำหรับคนไทย ประเทศไทยจึงยังมิได้มีการจัดสรรความถี่คลื่นวิทยุและกำลังส่งที่เหมาะสมในย่าน UHF กับการใช้งานด้าน RF-ID ในประเทศไทย ทั้งนี้ผู้ประกอบการด้าน RF-ID มีความเห็นตรงกันว่าการกำหนดมาตรฐานความถี่เป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนาระบบ RF-ID การกำหนดมาตรฐานคลื่นความถี่สำหรับ RF-ID นั้น ต้องคำนึงถึงความสามารถในการใช้งานข้ามระบบ (interoperability) ตามมาตรฐานสากล เพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกันระหว่างประเทศได้ อีกทั้งยังช่วยให้ต้นทุนป้ายและเครื่องอ่านที่สูงอยู่ขณะนี้มีราคาลดลงอีกด้วยเนื่องจากการใช้งานจำนวนมากทำให้เกิดการประหยัดจากขนาดของการผลิต (economy of scale)

³ ครั้งที่ 1 เมื่อวันที่ 7 เมษายน 2548 ที่อาคารสวทช. (โยธี) กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ
ครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 20 เมษายน 2548 ที่อาคารสวทช. (โยธี) กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ

นอกจากประเด็นของการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับย่าน UHF แล้ว ผู้ประกอบการยังได้กล่าวถึงข้อจำกัดในเรื่องของกำลังส่งสำหรับย่านความถี่ต่ำ ย่านความถี่สูง และย่านไมโครเวฟอีกด้วย เนื่องจากในปัจจุบันกำลังส่งที่ไม่ต้องขออนุญาตเป็นกำลังที่ต่ำทำให้การใช้งานมีได้เฉพาะในบริเวณจำกัด (ประมาณ 1 ตารางเมตร) ผู้ประกอบการต้องการให้มีการขยายกำลังส่งให้การใช้งานครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น เช่น 2-5 ตารางเมตร เป็นต้น

4.2 ข้อเสนอแนะด้านการจัดสรรคลื่นความถี่จากผู้ประกอบการไทย

หนึ่งในการประชุมร่วมกันของ Thailand RF-ID Cluster ทั้ง 2 ครั้ง ผู้เข้าร่วมประชุมได้เสนอความคิดเห็น อันเป็นประโยชน์หลายประการ โดยเฉพาะข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดสรรและปรับปรุงระเบียบเกี่ยวกับการจัดสรรคลื่นความถี่ ดังสรุปในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อเสนอเบื้องต้นของผู้ประกอบการเรื่องการจัดสรรคลื่นความถี่

ย่านความถี่	การประยุกต์ใช้	การจัดสรรปัจจุบัน	การจัดสรรที่เสนอ
ย่านความถี่ต่ำ (LF) 125 kHz และ 135 kHz	access control และ animal ID	กำลังส่งสูงสุดที่ไม่ต้องมีใบอนุญาต 150 mW (e.i.r.p)	กำลังส่งสูงสุดที่ไม่ต้องมีใบอนุญาต 4 W (e.i.r.p)
ย่านความถี่สูง (HF) 13.56 MHz	smart card, access control, logistics	กำลังส่งสูงสุดที่ไม่ต้องมีใบอนุญาต 5 mW (e.i.r.p)	กำลังส่งสูงสุดที่ไม่ต้องมีใบอนุญาต 4 W (e.i.r.p)
ย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF) 433 MHz	logistics, retail, และ warehouse	จำกัดการประยุกต์ใช้เฉพาะด้าน กำลังส่งไม่เกิน 10 mW (e.i.r.p)	เพิ่มการประยุกต์ใช้ด้าน RF-ID
ย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF) 800-900 MHz	logistics, retail, และ warehouse	ต้องขออนุญาตเฉพาะกรณี	ขอจัดสรรความถี่ 923-925 MHz หรือจัดสรรตามข้อเสนอขององค์กรระหว่างประเทศ เช่น APT
ย่านความถี่ไมโครเวฟ 2.45 GHz	logistics, retail, และ warehouse	กำลังส่งสูงสุดที่ไม่ต้องมีใบอนุญาต 10 mW (e.i.r.p)	กำลังส่งสูงสุดที่ไม่ต้องมีใบอนุญาต 1 W (e.i.r.p)

หมายเหตุ: E.I.R.P = Equivalent Isotropically Radiated Power

ที่มา: สรุปจากการประชุมกลุ่มผู้ประกอบการในอุตสาหกรรม RF-ID ของประเทศไทย (Thailand RF-ID Cluster), 2548

