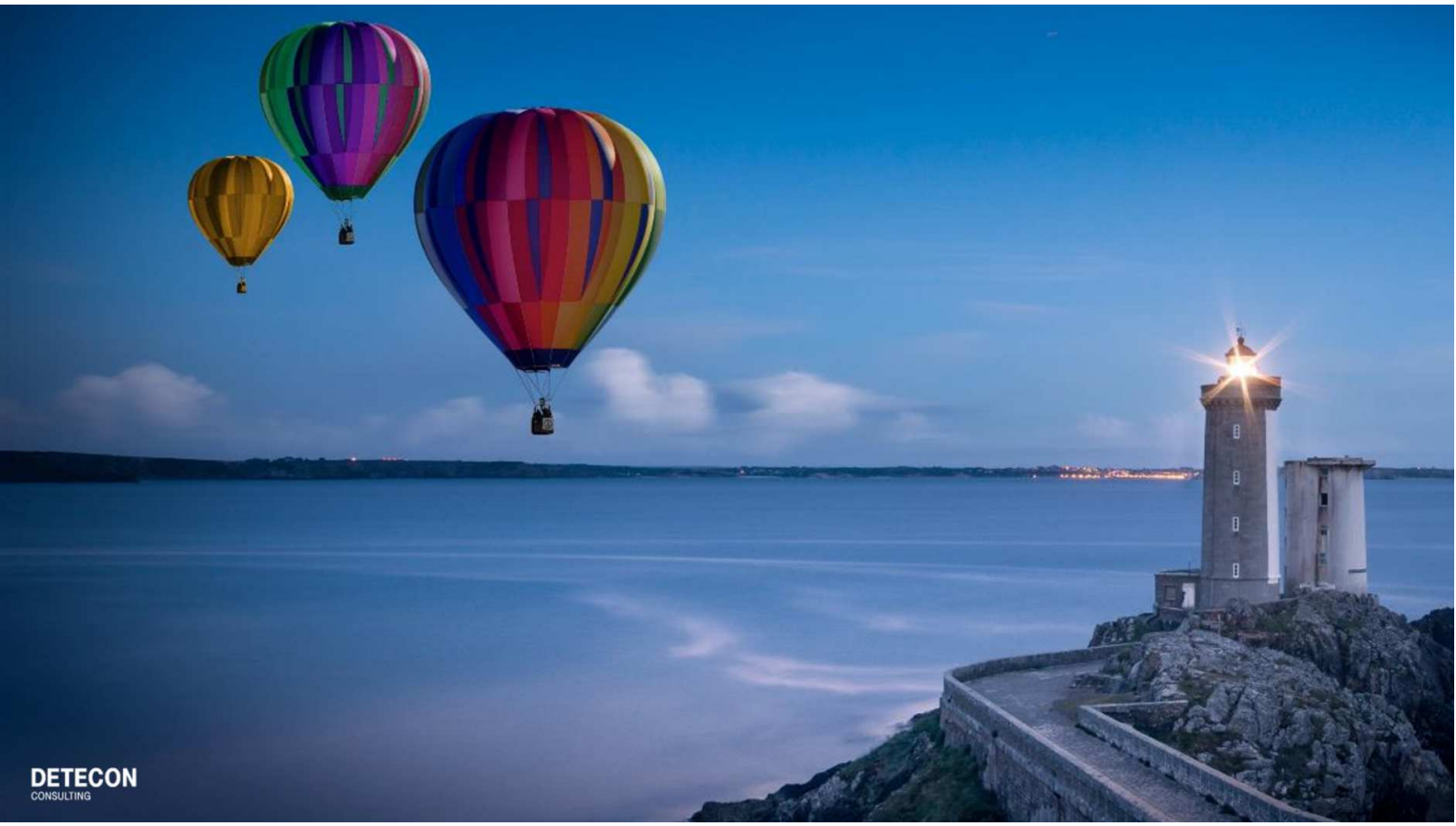
รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report)

โครงการศึกษาความต้องการใช้งานดาวเทียมในประเทศไทย



12 มีนาคม 2562

บริษัท เดเทคอน (ไทยแลนด์) จำกัด

(ฉบับปรับปรุง)

สารบัญ

1 บทสรุปผู้บริหาร 12

2 การศึกษาสภาพตลาดดาวเทียมสื่อสาร 20

2.1 สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารของโลก 21
2.1.1 ภาพรวมอุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปและดาวเทียมความจุสูง 21
2.1.2 อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปตามประเภทการใช้งาน 22
2.1.3 อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงตามประเภทการใช้งาน 24
2.1.4 อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมสื่อสารของโลก 25
2.1.4.1 อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมในปัจจุบัน 25
2.1.4.2 อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมในอนาคต 29
2.1.5 ราคาและรายได้รวมตลาดให้บริการดาวเทียม 31
2.1.5.1 ราคาการให้บริการดาวเทียมสื่อสาร 31
2.1.5.2 รายได้การให้บริการดาวเทียมสื่อสาร 31
2.1.6 สรุปสภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารของโลก 33
2.2 สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารแต่ละภูมิภาคของโลก 35
2.3 สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารในประเทศไทย 38
2.3.1 ภาพรวมอุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปและดาวเทียมแบบความจุสูง 39
2.3.2 อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปตามประเภทการใช้งาน 40
2.3.3 อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงแบ่งตามประเภทการใช้งาน 42
2.3.4 อุปสงค์รวมตามประเภทการใช้งานหลักและตัวขับเคลื่อน 44
2.3.4.1 อุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution / Broadcasting) 44
2.3.4.2 อุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) 47
2.3.4.3 อุปสงค์ดาวเทียมในการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service / VSAT) 50
2.3.4.4 อุปสงค์ดาวเทียมในการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) 52
2.3.4.5 อุปสงค์ดาวเทียมในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility / ESIM) 54
2.3.4.6 อุปสงค์ดาวเทียมในภาครัฐและการทหาร (Government / Military) 57
2.3.5 อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมสื่อสารในประเทศไทย 57
2.3.5.1 อุปสงค์ดาวเทียมในประเทศไทย 57
2.3.5.2 อุปทานความจุดาวเทียมในประเทศไทยและผู้ให้บริการ 59
2.3.5.3 เปรียบเทียบอุปสงค์ อุปทาน และช่องว่างความจุดาวเทียม 59
2.3.6 ราคาและรายได้รวมการบริการดาวเทียมสื่อสาร 60

2.3.6.1 ราคาการให้บริการดาวเทียมสื่อสาร 60
2.3.6.2 รายได้การให้บริการดาวเทียมสื่อสาร 61
2.3.7 สรุปสภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารในประเทศไทย 63

3 การศึกษาเชิงเทคโนโลยีและความต้องการใช้งาน 66

3.1 การศึกษาเชิงเทคโนโลยี 66
3.1.1 วิวัฒนาการของดาวเทียมค้างฟ้า (Geostationary Satellite) 66
3.1.1.1 ความต้องการความจุสูง (High Capacity) 66
3.1.1.2 การใช้คลื่นความถี่สูงและการสื่อสารเชิงแสง 67
3.1.1.3 พื้นที่ครอบคลุมที่ปรับเปลี่ยนได้ (Flexible Coverage) 67
3.1.2 เครือข่ายดาวเทียมวงโคจรระยะต่ำ (NGEO Constellations) 68
3.1.2.1 การออกแบบเครือข่ายดาวเทียมเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่โดยกว้าง 68
3.1.2.2 ดาวเทียมขนาดเล็ก (CubeSat) 70
3.1.2.3 ระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า 71
3.1.2.4 การเชื่อมต่อระหว่างดาวเทียมแบบ CubeSat 72
3.1.2.5 ค่าความหน่วงต่อเวลา (Latency) 73
3.1.3 ดาวเทียมสื่อสารความจุสูง (High Throughput Satellite) 73
3.1.4 การพัฒนาสถานีภาคพื้นดิน 75
3.1.5 การใช้งานสถานีพื้นโลกเคลื่อนที่ (Earth Station in Motion: ESIM) 78
3.1.6 ดาวเทียมสำรวจ (Earth Observation Satellite) 78
3.1.7 ประสิทธิภาพเชิงต้นทุนของกิจการอวกาศยุคใหม่ 81
3.1.7.1 การลดลงของต้นทุน 81
3.1.7.2 ลดเวลาที่ใช้ในการผลิตและอายุของดาวเทียม 83
3.1.8 สรุปแนวโน้มเทคโนโลยีที่สอดคล้องกับความต้องการในประเทศไทย 83
3.2 ความต้องการคลื่นความถี่ 84
3.2.1 ความถี่ย่าน C-Band 84
3.2.2 คลื่นความถี่ย่าน Ku และ Ka-Band สำหรับดาวเทียมสื่อสารความจุสูง 87
3.2.3 สรุปคลื่นความถี่ที่ต้องการใช้ 89
3.3 ความต้องการวงโคจรดาวเทียม 91
3.4 จำนวนผู้ใช้งานดาวเทียม 94

4 การศึกษาความต้องการใช้ข่ายงานดาวเทียมในประเทศไทย (SATELLITE NETWORK FILLINGS) 95

4.1 ตำแหน่งและความจุข่ายงานดาวเทียม 95
4.2 มูลค่าข่ายงานดาวเทียมเชิงเศรษฐศาสตร์ 97

4.2.1 การประมาณการมูลค่าผลประโยชน์ (Benefit) 97
4.2.2 การประมาณการมูลค่าต้นทุน (Cost) 98
4.2.3 ประมาณการผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit / Cost Ratio) 99
4.3 ตำแหน่งวงโคจรดาวเทียมและความต้องการใช้งาน 100
4.4 ผลกระทบเชิงเศรษฐกิจและทางสังคมของข่ายงานดาวเทียม 102
4.5 สรุปผลการศึกษาความต้องการใช้งานข่ายงานดาวเทียม 104

5 การศึกษากฎระเบียบระหว่างประเทศและในประเทศ (REGULATORY) 106

5.1 กฎระเบียบระหว่างประเทศ (INTERNATIONAL REGULATORY) 107
5.1.1 การใช้งานทรัพยากรคลื่นความถี่และวงโคจร (Spectrum / Orbit Rights) 107
5.1.1.1 หลักการจัดสรรการใช้งานทรัพยากรคลื่นความถี่และวงโคจร (Spectrum / Orbit Rights) 107
5.1.1.2 การประสานงานคลื่นความถี่และวงโคจรดาวเทียม (Coordination Procedure). 108
5.1.2 นโยบายและการกำหนดกฎระเบียบกิจการดาวเทียมระหว่างประเทศ (Satellite Policy Principle and Trend) 110
5.1.2.1 กรอบนโยบายและหลักการบริหารจัดการกิจการดาวเทียมสากล (Satellite Policy Principle) 110
5.1.2.2 แนวโน้มการกำกับดูแลและการออกใบอนุญาต (Key Regulatory and Licensing Trends) 111
5.1.3 กรณีศึกษาตัวอย่างแนวทางการให้ใบอนุญาตและค่าธรรมเนียมใบอนุญาต 112
5.2 ค่าบริหารจัดการดาวเทียม (ADMINISTRATION & OPERATING EXPENSES) 116
5.2.1 ค่าการบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียมของ ITU (ITU Administration Fee) 116
5.2.2 ค่าดำเนินการของหน่วยงานอำนวยการในประเทศตัวอย่าง (Administration and Operating Fee) 121
5.2.3 หลักการพื้นฐานการคำนวณค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียม 127
5.2.4 ค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียม (Administration and Operating Fee).. 128
5.3 กฎระเบียบของประเทศไทย (DOMESTIC REGULATORY) 131
5.3.1 การให้สัมปทาน การให้ใบอนุญาตประกอบกิจการ และแนวทางการร่วมลงทุนในดาวเทียมภาครัฐ 131
5.3.1.1 การให้สัมปทาน (Concession) 131
5.3.1.2 การให้ใบอนุญาต (Licensing) 131
5.3.1.3 การร่วมลงทุนในดาวเทียมภาครัฐ (Public Private Partnership) 132
5.3.2 แนวทางการอนุญาตให้สิทธิประกอบกิจการดาวเทียมวงโคจรแบบประจำที่ (Geostationary Satellite Orbit: GEO) 132

5.3.3 แนวทางการให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศ (Landing Rights)..... 134
5.3.4 ทางเลือกในการจัดหาความจุดาวเทียม (Alternatives) ของประเทศไทยในอนาคต 136
5.3.5 สรุปกฎระเบียบในประเทศและทางเลือกในการจัดหาความจุดาวเทียม..... 137

6 การศึกษาแนวทางการจัดหาความจุ และแบบจำลองต้นทุนและรายได้ (OPTIONS AND COST AND REVENUE MODEL)..... 138

6.1 แบบจำลองกรณีพื้นฐาน (BASELINE MODEL)..... 138
6.2 แบบจำลองกรณีทางเลือกที่ 1: การอนุญาตให้สิทธิประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศอย่างเสรี (SATELLITE LICENSE)..... 140
6.3 แบบจำลองกรณีทางเลือกที่ 2: การให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศ (LANDING RIGHTS)..... 142
6.4 แบบจำลองกรณีทางเลือกที่ 3: กรณีทางเลือกที่ 1 และกรณีทางเลือกที่ 2 ร่วมกัน..... 144
6.5 แบบจำลองกรณีการร่วมทุนในดาวเทียมภาครัฐ..... 146
6.6 สรุปความเป็นไปได้และความจำเป็นในการดำเนินการ..... 147

7 ภาคผนวก 1: คำนิยามและประเภทการใช้งานดาวเทียม..... 151

7.1.1 คำนิยามประเภทการใช้งานดาวเทียม (Satellite Applications)..... 151
7.1.1.1 การใช้งานดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (Direct-To-Home: DTH, Television Received-Only: TVRO)..... 152
7.1.1.2 การใช้งานดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution / Broadcasting) 153
7.1.1.3 การใช้งานดาวเทียมในการแพร่สัญญาณเฉพาะกิจ (Contribution & Occasional Use TV Service: OUTV)..... 154
7.1.1.4 การใช้งานดาวเทียมในระบบสัญญาณโทรศัพท์แบบดั้งเดิมและผู้ให้บริการโทรคมนาคม (Legacy Telephony & Carrier)..... 155
7.1.1.5 การใช้งานดาวเทียมในการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service & Very Small Aperture Terminal : VSAT)..... 156
7.1.1.6 การใช้งานดาวเทียมในการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Satellite Access Services)..... 157
7.1.1.7 การใช้งานดาวเทียมในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / Earth Station in Motion: ESIM)..... 158
7.1.1.8 การใช้งานดาวเทียมภาครัฐและการทหาร (Government / Military Service)... 159
7.1.2 คำนิยามแถบความถี่ดาวเทียม (Satellite Frequency Band)..... 160
7.1.3 ประเภทดาวเทียมสื่อสารและการวัดค่าเชิงปริมาณ..... 163

7.1.4 ขอบเขตภูมิภาคของโลกที่ทำการศึกษา (Regions) 166
7.1.5 ขอบเขตตลาดที่ทำการศึกษา 169
7.1.6 ขอบเขตเวลาและข้อมูลใช้ในการศึกษา (Time and Data Scope) 170

8 ภาคผนวก 2: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารแต่ละภูมิภาคของโลก 171

8.1 ภูมิภาคอเมริกาเหนือ (NORTH AMERICA: NAM) 172
8.2 อเมริกากลางและแคริบเบียน CENTRAL AMERICA & CARIBBEAN (CAMCB) 174
8.3 อเมริกาใต้ (SOUTH AMERICA: SAM) 176
8.4 ยุโรปตะวันตก (WESTERN EUROPE: WEU) 178
8.5 ยุโรปกลางและตะวันออก (CENTRAL & EASTERN EUROPE: CEEU) 180
8.6 ตะวันออกกลางและแอฟริกาเหนือ (MIDDLE EAST & NORTH AFRICA: MENA) 182
8.7 แอฟริกาซับซาฮาราน (SUB-SAHARAN AFRICA: SSA) 184
8.8 เอเชียตะวันออก (EAST ASIA: EA) 186
8.9 เอเชียใต้ (SOUTH ASIA: SA) 188
8.10 เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SOUTHEAST ASIA: SEA) 190
8.11 ภูมิภาคมหาสมุทรแอตแลนติก (ATLANTIC OCEAN REGION: AOR) 192
8.12 ภูมิภาคมหาสมุทรแปซิฟิก (PACIFIC OCEAN REGION: POR) 194
8.13 ภูมิภาคมหาสมุทรอินเดีย (INDIAN OCEAN REGION: IOR) 196
8.14 สรุปสภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารแต่ละภูมิภาคของโลก 198

9 ภาคผนวก 3: ข้อมูลการศึกษาแนวทางการออกใบอนุญาตและค่าธรรมเนียมกรณีศึกษาต่างประเทศ 201

9.1 การออกใบอนุญาตและค่าธรรมเนียมของประเทศสหรัฐอเมริกา 201
9.2 การออกใบอนุญาตและค่าธรรมเนียมของประเทศสิงคโปร์ 207
9.3 การออกใบอนุญาตและค่าธรรมเนียมของประเทศญี่ปุ่น 212
9.4 การออกใบอนุญาตและค่าธรรมเนียมของประเทศอินโดนีเซีย 218
9.5 การออกใบอนุญาตและค่าธรรมเนียมของประเทศฟิลิปปินส์ 220

10 ภาคผนวก 4: สมมติฐานในการศึกษาและแบบจำลอง 221

10.1 สมมติฐานประมาณการจำนวนผู้ใช้งานดาวเทียม 221
10.1.1 สมมติฐานประมาณการจำนวนผู้ใช้งานดาวเทียมแบบทั่วไป 221
10.1.2 สมมติฐานประมาณการจำนวนผู้ใช้งานดาวเทียมแบบความจุสูง 222
10.2 สมมติฐานรายได้ตลาดประเทศไทย 223
10.3 สมมติฐานรายได้รวมดาวเทียมไทยคม (ตลาดประเทศไทยและต่างประเทศ) 225
10.4 สมมติฐานรายได้รวมดาวเทียมไทยคมและรายได้ส่วนเฉพาะตลาดประเทศไทย 226
10.5 สมมติฐานรายได้แต่ละทางเลือกในการศึกษา 227

10.6 สมมติฐานต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและค่าเสื่อม (OPEX/DEPRECIATION) 228
10.7 สมมติฐานต้นทุนค่าใช้จ่ายในการลงทุนหลักในกิจการดาวเทียม (CAPEX)..... 230
10.8 สมมติฐานต้นทุนค่าเติมพลังงานเชื้อเพลิงดาวเทียมไทยคม 4 และ 5 231
10.9 สมมติฐานค่าธรรมเนียมข่ายงานดาวเทียม 232
10.10 สมมติฐานค่าธรรมเนียมคลื่นความถี่และใบอนุญาตประกอบกิจการแรกเข้า..... 233
10.11 สมมติฐานค่าธรรมเนียมใบอนุญาตประกอบกิจการรายปี 234

11 ภาคผนวก 5: ข้อมูลคลื่นความถี่ของข่ายงานดาวเทียมในประเทศไทย 235

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 1: ภาพรวมอุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปและแบบความจุสูงจำแนกตามแถบความถี่ดาวเทียม 22
รูปที่ 2: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปจำแนกตามประเภทความต้องการใช้งานดาวเทียม 23
รูปที่ 3: อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง (พิจารณาตามประเภทความต้องการใช้งานดาวเทียม) 25
รูปที่ 4: ภาพรวมปริมาณอุปสงค์และอุปทานความจุดาวเทียม ปี 2561 27
รูปที่ 5: ภาพรวมปริมาณอุปสงค์และอุปทานความจุดาวเทียม ปี 2559 28
รูปที่ 6: อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมแบบทั่วไป ในปัจจุบันและประมาณการในอนาคต 29
รูปที่ 7: อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมแบบความจุสูง ในปัจจุบันและประมาณการในอนาคต 30
รูปที่ 8: ราคาปัจจุบันและแนวโน้มราคาบริการดาวเทียมสื่อสารโลก 32
รูปที่ 9: รายได้รวมตลาดการให้บริการดาวเทียม 33
รูปที่ 10: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารแต่ละภูมิภาคของโลก 37
รูปที่ 11: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปและดาวเทียมความจุสูง 40
รูปที่ 12: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม C-Band และ Ku-Band จำแนกตามประเภทการใช้งาน 42
รูปที่ 13: อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง สำหรับดาวเทียมแบบ GEO / NGEO จำแนกตามประเภทการใช้งาน 44
รูปที่ 14: อุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) 45
รูปที่ 15: สัดส่วนความต้องการเคเบิลทีวี/ทีวีผ่านดาวเทียม ต่อ ทีวีภาคพื้นดินของประเทศไทย 46
รูปที่ 16: อุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) 48
รูปที่ 17: รายได้จากการให้บริการแพร่สัญญาณโทรทัศน์แบบมีค่าใช้จ่าย (Pay TV) ในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก 49
รูปที่ 18: อุปสงค์ดาวเทียมในการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data / VSAT) 51
รูปที่ 19: ปริมาณความจุการใช้งานอินเทอร์เน็ตในประเทศไทย 52
รูปที่ 20: อุปสงค์ดาวเทียมในการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) 53
รูปที่ 21: ผู้ลงทะเบียนใช้งานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงแบบประจำที่ (Fixed Broadband) และไม่ประจำที่ (Mobile Internet) และผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ต (Individual Using Internet) ต่อประชากร 100 คน 54
รูปที่ 22: อุปสงค์ดาวเทียมในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / ESIM) 56
รูปที่ 23: ปริมาณเรือเที่ยวเรือสินค้า (Vessel, Cargo, Container) จำแนกตามท่าเรือในประเทศไทย 57
รูปที่ 24: อุปสงค์ดาวเทียมในภาครัฐและการทหาร (Government / Military) 57
รูปที่ 25: ราคาปัจจุบันและแนวโน้มราคามาตรฐานในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 61
รูปที่ 26: รายได้ตลาดดาวเทียมสื่อสารปัจจุบันและแนวโน้มในประเทศไทย 62
รูปที่ 27: ดาวเทียมแบบ CubeSat 70
รูปที่ 28: ตัวอย่างดาวเทียมแบบ CubeSat 71
รูปที่ 29: ตัวอย่างระบบขับเคลื่อนไฟฟ้าที่ใช้กับดาวเทียมแบบ CubeSat 72
รูปที่ 30: สถาปัตยกรรมของดาวเทียมสื่อสารความจุสูง 74
รูปที่ 31: การเปรียบเทียบระหว่างลำคลื่นของดาวเทียมแบบทั่วไปกับดาวเทียมสื่อสารความจุสูง 75
รูปที่ 32: การพัฒนาเทคโนโลยีที่ใช้ในเสาอากาศรับส่งสัญญาณดาวเทียม 76
รูปที่ 33: ตัวอย่างเสาอากาศแบบ Electronically Steered Antenna 77
รูปที่ 34: การทำงานของ ESIM 78

รูปที่ 35: สถิติดาวเทียมสำรวจปี พ.ศ. 2561 79
รูปที่ 36: ดาวเทียม KNACSAT 81
รูปที่ 37: ตำแหน่งและข่ายงานดาวเทียมของประเทศไทย 96
รูปที่ 38: ต้นทุนดาวเทียม (Satellite Cost) (หน่วย: ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) 98
รูปที่ 39: ขอบเขตภูมิภาคในการศึกษาความต้องการใช้งานดาวเทียม 168
รูปที่ 40: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคอเมริกาเหนือ 173
รูปที่ 41: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคอเมริกากลางและแคริบเบียน 175
รูปที่ 42: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคอเมริกาใต้ 177
รูปที่ 43: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคยุโรปตะวันตก 179
รูปที่ 44: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคยุโรปกลางและตะวันออก 181
รูปที่ 45: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคตะวันออกกลางและแอฟริกา 183
รูปที่ 46: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคแอฟริกาซับซาฮาราน 185
รูปที่ 47: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคเอเชียตะวันออก 187
รูปที่ 48: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคเอเชียใต้ 189
รูปที่ 49: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 191
รูปที่ 50: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคมหาสมุทรแอตแลนติก 193
รูปที่ 51: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคมหาสมุทรแปซิฟิก 195
รูปที่ 52: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคมหาสมุทรอินเดีย 197
รูปที่ 53: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารแต่ละภูมิภาคของโลก 200
รูปที่ 54: การกำหนดสัดส่วนร้อยละความจุดาวเทียมไทยคมเพื่อการประมาณการรายได้ดาวเทียมไทยคม 225
รูปที่ 55: สมมติฐานรายได้ตลาดดาวเทียมสื่อสารในแบบจำลองทางเลือก 227

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1: สรุปการประมาณการตามแบบจำลองกรณีพื้นฐานและกรณีทางเลือก 17
ตารางที่ 2: สรุปความเป็นไปได้และความจำเป็นในแต่ละทางเลือก 18
ตารางที่ 3: สรุปความเป็นไปได้ในการร่วมลงทุนในดาวเทียมภาครัฐ 18
ตารางที่ 4: อุปสงค์ความต้องการใช้งานความจุดาวเทียมสื่อสารรวมของประเทศไทย ปี 2559-2569 58
ตารางที่ 5: ให้บริการและความจุดาวเทียมในประเทศไทย 59
ตารางที่ 6: ความจุดาวเทียมในประเทศไทยและอายุการใช้งาน 59
ตารางที่ 7: อุปสงค์ อุปทาน และช่องว่างความจุดาวเทียมในประเทศไทย 59
ตารางที่ 8: ตัวอย่างอัตราค่าบริการในการส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร 82
ตารางที่ 9: การประมาณต้นทุนดาวเทียมประเภทต่าง ๆ 83
ตารางที่ 10: ตารางความเป็นไปได้ในการนำความถี่ย่านต่างๆ มาใช้สำหรับ 5G ในประเทศไทย 86
ตารางที่ 11: ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้คลื่นความถี่ของ Ku-Band และ Ka-Band 88
ตารางที่ 12: ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติคลื่นความถี่ระหว่าง Ku-Band และ Ka-Band 88
ตารางที่ 13: ตารางสรุปคลื่นความถี่ที่ต้องการใช้ตามคลื่นความถี่ 89
ตารางที่ 14: ตารางสรุปวงโคจรดาวเทียมในประเทศไทยในปัจจุบัน 92

ตารางที่ 15: ตารางสรุปวงโคจรดาวเทียมที่ต้องการเพิ่มเติมในอนาคต 93
ตารางที่ 16: ประมาณการจำนวนผู้ใช้งานดาวเทียม (หน่วยดาวเทียมแบบทั่วไป: TPEs และหน่วยดาวเทียมแบบความจุสูง Gbps) 94
ตารางที่ 17: ข่ายงานดาวเทียมของประเทศไทยและความจุจำแนกตามช่วงความถี่ 96
ตารางที่ 18: ข่ายงานดาวเทียมของประเทศไทยและความจุจำแนกตามช่วงความถี่ 97
ตารางที่ 19: ข่ายงานดาวเทียมของประเทศไทยและประมาณการมูลค่าผลประโยชน์ (หน่วย: ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐต่อปี) 97
ตารางที่ 20: ข่ายงานดาวเทียมของประเทศไทยและประมาณการมูลค่าต้นทุน (หน่วย: ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐต่อปี) 98
ตารางที่ 21: ข่ายงานดาวเทียมของประเทศไทยและประมาณการผลประโยชน์ต่อต้นทุน 99
ตารางที่ 22: ข่ายงานดาวเทียมของประเทศไทยที่มีประมาณการผลประโยชน์ต่อต้นทุนสูง พิจารณาตามสถานการณ์แจ้งจดทะเบียนและการประสานงานการใช้ความถี่ และข่ายงานดาวเทียมที่มีประมาณการผลประโยชน์ต่อต้นทุนสูงที่ใกล้หมดอายุ ตามลำดับ 99
ตารางที่ 23: ข่ายงานดาวเทียมและพื้นที่ครอบคลุม 100
ตารางที่ 24: ข่ายงานดาวเทียม Planned Band 101
ตารางที่ 25: ช่องความถี่และช่วงคลื่นความถี่สำหรับดาวเทียมสื่อสาร 108
ตารางที่ 26: ช่องความถี่และช่วงคลื่นความถี่สำหรับดาวเทียมสื่อสาร 108
ตารางที่ 27: เปรียบเทียบค่าธรรมเนียมรวมการประกอบกิจการดาวเทียมกรณีประเทศตัวอย่าง 115
ตารางที่ 28: ค่าธรรมเนียนมการบริหารจัดการดาวเทียมของ ITU 120
ตารางที่ 29: ค่าธรรมเนียนมการบริหารจัดการดาวเทียมของประเทศตัวอย่าง 123
ตารางที่ 30: องค์ประกอบค่าธรรมเนียนมการบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียมของประเทศตัวอย่าง 124
ตารางที่ 31: ตัวอย่างการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักความพยายาม (Effort Weighting) ตามขั้นตอนการดำเนินการของหน่วยงาน Ofcom 125
ตารางที่ 32: กรอบการกำหนดหลักประกันการปฏิบัติตามข้อตกลง (Performance Bond) 126
ตารางที่ 33: ทางเลือกในการคำนวณ Cost Recovery และข้อดีและข้อจำกัดในแต่ละทางเลือก (หน่วย: เหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) 128
ตารางที่ 34: สรุปค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการดาวเทียม (หน่วย: เหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) 130
ตารางที่ 35: แนวทางการอนุญาตให้สิทธิประกอบกิจการ (Licensing) ดาวเทียมวงโคจรแบบประจำที่ของประเทศไทย 134
ตารางที่ 36: แนวทางการให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้า (Landing Rights) มาให้บริการในประเทศ 135
ตารางที่ 37: กรณีพื้นฐาน – ประมาณการรายได้ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ค่าเสื่อม ค่าเติมเชื้อเพลิง ค่าธรรมเนียม และกำไรจากการดำเนินงาน (หน่วย : ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) 139
ตารางที่ 38: กรณีทางเลือกที่ 1 – ประมาณการรายได้ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ค่าเสื่อม ค่าเติมเชื้อเพลิง ค่าธรรมเนียม และกำไรจากการดำเนินงาน (หน่วย : ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) 141
ตารางที่ 39: กรณีทางเลือกที่ 2 – ประมาณการรายได้ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ค่าเสื่อม ค่าเติมเชื้อเพลิง ค่าธรรมเนียม และกำไรจากการดำเนินงาน (หน่วย : ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) 143
ตารางที่ 40: กรณีทางเลือกที่ 3 – ประมาณการรายได้ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ค่าเสื่อม ค่าเติมเชื้อเพลิง ค่าธรรมเนียม และกำไรจากการดำเนินงาน (หน่วย : ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) 145

ตารางที่ 41: กรณีการร่วมลงทุนในดาวเทียมภาครัฐ (ดาวเทียม 4, 5 และ 6) – ประมาณการรายได้ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ค่าเสื่อม ค่าเติมเชื้อเพลิง ค่าธรรมเนียม และกำไรจากการดำเนินงาน (หน่วย : ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) 146
ตารางที่ 42: กรณีการร่วมลงทุนในดาวเทียมภาครัฐ (ดาวเทียม 4, 5, 6, 7 และ 8) – ประมาณการรายได้ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ค่าเสื่อม ค่าเติมเชื้อเพลิง ค่าธรรมเนียม และกำไรจากการดำเนินงาน (หน่วย : ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) 146
ตารางที่ 43: สรุปผลการประมาณการตามแบบจำลองกรณีพื้นฐานและกรณีทางเลือกจากการประมาณการ (หน่วย : ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) 147
ตารางที่ 44: สรุปความเป็นไปได้และความจำเป็นในแต่ละทางเลือก 150
ตารางที่ 45: คำนิยามแถบความถี่ดาวเทียม 161
ตารางที่ 46: คำนิยามแถบความถี่และประเภทการใช้งาน (Satellite Application) 162
ตารางที่ 47: คำนิยามขอบเขตภูมิภาคของโลกที่ทำการศึกษา 167
ตารางที่ 48: ค่าธรรมเนียมในการยื่นขออนุญาตที่เกี่ยวข้องกับกิจการดาวเทียมในประเทศสหรัฐอเมริกา 204
ตารางที่ 49: ค่าธรรมเนียมในการกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับกิจการดาวเทียมในประเทศสหรัฐอเมริกา 205
ตารางที่ 50: ค่าธรรมเนียมในการขอใช้สิทธิดาวเทียมวงโคจรดาวเทียมในประเทศสิงคโปร์ 208
ตารางที่ 51: ค่าธรรมเนียมในการยื่นขอใบอนุญาตและดำเนินการ 209
ตารางที่ 52: ค่าธรรมเนียมจัดการบริหารคลื่นความถี่รายปีสำหรับการใช้ความถี่วิทยุบนพื้นฐานพิเศษ 209
ตารางที่ 53: ค่าธรรมเนียมจัดการบริหารคลื่นความถี่รายปีสำหรับการใช้ความถี่วิทยุบนพื้นฐานการใช้งานร่วมกัน 211
ตารางที่ 54: ค่าธรรมเนียมใบอนุญาตประกอบกิจการสถานีวิทยุภาคพื้นดินและแบบเคลื่อนที่ของประเทศญี่ปุ่น 215
ตารางที่ 55: ค่าธรรมเนียมในอนุญาตใช้คลื่นความถี่ของประเทศญี่ปุ่น 215
ตารางที่ 56: ค่าธรรมเนียมกิจการดาวเทียมในการแพร่ภาพกระจายเสียงของประเทศญี่ปุ่น 216
ตารางที่ 57: สมมติฐานการประมาณรายได้ตลาดประเทศไทย 223
ตารางที่ 58: สมมติฐานรายได้รวมดาวเทียมไทยคมในตลาดประเทศไทยและต่างประเทศ (หน่วย: ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) 225
ตารางที่ 59: สมมติฐานรายได้รวมดาวเทียมไทยคมและรายได้ส่วนเฉพาะตลาดประเทศไทย (หน่วย: ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) 226
ตารางที่ 60: สมมติฐานรายได้ทางเลือกที่ 0: กรณีพื้นฐานการใชงานดาวเทียมที่มีอยู่ในปัจจุบันให้บริการ (หน่วย: ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) 227
ตารางที่ 61: สมมติฐานรายได้ทางเลือกที่ 1: การอนุญาตให้สิทธิประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศอย่างเสรี (Satellite License) (หน่วย: ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) 227
ตารางที่ 62: สมมติฐานรายได้ทางเลือกที่ 2: การให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศ (Landing Rights) (หน่วย: ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) 227
ตารางที่ 63: สมมติฐานรายได้ทางเลือกที่ 3: กรณีทางเลือกที่ 1 และทางเลือกที่ 2 ร่วมกัน (หน่วย: ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) 227
ตารางที่ 64: สมมติฐานต้นทุนค่าใช้จ่ายหลัก (Operating Expenses) (หน่วย: ร้อยละ) 229
ตารางที่ 65: สมมติฐานต้นทุนค่าใช้จ่ายในการลงทุนในดาวเทียม (หน่วย: ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) 230
ตารางที่ 66: ประมาณการส่วนต่างระหว่างอุปทานและอุปสงค์ความจุใช้งานดาวเทียมในประเทศไทย 230

ตารางที่ 67: สมมติฐานต้นทุนค่าใช้จ่ายในการลงทุนในดาวเทียมกรณีทางเลือกที่ 1 (หน่วย: ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ)..... 230
ตารางที่ 68: สมมติฐานต้นทุนค่าใช้จ่ายในการลงทุนในดาวเทียมกรณีทางเลือกที่ 3 (หน่วย: ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ)..... 230
ตารางที่ 69: สมมติฐานค่าใช้จ่ายในการเติมเชื้อเพลิงดาวเทียมไทยคม 4 และ 5 กรณีนำดาวเทียมในใช้งานต่อทั้งหมด (หน่วย: ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) 231
ตารางที่ 70: สมมติฐานค่าใช้จ่ายในการเติมเชื้อเพลิงดาวเทียมไทยคม 4 และ 5 กรณีพื้นฐาน (หน่วย: ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) 231
ตารางที่ 71: ค่าธรรมเนียมขอข่ายงานดาวเทียมกับหน่วยงาน ITU (หน่วย: ฟรังก์สวิสซ์) 232
ตารางที่ 72: สมมติฐานค่าธรรมเนียมผู้ประกอบการดาวเทียมรายปี (หน่วย: ร้อยละของรายได้)..... 234
ตารางที่ 73: สมมติฐานค่าธรรมเนียมผู้ประกอบการดาวเทียมรายปีกรณีการร่วมทุนในดาวเทียมภาครัฐ (หน่วย: ร้อยละของรายได้) 234

1 บทสรุปผู้บริหาร

สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารของโลก

ภาพรวมตลาดดาวเทียมสื่อสารในปัจจุบันของโลกมีปริมาณอุปทานความจุดาวเทียมแบบทั่วไปและดาวเทียมแบบความจุสูง (ทั้งดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่และดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่) สูงกว่าปริมาณอุปสงค์ เนื่องจากถึงแม้ว่าดาวเทียมจะเป็นอุปกรณ์สื่อสารโทรคมนาคมที่ประเทศที่มีอาณาเขตใกล้กันสามารถใช้ร่วมกันได้ แต่นานาประเทศในแต่ละภูมิภาคต่างให้ความสำคัญกับความมั่นคงด้านการสื่อสารโทรคมนาคม และมีผู้ประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศของตนเอง อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปโดยรวมในแต่ละภูมิภาคของโลกมีแนวโน้มอัตราการเติบโตต่ำ ในขณะที่อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง (High-Throughput Satellite: HTS) หรือดาวเทียมบรอดแบนด์ (Broadband Satellite) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการใช้งานสูงและต้นทุนต่อหน่วยต่ำ

ในส่วนของอุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite) มีความต้องการใช้งานหลักเพื่อการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service & VSAT) การแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution / Broadcasting) และการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (Direct-To-Home: DTH) ในส่วนของอุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง ปัจจุบันมีปริมาณความต้องการใช้งานดาวเทียมแบบความจุสูงแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) มากกว่าดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) อย่างไรก็ตาม ในอนาคตหากเทคโนโลยีและต้นทุนการใช้งานดาวเทียมความจุสูงแบบวงโคจรไม่ประจำมีพัฒนาการที่ดีขึ้น อาจส่งผลให้ความต้องการใช้งานเพิ่มขึ้น โดยความต้องการใช้งานหลักของดาวเทียมแบบความจุสูงเป็นการใช้งานเพื่อการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Satellite Access) และการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service & VSAT) และมีความต้องการใช้งานรองสำหรับการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / ESIM) และภาครัฐและการทหาร

สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารในประเทศไทย

การศึกษาภาพรวมตลาดดาวเทียมสื่อสารในประเทศไทยในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ปี 2559-2569 พบว่าอุปสงค์ดาวเทียมสื่อสารแบบทั่วไปมีแนวโน้มการใช้งานเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากข้อจำกัดเชิงเทคโนโลยีของดาวเทียมแบบทั่วไปที่ไม่ได้พัฒนาจากอดีต ในขณะที่อุปสงค์ดาวเทียมสื่อสารแบบความจุสูงมีแนวโน้มเติบโตต่อเนื่องเพราะความได้เปรียบเชิงประสิทธิภาพในการใช้งานและประสิทธิภาพเชิงต้นทุน อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในย่านความถี่ดาวเทียม C-Band ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่มีการใช้งานหลักในประเทศไทย มีแนวโน้มเติบโตไม่มากเนื่องจากมีข้อจำกัดด้านประสิทธิภาพและต้นทุนที่ไม่สนับสนุนการขยายตัวของความต้องการใช้งาน ในขณะที่อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงมีแนวโน้มความต้องการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากแรงขับเคลื่อนความต้องการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) และการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service / VSAT) โดยความต้องการใช้งานดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) ในปัจจุบัน สูงกว่าความต้องการใช้งานดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS)

เมื่อพิจารณาอุปสงค์ความต้องการใช้งานดาวเทียมสื่อสารในประเทศไทย โดยแบ่งตามประเภทการใช้งาน สามารถสรุปประเด็นสำคัญที่อาจเป็นอุปสรรคและความท้าทายของตลาดดาวเทียมสื่อสารในอนาคต ได้ดังต่อไปนี้

- อุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution / Broadcasting) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากความต้องการของผู้ให้บริการแพร่สัญญาณรายหลักในปัจจุบันที่มีความต้องการใช้งานอย่างต่อเนื่องเพื่อรักษาส่วนแบ่งตลาด อย่างไรก็ตาม การแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อผ่านดาวเทียมต้องแข่งขันกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตภาคพื้นดินซึ่งเป็นอีกทางเลือกของผู้ใช้งาน

- อุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากผู้ใช้งานหลักในปัจจุบันยังคงมีความต้องการใช้งานดาวเทียมแบบทั่วไปอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะสำหรับคลื่นความถี่ C-Band และ Ku-Band เพื่อรักษาฐานลูกค้าในปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม การใช้งานประเภทนี้ต้องแข่งขันกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตภาคพื้นดิน เช่นเดียวกับกรณีการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution)

- อุปสงค์ดาวเทียมในการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service / VSAT) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากความต้องการสื่อสารข้อมูลที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะความต้องการใช้งานดาวเทียมแบบความจุสูง

- อุปสงค์ดาวเทียมในการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ด้วยประสิทธิภาพเชิงเทคนิคและเชิงต้นทุนของดาวเทียมแบบความจุสูงซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางในอนาคต

- อุปสงค์ดาวเทียมในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / ESIM) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งในส่วนของดาวเทียมแบบทั่วไปและดาวเทียมแบบความจุสูง เนื่องจากการขยายตัวของการขนส่งเชิงพาณิชย์ (ทั้งการเดินทางภาคพื้นมหาสมุทร ทางเครื่องบิน และการใช้งานของธุรกิจพลังงาน)

- อุปสงค์ดาวเทียมในภาครัฐและการทหาร (Government / Military) ของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะส่วนความต้องการทางการทหารและเพื่อความมั่นคง

เมื่อเปรียบเทียบอุปสงค์และอุปทานดาวเทียมของประเทศไทย พบว่า ประเทศไทยมีข้อจำกัดด้านอุปทานดาวเทียม ทั้งดาวเทียมแบบทั่วไป (C-Ku-Ka Band) และดาวเทียมแบบความจุสูง เนื่องจากความต้องการใช้งานดาวเทียมในประเทศมีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งทำให้อุปทานที่มีอยู่อย่างจำกัดในปัจจุบันไม่สามารถตอบสนองความต้องการใช้งานที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคตได้ (ถึงแม้จะพิจารณาการขยายอายุการใช้งานของดาวเทียมไทยคม 4 และ 5 แล้วก็ตาม)

ในส่วนของราคาการให้บริการความจุดาวเทียมสื่อสารในอนาคตมีแนวโน้มลดลงถึงคงที่ โดยสาเหตุที่ผู้ให้บริการความจุดาวเทียมไม่สามารถปรับเปลี่ยนราคาไปจากเดิมได้มากนั้น เกิดจากแรงกดดันของอุปทานส่วนเกินในตลาดดาวเทียมสื่อสารเอง และแรงกดดันจากทางเลือกอื่นในการให้บริการโทรคมนาคมในอนาคต อาทิ โครงสร้างพื้นฐานบรอดแบนด์อินเทอร์เน็ตความเร็วสูงภาคพื้นดิน เป็นต้น

แนวโน้มเทคโนโลยีที่สอดคล้องกับความต้องการในประเทศไทย

ดาวเทียมสื่อสารมีการพัฒนาด้านเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองความต้องการติดต่อสื่อสารด้วยความเร็วสูง การใช้บรอดแบนด์แอพพลิเคชัน และความต้องการใช้งานในทุกพื้นที่บนโลกเช่นเดียวกับเครือข่ายภาคพื้นดิน โดยดาวเทียมสื่อสารที่มีความจุสูงสามารถรองรับการรับส่งสัญญาณความเร็วสูง มีการเพิ่มแบนด์วิดท์โดยการใช้คลื่นความถี่ซ้ำ(Frequency Reused) และมีการปรับลำคลื่น (Beam Forming) ให้มีขนาดเล็กหลายลำคลื่น เพื่อให้สามารถใช้คลื่นความถี่ซ้ำได้ ซึ่งขนาดของลำคลื่นจะขึ้นอยู่กับขนาดของสายอากาศที่สถานีดาวเทียมและคลื่นความถี่ที่ใช้งาน

ปัจจุบัน มีการปรับเปลี่ยนย่านความถี่สำหรับการใช้งานดาวเทียมไปยังย่านความถี่ที่สูงขึ้น ซึ่งทำให้มีแบนด์วิดท์มากขึ้น โดยเฉพาะการใช้งานคลื่นไมโครเวฟในย่าน Ku-Band Ka-Band หรือ mm-Wave ซึ่งเหมาะสำหรับการเพิ่มความจุ และทำให้สามารถใช้สายอากาศที่มีขนาดเล็กลงได้

ระดับวงโคจรของดาวเทียมมีผลต่อพื้นที่การให้บริการและค่าความหน่วงเวลา (Latency) ในการรับส่งสัญญาณ ดาวเทียมสื่อสารความจุสูงมีทั้งแบบที่อยู่ในวงโคจรประจำที่ (GEO) และวงโคจรไม่ประจำที่ (Non-GEO) โดยดาวเทียมสื่อสารแบบวงโคจร GEO มีความเหมาะสมกับการให้บริการสื่อสารข้อมูลความจุสูงในระดับภูมิภาค แต่เนื่องจากวงโคจร GEO อยู่ห่างจากพื้นโลกจึงทำให้มีค่าความหน่วงต่อเวลา Latency สูง

ในขณะเดียวกัน การให้บริการดาวเทียมแบบเครือข่ายในวงโคจร Non-GEO เช่น Medium Earth Orbit: MEO หรือ Low Earth Orbit: LEO จะประกอบไปด้วยดาวเทียมขนาดเล็กจำนวนมากเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายเพื่อเพิ่มพื้นที่ครอบคลุม และเนื่องจากวงโคจรอยู่ใกล้พื้นโลก ทำให้ดาวเทียมประเภทนี้มีค่า Latency ต่ำ (ต่ำกว่า 5 มิลลิวินาที) จึงทำให้เครือข่ายดาวเทียมวงโคจรต่ำ (NGEO Constellation) สามารถทำงานร่วมกับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ภาคพื้นดินบนเทคโนโลยี 5G ได้ และสามารถสนับสนุนความต้องการใช้งานเครือข่ายภาคพื้นดินได้ในอนาคต

ความต้องการใช้ข่ายงานดาวเทียม

ปัจจุบัน ประเทศไทยมีข่ายงานดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (Geostationary Satellite Orbit) จำนวน 21 ข่ายงานดาวเทียม และข่ายงานดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (Non-Geostationary Satellite Orbit) จำนวน 2 ข่ายงานดาวเทียม โดยข่ายงานดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่อยู่ในตำแหน่งวงโคจร 7 ตำแหน่ง และแต่ละตำแหน่งวงโคจรมีจำนวนดาวเทียมกระจายอยู่ สถานะข่ายงานดาวเทียมของประเทศไทย ประกอบด้วยสถานะการแจ้งจดทะเบียนความถี่ (N: Notification) ซึ่งสามารถใช้งานดาวเทียมในการสื่อสารได้ จำนวน 15 ข่ายงานดาวเทียม และสถานะการประสานงานใช้ความถี่ (C: Coordination) ซึ่งอยู่ระหว่างการประสานงานใช้ความถี่กับดาวเทียมที่อยู่ในตำแหน่งเดียวกันและใกล้เคียง จำนวน 7 ข่ายงานดาวเทียม

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

การกำหนดค่าใช้จ่ายดำเนินการข่ายงานดาวเทียมของหน่วยงานอำนวยการ

ประเทศไทยสามารถพิจารณาแนวทางการกำหนดค่าบริหารจัดการกิจการดาวเทียมจากหน่วยงานกำกับดูแลระหว่างประเทศและหน่วยงานกำกับดูแลจากประเทศตัวอย่างที่ทำการศึกษา โดยการวางกรอบพื้นฐานโครงสร้างค่าบริหารจัดการดาวเทียมตามประเภทดาวเทียมและตามขั้นตอนการดำเนินงานในการบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียม นอกจากนั้น อาจพิจารณาทางเลือกการกำหนดค่าบริหารจัดการพิจารณาเป็นค่าถ่วงน้ำหนักตามระดับความยากในการดำเนินการร่วมด้วย ในส่วนของการวางหลักประกันการปฏิบัติตามข้อกำหนด (Performance Bond) สามารถดำเนินการได้โดยพิจารณาตามหลักความเสี่ยง โดยอาจเรียกเก็บตามขั้นตอนที่มีความเสี่ยงสูง เช่น กรณีที่มีความเป็นไปได้ที่บริษัทผู้ขอข่ายงานดาวเทียมจะละทิ้งขั้นตอนการดำเนินการและสร้างความเสียหายให้แก่ประเทศ เป็นต้น

กฎระเบียบในประเทศและทางเลือกในการจัดหาความจุดาวเทียม

ปัจจุบันประเทศไทยอยู่ในระบบการให้สัมปทานแก่บริษัทสัญชาติไทย และเงื่อนไขการให้ใบอนุญาตแก่ผู้ประกอบกิจการดาวเทียมเพียงรายเดียว ประเทศไทยจึงมีสภาพแวดล้อมตลาดดาวเทียมสื่อสารแบบปิด จำกัดเฉพาะผู้ประกอบการดาวเทียมรายเดียวที่ได้รับสัมปทาน และไม่อนุญาตให้ผู้ประกอบการดาวเทียมต่างประเทศเข้ามาให้บริการในประเทศไทย

แนวโน้มประเทศไทยในอนาคตมีแนวทางการอนุญาตให้สิทธิประกอบกิจการดาวเทียมวงโคจรแบบประจำที่ในการอนุญาตให้ผู้ประกอบกิจการดาวเทียมรายใหม่ที่มีความเหมาะสมเชิงเทคนิคและมีคุณสมบัติตามเงื่อนไขใบอนุญาตที่จะได้กำหนดขึ้นในอนาคตอันใกล้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมผู้ประกอบการดาวเทียมสัญชาติไทยที่มีคุณสมบัติตามหลักการและเงื่อนไขที่กำหนดโดยหน่วยงานกำกับดูแล (กสทช.) และหน่วยงานกำหนดนโยบายของประเทศไทย (กระทรวง ดศ.) นอกจากนั้น ประเทศไทยมีแนวทางการให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศ (Landing Rights) โดยกำหนดเงื่อนไขบริษัทดาวเทียมต่างชาติที่จะเข้ามาให้บริการด้วยมาตรการด้านค่าธรรมเนียม การจัดตั้งบริษัทในไทย (Local Presence) และการปฏิบัติตามเงื่อนไข กฎหมาย และกฎระเบียบที่จะได้กำหนดขึ้นในอนาคต

เมื่อพิจารณากฎระเบียบในปัจจุบันและแนวทางการดำเนินการเกี่ยวกับกิจการดาวเทียมของประเทศไทยในอนาคต สามารถพิจารณาทางเลือกในการจัดหาความจุดาวเทียมเพื่อตอบสนองความต้องการของประเทศได้ 3 ทางเลือก คือ ทางเลือกที่ 1: การอนุญาตให้สิทธิประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศอย่างเสรี (Satellite License) ทางเลือกที่ 2: การให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศ (Landing Rights) และทางเลือกที่ 3: แนวทางเลือกที่ 1 และทางเลือกที่ 2 ร่วมกัน

ความเป็นไปได้และความจำเป็นในการดำเนินการตามทางเลือกต่าง ๆ

ประเทศไทยจำเป็นต้องดำเนินการจัดหาความจุดาวเทียมเพื่อตอบสนองความต้องการในประเทศ เนื่องจากการประมาณการในกรณีพื้นฐาน (หรือกรณีที่ไม่ดำเนินการใด ๆ) พบว่า การใช้งานดาวเทียมไทยคมที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ไม่สามารถตอบสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้นในอนาคต (การใช้งานดาวเทียมไทยคมที่มีอยู่ในปัจจุบันสามารถตอบสนองความต้องการได้เพียงร้อยละ 25 ของประมาณการความต้องการในช่วงปี 2564-2571) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องดำเนินการจัดหาความจุดาวเทียมเพิ่มเติม (ร้อยละ 75 ของประมาณการความต้องการในช่วงปีที่ทำการพิจารณา พ.ศ. 2564-2571)

ทางเลือกที่เป็นไปได้ ประกอบด้วย ทางเลือกที่ 1: การอนุญาตให้สิทธิประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศอย่างเสรี ทางเลือกที่ 2: การให้สิทธิดาวเทียมต่างประเทศเข้ามาให้บริการในประเทศไทย และ ทางเลือกที่ 3 กรณีทางเลือกที่ 1 และทางเลือกที่ 2 ร่วมกัน

- ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมาณการแบบจำลองกรณีทางเลือกที่ 1 การอนุญาตให้ผู้ประกอบการดาวเทียมในประเทศเสรี คือ ความจุดาวเทียมสามารถตอบสนองความต้องการใช้งานในอนาคตได้อย่างเพียงพอ โดยประสิทธิภาพเชิงต้นทุนและเชิงการตลาดของผู้ประกอบการดาวเทียมดวงใหม่ มีผลสำคัญต่อผลประกอบการและส่วนเหลื่อมกำไรจากการประกอบกิจการที่เป็นบวก ซึ่งสะท้อนถึงความสามารถในการตอบสนองความต้องการใช้งานของประเทศไทยที่เพียงพอและยั่งยืนในอนาคต

- ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมาณการแบบจำลองกรณีทางเลือกที่ 2 การให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศ คือ ความจุดาวเทียมสามารถตอบสนองความต้องการใช้งานในอนาคตได้อย่างเพียงพอ โดยประสิทธิภาพเชิงต้นทุนและเชิงการตลาดของผู้ประกอบการดาวเทียมต่างชาติ มีผลสำคัญต่อผลประกอบการและส่วนเหลื่อมกำไรจากการประกอบกิจการที่เป็นบวก ซึ่งสะท้อนถึงความสามารถตอบสนองความต้องการใช้งานของประเทศไทยได้เพียงพอทั้งในเชิงปริมาณ เชิงเทคนิค เชิงคุณภาพ และด้วยระดับราคาตลาดระหว่างประเทศที่สมเหตุผล

- ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมาณการแบบจำลองกรณีทางเลือกที่ 3 การอนุญาตให้ผู้ประกอบการดาวเทียมในประเทศเสรี และการให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการ คือ ความจุดาวเทียมสามารถตอบสนองความต้องการใช้งานในอนาคตได้อย่างเพียงพอ โดยประสิทธิภาพเชิงต้นทุนและเชิงการตลาดของผู้ประกอบการมีผลสำคัญต่อผลประกอบการและส่วนเหลื่อมกำไรจากการประกอบกิจการที่เป็นบวก ซึ่งสะท้อนถึงความสามารถในการตอบสนองความต้องการใช้งานของประเทศไทยได้เพียงพอและความยั่งยืนในการให้บริการในอนาคต ทั้งนี้ความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการดาวเทียมไทยเป็นเงื่อนไขสำคัญในการได้มาและรักษาไว้ซึ่งส่วนแบ่งตลาด มิฉะนั้นผู้ประกอบการดาวเทียมต่างชาติอาจมีส่วนแบ่งตลาดเหนือกว่าผู้ประกอบการดาวเทียมสัญชาติไทยได้ การเปิดโอกาสให้ผู้ประกอบการต่างประเทศเข้ามาให้บริการแข่งกับผู้ประกอบการสัญชาติไทยตามทางเลือกที่ 3 นี้ควรมีการพิจารณามาตรการกำกับดูแลที่ไม่ใช่ภาษีในการควบคุมคุณสมบัติและป้องกันไม่ให้ผู้ประกอบต่างชาติเข้ามามีอำนาจตลาดเหนือผู้ประกอบการสัญชาติไทยได้

ในส่วนของความเป็นไปได้ที่จะดำเนินการตามทางเลือกที่ 1 หรือ 2 หรือทางเลือกที่ 3 เนื่องจากแต่ละทางเลือกสามารถตอบสนองปริมาณความต้องการใช้งานดาวเทียมในอนาคต และรายได้ภาครัฐ (หรือค่าธรรมเนียมจัดเก็บ) ในแต่ละกรณีไม่แตกต่างกันมาก

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

ความเป็นไปได้ที่จะดำเนินการตามทางเลือกข้างต้น แม้ว่าทางเลือกที่ 3 จะเป็นแนวทางที่เศรษฐกิจโดยรวมของประเทศได้ประโยชน์จากการมีทางเลือกการใช้งานดาวเทียมจากทั้งผู้ให้บริการในประเทศและต่างประเทศ แต่การดำเนินการตามแนวทางดังกล่าวจำเป็นต้องพิจารณาความเป็นไปได้เชิงบวกและลบที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต โดยเฉพาะประเด็นด้านความสามารถของผู้ประกอบการสัญชาติไทยรายใหม่และรายเดิม และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการมีผู้ให้บริการต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศไทย ภาครัฐอาจพิจารณาให้เวลาผู้ประกอบการสัญชาติไทยในการปรับตัวและพัฒนาความสามารถในการแข่งขันในสภาวะตลาดเปิด โดยในระยะสั้นภาครัฐอาจจำกัดขอบเขตการให้บริการของผู้ให้บริการจากต่างประเทศเฉพาะที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสม (อาทิ การเปิดให้ผู้ให้บริการจากประเทศที่มีสัญญาต่างตอบแทนในการให้บริการ) หรือเป็นผู้ประกอบการมีเทคโนโลยีที่ประเทศไทยจำเป็นต้องใช้งานแต่ผู้ให้บริการในประเทศไม่สามารถให้บริการได้ ขณะที่ผู้ประกอบการสัญชาติไทยเองก็จำเป็นต้องพัฒนาความสามารถในการแข่งขันเชิงการตลาดและเชิงเทคโนโลยีเพื่อความยั่งยืนในการให้บริการในระยะยาว ทั้งนี้สามารถพิจารณาแต่ละทางเลือกดำเนินการในทางเลือกที่สามารถตอบสนองความต้องการใช้งานในอนาคตได้อย่างเพียงพอและเหมาะสม ทั้งนี้แต่ละทางเลือกมีความเป็นไปได้ทางบวกและทางลบ ความจำเป็นและเงื่อนไขการดำเนินการที่เหมาะสม ดังพิจารณาได้จากตารางดังต่อไปนี้

ทางเลือก	ความเป็นไปได้ทางบวกและทางลบ	ความจำเป็นและเงื่อนไขในการดำเนินการ
ทางเลือกที่ 1: การอนุญาตให้สิทธิประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศอย่างเสรี (Satellite License) ซึ่งอาจเป็นผู้ให้บริการรายเดิมและ/หรือรายใหม่	**ความเป็นไปได้ทางบวก:** ▪ ผู้ประกอบการรายเดิมหรือผู้ประกอบการรายใหม่ที่เข้ามาดำเนินการมีความสามารถในการแข่งขันสำหรับตลาดในประเทศและต่างประเทศ โดยสามารถดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพเชิงต้นทุน เพื่อตอบสนองความต้องการใช้งานดาวเทียมของประเทศได้อย่างเพียงพอและยั่งยืน **ความเป็นไปได้ทางลบ:** ▪ ด้วยข้อจำกัดของขนาดตลาดในประเทศไทย ทำให้ผู้ประกอบการไม่สามารถสร้างรายได้ในประเทศได้ ▪ หากผู้ประกอบการไม่มีประสิทธิภาพเชิงต้นทุนในการดำเนินงาน อาจส่งผลต่อความยั่นยืนในการดำเนินธุรกิจและการให้บริการความจุดาวเทียมในประเทศไทยในระยะยาว ▪ ผู้ประกอบการดาวเทียมรายใหม่ไม่มีประสบการณ์ อาจส่งผลต่อความสามารถในการให้บริการความจุดาวเทียมในประเทศไทยในระยะยาว	▪ รัฐไม่ควรสร้างอุปสรรคด้วยมาตรการด้านภาษีและมาตรการที่ไม่ใช่ภาษี ที่อาจเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการ ▪ รัฐไม่ควรสร้างอุปสรรคด้วยมาตรการใด ๆ อันอาจเป็นอุปสรรคต่อบรรยากาศในการแข่งขันอย่างเสรี ▪ การจัดเก็บค่าธรรมเนียมไม่ควรสูงเกินไปเพื่อไม่สร้างภาระเชิงต้นทุนให้แก่ผู้ประกอบการ ▪ ช่วงแรกภาครัฐอาจกำหนดนโยบายให้การสนับสนุนผู้ประกอบการให้มีความสามารถในการแข่งขัน หรือการสนับสนุนด้านเงินทุนดอกเบี้ยต่ำ แต่ไม่ควรให้การสนับสนุนผู้ประกอบการในระยะยาว เนื่องจากไม่สร้างผลดีต่อการสร้างความสามารถในอนาคต

ทางเลือก	ความเป็นไปได้ทางบวกและทางลบ	ความจำเป็นและเงื่อนไขในการดำเนินการ
ทางเลือกที่ 2: การให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศ (Landing Rights)	**ความเป็นไปได้ทางบวก:** ▪ สามารถตอบสนองความต้องการใช้งานความจุดาวเทียมในประเทศไทยได้ ด้วยความจุที่ยืดหยุ่นตามความต้องการของประเทศไทยในแต่ละช่วงเวลา ▪ สามารถให้บริการในราคาที่สมเหตุผล และคุณภาพการบริการที่เหมาะสม ▪ สามารถให้บริการในเทคโนโลยีและบริการที่ประเทศไทยมีความต้องการ แต่ยังไม่มีผู้ให้บริการที่มีศักยภาพในประเทศ **ความเป็นไปได้ทางลบ:** ▪ นโยบายเปิดตลาดจำเป็นต้องพิจารณาถึงผลกระทบต่อผู้ประกอบการไทย เนื่องจากผู้ประกอบการไทย (ซึ่งอาจจะเป็นรายเดิมและ/หรือรายใหม่) อาจมีความสามารถในการแข่งขันเชิงการตลาด เชิงต้นทุน และเชิงเทคโนโลยีด้อยกว่าผู้ประกอบการต่างประเทศ	▪ รัฐควรคำนึงถึงประโยชน์เชิงเศรษฐกิจและสังคมของประเทศในการได้รับบริการในราคาและคุณภาพที่เหมาะสมเป็นสำคัญ และสร้างเงื่อนไขการแข่งขันที่เป็นธรรมระหว่างผู้ประกอบการสัญชาติไทยและชาวต่างประเทศ ▪ รัฐอาจกำหนดมาตรการทางภาษีด้วยการจัดเก็บค่าธรรมเนียมแรกเข้าและค่าธรรมเนียมรายปีจากผู้ประกอบการต่างชาติ และการกำหนดมาตรการที่ไม่ใช่ภาษี เช่น การกำหนดเงื่อนไขและคุณสมบัติในการเข้าตลาดของผู้ประกอบการ เพื่อเป็นการสร้างเงื่อนไขไม่ให้ผู้ประกอบการต่างชาติเข้ามาประกอบกิจการในประเทศได้โดยเสรีจนอาจมีการทุ่มตลาดและสร้างความเสียหายในแก่ประเทศในอนาคต
ทางเลือกที่ 3: ทางเลือกที่ 1 และทางเลือกที่ 2 ร่วมกน	**ความเป็นไปได้ทางบวก:** ▪ สามารถตอบสนองความต้องการใช้งานความจุดาวเทียมในประเทศไทย ▪ มีสภาพแวดล้อมในการแข่งขัน จากผู้ประกอบการสัญชาติไทยและต่างชาติในการให้บริการในราคาที่สมเหตุผล และคุณภาพการบริการที่แข่งขันได้ **ความเป็นไปได้ทางลบ:** ▪ นโยบายเปิดตลาดจำเป็นต้องพิจารณาถึงผลกระทบต่อผู้ประกอบการไทย เนื่องจากผู้ประกอบการไทย อาจมีความสามารถในการแข่งขันเชิงการตลาด เชิงต้นทุน และเชิงเทคโนโลยีด้อยกว่าผู้ประกอบการต่างประเทศ	▪ รัฐควรคำนึงถึงประโยชน์เชิงเศรษฐกิจและสังคมของประเทศในการสร้างสภาพแวดล้อมในการแข่งขันที่เป็นธรรม ผู้ใช้บริการในประเทศได้รับบริการในราคาและคุณภาพที่เหมาะสม

ตารางที่ 1: สรุปความเป็นไปได้และความจำเป็นในแต่ละทางเลือก

การร่วมลงทุนในดาวเทียมภาครัฐ

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าเป้าหมายสำคัญในการร่วมลงทุนในดาวเทียมภาครัฐ คือ การได้มาซึ่งความจุดาวเทียมของดาวเทียมไทยคมที่ยังสามารถใช้งานต่อได้เพื่อตอบสนองความต้องการใช้งานของประเทศไทย

ในอนาคตอันใกล้ (หรือจนกว่าดาวเทียมไทยคมจะทยอยหมดอายุการใช้งาน) แต่ในระยะยาวภาครัฐก็จำเป็นต้องพิจารณาทางเลือกในการจัดหาความจุโดยสร้างสภาพแวดล้อมกิจการดาวเทียมในประเทศให้มีการแข่งขันเสรีเพื่อใช้ประโยชน์ดาวเทียมในราคาและปริมาณตามกลไกตลาด

2 การศึกษาสภาพตลาดดาวเทียมสื่อสาร

การศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารในประเทศไทย แต่ละภูมิภาคของโลก รวมถึงปริมาณและความหนาแน่นในการใช้งานดาวเทียมในปัจจุบันในแต่ละประเภทการใช้งาน ประกอบด้วยเนื้อหาสำคัญ ดังต่อไปนี้

1) สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารของโลก และแต่ละภูมิภาคของโลก มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบสถานการณ์และแนวโน้มอุปสงค์และอุปทานดาวเทียมโดยรวมและในแต่ละภูมิภาคของโลก

2) สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารในประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบสถานการณ์และแนวโน้มความอุปสงค์และอุปทานดาวเทียมของประเทศไทย

เพื่อเป็นการสร้างความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับประเภทการใช้งานดาวเทียม แถบความถี่ดาวเทียม ประเภทดาวเทียสื่อสาร ขอบเขตภูมิภาคของโลกที่ทำการศึกษา ขอบเขตตลาดที่ทำการศึกษา และขอบเขตเวลาและข้อมูลใช้ในการศึกษา คำนิยามพื้นฐานที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้สามารถพิจารณาได้จาก ภาคผนวก 1: คำนิยามและประเภทการใช้งานดาวเทียม

2.1 สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารของโลก

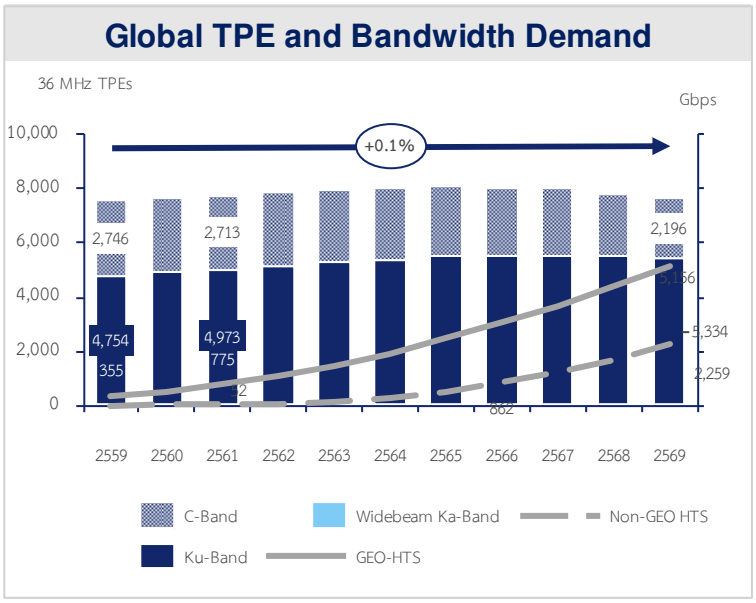
2.1.1 ภาพรวมอุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปและดาวเทียมความจุสูง

การศึกษาอุปสงค์ดาวเทียมของโลก พิจารณาตามประเภทดาวเทียมสื่อสาร ได้แก่ ดาวเทียมสื่อสารแบบทั่วไป (Conventional Satellite) และดาวเทียมสื่อสารความจุสูง (High Throughput Satellite) พบว่า

- ดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite) เป็นดาวเทียมที่ให้บริการสำหรับผู้ใช้บริการประจำที่ (Fixed Satellite Service: FSS) มีความต้องการใช้ในงานแถบความถี่ Ku-Band เป็นหลัก รองลงมา คือ C-Band ในปี 2561 อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในการให้บริการแถบความถี่ Ku-Band และ C-Band เท่ากับ 4,973 TPEs และ 2,712 TPEs ตามลำดับ แนวโน้มความต้องการดาวเทียมแบบทั่วไปในอนาคตมีแนวโน้มคงที่ด้วยอัตราการเติบโตสะสมเฉลี่ย (Compound Average Growth Rate: CAGR) เท่ากับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ โดยในปี 2569 ประมาณการความต้องการดาวเทียมแบบทั่วไปในการให้บริการแถบความถี่ Ku-Band และ C-Band เท่ากับ 5,334 TPEs และ 2,791 TPEs ตามลำดับ (พิจารณาประมาณการอุปสงค์ปัจจุบันและประมาณการในอนาคตของโลก จำแนกตามแถบความถี่ดาวเทียมเพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ รูปที่ 1: ภาพรวมอุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปและแบบความจุสูงจำแนกตามแถบความถี่ดาวเทียม

- อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง (High-Throughput Satellite: HTS) หรือดาวเทียมบรอดแบนด์ (Broadband Satellite) เป็นดาวเทียมที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์หรืออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง ส่วนใหญ่เป็นความต้องการดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (Geostationary Satellite: GEO-HTS) มากกว่าดาวเทียมแบบวงโคจรไม่จำที่ (Non Geostationary Satellite: NGEO-HTS) ในปี 2561 อุปสงค์ดาวเทียมแบบ GEO-HTS และ NGEO-HTS เท่ากับ 774.8 Gbps และ 51.6 Gbps ตามลำดับ แนวโน้มการเติบโตของอุปสงค์ดาวเทียมทั้งสองแบบมีอัตราเติบโตเป็นบวก โดยในปี 2569 อุปสงค์ดาวเทียมแบบ GEO-HTS และ NGEO-HTS เท่ากับ 5,155.6 Gbps (อัตราการเติบโตสะสมเฉลี่ย เท่ากับ 30.7 เปอร์เซ็นต์) และ 2,258.7 Gbps (อัตราการเติบโตสะสมเฉลี่ย เท่ากับ 56.4 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ (พิจารณาประมาณการอุปสงค์ปัจจุบันและประมาณการในอนาคตของโลก จำแนกตามแถบความถี่ดาวเทียมเพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ รูปที่ 1: ภาพรวมอุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปและแบบความจุสูงจำแนกตามแถบความถี่ดาวเทียม)

กล่าวโดยสรุป คือ อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มอัตราเติบโตคงที่ (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย เท่ากับ 0.1 เปอร์เซ็นต์) อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงมีแนวโน้มอัตราเติบโตเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง โดยดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) มีอัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย เท่ากับ 30.7 เปอร์เซ็นต์ และดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) ด้วยอัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย เท่ากับ 56.4 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 1: ภาพรวมอุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปและแบบความจุสูงจำแนกตามแถบความถี่ดาวเทียม
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

2.1.2 อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปตามประเภทการใช้งาน

การศึกษาอุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite) ตามประเภทการใช้งาน อ้างอิงคำนิยามประเภทการใช้งานซึ่งได้อธิบายไว้ในเนื้อหาส่วน 7.1.1 คำนิยามประเภทการใช้งานดาวเทียม (Satellite Applications) พบว่า

- อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปส่วนใหญ่ใช้เพื่อการใช้งานหรือการให้บริการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service & VSAT) การแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution / Broadcasting) และการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (Direct-To-Home: DTH)

- ปัจจุบัน (ปี 2561) อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปรวม เท่ากับ 7,742 TPEs เป็นความต้องการใช้งานเพื่อการสื่อสารข้อมูล การแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ และการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง เท่ากับ 2,305.1 2,021.4 และ 1,429.6 TPEs ตามลำดับ การประมาณการในอนาคต (ปี 2569) พบว่า อุปสงค์หลักของตลาดยังคงเป็นความต้องการใช้งานดาวเทียมสำหรับสามแอพพลิเคชันเดิม โดยปริมาณอุปสงค์ค่อนข้างคงที่ กล่าวคือ อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปรวม เท่ากับ 7,628 TPEs เป็นความต้องการใช้งานเพื่อการสื่อสารข้อมูล การแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ และการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง เท่ากับ 2,042.3 1,978.0 และ 1,544.3 TPEs ตามลำดับ

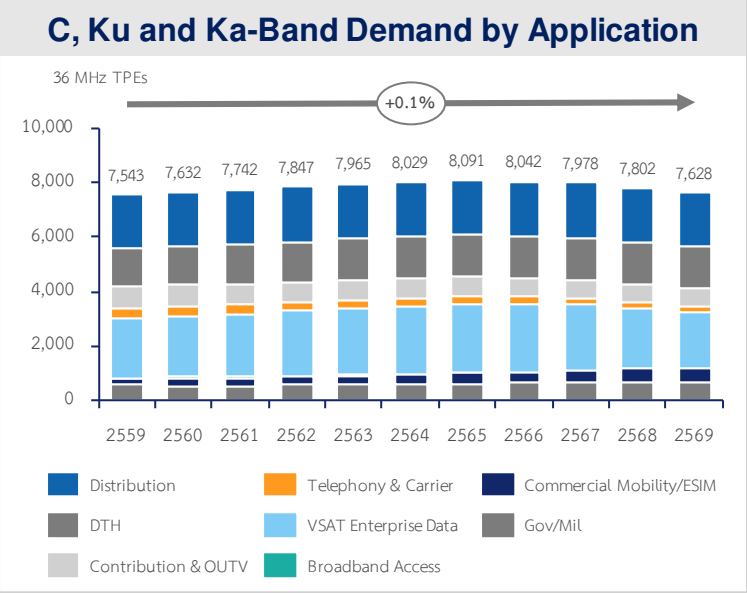
- อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปเพื่อการแพร่สัญญาณเฉพาะกิจ (Contribution & Occasional Use TV Service) ระบบสัญญาณโทรศัพท์แบบดั้งเดิมและผู้ให้บริการโทรคมนาคม (Legacy Telephony & Carrier) การขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / ESIM) ภาครัฐและการทหาร (Government / Military

Service) การเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Satellite Access) มีสัดส่วนการใช้งานดาวเทียมแบบทั่วไปน้อย

- สำหรับการใช้งานดาวเทียมแบบทั่วไป อุปสงค์การใช้งานภาครัฐและการทหาร (Government / Military Service) มีอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้น (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย เท่ากับ 7.9 เปอร์เซ็นต์) ส่วนอุปสงค์การใช้งานการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service & VSAT) มีการใช้งานลดลง

สามารถพิจารณาอุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไป จำแนกตามประเภทการใช้งาน ในช่วงระยะเวลา 3 ปีย้อนหลังจากปีปัจจุบัน (2558-2560) และการประมาณการอุปสงค์ในอนาคต (2561-2569) เพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ รูปที่ 2: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปจำแนกตามประเภทความต้องการใช้งานดาวเทียม

กล่าวโดยสรุป คือ อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite) มีความต้องการใช้งานหลักเพื่อการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service & VSAT) การแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution / Broadcasting) และ การแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (Direct-To-Home: DTH) ซึ่งแนวโน้มการใช้งานมีปริมาณค่อนข้างคงที่ในช่วง ปี 2559-2569



รูปที่ 2: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปจำแนกตามประเภทความต้องการใช้งานดาวเทียม
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

2.1.3 อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงตามประเภทการใช้งาน

การศึกษาดาวเทียมแบบความจุสูง (High-Throughput Satellite: HTS) หรือดาวเทียมบรอดแบนด์ (Broadband Satellite) อ้างอิงคำนิยามประเภทการใช้งานซึ่งได้อธิบายไว้ในเนื้อหาส่วน 7.1.1 คำนิยามประเภทการใช้งานดาวเทียม (Satellite Applications) พบว่า

- อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงใช้เพื่อการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Satellite Access) และการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service & VSAT) เป็นหลัก

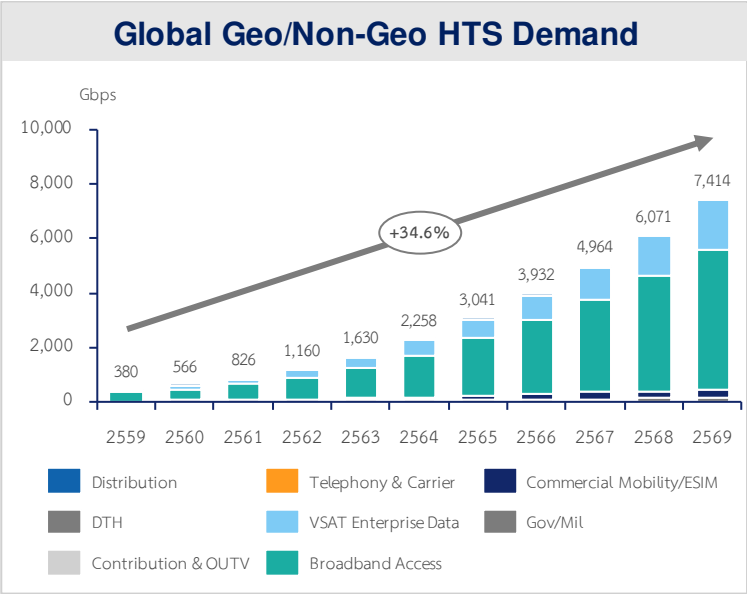
- ใน ปี 2561 อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงรวม เท่ากับ 826 Gbps เป็นความต้องการใช้งานเพื่อการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง และการสื่อสารข้อมูล เท่ากับ 581.9 และ 176.0 Gbps ตามลำดับ จากการประมาณการในอนาคต (ปี 2569) พบว่า อุปสงค์หลักของตลาดยังคงเป็นความต้องการใช้งานดาวเทียมสำหรับสองแอพพลิเคชันเดิม โดยประมาณการปริมาณอุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงรวม เท่ากับ 7,414 Gbps เป็นความต้องการใช้งานเพื่อการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง และการสื่อสารข้อมูล เท่ากับ 5157.7 และ 1792.3 Gbps ตามลำดับ

- ในช่วงปี 2559-2569 อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงโดยรวมมีแนวโน้มเติบโตต่อเนื่อง (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย เท่ากับ 34.6 เปอร์เซ็นต์) ทั้งในส่วนอุปสงค์การใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย เท่ากับ 32.4 เปอร์เซ็นต์) และการสื่อสารข้อมูล (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย เท่ากับ 43.7 เปอร์เซ็นต์)

- อุปสงค์การใช้งานการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / ESIM) ก็มีแนวโน้มเติบโตต่อเนื่อง (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย เท่ากับ 39.1 เปอร์เซ็นต์) ส่วนการใช้งานภาครัฐและการทหาร ก็มีอัตราการเติบโตต่อเนื่องในช่วงเวลาที่พิจารณาเช่นเดียวกัน (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย เท่ากับ 31.8 เปอร์เซ็นต์)

สามารถพิจารณาอุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง จำแนกตามประเภทการใช้งาน ในช่วงระยะเวลา 3 ปี ย้อนหลังจากปีปัจจุบัน (2558-2560) และการประมาณการอุปสงค์ในอนาคต (2561-2569) เพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ รูปที่ 3: อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง (พิจารณาตามประเภทความต้องการใช้งานดาวเทียม)

กล่าวโดยสรุป คือ อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง (High-Throughput Satellite: HTS) มีความต้องการใช้งานหลักการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Satellite Access) และการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service & VSAT) นอกจากนั้นยังใช้งานรองสำหรับการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / ESIM) และภาครัฐและการทหาร ซึ่งแนวโน้มการใช้งานมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงปี 2559 – 2569



รูปที่ 3: อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง (พิจารณาตามประเภทความต้องการใช้งานดาวเทียม)
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

2.1.4 อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมสื่อสารของโลก

2.1.4.1 อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมในปัจจุบัน

การศึกษาสภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารของโลกโดยรวมในปัจจุบัน พิจารณาจากอุปสงค์และอุปทานความจุตลาดดาวเทียมในปี พ.ศ. 2561 (ค.ศ. 2018) พบว่า

- ประมาณการอุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite) แถบความถี่ C-Band Ku-Band และ Ka-Band เท่ากับ 2,713 4,973 และ 56 TPEs ตามลำดับ ขณะที่ประมาณการอุปทานความจุ C-Band Ku-Band และ Ka-Band เท่ากับ 4,043 7,798 และ 535 TPEs ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณอุปสงค์และอุปทานดาวเทียมแบบทั่วไป พบว่า ปริมาณอุปทานความจุของดาวเทียมแบบทั่วไปคิดเป็น 1.6 เท่า ของปริมาณอุปสงค์

- ประมาณการอุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง (High-Throughput Satellite: HTS) สำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (Geostationary Satellite) เท่ากับ 775 Gbps ขณะที่อุปทานความจุ เท่ากับ 1,645 Gbps เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณอุปสงค์และอุปทานดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ พบว่า ปริมาณอุปทานความจุของดาวเทียมแบบความจุสูงคิดเป็น 2.1 เท่าของปริมาณอุปสงค์

- ประมาณการอุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง (High-Throughput Satellite: HTS) สำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (Non Geostationary Satellite) เท่ากับ 52 Gbps ขณะที่อุปทานความจุ เท่ากับ

873 Gbps เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณอุปสงค์และอุปทานดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ พบว่า ปริมาณอุปทานความจุของดาวเทียมแบบความจุสูงคิดเป็น 16.8 เท่าของปริมาณอุปสงค์

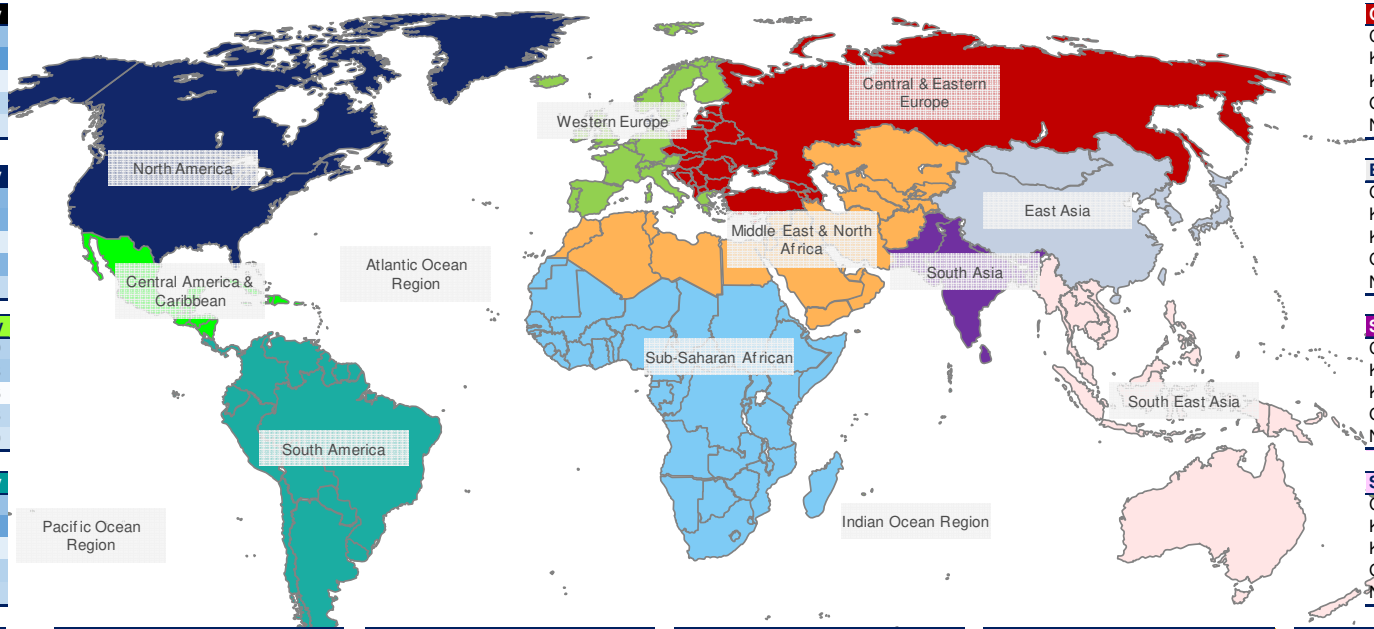
กล่าวโดยสรุป คือ สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารของโลกมีปริมาณอุปทานความจุดาวเทียมแบบทั่วไปและดาวเทียมแบบความจุสูง (ทั้งดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ และดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่) สูงกว่าปริมาณอุปสงค์ดาวเทียมในปัจจุบัน (สามารถพิจารณาประมาณการอุปสงค์และอุปทานดาวเทียม เพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ รูปที่ 4: ภาพรวมปริมาณอุปสงค์และอุปทานความจุดาวเทียม ปี 2561)

Global 2018	Demand	Supply
C-Band	2,713	4,043
Ku-Band	4,973	7,798
Ka-Band	56	535
Geo HTS (C-Ku-Ka)	775	1,645
Non-Geo HTS	52	873

NAM 2018	Demand	Supply
C-Band	349	665
Ku-Band	576	751
Ka-Band	9	36
Geo HTS (C-Ku-Ka)	413	665
Non-Geo HTS	2	67

CAMCB 2018	Demand	Supply
C-Band	126	179
Ku-Band	206	323
Ka-Band	0	6
Geo HTS (C-Ku-Ka)	18	73
Non-Geo HTS	4	50

SAM 2018	Demand	Supply
C-Band	329	468
Ku-Band	412	973
Ka-Band	0	32
Geo HTS (C-Ku-Ka)	44	169
Non-Geo HTS	6	82



CEEU 2018	Demand	Supply
C-Band	172	261
Ku-Band	774	1,088
Ka-Band	2	58
Geo HTS (C-Ku-Ka)	39	81
Non-Geo HTS	0	51

EA 2018	Demand	Supply
C-Band	223	304
Ku-Band	316	565
Ka-Band	1	46
Geo HTS (C-Ku-Ka)	20	74
Non-Geo HTS	1	51

SA 2018	Demand	Supply
C-Band	259	350
Ku-Band	361	522
Ka-Band	3	25
Geo HTS (C-Ku-Ka)	27	45
Non-Geo HTS	2	76

SEA 2018	Demand	Supply
C-Band	318	462
Ku-Band	386	634
Ka-Band	2	6
Geo HTS (C-Ku-Ka)	67	209
Non-Geo HTS	4	76

POR 2018	Demand	Supply
C-Band	129	168
Ku-Band	61	100
Ka-Band	-	-
Geo HTS (C-Ku-Ka)	4	25
Non-Geo HTS	10	98

AOR 2018	Demand	Supply
C-Band	127	274
Ku-Band	85	219
Ka-Band	1	3
Geo HTS (C-Ku-Ka)	6	45
Non-Geo HTS	2	44

WEU 2018	Demand	Supply
C-Band	46	149
Ku-Band	871	1,032
Ka-Band	5	97
Geo HTS (C-Ku-Ka)	88	119
Non-Geo HTS	0	35

SSA 2018	Demand	Supply
C-Band	390	389
Ku-Band	315	568
Ka-Band	6	70
Geo HTS (C-Ku-Ka)	23	58
Non-Geo HTS	13	110

MENA 2018	Demand	Supply
C-Band	209	270
Ku-Band	556	943
Ka-Band	26	151
Geo HTS (C-Ku-Ka)	22	72
Non-Geo HTS	5	78

IOR 2018	Demand	Supply
C-Band	35	104
Ku-Band	54	80
Ka-Band	0	5
Geo HTS (C-Ku-Ka)	4	11
Non-Geo HTS	2	55

รูปที่ 4: ภาพรวมปริมาณอุปสงค์และอุปทานความจุดาวเทียม ปี 2561

ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

อุปทานความจุดาวเทียมที่มีปริมาณมากกว่าอุปสงค์ดาวเทียมในปัจจุบัน ปัจจัยสำคัญประการหนึ่งของสภาพการณ์ดังกล่าว คือ การที่นานาประเทศต่างมีความต้องการดาวเทียมของตนเอง หรือมีผู้ประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศของตนเอง ดังจะเห็นได้จากข้อมูลของสหภาพวิทยาศาสตร์เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีและความปลอดภัยโลก (Union of Concerned Scientist-Science for a Healthy Planet and Safer World) ปี 2559 (ค.ศ. 2016) แสดงให้เห็นว่าประเทศส่วนใหญ่มีดาวเทียมเป็นของตนเอง (Countries with Satellites) ทั้งนี้มีกลุ่มประเทศในภูมิภาคแอฟริกาหลายประเทศ ประเทศมองโกเลีย และประเทศขนาดเล็กบางประเทศในภูมิภาคต่าง ๆ ของโลกเท่านั้น ที่ไม่มีดาวเทียมในประเทศเป็นของตนเอง

ประเทศมหาอำนาจเชิงเทคโนโลยีดาวเทียมต่างมีสถานีส่งดาวเทียม (Space-launching Countries with Satellites) ของตน ซึ่งสถานีส่งดาวเทียมกระจายตัวอยู่ในทุกภูมิภาคของโลก อาทิ ภูมิภาคอเมริกาที่ประเทศสหรัฐอเมริกา ภูมิภาคยุโรปที่ประเทศเดนมาร์ค นอร์เวย์ สวีเดน ฟินแลนด์ และอีกหลายประเทศในยุโรป สำหรับภูมิภาคเอเชียมีสถานีส่งดาวเทียมตั้งอยู่ที่ประเทศจีน ญี่ปุ่น อินเดีย รัสเซียและหลายประเทศที่เคยอยู่ภายใต้การปกครองของรัสเซีย และอีกหลายประเทศในตะวันออกกลาง (สามารถพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ รูปที่ 5: ภาพรวมปริมาณอุปสงค์และอุปทานความจุดาวเทียม ปี 2559)

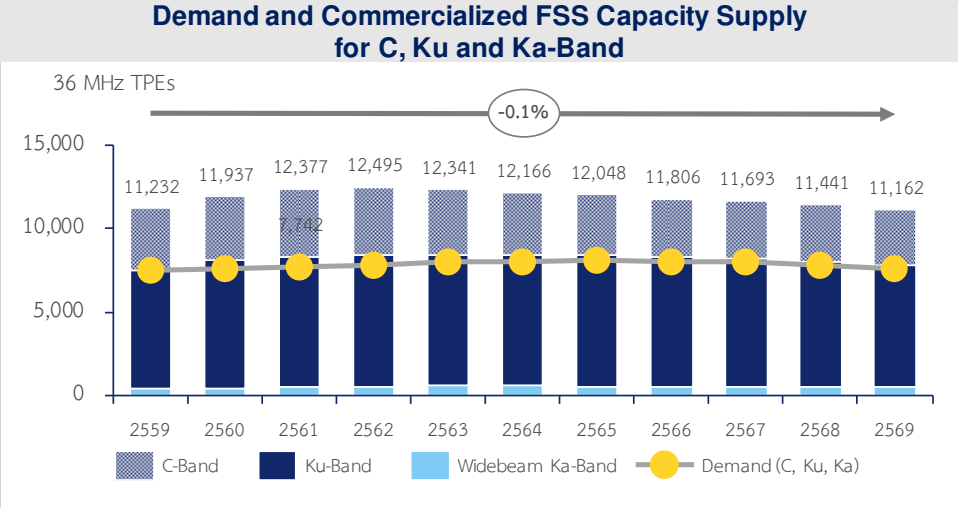
รูปที่ 5: ภาพรวมปริมาณอุปสงค์และอุปทานความจุดาวเทียม ปี 2559
ที่มา: www.ucsusa.org/nuclear-weapons/space-weapons/satellite-database#.W7Msk2gzbIU

กล่าวโดยสรุป คือ แม้ดาวเทียมจะเป็นอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้ร่วมกันได้ระหว่างประเทศ แต่นานาประเทศในภูมิภาคโลกต่างให้ความสำคัญและมีดาวเทียมเพื่อตอบสนองอุปสงค์ในประเทศของตนเอง ซึ่งเป็นนัยหนึ่งที่ส่งผลต่อสภาพตลาดที่มีปริมาณอุปทานความจุมากกว่าปริมาณอุปสงค์โดยรวมของโลก

2.1.4.2 อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมในอนาคต

การศึกษาอุปสงค์และอุปทานดาวเทียมในปัจจุบันและการประมาณการในอนาคต เพื่อทราบสภาพตลาดส่วนต่างระหว่างอุปสงค์และอุปทานในตลาดปัจจุบันและอนาคต มีนัยต่อแรงกดดันตลาดที่มีต่อการเพิ่มขึ้นของราคาและการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการตอบสนองอุปสงค์ในอนาคต (กรณีที่อุปสงค์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่าการเพิ่มขึ้นของอุปทาน) การคงสภาพตลาดหรือสภาวะการแข่งขันในตลาด (กรณีอุปสงค์มีแนวโน้มคงที่หรือมีส่วนต่างคงที่กับอุปทาน) หรือแรงกดดันตลาดที่มีต่อการลดลงของราคาต่อเนื่อง (กรณีที่อุปสงค์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นน้อยกว่าการเพิ่มขึ้นของอุปทาน) โดยการศึกษาส่วนนี้แยกเป็นกรณีดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite) และดาวเทียมแบบความจุสูง (High-Throughput Satellite: HTS)

- การศึกษาอุปสงค์และอุปทานดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite) พบว่า อุปสงค์ตลาดมีปริมาณค่อนข้างคงที่ เช่นเดียวกับอุปทานตลาดที่มีปริมาณคงที่ในช่วงเวลาที่ทำการพิจารณา ด้วยสภาพตลาดที่มีสภาวะคงที่นี้ ทำให้ตลาดยังคงสภาพการแข่งขันไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในอนาคต ระดับราคาสมดุลตลาดจึงไม่เปลี่ยนแปลงไปจากสภาวะปัจจุบันมาก ทั้งนี้ สภาวะคงที่ดังกล่าวจะคงอยู่ภายใต้สภาวะการณ์ความต้องการหรือระดับเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบัน แต่หากมีตัวขับเคลื่อนความต้องการใหม่หรือเทคโนโลยีแบบใหม่ (Drivers) ที่ต่างไปจากสภาพตลาดปัจจุบัน สภาพตลาดของอุปสงค์และอุปทานดาวเทียมแบบทั่วไปในอนาคตอาจเปลี่ยนแปลงไป (สามารถพิจารณาอุปสงค์และอุปทานดาวเทียมแบบทั่วไป ในปัจจุบันและการประมาณการในอนาคต เพิ่มเติมได้จาก รูปที่ 6: อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมแบบทั่วไป ในปัจจุบันและประมาณการในอนาคต)

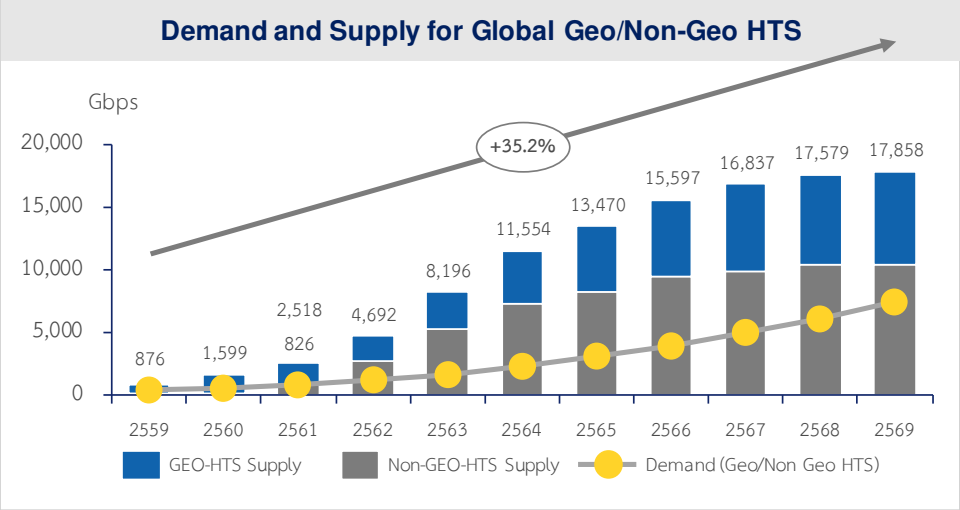


รูปที่ 6: อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมแบบทั่วไป ในปัจจุบันและประมาณการในอนาคต

ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

- การศึกษาอุปสงค์และอุปทานดาวเทียมแบบความจุสูง (High-Throughput Satellite: HTS) พบว่า อุปสงค์ตลาดเติบโตต่อเนื่อง (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย เท่ากับ 34.6 เปอร์เซ็นต์) เช่นเดียวกับอุปทานตลาดที่เติบโตต่อเนื่อง (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย เท่ากับ 35.2 เปอร์เซ็นต์) ในช่วงเวลาที่ทำการพิจารณา อุปทานตลาดมีการ

ขยายตัวเพื่อตอบสนองการเพิ่มขึ้นของอุปสงค์ ดังแสดงให้เห็นได้จากการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดาวเทียมและการพัฒนาเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่มีประสิทธิภาพด้านการใช้งานและด้านต้นทุน ลักษณะดังกล่าวจึงเป็นภาวะกดดันด้านอุปทานในการพัฒนาเพื่อตอบสนองอุปสงค์ แนวโน้มการพัฒนาด้านอุปทานมักส่งผลให้ต้นทุนหรือราคาต่อหน่วยลดลงเนื่องจากประสิทธิภาพหรือเทคโนโลยีที่ดีขึ้น เทคโนโลยีดาวเทียมแบบใหม่หรือดาวเทียมที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นจึงเป็นตัวขับเคลื่อนสำคัญ (Drivers) ของตลาดดาวเทียมแบบความจุสูงในอนาคต (สามารถพิจารณาอุปสงค์และอุปทานดาวเทียมแบบความจุสูง ในปัจจุบันและการประมาณการในอนาคต เพิ่มเติมได้จากรูปที่ 7: อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมแบบความจุสูง ในปัจจุบันและประมาณการในอนาคต)



รูปที่ 7: อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมแบบความจุสูง ในปัจจุบันและประมาณการในอนาคต

ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

กล่าวโดยสรุป คือ อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมแบบทั่วไปในอนาคตมีแนวโน้มคงที่ ด้วยสภาพตลาดที่มีสภาวะคงที่นี้ จึงทำให้ตลาดยังคงมีสภาพการแข่งขันและราคาในอนาคตที่ไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับอุปสงค์และอุปทานดาวเทียมแบบความจุสูงมีแนวโน้มเติบโตต่อเนื่อง ด้วยสภาพตลาดที่มีสภาวะเติบโตนี้ จึงทำให้อุปทานตลาดขยายตัวเพื่อตอบสนองการเพิ่มขึ้นของอุปสงค์ โดยการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดาวเทียมและการพัฒนาเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่มีประสิทธิภาพด้านการใช้งานและด้านต้นทุนมากกว่าเดิม

2.1.5 ราคาและรายได้รวมตลาดให้บริการดาวเทียม

2.1.5.1 ราคาการให้บริการดาวเทียมสื่อสาร

การศึกษาราคาและรายได้ตลาดดาวเทียมสื่อสารของโลก อ้างอิงราคาตลาดในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในการคำนวณรายได้จากการให้บริการความจุดาวเทียมสื่อสาร จำแนกตามแถบความถี่ พบว่า

ราคาความจุดาวเทียมสื่อสารแบบทั่วไปมีแนวโน้มลดลง เนื่องด้วยปริมาณความต้องการที่ค่อนข้างลดลงและข้อจำกัดด้านเทคโนโลยีที่ด้อยกว่าดาวเทียมแบบความจุสูง แนวโน้มราคาของดาวเทียมแบบทั่วไปแถบความถี่ C-Band Ku-Band และ Widebeam Ka-Band มีอัตราการเติบโตสะสมเฉลี่ย (CAGR) ในช่วงปี พ.ศ. 2559-2569 เท่ากับ -2.7 -2.4 และ -1.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (พิจารณาภาพประกอบได้จาก รูปที่ 8: ราคาปัจจุบันและแนวโน้มราคา) สำหรับราคาความจุดาวเทียมสื่อสารแบบความจุสูงในการให้บริการดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย เนื่องด้วยความต้องการในตลาดที่เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพในการใช้งานและต้นทุน ทำให้อัตราการเติบโตสะสมเฉลี่ย (CAGR) ในช่วงปีที่ทำการศึกษา เท่ากับ -0.7 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ราคาความจุดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) มีแนวโน้มลดลงเนื่องจากอุปทานความจุในตลาดมีมากเกินอุปสงค์ (พิจารณาภาพประกอบ ได้จาก รูปที่ 8: ราคาปัจจุบันและแนวโน้มราคา)

กล่าวโดยสรุปคือ แนวโน้มราคาการให้บริการความจุดาวเทียมในอนาคตมีแนวโน้มโดยรวมลดลง เนื่องจากผู้ให้บริการความจุดาวเทียมไม่สามารถปรับเปลี่ยนราคาไปจากเดิมได้มาก ประกอบกับอุปทานตลาดที่มีปริมาณมากกว่าอุปสงค์ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้ต้นทุนต่อหน่วยลดลง

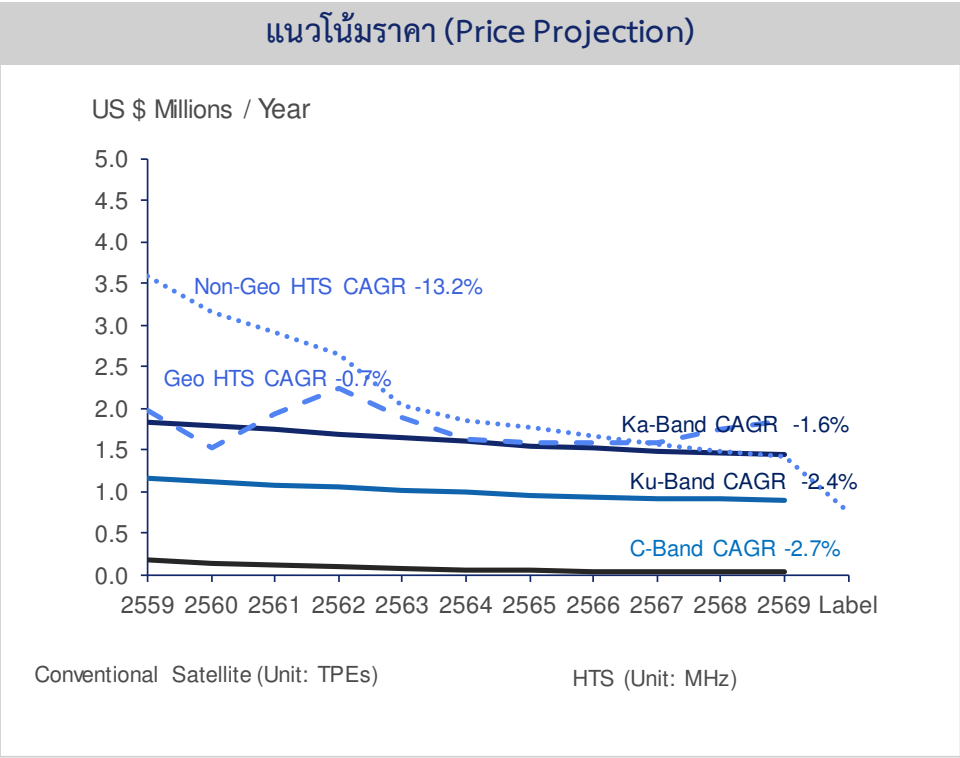
2.1.5.2 รายได้การให้บริการดาวเทียมสื่อสาร

การศึกษารายได้รวมตลาดการให้บริการดาวเทียม พิจารณารายได้จากการให้บริการดาวเทียมแบบทั่วไปและดาวเทียมแบบความจุสูง รายได้การบริการดาวเทียมแบบทั่วไปพิจารณาตามแถบความถี่ (C-Band, Ku-Band และ Widebeam Ka-Band) ส่วนรายได้การบริการดาวเทียมแบบความจุสูงพิจารณาตามการใช้งาน (ดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ หรือ Geostationary Satellite: GEO-HTS และ ดาวเทียมแบบวงโคจรไม่จำที่ หรือ Non Geostationary Satellite: NGEO-HTS) โดยจากการศึกษารายได้ตลาดดาวเทียมสื่อสารของโลก พบว่า

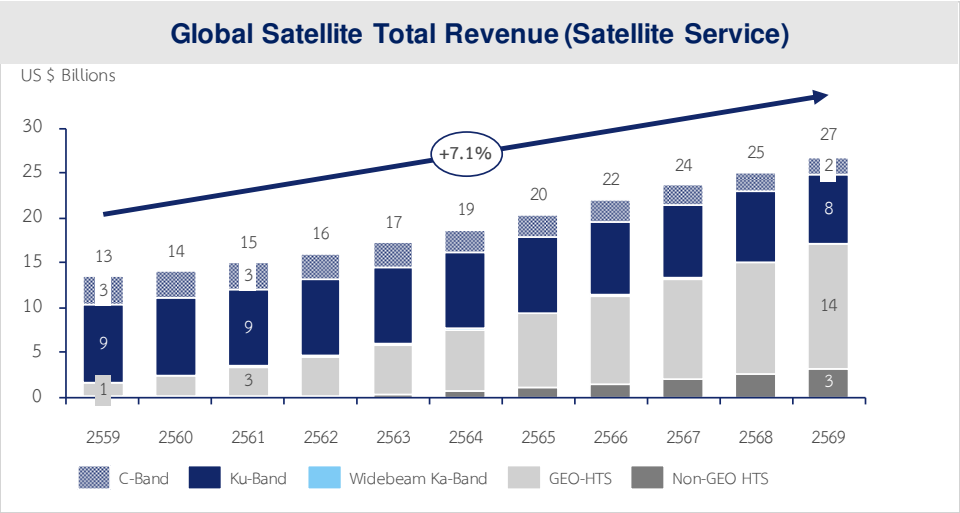
- รายได้การให้บริการดาวเทียมแบบทั่วไป มีแนวโน้มคงที่หรือลดลงในช่วงเวลาที่ทำการพิจารณา (2559-2569) รายได้จากการบริการส่วนใหญ่มาจากการให้บริการในแถบความถี่ดาวเทียม Ku-Band และ C-Band ตามลำดับ ทั้งนี้ภาวะคงที่ของปริมาณความต้องการดังกล่าวเป็นไปตามปริมาณอุปสงค์ที่มีต่อแถบความถี่ดาวเทียม Ku-Band ที่มีความต้องการในตลาดสื่อสารผ่านดาวเทียมและการแพร่สัญญาณโทรทัศน์ที่มีอุปสงค์ค่อนข้างคงที่ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา (สามารถพิจารณารายได้รวมตลาดให้บริการดาวเทียมปัจจุบันและการประมาณการในอนาคต เพิ่มเติมได้จาก รูปที่ 9: รายได้รวมตลาดการให้บริการดาวเทียม)

• รายได้การให้บริการดาวเทียมแบบความจุสูง มีแนวโน้มเติบโตในช่วงเวลาที่ทำการพิจารณา (2559-2569) รายได้จากการบริการส่วนใหญ่มาจากการให้บริการดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (Geostationary Satellite: GEO-HTS) ในการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Satellite Access) และการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service & VSAT) (สามารถพิจารณารายได้รวมตลาดให้บริการดาวเทียมปัจจุบันและการประมาณการในอนาคต เพิ่มเติมได้จากรูปที่ 9: รายได้รวมตลาดการให้บริการดาวเทียม)

กล่าวโดยสรุป คือ รายได้การให้บริการดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มคงที่หรือลดลงเล็กน้อยในอนาคต เนื่องจากสภาวะคงที่ของอุปสงค์และอุปทานตลาด สำหรับรายได้การให้บริการดาวเทียมแบบความจุสูงมีแนวโน้มเติบโตอันมีปัจจัยสำคัญมาจากการเติบโตความต้องการใช้งานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง และการสื่อสารข้อมูล



รูปที่ 8: ราคาปัจจุบันและแนวโน้มราคาบริการดาวเทียมสื่อสารโลก
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018
หมายเหตุ: หน่วยราคาล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ (US$ Million) ต่อหน่วยความจุดาวเทียมแบบทั่วไป 36 MHz TPE ต่อปี สำหรับแถบความถี่ C, Ku และ Widebeam Ka และหน่วยราคาล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ US$ Million ต่อหน่วยความจุดาวเทียมแบบความจุสูง Gbps ต่อปี สำหรับดาวเทียมแบบ GEO-HTS และ NGEO-HTS โดยตัวเลขประมาณการอัตราเติบโตเฉลี่ยสมเฉลี่ย (CAGR) คำนวณในช่วงปี 2559-69