- ย่านความถี่ต่ำ (LF) 125 kHz และ 135 kHz ซึ่งนิยมใช้สำหรับควบคุมการเข้าออกสถานที่และการลงทะเบียนสัตว์ ถูกจำกัดด้วยกฎกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (กฎกระทรวงกำหนดให้เครื่องวิทยุคมนาคมและสถานีวิทยุคมนาคมได้รับยกเว้นไม่ต้องได้รับใบอนุญาต พ.ศ. 2547 ข้อ 2 (10)) ซึ่งจำกัดกำลังส่งออกอากาศ E.I.R.P ไว้ที่ 150 mW ทำให้ระยะการสื่อสารได้น้อยกว่า 1 เมตร ทางผู้ประกอบการ **เสนอให้เพิ่มกำลังส่งได้ถึง 4 W** เพื่อให้มีระยะการสื่อสารได้มากกว่า 1 เมตร
- ย่านความถี่สูง (HF) 13.56 MHz ซึ่งนิยมใช้ในบัตรสมาร์ทแบบไร้สัมผัสและหนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์ ถูกจำกัดด้วยกฎกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (กฎกระทรวงกำหนดให้เครื่องวิทยุคมนาคมและสถานีวิทยุคมนาคมได้รับยกเว้นไม่ต้องได้รับใบอนุญาต พ.ศ. 2547 ข้อ 2 (11)) ซึ่งจำกัดกำลังส่งออกอากาศ E.I.R.P ไว้ที่ 5 mW ทำให้ระยะการสื่อสารได้น้อยกว่า 1 เมตร ทางผู้ประกอบการ **เสนอให้เพิ่มกำลังส่งได้ถึง 4 W** เพื่อให้มีระยะการสื่อสารได้มากกว่า 1 เมตร
- ย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF) 433 MHz ซึ่งนิยมใช้ในการบริหารคลังสินค้าและการจัดการลอจิสติกส์ แม้จะอนุญาตให้ถึง 10 mW ซึ่งเพียงพอสำหรับการใช้งาน RF-ID แบบ active แต่กฎกระทรวงกำหนดให้ใช้งานได้เพียงเฉพาะด้าน เช่น สำหรับควบคุมการทำงานระยะไกล ระบบสัญญาณเตือนภัยภายในบริเวณเฉพาะ และเครื่องมือทางการแพทย์ เป็นต้น ผู้ประกอบการจึง **ขอเสนอให้เพิ่มเติมการอนุญาตให้ใช้งานด้าน RF-ID ด้วย**
- ย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF) 800-900 MHz ซึ่งนิยมใช้ในการบริหารคลังสินค้าและการจัดการลอจิสติกส์ โดยเฉพาะการใช้งานรหัสสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ EPC (Electronic Product Code) ตามมาตรฐาน EPC Global Class 1 Gen 2 มีการระบุให้ใช้ความถี่ในช่วง 860 - 960 MHz ปัจจุบันในประเทศไทยยังมิได้ระบุให้ใช้งานด้าน RF-ID แต่สำหรับในต่างประเทศได้มีการจัดสรรย่านความถี่นี้สำหรับ RF-ID แล้ว เช่น ในประเทศสหรัฐอเมริกา ยุโรป และอีกหลายประเทศในเอเชียแปซิฟิก
- ย่านความถี่ไมโครเวฟ 2.45 GHz (2450 MHz) ปัจจุบันได้รับอนุญาตให้ใช้กำลังส่งไม่เกิน 100 mW ซึ่งเพียงพอสำหรับการใช้งาน RF-ID แบบ active แต่ไม่เพียงพอสำหรับการใช้งาน RF-ID แบบ passive ซึ่งต้องมีระยะอ่านไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร ผู้ประกอบการจึง **ขอเสนอให้อนุญาตให้ใช้กำลังส่งได้ถึง 1 W** ซึ่งเป็นกำลังส่งที่ลิงค์โปรตอนุญาตให้ใช้ได้แล้ว การใช้งาน RF-ID แบบ passive ในย่านนี้ต่อไปจะมีความสำคัญในด้านลอจิสติกส์และการค้าปลีก เนื่องจากต้นทุนของสายอากาศต่ำกว่าแบบความถี่ย่าน LF และ HF ทำให้ต้นทุนโดยรวมของป้ายรหัสสินค้าต่ำลง

บทที่ 5

หลักการและข้อเสนอแนะ

การจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน UHF สำหรับ RF-ID ของไทย

5.1 หลักการจัดสรรคลื่นความถี่ RF-ID

ก่อนที่จะกล่าวถึงว่าคลื่นความถี่วิทยุ (Frequency) ในย่านใด หรือความแรงกำลังส่ง (Transmission and power) ใดที่เหมาะสมสำหรับการจัดสรรให้เป็นคลื่นความถี่สำหรับ RF-ID ในประเทศไทยนั้น การศึกษานี้ขอเสนอหลักการที่สำคัญในการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับ RF-ID ดังนี้