รูปที่ 9: รายได้รวมตลาดการให้บริการดาวเทียม

ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

2.1.6 สรุปสภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารของโลก

จากการศึกษาสภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารของโลก สามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดังต่อไปนี้

- ภาพรวมตลาดดาวเทียมสื่อสารในปัจจุบันของโลกมีปริมาณอุปทานความจุดาวเทียมแบบทั่วไปและดาวเทียมแบบความจุสูง (ทั้งดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ และดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่) สูงกว่าปริมาณอุปสงค์ดาวเทียม

- แม้ดาวเทียมจะเป็นอุปกรณ์สื่อสารโทรคมนาคมที่ใช้ร่วมกันได้ระหว่างประเทศที่มีอาณาเขตใกล้กัน แต่นานาประเทศในแต่ละภูมิภาคโลกต่างให้ความสำคัญและมีผู้ประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศของตนเองเพื่อตอบสนองอุปสงค์ในประเทศ

- ภาพรวมแนวโน้มอุปสงค์ดาวเทียมในอนาคตของโลกและแต่ละภูมิภาคของโลก มีความต้องการใช้งานดาวเทียมแบบความจุสูง (High-Throughput Satellite: HTS) หรือดาวเทียมบรอดแบนด์ (Broadband Satellite) เนื่องจากประสิทธิภาพในการใช้งานสูงและต้นทุนต่อหน่วยต่ำ

- อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite) มีแนวโน้มอัตราเติบโตคงที่ (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย เท่ากับ 0.1 เปอร์เซ็นต์) สำหรับอุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงมีแนวโน้มอัตราเติบโตเพิ่มขึ้นต่อเนื่องโดยดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย เท่ากับ 30.7 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีปริมาณความต้องการใช้งานมากกว่าดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย เท่ากับ 56.4 เปอร์เซ็นต์)

- อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite) มีความต้องการใช้งานหลักเพื่อการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service & VSAT) การแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution / Broadcasting) และ

การแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (Direct-To-Home: DTH) สำหรับอุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง (High-Throughput Satellite: HTS) มีความต้องการใช้งานหลักการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Satellite Access) และการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service & VSAT) นอกจากนั้นยังใช้งานรองสำหรับการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / ESIM) และภาครัฐและการทหาร

- อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite) ในอนาคตมีแนวโน้มคงที่ด้วยสภาพตลาดที่มีสภาวะคงที่นี้ จึงทำให้ตลาดยังคงมีสภาพการแข่งขันและราคาในอนาคตที่ไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับอุปสงค์และอุปทานดาวเทียมแบบความจุสูงมีแนวโน้มเติบโตต่อเนื่อง ด้วยสภาพตลาดที่มีสภาวะเติบโตนี้ จึงทำให้อุปทานตลาดขยายตัวเพื่อตอบสนองการเพิ่มขึ้นของอุปทาน ด้วยการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดาวเทียมและการพัฒนาเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่มีประสิทธิภาพด้านการใช้งานและด้านต้นทุนมากกว่าเดิม

- รายได้การให้บริการดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มคงที่หรือลดลงเล็กน้อยในอนาคต เนื่องจากสภาวะที่มีอุปทานมากกว่าอุปสงค์ตลาด ปริมาณความต้องการและระดับราคาที่มีแนวโน้มลดลง สำหรับรายได้การให้บริการดาวเทียมแบบความจุสูง มีแนวโน้มเติบโตอันมีปัจจัยสำคัญมาจากการเติบโต ความต้องการใช้งานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง และความต้องการใช้งานการสื่อสารข้อมูล

2.2 สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารแต่ละภูมิภาคของโลก

ศึกษาสภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารแต่ละภูมิภาคของโลก ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา พ.ศ. 2559-2569 สามารถพิจารณารายละเอียดผลการศึกษาโดยละเอียดในแต่ละภูมิภาคของโลกเพิ่มเติมได้จากเนื้อหาในส่วนภาคผนวก 2: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารแต่ละภูมิภาคของโลก โดยสามารถสรุปประเด็นสำคัญและแนวโน้มการใช้งานได้ดังต่อไปนี้

- อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มคงที่ ขณะที่อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง ทั้งประเภทดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) และดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

- อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite) แถบความถี่ดาวเทียม C-Band มีแนวโน้มคงที่จนถึงลดลง ขึ้นอยู่กับการใช้งานของแต่ละภูมิภาค (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย หรือ CAGR ของแต่ละภูมิภาคอยู่ระหว่าง -3.2 ถึง-0.5 เปอร์เซ็นต์) โดยอุปสงค์การใช้งานสำคัญในภูมิภาคอเมริกาเพื่อการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) ขณะที่ภูมิภาคยุโรปไม่ใช้งานแถบความถี่นี้ สำหรับภูมิภาคอื่นใช้งานการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service & VSAT) และการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution)

- อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite) แถบความถี่ดาวเทียม Ku-Band มีแนวโน้มคงที่จนถึงเพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่กับการใช้งานของแต่ละภูมิภาค (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย หรือ CAGR ของแต่ละภูมิภาคอยู่ระหว่าง –1.1 ถึง 7.2 เปอร์เซ็นต์) โดยอุปสงค์การใช้งานสำคัญในภูมิภาคอเมริกาเพื่อการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) ขณะที่ภูมิภาคยุโรปมีการใช้งานที่หลากหลาย ได้แก่ การแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) การแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) การสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data / VSAT) ภูมิภาคเอเชียใช้งานสำหรับการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data / VSAT) การแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) และ การแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) สำหรับการใช้งานในเขตภูมิภาคมหาสมุทรเป็นการใช้งานหลักสำหรับการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility / ESIM)

- อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง (High-Throughput Satellite) ส่วนดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) มีความต้องการตลาดมีอัตราเติบโตเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย หรือ CAGR 22.7 ถึง 70.9 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งานของแต่ละภูมิภาค) โดยอุปสงค์สำคัญเพื่อการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) และการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data / VSAT) ยกเว้นในเขตภูมิภาคมหาสมุทรที่มีการใช้งานประเภทอื่นร่วมด้วย อาทิ การใช้งานดาวเทียมสื่อสารในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility / ESIM) และความต้องการใช้งานจากภาครัฐและการทหาร (Government / Military)

- อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง (High-Throughput Satellite) ส่วนดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) มีความต้องการตลาดมีอัตราเติบโตเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย หรือ CAGR 13.6 ถึง 73.9 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งานของแต่ละภูมิภาค) โดยอุปสงค์สำคัญเพื่อการเข้าถึง

การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) และการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data / VSAT) ยกเว้นในเขตภูมิภาคมหาสมุทรที่มีการใช้งานประเภทอื่นร่วมด้วย อาทิ การใช้งานดาวเทียมสื่อสารในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility / ESIM)

ทั้งนี้ สามารถพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ รูปที่ 10: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารแต่ละภูมิภาคของโลก

DETECON
THAILAND

ภูมิภาค	อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย 2559-2569				ลำดับความสำคัญการใช้ดาวเทียมทั่วไป C-Band								ลำดับความสำคัญการใช้ดาวเทียมทั่วไป Ku-Band								ลำดับความสำคัญการใช้ Geo-HTS								ลำดับความสำคัญการใช้ Non Geo-HTS							
Regions	Demand CAGR 2016-26				C-Band - Priority of Use								Ku-Band - Priority of Use								Geo-HTS - Priority of Use								Non Geo-HTS - Priority of Use							
	C-Band (36 MHz TPEs)	Ku-Band (36 MHz TPEs)	Geo-HTS (Gbps)	Non Geo-HTS (Gbps)	Distribution	DTH	Contribution & OUTV	Telephony & Carrier	Enterprise Data	Broadband Access	Commercial Mobility	Gov/Mil	Distribution	DTH	Contribution & OUTV	Telephony & Carrier	Enterprise Data	Broadband Access	Commercial Mobility	Gov/Mil	Distribution	DTH	Contribution & OUTV	Telephony & Carrier	Enterprise Data	Broadband Access	Commercial Mobility	Gov/Mil	Distribution	DTH	Contribution & OUTV	Telephony & Carrier	Enterprise Data	Broadband Access	Commercial Mobility	Gov/Mil
อเมริกาเหนือ	(3.4)	(0.2)	22.7	67.4	1									1						1						1										
อเมริกากลางและแคริบเบียน	(0.5)	0.3	53.6	44.8	1				2				2	1			2								2	1							2	1		
อเมริกาใต้	(2.8)	(0.6)	55.2	56.0	1				2					1			2								2	1							2	1		
ยุโรปตะวันตก	(1.3)	(1.1)	32.0	73.9									1	2	3		3								2	1							2	1		
ยุโรปกลางและแอฟริกาเหนือ	(1.7)	0.4	32.8	66.2									1	2	3		3								2	1							2	1		
ตะวันออกกลางและแอฟริกาเหนือ	(1.0)	1.2	41.3	63.1	2				1				2	1			3								2	1							2	1		
แอฟริกาซับซาฮาราน	(1.4)	3.0	63.2	54.9					1				1		3		3			2					2	1							2	1		
เอเชียตะวันออก	(2.3)	3.0	43.6	68.6	2				1				3	2			1			3					2	1							2	1		
เอเชียใต้	(2.3)	4.5	40.9	68.8	2				1				3	2			1								1	2							2	1		
เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	(2.6)	3.4	32.4	62.3	2	3			1				3	1			2								2	1							1	2		
มหาสมุทรแอตแลนติก	(3.2)	1.1	49.5	13.6		3		2	1				3		2				1	3					2		1	3							1	3
มหาสมุทรแปซิฟิก	(2.4)	7.2	70.9	30.7	3			2	1								2		1	3					1	2	3						1			
มหาสมุทรอินเดีย	(1.8)	5.6	36.2	39.1	3		2	1						3			3		1	2					2	1		3						1	2	

1st Prioirty of Use (ความสำคัญสูงสุดอันดับ 1) 2nd Prioirty of Use (ความสำคัญสูงสุดอันดับ 2) 3rd Prioirty of Use (ความสำคัญสูงสุดอันดับ 3)

รูปที่ 10: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารแต่ละภูมิภาคของโลก

ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

2.3 สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารในประเทศไทย

การศึกษาสภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารในประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบสภาพตลาด ปริมาณอุปสงค์และแนวโน้มในอนาคต การศึกษาอุปสงค์ตลาดดาวเทียมสื่อสารในประเทศไทยมุ่งสร้างความเข้าใจในองค์ประกอบของอุปสงค์ดาวเทียมสื่อสารแต่ละส่วน ได้แก่ การให้บริการดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite) ซึ่งจำแนกการพิจารณามุมมองย่อยได้ตามแถบความถี่ดาวเทียม (Frequency Band) และการให้บริการดาวเทียมแบบความจุสูง (High Throughput Satellite: HTS) ซึ่งจำแนกการพิจารณามุมมองย่อยได้ตามประเภทวงโคจรของดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่และไม่ประจำที่ (GEO/ NGEO-HTS)

การศึกษาความต้องการใช้งานดาวเทียม พิจารณาช่วงเวลาในการศึกษา ตั้งแต่ พ.ศ. 2559-2569 รวมระยะเวลา 10 ปี การศึกษาในช่วงปี พ.ศ.2559-2561 เป็นการศึกษาเพื่อเข้าใจถึงสภาพและแนวโน้มตลาดในปัจจุบัน สำหรับการศึกษาในช่วงปี 2561-2569 เป็นการศึกษาเพื่อเข้าใจสภาพและแนวโน้มตลาดในอนาคต

สมมติฐานการประมาณการอุปสงค์ดาวเทียมในประเทศไทย อ้างอิงแนวโน้มการใช้งานภาพรวมของโลกและอัตราการเติบโตการใช้งานตามแนวโน้มของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เนื่องจากประเทศไทยมีตำแหน่งที่ตั้งและผู้ให้บริการความจุดาวเทียมหลักของประเทศให้บริการอยู่ในตลาดนี้เป็นหลัก สมมติฐานการศึกษาและการประมาณการความต้องการใช้งานดาวเทียมสื่อสารในอนาคตดังกล่าวข้างต้น ยกเว้นการศึกษาในกรณีดังต่อไปนี้

- กรณีที่การให้บริการดาวเทียมสื่อสารของประเทศไทยมีลักษณะในการให้บริการเฉพาะบางอย่าง เช่น การจัดสรรความจุแบ่งตามคลื่นความถี่ (อาทิ C-Band, Ku-Band, X-Band) ในตลาดประเทศไทยที่อาจแตกต่างจากพฤติกรรมตลาดภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ทั้งนี้ข้อมูลพฤติกรรมตลาดในประเทศไทยดังกล่าวอ้างอิงข้อมูลจากหน่วยงานราชการในประเทศ ข้อมูลที่ได้จากผู้ให้บริการในประเทศ ข้อมูลจากการศึกษาวิจัยตลาดจากต่างประเทศ และความคิดเห็นของที่ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญของบริษัทเดเทคอน

- กรณีที่ลักษณะพฤติกรรมการใช้งานของภาครัฐและการทหารของประเทศไทยมีความแตกต่างจากแนวโน้มของตลาดภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยการอ้างอิงข้อมูลภาครัฐและการทหารจากแหล่งข้อมูลและรายงานการศึกษาจากภาครัฐที่น่าเชื่อถือ

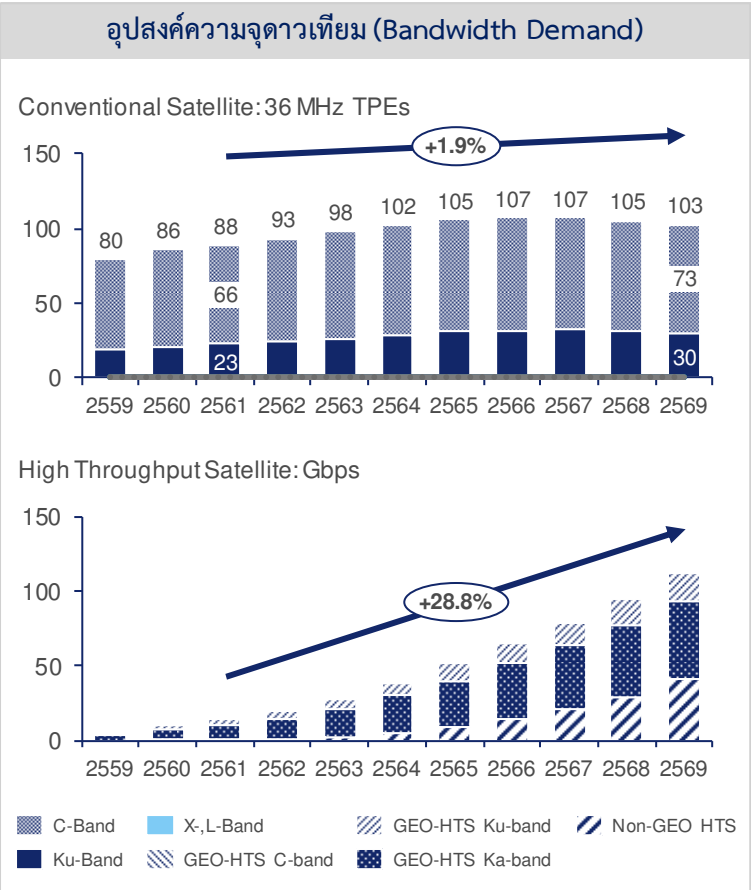
2.3.1 ภาพรวมอุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปและดาวเทียมแบบความจุสูง

การศึกษาอุปสงค์ดาวเทียมในประเทศไทย จำแนกการพิจารณาตามประเภทดาวเทียมสื่อสาร ได้แก่ ดาวเทียมสื่อสารแบบทั่วไป (Conventional Satellite) และดาวเทียมสื่อสารความจุสูง (High Throughput Satellite) พบว่า

- อุปสงค์ดาวเทียมสื่อสารแบบทั่วไป มีแนวโน้มการใช้งานเพิ่มขึ้นเล็กน้อย อัตราการเติบโตสะสมเฉลี่ย: Compound Average Growth Rate: CAGR เท่ากับ 1.9 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงปี 2561-2569 (พิจารณาข้อมูลความต้องการปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคตประกอบเพิ่มเติมได้จาก รูปที่ 11: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปและดาวเทียมความจุสูง) สืบเนื่องมาจากปัจจัยเชิงเทคโนโลยีดาวเทียมแบบทั่วไปที่ใช้งานหลักในปัจจุบัน ยังไม่เปลี่ยนแปลงจากอดีตมากนัก จึงไม่ดึงดูดความต้องการใช้งานของตลาดเพิ่มเติมอย่างมีนัยสำคัญ ประกอบกับ การที่ดาวเทียมมีอายุการใช้งานเฉลี่ยประมาณ 15 ปี จึงอาจกล่าวได้ว่าเทคโนโลยีดาวเทียมแบบทั่วไปและอายุการใช้งานที่นาน 15 ปี เป็นอุปสรรคสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงเพื่อการตอบสนองความต้องการตลาดโดยรวมที่เพิ่มขึ้น

- อุปสงค์ดาวเทียมสื่อสารแบบความจุสูงมีแนวโน้มเติบโตต่อเนื่อง อัตราการเติบโตสะสมเฉลี่ย: Compound Average Growth Rate: CAGR เท่ากับ 28.8 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงปี 2561-2569 (พิจารณาข้อมูลความต้องการปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคตประกอบเพิ่มเติมได้จาก รูปที่ 11: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปและดาวเทียมความจุสูง) ดาวเทียมแบบความจุสูงนี้มีเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าและต้นทุนต่อหน่วยการใช้งานความจุน้อยกว่าดาวเทียมแบบทั่วไป ส่งผลต่อแนวโน้มความต้องการใช้งานที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ถึงกระนั้น การให้บริการดาวเทียมแบบความจุสูงมีแรงกดดันจากการพัฒนาเทคโนโลยีและพื้นที่ครอบคลุมของโครงสร้างพื้นฐานบรอดแบนด์ภาคพื้นดินและภาคพื้นสมุทร จึงเป็นข้อจำกัดสำคัญต่อการเติบโตของอุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงในอนาคต

กล่าวโดยสรุป คือ อุปสงค์ดาวเทียมสื่อสารแบบทั่วไปมีแนวโน้มการใช้งานไม่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากอายุการใช้งานนาน 15 ปี และด้วยข้อจำกัดเชิงเทคโนโลยีที่ไม่เปลี่ยนแปลงจากอดีตมากนักจึงไม่จูงใจต่อความต้องการใช้งานที่เพิ่มขึ้น สำหรับอุปสงค์ดาวเทียมสื่อสารแบบความจุสูงมีแนวโน้มเติบโตต่อเนื่อง เนื่องจากประสิทธิภาพการใช้งานและประสิทธิภาพเชิงต้นทุนของดาวเทียม



รูปที่ 11: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปและดาวเทียมความจุสูง
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

2.3.2 อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปตามประเภทการใช้งาน

การศึกษาอุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไป จำแนกตามประเภทการใช้งาน พบว่า ความต้องการใช้งานหลักเพื่อตอบสนองความต้องการใช้งานเพื่อการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service / VSAT) การแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) เป็นหลัก โดยอุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม C-Band และ Ku-Band มีความแตกต่างกันเล็กน้อย ดังต่อไปนี้

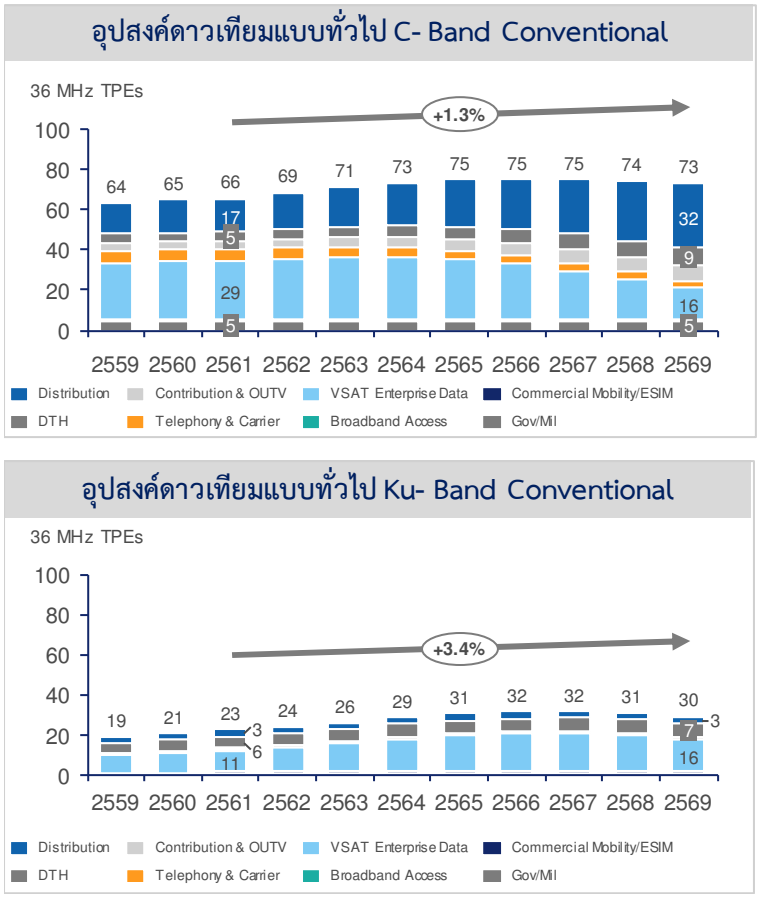
- อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม C-Band มีแนวโน้มความต้องการใช้งานคงที่ อัตราการเติบโตสะสมเฉลี่ย (Compound Average Growth Rate: CAGR) เท่ากับ 1.3 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาปี 2561-2569 โดยมีความต้องการใช้งานหลักเพื่อการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data / VSAT) และการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) ด้วยคุณสมบัติของคลื่นความถี่ดาวเทียม C-Band ที่เป็นความถี่สามารถนำมาใช้งานได้อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อการแพร่สัญญาณโทรทัศน์และการสื่อสารข้อมูล แต่ด้วยข้อจำกัดทางเทคโนโลยีแบบดั้งเดิมซึ่งมีผลต่อความจุที่จำกัดและความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่ต่ำ และตำแหน่ง

วงโคจรบนอวกาศที่แต่ละตำแหน่งสามารถรองรับจำนวนดาวเทียมได้จำกัด จึงทำให้สภาพการแข่งขันตลาดคลื่นความถี่ C-Band มีไม่สูง การให้บริการไม่มีการแข่งขันกันลดราคาเนื่องจากจำนวนผู้ให้บริการมีจำนวนคงที่

- อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม Ku-Band มีอัตราการเติบโตสะสมเฉลี่ย (Compound Average Growth Rate: CAGR) เท่ากับ 3.4 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงเวลาที่ทำการ ศึกษาปี 2561-2569 กล่าวคือ มีแนวโน้มความต้องการใช้งานเพิ่มขึ้น ด้วยการขยายตัวของความต้องการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data / VSAT) เป็นสำคัญ ในส่วนของความต้องการหลักอื่น ได้แก่ การแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) มีแนวโน้มคงที่ ด้วยลักษณะความต้องการคลื่นความถี่ดาวเทียม Ku-Band เป็นความถี่ที่สามารถให้ความแรงสัญญาณสูงกว่าย่าน C-Band หลายเท่า ทำให้คลื่นความถี่นี้เหมาะสมมากกว่าในการให้บริการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) นอกจากนี้คุณสมบัติของย่านความถี่ดาวเทียม Ku-Band ที่มีความแรงสัญญาณสูงกว่า C-Band ทำให้มีแนวโน้มการใช้งานมากขึ้นในอนาคต ส่งผลทำให้สภาพตลาดคลื่นความถี่ดาวเทียม Ku-Band นี้ยังสามารถเติบโตได้บ้าง

สามารถพิจารณารายละเอียดประกอบคำอธิบายเพิ่มเติม ได้จาก รูปที่ 12: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม C-Band และ Ku-Band จำแนกตามประเภทการใช้งาน สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอุปสงค์ตามประเภทการใช้งานสามารถพิจารณาได้จากเนื้อหาในส่วน 2.3.4 อุปสงค์รวมตามประเภทการใช้งานหลัก

กล่าวโดยสรุป คือ อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มโดยรวมคงที่ อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม C-Band มีแนวโน้มคงที่เนื่องจากข้อจำกัดประสิทธิภาพและต้นทุนที่เป็นข้อจำกัดในการขยายตัวของความต้องการ สำหรับอุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม Ku-Band มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากการขยายตัวของความต้องการเพื่อการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data / VSAT) ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น



รูปที่ 12: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม C-Band และ Ku-Band จำแนกตามประเภทการใช้งาน

ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

2.3.3 อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงแบ่งตามประเภทการใช้งาน

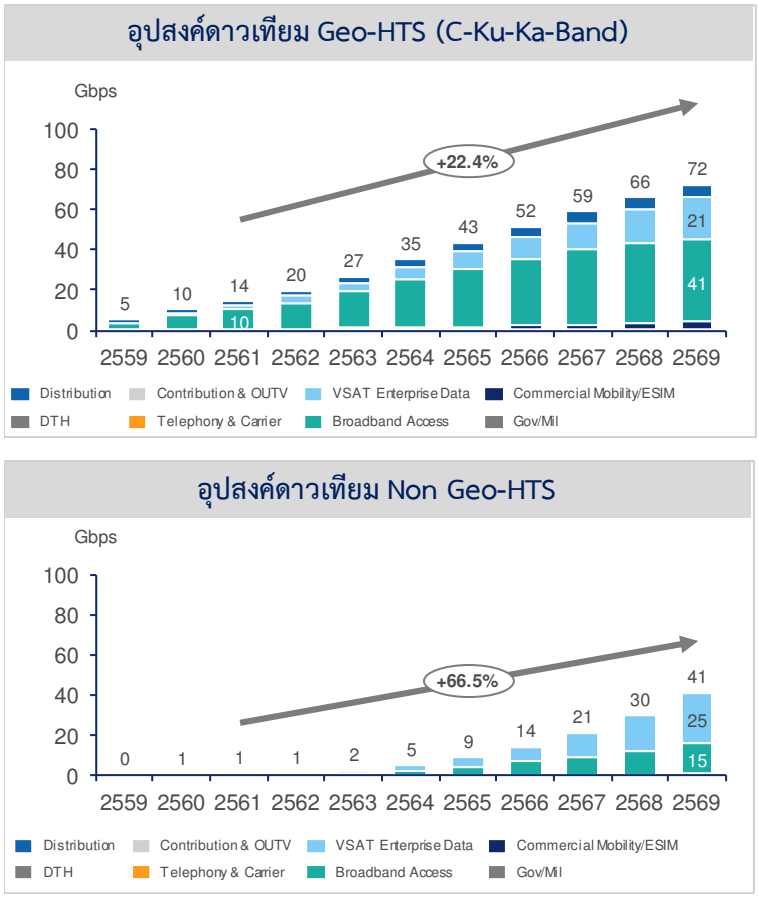
เมื่อพิจารณาอุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง จำแนกตามประเภทการใช้งาน พบว่า ความต้องการใช้งานหลักเพื่อการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) และการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service / VSAT) อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) มีความต้องการใช้งานมากกว่าดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) สอดคล้องกับประมาณการและแนวโน้มการใช้งานดาวเทียมในภูมิภาคต่าง ๆ ของโลก กล่าวคือ

- อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) มีแนวโน้มความต้องการเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง อัตราการเติบโตสะสมเฉลี่ย (Compound Average Growth Rate: CAGR) เท่ากับ 22.4 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาปี 2561-2569 โดยการเติบโตเป็นผลมาจากความต้องการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูงที่เพิ่มขึ้น การประมาณการคาดว่าจะเพิ่มขึ้นจาก 10 เป็น 41 Gbps ในระหว่างปี 2561-2569

- อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) มีแนวโน้มความต้องการเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง โดยอัตราการเติบโตสะสมเฉลี่ย (Compound Average Growth Rate: CAGR) เท่ากับ 66.5 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาปี 2561-2569 โดยการเติบโตเป็นผลมาจากการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service / VSAT) และการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) ที่เพิ่มขึ้น การประมาณการคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 41 Gbps ในระหว่างปี 2569

ทั้งนี้ สามารถพิจารณารายละเอียดประกอบคำอธิบายเพิ่มเติม ได้จาก รูปที่ 13: อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง สำหรับดาวเทียมแบบ GEO / NGEO จำแนกตามประเภทการใช้งาน สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอุปสงค์ตามประเภทการใช้งานสามารถพิจารณาได้จากเนื้อหาในส่วน 2.3.4 อุปสงค์รวมตามประเภทการใช้งานหลัก

กล่าวโดยสรุป คือ อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงมีแนวโน้มความต้องการเพิ่มขึ้นต่อเนื่องจากแรงขับเคลื่อนความต้องการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) และการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service / VSAT) โดยอุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) มีความต้องการใช้งานมากกว่าดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) ในขณะที่ความต้องการใช้งานดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่มีแนวโน้มการเติบโตสูงมากกว่า



รูปที่ 13: อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง สำหรับดาวเทียมแบบ GEO / NGEO จำแนกตามประเภทการใช้งาน
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

2.3.4 อุปสงค์รวมตามประเภทการใช้งานหลักและตัวขับเคลื่อน

2.3.4.1 อุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution / Broadcasting)

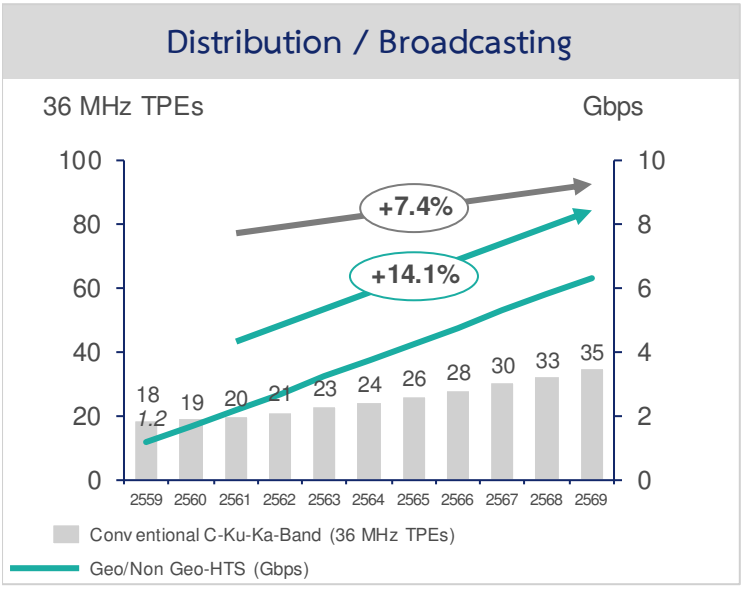
การประมาณการอุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) ของประเทศไทย[1] มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อัตราการเติบโตสะสมเฉลี่ย (Compound Average Growth Rate: CAGR) การใช้งานดาวเทียมแบบทั่วไป และดาวเทียมแบบความจุสูง เท่ากับ 7.4 และ 14.1 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาปี 2561-2569 (พิจารณารายละเอียดประกอบคำอธิบายเพิ่มเติมได้จาก รูปที่ 14: อุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution)) ลักษณะสภาพตลาดและแนวโน้มความต้องการตลาดดังกล่าวมีสาเหตุมาจาก

- สภาพตลาดดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ เป็นการใช้งานดาวเทียมเพื่อการแพร่สัญญาณต่อเนื่องของผู้ใช้งานหลัก (อาทิ ช่องรายการโทรทัศน์ TV 3 5 7 MCOT PPTV Workpoint TV และ One เป็นต้น)

[1] ปัจจุบันดาวเทียมสื่อสารประเทศไทยสามารถรับสัญญาณดาวเทียมโทรทัศน์ได้มี ประมาณ 30 ดวง โดยดาวเทียมที่ได้รับความนิยมใช้งานบริการ ได้แก่ Thaicom5 Thaicom6 SES8 NSS6 และ Vinasat2 (ที่มา: https://www.nbtc.go.th/getattachment/Services/academe/ด้านกำกับดูแล/รายงานสภาพการแข่งขันของตลาดกิจการโทรทัศน์/รายงานสภาพการแข่งขันของตลาดกิจการโทรทัศน์.pdf.aspx)

ถึงแม้ประเทศไทยจะเปลี่ยนผ่านจากเทคโนโลยีระบบอนาล็อกเป็นระบบดิจิทัล แต่ผู้ประกอบการทีวีดาวเทียม และผู้ประกอบการเคเบิลทีวีหลักยังคงต้องรักษาความได้เปรียบในการมีฐานลูกค้าปัจจุบันและการขยายฐานลูกค้าเพิ่ม โดยใช้โครงสร้างพื้นฐานดาวเทียมสื่อสารที่มีอยู่เพื่อสร้างความได้เปรียบเชิงธุรกิจ ด้วยข้อดีของการใช้งานดาวเทียมที่สามารถเข้าถึงผู้บริโภคได้ครอบคลุมในทุกพื้นที่ของประเทศ จึงทำให้แนวโน้มการใช้งานดาวเทียมเพื่อการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อจึงยังคงมีอย่างต่อเนื่อง

- การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานบรอดแบนด์ความเร็วสูงในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา มีการพัฒนาจากทั้งภาคเอกชนและภาครัฐ เพื่อการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูงที่ครอบคลุมครัวเรือนในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย ผู้ใช้งานจึงมีทางเลือกในการใช้โครงสร้างพื้นฐานภาคพื้นดิน (Fiber Optic) ภาคพื้นน้ำ (Submarine Cable) และภาคอวกาศ ทำให้ความต้องการใช้งานดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อผ่านดาวเทียมมีข้อจำกัดในการเติบโตจากการมีทางเลือกเกิดขึ้นในตลาด



รูปที่ 14: อุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution)
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

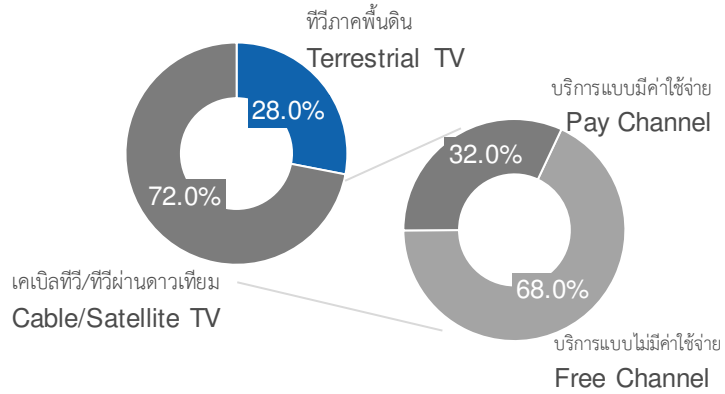
กล่าวโดยสรุป คือ อุปสงค์ดาวเทียมในการเผยแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) ของประเทศไทยมีแนวโน้มลดลง แม้จะมีความต้องการของผู้ให้บริการแพร่สัญญาณรายหลักที่ต้องการใช้งานอย่างต่อเนื่องเพื่อรักษาส่วนแบ่งตลาดในปัจจุบัน แต่การแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อผ่านดาวเทียมต้องแข่งขันกับทางเลือกเครือข่ายอินเทอร์เน็ตภาคพื้นดิน

ตัวขับเคลื่อนอุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution)

ตัวขับเคลื่อนอุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อที่สำคัญและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงใน ปัจจุบัน มีดังนี้

- ความต้องการดาวเทียมเพื่อให้บริการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อยังคงเป็นหนึ่งในทางเลือกของตลาด พิจารณาจากสัดส่วนความต้องการเคเบิลทีวี/ทีวีผ่านดาวเทียม (Cable/Satellite TV) ต่อทีวี ภาคพื้นดิน (Terrestrial TV) จากข้อมูลสัดส่วนความต้องการใช้งานทีวีผ่านดาวเทียมต่อทีวีภาคพื้นดิน เท่ากับ 72 เปอร์เซ็นต์ ต่อ 28 เปอร์เซ็นต์ จึงกล่าวได้ว่าการใช้ดาวเทียมเพื่อการแพร่สัญญาณทีวี ยังคงเป็นหนึ่งในทางเลือกสำคัญในการเข้าถึงผู้รับชม สัดส่วนความต้องการใช้งานทีวีผ่านดาวเทียม 72 เปอร์เซ็นต์ ดังกล่าวประกอบด้วย ช่องฟรีทีวีหลัก (อาทิ ช่อง 3 5 และ 7) และช่องทีวีอื่น ๆ อีกหลากหลายช่อง หากพิจารณาการให้บริการทีวีผ่านดาวเทียมสื่อสารประมาณสองในสาม (68 เปอร์เซ็นต์) เป็นการให้บริการแพร่สัญญาณโทรทัศน์โดยไม่มีค่าใช้จ่าย (Free Channel) และอีกหนึ่งในสามเป็นการบริการแบบมีค่าใช้จ่าย (Pay Channel) (สามารถพิจารณาภาพประกอบคำอธิบายเพิ่มเติมได้จาก รูปที่ 15: สัดส่วนความต้องการเคเบิลทีวี/ทีวีผ่านดาวเทียม ต่อ ทีวีภาคพื้นดินของประเทศไทย)

- พฤติกรรมการรับชมโทรทัศน์บนแอพพลิเคชันใหม่ ทำให้การให้บริการทีวีผ่านดาวเทียมต้องปรับตัว แนวโน้มสำคัญประการหนึ่งที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน คือ อัตราการเติบโตของอินเทอร์เน็ตทีวี (Internet TV) หรือการรับชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ตที่ขยายตัวขึ้นต่อเนื่องในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา จากการศึกษาของธนาคารไทยพาณิชย์ พบว่า ปริมาณการชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ตมีแนวโน้ม เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และประมาณการว่าในปี 2563 ปริมาณการชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ตจะสูงถึงร้อยละ 50 ของความต้องการรับชมโทรทัศน์ในประเทศไทย (อ้างอิง สำนักงาน กสทช. และ www.scbeic.com/en/detail/product/1689) ด้วยเหตุนี้ ผู้ให้บริการโทรทัศน์จึงต้อง ปรับปรุงทางเลือกในการให้บริการ มีการใช้แอพพลิเคชันในการให้บริการที่ตอบสนองความต้องการใช้งานของผู้รับชมที่หลากหลาย ซึ่งทางเลือกเทคโนโลยีที่นำมาใช้ตอบสนองความต้องการดังกล่าว ประกอบด้วยทางเลือกการใช้งานดาวเทียมเพื่อการแพร่สัญญาณโทรทัศน์ และการใช้บรอดแบนด์อินเทอร์เน็ตความเร็วสูงภาคพื้นดิน ซึ่งเป็นคู่แข่งที่สำคัญของผู้ประกอบกิจการดาวเทียมเพื่อการแพร่สัญญาณโทรทัศน์



รูปที่ 15: สัดส่วนความต้องการเคเบิลทีวี/ทีวีผ่านดาวเทียม ต่อ ทีวีภาคพื้นดินของประเทศไทย
ที่มา: DTTB implementation in Thailand 23 May 2016, Incheon, Republic of Korea โดยสำนักงาน กสทช. 2559

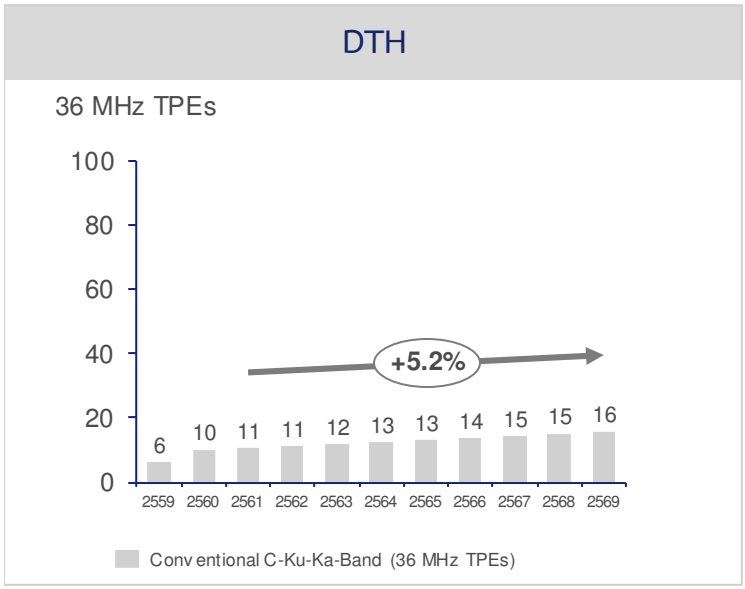
2.3.4.2 อุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH)

การประมาณการอุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) ของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อัตราการเติบโตสะสมเฉลี่ย (Compound Average Growth Rate: CAGR) เท่ากับ 5.2 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาปี 2561-2569 (พิจารณารายละเอียดประกอบคำอธิบายเพิ่มเติม ได้จากรูปที่ 16: อุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH)) ทั้งนี้ ลักษณะสภาพตลาดและแนวโน้มดังกล่าวมีสาเหตุมาจาก

- ประเทศไทยใช้แถบความถี่ดาวเทียม C-Band ในการให้บริการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) มาอย่างต่อเนื่องด้วยคุณสมบัติแถบความถี่ที่ใช้ได้ดีในพื้นที่ฝนตกชุก ขณะที่การใช้งานแถบความถี่ดาวเทียม Ku-Band ก็มีแนวโน้มการใช้งานต่อเนื่องด้วยคุณสมบัติคลื่นที่มีความแรงสัญญาณสูง ส่งผลให้การใช้งานคลื่นความถี่ดาวเทียม C-Band และ Ku-Band ในการให้บริการยังคงมีแนวโน้มการใช้งานอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างความต้องการใช้งานธุรกิจการให้บริการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) รายหลักของประเทศไทย ได้แก่ การให้บริการของบริษัท ทรูวิชั่น กรุ๊ป จำกัด บริษัท ไอพีเอ็ม วิชั่นส์ จำกัด เป็นต้น

- การใช้งานแถบความถี่ดาวเทียมในการให้บริการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรงสามารถถูกทดแทนด้วยการให้บริการของดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) และการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านเครือข่ายภาคพื้นดินที่ขยายโครงข่ายให้ครอบคลุมพื้นที่ต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว การบรรจบกันของอุตสาหกรรมสื่อสารโทรคมนาคมและการแพร่ภาพโทรทัศน์ ในส่วนการพัฒนาเนื้อหาและการพัฒนาเชิงดิจิทัล ทำให้เกิดแอพพลิเคชันใหม่ในการแพร่ภาพสัญญาณวิทยุและโทรทัศน์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงภาคพื้นดิน ความต้องการใช้งานของผู้บริโภคที่อยู่ในพื้นที่เขตเมืองหรือพื้นที่ครอบคลุมเครือข่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (เช่น คอนโดในเมือง หมู่บ้านต่าง ๆ) เปลี่ยนรูปแบบความต้องการจากการใช้งานดาวเทียม ซึ่งจำเป็นต้องวางระบบติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม มาเป็นการเชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ตซึ่งมีความสะดวกมากกว่า จึงเป็นหนึ่งในปัจจัยลบที่ส่งผลต่อความต้องการใช้งานดาวเทียมในการให้บริการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง ที่ไม่เพิ่มขึ้นตามความต้องการตลาดโทรทัศน์ดิจิทัลที่มีแนวโน้มขยายตัวต่อเนื่อง

กล่าวโดยสรุป คือ อุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณดาวเทียมถึงผู้รับโดยตรง (DTH) ของประเทศไทยมีแนวโน้มคงที่ เนื่องจากผู้ใช้งานหลักในปัจจุบันยังคงมีความต้องการใช้งานดาวเทียมแบบทั่วไปในช่วงคลื่นความถี่ดาวเทียม C-Band และ Ku-Band ต่อเนื่อง แต่เมื่อพิจารณาแนวโน้มในอนาคตความต้องการดาวเทียมส่วนนี้มีคู่แข่งหรือทางเลือกในการใช้งานความจุจากอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ภาคพื้นดิน เช่นเดียวกันกับกรณีอุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution)



รูปที่ 16: อุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH)

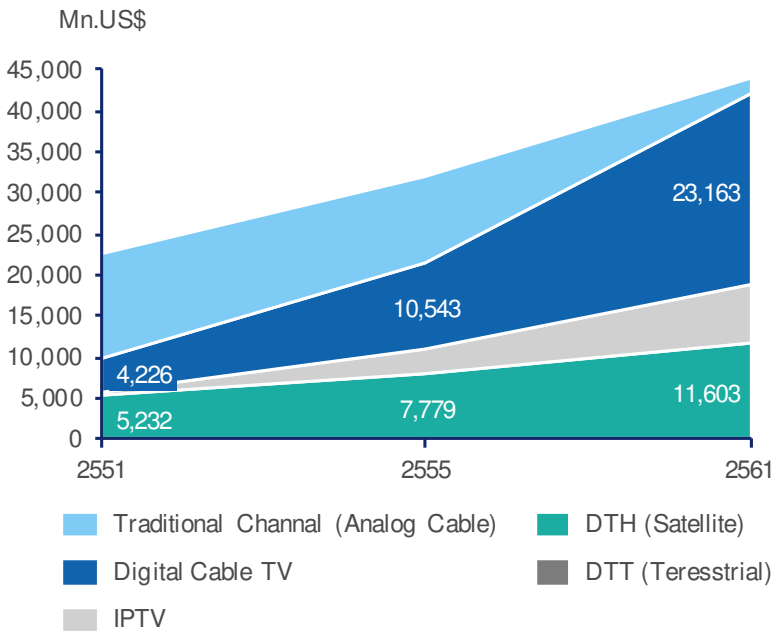
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

ตัวขับเคลื่อนอุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH)

ตัวขับเคลื่อนอุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) ที่สำคัญและแนวโน้มการ เปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน มีดังนี้

- แนวโน้มความต้องการยังคงมีต่อเนื่องในการให้บริการในพื้นที่นอกเขตเมือง ตัวขับเคลื่อนความต้องการในการใช้งานแพร่สัญญาณดาวเทียมถึงผู้รับโดยตรง (DTH) ของประเทศไทย คือ ผู้ใช้บริการที่อยู่นอกพื้นที่ครอบคลุมของสัญญาณโทรทัศน์ดิจิทัลภาคพื้นดิน และผู้ใช้บริการที่ต้องการรับคอนเทนต์เฉพาะจากผู้ให้บริการ DTH นั้น ๆ เช่น ช่องรายการที่เป็นแบบมีค่าใช้จ่าย (Pay TV)

- รายได้จากการให้บริการโทรทัศน์แบบมีค่าใช้จ่าย (Pay TV) ผ่านดาวเทียมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่เพิ่มขึ้นน้อยกว่าช่องทางดิจิทัลเคเบิลทีวี (Digital Cable TV) รายงานของผู้สื่อข่าวการแพร่สัญญาณ โทรทัศน์ (Broadband TV News Correspondent) ชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มรายได้จากการให้บริการแพร่สัญญาณโทรทัศน์ในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ที่เพิ่มขึ้นในช่วงปี 2555-2561 กล่าวคือ มูลค่ารายได้จากการให้บริการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) ผ่านดาวเทียม สูงขึ้นจาก 7,779 เป็น 11,603 ล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ และการเพิ่มขึ้นของรายได้จากการให้บริการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH Satellite) มีการเพิ่มขึ้นน้อยกว่าการให้บริการผ่านดิจิทัลทีวีผ่านสายเคเบิล (Digital Cable TV) แนวโน้มการเพิ่มขึ้นดังกล่าวเกิดขึ้นในหลายประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อาทิ ประเทศไทย ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย ปากีสถาน และเวียดนาม (พิจารณาภาพประกอบคำอธิบายเพิ่มเติมได้จากรูปที่ 17: รายได้จากการให้บริการแพร่สัญญาณโทรทัศน์แบบมีค่าใช้จ่าย (Pay TV) ในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก)



รูปที่ 17: รายได้จากการให้บริการแพร่สัญญาณโทรทัศน์แบบมีค่าใช้จ่าย (Pay TV) ในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก

ที่มา: https://www.broadbandtvnews.com/2013/03/26/asia-pacifics-pay-tv-boom-to-continue/

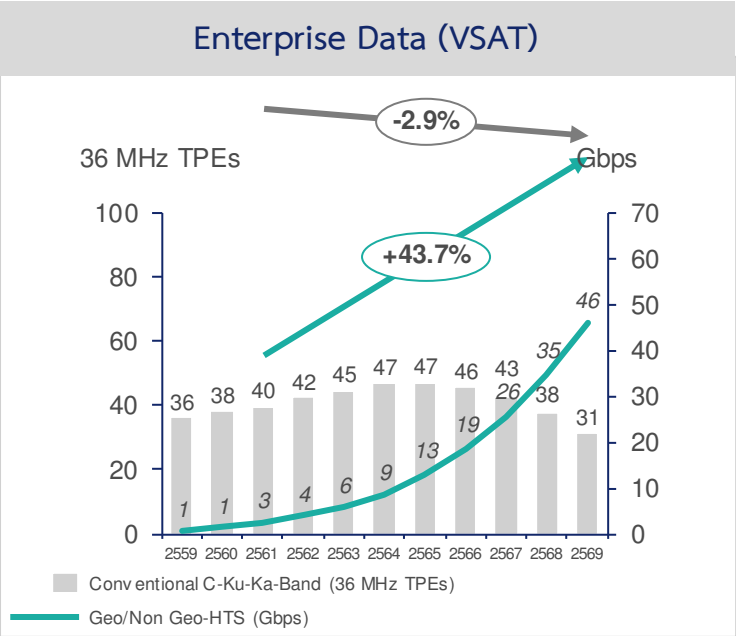
2.3.4.3 อุปสงค์ดาวเทียมในการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service / VSAT)

การประมาณการอุปสงค์ดาวเทียมในการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data / VSAT) ของประเทศไทย มีแนวโน้มลดลงสำหรับการใช้งานดาวเทียมสื่อสารทั่วไป (Conventional Satellite) และเพิ่มขึ้นสำหรับการใช้งานดาวเทียมแบบความจุสูง (High Throughput Satellite: HTS) อัตราการเติบโตสะสมเฉลี่ย (Compound Average Growth Rate: CAGR) การใช้งานดาวเทียมแบบทั่วไปและแบบความจุสูง เท่ากับ -2.9 และ 43.74 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงปี 2561-2569 (พิจารณารายละเอียดประกอบคำอธิบายเพิ่มเติม ได้จาก รูปที่ 18: อุปสงค์ดาวเทียมในการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data / VSAT)) ลักษณะสภาพตลาดและแนวโน้มความต้องการตลาดดังกล่าวมีสาเหตุมาจาก

- ความต้องการใช้ดาวเทียมในการสื่อสารข้อมูลผ่านดาวเทียมเป็นรูปแบบการบริการที่ได้รับการยอมรับจากตลาด เนื่องจากประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในการสื่อสารข้อมูลผ่านดาวเทียม และความสามารถในการช่วยบรรเทาปัญหาการขาดแคลนระบบสื่อสารในพื้นที่เข้าถึงยาก ทำให้ความต้องการสื่อสารข้อมูลผ่านดาวเทียมมีอัตราการขยายตัวโดยรวมเพิ่มขึ้น โดยกลุ่มลูกค้าหลักที่สำคัญ ได้แก่ กลุ่มธุรกิจในภูมิภาค ประเภทโรงแรมหรือธุรกิจขนาดใหญ่ที่มีสาขาต่างจังหวัดที่จำเป็นต้องสื่อสารข้อมูล วีดีโอคอนเฟอเรนซ์ เป็นต้น

- การส่งข้อมูลผ่านดาวเทียมมีความต้องการของกลุ่มลูกค้าเฉพาะในภาคธุรกิจสื่อสารโทรคมนาคม อาทิ การให้บริการเชื่อมต่อสัญญาณกลับไปยังโครงข่ายหลัก (Backhaul Services) การใช้งานเพื่อเป็นเส้นทางสำรอง (Backup) และการให้บริการธุรกิจสื่อสารข้อมูลระบบ VSAT ที่คาดว่ายังคงมีความต้องการต่อเนื่อง เนื่องจากในอาจเทคโนโลยีทางเลือกที่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคและเชิงต้นทุน จึงอาจทำให้ความต้องการใช้งานดาวเทียมในอนาคตจะมุ่งไปสู่เทคโนโลยีทางเลือกดังกล่าว อาทิ บรอดแบนด์ภาคพื้นดิน หรือเคเบิลใยแก้วนำแสง เป็นต้น

กล่าวโดยสรุป คือ อุปสงค์ดาวเทียมในการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data / VSAT) ของประเทศไทย โดยรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากความต้องการสื่อสารข้อมูลที่เพิ่มขึ้น โดยความต้องการที่เพิ่มขึ้นเป็นความต้องการดาวเทียมแบบความจุสูงเนื่องจากประสิทธิภาพของดาวเทียมแบบความจุสูงที่เป็นหนึ่งในทางเลือกสำคัญในอนาคต

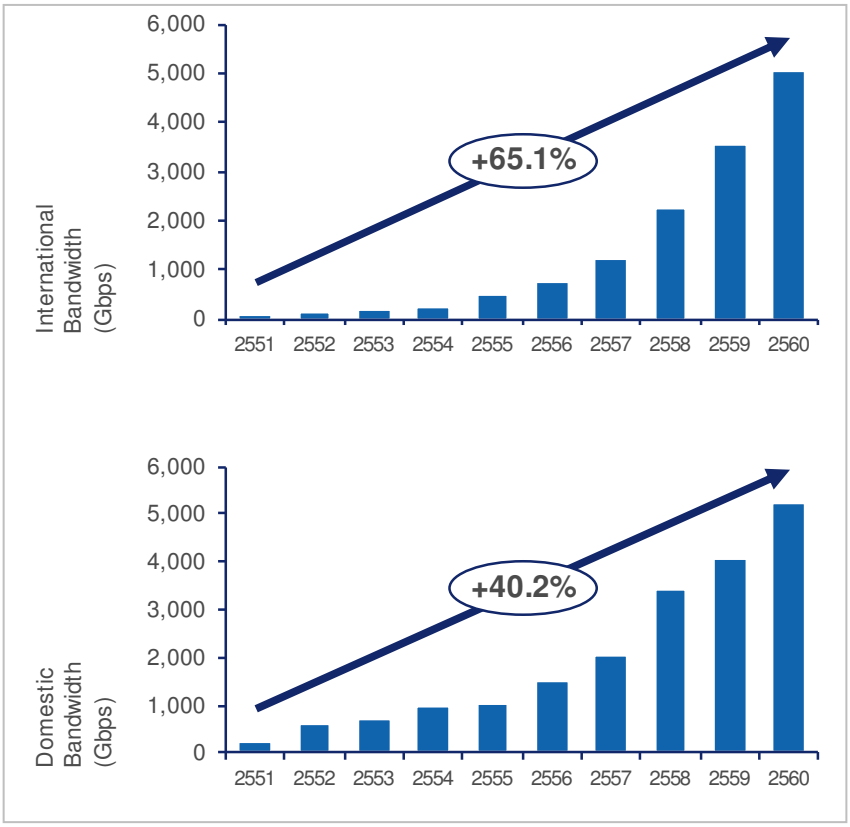


รูปที่ 18: อุปสงค์ดาวเทียมในการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data / VSAT)
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

ตัวขับเคลื่อนอุปสงค์ดาวเทียมในการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data / VSAT)

ตัวขับเคลื่อนอุปสงค์ดาวเทียมในการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data / VSAT) ที่สำคัญและแนวโน้มการ เปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน มีดังนี้

- แนวโน้มความต้องการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data) มีอัตราความต้องการเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง โดยเฉพาะการเชื่อมต่อข้อมูลอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง มีอัตราเติบโตเพิ่มขึ้นต่อเนื่องทั้งการเชื่อมต่อ เพื่อการสื่อสารข้อมูลในประเทศ (โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ระบบสื่อสารภาคพื้นดินเข้าถึงยาก) และระหว่างประเทศ ในช่วงประมาณ 10 ปีที่ผ่านมา อัตราการเติบโตการใช้งานอินเน็ตระหว่างประเทศและในประเทศเติบโตด้วยอัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย (CAGR) เท่ากับ 65.1 และ 40.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (พิจารณาภาพประกอบคำอธิบายเพิ่มเติมได้จาก รูปที่ 19: ปริมาณความจุการใช้งานอินเทอร์เน็ตในประเทศไทย) อัตราการเติบโตดังกล่าวส่งผลทางบวกต่ออุปสงค์ดาวเทียมในการสื่อสารข้อมูล



รูปที่ 19: ปริมาณความจุการใช้งานอินเทอร์เน็ตในประเทศไทย

ที่มา: Nectec, Detecon Forecast 2018

2.3.4.4 อุปสงค์ดาวเทียมในการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access)

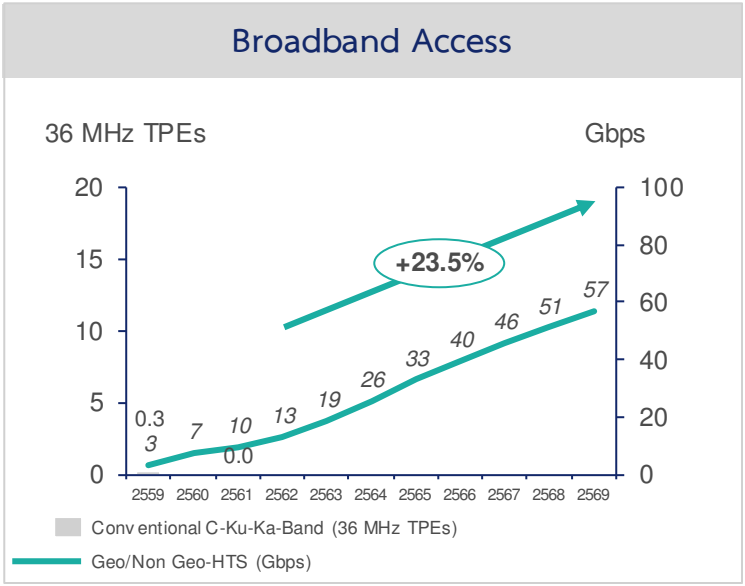
การประมาณการอุปสงค์ดาวเทียมในการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) ของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง อัตราการเติบโตสะสมเฉลี่ย (Compound Average Growth Rate: CAGR) เท่ากับ 23.5 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงปี 2561-2569 (พิจารณารายละเอียดประกอบ คำอธิบายเพิ่มเติมได้จาก รูปที่ 20: อุปสงค์ดาวเทียมในการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access)) ลักษณะสภาพตลาดและแนวโน้มความต้องการตลาดดังกล่าวมีสาเหตุมาจาก

- วิวัฒนาการเทคโนโลยีดาวเทียมแบบความจุสูงที่สามารถรองรับปริมาณการรับส่งข้อมูลสูงได้เข้ามาเปลี่ยนวงการดาวเทียมอย่างมีนัยสำคัญ ด้วยประสิทธิภาพการใช้งานเชิงเทคนิคและเชิงต้นทุน2 ส่งผลให้ดาวเทียมแบบความจุสูงสามารถเข้ามาตอบสนองการเติบโตความต้องการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงได้ในอนาคต จุดเด่นสำคัญของการใช้งานดาวเทียมคือการเชื่อมต่อไปยังพื้นที่ที่การบริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงเข้าไปไม่ถึงหรือไม่เพียงพอให้สามารถรับสัญญาณอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงได้เช่นเดียวกับพื้นที่ในเมือง

[2] ดาวเทียมแบบความจุสูงมีปริมาณการรับส่งมากแต่ต้นทุนต่อบิทต่ำ มีเทคโนโลยีการส่งสัญญาณแบบเน้นจุดแคบและการนำความถี่กลับมาใช้ใหม่ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีดาวเทียมที่มีประสิทธิภาพ แต่ด้วยเงินลงทุนที่สูงทำให้ระยะเวลาคืนทุนยาวนาน นอกจากนั้น ดาวเทียมประเภทนี้ยังสามารถเพิ่ม ความจุ (Bandwidth) ได้ จึงดีกว่าดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite)

- ดาวเทียมแบบความจุสูง สามารถนำมาใช้อย่างกว้างขวางกับแอพลิเคชั่นบรอดแบนด์สำหรับผู้บริโภคทั่วไป และสามารถให้บริการโครงข่ายโทรศัพท์มือถือในส่วนการให้บริการเชื่อมต่อสัญญาณกลับไปยังโครงข่ายหลัก (Backhaul) ด้วยแบนด์วิดท์สูงเพื่อให้บริการผ่านโครงข่ายในพื้นที่นอกเมือง และระหว่างเมือง จึงทำให้ความต้องการดาวเทียมในการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

กล่าวโดยสรุป คือ อุปสงค์ดาวเทียมการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) ของประเทศไทย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง ด้วยประสิทธิภาพเชิงเทคนิค เชิงต้นทุน และการใช้ ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางในการตอบสนองความต้องการใช้งานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงในอนาคต



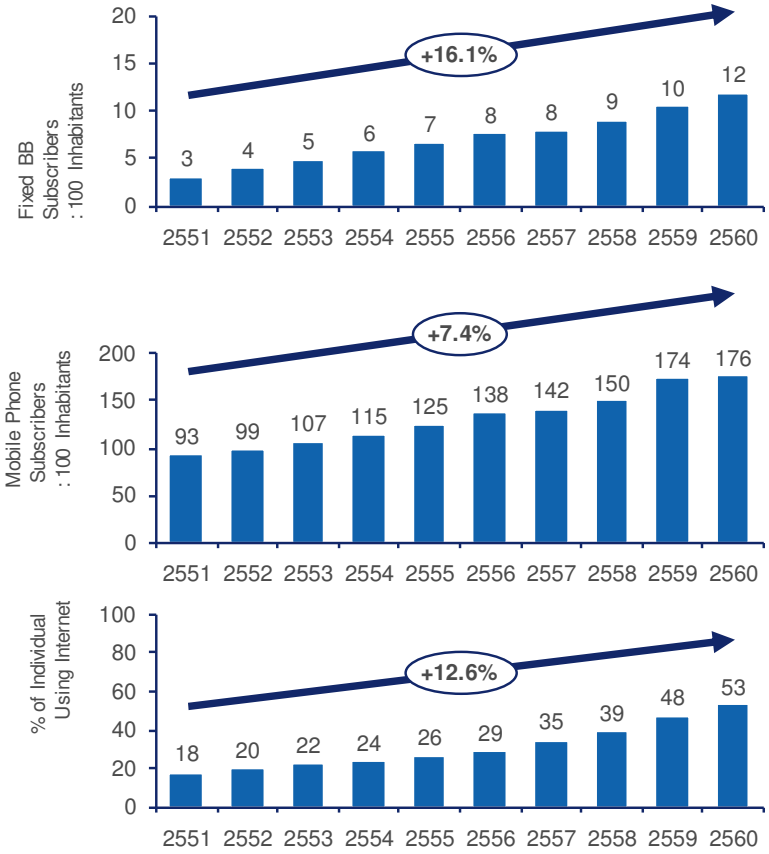
รูปที่ 20: อุปสงค์ดาวเทียมในการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access)
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

ตัวขับเคลื่อนอุปสงค์ดาวเทียมในการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access)

ตัวขับเคลื่อนอุปสงค์ดาวเทียมในการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) ที่สำคัญและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน มีดังนี้

- อัตราการเข้าถึงการใช้งานบรอดแบนด์อินเทอร์เน็ตแบบประจำที่ (Fixed Broadband Subscribers) และไม่ประจำที่ (Mobile Broadband Subscriber) ต่อประชากรเติบโตต่อเนื่อง สะท้อนให้เห็นถึงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสารคมนาคมในการตอบสนองความต้องการในประเทศไทยที่ยังมีโอกาสในการเติบโตต่อเนื่อง (พิจารณาภาพประกอบการอธิบายเพิ่มเติม ได้จาก รูปที่ 21: ผู้ลงทะเบียนใช้งานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงแบบประจำที่ (Fixed Broadband) และไม่ประจำที่ (Mobile Internet) และผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ต (Individual Using Internet) ต่อประชากร 100 คน)

• ผู้ต้องการใช้งานอินเตอร์เน็ตความเร็วสูงในพื้นที่ห่างไกล ยังคงจำเป็นต้องใช้ดาวเทียมสื่อสารในการใช้งานโครงข่ายบรอดแบนด์ความเร็วสูง เนื่องจากบริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงทั้งแบบประจำที่และเคลื่อนที่ไม่สามารถให้บริการได้เนื่องจากไม่คุ้มทุน หรือผู้ให้บริการโครงข่ายโทรคมนาคมที่มีความจำเป็นในการขยายโครงข่ายอย่างรวดเร็วไปยังพื้นที่ที่การสื่อสารประเภทอื่นทำได้ยากและใช้เวลาในการติดตั้งนาน ความสามารถในการรับส่งข้อมูล (Throughput) ของการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านทางดาวเทียมความจุสูงจึงต้องมีประสิทธิภาพสูงเพียงพอที่จะสนองความต้องการได้



รูปที่ 21: ผู้ลงทะเบียนใช้งานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงแบบประจำที่ (Fixed Broadband) และไม่ประจำที่ (Mobile Internet) และผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ต (Individual Using Internet) ต่อประชากร 100 คน
ที่มา: ITU, 2018

2.3.4.5 อุปสงค์ดาวเทียมในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility / ESIM)

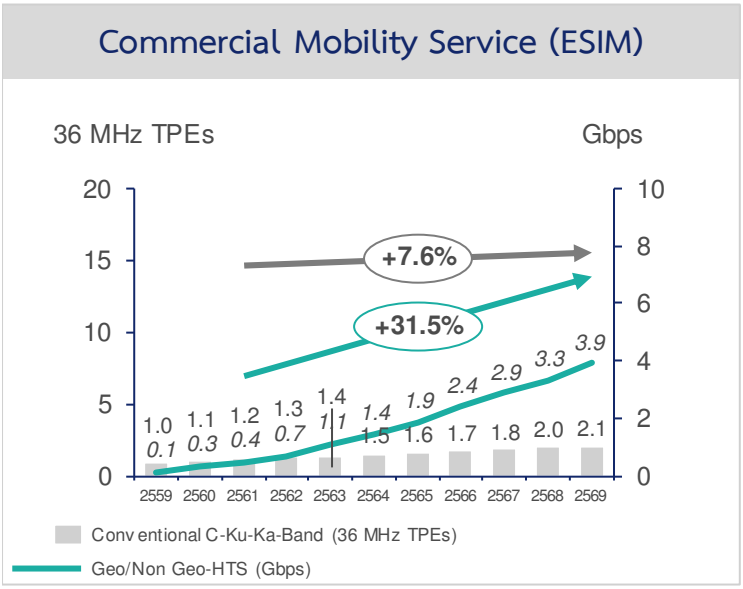
การประมาณการอุปสงค์ดาวเทียมในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / ESIM) ของประเทศไทย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่องทั้งในส่วนการใช้งานดาวเทียมแบบทั่วไปและดาวเทียมแบบความจุสูง อัตราการเติบโตสะสมเฉลี่ย (Compound Average Growth Rate: CAGR) การใช้งานดาวเทียมแบบทั่วไป และแบบความจุสูง เท่ากับ 7.6 และ 31.5 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงปี 2561-2569 (พิจารณารายละเอียดประกอบคำอธิบายเพิ่มเติมได้ รูปที่ 22: อุปสงค์ดาวเทียมในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / ESIM) ลักษณะสภาพตลาดและแนวโน้มความต้องการตลาด ดังกล่าวมีสาเหตุมาจาก

- ความต้องการใช้งานจากการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / ESIM) ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งการใช้งานส่วนการระบุพิกัดและการนำร่องเครื่องบินและเรือเดินสมุทร ส่งผลต่อความต้องการใช้งานดาวเทียมสื่อสารที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

- ความสามารถในการติดต่อสื่อสารของดาวเทียมในลักษณะบรอดแบนด์ได้ทุกสถานที่ ทั้งภาคอากาศ ภาคพื้นดิน และภาคพื้นน้ำ สามารถใช้ร่วมกับยานพาหนะหรือจุดรับสัญญาณประจำที่และไม่ประจำที่ นอกจากนี้การพัฒนาเชิงเทคโนโลยีในปัจจุบันทำให้การใช้งานเชื่อมต่อด้วยความเร็วเทียบเท่ากับการเชื่อมต่อเส้นเคเบิลใยแก้วนำแสงจึงทำให้อุปสงค์ดาวเทียมสื่อสารในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / ESIM) เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

- การพัฒนาด้านการเดินทางอัจฉริยะ (Smart Transportation) ให้ครอบคลุมพื้นที่คมนาคมทั่วประเทศ ทั้งภาคอากาศ ภาคพื้นดิน และภาคพื้นน้ำ ทั้งการเดินทางสาธารณะ การเดินทางส่วนบุคคล และการเดินทางของยานพาหนะไร้คนขับ ทั้งนี้เพื่อประสิทธิภาพในการจัดการด้านการโทรคมนาคมขนส่งความปลอดภัยในการเดินทาง และการให้ความสำคัญกับการรักษาสภาพแวดล้อม (Green Mobility) ให้ดียิ่งขึ้น การใช้งานดาวเทียมในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / ESIM) สามารถเชื่อมต่อช่องทางการสื่อสารและเข้าถึงข้อมูลบนอุปกรณ์เฉพาะที่ติดอยู่กับยานพาหนะ การพัฒนาแนวคิดการเดินทางอัจฉริยะจึงเป็นปัจจัยสนับสนุนการเพิ่มขึ้นของปริมาณการใช้งานในอนาคต

กล่าวโดยสรุป คือ อุปสงค์ดาวเทียมในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / ESIM) ของประเทศไทย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่องทั้งในส่วนการใช้งานดาวเทียมแบบทั่วไปและดาวเทียมแบบความจุสูง เนื่องจากความต้องการตลาดการขนส่งเชิงพาณิชย์ที่เพิ่มขึ้น ร่วมกับประสิทธิภาพเชิงเทคโนโลยีของดาวเทียม ใน การตอบสนองความต้องการตลาด



รูปที่ 22: อุปสงค์ดาวเทียมในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / ESIM)

ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

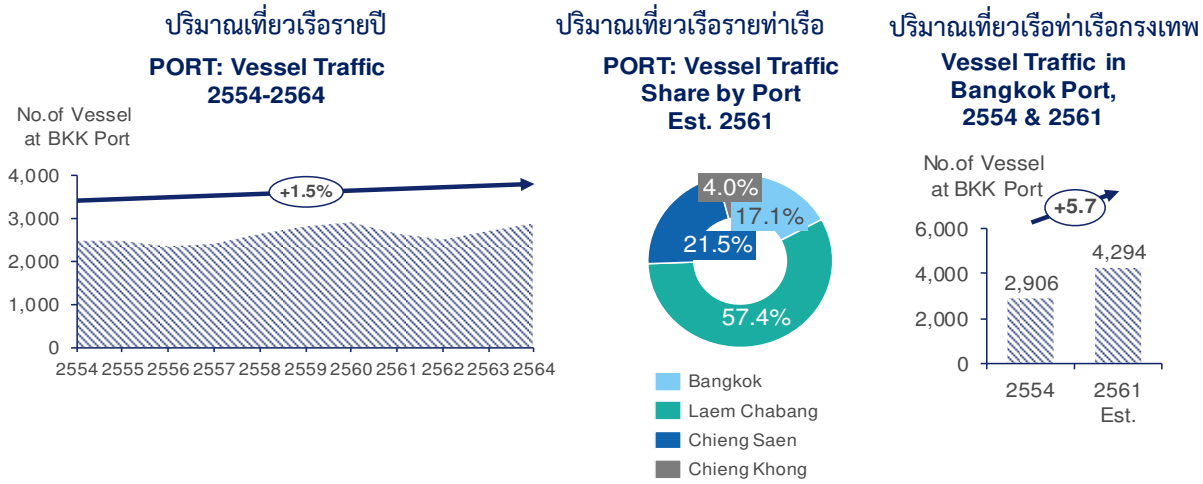
ตัวขับเคลื่อนอุปสงค์ดาวเทียมในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / ESIM)

ตัวขับเคลื่อนอุปสงค์ดาวเทียมในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / ESIM) ที่ สำคัญและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน มีดังนี้

- อุตสาหกรรมการบินมีแนวโน้มความต้องการใช้งานดาวเทียมสื่อสารเพิ่มขึ้น ทั้งในการให้บริการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแก่ผู้โดยสารเครื่องบินพาณิชย์ซึ่งจะกลายเป็นการบริการพื้นฐานในอนาคต และการใช้งานความจุดาวเทียมในการสื่อสารระหว่างการเดินทางเพื่อการบริหารจัดการเส้นทาง และความปลอดภัยในการให้บริการ โดยความต้องการใช้งานมีทั้งในรูปแบบเสียง วีดีโอ ภาพ และข้อมูล ความต้องการใช้งานของเครื่องบินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งสำหรับเครื่องบินพาณิชย์ และเครื่องบินส่วนตัว ตัวอย่างเช่น ข้อมูลของการท่าอากาศยานแห่งประเทศไทยแสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของเที่ยวบินขาเข้าและขาออกท่าอากาศยานต่าง ๆ ในประเทศไทย มีอัตราการเพิ่มขึ้น ร้อยละ 5.4 ในปี 2559-2560 โดยเพิ่มจาก 790,354 เป็น 833,084 เที่ยวบิน (อ้างอิง Air Traffic Report 2017, AOT)

- อุตสาหกรรมเดินเรือ ทั้งการเดินเรือในภูมิภาคและระหว่างภูมิภาคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งในการสื่อสารระหว่างการเดินเรือและการนำร่อง การเดินเรือหลักของประเทศไทยมีเที่ยวเรือสินค้าที่เข้า ท่าเรือหลักของ

ประเทศส่วนใหญ่ซึ่งเป็นเรือเดินสมุทร ที่ต้องอาศัยการสื่อสารผ่านดาวเทียม ได้แก่ เรือเดินสมุทรที่เข้ามายังท่าเรือแหลมฉบัง (Laem Chabang) มีสัดส่วนปริมาณเที่ยวเรือร้อยละ 57.4 ของเที่ยวเรือประเทศไทยทั้งหมด และเรือที่เข้ามายังท่าเรือกรุงเทพฯ (Bangkok) มีสัดส่วนปริมาณเที่ยวเรือร้อยละ 17.1 ของเที่ยวเรือประเทศไทยทั้งหมด จากการศึกษาพบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนเที่ยวเรือที่เข้าท่าเรือหลักของประเทศไทย จากข้อมูลเรือเข้าท่าเรือกรุงเทพฯ ในระหว่างปี 2554-2561 พบว่า มีอัตราการเติบโตเฉลี่ยสะสม (CAGR) เท่ากับ 5.7 เปอร์เซ็นต์ (สามารถพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมประกอบ คำอธิบายได้จากภาพประกอบ รูปที่ 23: ปริมาณเรือเที่ยวเรือสินค้า (Vessel, Cargo, Container) จำแนกตามท่าเรือในประเทศไทย)



รูปที่ 23: ปริมาณเรือเที่ยวเรือสินค้า (Vessel, Cargo, Container) จำแนกตามท่าเรือในประเทศไทย

ที่มา: www.port.co.th, Detecon Forecast 2018

2.3.4.6 อุปสงค์ดาวเทียมในภาครัฐและการทหาร (Government / Military)

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

2.3.5 อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมสื่อสารในประเทศไทย

การศึกษาในส่วนนี้ เป็นการพิจารณาอุปสงค์และอุปทานความจุดาวเทียมสื่อสารของประเทศไทย และแนวโน้มความต้องการในอนาคต เพื่อทราบช่องว่างความจุดาวเทียมในปัจจุบัน (ส่วนต่างระหว่างอุปสงค์และอุปทาน) และแนวโน้มในอนาคต

2.3.5.1 อุปสงค์ดาวเทียมในประเทศไทย

การพิจารณาอุปสงค์ดาวเทียมในประเทศไทยในปัจจุบัน โดยการประมาณการอุปสงค์จำแนกเป็นอุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปแถบความถี่ C-Ku-Ka-Band (หน่วยวัด TPEs) ความถี่ L-X-Band (หน่วยวัด Gbps) และอุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง (หน่วยวัด Gbps) ในปัจจุบันและประมาณการความต้องการในอนาคต พิจารณาจากแนวโน้มโลก การใช้ประโยชน์และแนวโน้มการเติบโตเทียบกับภาพรวมของภูมิภาคเอเชียตะวันออก

เฉียงใต้ ร่วมกับสภาพการใช้งานดาวเทียมของตลาดในปัจจุบันและความต้องการใช้งานของภาครัฐและการทหารในอนาคต พบว่า

- ประมาณการอุปสงค์ดาวเทียมในประเทศไทย ระหว่างปี 2561-2569 สำหรับดาวเทียมแบบทั่วไป (C-Ku-Ka Band) เพิ่มขึ้นเล็กน้อย สำหรับ X-L-Band มีแนวโน้มการใช้งานเพิ่มขึ้นเช่นกัน สำหรับดาวเทียมสื่อสารแบบความจุสูงมีแนวโน้มการใช้งานเพิ่มสูงต่อเนื่องในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

- แนวโน้มความต้องการใช้งานดาวเทียมของประเทศไทยมีแนวโน้มไปสู่ความต้องการใช้งานดาวเทียมแบบความจุสูง (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย เท่ากับ 26.6 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าความต้องการดาวเทียมแบบทั่วไป (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย เท่ากับ -4.2 เปอร์เซ็นต์)

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

2.3.5.2 อุปทานความจุดาวเทียมในประเทศไทยและผู้ให้บริการ

การศึกษาอุปทานความจุดาวเทียมในส่วนนี้ พิจารณาความจุเฉพาะผู้ให้บริการในประเทศเท่านั้น มิได้พิจารณาความจุจากผู้ให้บริการในต่างประเทศซึ่งสามารถทดแทนความจุการใช้งานในประเทศได้อย่างสมบูรณ์ และในปัจจุบันมีการใช้ความจุดาวเทียมจากต่างประเทศอย่างไม่เป็นทางการของผู้ให้บริการในประเทศไทยบางส่วน แต่เนื่องจากเป็นการใช้งานส่วนน้อยและไม่มีข้อมูลเปิดเผยเป็นทางการจึงไม่ได้รวมอยู่ในการศึกษาครั้งนี้ โดยข้อมูลความจุดาวเทียมไทยคมในการศึกษาส่วนนี้รวบรวมข้อมูลมาจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งครอบคลุมการให้บริการพื้นที่ประเทศไทย โดยในความเป็นจริงแล้วอาจมีการจัดสรรความจุร่วมกับพื้นที่ประเทศอื่นนอกเหนือจากประเทศไทยได้ด้วย

อุปทานความจุดาวเทียมในประเทศไทย พิจารณาจากการให้บริการดาวเทียมในประเทศไทยในปัจจุบัน ซึ่ง อยู่ภายใต้ระบบสัมปทาน โดยบริษัทไทยคม จำกัด (มหาชน) (บริษัทไทยคม) รับสัมปทานอายุ 30 ปี จากกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (ตั้งแต่ปี พ.ศ.2534 ถึง พ.ศ. 2564) ปัจจุบันบริษัทไทยคมเป็นผู้ประกอบการ ให้บริการช่องสัญญาณดาวเทียม (Satellite Network Operator) รายเดียวของประเทศไทยที่ได้รับสัมปทาน ให้บริการโดย ใช้ดาวเทียมไทยคม (THAICOM 4 5 6 7 และ 8) นอกเหนือจากการให้บริการดาวเทียมโดยบริษัทไทยคมแล้ว สำนักงานเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ GISTDA ก็ให้บริการข้อมูลจากดาวเทียมในลักษณะสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) โดยดาวเทียม THEOS พิจารณารายละเอียดอุปทานความจุดาวเทียมในประเทศไทย จำแนกตามดาวเทียมที่ให้บริการในประเทศไทยจากตารางต่อจากนี้

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

2.3.6 ราคาและรายได้รวมการบริการดาวเทียมสื่อสาร

2.3.6.1 ราคาการให้บริการดาวเทียมสื่อสาร

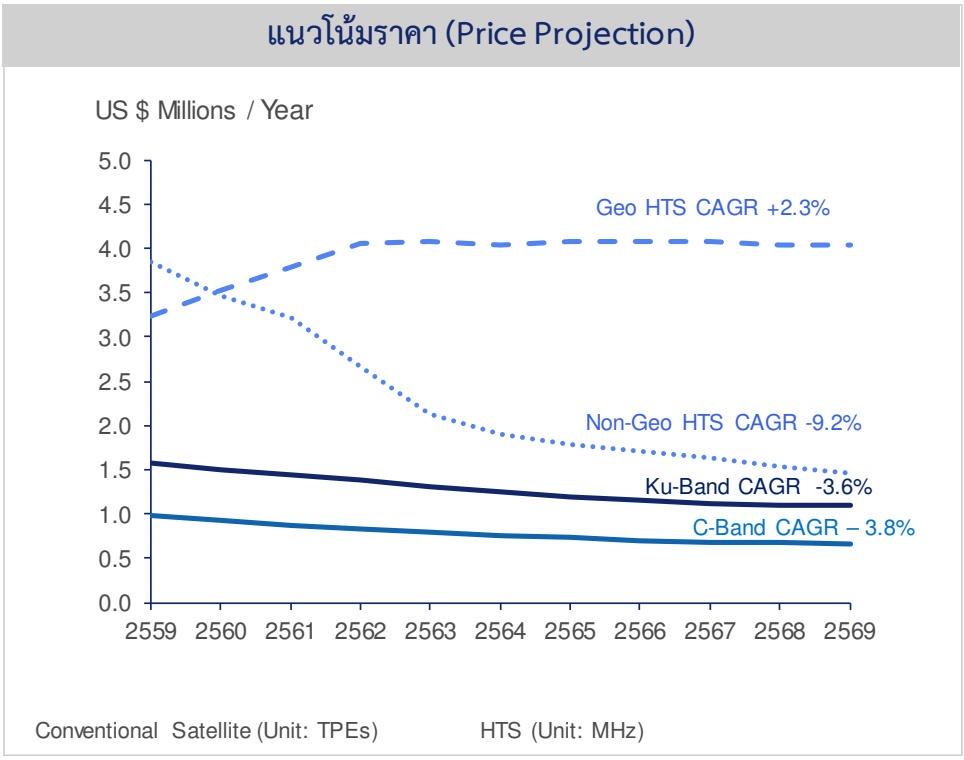
การศึกษาราคาและรายได้ตลาดดาวเทียมสื่อสารในประเทศไทย โดยอ้างอิงระดับราคามาตรฐานตลาดใน ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในการคำนวณรายได้จากการให้บริการความจุดาวเทียมสื่อสาร จำแนกตามแถบความถี่ พบว่า

- ราคาความจุดาวเทียมสื่อสารแบบทั่วไปมีแนวโน้มลดลง เนื่องด้วยปริมาณความต้องการที่ค่อนข้างคงที่ และข้อจำกัดด้านเทคโนโลยีที่ด้อยกว่าดาวเทียมแบบความจุสูง แนวโน้มราคาของดาวเทียมแบบทั่วไปแถบความถี่ C-Band และ Ku-Band มีอัตราการเติบโตสะสมเฉลี่ย (CAGR) ในช่วงปี พ.ศ.2559-2569 เท่ากับ -3.8 และ -3.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (สามารถพิจารณาภาพประกอบการ อธิบายราคาและแนวโน้มราคาได้จาก รูปที่ 24: ราคาปัจจุบันและแนวโน้มราคามาตรฐานในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้)

- ราคาความจุดาวเทียมสื่อสารแบบความจุสูงในการให้บริการดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องด้วยแนวโน้มความต้องการในตลาดที่เพิ่มขึ้น แต่ด้วย ประสิทธิภาพในการใช้งานและต้นทุน ทำให้อัตราการเติบโตสะสมเฉลี่ย (CAGR) ในช่วงปี พ.ศ.2559-2569 เท่ากับ +2.3 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ราคาความจุดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) มีแนวโน้มลดลงเนื่องจากอุปทานความจุในตลาดที่มีมาก (ทั้งนี้ สามารถพิจารณาภาพประกอบการอธิบายราคาและแนวโน้มราคา ได้จาก รูปที่ 24: ราคาปัจจุบันและแนวโน้มราคามาตรฐานในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้)

- แนวโน้มราคาที่ลดลง เกิดจากแรงกดดันจากอุปสงค์และอุปทาน รวมถึงเทคโนโลยีและสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของตลาดดาวเทียมสื่อสารเอง รวมกับผลกระทบจากการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคมที่สามารถทดแทนการใช้งานดาวเทียมได้ อาทิ เครือข่ายบอร์ดแบนด์อินเทอร์เน็ตความเร็วสูงภาคพื้นดินและภาคพื้นน้ำ ซึ่งมีแนวโน้มราคาลดลงจากการพัฒนาเทคโนโลยีที่ดีขึ้น

- แนวโน้มระดับราคาไม่สามารถเปลี่ยนแปลงไปได้มากจากเดิม เนื่องด้วยการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายบรอดแบนด์อินเทอร์เน็ตความเร็วสูงภาคพื้นดินและภาคพื้นน้ำที่มีอย่างต่อเนื่อง และเป็นทางเลือกหรือคู่แข่งสำคัญในการให้บริการในอนาคต



รูปที่ 24: ราคาปัจจุบันและแนวโน้มราคามาตรฐานในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

หมายเหตุ: หน่วยราคาล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ (US$ Million) ต่อหน่วยความจุดาวเทียมแบบทั่วไป 36 MHz TPE ต่อปี สำหรับแถบความถี่ C-Band, Ku-Band และ และหน่วยราคาล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ US$ Million ต่อหน่วยความจุดาวเทียมแบบความจุสูง Gbps ต่อปี สำหรับ ดาวเทียมแบบ GEO-HTS และ NGEO-HTS โดยตัวเลขประมาณการอัตราเติบโตเสะสมเฉลี่ย (CAGR) คำนวณในช่วงปี 2559-69

กล่าวโดยสรุปคือ แนวโน้มราคาการให้บริการความจุดาวเทียมในอนาคตมีแนวโน้มโดยรวมค่อนข้างคงที่ เนื่องจากผู้ให้บริการความจุดาวเทียมไม่สามารถปรับเปลี่ยนราคาจากเดิมได้มาก ประกอบกับแรงกดดันจากอุปสงค์และอุปทานในดาวเทียมสื่อสารเอง และการมีทางเลือกในการให้บริการในอนาคต อาทิ โครงสร้างพื้นฐานบรอดแบนด์อินเทอร์เน็ตความเร็วสูงภาคพื้นดิน

2.3.6.2 รายได้การให้บริการดาวเทียมสื่อสาร

การศึกษาปริมาณอุปสงค์ดาวเทียมสื่อสารและราคาตลาดในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต นำมาสู่การประมาณรายได้ตลาดสื่อสารดาวเทียมของประเทศไทย จำแนกตามความประเภทดาวเทียมทั่วไปและดาวเทียมความจุสูง ร่วมกับแถบความถี่ในการให้บริการ พบว่า

- แนวโน้มรายได้รวมจากการให้บริการในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา 2559-2569 เพิ่มขึ้นด้วยอัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย (CAGR) เท่ากับ 14.9 เปอร์เซ็นต์ การเติบโตของรายได้มาจากการเติบโตของความต้องการดาวเทียมแบบความจุสูง (HTS) แบบประจำที่และแบบไม่ประจำที่ (GEO-HTS / NGEO-HTS) (พิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จาก)

- รายได้จากการให้บริการดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มไม่เพิ่มสูงขึ้น (พิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จาก)

- เมื่อพิจารณาแนวโน้มรายได้จากการให้บริการดาวเทียมสื่อสารร่วมกับระดับเทคโนโลยี พบว่า รายได้ของดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มไม่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่รายได้ของดาวเทียมแบบความจุสูง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ระดับเทคโนโลยีดาวเทียมที่พัฒนามากกว่า มีประสิทธิภาพในการใช้งานและเชิงต้นทุนดีกว่า มีความสัมพันธ์กับการสร้างรายได้ของการให้บริการในอนาคต

กล่าวโดยสรุป คือ แนวโน้มรายได้รวมจากการให้บริการในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา 2559-2569 เพิ่มขึ้นโดยการเติบโตของรายได้มาจากความต้องการดาวเทียมแบบความจุสูง (HTS) ทั้งแบบประจำที่และแบบไม่ประจำที่ (GEO-HTS / NGEO-HTS) สำหรับรายได้จากการให้บริการดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มไม่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ รายได้จากการให้บริการดาวเทียมสื่อสารมีความสัมพันธ์กับการพัฒนาเทคโนโลยีเทคโนโลยี ดังจะเห็นได้ว่ารายได้ของดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มคงที่หรือลดลง ในขณะที่รายได้ของดาวเทียมแบบความจุสูงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง กล่าวคือ ระดับเทคโนโลยีดาวเทียมที่พัฒนามากกว่า มีประสิทธิภาพในการใช้งานและเชิงต้นทุนดีกว่า มีความสัมพันธ์กับการสร้างรายได้ของการให้บริการในอนาคต

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

2.3.7 สรุปสภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารในประเทศไทย

การศึกษาสภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารในประเทศไทย ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา 2559-2569 สามารถสรุปประเด็นสำคัญและแนวโน้มสภาพตลาด รวมถึงอุปสรรคและความท้าทายของตลาดดาวเทียมสื่อสารในอนาคตได้ดังต่อไปนี้

- อุปสงค์ดาวเทียมสื่อสารแบบทั่วไปมีแนวโน้มการใช้งานไม่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากอายุการใช้งานนาน 15 ปี และด้วยข้อจำกัดเชิงเทคโนโลยีที่ไม่เปลี่ยนแปลงจากอดีตมากนักจึงไม่จูงใจต่อความต้องการใช้งานที่เพิ่มขึ้น สำหรับอุปสงค์ดาวเทียมสื่อสารแบบความจุสูงมีแนวโน้มเติบโตต่อเนื่อง เนื่องจากประสิทธิภาพการใช้งานและประสิทธิภาพเชิงต้นทุนของดาวเทียมแบบความจุสูง

- อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มโดยรวมคงที่ อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม C-Band มีแนวโน้มคงที่เนื่องจากข้อจำกัดประสิทธิภาพและต้นทุนที่เป็นข้อจำกัดในการขยายตัวของความต้องการ สำหรับอุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม Ku-Band มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเนื่องจากการขยายตัวของความต้องการเพื่อการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data / VSAT) ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

- อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงมีแนวโน้มความต้องการเพิ่มขึ้นต่อเนื่องจากแรงขับเคลื่อนความต้องการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) และการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service / VSAT) โดยอุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) มีความต้องการใช้งานมากกว่าดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) ในขณะที่ความต้องการใช้งานดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่มีแนวโน้มการเติบโตสูงมากกว่า

การศึกษาอุปสงค์ความต้องการใช้งานดาวเทียมสื่อสารในประเทศไทย ตามประเภทการใช้งานและปัจจัยขับเคลื่อนหลัก สามารถสรุปประเด็นสำคัญที่อาจเป็นอุปสรรคและความท้าทายตลาดดาวเทียมสื่อสารในอนาคตได้ดังต่อไปนี้

- อุปสงค์ดาวเทียมในการเผยแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) ของประเทศไทยมีแนวโน้มลดลง แม้จะมีความต้องการของผู้ให้บริการแพร่สัญญาณรายหลักที่ต้องการใช้งานอย่างต่อเนื่องเพื่อรักษาส่วนแบ่งตลาดในปัจจุบัน แต่การแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อผ่านดาวเทียมต้องแข่งขันกับทางเลือกเครือข่ายอินเทอร์เน็ตภาคพื้นดิน

- อุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณดาวเทียมถึงผู้รับโดยตรง (DTH) ของประเทศไทย มีแนวโน้มคงที่ เนื่องจากผู้ใช้งานหลักในปัจจุบันยังคงมีความต้องการใช้งานดาวเทียมแบบทั่วไปในช่วงคลื่นความถี่ ดาวเทียม C-Band และ Ku-Band ต่อเนื่อง แต่เมื่อพิจารณาแนวโน้มในอนาคตความต้องการดาวเทียมส่วนนี้มีคู่แข่งหรือทางเลือกในการใช้งานความจุจากอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ภาคพื้นดิน เช่นเดียวกันกับกรณีอุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution)

- อุปสงค์ดาวเทียมในการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data / VSAT) ของประเทศไทย โดยรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากความต้องการสื่อสารข้อมูลที่เพิ่มขึ้น โดยความต้องการที่เพิ่มขึ้นเป็นความต้องการดาวเทียมแบบความจุสูงเนื่องจากประสิทธิภาพของดาวเทียมแบบความจุสูงที่เป็นหนึ่งในทางเลือกสำคัญในอนาคต

- อุปสงค์ดาวเทียมการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) ของประเทศไทย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง ด้วยประสิทธิภาพเชิงเทคนิค เชิงต้นทุน และการใช้ ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางในการตอบสนองความต้องการใช้งานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงในอนาคต

- อุปสงค์ดาวเทียมในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / ESIM) ของประเทศไทย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่องทั้งในส่วนการใช้งานดาวเทียมแบบทั่วไปและดาวเทียมแบบความจุสูงเนื่องจากความต้องการตลาดการขนส่งเชิงพาณิชย์ที่เพิ่มขึ้น ร่วมกับประสิทธิภาพเชิงเทคโนโลยีของดาวเทียมในการตอบสนองความต้องการตลาด

- อุปสงค์ดาวเทียมในภาครัฐและการทหาร (Government / Military) ของประเทศไทย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะความต้องการทางการทหาร

การศึกษาภาพรวมอุปสงค์ อุปทาน ราคา และรายได้ของตลาดดาวเทียมสื่อสารในประเทศไทย สามารถสรุปประเด็นสำคัญที่อาจเป็นอุปสรรคและความท้าทายต่อตลาดดาวเทียมสื่อสารในอนาคต ได้ดังต่อไปนี้

- ด้วยอุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยทำให้อุปทานดาวเทียมที่มีอยู่อย่างจำกัดไม่สามารถตอบสนองความต้องการในอนาคตได้ ถึงแม้พิจารณากรณีที่ดาวเทียมไทยคม 5 สามารถดำเนินการเติมเชื้อเพลิงได้สำเร็จก็ตาม สำหรับกรณีอุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนั้นเนื่องด้วยความจุดาวเทียม 4 ที่ให้บริการในประเทศไทยมีอยู่อย่างจำกัดจึงทำให้อุปทานในปัจจุบันและในอนาคตไม่เพียงพอกับความต้องการใช้งาน

- แนวโน้มราคาการให้บริการความจุดาวเทียมในอนาคตมีแนวโน้มโดยรวมค่อนข้างคงที่ เนื่องจากผู้ให้บริการความจุดาวเทียมไม่สามารถปรับเปลี่ยนราคาจากเดิมได้มาก ประกอบกับแรงกดดันจากอุปสงค์และอุปทานในดาวเทียมสื่อสารเอง และการมีทางเลือกในการให้บริการในอนาคต อาทิ โครงสร้างพื้นฐานบรอดแบนด์อินเทอร์เน็ตความเร็วสูงภาคพื้นดิน

- แนวโน้มรายได้รวมจากการให้บริการในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา 2559-2569 เพิ่มขึ้น โดยการเติบโตของรายได้มาจากความต้องการดาวเทียมแบบความจุสูง (HTS) ทั้งแบบประจำที่และแบบไม่ประจำที่ (GEO-HTS / NGEO-HTS) สำหรับรายได้จากการให้บริการดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มไม่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ รายได้จากการให้บริการดาวเทียมสื่อสารมีความสัมพันธ์กับการพัฒนาเทคโนโลยีเทคโนโลยี ดังจะเห็นได้ว่ารายได้ของดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มคงที่หรือลดลง ในขณะที่รายได้ของดาวเทียมแบบความจุสูงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง

กล่าวคือ ระดับเทคโนโลยีดาวเทียมที่พัฒนามากกว่า มีประสิทธิภาพในการใช้งานและเชิงต้นทุนดีกว่า มีความสัมพันธ์กับการสร้างรายได้ของการให้บริการในอนาคต

3 การศึกษาเชิงเทคโนโลยีและความต้องการใช้งาน

3.1 การศึกษาเชิงเทคโนโลยี

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาอุตสาหกรรมอวกาศได้เผชิญหน้ากับการพัฒนาที่ก่อให้เกิดความท้าทาย การวิวัฒนาการของเทคโนโลยีดิจิทัลกำลังจะเปลี่ยนรูปแบบธุรกิจดาวเทียม เทคโนโลยีดิจิทัลสร้างความต้องการรูปแบบใหม่ในการเชื่อมต่อ ผู้บริโภคและองค์กรมีต้นทุนในการเชื่อมต่อโครงข่ายโทรคมนาคมสื่อสารลดลง ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงในทุกระดับในห่วงโซ่คุณค่า (Value chain) ของอุตสาหกรรมดาวเทียม ตัวอย่างเช่น เทคโนโลยีเครือข่ายดาวเทียม (Constellation) หรือดาวเทียมขนาดเล็ก (Smallsats) กลายเป็นหนึ่งในทางเลือกหลักสำหรับระบบดาวเทียมในอนาคตที่มีขีดความสามารถใหม่ สามารถตอบสนองความต้องการในการเชื่อมต่อข้อมูลความเร็วสูงได้ เนื้อหาการศึกษาในบทนี้จะอธิบายแนวโน้มเทคโนโลยีสื่อสารดาวเทียมที่มีพัฒนาการในปัจจุบันและต่อเนื่องสู่อนาคตอันใกล้

3.1.1 วิวัฒนาการของดาวเทียมค้างฟ้า (Geostationary Satellite)

ดาวเทียมค้างฟ้า (Geostationary Satellite) เป็นดาวเทียมที่มีตำแหน่งวงโคจรสูงจากผิวโลก 35,786 กิโลเมตร มีเส้นทางการโคจรอยู่บนเส้นศูนย์สูตร โดยจะหมุนรอบโลกด้วยความเร็วเท่ากับโลกหมุนรอบตัวเอง จึงทำให้ดาวเทียมดูเหมือนไม่เคลื่อนที่และหยุดนิ่งอยู่ ณ ตำแหน่งเดิมเนื่องจากมีความเร็วสัมพัทธ์กับโลก (Geosynchronous Earth Orbit : GEO) ดาวเทียม GEO มีความต้องการในการใช้งานเพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากความต้องการในตลาดการแพร่ภาพสัญญาณดาวเทียม และการใช้งานภาครัฐและทางการทหารเป็นปัจจัยขับเคลื่อนสำคัญของตลาดดาวเทียม GEO ต้นทุนการพัฒนาดาวเทียม GEO ที่สูงเป็นปัจจัยยับยั้งการเติบโตของความต้องการดาวเทียมประเภทนี้ ถึงแม้การออกแบบและต้นทุนการผลิตที่สูงนี้อาจเป็นความอุปสรรคต่อตลาด อย่างไรก็ตามความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีอวกาศ ควบคู่ไปกับการเพิ่มการลงทุนของรัฐบาลถือเป็นโอกาสสำหรับผู้ประกอบกิจการที่ดำเนินธุรกิจในตลาดดาวเทียม GEO

ประเด็นหลักในการพัฒนาเชิงเทคโนโลยีดาวเทียม GEO คือ การพัฒนาแหล่งพลังงาน การเพิ่มจำนวนตัวรับส่งสัญญาณที่ติดตั้งอยู่บนดาวเทียม (Transponder) เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการรองรับปริมาณข้อมูลและความเร็วในการรับส่งข้อมูล การขยับตำแหน่งขึ้นไปให้บริการที่ย่านความถี่ที่สูงขึ้น การนำการสื่อสารเชิงแสงมาใช้เพื่อลดปัญหาด้านการลดทอนสัญญาณ รวมทั้งการพัฒนาความสามารถในการปรับเปลี่ยนพื้นที่ครอบคลุมการให้บริการให้มีความยืดหยุ่น ซึ่งประเด็นเหล่านี้คาดว่าจะเป็นตัวกำหนดทิศทางแนวโน้มการพัฒนาเชิงเทคโนโลยีในอีกหลายปีข้างหน้า

3.1.1.1 ความต้องการความจุสูง (High Capacity)

ความต้องการใช้งานความจุที่สูงขึ้นเป็นแนวโน้มโดยทั่วไปของระบบการสื่อสารโทรคมนาคม ดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite) ใช้ในการให้บริการหลักในการแพร่สัญญาณโทรทัศน์และวิทยุ และ

การให้บริการสำหรับผู้ใช้บริการแบบประจำที่ (Fixed Satellite Service: FSS) แนวทางการเพิ่มกำลังความจุที่ 2 ถึง 20 เท่า สำหรับดาวเทียมแบบ Geostationary เพื่อเพิ่มความสามารถในการรับส่งข้อมูลสามารถทำได้โดยเพิ่มขนาดเครื่องรับส่งสัญญาณ (Transceiver Chain) การขยายช่องสัญญาณให้กว้างขึ้น การนำความถี่สูงมาใช้ในการรับส่งสัญญาณ (เช่น การใช้งาน Ka-Band เพิ่มขึ้น) และการประยุกต์ใช้เสาอากาศที่สามารถปรับลำคลื่นแบบจุด (Spot Beam) เพื่อให้มีจำนวนลำคลื่นแบบจุด (Spot Beam) จำนวนมากขึ้น มีการใช้ซ้ำความถี่ (Frequency Reuse) และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้คลื่นความถี่ให้ดีขึ้น ส่วนการนำเทคนิคการมอดูเลชันขั้นสูงมาใช้เพื่อเพิ่มความจุในลักษณะเดียวกันกับเครือข่ายโทรคมนาคมภาคพื้นดินนั้นยังมีข้อจำกัดเนื่องมาจากระยะทางที่ไกลมากจากผิวโลกและผลกระทบจากชั้นบรรยากาศ

3.1.1.2 การใช้คลื่นความถี่สูงและการสื่อสารเชิงแสง

การใช้งานดาวเทียมในช่วงย่านความถี่ที่สูงขึ้นมีแบนด์วิดท์ช่องสัญญาณที่มากขึ้นเหมาะสำหรับการเพิ่มความจุในการใช้งานดาวเทียม การตอบสนองความต้องการใช้งานดาวเทียมที่มีความจุสูงจึงสามารถทำได้โดยการย้ายหรือขยายการใช้งานจากช่วงความถี่ต่ำ (เช่น C-Band) ไปยังคลื่นไมโครเวฟในย่านที่สูงขึ้น (เช่น Ku-Band Ka-Band หรือ mm-Wave) การย้ายไปใช้งานบนย่านความถี่ที่สูงขึ้นนอกจากจะได้ความจุหรือการรับส่งข้อมูลที่เร็วขึ้นแล้ว ยังมีผลพลอยได้ต่อสถานีภาคพื้นดินที่ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณที่สามารถใช้เสาอากาศที่มีขนาดเล็กลงในการรับส่งข้อมูลขาขึ้นและขาลง (Uplink และ Downlink) แต่อย่างไรก็ตาม การใช้ย่านความถี่ที่สูงขึ้นต้องเผชิญกับปัญหาการลดทอนสัญญาณ อันเนื่องมาจากชั้นบรรยากาศมีผลต่อการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ โดยเฉพาะคลื่นความถี่ที่สูงที่มีการลดทอนของสัญญาณที่สูงขึ้นและการสูญเสียเพิ่มขึ้น

สำหรับการเชื่อมโยงระหว่างดาวเทียม มีการนำเทคโนโลยีการสื่อสารเชิงแสง (Optical communication) มาใช้เนื่องจากการลดทอนและการรบกวนในชั้นบรรยากาศไม่ส่งผลกระทบต่อเทคโนโลยีการสื่อสารเชิงแสง ทำให้การสื่อสารผ่านตัวกลางแสงเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสม หากเปรียบเทียบคลื่นความถี่ย่านไมโครเวฟกับคลื่นความถี่ย่าน mm-wave จะเห็นว่าคลื่นความถี่ย่าน mm-wave มีแบนวิธด์ที่สามารถนำมาใช้ได้จำนวนมากกว่าทำให้รองรับความจุได้สูงกว่าหลายเท่าตัว ขณะที่ลำคลื่น (Optical beam) มีขนาดที่เล็กมากจึงไม่มีปัญหาในการจัดสรรความถี่ แต่ปัญหาของการสื่อสารเชิงแสงเกิดขึ้นระหว่างการเชื่อมโยงดาวเทียมแบบไม่เคลื่อนที่กับดาวเทียมแบบเคลื่อนที่ อย่างไรก็ตาม ผู้ผลิตดาวเทียมหลายรายแก้ปัญหานี้ด้วยการใช้เทอมินอลการสื่อสารเชิงแสงเลเซอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง (Optical Laser Communication Terminal: LCT) ซึ่งสามารถให้ลำคลื่นที่เสถียรและมีความจุสูงในระดับกิกะบิตต่อวินาที (Gbps)

3.1.1.3 พื้นที่ครอบคลุมที่ปรับเปลี่ยนได้ (Flexible Coverage)

ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์จากเสาอากาศแบบหลายช่องลำคลื่น (Multi-beam) และมีการนำอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลแบบกำหนดค่าได้มาใช้ (Configurable Transceiver) เพื่อเพิ่มความจุดาวเทียม ลำคลื่นแบบจุด (Spot Beam) ของดาวเทียมสมัยใหม่สามารถปรับขนาดและทิศทางของลำคลื่นแบบจุด (Spot Beam) เพื่อกำหนดตำแหน่งพื้นที่ครอบคลุมหรือพื้นที่ให้บริการบนผิวโลกให้เหมาะสมกับตำแหน่งความต้องการใช้ ต่างจากดาวเทียม

GEO แบบทั่วไปที่กำหนดพื้นที่ครอบคลุมที่ตายตัวตลอดอายุการใช้งาน ดาวเทียมที่มีคุณสมบัติในการปรับแต่งตำแหน่ง Spot Beam นี้ทำให้ผู้ประกอบกิจการดาวเทียมมีความยืดหยุ่นในการให้บริการและการวางแผนด้านความปลอดภัย อย่างไรก็ตามคุณสมบัติดังกล่าวนี้ทำให้ดาวเทียมมีความซับซ้อนมากขึ้น

3.1.2 เครือข่ายดาวเทียมวงโคจรระยะต่ำ (NGEO Constellations)

เครือข่ายดาวเทียมแบบเครือข่ายดาวเทียมวงโคจรระยะต่ำ (NGEO Constellation) มีบทบาทสำคัญในปัจจุบัน ด้วยเหตุผลด้านความสามารถในการเชื่อมต่อกับพื้นที่ชนบทเพื่อให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนผ่านดาวเทียมด้วยเครือข่ายดาวเทียมที่ประกอบด้วยดาวเทียมจำนวนหลายดวง ในปัจจุบันเครือข่ายดาวเทียมแบบ NGEO Constellation มีลักษณะการออกแบบและเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไป เพื่อให้สามารถต้องสนองความต้องการในแง่ของความจุ ค่าความหน่วงต่อเวลา (Latency) และพื้นที่ครอบคลุม

การผลิตดาวเทียมขนาดใหญ่ในปัจจุบัน (ดาวเทียมที่มีน้ำหนักมากกว่า 1,000 กิโลกรัม และมีมูลค่าดาวเทียมหลายร้อยล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) ได้รับผลกระทบจากความต้องการตลาดที่เปลี่ยนแปลงไป จากเดิมที่มีความต้องการดาวเทียมขนาดใหญ่เปลี่ยนไปสู่ความต้องการดาวเทียมขนาดเล็ก (ดาวเทียมที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 500 กิโลกรัม และมีมูลค่าเพียงหลักล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ) จากข้อมูลในปี 2559 อุตสาหกรรมดาวเทียมได้ปล่อยดาวเทียมขึ้นให้บริการจำนวน 126 ดวง โดยดาวเทียม 55 ดวง (ร้อยละ 44) เป็นดาวเทียมขนาดเล็ก (CubeSats) ดาวเทียมขนาดเล็กส่วนใหญ่มีน้ำหนักน้อยกว่า 1,200 กิโลกรัม และให้บริการอยู่ในวงโคจรต่ำ (LEO)