1. **ต้องมีความโปร่งใส และไม่แบ่งแยก (transparent and nondiscriminatory)** การกำหนดมาตรฐานคลื่นความถี่ขึ้นเพื่อใช้งานในประเทศใดๆ ก็ตามควรจะเป็นไปตามหลักของความโปร่งใส และไม่แบ่งแยก เพื่อไม่ให้เกิดการกีดกันทางเทคนิค (technical barrier) กล่าวคือ การกำหนดมาตรฐานต้องไม่อิงกับผู้ผลิตหรือผู้ขายรายหนึ่ง หรือกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง และในขณะเดียวกันมาตรฐานที่กำหนดขึ้นต้องสามารถเข้ากับมาตรฐานการใช้งานอื่นๆ ได้ (interoperability)
2. **ต้องมีความยืดหยุ่นเพื่อให้รองรับกับการเลือกใช้งาน (flexibility of spectrum option)** เนื่องจากปัจจุบันแต่ละประเทศได้มีแนวทางการออกมาตรฐานเกี่ยวกับคลื่นความถี่ ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งในที่สุดอาจทำให้เกิดมาตรฐานมากเกินไป และอาจทำให้เกิดเป็นอุปสรรคกีดขวางการพัฒนาและการใช้ RF-ID เนื่องจากถูกจำกัดด้วยตลาดที่มีมาตรฐานแตกต่างกันจนผู้พัฒนาต้องเลือกพัฒนาตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นการกำหนดมาตรฐานของ RF-ID ควรเป็นไปในลักษณะที่ยืดหยุ่นทำให้สามารถเลือกใช้ได้หลายมาตรฐาน ในทางเศรษฐศาสตร์นั้นถือว่าการทำให้เกิดความยืดหยุ่นในสินค้าเพื่อให้ไม่เกิดการผูกขาด เนื่องจากผู้ผลิตและผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้หรือเลือกผลิตได้นั้น จะช่วยลดการผูกขาดจากทั้งด้านการผลิต และการบริโภคได้
3. **ต้องถูกใช้งานอย่างเต็มประสิทธิภาพเพื่อให้เกิดความคุ้มค่าจากทรัพยากร (คลื่นความถี่) ที่ได้จัดสรร** ดังนั้นการกำหนดแถบความถี่ที่จะจัดสรรต้องเป็นช่วงที่ไม่กว้างหรือแคบจนเกินไป และเพียงพอต่อการใช้งาน
4. **ต้องไม่รบกวนระบบที่มีอยู่หรือคลื่นความถี่ที่ได้รับการจัดสรรไว้แล้ว** ซึ่งปัญหานี้อาจเกิดขึ้นได้กับแถบความถี่ UHF ที่จัดสรรไปให้กับบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่แล้วจำนวนหนึ่ง ดังนั้นการกำหนดต้องไม่รบกวนกัน

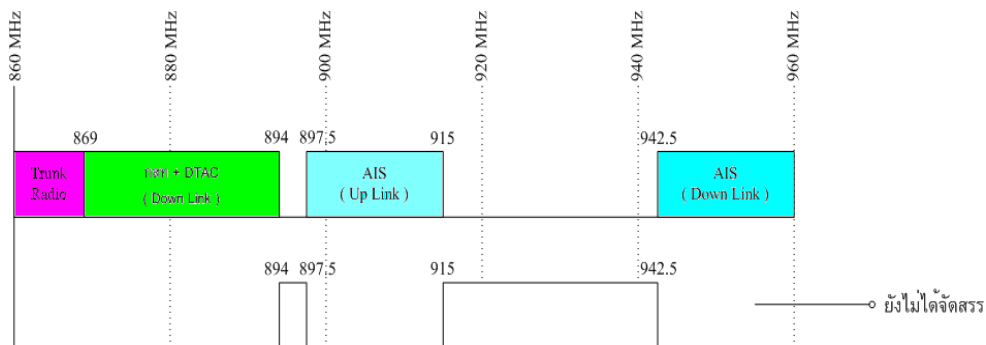
5. ต้องปลอดภัยต่อสุขภาพเนื่องจากคลื่นวิทยุและกำลังส่งอาจมีผลต่อสุขภาพของผู้ใช้หรือวัตถุที่นำ RF-ID ไปติดตั้ง ดังนั้นการจัดสรรเพื่อวัตถุประสงค์ของการใช้งานแต่ละประเภทจำเป็นต้องคำนึงถึงความปลอดภัยต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมด้วย

5.2 ความเป็นไปได้และข้อเสนอแนะสำหรับการจัดสรรความถี่ ช่วง UHF เพื่อการใช้งาน RF-ID

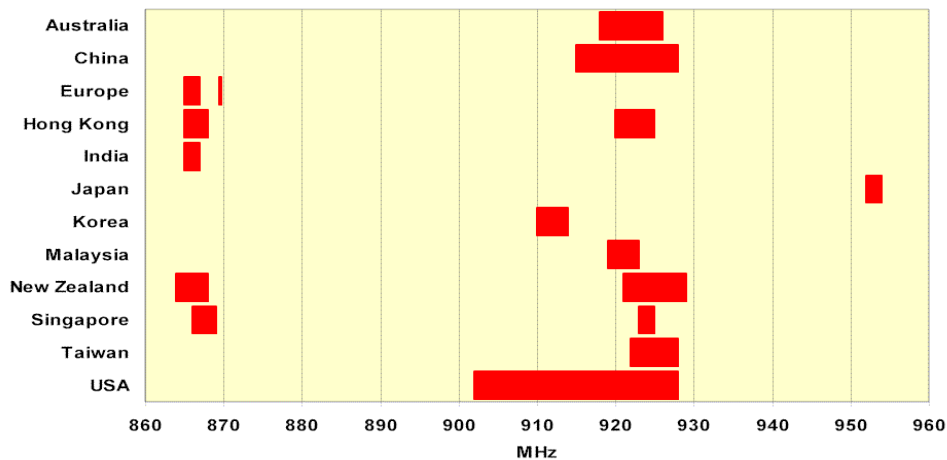
ถึงแม้ช่วงแถบความถี่ที่มีการใช้งานกันโดยทั่วไปในปัจจุบันจะมีอยู่ด้วยกันถึง 4 แถบความถี่ ได้แก่ ย่านความถี่ต่ำ (LF) ย่านความถี่สูง (HF) ย่านความถี่ UHF และ ย่านความถี่ไมโครเวฟ ในขณะนี้แถบความถี่ที่กำลังมีการใช้งานอย่างแพร่หลายและมีแนวโน้มขยายตัว ได้แก่ ย่านความถี่ UHF เพื่องานด้านการจัดการระบบขนส่งสินค้า (logistics) การค้าปลีก (retail) และการจัดการคลังสินค้า (warehouse) ดังนั้น การกำหนดหลักการใช้งานและจัดสรรคลื่นความถี่ในช่วงดังกล่าวจึงนับว่าเป็นเรื่องเร่งด่วนที่ กทช. ควรเร่งดำเนินการเพื่อให้ทันต่อการใช้งานที่กำลังขยายตัวเข้ามาในประเทศไทย

จากการศึกษาโดยวิเคราะห์จากแถบความถี่ที่ยังไม่ได้จัดสรรความจำเป็นในการใช้งาน ประกอบกับกรณีศึกษาจากต่างประเทศ พบว่า การจัดสรรคลื่นความถี่ในย่าน UHF เพื่อการใช้งานด้าน RF-ID ในประเทศไทยมีความเป็นไปได้ดังนี้

1. จากการสำรวจในเบื้องต้นร่วมกับ กทช. พบว่า ช่วงแถบความถี่ในย่าน UHF (ระหว่าง 860-960 MHz ตามมาตรฐาน EPCglobal Standard) ที่ยังไม่ได้ได้รับการจัดสรร (Available bandwidth) ให้กับกิจการใดๆ นั้นมีอยู่ด้วยกัน 2 ช่วง ได้แก่ (1) 894.0 - 897.5 MHz และ (2) 915.0 - 942.5 MHz ดังนั้นการจัดสรรในช่วงดังกล่าวมีความเป็นไปได้ที่จะไม่ชนทับกับช่วงแถบความถี่ที่ได้จัดสรรไปแล้วเพื่อกิจการด้าน Trunk radio บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ของบริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) (กสท.), บริษัทโทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) (DTAC), และบริษัทแอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จำกัด (มหาชน) (AIS) (ดูรายละเอียดในบทที่ 3)



2. ในการจัดสรรความกว้างของช่วงความถี่นั้น โดยทางเทคนิคแล้ว ช่วงความกว้างของคลื่นหรือแบนด์วิธ (bandwidth) ที่แคบจะมีโอกาสที่จะจัดสรรเพิ่มเติมภายหลังได้ยาก หากการใช้งาน RF-ID มีการขยายตัวมากขึ้น (ภายใต้เทคโนโลยีในปัจจุบัน) ในขณะที่เดียวกันช่วงแถบความถี่ที่กว้างจะมีโอกาสที่จะจัดสรรเพิ่มเติมให้กว้างขึ้นในอนาคตได้ง่ายกว่า และเมื่อพิจารณาจากแถบความถี่ที่ยังไม่ได้มีการจัดสรรทั้ง 2 ช่วงที่กล่าวมาข้างต้น ช่วงที่มีแบนด์วิธกว้างมากที่สุดคือ ช่วง 915.0 - 942.5 ส่วนช่วง 894.0 - 897.5 MHz นั้นมีช่วงแบนด์วิธที่แคบเพียง 3.5 MHz นอกจากนี้ จากการศึกษาพบว่า **ไม่มีประเทศใดที่จัดสรรคลื่นความถี่ย่าน UHF ที่ความถี่ในช่วง 894.0 - 897.5 MHz สำหรับการใช้งานด้าน RF-ID** (รูปที่ 5.1 และดูรายละเอียดในบทที่ 2) ซึ่งหากประเทศไทยจัดสรรคลื่นความถี่ดังกล่าวเพื่อการใช้งาน RF-ID ก็จะเป็นการจำกัดการใช้งานและการผลิตเพื่อรองรับในประเทศเท่านั้น และไม่สามารถใช้งานร่วมกับระบบของประเทศต่างๆ ได้ ซึ่งขัดกับหลักการการกำหนดมาตรฐานที่สามารถใช้งานร่วมกัน (interoperability) อีกทั้งยังทำให้ต้นทุนของ RF-ID ในประเทศไทยสูงกว่าประเทศอื่น เนื่องจากขาดการผลิตในระดับที่อาจนำไปสู่การประหยัดจากขนาดการผลิต (economy of scale) ดังนั้น**ช่วงความถี่ที่ยังไม่ได้รับการจัดสรรที่ กทช. ควรจัดสรรเพื่อรองรับการใช้งานร่วมกับการใช้งานที่กำลังขยายตัวทั่วโลกคือ ช่วง 915.0 - 942.5 MHz** นั่นเอง



รูปที่ 5.1 แสดงช่วงความถี่ UHF สำหรับ RF-ID ในประเทศต่าง ๆ

ที่มา: *Electronic Article Surveillance (EAS) and Radio Frequency Identification Devices (RF-IDs)* Ian Brooker, September 2005