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา ความต้องการดาวเทียมแบบ GEO มีจำนวนลดลงอย่างต่อเนื่อง จากเดิมที่มีการผลิตโดยเฉลี่ยที่ 20-25 ดวงต่อปี ลดลงเหลือ 17 ดวงต่อปีในปี 2559 โดยร้อยละ 35 ของดาวเทียมเป็นเพื่อการสื่อสารเชิงพาณิชย์ และร้อยละ 14 เป็นดาวเทียมที่ใช้ในกิจการทางทหาร ร้อยละ 80 ของบริการผ่านดาวเทียมเหล่านี้ถูกใช้เพื่อรองรับแอพพลิเคชันเพื่อการแพร่ภาพกระจายเสียง และเพื่อการสื่อสารข้อมูล (Satellite TV Satellite Radio และ Satellite Broadband) นอกจากนี้ยังมีตลาดเกิดใหม่สำหรับการสื่อสารข้อมูลความเร็วสูงผ่านดาวเทียมที่มีค่าความหน่วงต่อเวลา (Latency) ต่ำโดยใช้เทคโนโลยีและความถี่ Ka-Band ดาวเทียมสื่อสารในปัจจุบันมีอายุใช้งานนานกว่า 15 ปี ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวผู้ประกอบกิจการดาวเทียมควรต้องมีความยืดหยุ่นในปรับเปลี่ยนค่า (Reconfigure) ความถี่ พื้นที่ครอบคลุม และการจัดหาแหล่งพลังงานให้สอดคล้องกับการแผนธุรกิจ เศรษฐกิจ การเมือง และเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง

3.1.2.1 การออกแบบเครือข่ายดาวเทียมเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่โดยกว้าง

ดาวเทียม GEO มีตำแหน่งวงโคจรแบบประจำที่ โคจรค้างฟ้าในตำแหน่งเดิมตลอดเวลา เป็นดาวเทียมที่มีการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ มีพื้นครอบคลุมที่เปลี่ยนแปลงได้ โดยเฉพาะดาวเทียมที่มีโคจรต่ำ หรือ LEO (ระยะทางจากพื้นดินต่ำกว่า 1,000 กิโลเมตร) และเพื่อให้ดาวเทียมสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ต่อเนื่องจึงมีการเพิ่มจำนวนดาวเทียมเป็นเครือข่ายให้พื้นที่ครอบคลุมโดยกว้าง (ซึ่งสามารถครอบคลุมพื้นที่การให้บริการทั่วโลก) จำนวนของ

ดาวเทียมในเครือข่ายขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ในปัจจุบันมีการออกแบบเครือข่ายดาวเทียม (NGEO Constellation) ให้ในแต่ละเครือข่ายดาวเทียมมีจำนวนดาวเทียมระหว่าง 10 – 4,000 ดวง หรือมากกว่า

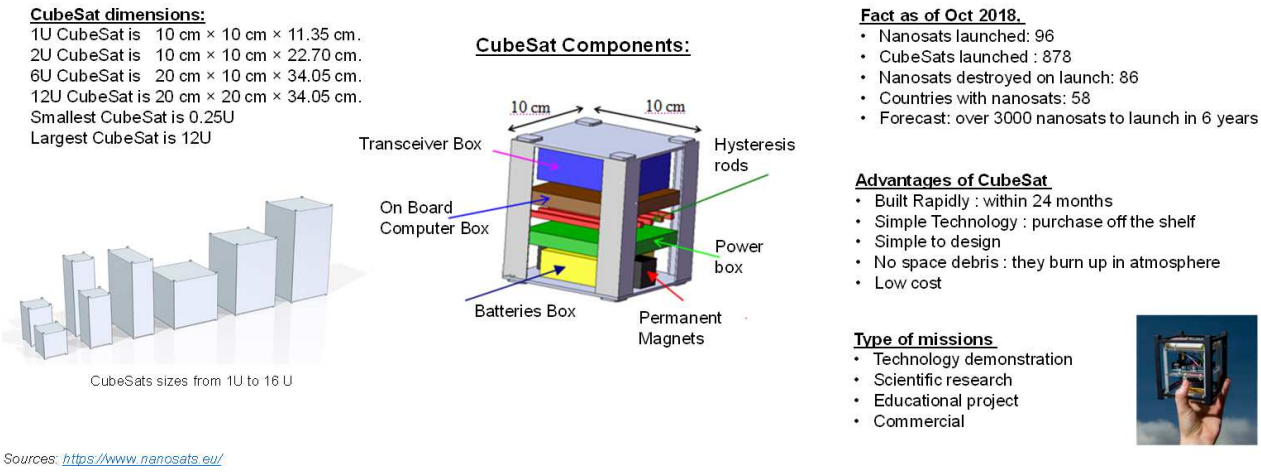
เครือข่ายดาวเทียมที่มีพื้นที่ครอบคลุมทั่วโลกเป็นที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลาย ใช้สำหรับระบบนำทางและระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก อันได้แก่เครือข่ายดาวเทียม GPS, Glonass, Galileo และ Beidou เป็นต้น เครือข่ายดาวเทียมลักษณะนี้นำไปสู่แนวคิดในการออกแบบดาวเทียมสื่อสารแบบบรอดแบนด์แบบสองทิศทาง (Bidirection) ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบใหม่ มีรูปแบบการเชื่อมโยงแบบเรขาคณิตที่เป็นผลให้เกิดการประหยัดต่อการเชื่อมต่อ (Link Budget) ที่เหมาะสมเมื่อเทียบกับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ภาคพื้นดิน และมีค่าความหน่วงต่อเวลา (Latency) ต่ำมาก โดยมีค่าต่ำกว่า 5 มิลลิวินาที (ms) ซึ่งค่าความหน่วงต่อเวลา (Latency) ขึ้นอยู่กับระยะความสูงของวงโคจร เครือข่ายดาวเทียมแบบวงโคจรต่ำ (NGEO Constellation) สามารถทำงานร่วมกับโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ภาคพื้นดินบน เช่น เทคโนโลยี 5G ได้ในอนาคต ตัวอย่างแอพพลิเคชันที่สามารถนำเครือข่ายดาวเทียมแบบ NGEO Constellation มาใช้ ได้แก่ บรอดแบนด์แบบไม่ประจำที่ (Mobile Broadband) อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (IoT) และเทคโนโลยียานพาหนะไร้คนขับ เป็นต้น

แอพพลิเคชันบรอดแบนด์ได้รับประโยชน์จากการสื่อสารที่มีค่าความหน่วงต่อเวลา (Latency) ต่ำ ดังนั้น เครือข่ายดาวเทียมแบบ NGEO Constellation จึงมีข้อได้เปรียบเหนือดาวเทียมแบบ GEO ซึ่งมีค่า Latency ทางทฤษฎีต่ำ (จากดาวเทียมภาคพื้นดินถึงดาวเทียมประมาณที่ 125 มิลลิวินาที) นอกจากนี้เครือข่ายดาวเทียมแบบ NGEO Constellation ยังมีความจุโดยรวมของทั้งระบบที่สูงขึ้นมาก เนื่องจากการใช้ซ้ำความถี่ (Reuse Frequency) ในพื้นที่ครอบคลุมลำคลื่นแบบจุด (Spot Beam) ทำให้สามารถลดจำนวนดาวเทียมและวงโคจรที่ต้องการในการให้บริการ อย่างไรก็ตาม ระบบเครือข่ายดาวเทียมแบบ NGEO Constellation มีความซับซ้อนเนื่องจากต้องใช้ดาวเทียมหลายดวง จำเป็นต้องมีศูนย์ปฏิบัติการที่มีประสิทธิภาพสูงด้วยการนำปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) มาใช้ และการเชื่อมต่อด้วยเทคโนโลยีการสื่อสารเชิงแสง (Optical Communication) ระหว่างดาวเทียมในระบบเครือข่ายดาวเทียมแบบ NGEO Constellation และการเชื่อมต่อมาโลก

การพัฒนาเชิงเทคโนโลยีของดาวเทียมสื่อสารมุ่งสนองความต้องการใช้งานบรอดแบนด์ความเร็วสูงที่มีค่าความหน่วงต่อเวลา (Latency) ต่ำและมีพื้นที่ให้บริการครอบคลุมทั่วโลก ด้วยการให้บริการโดยใช้เครือข่ายดาวเทียมแบบ NGEO Constellation ตัวอย่างเช่นดาวเทียม OneWeb ที่เปิดให้บริการด้วยเครือข่ายดาวเทียมแบบ NGEO Constellation ประกอบด้วยดาวเทียม 648 ดวง ซึ่งคาดว่าจะสามารถรองรับผู้ใช้งานจำนวนไม่ต่ำกว่า 5 ล้านราย นอกจากนี้บริษัท SpaceX มีแผนที่จะให้บริการเครือข่ายดาวเทียมแบบ NGEO Constellation ซึ่งมีดาวเทียมในระบบ 4,425 ดวง ให้บริการอินเทอร์เน็ตที่มีพื้นที่ให้บริการครอบคลุมทั่วโลก โดยเปลี่ยนจากบริการดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (Fixed Satellite Service: FSS) ในวงโคจรแบบ GEO ไปเป็นบริการดาวเทียมเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม (Mobile Satellite Service: MSS) ในวงโคจรแบบ LEO ซึ่งจำเป็นต้องมีการประสานการควบคุม (Hand-off) ที่ราบรื่นระหว่างดาวเทียมและมีความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยงการสื่อสารกับเทอมินอลภาคพื้นดินที่อาจมีสัญญาณรบกวนเนื่องจากการใช้คลื่นความถี่ Ku-band ที่มีการใช้งานเพิ่มมากขึ้นในการส่งข้อมูลขาลง (Downlink)

3.1.2.2 ดาวเทียมขนาดเล็ก (CubeSat)

เนื่องจากจำนวนดาวเทียมในเครือข่ายดาวเทียมแบบ NGEO Constellation ที่มีจำนวนหลายดวง ดังนั้น ขนาด น้ำหนัก และต้นทุนค่าดาวเทียมจึงถูกพัฒนาให้น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับดาวเทียมแบบทั่วไป การออกแบบและการผลิตถูกปรับเปลี่ยนให้เข้ากับการผลิตดาวเทียมจำนวนมากเพื่อความคุ้มทุน โดยเทคโนโลยีที่ช่วยแก้ปัญหานี้ คือ เทคโนโลยีดาวเทียมขนาดเล็ก หรือดาวเทียมแบบ CubeSat ซึ่งเป็นดาวเทียมที่มีลักษณะเหมือนลูกบาศก์ มีขนาดมาตรฐาน 1 หน่วย (Unit) จะมีขนาด 10x10x10 เซนติเมตร ขนาดของดาวเทียมแบบ CubeSat ถูกเรียกเป็น 1U 2U 3U หรือ 6U และโดยทั่วไปมีน้ำหนักต่อหน่วย ไม่เกิน 1.33 กิโลกรัม หากพิจารณาจากน้ำหนักดาวเทียมแบบ CubeSat ถูกจัดให้อยู่ในประเภท Nano-Satellites ซึ่งเป็นดาวเทียมที่มีขนาดที่เล็กมาก และมีความต้องการใช้พลังงานที่ต่ำ ขนาดของดาวเทียมแบบ Nano-Satellite มีขนาด 30x30x30 เซนติเมตร และด้วยขนาดที่จำกัดเป็นผลให้แหล่งพลังงานและความสามารถของดาวเทียมแบบ CubeSat มีจำกัด แต่อย่างไรก็ตาม มีแอพพลิเคชันที่มีความต้องการสอดคล้องกับประสิทธิภาพของดาวเทียมแบบ CubeSat (เช่น IoT และดาวเทียมสำรวจ เป็นต้น) ที่ซึ่งต้องการใช้อัตราการรับส่งข้อมูลต่ำจึงต้องการใช้พลังงานต่ำเช่นกัน



รูปที่ 25: ดาวเทียมแบบ CubeSat

เพื่อประสิทธิภาพที่สูงขึ้นในการสื่อสารบรอดแบนด์แบบเคลื่อนที่ซึ่งมีอัตราการส่งข้อมูลใกล้เคียงกับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ภาคพื้นดิน 4 จี (LTE) กำลังส่งสัญญาณดาวเทียมจะต้องใหญ่ขึ้น ส่งผลให้ดาวเทียมมีขนาดใหญ่ขึ้น อยู่ที่ขนาดประมาณ 1x1x1 เมตร มีการออกแบบที่เป็นมาตรฐานโดยการใช้ชิปเซตในแบบเดียวกันกับชิ้นส่วนมาตรฐานที่ใช้ในเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ภาคพื้นดิน (4G/5G) ซึ่งนอกจากจะทำให้เครือข่ายทั้งสองเครือข่ายสามารถใช้งานร่วมกันได้ (Compatible) แล้วยังสามารถลดต้นทุนและเวลาในการพัฒนาอีกด้วย เนื่องจากเครือข่ายดาวเทียมแบบ NGEO Constellation ต้องใช้ดาวเทียมจำนวนมาก กำลังการผลิตดาวเทียมและการนำขึ้นสู่วงโคจร (Launch) 20 – 30 ดวงต่อสัปดาห์

Satellite	Established by	Country	Size	Launch Date	Application	Photo
Flock-1 Dove-1	Planet Labs	USA	3U	2014-01-09	Constellation for optical Earth observation with 3-5 resolution	
PEARLS	Sky and Space Global	UK	8U (4Ux2U)	2019-03-31	Voice, M2M, IOT (S-Band)	
Starling 1-8	Aerial & Maritime (GomSpace)	Denmark	3U	2019-03-31	Monitoring location of aircraft and vessels. They will be launch into a low-inclination Equatorial	
Helios (SIRION)	Helios Wire	US	16U	2020-12-31	IOT, M2M, low bandwidth. Monitoring and messaging service will track through 30 MHz of S-Band spectrum	

Sources: www.nanosats.eu/index.html#database

รูปที่ 26: ตัวอย่างดาวเทียมแบบ CubeSat

3.1.2.3 ระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า

ระบบขับเคลื่อนที่ใช้ในการรักษาวงโคจรมักจะใช้ระบบขับเคลื่อนด้วยเชื้อเพลิงเคมี (Chemical Propulsion) เช่น เชื้อเพลิงที่เป็นของแข็ง (Solid fuel) เชื้อเพลิงที่เป็นของเหลว (Liquid fuel) แก๊สเชื้อเพลิง (Cold-Gas) และแหล่งพลังงานอิออน (Ion) แต่สำหรับดาวเทียมแบบ CubeSat การใช้ระบบขับเคลื่อนด้วยเชื้อเพลิงเคมีอาจไม่เหมาะสมเนื่องด้วยขนาดของถังบรรจุและน้ำหนักโดยรวมของแหล่งพลังงาน ดังนั้นจึงมีการพัฒนาระบบขับเคลื่อนไฟฟ้าโดยใช้แผงเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งทำให้องค์ประกอบของระบบขับเคลื่อนมีขนาดเล็กลงมากและสามารถติดตั้งเข้ากับโครงสร้างดาวเทียมได้อย่างสมบูรณ์ ด้วยวิธีนี้จึงสามารถลดน้ำหนักดาวเทียมลงถึงร้อยละ 40 เมื่อเทียบกับระบบขับเคลื่อนโดยใช้สารเคมีแบบทั่วไป คาดการณ์ว่าในปี 2565 ดาวเทียมประมาณร้อยละ 25 จะใช้ระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า

ระบบขับดันด้วยพลังงานไฟฟ้า (Electric Propulsion: EP) เป็นตัวขับเคลื่อนในอวกาศ การใช้พลังงานไฟฟ้าช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการขับดันของ EP เมื่อเทียบการใช้ระบบขับเคลื่อนด้วยเชื้อเพลิงเคมีแบบเดิม ดาวเทียมจะถูกขับเคลื่อนออกไปเร็วกว่าระบบขับเคลื่อนแบบเดิมถึงยี่สิบเท่า ดังนั้นระบบโดยรวมจึงมีประสิทธิภาพมากขึ้นหลายเท่า

ในยุโรปการพัฒนาระบบขับเคลื่อนไฟฟ้ามีหลากหลายชนิด เช่น Gridded Iron Engine (GIE) Hall Effect Thruster (HET) High Efficiency Multistage Plasma Thruster (HEMPT), Pulsed Plasma Thruster (PPT), Magneto Plasma Dynamic (MPD) Thruster, Quad Confinement Thruster (QCT) และ Resistojet เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วระบบที่มักจะมีการนำมาใช้ คือ HET GIE และ HEMPT อย่างไรก็ตามการเลือกใช้ระบบขับเคลื่อนนั้นขึ้นอยู่กับความต้องการของภารกิจที่เฉพาะเจาะจงหรือลักษณะการปฏิบัติการของดาวเทียม

รูปที่ 27: ตัวอย่างระบบขับเคลื่อนไฟฟ้าที่ใช้กับดาวเทียมแบบ CubeSat

ระบบขับเคลื่อนไฟฟ้าที่เหมาะสำหรับดาวเทียมแบบ CubeSat ได้แก่ Electrospray Thruster, Micro Resistojet, Micro Pulsed Plasma Thruster และ RF Ion Thruster เป็นต้น เนื่องจากขนาดของระบบขับเคลื่อนเหล่านี้มีขนาดเล็กหรือมีขนาดใกล้เคียงกับ 1U

นอกจากปัญหาในการออกแบบและพัฒนาระบบขับเคลื่อนไฟฟ้าสำหรับดาวเทียมขนาดเล็กแล้ว ยังมีปัญหาการนำดาวเทียมแบบ CubeSat ไปสู่วงโคจรในตำแหน่งที่แม่นยำ ซึ่งความแม่นยำสูงสุดสำหรับการวางตำแหน่งเริ่มต้นเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งยวด

3.1.2.4 การเชื่อมต่อระหว่างดาวเทียมแบบ CubeSat

เครือข่ายดาวเทียม หรือ Constellation ของดาวเทียมแบบ CubeSat นั้นดาวเทียมทุกดวงจำเป็นต้องเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่าย ดาวเทียมแบบ CubeSat แต่ละดวงจำเป็นต้องเชื่อมต่อกับดาวเทียมแบบ CubeSat ที่อยู่ใกล้เคียง ระบบเชื่อมต่อเพื่อการสื่อสารระหว่างดาวเทียมแบบ CubeSat ต้องคำนึงถึงพลังงานที่ใช้ ความแม่นยำของทิศทางในการส่ง และอัตราการรับส่งข้อมูล (Throughput) ซึ่งอยู่ในระดับ 10 Gbps ด้วยการพัฒนาประสิทธิภาพการสื่อสารโดยการใช้เทคนิคการมอดูเลชัน และการเข้ารหัสช่องสัญญาณเพื่อการเข้าถึงหลายทาง ในการเชื่อมต่อกันนี้ อาจใช้การเชื่อมต่อแบบไฟฟ้า (Electrical) ซึ่งจำเป็นต้องใช้คลื่นความถี่เพิ่มเติมในการเชื่อมต่อและอาจทำให้เกิดสัญญาณรบกวน ดังนั้นการเชื่อมต่อด้วยแสง (Optical) จึงเป็นอีกหนึ่งในทางเลือก อย่างไรก็ตามเนื่องจากดาวเทียมแบบ CubeSat มีขนาดเล็ก ต้องการใช้เทอมินอลที่มีขนาดที่เหมาะสมต่อขนาดของดาวเทียม และต้องการจัดหาระบบกำหนดทิศทางและการสืบค้นสัญญาณ (Pointing, Acquisition and Tracking: PAT) ที่เหมาะสม ซึ่งประกอบด้วย

1. Pointing Control: การที่จะกำหนดทิศทางของลำคลื่นไปยังตัวรับสัญญาณของดาวเทียมอีกดวง ซึ่งต้องคำนวณโดยชดเชยระยะการเคลื่อนที่และเวลาที่แสงจะเคลื่อนที่ไปถึงจุดหมาย

2. Acquisition Control: การส่งสัญญาณเพื่อกวาดหาดาวเทียมปลายทางที่จะส่งสัญญาณเชื่อมต่อต้องใช้ลำคลื่นที่กว้างเพื่อลดเวลาที่ใช้ในการค้นหาซึ่งต้องใช้กำลังในการส่งสัญญาณสูง ทั้งนี้เวลาที่ใช้ไม่ควรเกิน 10 วินาที

3. Tracking Control: หลังจากที่พบตัวรับสัญญาณแล้วลำคลื่นจะต้องติดตามตัวรับสัญญาณ และสร้างการติดต่อสื่อสารที่เสถียรและสามารถคงการสื่อสารนั้นไว้ด้วยอัตราการรับส่งข้อมูลที่ต้องการ

การเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของดาวเทียมแบบ CubeSat ในเครือข่ายมีระยะทางที่จำกัดเมื่อเทียบกับดาวเทียมแบบทั่วไป ซึ่งเงื่อนไขนี้ทำให้สามารถลดขนาดและต้นทุนในการติดตั้งเทอมินอลในการรับส่งสัญญาณได้มาก

จากที่ได้กล่าวมาแล้ว การเชื่อมต่อกันของดาวเทียมแบบ CubeSat เป็นสิ่งจำเป็นที่สำคัญที่จะเพิ่มประสิทธิภาพให้สามารถเทียบกับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ภาคพื้นดินที่ใช้สถานีฐานขนาดเล็กได้ ทั้งนี้ในเครือข่ายดาวเทียมแบบ CubeSat ดาวเทียมแบบ CubeSat แต่ละดวงก็เปรียบเสมือนสถานีฐานหนึ่งสถานีฐานบนท้องฟ้า

3.1.2.5 ค่าความหน่วงต่อเวลา (Latency)

เนื่องจากค่าความหน่วงต่อเวลา (Latency) สูงที่เกิดขึ้นในการรับส่งข้อมูลของดาวเทียมแบบ GEO ที่มีค่าสูงกว่า 250 มิลลิวินาที ซึ่งไม่สามารถเข้ากันได้กับโปรโตคอลบนเทคโนโลยี 5G ที่มีค่า Latency เพียง 1 มิลลิวินาที ในขณะที่การรับส่งข้อมูลของดาวเทียมในวงโคจรต่ำ (LEO) สามารถรับส่งข้อมูลด้วยค่า Latency 1 - 3 มิลลิวินาที ซึ่งใกล้เคียงกับคุณสมบัติของเทคโนโลยี 5G ดังนั้นอนาคตเครือข่ายดาวเทียมแบบ Constellation ที่มีระยะวงโคจรประมาณ 500 – 600 กิโลเมตร จึงเป็นระยะที่เหมาะสมหากต้องทำงานร่วมกับเทคโนโลยี 5G

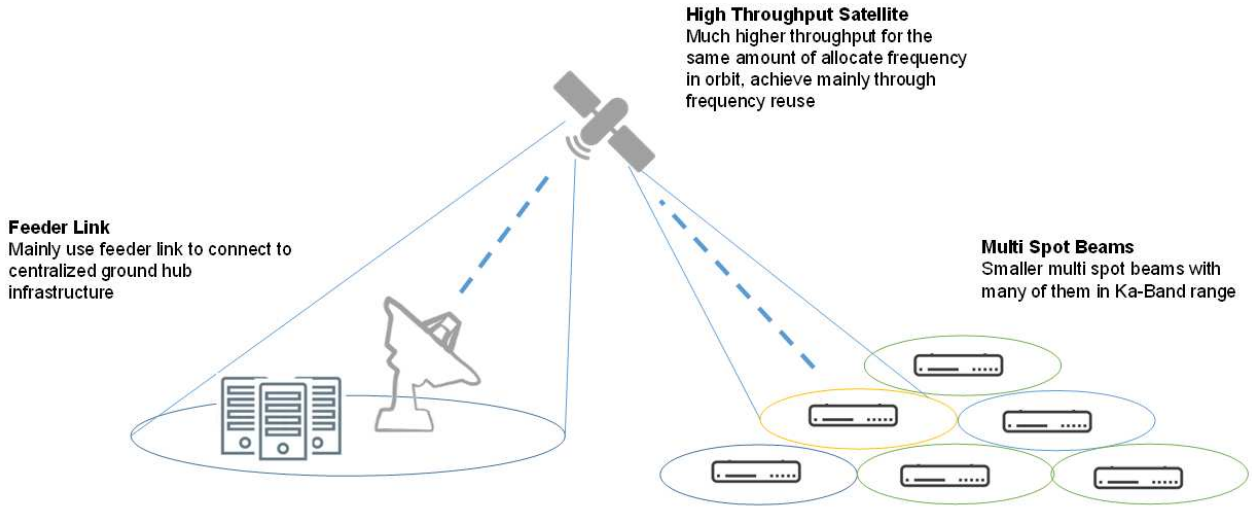
การพัฒนาการสื่อสารโทรคมนาคมในยุคปัจจุบัน เทคโนโลยีเครือข่ายบรอดแบนด์ความเร็วสูงภาคพื้นดินเป็นหัวใจสำคัญ ดังนั้นระบบดาวเทียมในอนาคตโดยเฉพาะระบบเครือข่ายดาวเทียมควรมีวิวัฒนาการไปในทิศทางที่สอดคล้องกัน ยุคของการพัฒนาดาวเทียมเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะดาวเทียมจะหายไปอย่างสิ้นเชิง การนำเทคนิคมอดูเลชั่นเข้ามาใช้ การผลิตดาวเทียมและเทอมินอลจำนวนมาก และการสร้างมาตรฐานในอนาคตจึงจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาดาวเทียมให้สอดคล้องกับมาตรฐานที่ใช้ในเครือข่ายบรอดแบนด์ภาคพื้นดิน ทิศทางการพัฒนาดาวเทียมจะมิใช่เพื่อการแข่งขันกับเครือข่ายภาคพื้นดิน แต่เครือข่ายดาวเทียมจะเป็นอีกส่วนหนึ่งของระบบเทคโนโลยี 5G โดยจะต้องเป็นส่วนเสริมที่สมบูรณ์แบบ โดยเฉพาะในแง่ของความครอบคลุมพื้นที่ในส่วนที่เครือข่ายภาคพื้นดินไม่สามารถคลอบคลุมได้ทั่วถึง

3.1.3 ดาวเทียมสื่อสารความจุสูง (High Throughput Satellite)

แรงผลักดันจากความต้องการของผู้ใช้บริการที่มีความต้องการในการสื่อสารข้อมูลที่ความเร็วสูงและเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต การดาวน์โหลดวิดีโอ และการรับส่งข้อมูลด้วยอัตราการรับส่งข้อมูลที่ความเร็วสูง ส่งผลต่อการพัฒนาดาวเทียมสื่อสารความจุสูงเพื่อทดแทนความสามารถของดาวเทียมแบบทั่วไป ดาวเทียมสื่อสารความจุสูง (High Throughput Satellite : HTS) เป็นดาวเทียมที่มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลที่เพิ่มขึ้นด้วยการใช้คลื่นความถี่

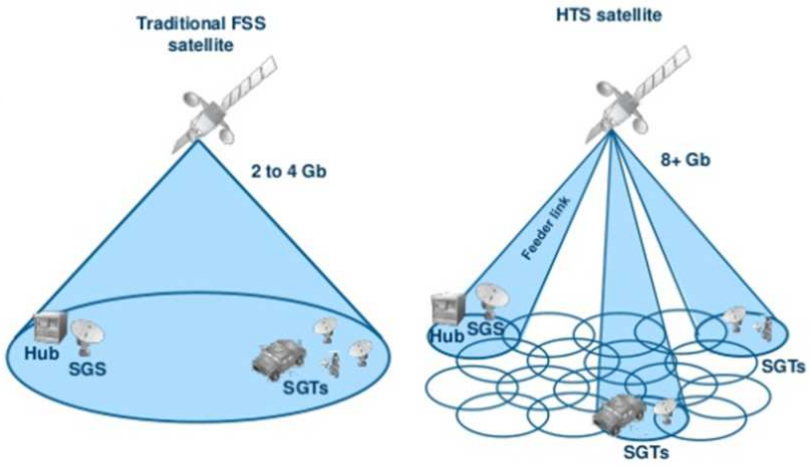
ความถี่สูง และใช้เทคโนโลยี Multiple Narrow Beams ที่ทำให้สามารถโฟกัสลำคลื่นที่แคบหลายลำคลื่นไปบนพื้นที่ครอบคลุมที่เฉพาะเจาะจงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ซ้ำ (Re-used) คลื่นความถี่

สถาปัตยกรรมของดาวเทียมสื่อสารความเร็วสูงใน รูปที่ 28 แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมต่อการสื่อสารข้อมูลผ่านดาวเทียมสื่อสารความเร็วสูง ผู้ใช้บริการสามารถรับส่งสัญญาณด้วยคลื่นความถี่สูง (นิยมใช้ Ku-Band และ Ka-Band) โดยจะเชื่อมต่อโดยตรงกับดาวเทียม ดาวเทียมสื่อสารความเร็วสูงจะเชื่อมต่อ (Feeder Link) ไปยังสถานีภาคพื้นดินซึ่งเป็นเสมือนเกตเวย์เชื่อมต่อไปยังเครือข่ายบรอดแบนด์ภาคพื้นดินและเครือข่ายอินเตอร์เน็ต



รูปที่ 28: สถาปัตยกรรมของดาวเทียมสื่อสารความจุสูง

ดาวเทียมแบบทั่วไปแบบเดิมที่ให้บริการดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (FSS) บริการดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (MSS) และบริการดาวเทียมแพร่สัญญาณ (BSS) ใช้ลำคลื่นแบบกว้าง (Wide Beam) เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่หลายพันตารางกิโลเมตร ในขณะที่ดาวเทียมสื่อสารความจุสูง จะใช้ลำคลื่นแบบจุด (Spot Beams) ที่มีลำคลื่นที่แคบโฟกัสไปยังพื้นที่เฉพาะ (ขนาดหลายร้อยกิโลเมตร) คล้ายกับพื้นที่ครอบคลุมแบบ Cell Site ของเครือข่ายบรอดแบนด์เคลื่อนที่ภาคพื้นดิน การลดความกว้างของลำคลื่นจากการครอบคลุมทั้งทวีปหรือประเทศทำให้สามารถโฟกัสพื้นที่ครอบคลุมไปยังเมืองและภูมิภาค โดยมี Multiple Spot Beams เพื่อครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ ดังสามารถพิจารณาได้จาก รูปที่ 29



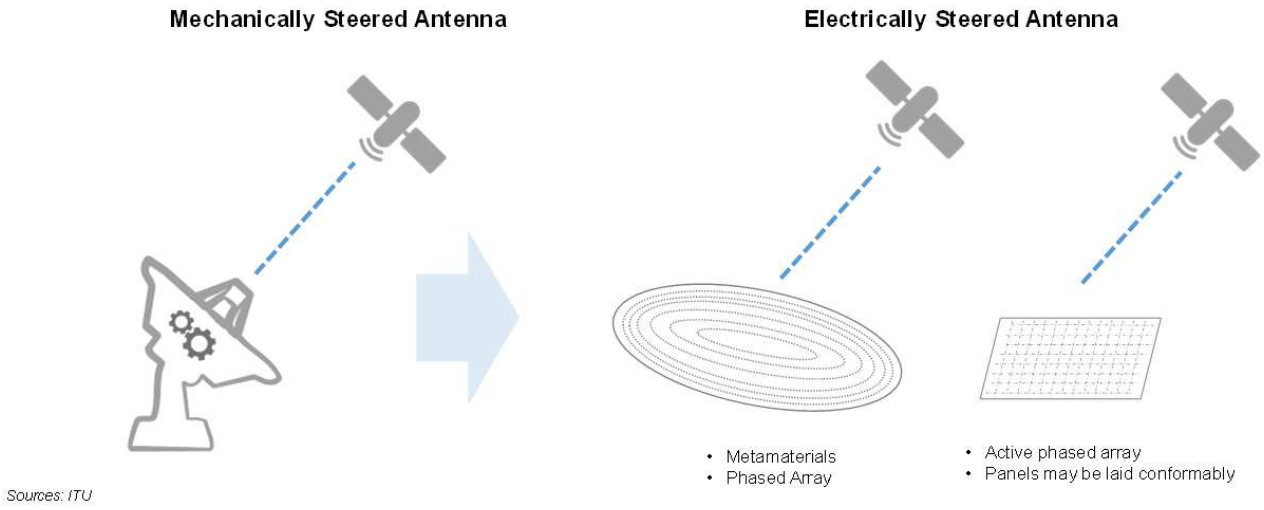
รูปที่ 29: การเปรียบเทียบระหว่างลำคลื่นของดาวเทียมแบบทั่วไปกับดาวเทียมสื่อสารความจุสูง

เนื่องจากความแคบของการใช้ลำคลื่นเฉพาะจุดของดาวเทียมสื่อสารความจุสูง สามารถที่จะโฟกัสลำคลื่นเพื่อเพิ่มความจุดาวเทียม (Throughput) ได้ถึง 20 เท่าเมื่อเทียบกับดาวเทียมแบบทั่วไป หรือดาวเทียม FSS แบบเดิม ช่วยลดต้นทุนต่อบิตอย่างมาก ดาวเทียมแบบทั่วไปที่ใช้ความถี่ย่าน Ku-Band มีต้นทุนประมาณ 100 ล้านเหรียญต่อกิกะบิตต่อวินาที ในขณะที่ดาวเทียม ViaSat-1 ซึ่งเป็นดาวเทียมสื่อสารความจุสูง มีต้นทุนต่อกะบิตต่อวินาทีประมาณ 3 ล้านเหรียญ

3.1.4 การพัฒนาสถานีภาคพื้นดิน

การพัฒนาดาวเทียมสื่อสารจากดาวเทียมแบบทั่วไป GEO มาสู่ดาวเทียมความจุสูง HTS และการพัฒนาเครือข่ายดาวเทียมแบบ Constellation ในวงโคจรแบบ NGEO ทำให้สามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่าย และค่าความหน่วงต่อเวลา (Latency) ได้อย่างมีนัยสำคัญ สำหรับเสาอากาศซึ่งเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญต่อระบบการสื่อสารดาวเทียมซึ่งมีการพัฒนาเทคโนโลยีการเข้าถึงไปอีกขั้นเพื่อการเข้าถึงเครือข่ายดาวเทียมที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม

การพัฒนาสถานีภาคพื้นดินนั้นไม่เพียงแต่หมายถึงสถานีที่เป็นที่ตั้งของเสาอากาศขนาดใหญ่หากแต่หมายรวมถึงยานพาหนะ เครื่องรับขนาดมือถือ อุปกรณ์และแอพพลิเคชัน IoT และเซนเซอร์ การพัฒนาเทคโนโลยีรูปแบบใหม่นี้สามารถขยายการเข้าถึงการติดต่อสื่อสารผ่านดาวเทียมไปในส่วนการบริการที่ไม่เคยใช้การติดต่อสื่อสารผ่านดาวเทียมมาก่อน



รูปที่ 30: การพัฒนาเทคโนโลยีที่ใช้ในเสาอากาศรับส่งสัญญาณดาวเทียม

การพัฒนาเสาอากาศเพื่อรับส่งสัญญาณดาวเทียมจากเดิมที่มีขนาดใหญ่ และต้องมีส่วนที่เคลื่อนที่เพื่อหมุนรับสัญญาณ ปัจจุบันลักษณะของเสาอากาศเปลี่ยนไปเป็นแบบที่สามารถควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronically Steered Antenna : ESA) โดยไม่ต้องหมุนและมีขนาดเล็ก บริษัทผู้ผลิตเสาอากาศ อาทิเช่น บริษัท Kymeta และ บริษัท Phasor ได้ผลิตเสาอากาศแบบที่ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยไม่มีชิ้นส่วนใดเคลื่อนที่ สามารถส่งและรับสัญญาณจากดาวเทียมสองดวงพร้อมกันโดยมีวงจรที่ใช้ RF Aperture ร่วมกันแต่มีระบบควบคุมแยกกันซึ่งแต่ละลำคลื่นสามารถส่งออกไปต่างทิศทาง ต่างความถี่ ต่างขั้ว และต่างมุม ทำให้ระบบควบคุมทั้งสองสามารถเชื่อมต่อกับดาวเทียมในวงโคจรต่ำ ปานกลาง และ/หรือ Geostationary ได้พร้อมกัน โดยใช้งานในย่านความถี่ Ku-Band และอยู่ระหว่างกำลังพัฒนาต่อยอดให้สามารถใช้กับย่านความถี่ Ka-Band ได้ในอนาคต เสาอากาศแบบใหม่นี้สามารถใช้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตในห้องโดยสารบนเครื่องบิน การเชื่อมต่อทางทะเล และการเชื่อมต่อภาคพื้นดิน การติดตั้งเสาอากาศแบบควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์นี้ทำได้ง่ายกว่าการติดตั้งจานรับดาวเทียม VSAT และมีโอกาสชำรุดได้ยากกว่าเนื่องจากไม่มีส่วนใดที่ต้องหมุน สำหรับขนาดของสายอากาศที่มีหน้ารับสัญญาณขนาดเท่ากับดาวเทียม VSAT เสาอากาศแบบใหม่นี้ก็สามารถรับข้อมูลขาลง (Downlink) ได้ในอัตราเท่ากับดาวเทียม VSAT แต่สามารถส่งข้อมูลขาขึ้น (Uplink) ในอัตราที่สูงกว่า แต่มีราคาใกล้เคียงกับเสาอากาศแบบ Mechanically Steered Antenna

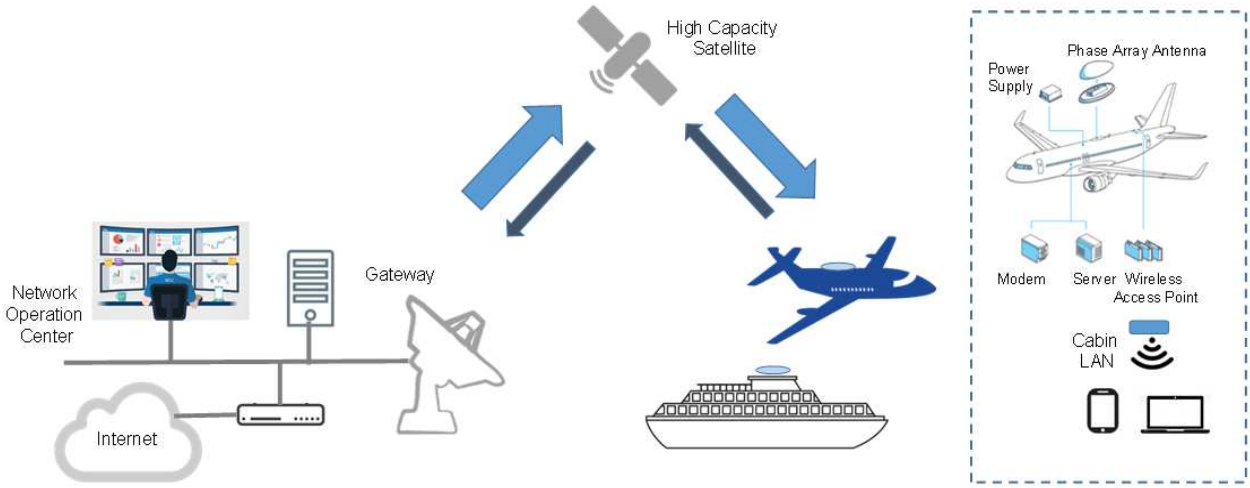
รูปที่ 31: ตัวอย่างเสาอากาศแบบ Electronically Steered Antenna

เสาอากาศที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้สามารถเชื่อมต่อกับดาวเทียมได้ทั้งแบบดาวเทียมความจุสูงที่มีหลาย Spot Beam และเชื่อมต่อกับดาวเทียมในวงโคจรอื่นได้พร้อมกัน ซึ่งคุณลักษณะนี้เป็นที่สนใจต่อผู้ประกอบกิจการดาวเทียมวงโคจรต่ำอย่างมาก ผู้ประกอบกิจการดาวเทียมวงโคจรต่ำบางรายให้บริการสื่อสารแบบ Narrow Band เพื่อให้บริการแอพพลิเคชันบนเทคโนโลยี IoT บางรายต้องการเสาอากาศแบบนี้เพื่อรับส่งข้อมูลภูมิสารสนเทศ และระบบการติดตามแบบอัตโนมัติ เป็นต้น ตัวอย่างผู้พัฒนาและผลิตเสาอากาศแบบ Electronically Steered Antenna ได้แก่ Kymeta Phasor และ Gilat เป็นต้น

3.1.5 การใช้งานสถานีพื้นโลกเคลื่อนที่ (Earth Station in Motion: ESIM)

การพัฒนาสถานีพื้นโลกเคลื่อนที่ (Earth Stations in Motion: ESIMs) เป็นผลมาจากการพัฒนาเทคโนโลยีดาวเทียมที่ทันสมัยที่สุดและได้รับการออกแบบมาเพื่อใช้กับเครื่องบิน เรือเดินสมุทร และยานพาหนะทางบกในพื้นที่ห่างไกล อุปกรณ์ในการรับส่งสัญญาณที่ติดตั้งในยานพาหนะมีขนาดเล็กแต่มีความแม่นยำในการติดตามสูง เชื่อมโยงกับดาวเทียมโดยใช้คลื่นความถี่ย่าน Ka-band เพื่อให้มีการกระจายสัญญาณ Spot Beam หลายจุดที่มีกำลังสูง ทำให้อัตราการส่งข้อมูลอยู่ในระดับ 10-50 Mbps

ในปัจจุบันความสามารถในการเข้าถึงการสื่อสารแบบบรอดแบนด์เพื่อสื่อสารข้อมูลและเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเป็นสิ่งจำเป็นที่ทั่วโลกให้ความสำคัญ ด้วยเทคโนโลยี ESIM จะสามารถทำให้การเชื่อมต่อดังกล่าวเป็นไปได้ถึงแม้ว่าจะอยู่ในนอกพื้นที่ให้บริการจากโครงข่ายบรอดแบนด์ภาคพื้นดิน เทคโนโลยี ESIM หมายถึงการติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายดาวเทียม ซึ่งเทคโนโลยี ESIMs ทำให้เทอมินอลขนาดเล็กที่เคลื่อนที่สามารถติดต่อสื่อสารกับสถานีอวกาศ โดยใช้คลื่นความถี่ความถี่วิทยุย่าน Ka-Band (17.3-20.2 GHz สำหรับการส่งสัญญาณจากดาวเทียมสู่สถานีภาคพื้นดิน และ 27.5-30.0 GHz สำหรับการส่งสัญญาณจากสถานีภาคพื้นดินสู่ดาวเทียม)



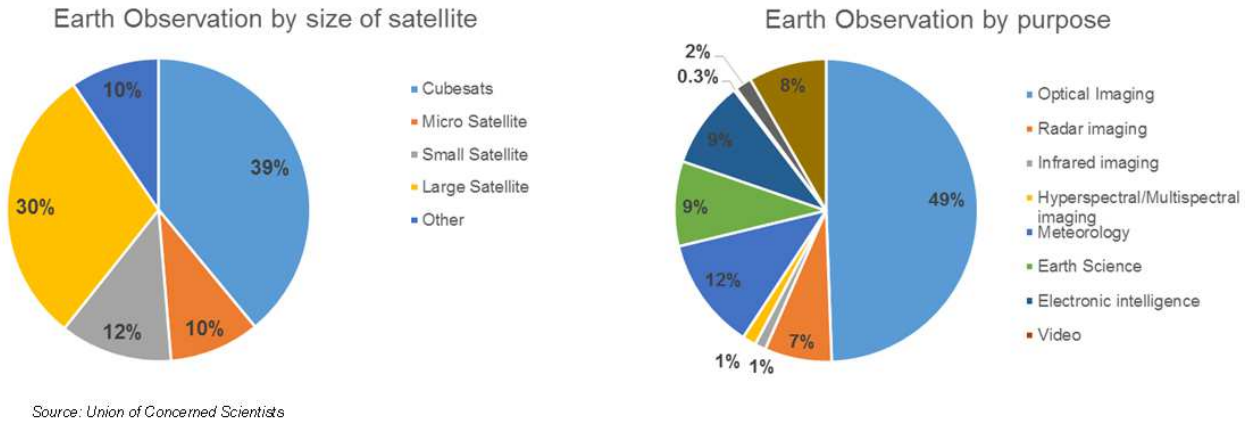
รูปที่ 32: การทำงานของ ESIM

ดาวเทียมแบบทั่วไปสามารถให้บริการสื่อสารข้อมูลบนเครื่องบินและเรือโดยสาร โดยใช้คลื่นความถี่ C-Band และ Ku-Band ทำให้ถูกจำกัดอัตราการรับส่งข้อมูลไว้ที่ 700 กิโลบิตต่อวินาที (Kbps) แต่จากความต้องการบริการสื่อสารข้อมูลและเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตที่สูงขึ้น ทำให้ดาวเทียมแบบทั่วไปมีข้อจำกัดในการรองรับความต้องการใช้งานที่เพิ่มขึ้น ผู้ประกอบการดาวเทียมระบบดาวเทียมหันมาให้บริการโดยใช้ดาวเทียมสื่อสารความจุสูง ไม่ว่าจะเป็นดาวเทียมแบบ GEO หรือ NGEO ด้วยใช้ย่านความถี่ที่สูงขึ้น ในปัจจุบันเครือข่าย ESIM สามารถเพิ่มอัตราการรับส่งข้อมูลได้ถึง 50 เมกกะบิตต่อวินาที (Mbps) และจะเพิ่มขึ้นเป็น 1 กิกะบิตต่อวินาที (Gbps) ในอนาคต

3.1.6 ดาวเทียมสำรวจ (Earth Observation Satellite)

ดาวเทียมสำรวจ (Earth Observation: EO) หรือดาวเทียมสำรวจพิภพ คือ ดาวเทียมที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระบบทางกายภาพเคมีและชีวภาพของดาวเคราะห์ผ่านเทคโนโลยีการตรวจจับระยะไกล (Remote-sensing Technology) ใช้เทคนิคการสำรวจโลกซึ่งครอบคลุมการรวบรวม วิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูล ปัจจุบันมีจำนวนดาวเทียมสำรวจมากกว่าหนึ่งในสามของดาวเทียมที่ใช้งานอยู่โคจรรอบโลก ดาวเทียมสำรวจมีจำนวนเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูง จากสถิติในเดือนมกราคม 2557 มีดาวเทียมสำรวจจำนวน 192 ดวงที่ใช้งานอยู่ ปัจจุบันมีดาวเทียมสำรวจเพิ่มขึ้นเป็น 684 ดวง (อัตราการเติบโตเพิ่มขึ้นร้อยละ 250 ในช่วงเวลาสี่ปี) และในช่วง 1 ปีที่ผ่านมามีอัตราการเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 เมื่อเทียบกับเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2560 (ข้อมูลสถิติจาก Union of Concerned Scientists: UCS)

จำนวนดาวเทียมสำรวจที่เพิ่มขึ้นเป็นผลจากการพัฒนาและการใช้งานดาวเทียมขนาดเล็ก CubeSat ซึ่งพบว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 มีดาวเทียม CubeSat เกือบ 300 ดวงถูกส่งขึ้นสู่วงโคจร โดยประมาณ 190 ดวงยังคงใช้งานในปัจจุบัน ดาวเทียมสำรวจที่ใช้เทคโนโลยี CubeSat จะถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรเป็นกลุ่มใหญ่คราวละจำนวนหลายสิบดวง แต่ละดวงมีขนาดเล็ก น้ำหนักไม่เกิน 20 กิโลกรัม ดาวเทียม CubeSat มีอายุการใช้งานที่สั้นกว่าดาวเทียมขนาดใหญ่ ดังนั้นจึงต้องมีการส่งดาวเทียมดวงใหม่ขึ้นทดแทนอย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 33: สถิติดาวเทียมสำรวจปี พ.ศ. 2561

จากข้อมูลในรูปที่ 33 แสดงให้เห็นว่าปัจจุบันมีความต้องการใช้งานดาวเทียมสำรวจโลกที่มีขนาดน้อยกว่า 500 กิโลกรัม ซึ่งจำนวนดาวเทียมขนาดเล็กรวมกับจำนวนดาวเทียมสำรวจแบบ Micro และ CubeSat อยู่บนวงโคจรคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 61 ในขณะที่ดาวเทียมสำรวจขนาดใหญ่มีสัดส่วนคิดเป็นร้อยละ 30 และหากพิจารณาตามวัตถุประสงค์หรือภารกิจของดาวเทียมสำรวจ พบว่าเกือบร้อยละ 50 ของดาวเทียมสำรวจทั้งหมดเป็นดาวเทียมเพื่อการถ่ายภาพ รองลงมาคือดาวเทียมที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ (อ้างอิง Union of Concerned Scientists)

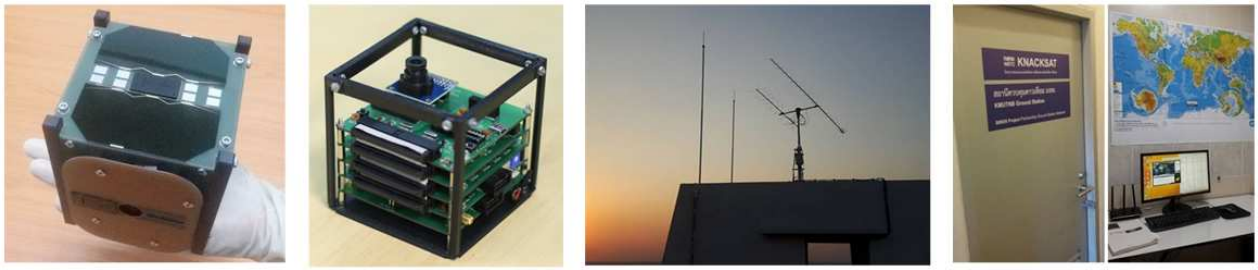
หากพิจารณาจำนวนดาวเทียมสำรวจทั้งหมด พบว่า เป็นดาวเทียมของสหรัฐอเมริการ้อยละ 50.15 ของดาวเทียมสำรวจที่ใช้งานอยู่ ประเทศที่มีดาวเทียมสำรวจรองลงมาคือประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ร้อยละ 17.84 ประเทศญี่ปุ่นร้อยละ 3 รัสเซียร้อยละ 3 อินเดียร้อยละ 3 และประเทศอื่นรวม 43 ประเทศ

สำหรับดาวเทียมสำรวจในประเทศไทย สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน (สทอภ.) และกระทรวงวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (วท.) ได้ส่งดาวเทียมสำรวจชื่อ ดาวเทียมธีออส (THEOS) เป็นคำมาจาก Thailand Earth Observation Systems ขึ้นสู่วงโคจรเมื่อปี พ.ศ.2551 ดาวเทียม THEOS เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรโดยใช้เทคโนโลยีภาพถ่ายจากดาวเทียม ดาวเทียม THEOS มีน้ำหนัก 750 กิโลกรัม และมีระยะห่างจากโลกเมื่อส่งขึ้นไปโคจรที่ระดับ 822 กิโลเมตร โคจรรอบโลกทั้งสิ้น 369 วงโคจร ซึ่งระยะทางระหว่างวงโคจร เท่ากับ 105 กิโลเมตร โดยจะโคจรมาที่จุดเดิมทุก 26 วัน และสามารถถ่ายภาพได้ครอบคลุมทั่วโลก ทำงานโดยอาศัยแหล่งพลังงานจากดวงอาทิตย์ ติดตั้งอุปกรณ์ถ่ายภาพด้วยแสง (Optical Imagery) ความละเอียดของภาพขาวดำ (ระยะห่าง 2 เมตร) มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี นอกจากนี้ สำนักงาน สทอภ. กำลังจัดทำโครงการ THEOS-2 อยู่ระหว่างการจัดหาดาวเทียมและระบบภาคพื้นดินเพื่อรองรับดาวเทียมจำนวน 2 ดวง เพื่อทดแทนดาวเทียม THEOS ได้แก่

- ดาวเทียมดวงที่ 1 ดาวเทียมถ่ายภาพรายละเอียดสูง (ระยะห่าง 50 เซนติเมตร) เพื่อใช้งานด้านการติดตามพื้นที่ทั้งในประเทศและต่างประเทศ งานด้านความมั่นคง และการจัดการในภาวะวิกฤต

- ดาวเทียมดวงที่ 2 กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จะจัดหาดาวเทียมดวงเล็กขนาด 100 กิโลกรัม ที่จะสร้างเองโดยคนไทย เพื่อพัฒนาขีดความสามารถ และพื้นฐานของอุตสาหกรรมอวกาศของประเทศ

นอกจากโครงการดาวเทียม THEOS แล้วยังมีโครงการดาวเทียม KNACKSAT (พิจารณาได้จาก รูปที่ 34) ซึ่งจัดตั้งขึ้นเพื่อสร้างดาวเทียมสำรวจที่มีชื่อว่า KNACKSAT (ตามชื่อโครงการ KNACKSAT) เป็นดาวเทียมที่สร้างขึ้นตามมาตรฐานของ CubeSat มีขนาด 10 X 10 X 10 เซนติเมตร หรือมีขนาด 1U น้ำหนัก 1.3 กิโลกรัม ดาวเทียม KNACKSAT ทำหน้าที่ถ่ายภาพผิวโลกจากความสูงโคจรประมาณ 575 กิโลเมตร โดยจะโคจรรอบโลกทุก 1 ชั่วโมง 36 นาที ดาวเทียมดวงนี้ขึ้นสู่วงโคจรเมื่อวันที่ 28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 มีการควบคุมจากพื้นโลกด้วยสถานีควบคุมที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เสาอากาศที่ใช้ควบคุมดาวเทียมเป็นเสาอากาศ Yagi แบบ Dual Polarization ใช้คลื่นความถี่ VHF และ UHF



รูปที่ 34: ดาวเทียม KNACSAT

3.1.7 ประสิทธิภาพเชิงต้นทุนของกิจการอวกาศยุคใหม่

เนื้อหาในส่วนที่ผ่านมาแสดงแนวโน้มการพัฒนาดาวเทียมยุคใหม่ ที่มีการพัฒนาไปในแนวทางที่จะลดต้นทุนลง การลดต้นทุนในการสร้างและการส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรทำโดยการลดขนาดและน้ำหนักของดาวเทียม มีการพัฒนาให้ดาวเทียมสามารถรองรับการรับส่งข้อมูลที่สูงขึ้น และการใช้ความถี่ที่มีอยู่จำกัดอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงการพัฒนาประสิทธิภาพเชิงต้นทุนและผลกระทบเชิงพาณิชย์

3.1.7.1 การลดลงของต้นทุน

ต้นทุนในธุรกิจดาวเทียมมักจะกล่าวถึงต้นทุนในการลงทุน (Capital Expenditure: CAPEX) และต้นทุนในการดำเนินงาน (Operating Expenditure: OPEX) การลงทุนในดาวเทียมอย่างมีประสิทธิภาพมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานหรือการให้บริการดาวเทียม โดยประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 4 ส่วนได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการผลิตดาวเทียม ค่าใช้จ่ายในการส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร ค่าใช้จ่ายในการทำประกัน และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ค่าใช้จ่ายในส่วนการผลิตดาวเทียมนั้นคิดเป็นสัดส่วนที่สูงที่สุดหรือประมาณร้อยละ 50 ค่าใช้จ่ายในการส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรนั้นเป็นสัดส่วนที่รองลงมาคือร้อยละ 30 และค่าใช้จ่ายในการทำประกัน และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ อีกร้อยละ 15 และร้อยละ 5 ของค่าใช้จ่ายในการลงทุน ตามลำดับ