- สำหรับความกว้างของแถบความถี่ที่จัดสรรนั้นในหลายประเทศมีความกว้างอยู่ระหว่าง 2-5 MHz (เช่น ญี่ปุ่น 2 MHz สิงคโปร์ 2 MHz มาเลเซีย 4 MHz ฮองกง 5 MHz จีน 5 MHz เป็นต้น) ยกเว้นแต่ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นประเทศที่ไม่มีการใช้งานช่วงความถี่โทรศัพท์ในระบบ GSM จึงมีช่วงแถบความถี่ในย่าน UHF เหลือจำนวนมากที่ได้จัดสรรให้กับการใช้งานด้าน RF-ID สำหรับประเทศไทยอาจจะจัดสรรความถี่ที่มีความกว้าง 2 - 4 MHz (โดยทั่วไป APT แนะนำให้ใช้อย่างน้อย 2 MHz) การกำหนดความกว้างของช่วงที่จัดสรรแคบเกินไปอาจจะทำให้เกิดปัญหาในด้านการจำกัดของเครื่องอ่าน RF-ID ขณะเดียวกันการกำหนดช่วงการใช้งานกว้างเกินไปอาจจะทำให้ใช้งานคลื่นความถี่ได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ เนื่องจากคลื่นความถี่เป็นทรัพยากรที่มีจำกัดดังนั้นในการจัดสรร จึงควรคำนึงถึงการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดด้วย นอกจากนี้ในปัจจุบันเทคโนโลยีของการออกแบบป้ายและเครื่องอ่าน RF-ID กำลังมีการพัฒนาให้สามารถใช้ช่องสัญญาณได้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและลดการรบกวนกัน เช่น เทคนิค Frequency Hopping และ Listen Before Talk (LBT)⁴ ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่ในอนาคตการใช้ช่องสัญญาณจะมีประสิทธิภาพมากขึ้น และการกำหนด

⁴ Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS) เป็นเทคนิคการใช้ช่องความถี่แบบกระโดด เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้ช่องสัญญาณที่ซ้ำซ้อนกันในเวลาเดียวกัน เป็นระบบที่ช่วยให้มีการใช้ Bandwidth ได้อย่างมีประสิทธิภาพในภาวะที่มีเครื่องอ่านหลายๆ เครื่องในบริเวณเดียวกัน (dense reader mode)

Listen Before Talk (LBT) เป็นเทคนิคการรักษามารยาทในการสื่อสารของอุปกรณ์ไร้สาย (มารยาทการใช้คลื่นความถี่ spectral etiquette) สำหรับอุปกรณ์เครื่องอ่าน RF-ID จะใช้วิธีการนี้ในภาวะที่มีเครื่องอ่านอยู่หนาแน่น (dense reader mode) เพื่อป้องกันการรบกวนกันของเครื่องอ่านแต่ละเครื่อง ในภาวะที่มีแบนด์วิดท์จำกัด

ช่วงช่องสัญญาณที่กว้างเกินไปอาจนำไปสู่การใช้ทรัพยากรอย่างไม่คุ้มค่าในอนาคต เมื่อเทคโนโลยีถูกพัฒนาไป ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงความเพียงพอของการใช้งานในปัจจุบันและแนวโน้มเทคโนโลยีในอนาคตจึงเสนอให้ช่วงจัดสรรอยู่ระหว่าง 2 - 4 MHz ในระยะแรก และหากมีความจำเป็นจึงขยายเพิ่มภายหลัง

4. จากการทดสอบทางเทคนิคเกี่ยวกับอุปกรณ์ RF-ID ในพื้นที่เปิดในห้องปฏิบัติการ และในสถานีเครือข่าย GSM ของ AIS ในย่านความถี่ 924.4 - 926.6 MHz โดยความร่วมมือกันระหว่างสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, AIS, กทข., และ เนคเทค (เมื่อวันที่ 27 ตุลาคม 2548) เพื่อนำข้อมูลมาประกอบการพิจารณาการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน UHF และกำหนดมาตรฐานเครื่องส่งสำหรับใช้งานในประเทศไทย พบว่าในย่านความถี่ดังกล่าว เครื่องส่ง RF-ID ที่นำมาทดสอบไม่มีการรบกวนกับระบบ GSM ของ AIS ซึ่งได้รับการจัดสรรแถบความถี่ในช่วง 897.5 - 915 MHz สำหรับสัญญาณ Up link และ ความถี่ช่วง 942.5 - 960 MHz สำหรับสัญญาณ Down link ของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ดังนั้นโดยทางเทคนิคผลการทดลองรับรองผลได้ (สำหรับเครื่องอ่าน 1 ตัว) ว่าไม่มีการรบกวนเครือข่าย GSM ดังนั้น **กทข. สามารถจัดสรรในช่วง 924 - 927 MHz ทั้งนี้การกำหนดค่ากลางที่แน่นอนควรที่จะได้มีการทดสอบทางเทคนิคอีกครั้ง** โดยทดสอบในสภาวะแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับการนำไปใช้งานจริง
5. สำหรับกำลังส่ง (effective radiated power) ภายใต้แถบความถี่ที่จัดสรรนั้น กำลังส่งสูง 4W (e.i.r.p) ควรจะต้องขอใบอนุญาตที่เกี่ยวข้อง (เช่น ทำ มี ใช้) อย่างไรก็ตาม เพื่อเป็นการลดภาระของ กทข. ในการออกใบอนุญาตแก่ผู้ผลิต ผู้นำเข้า และผู้ใช้ RF-ID รวมทั้งอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน ดังนั้นหากเป็นการใช้งานในพื้นที่จำกัด หรือกำลังส่งไม่เกิน 1W (e.i.r.p)⁵ จึงเห็นควรให้ยกเว้น ไม่ต้องได้รับใบอนุญาตทำ มี ใช้ นำเข้า นำออก และค้าเพื่อเป็นการส่งเสริมให้การใช้งาน RF-ID ขยายตัว ส่วนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง จะต้องผ่านการทดสอบรับรองตัวอย่างจากสำนักงาน กทข. ก่อนการใช้งาน

กำลังส่งที่ใช้งานจะมีผลกระทบต่อระยะทางการติดต่อสื่อสารระหว่างป้าย (tag) กับเครื่องอ่าน (reader) ทั้งนี้ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังส่งในระดับต่างระยะทางของการติดต่อสื่อสารระหว่างป้ายแบบพาสซีฟ (passive) และเครื่องอ่านในย่าน UHF สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.1 **การอนุญาตให้ใช้งานที่กำลังส่งสูง ๆ จะทำให้การใช้งานใช้ได้ในระยะที่ไกลขึ้น แต่อาจมีปัญหาการรบกวนกันของสัญญาณหากมีเครื่องอ่าน**

⁵ ในทางปฏิบัติ APT อนุญาตกำลังส่งขั้นต่ำสำหรับย่าน UHF ที่ 0.5 W

หลายตัวในบริเวณใกล้เคียง และอาจมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้งานซึ่งขณะอยู่ในระหว่างการศึกษา⁶

ตารางที่ 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังส่งและระยะทางในย่าน UHF สำหรับป้ายแบบพาสซีฟ

กำลังส่ง	ระยะทาง
0.5 W (e.i.r.p)	1 -2 เมตร
2 W (e.i.r.p)	2 -4 เมตร
4 W (e.i.r.p)	4 -6 เมตร

- อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาการจัดสรรคลื่นความถี่ในประเทศต่างๆ นั้นมีข้อสังเกตว่า หากต้องการให้การใช้งานร่วมกับประเทศอื่นๆ ได้อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะด้านการบริหารห่วงโซ่อุปทาน (supply chain) และ การบริหารการจัดส่งและสินค้าคงคลัง (logistics) การจัดสรรคลื่นความถี่เพื่อการใช้งานด้าน RF-ID ในช่วง 915.0-942.5 MHz เพียงช่วงเดียวอาจไม่เพียงพอ ดังนั้น กทช. จึงควรพิจารณาจัดสรรอีกครั้ง (reallocate) ในช่วง 864.0-869 MHz⁷ เพิ่มเติมด้วย ซึ่งหลายประเทศได้จัดสรรช่วงความถี่นี้ เพื่อใช้งาน RF-ID ดังนั้นในทางปฏิบัติ กทช. อาจจะจัดสรรแถบความถี่เพื่อการใช้งานด้าน RF-ID ไว้ 2 ช่วง คือ 866.0-868.2 MHz และ ช่วง 915.0-942.5 MHz เช่นเดียวกับประเทศสิงคโปร์ ฮองกง และมาเลเซีย ที่พยายามจัดสรรให้ครอบคลุมการใช้งานตามมาตรฐานของประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป และสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นผู้ค้าและผู้บริโภคกลุ่มใหญ่ที่มีการใช้งาน RF-ID มากกว่าส่วนอื่นๆ ในโลก

⁶ "Questions and Answer about Biological Effects and Potential Hazards of Radiofrequency Electromagnetic Fields" Federal Communications Commission office of Engineering and Technology (1999).

⁷ ปัจจุบันมีแผนจัดสรรให้กับ trunk radio

สรุปข้อเสนอแนะทางการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน UHF เพื่อการใช้งาน RF-ID ในประเทศไทย

- (1) จัดสรรแถบความถี่ที่ยังว่างอยู่ และเป็นที่ใช้กันแพร่หลายทั่วโลกได้แก่ ช่วง 915.0-942.5 MHz และหาก กทช. ต้องการพิจารณาช่วงอื่นเพิ่มเติม เสนอให้พิจารณาจัดสรรอีกครั้ง (reallocate) ในช่วง 866.0-868.2 MHz ประกอบด้วย
- (2) ความกว้างของแถบความถี่ที่จัดสรรควรอยู่ระหว่าง 2-4 MHz เพื่อให้เกิดการใช้งานอย่างเพียงพอและมีประสิทธิภาพสูงสุด
- (3) ช่วงที่สามารถกำหนดคือ 924-927 MHz เนื่องจากการทดสอบทางเทคนิคพบว่าช่วง 924-927 MHz (รวม Guard band) ไม่มีการรบกวนกับย่านความถี่วิทยุข้างเคียง และอาจสำรองช่วงความถี่ (921-924 MHz และ 927-928) เพื่อรองรับการขยายตัวของการใช้งาน RF-ID ในอนาคตทั้งนี้ควรจัดให้มีการทดสอบทางเทคนิคเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาจัดสรร
- (4) ควรกำหนดให้อุปกรณ์ RF-ID ในย่านความถี่วิทยุ UHF ที่มีกำลังส่งไม่เกิน 1 W (e.i.r.p) ให้ได้รับการยกเว้นใบอนุญาตที่เกี่ยวข้อง ส่วนอุปกรณ์ RF-ID ที่มีกำลังส่งเกินจากนี้ จะต้องได้รับใบอนุญาตที่เกี่ยวข้อง (เช่น ทำ มี ใช้)
- (5) ควรกำหนดให้อุปกรณ์ RF-ID ในย่านความถี่วิทยุ UHF ต้องผ่านการทดสอบรับรองตัวอย่างก่อนนำมาใช้งานในประเทศไทย