จากสัดส่วนค่าใช้จ่ายดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการนำดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรมีต้นทุนที่สูงมากถึงร้อยละ 30 โดยปัจจัยที่กำหนดค่าใช้จ่ายในการนำดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรขึ้นอยู่กับน้ำหนักและระยะทางสู่วงโคจร ตัวอย่างอัตราค่าบริการในการนำดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร (Launch Cost) ของผู้ประกอบการดาวเทียม ซึ่งพิจารณาได้จากข้อมูลในตารางต่อไปนี้

รายละเอียด	ขนาด			ระดับขนาดดาวเทียม (กิโลกรัม)							
Payload type	3U	6U	12U	50	100	150	200	300	450	750	1000
ความยาว (cm)	34.05	34.05	34.05	80	100	100	100	125	200	300	350
ความสูง (cm)	10	10	22.63	40	50	60	80	100	150	200	200
ความกว้าง (cm)	10	22.63	22.63	40	50	60	80	100			
น้ำหนัก (Kg)	5	10	20	50	100	150	200	300	450	750	1000
วงโคจรระยะต่ำ ราคา (kUSD)	295	545	995	1750	3950	4950	5950	7950	17500	22000	28000
วงโคจรสัมพัทธ์กับโลก ราคา (kUSD)	915	1400	2750	4600	8400	9800	11200	14000	โทรติดต่อสอบถาม		

ตารางที่ 2: ตัวอย่างอัตราค่าบริการในการส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร

ที่มา: spaceflight

เป้าหมายการลดต้นทุนหลักที่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการประกอบธุรกิจดาวเทียม กล่าวคือระบบเครือข่ายดาวเทียม NGEO แบบ Constellation ที่ต้องส่งดาวเทียมหลายดวงขึ้นสู่วงโคจรโดยไม่ควรมีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับการส่งดาวเทียมแบบ GEO ขึ้นสู่วงโคจร หรือเทียบกับการติดตั้งเครือข่ายบรอดแบนด์ภาคพื้นดินที่ต้องติดตั้งเครือข่ายใยแก้วนำแสงหรือสถานีฐานเพื่อให้มีระดับพื้นที่ครอบคลุมประชากรร้อยละ 95 หรือร้อยละ 98 จากเป้าหมายดังกล่าวการพัฒนาในศตวรรษนี้จึงทำให้เครือข่ายดาวเทียมมีต้นทุนที่ลดลง 10 – 100 เท่า ซึ่งจากเทคโนโลยีในอดีตมีความเป็นไปได้ยาก แต่การพัฒนาเทคโนโลยีในปัจจุบันไม่เพียงแต่จะสามารถลดต้นทุนลงได้ แต่เครือข่ายดาวเทียม NGEO แบบ Constellation ที่ครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลกยังสามารถรองรับสำหรับแอพพลิเคชันและแบบจำลองธุรกิจดาวเทียมใหม่ ๆ ได้อีกด้วย นอกจากนี้เครือข่ายดาวเทียมยังสามารถปรับเปลี่ยนการตั้งค่า (Configuration) ตามความต้องการได้ซึ่งต่างกับดาวเทียม GEO แบบทั่วไป ในการผลิตดาวเทียมหลาย ๆ ดวงเหล่านี้สามารถลดต้นทุนได้อย่างมากเพราะการสั่งซื้อชิ้นส่วนสามารถทำได้คราวละหลาย ๆ ชิ้น เช่น การสั่งซื้อล้อปฏิกิริยา (Reaction Wheel) สำหรับระบบอิฟราเรดแบบใช้บนอวกาศ (Space-Based Infrared System: SBIRS) และระบบคลื่นความถี่ขั้นสูงสุด (Advanced Extremely High Frequency: AEHF) สำหรับ SBIRS5, SBIRS6 และ AEHF5, AEHF6 ที่จะเข้าสู่การผลิตพร้อมกันจำนวน 16 ล้อจะสามารถเพิ่มอำนาจการต่อรองในการซื้อเมื่อเทียบกับการสั่งซื้อล้อปฏิกิริยา (Reaction Wheel) เพียง 4 ล้อ จะเห็นได้ว่าการผลิตเครือข่ายดาวเทียมแบบ Constellation นี้สามารถลดต้นทุนชิ้นส่วน ลดเวลา และกำลังคนที่ใช้ในการผลิต จึงส่งผลให้ต้นทุนรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

เทคโนโลยีดาวเทียมสื่อสารยุคใหม่มีการพัฒนาไปในทิศทางที่เพิ่มประสิทธิภาพของดาวเทียมให้สามารถรองรับการรับส่งข้อมูลได้มากขึ้น และมีค่าความหน่วงต่อเวลา (Latency) ต่ำลง และมีต้นทุนต่อหน่วยที่ลดลงในที่สุด ดังสามารถพิจารณาเงินลงทุนในดาวเทียมแต่ละประเภท รวมเงินลงทุนในดาวเทียม ค่าปล่อยดาวเทียมสู่ห้วงอวกาศ และค่าใช้จ่ายอื่นที่เกี่ยวข้องได้จากตารางในส่วนต่อจากนี้

การพัฒนาดาวเทียมทำให้เกิดผู้ประกอบการรายใหม่ในอุตสาหกรรมดาวเทียมทั้งในแง่การผลิต และการส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร (เช่น Space-X Blue Origin เป็นต้น) ผู้ประกอบการรายใหม่จะมีการพัฒนาระบบเครือข่าย

ดาวเทียมแบบ NGEO และการออกแบบชิ้นส่วนย่อย ทำให้เกิดกระบวนทัศน์ใหม่ของการแก้ปัญหาทางเทคนิคและเงื่อนไขขอบเขตเชิงพาณิชย์

ดาวเทียม	ต้นทุนดาวเทียม	ต้นทุนต่อหน่วย	หมายเหตุ
ดาวเทียมแบบทั่วไป	100 – 200 ล้านเหรียญ	2.5 – 4.7 ล้านเหรียญ/TPE	
ดาวเทียมแบบ HTS-GEO	300 – 1000 ล้านเหรียญ	1 – 2 ล้านเหรียญ/Gbps	
เครือข่ายดาวเทียม NGEO		4 – 7.5 ล้านเหรียญ/ดาวเทียม	ขึ้นกับจำนวนดาวเทียมที่จะส่งขึ้นสู่วงโคจรในแต่ละคราว
ดาวเทียมขนาดเล็กแบบ CubeSat (1-3U)	65,000 – 335,000 เหรียญ	65,000 – 112,000 เหรียญ/U	เนื่องจากเป็นดาวเทียมขนาดเล็กมาก ต้นทุนในการส่งขึ้นสู่วงโคจรจะสูงมากเมื่อเทียบกับต้นทุนดาวเทียม
ดาวเทียมที่ใช้ในกิจการเฉพาะ	100,000 – 300,000 เหรียญ	-	ดาวเทียมที่ใช้ในกิจการเฉพาะ เช่น ดาวเทียมสำรวจ ดาวเทียมในกิจการทางทหาร

ตารางที่ 3: การประมาณต้นทุนดาวเทียมประเภทต่าง ๆ

ที่มา: Thaicom, OneWeb, SpaceX, ORBCOMM, EchoStar และ Viasat

3.1.7.2 ลดเวลาที่ใช้ในการผลิตและอายุของดาวเทียม

เนื่องจากระบบเครือข่ายดาวเทียม NGEO (NGEO Constellation) ประกอบด้วยดาวเทียมหลายๆ ดวง จึงทำให้ดาวเทียมแบบนี้มีความน่าเชื่อถือสูงกว่าดาวเทียม GEO แบบทั่วไป หากดาวเทียมดวงใดดวงหนึ่งขัดข้อง เครือข่ายดาวเทียม NGEO ก็ยังสามารถให้บริการต่อไปได้เพียงแต่มีประสิทธิภาพลดลงเท่านั้น ในกรณีที่ดาวเทียมเกิดขัดข้องไม่สามารถปฏิบัติการต่อไปได้จะมีการนำดาวเทียมดวงใหม่ขึ้นสู่วงโคจรเพื่อแทนที่ดาวเทียมที่ขัดข้อง เนื่องจากดาวเทียมมีลักษณะและอุปกรณ์ต่าง ๆ เหมือนเดิมจึงลดเวลาและกำลังคนในการทำการทดสอบ จากหลักการนี้ทำให้ความต้องการที่จะผลิตและใช้งานดาวเทียมเปลี่ยนไป อายุการใช้งานของดาวเทียมแต่ละดวงไม่จำเป็นต้องยาวเนื่องจากดาวเทียมสามารถถูกเปลี่ยนทดแทนได้ตลอดเวลาในระหว่างการปฏิบัติการโดยไม่กระทบต่อภาพรวมของเครือข่ายดาวเทียม

3.1.8 สรุปแนวโน้มเทคโนโลยีที่สอดคล้องกับความต้องการในประเทศไทย

จากแนวโน้มเทคโนโลยีดาวเทียมที่กล่าวมาในบทที่ผ่านมานี้ จะเห็นว่าดาวเทียมสื่อสารมีการพัฒนาเพื่อตอบสนองความต้องการในด้านติดต่อสื่อสารด้วยความเร็วสูง รองรับการใช้บรอดแบนด์แอพพลิเคชัน และครอบคลุมการใช้งานในทุกพื้นที่บนโลกเช่นเดียวกับเครือข่ายภาคพื้นดิน ดาวเทียมสื่อสารในปัจจุบันและอนาคตสามารถสรุปประเด็นการนำเทคโนโลยีมาตอบสนองความต้องการใช้งานได้ดังนี้

- ดาวเทียมสื่อสารที่มีความจุสูง สามารถรองรับการรับส่งสัญญาณด้วยความเร็วสูง ซึ่งเพิ่มแบนด์วิดท์โดยการใช้ซ้ำ (Reused) คลื่นความถี่ ด้วยการปรับลำคลื่นให้มีขนาดเล็กหลายๆ ลำคลื่น เพื่อให้สามารถ Reused คลื่นความถี่ได้ ขนาดของลำคลื่นขึ้นอยู่กับขนาดของสายอากาศที่สถานีดาวเทียมและคลื่นความถี่ที่ใช้

- การปรับเปลี่ยนย่านความถี่ที่ใช้งาน ให้อยู่ในย่านความถี่ที่สูงขึ้นทำให้มีแบนด์วิดท์มากขึ้น การใช้งานคลื่นไมโครเวฟในย่านที่สูงขึ้น เช่น Ku-Band, Ka-Band หรือ mm-Wave เหมาะสำหรับการเพิ่มความจุ และสามารถลดขนาดสายอากาศให้มีขนาดที่เล็กลงได้

- ระดับวงโคจรของดาวเทียมมีผลต่อพื้นที่ครอบคลุม และค่าความหน่วงเวลา (Latency) ในการรับส่งสัญญาณ ดาวเทียมสื่อสารความจุสูงมีทั้งแบบที่อยู่ในวงโคจร GEO และ NGEO ขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ดาวเทียมสื่อสารแบบวงโคจร GEO มีความเหมาะสมกับการให้บริการสื่อสารข้อมูลความจุสูงในระดับภูมิภาค แต่เนื่องจากวงโคจร GEO อยู่ห่างจากพื้นโลกจึงทำให้มีค่าความหน่วงต่อเวลา Latency สูง

- การให้บริการดาวเทียมแบบเครือข่ายในวงโคจรแบบ MEO หรือ LEO ประกอบไปด้วยดาวเทียมขนาดเล็กจำนวนมากเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายเพื่อเพิ่มพื้นที่ครอบคลุม มีการทำงานร่วมกันโดยเชื่อมต่อเป็นเครือข่าย เนื่องจากวงโคจรอยู่ใกล้พื้นโลกทำให้ดาวเทียมประเภทนี้มีค่า Latency ต่ำ (โดยมีค่าต่ำกว่า 5 มิลลิวินาที) จึงทำให้เครือข่ายดาวเทียมวงโคจรต่ำ (NGEO Constellation) สามารถทำงานร่วมกับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ภาคพื้นดินบนเทคโนโลยี 5G ได้

3.2 ความต้องการคลื่นความถี่

ย่านความถี่ที่นำมาใช้ในกิจการดาวเทียมเพื่อการรับส่งสัญญาณระหว่างสถานีดาวเทียมกับสถานีภาคพื้นดิน ทั้งนี้ย่านความถี่แต่ละย่านจะถูกนำมาใช้งานตามประเภทและวัตถุประสงค์ของดาวเทียม และเป็นไปตามแผนการจัดการคลื่นความถี่ของ ITU ในบทนี้จะกล่าวถึงแนวโน้มการนำย่านความถี่มาใช้งานอย่างสอดคล้องกับเทคโนโลยีและอุปสงค์ความต้องการใช้งานดาวเทียมในปัจจุบันและอนาคต

3.2.1 ความถี่ย่าน C-Band

ความถี่ย่าน C-Band ประกอบไปด้วย 2 ช่วงความถี่ มีความถี่ C-Band (เดิมที่อยู่ในช่วง 4.5 – 4.8 GHz) และส่วนขยายของ C-Band หรือ Extended C-Band) (มีความที่ระหว่าง 3.4- 4.2 GHz) ซึ่งความถี่ย่าน C-Band นี้หน่วยงาน ITU ได้กำหนดให้เป็นย่านความถี่ที่ใช้ในกิจการดาวเทียมเพื่อรับสัญญาณดาวเทียม (Downlink) และเป็นช่วงคลื่นความถี่ที่ผู้ประกอบกิจการดาวเทียมมักจะนำมาใช้ให้บริการในกิจการกระจายเสียงและโทรทัศน์ผ่าน

ดาวเทียม และการสื่อสารโทรคมนาคม คลื่นความถี่ในย่าน C-Band มีขนาดความยาวคลื่นกว้างกว่าขนาดเม็ดฝน ดังนั้นเวลาฝนตกจึงมีโอกาสน้อยมากที่สัญญาณจะขาดหายไป

คุณสมบัติของคลื่นความถี่ย่าน C-Band ไม่เพียงแต่เป็นที่ต้องการสำหรับผู้ประกอบกิจการดาวเทียมเท่านั้น แต่เป็นย่านความถี่ที่มีความต้องการมากขึ้นในอุตสาหกรรมโทรคมนาคม ผู้ให้บริการบรอดแบนด์ไร้สาย (Mobile Operators) ต่างก็ต้องการคลื่นความถี่ในย่าน C-Band มาใช้ในการติดตั้งขยายเครือข่ายบรอดแบนด์ไร้สายบนเทคโนโลยี 5G (เทคโนโลยี 5G คือเทคโนโลยีที่จะสามารถรองรับการใช้งานที่ต้องการอัตราการส่งข้อมูลที่สูงรองรับอุปกรณ์เชื่อมต่อกับระบบจำนวนมหาศาล รวมทั้งยังสามารถนำมาใช้ในกิจการที่ต้องการส่งข้อมูลที่รวดเร็วและทันที โดยเฉพาะกิจการที่ต้องการความแม่นยำสูง) ซึ่งการที่ระบบ 5G จะสามารถการรองรับการใช้งานเหล่านี้ได้ จำเป็นต้องใช้คลื่นความถี่ในปริมาณมากขึ้น โดยเฉพาะความถี่ในย่านที่สูงกว่า 1 GHz

ได้มีบางประเทศนำมาเริ่มทดลองใช้ย่านความถี่ C-Band สำหรับ 5G โดยย่านความถี่ 3.4 – 3.6 GHz มีการระบุเป็นย่านความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ในข้อบังคับวิทยุของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ อย่างไรก็ตาม การนำคลื่นความถี่ C-Band มาใช้งานในทางปฏิบัติจะต้องพิจารณาการใช้คลื่นความถี่ร่วมกันกับกิจการอื่นด้วย

หน่วยงานกำกับดูแลของประเทศสหรัฐอเมริกา (FCC) ได้อนุญาตให้จัดสรรคลื่นความถี่ในย่าน C-Band เพื่อนำไปใช้ในการติดตั้งเครือข่ายบนเทคโนโลยี 5G โดยมีความเป็นไปได้ที่ความถี่จำนวน 500 MHz จะถูกนำไปใช้กับ IMT-2020 ในปัจจุบันความถี่ในย่าน C-Band มีการใช้งานโดยกลุ่มผู้ให้บริการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (Satellite Television Broadcasts) ผ่านการให้บริการของผู้ประกอบกิจการดาวเทียม GEO รายใหญ่ (อาทิ บริษัท IntelSat SES และ EutelSat) บริษัท EutelSat มีแผนที่จะเริ่มยกเลิกการใช้งานในย่านความถี่ C-Band จำนวน 100 MHz หากค่าใช้จ่ายในการยกเลิกลูกค้าและค่าสูญเสียโอกาสจะถูกชดเชยโดยผู้ให้บริการที่ได้รับคลื่นความถี่นี้ไปใช้ อย่างไรก็ตาม ในเดือนตุลาคม 2562 พันธมิตรกลุ่มผู้ให้บริการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมที่ให้บริการบนย่าน C-Band ได้เสนอต่อ FCC ที่จะเพิ่มจำนวนแบนด์วิดท์ที่จะนำไปติดตั้งเครือข่ายบนเทคโนโลยี 5G ใช้งานเป็น 200 MHz พันธมิตรกลุ่มดังกล่าวจะทยอยยกเลิกการใช้งานซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งานของเครือข่ายเทคโนโลยี 5G ด้วยเช่นกัน ซึ่งข้อเสนอของกลุ่มพันธมิตรดังกล่าวมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดความสมดุลของผลกระทบที่เกิดขึ้นระหว่างความต้องการในการปกป้องกลุ่มผู้ใช้คลื่นความถี่ C-Band เพื่อรับชมโทรทัศน์และวิทยุผ่านดาวเทียมในสหรัฐอเมริกากว่า 100 ล้านครัวเรือนรวมทั้งสื่อในภาครัฐและอกชน กับความต้องการใช้งานเครือข่ายข้อมูลที่มีความต้องการใช้งานเทคโนโลยี 5G ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในสหรัฐอเมริกา

นอกจากนี้ได้แนวโน้มในการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน C-Band เพื่อใช้กับเทคโนโลยี 5G ในภูมิภาคของโลก เช่นในทวีปยุโรป เอเชีย โดยภาคพื้นยุโรปมีแผนที่จะนำคลื่นความถี่ C-Band ในช่วง 3.4 – 4.8 GHz มาใช้ ในขณะที่ภูมิภาคเอเชียมีการจัดสรรแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ อาทิ ประเทศญี่ปุ่นใช้คลื่นความถี่ C-Band ช่วง 3.6 – 4.2 GHz และ 4.4 – 4.9 GHz ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนใช้คลื่นความถี่ C-Band ช่วง 3.4 - 3.6 GHz และ 4.8 – 5.0 GHz ส่วนประเทศเกาหลีใต้ใช้คลื่นความถี่ C-Band ช่วง 3.4 – 3.7 GHz เป็นต้น

ตามที่กล่าวข้างต้นนอกจากคลื่นความถี่ย่าน C-Band จะได้รับผลกระทบจากความต้องการใช้คลื่นความถี่ดังกล่าวแล้ว ยังมีคลื่นความถี่ในย่าน Ka-Band ที่อาจได้รับผลกระทบอีกด้วย กล่าวคือ Ka-Band เป็นคลื่นไมโครเวฟที่มีความถี่ระหว่าง 26 – 40 GHz ซึ่งเป็นย่านที่มีช่วงความถี่กว้างดังนั้นบางประเทศอาจนำมาจัดสรรให้กับเครือข่ายบนเทคโนโลยี 5G เช่น ในช่วงคลื่น 24.25 – 27.5 GHz และ 37 – 43.5 GHz โดยจะนำเข้าสู่การพิจารณาในการประชุม WRC-19 เช่นกัน

สำหรับประเทศไทย ย่านความถี่ 3.4 – 4.2 GHz มีการใช้งานในกิจการดาวเทียม และย่านความถี่ 4.4 – 5.0 GHz มีการใช้งานในกิจการประจำที่ การกำหนดคลื่นความถี่เพื่อใช้กับระบบ 5G ในประเทศไทยมีความเป็นไปได้ในการใช้ย่านความถี่ดังสรุปในตารางต่อจากนี้

ย่านความถี่	ความเป็นไปได้ในการนำมาใช้สำหรับ 5G ในประเทศไทย	ปีที่อาจนำมาใช้ได้
700 MHz	ปัจจุบันมีการใช้งานในกิจการโทรทัศน์ สามารถนำมาใช้ สำหรับ 5G ได้ภายหลังการสิ้นสุดการรับส่งสัญญาณโทรทัศน์ ในระบบแอนะล็อก (Analog TV Switch off) ในปี 2563 และมีการปรับเปลี่ยนคลื่นความถี่สำหรับโทรทัศน์ในระบบ ดิจิทัลใหม่	2563
L-band (1427-1518 MHz)	ปัจจุบันมีการใช้งานในกิจการประจำที่ อาจนำมาใช้สำหรับ 5G ได้หลังจากการเรียกคืนคลื่นความถี่	2568
C-Band (3300-4200 MHz และ 4400-5000 MHz)	ต้องพิจารณาความสามารถในการใช้คลื่นความถี่ร่วมกับ กิจการอื่น โดยปัจจุบันประเทศไทยใช้คลื่นความถี่ย่าน 3400- 4200 MHz สำหรับดาวเทียม และย่านความถี่ 4400-5000 MHz สำหรับกิจการประจำที่	ขึ้นกับการศึกษาความสามารถในการใช้ คลื่นความถี่ร่วมกัน
ย่านความถี่สูงกว่า 24 GHz ที่จะ พิจารณาในการ ประชุม WRC-19	ขึ้นกับผลการพิจารณาของการประชุม WRC-19 ในปี ค.ศ. 2019 (พ.ศ. 2562) ว่าจะมีการระบุย่านความถี่ใดบ้าง สำหรับ 5G	2563
27.5-29.5 GHz	ต้องพิจารณาความสามารถในการใช้คลื่นความถี่ร่วมกับ ดาวเทียม	ขึ้นกับการศึกษาความสามารถในการใช้ คลื่นความถี่ร่วมกัน

แหล่งข้อมูล: สำนักงาน กสทช.

ตารางที่ 4: ตารางความเป็นไปได้ในการนำความถี่ย่านต่างๆ มาใช้สำหรับ 5G ในประเทศไทย

อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยได้มีแผนที่จะทำการทดลองใช้งานเทคโนโลยีระบบ 5G ในปี 2562 ซึ่งคลื่นความถี่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดที่ สำนักงาน กสทช. จะนำมาใช้ทำการทดสอบระบบ 5G คือ คลื่นความถี่ระบบ C-Band ในช่วงย่านความถี่ 3.5 GHz ที่จำนวนแบนด์วิดท์ 100 MHz และคลื่นความถี่ 24 GHz ที่จำนวนแบนด์วิดท์ 1 GHz

3.2.2 คลื่นความถี่ย่าน Ku และ Ka-Band สำหรับดาวเทียมสื่อสารความจุสูง

ระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมยุคใหม่ที่มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลขนาดใหญ่ หรือเรียกว่าดาวเทียมสื่อสารความจุสูง (High Throughput Satellite: HTS) นี้มีความจุโดยรวมสูงกว่าดาวเทียมแบบทั่วไปมาก ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบดาวเทียมขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยบางอย่างที่กำหนด ตามความต้องการของผู้ใช้ และตามออกแบบโดยรวม (การกำหนดค่าเสาอากาศดาวเทียม พลังงานยานอวกาศ และความถี่ ฯลฯ) ดาวเทียมสื่อสารความจุสูงได้ถูกผลิตและส่งขึ้นสู่วงโคจร และมีการขยายกำลังการผลิตอย่างกว้างขวาง สามารถใช้งานได้กับคลื่นความถี่ไม่กี่ย่าน ซึ่งย่านความถี่ที่ถูกนำมาใช้ในกับดาวเทียมแบบ HTS นี้ ได้แก่ Ku-Band และ Ka-Band

การเลือกช่วงความถี่ของระบบมีส่วนสำคัญต่อภาพรวม การเลือกความถี่ที่นำมาใช้กับดาวเทียมนั้น พิจารณาจากปัจจัยหลายด้านทั้งข้อได้เปรียบของย่านความถี่เอง ความเหมาะสมต่อประเภทการใช้งาน และความสอดคล้องต่อแผนการจัดสรรคลื่นความถี่ในภูมิภาคนั้น ๆ ด้วย

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นดาวเทียมสื่อสารความจุสูงนี้ นิยมที่จะใช้งานบนความถี่ Ku-Band และ Ka-Band ความถี่ย่าน Ku-Band ได้รับความนิยมในการนำมาใช้งานดาวเทียมทั้งสำหรับกรณีโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม และการสื่อสารผ่านดาวเทียม ในที่นี้จะนำเสนอข้อได้เปรียบของความถี่ในย่าน Ka-Band ความถี่ในย่าน Ka-Band มีลำคลื่นที่แคบ (Narrow Beams) ทำให้เสาอากาศมีค่า Gain สูงทำให้สามารถออกแบบ Link Budget ที่มีประสิทธิภาพ และทำให้สามารถรองรับการรับส่งข้อมูลได้สูง (High Throughput) ในขณะที่มีเสาอากาศที่มีขนาดเล็กทำให้น้ำหนักและขนาดของดาวเทียมน้อยส่งผลดีต่อการส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร และในส่วนของเสาอากาศภาครับ ผู้ใช้บริการปลายทางภาคพื้นดินก็สามารถใช้เสาอากาศที่มีขนาดเล็ก แต่มีประสิทธิภาพในการรับส่งข้อมูลสูง Ka-Band ยังสามารถทนทานต่อสัญญาณรบกวนได้ดี เนื่องจาก Ka-Band มีลำคลื่นที่แคบทำให้สามารถนำมาใช้ Reuse Frequency ได้ยังสามารถปรับแต่งขนาดและรูปร่างของลำคลื่นได้ แต่อย่างไรก็ตาม Ka-Band มีความไวต่อสภาพอากาศ ซึ่งอาจเกิดขึ้นในช่วงสั้นๆ และแก้ไขได้โดยใช้เทคนิค Fade Mitigation Techniques ข้อได้เปรียบเหล่านี้เมื่อเทียบกับ Ku-Band ทำให้ความถี่ในย่าน Ka-Band มีความเหมาะสมอย่างยิ่งในการนำมาใช้ในดาวเทียมแบบ HTS เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของการสื่อสารดาวเทียม ความถี่ย่าน Ka-Band ที่นำมาใช้สำหรับกิจการดาวเทียมได้แก่

- กรณี Downlink : 17.7 - 20.2 GHz 17.3 – 17.7 GHz และ 21.4 – 22.0 GHz า
- กรณี Downlink : 27.5 - 30.0 GHz และ 24.65 – 25.25 GHz

ย่านความถี่	Transponder bandwidth/ Carrier bandwidth (MHz)	Average throughput per carrier (Mbps)	
		Return Link	Forward Link

Ku-Band	72	2.7	250
Ka-Band	220	8.3	940

ตารางที่ 5: ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้คลื่นความถี่ของ Ku-Band และ Ka-Band

ที่มา: Arthur D. Little analysis, Avanti Communications

จากตารางข้างบนนี้ แสดงว่าประสิทธิภาพการใช้คลื่นความถี่ของ Ka-Band และความสามารถในการรองรับการรับส่งข้อมูลของความถี่ย่าน Ka-Band สูงกว่า Ku-Band อย่างไรก็ตามยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงในตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของคลื่นความถี่ Ku-Band และ Ka-Band ดังนี้

คลื่นความถี่ย่าน Ku-Band	คลื่นความถี่ย่าน Ka-Band
เริ่มเข้ามาแทนที่คลื่นความถี่ย่าน C-Band โดยนำมาใช้กับ VSAT และ DTH	มีการนำ Ka-Band มาใช้กับดาวเทียมแบบ HTS
มีปัญหาเมื่อใช้งานในสภาพอากาศที่มีปริมาณฝนมาก แต่สามารถใช้ได้ประมาณ 90% ของพื้นที่	มีปัญหาเมื่อใช้งานในสภาพอากาศที่มีปริมาณฝนมากกว่า Ku-Band และอาจเกิดปัญหาได้ทุกพื้นที่
มีการนำความถี่ Ku-Band มาใช้จำนวนมาก การจัดสรรวางแผนการใช้ความถี่ทำได้ยาก มีดาวเทียมไม่ต่ำกว่า 275 ดวงใช้ความถี่ย่าน Ku-Band	มีดาวเทียมไม่มากนักที่ใช้ความถี่ย่าน Ka-Band
มีการใช้ความถี่อย่างมีประสิทธิภาพ มี bit/Hz สูง	สามารถทำ Spot Beam ขนาดเล็กได้จำนวนมากกว่า และสามารถรองรับการรับส่งข้อมูลได้มากกว่า สามารถใช้กับเทอมินอลขนาดเล็ก

ตารางที่ 6: ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติคลื่นความถี่ระหว่าง Ku-Band และ Ka-Band

ที่มา: NSR, 2018

3.2.3 สรุปคลื่นความถี่ที่ต้องการใช้

ผลการศึกษาความต้องการใช้งานดาวเทียมสื่อสารในประเทศไทย พิจารณาการใช้งานดาวเทียมในย่านความถี่ต่าง ๆ สามารถสรุปความต้องการใช้งานความถี่ได้ดังตารางต่อไปนี้

อุปสงค์ (Demand)	2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569
รวมอุปสงค์ความจุดาวเทียมสื่อสาร											
C-Ku-Ka-Band (TPEs)	**79.7**	**86.0**	**88.4**	**93.2**	**97.9**	**102.4**	**105.5**	**106.9**	**106.9**	**105.4**	**102.7**
C-Band	**60.3**	**65.0**	**65.8**	**68.8**	**71.4**	**73.5**	**74.9**	**75.3**	**75.0**	**74.3**	**73.2**
Ku-Band	**19.5**	**21.0**	**22.6**	**24.4**	**26.5**	**28.9**	**30.6**	**31.6**	**31.9**	**31.1**	**29.5**
L-X-Band (TPEs)	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**
GEO/Non GEO HTS (Gbps)	**5.4**	**10.8**	**14.9**	**20.4**	**28.9**	**39.7**	**52.0**	**65.5**	**79.7**	**95.0**	**113.1**
GEO HTS (Gbps)	**5.1**	**10.3**	**14.2**	**19.5**	**26.4**	**34.7**	**43.1**	**51.1**	**58.5**	**65.2**	**71.7**
GEO-HTS C-Band	**-**	**0.2**	**0.3**	**0.5**	**0.6**	**0.8**	**0.9**	**1.0**	**1.2**	**1.3**	**1.4**
GEO-HTS Ku-Band	**2.1**	**3.3**	**4.5**	**6.0**	**7.4**	**9.0**	**10.8**	**12.6**	**14.5**	**16.3**	**18.0**
GEO-HTS Ka-Band	**3.0**	**6.8**	**9.4**	**13.0**	**18.4**	**24.9**	**31.4**	**37.5**	**42.9**	**47.6**	**52.3**
Non GEO HTS	**0.3**	**0.5**	**0.7**	**0.9**	**2.4**	**5.0**	**9.0**	**14.4**	**21.2**	**29.8**	**41.4**

ตารางที่ 7: ตารางสรุปคลื่นความถี่ที่ต้องการใช้ตามคลื่นความถี่

ความต้องการใช้งานความถี่ร่วมกับแนวโน้มเทคโนโลยีในการใช้งานดาวเทียมในย่านความถี่ต่าง ๆ สามารถสรุปอุปสงค์ในการใช้ดาวเทียมและคลื่นความถี่ที่เหมาะสมต่อประเภทของดาวเทียมและบริการ ในช่วง 10 ปี ได้ดังต่อไปดังนี้

- ความต้องการใช้งานดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution / Broadcasting) และดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) ของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม C-Band และ Ku-Band มีแนวโน้มไม่เพิ่มขึ้นตามความต้องการดังกล่าว

- ความต้องการใช้งานดาวเทียมสื่อสารแบบความจุสูงมีแนวโน้มความต้องการเพิ่มขึ้นจากแรงขับเคลื่อนความต้องการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) และการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service / VSAT) ซึ่งความถี่ที่เหมาะสมในให้บริการเพื่อการสื่อสารข้อมูลความเร็วสูงมักจะใช้ย่านความถี่สูง ได้แก่ C-Band Ku-Band Ka-Band ซึ่งปัจจุบันย่านความถี่เหล่านี้เริ่มมีการใช้งานหนาแน่น ทำให้ดาวเทียมสื่อสารความจุสูงในภูมิภาคอื่น ๆ ของโลกมีแนวโน้มการนำความถี่ย่าน V-Band มาใช้

- ความต้องการใช้งานดาวเทียมในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / ESIM) เป็นผลมาจากการพัฒนาของอุตสาหกรรมการบินที่มีแนวโน้มความต้องการใช้งานดาวเทียมสื่อสารเพิ่มขึ้น รวมถึงอุตสาหกรรมเดินเรือในภูมิภาคและระหว่างภูมิภาคที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งความถี่ที่นำมาใช้ ได้แก่ C-Band และ Ka-Band

- ความต้องการใช้งานดาวเทียมในภาครัฐและการทหาร (Government / Military) ของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะความต้องการทางการทหารที่ประมาณการว่าจะมีการใช้งานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดาวเทียมเพื่อการปฏิบัติการทางอวกาศ (X-Band) และความต้องการใช้งานของกองทัพเรือ (L-Band)

3.3 ความต้องการวงโคจรดาวเทียม

วงโคจรของดาวเทียมหากแบ่งตามระยะความสูงจากพื้นโลกจะแบ่งได้เป็น 5 ประเภทวงโคจร ได้แก่

- วงโคจรระยะต่ำ (Low Earth Orbit: LEO) เป็นดาวเทียมที่อยู่สูงจากโลกไม่เกิน 1,000 กิโลเมตร มีความเร็วประมาณ 7.8 กิโลเมตรต่อวินาที ด้วยความเร็วขนาดนี้ทำให้ดาวเทียมวงโคจรระยะต่ำโคจรรอบโลกภายในเวลาเพียง 90 นาที เหมาะสำหรับใช้ถ่ายภาพที่มีความละเอียดสูง ใช้ในการสำรวจระยะไกล (Remote sensing) และใช้ในการติดตามสังเกตการณ์ (Tracking)

- วงโคจรระยะปานกลาง (Medium Earth Orbit: MEO) เป็นดาวเทียมที่อยู่สูงจากโลกตั้งแต่ 1,000 กิโลเมตร แต่ไม่เกิน 35,000 กิโลเมตร ดาวเทียมที่อยู่ในวงโคจรประเภทนี้จะสามารถส่งสัญญาณคลื่นความถี่ได้ครอบคลุมกว่าดาวเทียมวงโคจรระยะต่ำ และมักจะนำไปใช้ในการสร้างเครือข่ายดาวเทียม (Constellation) ครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลกเพื่อใช้ในการสื่อสาร ดาวเทียมวงโคจรระยะปานกลางส่วนมากใช้เป็นดาวเทียมนำร่องบริการเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม

- วงโคจรสัมพัทธ์กับโลก (Geosynchronous Earth Orbit: GEO) เป็นดาวเทียมที่อยู่สูงจากโลก 35,786 กิโลเมตร มีเส้นทางโคจรอยู่ในแนวเส้นศูนย์สูตร ทั้งนี้ดาวเทียมในวงโคจรนี้จะโคจรด้วยความเร็วเชิงมุมเท่ากับความเร็วที่โลกหมุนรอบตัวเอง จึงทำให้ดาวเทียมเสมือนลอยอยู่ ณ ตำแหน่งเดิมเมื่อเทียบกับตำแหน่งบนพื้นโลก ทำให้มีต้นทุนในการติดตั้งสถานีภาคพื้นดินต่ำกว่าดาวเทียมประเภทอื่น ๆ เพราะไม่จำเป็นต้องทำหน้าที่ติดตามดาวเทียม วงโคจรประเภทนี้จะสามารถส่งสัญญาณครอบคลุมพื้นที่โลกเป็นบริเวณกว้าง ทั้งนี้หากต้องการให้สัญญาณครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลก (ยกเว้นขั้วโลก) ก็จะต้องใช้ดาวเทียมวงโคจรสัมพัทธ์กับโลกจำนวน 3 ดวง วงโคจรประเภทนี้เหมาะสำหรับพยากรณ์อากาศ และสำรวจสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

- วงโคจรรูปวงรี (Highly Elliptical Orbit: HEO) เป็นดาวเทียมที่โคจรด้วยความเร็วที่ไม่คงที่ โดยจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่สูงกว่าเมื่อโคจรเข้าใกล้โลก และจะเคลื่อนที่ช้าลงเมื่อออกห่างจากโลก ทำให้มีวงโคจรเป็นรูปวงรี วงโคจรนี้ถูกออกแบบมาเพื่อปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์

- วงโคจรขั้วโลก (Polar Orbit) เป็นวงโคจรที่โคจรอยู่บริเวณขั้วโลก อยู่สูงจากโลกประมาณ 200 – 1,000 กิโลเมตร ทำมุม 20 – 30 องศากับพื้นโลก เป็นวงโคจรที่ออกแบบสำหรับดาวเทียมที่ใช้ในการปฏิบัติการด้านการสำรวจ

จากประเภทวงโคจรข้างต้น สามารถแบ่งวงโคจรตามลักษณะการเคลื่อนที่ของดาวเทียมได้ 2 แบบ กล่าวคือ วงโคจรแบบประจำที่ และวงโคจรแบบไม่ประจำที่

- วงโคจรแบบประจำที่ (Geostationary-Satellite Orbit: GEO) ดาวเทียมที่มีวงโคจรประเภทนี้จะมีความเร็วสัมพัทธ์กับความเร็วของโลก มีเส้นทางการโคจรอยู่ในแนวเส้นศูนย์สูตร หรือหมายถึง ดาวเทียมที่ใช้วงโคจรสัมพัทธ์กับโลก

- วงโคจรแบบไม่ประจำที่ (Non- Geostationary-Satellite Orbit: NGEO) ดาวเทียมที่มีวงโคจรประเภทนี้จะมีความเร็วไม่สัมพัทธ์กับโลก วงโคจรแบบไม่ประจำที่นี้จึงหมายรวมถึง วงโคจรระยะต่ำ วงโคจรระยะปานกลาง วงโคจรรูปวงรี และวงโคจรขั้วโลก

คลื่นความถี่และวงโคจรที่ใช้ร่วมกับคลื่นความถี่เป็นทรัพยากรสื่อสารที่มีอยู่อย่างจำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งวงโคจรแบบประจำที่ (GEO) นั้น ต้องแจ้งขอใช้ข่ายงานดาวเทียมและลงทะเบียนต่อหน่วยงานกลาง อันได้แก่ สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ หรือ ITU เพื่อจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดนี้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดเป็นธรรม และป้องกันมิให้เกิดการรบกวนของสัญญาณระหว่างดาวเทียม และระหว่างโครงข่ายดาวเทียมกับโครงข่ายสื่อสารประเภทอื่น ๆ

สำหรับประเทศไทยในปัจจุบันมีดาวเทียมในวงโคจรจำนวน 7 ดวง เป็นดาวเทียมวงโคจรแบบประจำที่จำนวน 5 ดวง และเป็นดาวเทียมวงโคจรแบบไม่ประจำที่ จำนวน 2 ดวง ดังรายละเอียดดังนี้

	ดาวเทียม	วงโคจร	วงโคจร	ตำแหน่ง	ประเภทดาวเทียม
1	ไทยคม 4	GEO	GEO	119.5	ดาวเทียมสื่อสารความจุสูง
2	ไทยคม 5	GEO	GEO	78.5	ดาวเทียมแบบทั่วไป
3	ไทยคม 6	GEO	GEO	78.5	ดาวเทียมแบบทั่วไป
4	ไทยคม 7	GEO	GEO	120	ดาวเทียมแบบทั่วไป
5	ไทยคม 8	GEO	GEO	78.5	ดาวเทียมแบบทั่วไป
6	THEOS	LEO	NGEO	-	ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร
7	KNACSAT	LEO	NGEO	-	ดาวเทียมแบบ CubeSat

ตารางที่ 8: ตารางสรุปวงโคจรดาวเทียมในประเทศไทยในปัจจุบัน

จากผลการศึกษาด้านอุปสงค์ดาวเทียม อุปสงค์ในการใช้งานดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย สืบเนื่องจากอุปสงค์ดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ อุปสงค์ดาวเทียมในการสื่อสารข้อมูล VSAT ในขณะที่อุปสงค์ในการใช้งานดาวเทียมสื่อสารความจุสูงมีแนวโน้มที่สูงขึ้น ซึ่งเกิดจากอุปสงค์ดาวเทียมในการสื่อสารข้อมูล อุปสงค์ดาวเทียมในการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) อุปสงค์ดาวเทียมในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / ESIM) จากข้อสรุปดังกล่าวสามารถประเมินความต้องการใช้วงโคจรโดยรวม ได้ดังนี้

- ประเทศไทยมีอุปสงค์ดาวเทียมสื่อสารความจุสูง ปัจจุบันมีเพียงดาวเทียมไทยคม 4 ที่ให้บริการซึ่งไม่เพียงพอต่ออุปสงค์ในอนาคต จึงมีความเป็นไปได้ที่ตลาดจะตอบสนองโดยการส่งดาวเทียมสื่อสารดวงใหม่ที่มีความจุสูงเพียงพอขึ้นสู่วงโคจรแบบประจำที่ทดแทน ส่วนอุปสงค์ดาวเทียมในด้านความมั่นคงทางการทหารนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งานจริง อาทิ หากต้องการใช้ในการติดตามสังเกตการณ์ (Tracking) การถ่ายภาพด้วย

ความละเอียดสูง อาจมีความจำเป็นต้องใช้วงโคจรระยะต่ำ เป็นต้น นอกจากนี้สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ GISTDA ได้จัดตั้งโครงการ THEOS-2 เพื่อจัดหาดาวเทียมสำรวจขึ้นสู่วงโคจร

- เนื่องจากเทคโนโลยี 5G กำลังจะเปิดให้บริการในอีก 2 ปีข้างหน้าเพื่อให้บริการบรอดแบนด์ความเร็วสูง และรองรับความต้องการใช้งาน IoT ซึ่งอาจทำให้เกิดความต้องการในการเข้าถึงในพื้นที่ที่เครือข่ายบรอดแบนด์ภาคพื้นดินไม่ครอบคลุม หรือรองรับแอพพลิเคชันที่ต้องการค่าความหน่วงต่อเวลา (Latency) ต่ำ ซึ่งอาจจำเป็นต้องพึ่งพาเทคโนโลยีเครือข่ายดาวเทียมสื่อสารความจุสูง แบบไม่ประจำที่ หรือ NGEO-HTS อย่างไรก็ตาม ดาวเทียมสื่อสารความจุสูงแบบไม่ประจำที่นี้เป็นเพียงทางเลือก หากผู้ให้บริการเครือข่ายบรอดแบนด์เคลื่อนที่ภาคพื้นดินในประเทศไทย มีความต้องการใช้งานดาวเทียมร่วมกับเครือข่ายเทคโนโลยี 5G เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในด้านการขยายพื้นที่ครอบคลุม

สำหรับความต้องการวงโคจรดาวเทียมในอนาคตสำหรับประเทศไทย สามารถสรุปวงโคจรดาวเทียมที่ต้องการเพิ่มได้ดังตารางต่อไปนี้

	ประเภทดาวเทียม	วงโคจร	วงโคจร
1	ดาวเทียมสื่อสารความจุสูง	GEO	GEO
2	ดาวเทียมในกิจการทหาร	LEO	NGEO
3	ดาวเทียมสำรวจ	LEO	NGEO
4	ดาวเทียมสื่อสารความจุสูงแบบไม่ประจำที่	LEO/MEO	NGEO

ตารางที่ 9: ตารางสรุปวงโคจรดาวเทียมที่ต้องการเพิ่มเติมในอนาคต

3.4 จำนวนผู้ใช้งานดาวเทียม

การประมาณการจำนวนผู้ต้องการใช้งานความจุดาวเทียม สามารถพิจารณาสมมติฐานในการประมาณการจำนวนผู้ใช้งานดาวเทียมแบบทั่วไป และดาวเทียมแบบความจุสูง ได้จากเนื้อหาในส่วน 10.1 สมมติฐานประมาณการจำนวนผู้ใช้งานดาวเทียม ภายใต้สมมติฐานที่กำหนดไว้สามารถประมาณการจำนวนผู้ต้องการใช้งานความจุดาวเทียม ซึ่งซื้อความจุดาวเทียมจากผู้ประกอบกิจการดาวเทียม จำแนกเป็นประเภทดาวเทียมแบบทั่วไปและดาวเทียมแบบความจุสูง และจำแนกตามแถบความถี่ดาวเทียมได้ดังตารางต่อไปนี้

ประมาณการจำนวนผู้ใช้งานดาวเทียม (Number of Satellite Users)		2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	CAGR (2059/69)
ประมาณการความต้องการใช้งานความจุดาวเทียมไทย	ดาวเทียมแบบทั่วไป (TPEs) C-Band'	60.3	65.0	65.8	68.8	71.4	73.5	74.9	75.3	75.0	74.3	73.2	2.0%
	ดาวเทียมแบบทั่วไป (TPEs) Ku-Band'	19.5	21.0	22.6	24.4	26.5	28.9	30.6	31.6	31.9	31.1	29.5	4.3%
	ดาวเทียมแบบความจุสูง (Gbps) C-Band	-	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9	1.0	1.2	1.3	1.5	1.6	27.5%
	ดาวเทียมแบบความจุสูง (Gbps) Ku-Band	2.1	3.3	4.6	6.1	7.6	9.2	11.1	12.9	14.9	16.7	18.5	24.6%
	ดาวเทียมแบบความจุสูง (Gbps) Ka-Band	3.0	6.8	9.4	13.0	18.4	24.9	31.4	37.5	42.9	47.6	52.3	33.0%
ประมาณการจำนวนผู้ใช้งานความจุ	ดาวเทียมแบบทั่วไป (TPEs) C-Band'	1,446	1,559	1,579	1,650	1,713	1,764	1,797	1,807	1,800	1,782	1,757	2.0%
	ดาวเทียมแบบทั่วไป (TPEs) Ku-Band'	468	504	542	586	635	693	734	759	765	746	709	4.3%
	ดาวเทียมแบบความจุสูง (Gbps) C-Band	-	40	70	80	80	80	80	80	80	80	80	8.0%
	ดาวเทียมแบบความจุสูง (Gbps) Ku-Band	411	670	911	891	865	870	886	901	914	923	927	8.5%
	ดาวเทียมแบบความจุสูง (Gbps) Ka-Band	605	1,362	1,886	1,894	2,108	2,345	2,511	2,606	2,640	2,628	2,613	15.8%

ตารางที่ 10: ประมาณการจำนวนผู้ใช้งานดาวเทียม (หน่วยดาวเทียมแบบทั่วไป: TPEs และหน่วยดาวเทียมแบบความจุสูง Gbps)

กล่าวโดยสรุป คือ จำนวนผู้ใช้งานดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มการใช้งานลดลงในอนาคต ทั้งนี้พิจารณาเหตุผลเชื่อมโยงจากความต้องการใช้งานที่น้อยลงเนื่องจากข้อจำกัดทางเทคโนโลยีแบบดั้งเดิมซึ่งมีผลต่อความจุที่จำกัดและความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่ต่ำ ตำแหน่งวงโคจรบนอวกาศที่แต่ละตำแหน่งสามารถรองรับจำนวนดาวเทียมได้จำกัด รวมถึงต้นทุนต่อหน่วยที่สูงกว่าโดยเปรียบเทียบกับดาวเทียมแบบความจุสูง สำหรับจำนวนผู้ใช้งานดาวเทียมแบบความจุสูงมีแนวโน้มเนื่องจากแรงขับเคลื่อนความต้องการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) และการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service / VSAT) โดยอุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง ซึ่งมีการพัฒนาเทคโนโลยีที่สนับสนุนประสิทธิภาพการใช้งานและการลดลงของต้นทุนต่อหน่วย

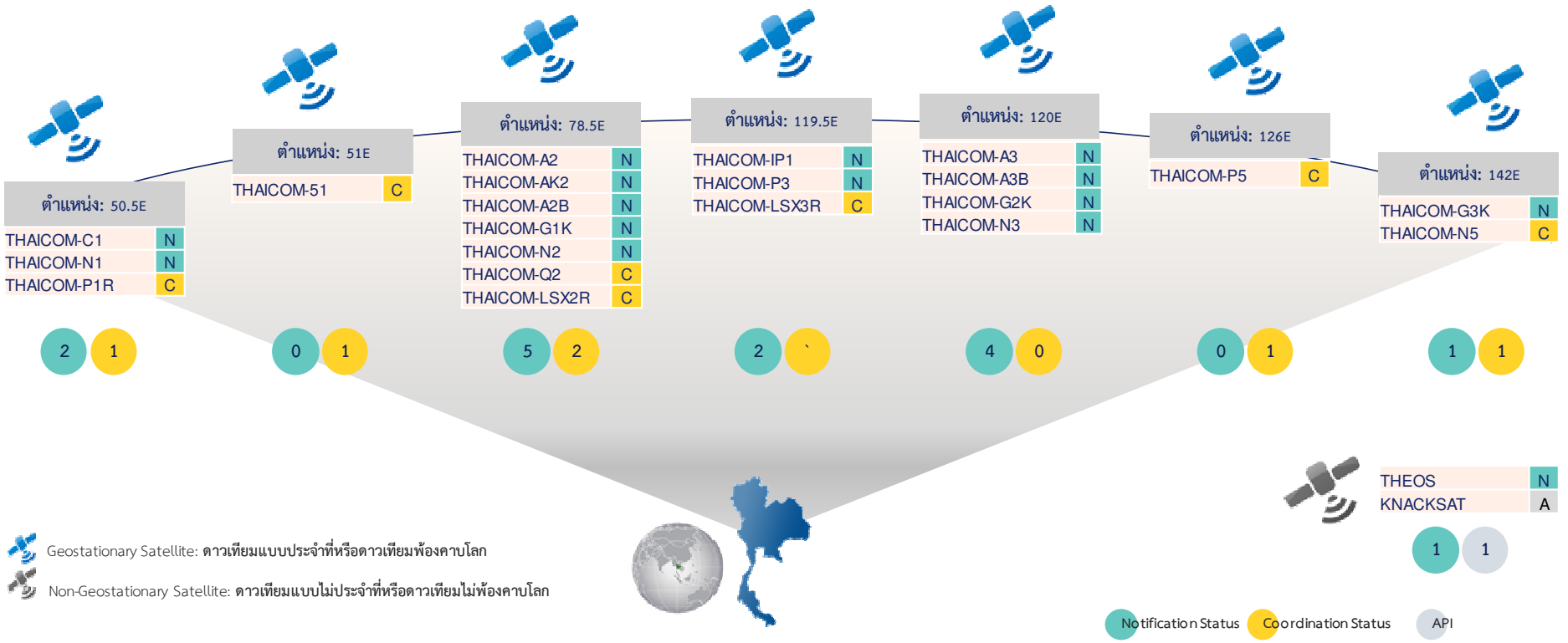
4 การศึกษาความต้องการใช้ข่ายงานดาวเทียมในประเทศไทย (Satellite Network Fillings)

4.1 ตำแหน่งและความจุข่ายงานดาวเทียม

ปัจจุบันประเทศไทยมีข่ายงานดาวเทียมสื่อสารแบบดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (Geostationary Satellite) จำนวน 21 ข่ายงานดาวเทียม และข่ายงานดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (Non-Geostationary Satellite) จำนวน 2 ข่ายงานดาวเทียม โดยดาวเทียมสื่อสารแบบไม่ประจำที่อยู่ในตำแหน่งวงโคจร 7 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่งวงโคจรมีจำนวนดาวเทียมกระจายอยู่แตกต่างกัน สถานะข่ายงานดาวเทียมของประเทศไทย ประกอบด้วย สถานะการแจ้งจดทะเบียนความถี่ (N: Notification) เรียบร้อยและสามารถใช้งานในการสื่อสาร และสถานะการประสานงานใช้ความถี่ (C: Coordination) ซึ่งอยู่ระหว่างการดำเนินการประสานงานใช้ความถี่กับดาวเทียมที่อยู่ในตำแหน่งเดียวกันและใกล้เคียง ทั้งนี้สามารถพิจารณาข่ายงานดาวเทียมในแต่ละตำแหน่ง และสถานะข่ายงานดาวเทียมของประเทศไทยได้จาก รูปที่ 35: ตำแหน่งและข่ายงานดาวเทียมของประเทศไทย

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

ในการประสานงานใช้ความถี่ข่ายงานดาวเทียมจะมีการจัดส่งข้อมูลเชิงเทคนิคไปยังสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (International Telecommunication Union: ITU) โดยข้อมูลเชิงเทคนิคที่จัดส่งไปยัง ITU แสดงค่าความจุแจกแจงตามคลื่นความถี่ ซึ่งมักมีค่าความจุมากกว่าค่าจริงของตัวดาวเทียมที่วางแผนใช้งานจริง ข้อมูลทางเทคนิคของข่ายงานดาวเทียมไทยที่ปรากฏตามฐานข้อมูลของ ITU พิจารณาได้จากตารางในส่วนต่อไปนี้ (สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมพิจารณาได้จากข้อมูลใน ภาคผนวก 5: ข้อมูลคลื่นความถี่ของข่ายงานดาวเทียมในประเทศไทย)



รูปที่ 35: ตำแหน่งและข่ายงานดาวเทียมของประเทศไทย

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

4.2 มูลค่าข่ายงานดาวเทียมเชิงเศรษฐศาสตร์

การประมาณการมูลค่าข่ายงานดาวเทียมเชิงเศรษฐศาสตร์ ประกอบด้วย การประมาณการมูลค่าผลประโยชน์และการประมาณการมูลค่าต้นทุน เพื่อคำนวณหาสัดส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit / Cost Ratio) ในการประมาณการมูลค่าผลประโยชน์ (Benefit) ใช้หลักการมูลค่าเสียโอกาสหรือมูลค่าทางเลือกในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรคลื่นความถี่ (Opportunity Value หรือ Alternative Use of Resource) ในส่วนการประเมินมูลค่าต้นทุน (Cost) ใช้หลักการมูลค่าต้นทุนทดแทน (Replacement Cost)