5.3 การศึกษาต่อไป: การดำเนินการในย่านความถี่อื่น ๆ

5.3.1 ย่านความถี่ต่ำและความถี่สูง: การขยายโอกาสของผู้ประกอบการไทย

นอกจากในมุมมองของจัดสรรคลื่นความถี่เพื่อรองรับการขยายตัวในด้านการใช้งานในย่าน UHF ที่รายงานฉบับนี้ได้รวบรวมและนำเสนอมาแล้วในตอนต้น การศึกษานี้ยังเห็นว่าการปรับปรุงกฎระเบียบเกี่ยวกับข้อกำหนดการอนุญาตเรื่องกำลังส่งในคลื่นย่านความถี่ต่ำ (LF) หรือแถบความถี่ที่ต่ำกว่า 135 kHz และแถบความถี่ย่านความถี่สูง (HF) หรือแถบความถี่ที่ 13.56 MHz เพื่อช่วยส่งเสริมผู้ประกอบการไทยก็ควรดำเนินการด้วยเช่นกัน โดยประสบการณ์ที่ผ่านมาของ นักพัฒนา RF-ID ไทย ได้แสดงให้เห็นว่านักพัฒนาไทยมีความพร้อมที่จะพัฒนา RF-ID ในช่วงย่านความถี่ต่ำขึ้นใช้งานได้แล้ว ทั้งนี้ทาง กทช. อาจร่วมกับผู้ประกอบการ หน่วยงานที่พัฒนาด้าน RF-ID และผู้เกี่ยวข้องอื่นๆ ศึกษาถึงความเหมาะสมต่อไป สำหรับข้อมูลในเบื้องต้นมีดังนี้

ย่านความถี่ต่ำ (LF)

ปัจจุบันการใช้งานในช่วงของคลื่นความถี่ต่ำ (น้อยกว่า 135 kHz) ผู้พัฒนา และผู้ใช้ไม่ต้องได้รับใบอนุญาตจาก กทช. หากมีกำลังส่งไม่เกิน 150 mW (e.i.r.p) (กฎกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร พ.ศ. 2547 ข้อ 2(10)) อย่างไรก็ตามในช่วงกำลังส่งดังกล่าวนั้นการสื่อสารระหว่างป้าย (tag) กับเครื่องอ่าน (reader) มีระยะไกล ไม่เกิน 1 เมตรเท่านั้น จึงทำให้การใช้งานจำกัดอยู่เฉพาะในการประยุกต์ใช้เพียงบางประเภท เช่น การใช้ในงานปศุสัตว์ ดังนั้น กทช. จึงควรพิจารณาให้เพิ่มกำลังส่งที่ไม่ต้องขออนุญาตให้สูงขึ้น โดยขยายให้กำลังส่งสูงสุดที่ไม่ต้องขออนุญาตขยายเป็น 2 W (e.i.r.p)⁸ ทั้งนี้เพื่อให้การขยายตัวของการใช้งานเพิ่มขึ้น และในทางอ้อมก็เป็นการช่วยสร้างตลาดให้กับผู้พัฒนา RF-ID ในประเทศด้วย เนื่องจากผู้ผลิต ผู้พัฒนา และผู้ใช้งานไม่ต้องมีผ่านขั้นตอนการขออนุญาต สำหรับประเทศอื่นที่ได้อนุญาตให้มีขยายกำลังส่งแล้วในขณะนี้ ได้แก่ ประเทศสิงคโปร์

ย่านความถี่สูง (HF)

ย่านความถี่สูง (HF) หรือ 13.56 MHz ปัจจุบันถูกนำไปใช้งานด้านบัตรสมาร์ท และหนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งตามตามกฎกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารข้อ 2 (11) กำหนดว่าหากกำลังส่งไม่เกิน 5 mW ไม่ต้องขอใบอนุญาตการจำหน่าย การใช้ และการนำเข้า ปัญหาส่วนหนึ่งที่ทำให้การใช้งานย่านนี้ไม่ขยายตัว (นอกจากราคาป้ายยังสูงอยู่) ก็คือ ความไม่สะดวกในการใช้งาน เนื่องจากกำลังส่งถูกจำกัดทำให้การใช้งานในระยะไกลหรือที่ต้องใช้กำลังส่งสูงๆ ยังต้องขอใบอนุญาตจากรัฐ ดังนั้นการส่งเสริมการใช้งานสำหรับ RF-ID ในย่านความถี่สูง รัฐจำเป็นต้องพิจารณาเรื่องการอนุญาตกำลังส่งใหม่ (เช่นเดียวกับย่านความถี่ต่ำ) เพื่อสนับสนุนการใช้งานในกลุ่มนี้ให้มากขึ้น และสนับสนุนให้ผู้พัฒนา RF-ID ไทย มีโอกาสขยายตลาดได้มากขึ้น

5.3.2 ย่านไมโครเวฟ: คลื่นความถี่เพื่อการใช้งานในอนาคต

ในอนาคตมีการคาดการณ์ว่าคลื่นความถี่สำหรับการใช้งาน RF-ID ในย่านความถี่ไมโครเวฟ (2.4 GHz) จะถูกนำมาใช้งานมากขึ้น ดังนั้นทาง กทช. ต้องเตรียมพร้อมและศึกษาถึง

⁸ การขยายกำลังส่งสูงสุดที่ไม่ต้องขออนุญาตสำหรับช่วงคลื่นความถี่ต่ำนี้ ผู้ประกอบการไทยได้แสดงความจำนงว่าจะขอให้มีการขยายไปถึง 4 W (e.i.r.p) ซึ่งหาก กทช. จะขยายกำลังส่งไปถึงระดับดังกล่าวก็ควรจะได้มีการทดสอบถึงความเหมาะสมทางเทคนิคก่อน

ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการจัดสรรคลื่นดังกล่าวในอนาคตด้วยเช่นกัน ซึ่งในการพิจารณายังสามารถตั้งอยู่บนหลักการพื้นฐานของการจัดสรรคลื่นความถี่ที่ได้เสนอไว้แล้วในตอนต้น

5.4 สรุป

การจัดสรรคลื่นความถี่และการกำหนดมาตรฐานอุปกรณ์ RF-ID ย่านความถี่ UHF เพื่อการใช้งานด้าน RF-ID ในประเทศไทยมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้ประกอบการของไทยสำหรับใช้เป็นกรอบในการพัฒนาและการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี RF-ID อย่งไรก็ดีที่ผ่านมามีประเทศไทยโดย กทช. ซึ่งมีหน้าที่หลักในการจัดสรรคลื่นความถี่ ยังไม่ได้จัดสรรคลื่นความถี่เพื่อการใช้งาน RF-ID ในประเทศไทย ในขณะที่ความต้องการใช้งาน RF-ID ในย่าน UHF กำลังขยายตัว โดยเฉพาะในการจัดการห่วงโซ่อุปทาน การขนส่ง และระบบสินค้าคงคลังที่นับวันกลายเป็นหัวใจของการค้า เนื่องจากเชื่อว่าการจัดการห่วงโซ่อุปทาน การขนส่ง และระบบสินค้าคงคลังที่ดีจะนำไปสู่การลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในองค์กร ดังนั้นการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน UHF จึงเป็นเรื่องที่ กทช. ควรเร่งดำเนินการให้แล้วเสร็จโดยเร็ว

ในการจัดสรรคลื่นความถี่นั้น นอกจากจะพิจารณาถึงความเป็นไปได้ทางเทคนิคแล้ว การจัดสรรควรตั้งอยู่บนหลักการของความโปร่งใส เป็นธรรม เพื่อไม่ให้เกิดข้อกีดกันทางการค้า อีกทั้งควรมีความยืดหยุ่น และสอดคล้องกับมาตรฐานสากลเพื่อให้เกิดความสามารถทำงานร่วมกันได้ของระบบ RF-ID ที่กำลังถูกพัฒนาขึ้นทั่วโลก นอกจากนั้นการจัดสรรคลื่นความถี่ที่จะคำนึงถึงการจัดสรรที่มีการใช้คลื่นความถี่อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากคลื่นความถี่เป็นทรัพยากรที่มีจำกัด

อาศัยหลักการที่กล่าวมาข้างต้น ประกอบกับการศึกษาประสบการณ์จากกรณีศึกษาต่างประเทศ และผลการทดสอบทางเทคนิคในเบื้องต้น ผลการศึกษานี้พบว่าแถบความถี่ที่ยังไม่ได้จัดสรรในย่าน UHF นั้นยังมีช่องว่างที่สามารถรองรับการใช้งาน RF-ID ในประเทศไทยคือ ช่วง 915 -942.5 MHz ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่ กทช. จะพิจารณาจัดสรรช่วงดังกล่าว โดยเสนอแนะให้จัดสรรแถบความถี่ระหว่าง 924-927 MHz ซึ่งจากการทดสอบในเบื้องต้นให้ผลว่าในช่วงดังกล่าวไม่มีการรบกวนกับระบบ GSM ซึ่งมีช่วงสัญญาณใกล้เคียง แต่อย่างไรก็ดีก่อนการประกาศอย่างเป็นทางการควรที่จะมีการทดสอบทางเทคนิคอย่างละเอียดเพื่อนำผลมาประกอบการพิจารณาจัดสรรคลื่นความถี่

นอกจากนี้ในการศึกษานี้ ยังมีข้อสังเกตเพิ่มเติมว่า หากต้องการให้การพัฒนา RF-ID ในประเทศไทยมีการขยายตัว (ไม่อาศัยเพียงการนำเข้าจากต่างประเทศเท่านั้น) การพิจารณาขยายกำลังส่งที่ไม่ต้องขออนุญาตสำหรับย่านความถี่ต่ำและความถี่สูงก็เป็นสิ่งที่ควรพิจารณาปรับปรุงเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

1. วัชรกร หนูทอง, อนุกุล น้อยไม้ และปรีนัท วรรณสว่าง, RF-ID เทคโนโลยีสารพัดประโยชน์, วารสารเนคเทค, ตุลาคม 2547
2. Klaus Finkenzeller, "RF-ID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification", 2nd ed., John Wiley & Sons, 2003.
3. EPCglobal, <http://www.epcglobalinc.org/>
4. Association of Automatic Identification and Mobility, <http://www.RF-ID.org>
5. ISO, <http://www.iso.ch>
6. เอกสารสรุปการสัมมนาเรื่อง The Global Potential of Radio Frequency Identification, U.S. Chamber of Commerce, "Washington D.C., April 2005
7. Draft APT Recommendation "Spectrum Allocation for Ultra High Frequency (UHF) Radio Frequency Identification (RF-ID), Spectrum Sub-Working Group 5, 5 September 2005