4.2.1 การประมาณการมูลค่าผลประโยชน์ (Benefit)

การประมาณการผลประโยชน์เชิงเศรษฐศาสตร์ พิจารณาจากมูลค่าการเสียโอกาสหรือมูลค่าทางเลือกในการนำทรัพยากรความถี่ไปใช้ประโยชน์ (Opportunity Value หรือ Alternative Use of Resource) โดยทรัพยากรดังกล่าวคือคลื่นความถี่ที่แต่ละข่ายงานดาวเทียมมีอยู่ตามข้อมูลที่ปรากฏในข่ายงานดาวเทียมของ ITU (พิจารณารายละเอียดได้ในเนื้อหาส่วน 4.1 ตำแหน่งและความจุข่ายงานดาวเทียม) โดยมูลค่าการใช้ประโยชน์ข่ายดาวเทียม เท่ากับ ความจุ (Bandwidth) ของข่ายงานดาวเทียมจำแนกตามช่วงคลื่นความถี่ (Band) คูณด้วยราคาต่อหน่วยความจุดาวเทียมจำแนกตามช่วงคลื่นความถี่

ระดับราคาขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งานในแต่ละแอพพลิเคชัน ซึ่งถึงแม้ว่าจะมีความต้องการใช้งานในคลื่นความถี่เดียวกันแต่หากใช้งานในแอพพลิเคชันที่แตกต่างกัน ระดับราคาก็อาจมีความแตกต่างกัน เพื่อให้ง่ายต่อการประมาณการจึงใช้ราคาเฉลี่ยในทุกแอพพลิเคชันของแต่ละคลื่นความถี่ ซึ่งราคาต่อหน่วยความจุดาวเทียมเฉลี่ยจำแนกตามช่วงความถี่สามารถพิจารณาได้จากตารางต่อไปนี้

	Band								
Price (US$ Millions per MHz per Year)	L	S	C	X	Ku	Ka	V	VHF	UHF
	0.047	0.047	0.032	0.047	0.031	0.041	0.047	0.047	0.047

ตารางที่ 11: ข่ายงานดาวเทียมของประเทศไทยและความจุจำแนกตามช่วงความถี่

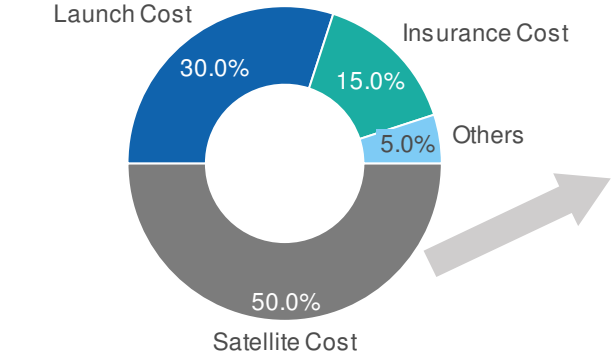
ที่มา : NSR, Detecon's Estimation, 2018

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

4.2.2 การประมาณการมูลค่าต้นทุน (Cost)

การประมาณการมูลค่าต้นทุนเชิงเศรษฐกิจ พิจารณาจากต้นทุนทดแทน (Replacement Cost) หรือต้นทุนต่าง ๆ ที่ต้องชำระเพื่อให้ได้มาซึ่งดาวเทียมและข่ายงานดาวเทียมนั้น ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (Capital Expenses: CAPEX) และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operating Expense: OPEX) โดยค่าใช้จ่ายในการลงทุน ได้แก่ ค่าเครื่องดาวเทียม (Satellite Cost) ค่าจัดส่งดาวเทียมขึ้นสู่ห้วงอวกาศ (Launch Cost) ค่าประกันดาวเทียม (Insurance) และค่าใช้จ่ายอื่นที่เกี่ยวข้องกับดาวเทียมและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง (Others) รวมถึงค่าใช้จ่ายในการให้ได้มาซึ่งข่ายงานดาวเทียม ณ ตำแหน่งวงโคจรต่าง ๆ รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดนี้เป็นค่าใช้จ่ายส่วนการลงทุน

การประมาณการมูลค่าในส่วนค่าใช้จ่ายในการลงทุน อยู่ภายใต้สมมติฐานโครงสร้างต้นทุนดาวเทียมที่ประกอบด้วย ค่าเครื่องดาวเทียม (ร้อยละ 50 ของต้นทุนดาวเทียมรวม) ค่าจัดส่งดาวเทียม (ร้อยละ 30 ของต้นทุนดาวเทียมรวม) ค่าประกันดาวเทียม (ร้อยละ 15 ของต้นทุนดาวเทียมรวม) และค่าใช้จ่ายอื่น (ร้อยละ 5 ของต้นทุนดาวเทียมรวม) โดยต้นทุนค่าดาวเทียม พิจารณาต้นทุนทดแทนตามขนาดความจุดาวเทียม ดังสามารถพิจารณาได้จากรูปต่อไปนี้



ต้นทุนดาวเทียม (Satellite Cost)

Types of Sat.	Bandwidth	Satellite Cost
Conventional	0-1000MHz	50
	1000-5000MHz	75
	>5000MHz	100
HTS	1 Gbps	250
Observation		0.15
CubeSat		0.15

รูปที่ 36: ต้นทุนดาวเทียม (Satellite Cost) (หน่วย: ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ)
ที่มา: spaceflight, Thaicom, OneWeb, SpaceX, ORBCOMM, EchoStar และ Viasat

การประมาณการค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (OPEX) อยู่ภายใต้สมมติฐานที่ว่าค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของผู้ประกอบการดาวเทียมขนาดเล็ก เท่ากับ ร้อยละ 58 ของรายได้ขั้นต้นก่อนหักค่าใช้จ่าย (อ้างอิง สมมติฐานต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและค่าเสื่อม (OPEX/Depreciation)) โดยประมาณการรายได้เป็นผลมาจากการคำนวณมูลค่าการเสียโอกาสหรือมูลค่าทางเลือกในการนำทรัพยากรความถี่ไปใช้ประโยชน์ (ในข้อ 4.2.1 การประมาณการมูลค่าผลประโยชน์ (Benefit)) ✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

4.2.3 ประมาณการผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit / Cost Ratio)

ประมาณการผลประโยชน์ต่อต้นทุนของแต่ละข่ายงานดาวเทียม พิจารณาสัดส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนจากผลการประมาณการผลประโยชน์ (Benefit) และการประมาณการต้นทุน (Cost) เนื่องจากเป็นการพิจารณาสัดส่วนระหว่างผลประโยชน์ต่อต้นทุน ดังนั้นผลกระทบจากตัวแปรความจุดาวเทียมจึงถูกตัดทอนลงไปแล้ว

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

4.3 ตำแหน่งวงโคจรดาวเทียมและความต้องการใช้งาน

การพิจารณาตำแหน่งวงโคจรของข่ายงานดาวเทียม พื้นที่ครอบคลุม และมูลค่าข่ายงานเชิงเศรษฐศาสตร์ (ประมาณการผลประโยชน์ต่อต้นทุน) พบว่า ข่ายงานดาวเทียมที่มีอันดับเรตติ้งสูง (มูลค่าผลประโยชน์ต่อต้นทุนสูง หรือข่ายงานดาวเทียมที่ต้องหรือควรรักษาไว้นั้นตามคำอธิบายในเนื้อหาส่วนที่ผ่านมา) เป็นข่ายงานดาวเทียมที่ครอบคลุมพื้นที่การให้บริการโดยกว้าง โดยเฉพาะการครอบคลุมพื้นที่ซึ่งเป็นตลาดหลักของดาวเทียมไทยคมในปัจจุบัน (ได้แก่ ประเทศจีน อินเดีย ญี่ปุ่น พม่า และออสเตรเลีย) สำหรับข่ายงานดาวเทียมที่อยู่ในระหว่างขั้นตอนการประสานงาน (C: Coordination) นั้นก็เป็นข่ายงานดาวเทียมที่ครอบคลุมพื้นที่การให้บริการโดยกว้างเช่นกัน ซึ่งสามารถครอบคลุมพื้นที่การให้บริการทั้งในตลาดหลักในปัจจุบันและในอนาคตสำหรับดาวเทียมไทยคมและ/หรือดาวเทียมดวงใหม่ที่อาจมีขึ้นในอนาคต

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

สำหรับข่ายงานดาวเทียม Planned Band ซึ่ง ITU ได้จัดสรรไว้ให้สำหรับดาวเทียมประเภท Geostationary ได้แก่ 1) ข่ายงานดาวเทียม THA14200 สำหรับการให้บริการดาวเทียมสื่อสาร ในกิจการกระจายเสียงและโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (BSS) ด้วยคลื่นความถี่ใช้งานแถบ Ku-Band และ 2) ข่ายงานดาวเทียม THA00000 สำหรับการให้บริการในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (FSS) ด้วยคลื่นความถี่ใช้งานแถบ C-Band/ Ku-Band นั้น มีครอบคลุมพื้นที่การให้บริการประเทศไทยในย่านคลื่นความถี่ใช้งานที่กำหนดโดย ITU ในปัจจุบันยังไม่มีการนำมาใช้งานจริง เนื่องจากมีข้อจำกัดเชิงเทคนิคในการใช้ข่ายงานดาวเทียมตามกิจการ ย่านความถี่ที่กำหนดโดย ITU และสามารถใช้งานได้เฉพาะภายในประเทศไทยเท่านั้น (พิจารณารายละเอียดได้จากตารางในส่วนต่อจากนี้) หากพิจารณาจากกิจการ BSS และ FSS ที่ ITU จัดสรรให้ใช้งาน พบว่า มีแนวโน้มความต้องการใช้งานที่ค่อนข้างคงที่หรือเติบโตเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ประกอบกับมีข่ายงานดาวเทียมอื่นที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันให้บริการอยู่แล้ว จึงเป็นเหตุผลแสดงถึงข้อจำกัดในการนำข่ายงานดาวเทียม THA14200 และ THA00000 มาใช้งานในอนาคต

ประเภทดาวเทียม - ตำแหน่งวงโคจร	ข่ายงานดาวเทียม	ย่านคลื่นความถี่ใช้งาน
GEO – 98E	THA14200 (BSS เพื่อใช้สำหรับกิจการกระจายเสียงและโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม เท่านั้น)	11.7-12.2 GHz 14.5-14.8 GHz 17.3-18.1 GHz
GEO – 120.6E	THA00000 (FSS เพื่อใช้สำหรับกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม เท่านั้น)	4.5-4.8 GHz 6.725-7.025 GHz 10.70-10.95 GHz 11.20-11.45 GHz 12.75-13.25 GHz

ตารางที่ 12: ข่ายงานดาวเทียม Planned Band

4.4 ผลกระทบเชิงเศรษฐกิจและทางสังคมของข่ายงานดาวเทียม

ผลกระทบเชิงเศรษฐกิจและสังคมของข่ายงานดาวเทียม สามารถพิจารณาจากระดับความจำเป็นในการที่ต้องมีไว้ซึ่งข่ายงานดาวเทียม (หรือความจุดาวเทียม) เพื่อการใช้งานและเพื่อประโยชน์เชิงเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย โดยสามารถพิจารณาความสำคัญหรือความจำเป็นในการใช้ดาวเทียมในการพัฒนาสังคมไทยในมุมมองด้านการพัฒนาคุณภาพชีวิต ความอยู่ดีกินดี ความสุข ตลอดจนความปลอดภัยชีวิตและทรัพย์สินของประชากรไทยได้ดังมุมมองต่อไปนี้

โครงสร้างพื้นฐานการสื่อสารโทรคมนาคม (Infrastructure)

- การเข้าถึงการใช้งานอินเทอร์เน็ตและการบริการด้านการสื่อสารของประชากรในพื้นที่ห่างไกล (ข้อมูลของ Trading Economics ประชากรในชนบทของไทยมี 48.46% ในปี 2516)
- การเข้าถึงข้อมูลข่าวสารของประชากรในพื้นที่ชนบท (ข้อมูล Statista แสดง Fixed Broadband Penetration ของไทยในปี 2017 เท่ากับ 11.87% ของครัวเรือน ซึ่งทางเลือกในการเข้าถึงโดยดาวเทียมเป็นทางเลือกสำคัญสำหรับพื้นที่ห่างไกล

การขนส่งและโลจิสติกส์ (Transport & Logistics)

- การเดินทางของเรือเดินสมุทร เครื่องบิน หรือการเดินทางจำเป็นต้องใช้การสื่อสารผ่านดาวเทียมนำร่อง (ข้อมูล ปี 2017 จากการท่าอากาศยานแห่งประเทศไทยแสดงจำนวนเที่ยวบินมายังไทยเพิ่มขึ้นกว่า 5% ต่อปี และข้อมูลของการท่าเรือแห่งประเทศไทยแสดงเที่ยวเรือเขายังท่าเรือกรุงเทพฯเพิ่มขึ้นประมาณ 6% ต่อปี) นอกจากการใช้งานของตัวยานพาหนะเพื่อการสื่อสารและความปลอดภัยในการเดินทางแล้ว ยังมีการใช้งานของผู้โดยสารที่เดินทางไปพร้อมกับยานพาหนะอีกด้วย

สุขภาพ (Health)

- ปัญหาการขาดแคลนบุคลากรแพทย์ชนบทของประเทศไทยเป็นหนึ่งในปัญหาด้านการสาธารณสุขของไทย ดังนั้นการให้คำปรึกษาทางการแพทย์ทางไกล การผ่าตัดทางไกล รวมถึงการติดตามเฝ้าระวังสุขภาพทางไกลผ่านโครงข่ายดาวเทียมจึงเป็นหนึ่งในมาตรการแก้ปัญหา โดยเทคโนโลยี องค์ความรู้ และบุคลากรทางการแพทย์สามารถเชื่อมต่อจากในเมืองสู่ชนบทด้วยการสื่อสารผ่านดาวเทียม

การศึกษา (Education)

- การศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม เป็นโครงการที่ได้ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่องในการพัฒนาและถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่โรงเรียนหรือการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาในพื้นที่ห่างไกล ซึ่งดาวเทียมเป็นโครงสร้างพื้นฐานหลักในการเชื่อมต่อองค์ความรู้สู่พื้นที่ห่างไกลดังกล่าว (ข้อมูลจากสถานีวิทยุโทรทัศน์การศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม ปัจจุบันมีจำนวนช่องดาวเทียมจำนวน 15 ช่องให้บริการการเรียนการสอนทางไกลผ่านดาวเทียม และช่องดาวเทียมออกอากาศเพื่อพัฒนาครูจำนวน 15 ช่อง)

บริการสาธารณะภาครัฐ (Public Services)

- การให้บริการสาธารณะของภาครัฐ และการปฏิบัติการทางการทหารสามารถใช้ประโยชน์จากดาวเทียม โดยเฉพาะการให้บริการหรือการปฏิบัติการในพื้นที่ห่างไกล การเฝ้าระวังข้าศึก การติดตามการเคลื่อนย้ายหรืออพยพข้ามชายแดน และการเก็บข้อมูลความเคลื่อนไหวของชนกลุ่มน้อยหรือกลุ่มก่อการร้าย การใช้ดาวเทียมสามารถครอบคลุมได้ทุกพื้นที่แม้กระทั่งพื้นที่ห่างไกลหรือในป่าเขา

อุตสาหกรรมการผลิต (Industries)

- อุตสาหกรรมการผลิตสามารถใช้ความจุจากดาวเทียมเป็นทางเลือกหนึ่งในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต อุตสาหกรรมบางที่ตั้งอยู่ในพื้นที่นอกเมือง อาทิ อุตสาหกรรมท่องเที่ยวที่โรงแรมหรือสถานที่ท่องเที่ยงมักตั้งอยู่นอกเขตเมือง อุตสาหกรรมสามารถใช้ประโยชน์จากความจุดาวเทียมในการให้บริการและเชื่อมต่อกับโลกภายนอกได้

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (National Resources & Ecosystem)

- การบริหารจัดการป่าไม้ ทรัพยากรทางทะเล การติดตามการบุกรุกทรัพยากรทางธรรมชาติ และการติดตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ (Climate Change) สามารถดำเนินการผ่านการเฝ้าติดตามโดยดาวเทียม นอกจากนั้นข้อมูลดาวเทียมยังสามารถใช้ประโยชย์ในการพยากรณ์อากาศ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแต่ละปี และการบริหารจัดการสภาพแวดล้อมในฟาร์มเพื่อให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น

การบริหารภัยพิบัติ (Disaster Management)

- การบริหารจัดการภัยพิบัติสามารถใช้ประโยชน์จากดาวเทียม การเตือนภัยและการอพยพล่วงหน้าสามารถใช้ประโยชน์จากภาพแผนที่จากดาวเทียมที่มีการระบุตำแหน่งชัดเจนและติดตามสภาวะการเปลี่ยนแปลงของอากาศหรือการเคลื่อนตัวของคลื่นทะเลได้อย่างต่อเนื่องและเรียลไทม์

4.5 สรุปผลการศึกษาความต้องการใช้งานข่ายงานดาวเทียม

ปัจจุบันประเทศไทยมีข่ายงานดาวเทียมสื่อสารแบบดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (Geostationary Satellite) จำนวน 21 ข่ายงานดาวเทียม และข่ายงานดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (Non-Geostationary Satellite) จำนวน 2 ข่ายงานดาวเทียม โดยดาวเทียมสื่อสารแบบไม่ประจำที่อยู่ในตำแหน่งวงโคจร 7 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่งวงโคจรมีจำนวนดาวเทียมกระจายอยู่ สถานะข่ายงานดาวเทียมของประเทศไทย ประกอบด้วย สถานะการแจ้งจดทะเบียนความถี่ (N: Notification) เรียบร้อยและสามารถใช้งานดาวเทียมในการสื่อสาร จำนวน 15 ข่ายงานดาวเทียม และสถานะการประสานงานใช้ความถี่ (C: Coordination) ซึ่งอยู่ระหว่างการประสานงานใช้ความถี่กับดาวเทียมที่อยู่ในตำแหน่งเดียวกันและใกล้เคียง จำนวน 7 ข่ายงานดาวเทียม

- การประมาณการมูลค่าผลประโยชน์ (Benefit) ของข่ายงานดาวเทียม: มูลค่าผลประโยชน์พิจารณาตามหลักการมูลค่าผลประโยชน์เชิงเศรษฐกิจทางตรง (Direct Economic Benefits) จากค่าเสียโอกาสหรือมูลค่าทางเลือกในการนำข่ายงานดาวเทียมไปใช้ประโยชน์ซึ่งมีค่าแตกต่างกันในแต่ละข่ายงานดาวเทียม สำหรับข่ายงานดาวเทียมสื่อสารมีค่าประมาณการระหว่าง 5 - 440 ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐต่อปี (ประมาณ 170 - 13,300 ล้านบาท)

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

- การประมาณการมูลค่าต้นทุน (Cost) ของข่ายงานดาวเทียม: มูลค่าต้นทุนของข่ายงานดาวเทียมมีค่าแตกต่างกันในแต่ละข่ายงานดาวเทียม มูลค่าต้นทุนคำนวณจากหลักการต้นทุนทดแทนเบื้องต้น (Gross Replacement Cost) ในการได้มาซึ่งความจุดาวเทียมดาวเทียมและข่ายงานดาวเทียมที่ดาวเทียม รวมค่าส่งดาวเทียมขึ้นวงโคจร และการดำเนินงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องรวมถึงการขอข่ายงานดาวเทียม สำหรับข่ายงานดาวเทียมสื่อสารมีค่าประมาณการระหว่าง 10 – 269 ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐต่อปี (ประมาณ 330 - 9,000 ล้านบาท)

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

- ประมาณการผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit / Cost Ratio): ประเทศไทยอาจพิจารณาให้ความสำคัญกับข่ายงานดาวเทียมที่มีมูลค่าผลประโยชน์ต่อต้นทุนสูง เพื่อการบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียมในการจัดหาหรือรักษาข่ายงานดาวเทียมที่มีมูลค่าผลประโยชน์ต่อต้นทุนสูงไว้

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

- เนื่องจากข่ายงานดาวเทียมที่มีมูลค่าผลประโยชน์ต่อต้นทุนสูงบางข่ายงานอยู่ในสถาน C ซึ่งมีกรอบเวลาดำเนินการจำกัดหรือหมดอายุในเวลาอันใกล้ (✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]) ดังนั้นหน่วยงานที่รัฐผิดชอบควรพิจารณาดำเนินการต่อเนื่องเพื่อให้ได้สถานะ N ในข่ายงานดาวเทียมดังกล่าว ในส่วนของข่ายงานดาวเทียมที่มีมูลค่าผลประโยชน์ต่อต้นทุนสูง อยู่ในสถานะ N และกำหนดจะหมดอายุในอีก 10 ปีข้างหน้า (✂ [ไม่ได้เปิดเผย

สาธารณะ]) หน่วยงานที่รับผิดชอบควรร่วมพิจารณาถึงความต้องการใช้งานข่ายงานดาวเทียมดังกล่าวในอนาคต ร่วมกับแผนธุรกิจของผู้ประกอบการเพื่อพิจารณาดำเนินการรักษาข่ายงานดาวเทียมดังกล่าวต่อไป เนื่องจากความจุข่ายงานดาวเทียมที่มีอยู่ในปัจจุบันและข่ายงานดาวเทียมใหม่ที่อยู่ระหว่างการประสานงานมีเพียงพอกับความต้องการใช้งานของประเทศไทยในอนาคต แต่ก็อาจมีความเสี่ยงที่ข่ายงานดาวเทียมที่อยู่ระหว่างการประสานงานดำเนินการไม่สำเร็จหรือตำแหน่งวงโคจรที่ประสานงานไม่สามารถรับข่ายงานดาวเทียมตามความจุที่ต้องการได้ ซึ่งประเทศไทยควรพิจารณาทางเลือกการหาตำแหน่งวงโคจรใหม่ต่อไป

5 การศึกษากฎระเบียบระหว่างประเทศและในประเทศ (Regulatory)

การศึกษากฎระเบียบระหว่างประเทศและในประเทศไทยในกิจการดาวเทียมสื่อสารในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเข้าใจแนวทางการกำกับดูแลกิจการดาวเทียมระหว่างประเทศและในประเทศไทยในปัจจุบัน การศึกษาแนวทางการกำกับดูแลกิจการดาวเทียมระหว่างประเทศที่สำคัญ เพื่อทราบภาพรวมการกำกับดูแลระหว่างประเทศ ซึ่งสามารถนำมาใช้อ้างอิงในการศึกษาและการจัดทำหัวข้อเสนอทางเลือกที่เป็นไปได้ (Alternatives) ในการได้มาซึ่งความจุดาวเทียมของประเทศไทยในอนาคต การศึกษาแนวทางการกำกับดูแลกิจการดาวเทียมในประเทศไทย เพื่อทราบภาพรวมการกำกับดูแลกิจการดาวเทียมในประเทศไทย ทั้งในส่วนดาวเทียมสัญชาติไทยและดาวเทียมต่างประเทศที่ให้บริการในประเทศไทย

การศึกษากฎระเบียบระหว่างประเทศและในประเทศไทยในกิจการดาวเทียมสื่อสาร ในส่วนนี้มิได้มีวัตถุประสงค์เพื่อการจัดทำเสนอแนะหรือแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการจัดการกิจการดาวเทียมสื่อสารของประเทศไทยในปัจจุบันและในอนาคต ว่าควรมีแนวทางบริหารจัดการ กำกับดูแล หรือให้ใบอนุญาตประกอบกิจการอย่างไร และโดยหน่วยงานใด ผลที่ได้จากการศึกษาในส่วนนี้มีจุดประสงค์เพื่อการได้มาซึ่งข้อทางเลือกที่เป็นไปได้ในการได้มาซึ่งความจุดาวเทียมเพื่อตอบสนองความต้องการในอนาคต เพื่อนำทางเลือกดังกล่าวมาประกอบการวิเคราะห์ในเนื้อหาลำดับขั้นต่อไป

5.1 กฎระเบียบระหว่างประเทศ (International Regulatory)

5.1.1 การใช้งานทรัพยากรคลื่นความถี่และวงโคจร (Spectrum / Orbit Rights)

5.1.1.1 หลักการจัดสรรการใช้งานทรัพยากรคลื่นความถี่และวงโคจร (Spectrum / Orbit Rights)

โดยหลักการสากล พื้นที่ในอวกาศเป็นพื้นที่ซึ่งทุกประเทศสามารถใช้ประโยชน์ร่วมกัน ไม่มีประเทศใดประเทศหนึ่งมีกรรมสิทธิ์ในพื้นที่อวกาศ การจัดสรรการใช้งานทรัพยากรที่เกี่ยวข้องกับดาวเทียมมีหน่วยงานสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ หรือ International Telecommunication Union: ITU ทำหน้าที่ประสานการใช้ประโยชน์คลื่นความถี่ไม่ให้มีการรบกวนซึ่งกันและกัน บันทึกและเผยแพร่ทะเบียนสิทธิในการใช้ประโยชน์พื้นที่วงโคจรให้ประเทศสมาชิกรับรู้และยอมรับร่วมกัน

การทำหน้าที่จัดสรรการใช้ประโยชน์คลื่นความถี่ของ ITU เพื่อให้ดาวเทียมของประเทศสมาชิกสามารถใช้งาน ณ ตำแหน่งวงโคจรที่ระบุ การจัดสรรคลื่นความถี่ดาวเทียมถูกพิจารณาว่าเป็นการให้สิทธิใช้งาน (Spectrum Assignment) ซึ่งมาพร้อมกับสิทธิการใช้วงโคจรดาวเทียม (Orbit Assignment) ไม่สามารถแยกออกจากกันได้

ตำแหน่งวงโคจรและความถี่ดาวเทียมไม่ได้เป็นสิทธิขาดอยู่ในอำนาจอธิปไตยของประเทศหนึ่งประเทศใดโดยเฉพาะแต่เป็นทรัพยากรร่วมกันของทุกประเทศ ทุกประเทศมีสิทธิใช้งานเท่าเทียมกันตามรัฐธรรมนูญของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU Constitution) ซึ่งกำหนดไว้ว่า “ในการใช้คลื่นความถี่สำหรับบริการวิทยุ ประเทศสมาชิกจะต้องระลึกว่าคลื่นความถี่วิทยุและวงโคจรอื่นใดที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งวงโคจรของดาวเทียม Geostationary เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัด และต้องใช้อย่างสมเหตุสมผล มีประสิทธิภาพและประหยัด สอดคล้องกับบทบัญญัติของข้อบัญญัติทั้งปวงว่าด้วยวิทยุ เพื่อที่ประเทศสมาชิก หรือกลุ่มประเทศสมาชิกทั้งหลายอาจเข้าถึงวงโคจรและคลื่นความถี่เหล่านั้นอย่างเป็นธรรม โดยคำนึงถึงความจำเป็นของประเทศกำลังพัฒนาและสภาวการณ์เชิงภูมิศาสตร์ของประเทศนั้น ๆ (กฎข้อบังคับวิทยุ (ITU Radio Regulations) ข้อ 0.3)”

ตำแหน่งวงโคจรค้างฟ้าและคลื่นความถี่สำหรับดาวเทียมค้างฟ้าเป็นสิ่งคู่กันเสมอในการสื่อสารผ่านดาวเทียม เพราะ “วงโคจรค้างฟ้าจะกลายเป็นทรัพยากรที่ใช้ประโยชน์ได้ ก็เฉพาะเมื่อมีช่องวิทยุเชื่อมต่อดาวเทียมในการรับส่งสัญญาณกับสถานีภาคพื้นโลก ดังนั้น ตำแหน่งวงโคจรค้างฟ้ากับคลื่นความถี่จึงไม่สามารถแยกออกจากกันได้ และต้องได้รับการพิจารณาอย่างเท่าเทียมและในเวลาเดียวกัน เพื่อวัตถุประสงค์ในการมีมาตรการทางเทคนิคและการกำกับดูแลบริหารสื่อสารผ่านดาวเทียมทั้งหมด (กฎข้อบังคับวิทยุ (ITU Radio Regulations) ข้อ 1.3)”

สิทธิในการใช้งานตำแหน่งวงโคจรค้างฟ้าและคลื่นความถี่ สามารถทำได้ 2 แนวทาง ดังนี้

1) หลักการจัดลำดับสิทธิให้ผู้จองก่อนมีสิทธิก่อน (First Come First Serve: FCFS) โดยสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) จัดลำดับสิทธิในการใช้งานวงโคจรดาวเทียมและคลื่นความถี่แก่ผู้ที่ดำเนินการแจ้งความประสงค์ตามลำดับเอกสารที่ส่งไปยัง ITU ผู้ที่ยื่นความจำนงค์ตามหลังต้องมาประสานงานความถี่และ

ต้องป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบรบกวนการใช้งานความถี่ของผู้ที่มาก่อน ณ ตำแหน่งเดียวอาจจัดสรรให้มีดาวเทียมมากกว่า 1 ดวงก็ได้ หากการใช้งานความถี่ไม่รบกวนซึ่งกันและกัน ผู้ที่ต้องการใช้งานตามหลังจึงต้องประสานงานกับผู้มาก่อนหน้า และผู้มาตามหลังจะได้สิทธิมาด้วยการเจรจากับผู้ใช้สิทธิวงจรนั้น ดังนั้น สิทธิที่ได้มาจึงเป็นสิทธิการใช้คลื่นความถี่ในตำแหน่งนั้น (เพราะ ITU ไม่มีอำนาจตามรัฐธรรมนูญในการจัดสรรตำแหน่งให้ประเทศใดประเทศหนึ่ง แต่ทำหน้าที่เพียงการจัดสรรสิทธิการใช้คลื่นความถี่แต่ละตำแหน่ง)

ช่องความถี่ (Band)	ช่วงคลื่นความถี่ (Frequency: GHz)
L-Band	1-2
S-Band	2-4
C-Band	4-8
X-Band	8-12
Ku-Band	12-18
K-Band	18-27
Ka-Band	27-40
V-Band	40-75
W-Band	75-110

ตารางที่ 13: ช่องความถี่และช่วงคลื่นความถี่สำหรับดาวเทียมสื่อสาร

2) หลักการกำหนดคลื่นความถี่ (Planned Bands) เป็นหนึ่งในองค์ประกอบสำคัญเกี่ยวกับกฎระเบียบระหว่างประเทศในการจัดสรรคลื่นความถี่ที่มีอยู่อย่างจำกัด โดยสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) ได้จัดสรรตำแหน่งวงโคจรและคลื่นความถี่ (Planned Bands) ไว้ล่วงหน้า ประเทศสมาชิกต้องปฏิบัติตามหลักการกำหนดคลื่นความถี่ โดยต้องใช้ตำแหน่งวงโคจรและคลื่นความถี่อ้างอิงร่วมกัน ทั้งนี้สามารถพิจารณาช่วงคลื่นความถี่ที่กำหนดโดยสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศที่แต่ละประเทศต้องใช้อ้างอิงร่วมกัน ได้ดังตารางต่อไปนี้

ช่องความถี่ (Band)	กิจการกระจายเสียงผ่านดาวเทียม (BSS)		กิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (FSS)	
	อวกาศสู่โลก	โลกสู่อวกาศ	อวกาศสู่โลก	โลกสู่อวกาศ
เขตภูมิภาค 1	11.7 - 12.5 GHz	17.3 – 18.1 GHz	4500 – 4800 MHz 10.70 – 10.95 GHz 11.20 – 11.45 GHz	6.725 – 7.025 GHz 12.75 – 13.25 GHz
เขตภูมิภาค 2	12.2 – 12.7 GHz	17.3 – 17.8 GHz		
เขตภูมิภาค 3	11.7 – 12.2 GHz	17.3 – 18.1 GHz		

ตารางที่ 14: ช่องความถี่และช่วงคลื่นความถี่สำหรับดาวเทียมสื่อสาร

5.1.1.2 การประสานงานคลื่นความถี่และวงโคจรดาวเทียม (Coordination Procedure)

ขั้นตอนการประสานงานคลื่นความถี่และวงโคจรดาวเทียม (Coordination) สำหรับประเทศที่ประสงค์จะใช้คลื่นความถี่และตำแหน่งวงโคจรดาวเทียมต้องดำเนินการประสานงานคลื่นความถี่ของดาวเทียมไปยัง ITU และประเทศที่การใช้งานคลื่นความถี่อาจสร้างการรบกวน ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1) การจัดทำและส่งเอกสารที่กำหนดลักษณะเฉพาะทางเทคนิคของดาวเทียม (Satellite Network Filings) ให้แก่ ITU เพื่อแจ้งว่าจะใช้คลื่นความถี่ใดในตำแหน่งใด ซึ่งในทางปฏิบัติทั่วไปหากประเทศต้องการยิงดาวเทียมเพื่อใช้คลื่นความถี่และวงโคจร ประเทศนั้นจะส่งเอกสาร (Filings) ไปหลายตำแหน่งวงโคจร เพื่อเพิ่มโอกาสความสำเร็จในการได้ใช้คลื่นความถี่และวงโคจร

2) การประสานงานใช้ความถี่ (Coordination)[3] ถือเป็นขั้นตอนที่ซับซ้อน ผู้ต้องการใช้งานตำแหน่งวงโคจรและคลื่นความถี่ ต้องประสานงานการใช้คลื่นความถี่ที่อาจมีการรบกวนในบริเวณประเทศที่ส่งสัญญาณลงมาหรือดาวเทียมใกล้เคียง หากประสานงานแล้วเป็นที่ตกลงยอมรับของประเทศต่าง ๆ จึงสามารถดำเนินการได้ในขั้นต่อไป

3) การแจ้งจดทะเบียนความถี่ (Notification) ที่ได้ประสานมาไปยัง ITU และสามารถใช้สิทธิความถี่ในตำแหน่งนั้นได้

หลักในการจัดสรรวงโคจรดาวเทียมให้แก่ผู้ประกอบการในประเทศสมาชิกพิจารณาตามหลักจองก่อนมีสิทธิก่อน (First Come First Serve: FCFS) โดยมีเงื่อนไขสำคัญ คือ ต้องประสานความถี่กับประเทศอื่น ๆ ให้สำเร็จ

กล่าวโดยสรุป คือ หลักการจัดสรรการใช้งานคลื่นความถี่และวงโคจรในระหว่างประเทศยึดหลักสำคัญ 2 ประการ คือ หลักการจัดลำดับสิทธิให้ผู้จองก่อนมีสิทธิก่อน (First Come First Serve: FCFS) และหลักการกำหนดคลื่นความถี่ (Planned Bands) โดยสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) ซึ่งได้จัดสรรตำแหน่งวงโคจรและคลื่นความถี่ (Planned Bands) ไว้ล่วงหน้าให้แก่ประเทศสมาชิก

[3] เดิมขั้นตอนการประสานงานใช้คลื่นความถี่สามารถดำเนินการได้ หลังจากยื่นเอกสารใน (Advanced Publication Information: API ไปยัง ITU แล้ว อย่างน้อย 6 เดือน ไม่เกิน 2 ปี การจัดทำเอกสารจองสิทธิ์การใช้งานตำแหน่งวงโคจรดาวเทียม หรือ Satellite Network Filings เป็นเอกสารที่กำหนดลักษณะทางเทคนิคของดาวเทียม ซึ่งต้องจัดพิมพ์เอกสารล่วงหน้าว่าจะใช้คลื่นความถี่ใดในตำแหน่งใด เพื่อจัดส่งไปยัง ITU ให้ประกาศทั่วโลก (Advanced Publication Information: API) (ขั้นตอน API นี้ ถูกยกเลิกตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2559)

5.1.2 นโยบายและการกำหนดกฎระเบียบกิจการดาวเทียมระหว่างประเทศ (Satellite Policy Principle and Trend)

5.1.2.1 กรอบนโยบายและหลักการบริหารจัดการกิจการดาวเทียมสากล (Satellite Policy Principle)

แนวนโยบายและหลักการพื้นฐานในการดำเนินกิจการดาวเทียมตามหลักการสากล ประกอบด้วยแนวทางสำคัญสรุปได้ดังนี้ คือ

1) การไม่กีดกันการเข้าสู่ตลาด (Non Discriminatory Market Entry) การเปิดโอกาสให้ผู้แข่งขันสามารถเข้าสู่ตลาดได้โดยไม่เลือกปฏิบัติ ซึ่งหลายประเทศได้นำมาตรการนี้ไปปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรมด้วยการเปิดโอกาสให้ผู้ประกอบการดาวเทียมสามารถเข้าสู่ตลาดการให้บริการดาวเทียมสื่อสารและการให้บริการด้านโทรคมนาคมสื่อสารอื่น ๆ อย่างเท่าเทียม อันเป็นไปตามพันธสัญญาที่ให้ไว้กับองค์กรการค้าโลก WTO GATS พิธีสารข้อที่สี่ (Fourth Protocol) ว่าด้วยการให้บริการโทรคมนาคมขั้นพื้นฐาน

2) การเปิดพรมแดนในการแข่งขัน (Open Borders for Competitive Access) มาตรการที่จำเป็นอีกประการหนึ่งในการเปิดตลาด หรือการสร้างสภาพแวดล้อมการแข่งขันในตลาด คือ การไม่กีดกันการเข้าสู่ตลาดสำหรับผู้ประกอบการดาวเทียมในประเทศและผู้ประกอบการดาวเทียมจากต่างประเทศ หรือที่เรียกว่านโยบาย “เปิดน่านฟ้า หรือ Open Skies” ยกตัวอย่างเช่น ผู้ประกอบกิจการดาวเทียมต่างชาติไม่จำเป็นต้องมีการจัดตั้งบริษัทในประเทศอื่นที่ต้องการเข้าไปให้บริการ เป็นต้น

3) การออกกฎและนโยบายโทรคมนาคมที่โปร่งใสเป็นธรรม (Transparency of Telecommunication Rules and Policies) ตามข้อตกลงองค์กรการค้าโลก (WTO Agreement) โดยหน่วยงานกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมในหลายประเทศได้ปฏิบัติตามข้อตกลงขององค์กรการค้าโลกด้วยการออกกฎหมายกำหนดกฎระเบียบการกำกับดูแล และออกใบอนุญาตให้บริการดาวเทียมสื่อสาร (Laws and Regulations on Satellite Licensing and Permits) อย่างโปร่งใสเป็นธรรม พื้นฐานสำคัญประการหนึ่งในการสร้างความโปร่งใสเป็นธรรม คือ การเผยแพร่รายละเอียดข้อมูลสาธารณะอย่างโปร่งใส ทั้งข้อมูลเกี่ยวกับนโยบาย มาตรการ และขั้นตอนในการกำกับดูแลกิจการดาวเทียมของประเทศ

4) การออกกฎระเบียบควบคุมเนื้อหาที่เป็นกลาง (Content Neutral Regulation) เพื่อให้เครือข่ายดาวเทียมสามารถใช้ประโยชน์ในการให้บริการด้านโทรคมนาคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ หน่วยงานที่กำกับดูแล “เนื้อหารายการ หรือ Content” ควรเป็นกลาง ไม่ตั้งข้อกำหนดหรือข้อจำกัดด้านการเผยแพร่เนื้อหาแก่ผู้ประกอบกิจการดาวเทียมสื่อสาร เนื้อหาที่เผยแพร่ควรมีความเป็นกลางเชิงเทคโนโลยีที่ใช้ในการเผยแพร่ (Technology-neutral) ไม่ว่าจะเป็นการให้บริการเผยแพร่ผ่านดาวเทียม (Satellite-based Service) หรือการเผยแพร่ผ่านเครือข่ายโทรคมนาคมแบบมีสาย (Wireline telecommunications Service)

5) กฎระเบียบและการออกใบอนุญาตที่เป็นกลางเชิงเทคโนโลยี (Technology-Neutral Regulations and Licensing Requirements) เนื่องจากการให้บริการโทรคมนาคมในปัจจุบันผู้บริโภคที่ทางเลือกการใช้งานเทคโนโลยีที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานบนเทคโนโลยีแบบมีสาย เทคโนโลยีภาคพื้นดินแบบไร้สาย และเทคโนโลยีดาวเทียม เพื่อเอื้อต่อสภาพแวดล้อมการแข่งขันอย่างยุติธรรม (Fair Competition) ระหว่างผู้ประกอบการดาวเทียมเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน การกำกับดูแลจึงต้องให้ความสำคัญกับการออกแบบข้อกำหนด (Requirements) ในการกำกับดูแล พิจารณาออกใบอนุญาต และจัดเก็บค่าธรรมนียมใบอนุญาตที่เป็นธรรม

กล่าวโดยสรุปคือ แนวนโยบายในการบริหารจัดการและกำกับดูแลกิจการดาวเทียมสื่อสารในอนาคตมุ่งเน้นการสร้างกลไกตลาดเสรี ไม่กีดกันการเข้าสู่ตลาด เปิดโอกาสให้ผู้แข่งขันภายในและจากภายนอกประเทศเข้ามาแข่งขัน ด้วยการออกกฎระเบียบและการกำกับดูแลที่โปร่งใสและเป็นธรรม

5.1.2.2 แนวโน้มการกำกับดูแลและการออกใบอนุญาต (Key Regulatory and Licensing Trends)

เนื้อหาส่วน 5.1.2.1 กรอบนโยบายและหลักการบริหารจัดการกิจการดาวเทียมสากล (Satellite Policy Principle) ที่ได้อธิบายไว้นั้น แสดงให้เห็นแนวทางการปฏิรูปโครงสร้างการกำกับดูแลและการออกใบอนุญาตให้บริการดาวเทียม ให้เป็นไปในทิศทางการแข่งขันเสรี ซึ่งสามารถสรุปแนวโน้มสำคัญตามแนวทางสากลและแนวทางที่กำหนดขึ้นโดย ITU ได้ดังนี้

- ส่วนสถานีอวกาศ (Space Segment) หรือสิทธิในการให้บริการดาวเทียมสื่อสารต่างประเทศในอาณาเขตของประเทศไทย (Landing Rights) เนื่องจากรัฐบาลหลายประเทศตระหนักถึงความต้องการใช้งานอินเทอร์เน็ต ข้อมูล เสียง วีดีโอ และการบริการอื่น ๆ ที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ การตอบสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วสามารถดำเนินการภายใต้นโยบายเปิดน่านฟ้า (Open Skies) เพื่อการสร้างความสามารถในการเข้าถึงทรัพยากรโทรคมนาคมผ่านโครงข่ายดาวเทียม

- ส่วนสถานีภาคพื้นดิน (Ground Segment) นอกเหนือจากการออกใบอนุญาตในการประกอบกิจการดาวเทียมในส่วนสถานีอวกาศแล้ว หน่วยงานกำกับดูแลในหลายประเทศมีความพยายามในการใช้มาตรการออกใบอนุญาตในส่วนการให้บริการโครงข่ายดาวเทียมภาคพื้นดิน ความพยายามกำกับดูแลดังกล่าวออกมาในรูปแบบใบอนุญาตประกอบกิจการสถานีภาคพื้นดิน ซึ่งจำแนกเป็น 2 ประเภท คือ ใบอนุญาตผู้ประกอบกิจการดาวเทียม (Satellite Service Providers) และใบอนุญาตเครื่องอุปกรณ์อำนวยความสะดวกภาคพื้นดิน (Individual Licensing for Earth Station Facilities)

- การออกใบอนุญาตผู้ให้บริการเครือข่ายและผู้ให้บริการ (Network Operator and Service Provider Licensing) หลายประเทศได้ออกข้อกำหนด (Requirements) สำหรับผู้ให้บริการเครือข่ายสาธารณะ (Public Network Operators) ว่าต้องขออนุญาตประกอบกิจการเพื่อให้สามารถควบคุมคุณภาพการให้บริการแก่สาธารณะได้ บางประเทศมีการประยุกต์ใช้แนวทางดังกล่าวกับการให้บริการดาวเทียม VSAT ภาคเอกชน

(Private VSAT Services) เนื่องจากถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของธุรกิจดาวเทียม แต่ความเข้มข้นในส่วนของข้อกำหนดและการขอใบอนุญาตประเภทนี้ไม่เข็มงวดเท่ากับในกรณีผู้ประกอบกิจการดาวเทียมโดยตรง

- การออกใบอนุญาตสถานีภาคพื้นดินแบบเฉพาะและแบบครอบคลุม (Individual and Blanket Earth Station Licensing) โดยทั่วไปรัฐบาลจะออกข้อกำหนดการให้บริการสถานีภาคพื้นดินแบบเฉพาะในแต่ละสถานี VSAT หรือแต่ละสถานีเคลื่อนที่ (Mobile Terminal) ข้อกำหนดดังกล่าวเป็นส่วนเพิ่มเติมจากใบอนุญาตผู้ให้บริการเครือข่ายและผู้ประกอบกิจการดาวเทียม (Network Operator and Service Provider Licensing) สำหรับกรณีการออกใบอนุญาตแบบครอบคลุม “Blanket Licensing” การให้บริการ VSATs เป็นการกำหนดการตั้งค่าเชิงเทคนิค (Configuration) ตามข้อกำหนดพื้นฐาน (อาทิ ขนาดกำลังไฟฟ้า และแถบความถี่ เป็นต้น) เพื่อลดความเสี่ยงรบกวนระหว่างการใช้งานดาวเทียม ผู้ที่ได้รับใบอนุญาตแบบครอบคลุม (Blanket License) จะสามารถใช้ใบอนุญาตนี้ในการใช้งานสถานี VSAT ได้หลายสถานีในเวลาเดียวกัน

- การกำหนดค่าธรรมเนียมการบริหารจัดการ (Administration Fees) ในอัตราเหมาะสม เหตุผลพื้นฐานสำคัญในการจัดเก็บค่าธรรมเนียมผู้ประกอบการดาวเทียม คือ หลักการคำนวณจากค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการ (Administrative Cost) และค่าธรรมเนียมที่เรียกเก็บไม่ควรเป็นแหล่งที่มาของรายได้หรือกำไรของหน่วยงานอำนวยการหรือกำกับดูแลแห่งรัฐ นอกจากนี้ การกำหนดค่าธรรมเนียมควรพิจารณาร่วมกับค่าใช้จ่ายหรือค่าธรรมเนียมในการดำเนินการอื่น อาทิ ค่าธรรมเนียมศุลกากรการนำเข้าเครื่องอุปกรณ์ดาวเทียม ภาษีมูลค่าเพิ่ม และค่าธรรมเนียมการตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์ เป็นต้น

- การกำหนดค่าธรรมเนียมการใช้คลื่นความถี่ (Spectrum Fee) สามารถพิจารณาได้จากหลักการคำนวณจากต้นทุนการบริหารจัดการ (Cost-based / Administrative Cost) และการคำนวณจากมูลค่าตลาดหรือมูลค่าเชิงเศรษฐกิจ (Market- based / Economic Value) หรือใช้สองหลักการร่วมกัน โดยหลักการคำนวณจากต้นทุนให้ความสำคัญกับต้นทุนในการบริหารจัดการคลื่นความถี่ (Costs of Spectrum Management) รวมต้นทุนทางตรงในการบริหารจัดการ การวางแผน การศึกษาวิจัย การประสานงานและการประชุมเชิงบริหารจัดการ การติดตามและสรุปผล และการออกใบอนุญาต สำหรับหลักการคำนวณจากมูลค่าตลาดให้ความสำคัญกับต้นทุนค่าเสียโอกาสจากการใช้คลื่นความถี่ (Opportunity Cost) เป็นมูลค่าสะท้อนการมีอยู่อย่างจำกัดของทรัพยากรคลื่นความถี่ สะท้อนสภาพการแข่งขันตลาด และระดับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่ใช้ หรืออาจคำนวณจากมูลค่าการซื้อขายหรือเช่าใช้คลื่นความถี่ในตลาด (Spectrum Trading and Leasing)

5.1.3 กรณีศึกษาตัวอย่างแนวทางการให้ใบอนุญาตและค่าธรรมเนียมใบอนุญาต

การออกใบอนุญาตและการจัดเก็บค่าธรรมเนียมในกิจการดาวเทียม พิจารณาตัวอย่างการดำเนินการออกใบอนุญาตและจัดเก็บค่าธรรมเนียมของหน่วยงานกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมในต่างประเทศ จำแนกเป็นหน่วยงานกำกับดูแลออกเป็นกลุ่มประเทศที่ทำการศึกษาดังนี้

- กลุ่มประเทศที่มีมาตรฐานเป็นที่ยอมรับระดับสากล มีระดับการพัฒนาด้านกิจการดาวเทียมสูง และไม่ได้อยู่ในภูมิภาคเดียวกับประเทศไทย ได้แก่ คณะกรรมการกลางกำกับดูแลกิจการสื่อสารของสหรัฐอเมริกา (The Federal Communications Commission: FCC)

- กลุ่มประเทศที่มีมาตรฐานเป็นที่ยอมรับระดับสากล มีระดับการพัฒนาด้านกิจการดาวเทียมสูง และอยู่ในภูมิภาคใกล้เคียงกับประเทศไทย ได้แก่ หน่วยงานกำกับดูแลกิจการสื่อสารโทรคมนาคมของประเทศญี่ปุ่น (The Ministry of Internal Affairs and Communications: MIC) และประเทศสิงคโปร์ (Info-communications Media Development Authority: IMDA)

- กลุ่มประเทศที่มีมาตรฐานและระดับการพัฒนาด้านกิจการดาวเทียมใกล้เคียงกับประเทศไทย และอยู่ในภูมิภาคเดียวกับประเทศไทย ได้แก่ หน่วยงานกำกับดูแลกิจการสื่อสารโทรคมนาคมของประเทศอินโดนีเซีย (Badan Regulasi Telekomunikasi Indonesia disingkat: BRTI) และประเทศฟิลิปปินส์ (National Telecommunications Commission: NTC)

ประเทศกรณีศึกษาตัวอย่างที่ได้คัดเลือกมานี้ จะได้ถูกนำมาใช้เพื่ออ้างอิงการพิจารณาค่าธรรมเนียมอัตราค่าธรรมเนียมที่จัดเก็บจากผู้ประกอบกิจการดาวเทียมเท่านั้น เนื่องจากในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดอัตราการจัดเก็บค่าธรรมเนียมอย่างเป็นรูปธรรม การศึกษาในส่วนนี้เป็นเพียงการศึกษาเบื้องต้นโดยอ้างอิงจากประเทศตัวอย่างเท่านั้น ในอนาคตหากประเทศไทยมีแนวทางหรือมีการกำหนดอัตราค่าธรรมเนียมในกิจการดาวเทียมอย่างชัดเจนเป็นรูปธรรมมากขึ้น อาจมีการกำหนดค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับอัตราค่าธรรมเนียมให้สอดคล้องกับค่าธรรมเนียมจริงของประเทศไทยในอนาคตอีกครั้ง โดยสามารถพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากภาคผนวก 3: ข้อมูลการศึกษาแนวทางการออกใบอนุญาตและค่าธรรมเนียมกรณีศึกษาต่างประเทศ

เมื่อพิจารณาแนวทางการออกใบอนุญาตและการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการประกอบกิจการดาวเทียมของประเทศตัวอย่างที่ทำการศึกษา 5 ประเทศมีโครงสร้างและมีอัตราการจัดเก็บที่แตกต่างกัน กล่าวคือ

- ประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดโครงสร้างการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการประกอบกิจการดาวเทียมพิจารณาแยกเป็นส่วนสถานีภาคพื้นดินและสถานีอวกาศ โดยสถานีภาคพื้นดินจำแนกการจัดเก็บค่าธรรมเนียมตามประเภทสถานี (อาทิ สถานีรับส่งสัญญาณแบบประจำที่ แบบให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ และแบบ VSAT เป็นต้น) ยกตัวอย่างอัตราเรียกเก็บค่าธรรมเนียมเริ่มแรกกรณีรับส่งสัญญาณแบบประจำที่อยู่ที่ประมาณ 3,000 เหรียญดอลล่าร์สหรัฐต่อสถานีและค่าธรรมเนียมการต่ออายุใบอนุญาต 210 เหรียญดอลล่าร์สหรัฐต่อสถานี ส่วนการจัดเก็บค่าธรรมเนียมส่วนสถานีอวกาศจำแนกการจัดเก็บค่าธรรมเนียมตามประเภทดาวเทียม (อาทิ ดาวเทียมแบบ GEO, NGEO และดาวเทียมแพร่สัญญาณโดยตรง) ยกตัวอย่างค่าธรรมเนียมสถานีอวกาศแบบ GEO ประมาณ 137,00 เหรียญดอลล่าร์สหรัฐ เป็นต้น นอกจากนั้นผู้ประกอบการดาวเทียมซึ่งถือเป็นหนึ่งในผู้ประกอบกิจการโทรคมนาคมต้องนำส่งค่าธรรมเนียมสมทบกองทุน Universal Service Fund: USF ซึ่งคำนวณเป็นสัดส่วนต่อรายได้ ยกตัวอย่างการจัดเก็บในปี 2561 อยู่ระหว่างร้อยละ 17.9-19.5 ต่อปี
- ประเทศญี่ปุ่น กำหนดโครงการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการประกอบกิจการดาวเทียมแยกส่วนการขออนุญาตออกเป็นการจัดตั้งสถานีดาวเทียม และสถานีภาคพื้นดิน อ้างอิงอัตราการจัดเก็บค่าธรรมเนียม

จากการจัดเก็บค่าธรรมเนียมสถานีวิทยุ (Radio Station) ยกตัวอย่างอัตราค่าธรรมเนียมการจัดตั้งสถานีดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่กำลังส่ง 50 วัตต์ เท่ากับ 14,600 เยนต่อสถานี ค่าธรรมเนียมการจัดตั้งสถานีภาคพื้นดินแบบเคลื่อนที่กำลังส่ง 50 วัตต์ เท่ากับ 14,600 เยนต่อสถานี และค่าธรรมเนียมประกอบการดาวเทียม VSAT เท่ากับ 540 เยนต่อสถานี เป็นต้น

- ประเทศสิงคโปร์ กำหนดโครงสร้างการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการประกอบกิจการดาวเทียมพิจารณาแยกตามประเภทสถานีดาวเทียม ได้แก่ สถานีดาวเทียม VSAT สถานีภาคพื้นดิน และสถานีดาวเทียมแบบเคลื่อนที่หรือแบบพกพา ยกตัวอย่าง ค่าธรรมเนียมรายปีสำหรับ เทอร์มินอลขนาดเล็กมาก (VSAT) สถานีภาคพื้นดินที่เป็นศูนย์ปฏิบัติการ (TT & C) และสถานีภาคพื้นดิน ที่อัตรา 100 เหรียญดอลล่าร์สิงคโปร์ ต่อสถานี และค่าธรรมเนียมสำหับการสื่อสารผ่านดาวเทียมแบบพกพา ที่อัตรา 50 เหรียญดอลล่าร์สิงคโปร์ ต่อเทอมินอล นอกจากนั้น ประเทศสิงคโปร์มีการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการบริหารคลื่นความถี่รายปีพิจารณาตามประเภทอุปกรณ์ใช้งาน ย่านความถี่และขนาดแบนด์วิดท์
- ประเทศอินโดนีเซีย กำหนดโครงสร้างการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการประกอบกิจการดาวเทียมแยกส่วนการขออนุญาตเป็นส่วนสถานีภาคพื้นดิน ส่วนการขายต่อหรือขายส่งความจุ และมีการเก็บค่าธรรมนียมกองทุนหรือ Telecommunications Universal Service Obligation (USO) ที่ร้อยละ 1.25 ของรายได้ สำหรับค่าธรรมเนียมใบอนุญาตใช้สิทธิดาวเทียมต่างชาติให้บริการในประเทศอินโดนีเซีย (Landing Rights) นั้นการเรียกเก็บค่าธรรมเนียมผันแปรตามสูตรการคำนวณที่กำหนดขึ้นโดยหน่วยงานกำกับดูแลที่รับผิดชอบ
- ประเทศฟิลิปปินส์ กำหนดโครงสร้างการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการประกอบกิจการดาวเทียมแยกส่วนเป็นการจัดตั้งสถานีภาคพื้นดิน และค่าธรรมเนียมในการให้บริการเสริม ยกตัวอย่างค่าธรรมเนียมการจัดตั้งสถานีภาคพื้นดิน 1,500 เปโซฟิลิปปินส์ต่อใบอนุญาต ค่าธรรมเนียมในการครอบครอง 300 เปโซฟิลิปปินส์ต่อสถานี และค่าใช้คลื่นความถี่ 300 เปโซฟิลิปปินส์/MHz การจัดเก็บค่าตอบแทนการใช้คลื่นความถี่ซึ่งคำนวณตามแบนด์วิดท์และพื้นที่ครอบคลุม สำหรับตัวอย่างค่าธรรมเนียมการให้บริการเสริม เท่ากับ 300 เปโซฟิลิปปินส์ต่อใบอนุญาตและค่าธรรมเนียม 6,000 เปโซฟิลิปปินส์ต่อปี เป็นต้น

ทั้งนี้สามารถพิจารณาตัวอย่างการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการประกอบกิจการดาวเทียมกรณีศึกษาตัวอย่างได้จากตารางต่อไปนี้

ประเทศ	ค่าธรรมเนียมการประกอบกิจการดาวเทียม
ประเทศสหรัฐอเมริกา	▪ สถานรับส่งสัญญาณภาคพื้นดินแบบประจำที่ ประมาณ 5,000 เหรียญดอลล่าร์สหรัฐ (ประมาณ 167,000 บาท) ▪ สถานีรับส่งสัญญาณภาคพื้นดินขนาดเล็ก ประมาณ 8,500 เหรียญดอลล่าร์สหรัฐ (ประมาณ 283,000 บาท) ▪ สถานีรับสัญญาณดาวเทียมภาคพื้นดิน ประมาณ 2,500 เหรียญดอลล่าร์สหรัฐ (ประมาณ 83,000 บาท) ▪ ระบบ VSAT ประมาณ 15,000 เหรียญดอลล่าร์สหรัฐ (ประมาณ 500,000 บาท) ▪ สถานีอวกาศแบบ Geostationary Orbit 160,000 เหรียญดอลล่าร์สหรัฐ (ประมาณ 5,333,000 บาท) ▪ สถานีอวกาศแบบ Non Geostationary Orbit 533,000 เหรียญดอลล่าร์สหรัฐ (ประมาณ 17,767,000 บาท)

ประเทศ	ค่าธรรมเนียมการประกอบกิจการดาวเทียม
ประเทศญี่ปุ่น	▪ สถานีดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่กำลังส่ง 50 วัตต์ 14,600 เยน (ประมาณ 49,000 บาท) ▪ สถานีภาคพื้นดินแบบเคลื่อนที่ กำลังส่ง 50 วัตต์ 14,600 เยน (ประมาณ 49,000 บาท) ▪ สถานีดาวเทียม VSAT 540 เยนต่อสถานี (ประมาณ 1,800 บาท)
ประเทศสิงคโปร์	▪ การใช้วงโคจรดาวเทียมที่มีความถี่ต้องประสานงานตามข้อบังคับ ตำแหน่งแรกและตำแหน่งถัดไป 80,000 (ประมาณ 1,864,000 บาท) และ 10,000 เหรียญดอลล่าร์สิงคโปร์ (ประมาณ 233,000 บาท) ตามลำดับ ▪ การใช้วงโคจรดาวเทียมที่มีความถี่ที่ต้องประสานงนแต่ไม่บังคับ ตำแหน่งแรกและตำแหน่งถัดไป 4,000 (ประมาณ 93,000 บาท) และ 500 เหรียญดอลล่าร์สิงคโปร์ (ประมาณ 11,700 บาท) ตามลำดับ ▪ สถานีภาคพื้นดิน 100 เหรียญดอลล่าร์สิงคโปร์ต่อสถานี (ประมาณ 2,300 บาท) ▪ สถานีดาวเทียม VSAT 100 เหรียญดอลล่าร์สิงคโปร์ (ประมาณ 2,300 บาท) ▪ สถานีดาวเทียมแบบ Geostationary Orbit ประมาณ 300-1,600 เหรียญดอลล่าร์สิงคโปร์ (ประมาณ 7,000 – 37,000 บาท) ▪ สถานีดาวเทียมแบบ Non Geostationary Orbit ประมาณ 300-4,700 เหรียญดอลล่าร์สิงคโปร์ (ประมาณ 7,000 – 110,000 บาท)
ประเทศอินโดนีเซีย	▪ คำนวณค่าธรรมเนียมตามสูตรคำนวณ ▪ ค่าธรรมเนียมกองทุน USO ร้อยละ 1.25 ของรายได้
ประเทศฟิลิปปินส์	▪ สถานภาคพื้นดิน ประมาณ 2,000 เปโซฟิลิปปินส์ (ประมาณ 1,200 บาท) ▪ ค่าธรรมเนียมรายปี 6,000 เปโซฟิลิปปินส์ต่อบริการ 5 บริการ (ประมาณ 3,700 บาท)

ตารางที่ 15: เปรียบเทียบค่าธรรมเนียมรวมการประกอบกิจการดาวเทียมกรณีประเทศตัวอย่าง

เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดนโยบายและกรอบโครงสร้างการคำนวณค่าธรรมเนียมอย่างเป็นรูปธรรม และยังไม่มีกรอบโครงสร้างการคำนวณที่ชัดเจน การศึกษาในส่วนนี้จึงเก็บข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการอ้างอิงเบื้องต้นเท่านั้น ยังมิได้เป็นข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางการจัดเก็บของประเทศไทยที่จะเกิดขึ้นในอนาคตจะเป็นแนวทางใดหรือในกรอบโครงสร้างอัตราค่าธรรมเท่าใด

5.2 ค่าบริหารจัดการดาวเทียม (Administration & Operating Expenses)

การศึกษาในส่วนนี้พิจารณาค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการกิจการดาวเทียม โดยเป็นการศึกษากรณีเทียบเคียงกับประเทศตัวอย่างซึ่งเป็นประเทศชั้นนำที่มีการพัฒนาด้านการบริหารจัดการกิจการดาวเทียม เพื่อทราบแนวทางการบริหารจัดการและการจัดเก็บค่าธรรมเนียมที่เกี่ยวข้องกับกิจการดาวเทียมและการบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียมของประเทศตัวอย่าง และเพื่อเป็นแนวทางสำหรับประเทศไทยในการดำเนินการตามหลักสากล

ประเทศตัวอย่างที่ทำการศึกษา ประกอบด้วย ประเทศสหราชอาณาจักร สหรัฐอเมริกา ลักเซมเบิร์ก นอร์เวย์ สิงคโปร์ และออสเตรเลีย โดยประเทศสหราชอาณาจักร และประเทศสิงคโปร์ เป็นตัวแทนเป็นประเทศที่มีความก้าวหน้าด้านการกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมในระดับโลกและระดับภูมิภาค ประเทศสหรัฐอเมริกาและลักเซมเบิร์กเป็นตัวแทนประเทศที่มีความก้าวหน้าด้านกิจการดาวเทียมระดับโลก และประเทศออสเตรเลียเป็นตัวแทนประเทศที่มีความก้าวหน้าด้านกจการดาวเทียมในภูมิภาคใกล้เคียงกับประเทศไทย สำหรับประเทศนอร์เวย์เป็นตัวแทนประเทศที่มีเงื่อนไขการกำกับดูแลกิจการดาวเทียมที่อ้างอิงแนวทางของ ITU นอกจากนั้น การศึกษาในส่วนนี้จะได้ทำความเข้าใจแนวทางการบริหารจัดการกิจการดาวเทียมระหว่างประเทศของ ITU เพื่อเข้าใจกรอบในการบริการจัดการกิจการดาวเทียมในระดับระหว่างประเทศซึ่งทุกประเทศต้องปฏิบัติร่วมกัน

5.2.1 ค่าการบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียมของ ITU (ITU Administration Fee)

หลักการจัดเก็บค่าบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียมของ ITU ประกอบด้วย กรอบการจัดเก็บค่าดำเนินการซึ่งเรียกเก็บตามขั้นตอนการดำเนินการ และค่าดำเนินการเรียกเก็บตามประเภทข่ายงานดาวเทียมหรือความซับซ้อนในการดำเนินการ โดยประเทศที่ต้องการยื่นขอข่ายงานดาวเทียมต้องปฏิบัติตามกรอบการดำเนินการของ ITU และจ่ายค่าบริหารจัดการ โดย ITU มีกรอบการจัดเก็บค่าบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียม ดังต่อไปนี้

การจัดเก็บค่าบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียมโดยพิจารณาตามขั้นตอนดำเนินการ ซึ่งแต่ละขั้นตอนผู้ยื่นขอข่ายงานดาวเทียมต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดและชำระค่าดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นตอนการประกาศล่วงหน้า (A: Advance Publication)
2) ขั้นตอนการประสานงานใช้ความถี่ (C: Coordination)
3) ขั้นตอนการแจ้งจดทะเบียนความถี่ (N: Notification)
4) ขั้นตอนการวางวางแผน (P: Plan)

ในส่วนการจัดเก็บบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียมโดยพิจารณาจากประเภทข่ายงานดาวเทียมหรือความซับซ้อนในการดำเนินการนั้น ITU ได้กำหนดกรอบการจัดเก็บค่าบริหารจัดการตามความซับซ้อนของข่ายงานดาวเทียม ซึ่งจำแนกเป็น

1) ค่าบริหารจัดการแบบเหมาจ่ายต่อข่ายงานดาวเทียม (Flat fee per filing) คิดกรณีจำนวนหน่วยข่ายงานดาวเทียมมากกว่าหรือเท่ากับ 100 หน่วย โดยมีการจัดเก็บจำแนกตามประเภทข่ายงานดาวเทียมในขั้นตอนการประสานงาน

2) ค่าบริหารจัดการขั้นต่ำแปรผันตามขั้นตอนและประเภทข่ายงานดาวเทียม (Start fee per filing) โดยมีการจัดเก็บจำแนกตามประเภทข่ายงานดาวเทียมในขั้นตอนการประสานงาน

3) ค่าบริหารจัดการต่อหน่วย (Fee per unit) กรณีหน่วยข่ายงานดาวเทียมน้อยกว่า 100 หน่วย โดยกำหนดเป็นค่าธรรมเนียมคงที่และเรียกเก็บเฉพาะในขั้นตอนการประสานงานใช้ความถี่ (C) และการแจ้งจดทะเบียนความถี่ (N) เท่านั้น

4) ค่าใช้จ่ายต้นทุน (Cost recovery unit) เรียกเก็บเฉพาะในขั้นตอนการประสานงานใช้ความถี่ (C) และการแจ้งจดทะเบียนความถี่ (N) เท่านั้น

สามารถพิจารณารายละเอียดอัตราการเรียกเก็บค่าธรรมเนียมของ ITU ได้จากตารางในส่วนต่อจากนี้

ประเภท (Type)		ขั้นตอนการประสานงาน (Category)		ค่าธรรมเนียมเหมาจ่ายต่อข่ายงานฯ (in CHF) (>=100 units, if applicable)	ค่าธรรมเนียมขั้นต้นต่อข่ายงานฯ (in CHF) (< 100 units)	ค่าธรรมเนียมต่อหน่วย (in CHF) (< 100 units)	ค่าต้นทุน Cost-recovery unit
1	การประกาศล่วงหน้า Advance publication (A)	A1	การประกาศล่วงหน้าสำหรับโครงข่ายดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (Non-geostationary-satellite) ที่ไม่ต้องประสานงานใช้ความถี่ (ภายใต้ข้อกำหนดข้อ IA ของ Article 9) การประกาศล่วงหน้าเกี่ยวกับการประสานการเชื่อมต่อดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่กับดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ ณ สถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน เป็นไปตามขั้นตอนการดำเนินการ (Rule of Procedure) เลขที่ 11.32, §6 (MOD RRB04/35) หมายเหตุ: การประกาศล่วงหน้ารวมเอกสาร Application เลขที่ 9.5 (API/B special section) ซึ่งค่าธรรมเนียมไม่ได้ถูกแยกออกจากกัน	570		ไม่มี (Not applicable)	
2	การประสานงานใช้ความถี่ Coordination (C)	C1	การขอประสานงานใช้ความถี่สำหรับโครงข่ายดาวเทียม สอดคล้องตามข้อกำหนดเลขที่ 9.6 และข้อ 9.7, 9.7A, 9.7B, 9.11, 9.11A, 9.12, 9.12A, 9.13, 9.14 และ 9.21 ของ Article 9 ส่วนที่ II และ ของ Article 7 ส่วน §7.1 ของภาคผนวกที่ 30, ของ Article 7 ส่วน §7.1 ของภาคผนวก Appendix 30A, มติ Resolution ข้อ 33 (Rev. WRC-03) และมติข้อ 539 (Rev. WRC-03). หมายเหตุ: การประสานใช้ความถี่ประกอบด้วยเอกสารเลขที่ 9.1A, 9.53A (ส่วนเพิ่มเติม CR/D) และเลขที่ 9.41/9.42 ซึ่งค่าธรรมเนียมไม่ได้ถูกแยกออกจากกัน หมายเหตุ: การประสานใช้ความถี่กรณีโครงข่ายดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ มีการดำเนินการแตกต่างกันตามคุณสมบัติของวงโคจร ค่าธรรมเนียมในการดำเนินการคิดคำนวณแยกในแต่ละส่วนย่อย และถูกรวมกลับเป็นค่าธรรมเนียมในการดำเนินการโดยรวม	20 560	5 560	150	ผลการคำนวณของ #frequency assignments, #classes of station และ #emissions, summed up for all frequency assignment groups
		C2		24 620	9 620		
		C3		33 467	18 467		
3	การแจ้งจดทะเบียนความถี่ Notification (N)	N1	การแจ้งจดทะเบียนความถี่เพื่อบันทึกลงในเอกสารความถี่ (MIFR of frequency assignments) สำหรับโครงข่ายดาวเทียมที่ต้องการแจ้งจดทะเบียนความถี่ ภายใต้ Article 9 ส่วน Section II (ยกเว้นโครงข่ายดาวเทียมที่ไม่ใช่ non-geostationary-satellite อ้างอิงข้อกำหนดเลขที่ 9.21) หมายเหตุ: การแจ้งจดทะเบียนความถี่รวมการให้บริการตามรายละเอียดในข้อ 4 และ 49, ข้อกำหนดเลขที่ 11.32A, 11.41, 11.47, 11.49, ส่วนย่อยของข้อกำหนด IID ส่วน Article 9, Sections 1 และ 2 ของ Article 13, Article 14 ซึ่งค่าธรรมเนียมไม่ได้ถูกแยกออกจากกัน	30 910	15 910		
		N2		57 920	42 920		
		N3		57 920	42 920		

ประเภท (Type)		ขั้นตอนการประสานงาน (Category)		ค่าธรรมเนียมเหมาจ่ายต่อข่ายงานฯ (in CHF) (>=100 units, if applicable)	ค่าธรรมเนียมขั้นต้นต่อข่ายงานฯ (in CHF) (< 100 units)	ค่าธรรมเนียมต่อหน่วย (in CHF) (< 100 units)	ค่าต้นทุน Cost-recovery unit
		N4	การแจ้งจดทะเบียนความถี่เพื่อบันทึกลงในเอกสารถวามถี่ (MIFR of frequency assignments) สำหรับโครงข่ายดาวเทียมประเภท non-geostationary-satellite ที่ไม่ต้องประสานงานใช้ความถี่ ภายใต้ข้อกำหนด Section II ของ Article 9, หรือตามข้อกำหนดเลขที่ 9.21 เท่านั้น	7 030		ไม่มี (Not applicable)	
4	การวางแผน Plans (P)	P1	ส่วนพิเศษ A สำหรับการยื่นข้อเสนอใหม่หรือการปรับปรุงแผนการใช้ความถี่ (modified assignment) สำหรับภูมิภาค 1 และ 3 หรือรายการ feeder-link การใช้งานความถี่เพิ่มเติมภายใต้ §4.1.5 หรือการขอปรับปรุงแผนการใชความถี่สำหรับภูมภาค 2 ภายใต้ข้อ §4.2.8 ของภาคผนวก 30 หรือ 30A; หรือส่วนพิเศษ B สำหรับการยื่นข้อเสนอใหม่หรือการปรับปรุงแผนการใช้ความถี่ในภูมิภาค 1 และ 3 หรือรายการ feeder-link การใช้งานความถี่เพิ่มเติมภายใต้ §4.1.15 (ยกเว้นส่วนพิเศษ B ที่เกี่ยวข้องกับ application ของมติ Resolution 548 (WRC-03) หรือการขอปรับปรุงแผนการใช้ความถี่ในภูมิภาค 2 ภายใต้ข้อ 4.2.19 ของภาคผนวก 30 หรือ 30Ab	28 870		ไม่มี (Not applicable)	
		P2	การแจ้งจดทะเบียนความถี่เพื่อบันทึกลงในเอกสารความถี่ (MIFR of frequency assignments) สำหรับสถานีภาคพื้นดินในการให้บริการดาวเทียมแพร่ภาพสัญญาณ และการเชื่อมต่อ feeder-link สำหรับภูมิภาค 1 และ 3 หรือภูมิภาค 2 ตาม Article 5 ของภาคผนวก 30 หรือ 30Ab	11 550			
		P3	การขอประสานงานใช้ความถี่ สอดคล้องตามข้อกำหนด Article 2A ภาคผนวก 30 และ 30A	12 000			
		P4	การขอเปลี่ยนแปลงการจัดสรรคลื่นความถี่ ซึ่งอยู่นอกเหนือเอกสารแสดงคุณสมบัติที่แสดงไว้ตั้งแต่ต้น (characteristics of the initial allotment) หรือสำหรับการเสนอเพิ่มเติมระบบ หรือการปรับปรุงการใช้ความถี่ตามรายการที่ได้แสดงไว้ในข้อ §6.1 ส่วน Article 6 ของภาคผนวก 30B; หรือการขอรวมคลื่นความถี่ (inclusion of assignments) และเปลี่ยนแปลงไปคลื่นความถี่ใหม่ (converted allotment with modification) ซึ่งอยู่นอกเหนือรายการคลื่นความถี่ที่ได้แสดงไว้ตั้งแต่ต้น, หรือการเพิ่มระบบหรือการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ในรายการที่แสดงไว้ในข้อ §6.17 ส่วน Article 6 ของภาคผนวก 30Bc	25 350			
		P5	การแจ้งจดทะเบียนความถี่เพื่อลงบันทึกในเอกสารถวามถี่ MIFR of frequency assignments)	20 280			

ประเภท (Type)	ขั้นตอนการประสานงาน (Category)	ค่าธรรมเนียมเหมาจ่ายต่อข่ายงานฯ (in CHF) (>=100 units, if applicable)	ค่าธรรมเนียมขั้นต้นต่อข่ายงานฯ (in CHF) (< 100 units)	ค่าธรรมเนียมต่อหน่วย (in CHF) (< 100 units)	ค่าต้นทุน Cost-recovery unit
	สำหรับสถานีภาคพื้นดิน ในการให้บริการดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ ภายใต้ข้อกำหนดใน Article 8 ของภาคผนวก 30B				

ตารางที่ 16: ค่าธรรมเนียนมการบริหารจัดการดาวเทียมของ ITU

ที่มา: https://www.itu.int/md/S18-CL-C-0114/en

5.2.2 ค่าดำเนินการของหน่วยงานอำนวยการในประเทศตัวอย่าง (Administration and Operating Fee)

การศึกษาประเทศตัวอย่าง ประกอบด้วย การศึกษาหลักการจัดเก็บค่าอำนวยการและค่าใช้จ่ายในการออกใบอนุญาต (Application Fee) ที่หน่วยงานอำนวยการของแต่ละประเทศเรียกเก็บจากผู้ประกอบกิจการดาวเทียม สามารถสรุปสาระสำคัญได้จากเนื้อหาในตารางต่อไปนี้

ประเทศ	หลักการจัดเก็บค่าอำนวยการข่ายงานดาวเทียม (Administrative Expenses)	ค่าธรรมเนียมใบอนุญาต (Application Fee)
สหราชอาณาจักร	• ค่าอำนวยการแบ่งเป็น 2 ส่วน ตามขั้นตอนดำเนินการ (ขั้นตอนดำเนินการออกเอกสารใหม่และการต่อเอกสารรายปี) • ค่าอำนวยการประกอบด้วยค่าธรรมเนียมใบอนุญาต (Application fee) และค่าธรรมเนียมการดำเนินการ (Management / Administration Fee) แบ่งตามประเภทข่ายงานดาวเทียม และสัมพันธ์กับระดับความซับซ้อนหรือความพยายามที่จำเป็นในการบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียม	- ค่าธรรมเนียมใบอนุญาตใหม่/ปรับปรุงแก้ไขเนื้อหาในใบอนุญาต (modification) £1800 (ประมาณ 75,600 บาท) - ค่าดำเนินการข่ายงานดาวเทียมรายปี (API filing annual management) £1800pa (ประมาณ 75,600 บาท) - ค่าธรรมเนียมดำเนินการเกี่ยวกับข่ายงานดาวเทียมขั้นตอนการประสานงาน สำหรับดาวเทียมประเภท GSO £5200pa (ประมาณ 218,400 บาท) - ค่าธรรมเนียมดำเนินการเกี่ยวกับข่ายงานดาวเทียมนขั้นตอนการประสานงาน สำหรับดาวเทียมประเภท Non-GSO £7800pa (ประมาณ 327,600 บาท) - ค่าธรรมเนียมดำเนินการประสานงานดาวเทียม (Notification request) £2300 (ประมาณ 96,600 บาท)
สหรัฐอเมริกา	• ค่าอำนวยการ แบ่งเป็น 2 ส่วน ตามขั้นตอนดำเนินการ (ขั้นตอนดำเนินการออกเอกสารใหม่และการต่อเอกสารรายปี) และมีการเรียกเก็บตราสารหนี้ (Bond) เป็นหลักประกัน • ค่าธรรมเนียมใบอนุญาตกรณีมีการใช้ดาวเทียมใหม่ทดแทนหรือมีการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดในใบอนุญาต • กรณีมีการขอใบอนุญาตฉบับใหม่ จะมีการเรียกเก็บตราสารหนี้เพิ่มเติม • กรณีที่ผู้ขอใบอนุญาตต้องดำเนินการตามแผนงานในการสร้างและการส่งดาวเทียมขึ้นใช้งาน มิฉะนั้นจะเสียค่าปรับเป็นตราสารหนี้ซึ่งใช้เป็นหลักประกัน • การเรียกเก็บค่าธรรมเนียมรายปี ผู้ประกอบการจะเสียเมื่อดำเนินการให้บริการแล้ว	ค่าธรรมเนียมใบอนุญาต (Licence application fees): - Application bond $500,000 (ประมาณ 16,700,000 บาท) - ใบอนุญาดาวเทียมประเภท GSO $98,645 (ประมาณ 3,288,000 บาท) - ใบอนุญาดาวเทียมประเภท NGSO $339,730 - การเปลี่ยนดาวเทียมทดแทน (Replacement satellite) $98,645 (ประมาณ 3,288,000 บาท) - การปรับปรุงข้อมูลเทคนิค (Modification) $24,270 (ประมาณ 809,000 บาท) ตราสารหนี้กรณีใบอนุญาตฉบับใหม่: - GSO $3m/NGSO $5m (ประมาณ 100,000,000/ 167,000,000 บาท) ค่าธรรมเนียมรายปี (Ongoing annual license fee): - GSO $138,475 (ประมาณ 4,616,000 บาท)

ประเทศ	หลักการจัดเก็บค่าอำนวยการข่ายงานดาวเทียม (Administrative Expenses)	ค่าธรรมเนียมใบอนุญาต (Application Fee)
		- NGSO $151,950 (ประมาณ 5,065,000 บาท)
เยอรมันนี	• ค่าอำนวยการสอดคล้องตามพระราชบัญญัติโทรคมนาคม โดยค่าธรรมเนียมแปรผันตามมประเภทของข่ายงานดาวเทียมและการประสานงานใช้ความถี่ นอจากนั้นยังมีการจัดสรรการใช้สิทธิวงโคจรและคลื่นความถี่ • มีการแยกค่าค่าอำนวยการเป็นส่วนค่าธรรมเนียมขั้นต่ำสำหรับการขอใช้งานดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ซึ่งไม่ได้ใช้ในเชิงพาณิชย์ (Non-GSO single satellite) ซึ่งไม่จำเป็นต้องประสานงานการใช้คลื่นความถี่ (Noninterference basis) แต่ต้องมีการจัดสรรตำแหน่ง • ผู้ให้บริการดาวเทียมจำเป็นต้องชำระเงินคืน (Cost Recovery) ในส่วนที่เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการประชุมเพื่อเชื่อมต่อโครงข่ายหรือในการประสานงานความถี่ • การยื่นขอข่ายงานดาวเทียมจำเป็นต้องใช้หนังสือค้ำประกัน (Bank Guarantee) เพื่อเป็นหลักประกันกรณีที่ผู้ต้องการใช้ข่ายงานดาวเทียมไม่ทำตามสัญญา โดยผู้ยื่นขอมีหน้าที่รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการยื่นเรื่องขอใช้ข่ายงานดาวเทียม หากไม่มีการจ่ายค่าธรรมเนียมข่ายงานดาวเทียมที่เรียกเก็บเอกสารที่ยื่นขอนั้นก็จะถูกเพิกถอน	ค่าธรรมเนียมพิจารณาตามประเภทข่ายงานดาวเทียม: 1. Non commercial NGSO - €4,760 (ประมาณ 169,700 บาท) 2. NGSO no coordination - €27,970 (ประมาณ 997,000 บาท) 3. NGSO with coordination - €57,480 (ประมาณ 2,049,000 บาท) 4. GSO (except 5 and 6) - €53,820 (ประมาณ 1,918,700 บาท) 5. GSO under RR app 30/A - €68,810 (ประมาณ 2,453,000 บาท) 6. GSO under RR app 30B - €65,510 (ประมาณ 2,335,000 บาท) ค่าดำเนินการจัดสรรความถี่ (Assignments): €11,900 - €17,210 ขึ้นกับประเภทดาวเทียม (ประมาณ 5424,000 – 614,000 บาท) การยื่นขอข่ายงานดาวเทียมจำเป็นต้องใช้หนังสือค้ำประกัน (Bank Guarantee)
ลักเซมเบิร์ก	• ค่าอำนวยการข่ายงานดาวเทียมกำหนดขึ้นโดยหน่วยงานอำนวยการ มีทั้งส่วนที่เป็นอัตราคงที่และอัตราแปรผัน โดยต้องเสียค่าใช้จ่ายโดยตรงให้แก่รัฐบาลของประเทศ การให้สัมปทานอยู่บนหลักการของการเจรจาระหว่างรัฐและเอกชนแต่ละราย และพิจารณาเป็นไปตามแต่ละกรณีค่าธรรมเนียมส่วนที่เป็นอัตราคงที่พิจารณาตามประเภทข่ายงานดาวเทียมและการประสานงานดาวเทียมค่าธรรมเนียมส่วนที่เป็นอัตราแปรผัน พิจารณาจากคุณสมบัติเชิงเทคนิคของข่ายงานดาวเทียม อาทิ ตำแหน่งวงโคจร คลื่นความถี่ใช้งาน โดยมักคำนวณโดยหลักการ N x €1025	ค่าประสานงานข่ายดาวเทียม (Coordination) NGSO - €350 + ค่าธรรมเนียมแปรผัน ค่าประสานงานข่ายดาวเทียม (Coordination) สำหรับ GSO - €1750 + ค่าธรรมเนียมแปรผันค่าแจ้งจดทะเบียน (Notification) สำหรับ NGSO - €350 + ค่าธรรมเนียมแปรผัน ค่าแจ้งจดทะเบียน (Notification) สำหรับ GSO - €1750 + ค่าธรรมเนียมแปรผัน ค่าวางแผนข่ายดาวเทียม (Plans) GSO - €1500 + ค่าธรรมเนียมแปรผัน

ประเทศ	หลักการจัดเก็บค่าอำนวยการข่ายงานดาวเทียม (Administrative Expenses)	ค่าธรรมเนียมใบอนุญาต (Application Fee)
นอร์เวย์	• ใช้หลักการคำนวณการขอคืนค่าใช้จ่ายต้นทุน (Cost Recovery) • อัตราค่าธรรมเนียมเป็นอัตราเดียวกันกับที่ ITU เรียกเก็บ	หลักการจัดเก็บค่าธรรมเนียมตาม ITU
สิงคโปร์	• การให้ใบอนุญาตและการจัดเก็บค่าธรรมเนียมพิจารณาตามประเภทดาวเทียม • ค่าธรรมเนียมการจัดสรรตำแหน่งวงโคจรเป็นค่าธรรมเนียมแบบรายปี และพิจารณาตามตำแหน่งวงโคจร (วงโคจรตำแหน่งแรก และวงโคจรตำแหน่งถัดไป) • ค่าธรรมเนียมในการประชุมประสานงานกับหน่วยงานอื่น เพื่อการประสานข่ายงานดาวเทียม คิดเป็นอัตราต่อครั้งการประชุมและต่อจำนวนวันที่ใช้ในการประชุม	ค่าธรรมเนียมรายปี: - ตำแหน่งวงโคจรที่ต้องประสานงานความถี่ 80,000 SGD (ประมาณ 1,864,000 บาท) สำหรับตำแหน่งแรก และ 10,000 SGD (ประมาณ 233,000 บาท) สำหรับการยื่นขอสิทธิในการใช้วงโคจรตำแหน่งถัดไป ค่าธรรมเนียมในการดำเนินการ: - ค่าธรรมเนียมในการประชุมประสานงานกับหน่วยงานอื่น 30,000 SGD (ประมาณ 699,000 บาท) ต่อการประชุม และ 3,000 SGD (ประมาณ 69,900 บาท) ต่อวันที่ใช้ในการประชุม ค่าธรรมเนียมขออนุญาตใช้ความถี่: 100 SGD (ประมาณ 2,300 บาท) สำหรับใช้ชั่วคราวหรือเป็นครั้งคราว และ 300 SGD (ประมาณ 7,000 บาท) ความถี่ดาวเทียม downlink ค่าธรรมเรียมรายปีตามประเภทดาวเทียม: - ดาวเทียมประเภท GEO 300-1,600 SGD (ประมาณ 7,000-37,300 บาท) ขึ้นกับย่านความถี่ - ดาวเทียมประเภท NGEO 300-4,700 SGD (ประมาณ 7,000-109,500 บาท) ขึ้นกับย่านความถี่
ออสเตรเลีย	• ค่าดำเนินการข่ายงานดาวเทียม ประกอบด้วยค่าธรรมเนียมใบอนุญาต (Application Fee) และค่าอำนวยการดำเนินการข่ายงานดาวเทียม (Filling Fee) • ค่าอำนวยการดำเนินการข่ายงานดาวเทียม คิดอัตราค่าใช้จ่ายเป็นชั่วโมง จำแนกตามกิจกรรม ได้แก่ ค่าจัดทำเอกสาร (Fillings) ค่าประสานงานใช้ความถี่ (Coordination) และค่าแจ้งจดทะเบียนความถี่ (Notification) ซึ่งคิดค่าดำเนินการเป็นชั่วโมง	ค่าธรรมเนียมใบอนุญาต A$35,956 (ประมาณ 805,000 บาท) ค่าอำนวยการข่ายงานดาวเทียม A$202 p/hr (ประมาณ 5,000 บาทต่อชั่วโมง)

ตารางที่ 17: ค่าธรรมเนียมการบริหารจัดการดาวเทียมของประเทศตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาหลักการจัดเก็บค่าธรรมเนียมและองค์ประกอบค่าธรรมเนียมค่าบริหารจัดการของแต่ละประเทศ พบว่า การจัดเก็บค่าธรรมเนียมตามประเภทดาวเทียมเป็นหลักการปฏิบัติพื้นฐานของทุกประเทศที่ทำการศึกษา ส่วนการจัดเก็บค่าธรรมเนียมตามขั้นตอนดำเนินการและการคำนวณค่าใช้จ่ายจากค่าน้ำหนักความ

พยายามเป็นแนวทางการคำนวณค่าบริหารข่ายงานดาวเทียมซึ่งประเทศส่วนใหญ่ใช้หลักการนี้ในการคำนวณค่าธรรมเนียมตามค่าความซับซ้อนหรือความยากของงาน สำหรับการขอหลักทรัพย์เพื่อประกันความเสี่ยงจากผู้ขอข่ายงานดาวเทียมเป็นแนวทางเลือกที่มีเพียงบางประเทศจากกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาใช้แนวทางนี้ สามารถพิจารณาองค์ประกอบค่าธรรมเนียมตามหลักการ ITU และของประเทศประเทศ ได้ดังตารางต่อไปนี้

ค่าดำเนินการข่ายงานดาวเทียมของหน่วยงานกำกับดูแล	**องค์ประกอบค่าบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียม (Satellite Filling Fee Elements)**			
ประเทศ	**ตามประเภทดาวเทียม**	**ตามขั้นตอนดำเนินการ**	**การให้น้ำหนักความพยายาม**	**การหลักทรัพย์ประกันความเสี่ยง**
ITU	✓	✓	✓	▪
สหราชอาณาจักร	✓	✓	✓	▪
สหรัฐอเมริกา	✓	✓	▪	✓
เยอรมันนี	✓	▪	✓	✓
ลักเซมเบิร์ก	✓	✓	▪	▪
นอร์เวย์	✓	▪	✓	▪
สิงคโปร์	✓	✓	✓	▪
ออสเตรเลีย	✓	✓	✓	▪

ตารางที่ 18: องค์ประกอบค่าธรรมเนียนมการบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียมของประเทศตัวอย่าง

การกำหนดค่าใช้จ่ายโดยการให้น้ำหนักความพยายาม (Effort Weighting) มีวัตถุประสงค์เพื่อสะท้อนถึงความซับซ้อนหรือความยากในการดำเนินการในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ สามารถพิจารณาตัวอย่างการกำหนดค่าน้ำหนักความพยายามในแต่ละขั้นตอนการดำเนินการของหน่วยงานกำกับดูแลของสหราชอาณาจักร (Ofcom) ได้ดังตารางต่อไปนี้

กิจกรรม	ค่าถ่วงน้ำหนักความพยายาม (Effort Weighting)	กำหนดชำระ (Payment Due)	ค่าธรรมเนียม Charge (2018/19)
การยื่นคำขอใหม่หรือคำขอเปลี่ยนแปลง New submission/modification request	1.0	วันที่ยื่นคำขอ	£1800 (ประมาณ 75,600 บาท)
การบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียมขั้นยื่นใบคำร้องรายปี API filing annual management	1.0	รายปี สิ้นไตรมาสแรก	£1800pa (ประมาณ 75,600 บาทต่อปี)
ค่าบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียม GSO ขั้นการประสานงานใช้ความถี่ CR/C GSO filing annual management	3.0	รายปี สิ้นไตรมาสแรก	£5200pa (ประมาณ 218,400 บาทต่อปี)
ค่าบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียม GSO ขั้นประสานงานใช้ความถี่ CR/C non-GSO filing annual management	4.5	รายปี สิ้นไตรมาสแรก	£7800pa (ประมาณ 327,600 บาทต่อปี)
การแจ้งจดทะเบียนความถี่ Notification request	1.3	วันที่ยื่นคำขอ	£2300 (ประมาณ 96,600 บาท)

ตารางที่ 19: ตัวอย่างการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักความพยายาม (Effort Weighting) ตามขั้นตอนการดำเนินการของหน่วยงาน Ofcom

สำหรับการวางหลักประกันการปฏิบัติตามข้อตกลง (Performance Bond) คำนวณเป็นค่าคงที่ต่อการยื่นขอใช้สิทธิข่ายงานดาวเทียม ซึ่งจากประเทศตัวอย่างที่ทำการศึกษา 7 ประเทศ มี 2 ประเทศ คือ ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศเยอรมันนีมีการเรียกขอให้ผู้ยื่นขอข่ายงานดาวเทียมวางหลักประกันความเสี่ยง ทั้งนี้หลักการพื้นฐานในการขอให้วางหลักประกันความเสี่ยงพิจารณาได้จากตารางต่อไปนี้

ประเด็นสำคัญ	คำอธิบาย
คำนิยาม	หลักประกันสัญญา หมายถึง หลักประกันที่ผู้รับจ้างยื่นต่อเจ้าของโครงการ ณ วันทำสัญญา เพื่อเป็นหลักประกันว่าผู้รับจ้างจะปฏิบัติตามสัญญา ซึ่งเจ้าของโครงการมักจะกำหนดมูลค่าหลักประกันสัญญาเป็นร้อยละของมูลค่าโครงการ ผู้รับจ้างต้องนำเงินหลักประกันสัญญาให้ไว้กับเจ้าของโครงการตลอดอายุของโครงการ
อัตรา (Rate)	ร้อยละ 5 หรือร้อยละ 10 ของมูลค่าสัญญาหรือเป็นมูลค่าตามที่เจ้าของโครงการกำหนด
ประเภทของหลักประกัน	เงินสด เช็คที่ธนาคารเซ็นสั่งจ่าย หนังสือค้ำประกันของธนาคารหรือสถาบันการเงินที่เจ้าของโครงการรับรอง หรือหลักประกันอื่น ๆ ตามที่เจ้าของโครงการรับรอง
วัตถุประสงค์	เพื่อเป็นหลักประกันว่าผู้รับจ้างที่ได้ทำสัญญากับเจ้าของโครงการแล้วจะ ดำเนินงานตามที่กำหนดไว้ในเอกสารและเงื่อนไขแห่งสัญญาทุกประการ หากผู้รับจ้างดำเนินการใด ๆ ที่ผิดไปจากเอกสารหรือเงื่อนไขแห่งสัญญาที่ได้ทำไว้กับเจ้าของโครงการ เจ้าของโครงการจะสามารถริบหลักประกันซองหรือเรียกร้องจากธนาคารหรือสถาบันการเงินผู้ค้ำประกัน

ประเด็นสำคัญ	คำอธิบาย
อายุของหลักประกัน	หลักประกันสัญญาจะมีอายุนับตั้งแต่วันที่ผู้รับจ้างที่ได้ทำสัญญากับเจ้าของโครงการ จนถึงวันที่ผู้รับจ้างพ้นจากข้อผูกพันตามสัญญาแล้ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการระบุไว้ในเงื่อนไขแห่งสัญญา
เงื่อนไขยื่นหลักประกัน	• ผู้รับจ้างยื่นหลักประกันสัญญา ณ วันทำสัญญากับเจ้าของโครงการ • ผู้รับจ้างจะต้องยื่นหลักประกันสัญญา ตามชนิดและมูลค่าที่เจ้าของโครงการกำหนดไว้ในเงื่อนไขการเสนอราคาและ/หรือเงื่อนไขแห่งสัญญา
เงื่อนไขการรับหลักประกันคืน	• ผู้รับจ้างจะได้รับหลักประกันสัญญาคืนจากเจ้าของโครงการเมื่อผู้รับจ้างได้ดำเนินการตามเอกสารและเงื่อนไขแห่งสัญญาจนกระทั่งแล้วเสร็จโครงการและพ้นจากข้อผูกพันต่าง ๆ ตามสัญญาแล้ว • เมื่อโครงการแล้วเสร็จตามสัญญา เจ้าของโครงการอาจกำหนดให้ผู้รับจ้างยื่นหลักประกันผลงาน (Maintenance Bond) ให้กับเจ้าของโครงการก่อนที่เจ้าของโครงการจะคืนหลักประกันสัญญาให้แก่ผู้รับจ้าง ทั้งนี้เพื่อให้เจ้าของโครงการมีหลักประกันในช่วงระยะเวลาประกันผลงาน (Maintenance Period)

ตารางที่ 20: กรอบการกำหนดหลักประกันการปฏิบัติตามข้อตกลง (Performance Bond)

ปัจจุบันประเทศไทยมีแนวทางการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการบริหารจัดการดาวเทียม ซึ่งประกอบด้วยการชำระค่าธรรมเนียมการอนุญาตใช้สิทธิข่ายงานดาวเทียมในนามประเทศไทยโดยผู้ขออนุญาตใช้สิทธิจะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการดำเนินการทั้งหมดที่เกี่ยวข้องแก่ ITU แต่ยังไม่มีโครงสร้างกรอบค่าธรรมเนียมตามประเภทดาวเทียมหรือตามขั้นตอนการดำเนินงานที่ชำระแก่หน่วยงานกำกับดูแล

5.2.3 หลักการพื้นฐานการคำนวณค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียม

หน่วยงาน ITU เรียกเก็บค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียม ครอบคุลมค่าใช้จ่ายส่วนต้นทุน (Cost Recovery)[4] ซึ่งหลายประเทศได้นำหลักการ Cost Recovery นี้ไปจัดทำกรอบการคำนวณค่าใช้จ่ายในการบริหารข่ายงานดาวเทียมสำหรับหน่วยงานอำนวยการในประเทศของตน โดยหลักการ Cost Recovery พิจารณาโครงสร้างต้นทุนในการดำเนินการ ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายทางตรง (อาทิ ค่าพนักงานที่ขึ้นกับชั่วโมงการทำงานที่เกี่ยวข้องโดยตรง และค่าใช้จ่ายในการจัดทำเอกสารใบอนุญาตหรือพัสดุภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น) และค่าใช้จ่ายทางอ้อม (อาทิ ค่าใช้จ่ายผู้บริหาร พนักงานบัญชีสนับสนุน ค่าเช่าสำนักงานและอุปกรณ์สำนักงานที่ใช้ร่วมกัน ค่าสมาชิกองค์กรระหว่างประเทศเช่น ITU และค่าบริหารจัดการคลื่นความถี่ที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น)

ทางเลือกในการคำนวณ Cost Recovery และข้อดีหรือข้อด้อย/เงื่อนไขในการดำเนินการของแต่ละทางเลือก สามารถพิจารณาได้จากตารางต่อไปนี้

หลักการคำนวณ Cost Recovery	ข้อดี	ข้อด้อย/เงื่อนไข
ทางเลือกที่ 1 ค่าบริหารจัดการต่อข่ายงานดาวเทียมครั้งเดียว (One-off charge per filling)	• ง่ายในการคำนวณและดำเนินการจัดเก็บ	• ไม่สะท้อนต้นทุนการบริหารจัดการที่เกิดขึ้นจริง • ไม่พิจารณาต้นทุนที่แตกต่างกันในการดำเนินการในแต่ละขั้นตอนที่มีกิจกรรมและความซับซ้อนต่างกัน • ไม่สามารถกำหนดอัตราที่แปรผันตามความซับซ้อน และไม่มีความยืดหยุ่นในการคำนวณต้นทุนการดำเนินการที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงปีในการดำเนินกิจการและใช้ข่ายงานดาวเทียมของผู้ประกอบการ
ทางเลือกที่ 2 ค่าใบอนุญาตบวกค่าบริหารจัดการรายปีต่อข่ายงานดาวเทียมแบบเหมาจ่าย (Application Fee + Flat annual Fee per filling)	• ค่าใช้จ่ายแตกต่างกันในแต่ละปี สะท้อนกิจกรรมที่แตกต่างกัน และสะท้อนต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงได้มากกว่าทางเลือกที่ 1 • พิจารณาตามกิจกรรมและต้นทุนที่เกี่ยวข้องในแต่ละกิจกรรม • กำหนดค่าแปรผันในแต่ละปี และสามารถทบทวนต้นทุนได้เมื่อตัวขับเคลื่อนต้นทุนมีค่าเปลี่ยนไป • พิจารณาค่าใช้จ่ายทางอ้อมร่วมกับกิจกรรมอื่นของหน่วยงานอำนวยการ • ผู้ยื่นเอกสารชำระค่าใช้จ่ายรายปีตาม	• ผู้ประกอบการรายเล็กอาจต้องการชำระอัตราค่าธรรมเนียมที่น้อยกว่าอัตราที่เรียกเก็บมาตรฐาน • การคำนวณแบบเหมาจ่ายอาจไม่สะท้อนกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละกิจกรรมย่อย

[4] อ้างอิง https://www.itu.int/en/ITU-R/space/Documents/Decision%20482(C2013)-E.pdf

หลักการคำนวณ Cost Recovery	ข้อดี	ข้อด้อย/เงื่อนไข
	เอกสารขออนุญาตที่ยื่น ผู้ยื่นจึงต้องทบทวนความต้องการในการใช้ข่ายงานดาวเทียมแต่ละข่ายก่อนยื่นเอกสารในแต่ละปี หรือยื่นเอกสารขอข่ายงานดาวเทียมเมื่อต้องการใช้จริงเท่านั้น	
ทางเลือกที่ 3 ค่าใบอนุญาตบวกค่าบริหารจัดการรายปีต่อข่ายงานดาวเทียม (Application Fee + Annual fee per filling type)	• ค่าใช้จ่ายแตกต่างกันในแต่ละปี สะท้อนกิจกรรมที่แตกต่างกัน และสะท้อนต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงได้มากกว่าทางเลือก 2 • พิจารณาตามกิจกรรมและต้นทุนที่เกี่ยวข้องในแต่ละประเภทข่ายงานดาวเทียม • กำหนดค่าผันแปรในแต่ละปี และสามารถทบทวนต้นทุนได้เมื่อตัวขับเคลื่อนต้นทุนมีค่าเปลี่ยนไป	• หน่วยงานอำนวยการต้องทบทวนฐานข้อมูลข่ายงานดาวเทียมในแต่ละปี และทบทวนค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องทุกปี
ทางเลือกที่ 4 ค่าบริหารจัดการต่อชั่วโมง (Hourly Fee)	• ค่าใช้จ่ายแตกต่างกันในแต่กิจกรรมและคำนวณตามชั่วโมงการทำงานจริง	• มีความซับซ้อนในการคำนวณค่าใช้จ่ายทางอ้อม หรือค่าใช้จ่ายทรัพยากรส่วนที่มีการใช้งานร่วมกัน • ความซับซ้อนในการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักความพยายามของแต่ละกิจกรรม • ยุ่งยากในการประมาณการค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการรวม (ต้องคำนวณค่าบริหารจัดการแต่ละกิจกรรมแต่ละชั่วโมงเพื่อนำมาคำนวณเป็นค่าบริหารจัดการรวม)

ตารางที่ 21: ทางเลือกในการคำนวณ Cost Recovery และข้อดีและข้อจำกัดในแต่ละทางเลือก (หน่วย: เหรียญดอลล่าร์สหรัฐ)
ที่มา: สรุปมาจาก Ofcom, Satellite Filling Cost Recovery, 2018

เมื่อพิจารณาทางเลือกในการคำนวณ Cost Recovery ในแต่ละทางเลือกจากข้อดีและข้อด้อยแล้ว พบว่าทางเลือกที่ 3 สะท้อนต้นทุนที่แท้จริงได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับทางเลือกอื่น ในขณะที่ทางเลือกที่ 4 สะท้อนต้นทุนที่เกิดขึ้นจากความซับซ้อนและชั่วโมงในการดำเนินการได้ดีกว่า จากกรณีประเทศตัวอย่างที่ทำการศึกษาหลายประเทศได้นำหลักการคำนวณ Cost Recovery ที่สะท้อนประเภทข่ายงานดาวเทียมและระยะเวลาในการดำเนินการเข้าไปในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ อาทิ ประเทศสหราชอาณาจักร เยอรมันนี และสิงคโปร์ ดังนั้น ประเทศไทยจึงอาจพิจารณาหลักการคำนวณ Cost Recovery ตามทางเลือกที่ 3 และ 4 ร่วมกันในการคำนวณค่าบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียมในประเทศ

5.2.4 ค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียม (Administration and Operating Fee)

ประเทศไทยอาจพิจารณาแนวทางการกำหนดค่าบริหารจัดการกิจการดาวเทียมจากหน่วยงานกำกับดูแลระหว่างประเทศและหน่วยงานกำกับดูแลจากประเทศตัวอย่างที่ทำการศึกษา โดยการวางกรอบพื้นฐานโครงสร้างค่าบริหารจัดการดาวเทียมตามประเภทดาวเทียมและตามขั้นตอนการดำเนินงานในการบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียม นอกจากนั้นอาจพิจารณาทางเลือกการกำหนดค่าบริหารจัดการพิจารณาเป็นค่าถ่วงน้ำหนักตามระดับความยากในการดำเนินการร่วมด้วย สำหรับการวางหลักประกันการปฏิบัติตามข้อกำหนด (Performance Bond) สามารถดำเนินการได้โดยพิจารณาตามหลักความเสี่ยงที่ว่าอาจทำการเรียกเก็บตามขั้นตอนที่มีความเสี่ยงสูง เช่น กรณีที่บริษัทขอข่ายงานดาวเทียมอาจละทิ้งขั้นตอนการดำเนินการและสร้างความเสียหายให้แก่ประเทศ เป็นต้น

การกำหนดค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียม อาจอ้างอิงอัตราเรียกเก็บจากประเทศตัวอย่างที่ทำการศึกษา ทั้งนี้ในการกำหนดค่าใช้จ่ายจริงอาจมีการทบทวนค่าถ่วนน้ำหนักความพยายามพื้นฐาน โดยหากสมมติให้ค่าพื้นฐาน เท่ากับ 2,340 เหรียญดอลล่าร์สหรัฐ (หรือค่าถ่วงน้ำหนักความพยายาม เท่ากับ 1) ค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียมในกรณีของประเทศไทย อาจพิจารณาได้ดังตารางต่อไปนี้

ขั้นตอน/ กิจกรรม	ค่าบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียม	เหรียญดอลล่าร์สหรัฐ (ประมาณ: บาท)	อ้างอิงข้อมูลประเทศ
เริ่มแรก (Initial)	ดาวเทียมประเภท GEO Satellite	2,340 (78,000)	สหราชอาณาจักร
	ดาวเทียมประเภท Non GEO Satellite	2,340 (78,000)	สหราชอาณาจักร
ปรับปรุงแก้ไข (Amendment)	ค่าปรับปรุงใบอนุญาต (Modification)	2,340 (78,000)	สหราชอาณาจักร
	ค่าเปลี่ยนดาวเทียมทดแทน (Replacement)	2,340 (78,000)	สหราชอาณาจักร
การประกาศล่วงหน้า (API)	ค่าดำเนินการข่ายงานดาวเทียมรายปี	2,340 (78,000)	สหราชอาณาจักร
ประสานงานใช้ความถี่ (C)	ค่าดำเนินการข่ายงานดาวเทียมรายปี GEO Satellite	6,760 (225,000)	สหราชอาณาจักร
	ค่าดำเนินการข่ายงานดาวเทียมรายปี Non GEO Satellite	10,140 (338,000)	สหราชอาณาจักร
แจ้งจดทะเบียนความถี่ (N)	ดาวเทียมประเภท GEO Satellite	2,990 (100,000)	สหราชอาณาจักร
	ดาวเทียมประเภท Non GEO Satellite	2,990 (100,000)	สหราชอาณาจักร
หลักประกันสัญญา (Performance Bond)	ตราสารหนี้ใบอนุญาตฉบับใหม่ (GEO Satellite)	3,000,000 (100,000,000)	สหรัฐอเมริกา
	ตราสารหนี้ใบอนุญาตฉบับใหม่ (Non GEO Satellite)	5,000,000 (167,000,000)	สหรัฐอเมริกา
	ค่าหลักประกันสัญญา (Application Bond)	500,000 (16,700,000)	สหรัฐอเมริกา
ค่าดำเนินการรายปี	ดาวเทียมประเภท GEO Satellite	2,340	สหราชอาณาจักร

ขั้นตอน/ กิจกรรม	ค่าบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียม	เหรียญดอลล่าร์สหรัฐ (ประมาณ: บาท)	อ้างอิงข้อมูลประเทศ
		(78,000)	
	ดาวเทียมประเภท Non GEO Satellite	2,340 (78,000)	สหราชอาณาจักร

ตารางที่ 22: สรุปค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการดาวเทียม (หน่วย: เหรียญดอลล่าร์สหรัฐ)

หมายเหตุ:

1) พิจารณาค่าถ่วงน้ำหนักความพยายาม (Effort Weighting) ขั้นตอนเริ่มแรก การปรับปรุงแก้ไข และขั้นตอน API เท่ากับ 1 ขั้นตอน C เท่ากับ เท่ากับ 3.0 และ 4.5 สำหรับดาวเทียมแบบ GEO และ Non-GEO ตามลำดับ และขั้นตอน N เท่ากับ 1.3
2) หลักประกันสัญญาอาจเป็นไปตามเงื่อนไขตามกฎหมายของแต่ละประเทศ หรือเป็นไปตามอัตราที่ตกลงกันซึ่งโดยทั่วไปอยู่ระหว่าง ร้อยละ 5 หรือร้อยละ 10 ของมูลค่าสัญญาหรือเป็นมูลค่าข่ายงานดาวเทียมตามที่เจ้าของโครงการกำหนด

5.3 กฎระเบียบของประเทศไทย (Domestic Regulatory)

5.3.1 การให้สัมปทาน การให้ใบอนุญาตประกอบกิจการ และแนวทางการร่วมลงทุนในดาวเทียมภาครัฐ

การประกอบกิจการดาวเทียมของประเทศไทยในปัจจุบัน ประกอบด้วยการให้สัมปทานและการให้ใบอนุญาตประกอบกิจการ และในอนาคตอันใกล้ประเทศไทยได้กำหนดแนวทางในการใช้ประโยชน์ดาวเทียมที่อยู่ในระบบสัมปทานเดิมด้วยการสรรหาพันธมิตรร่วมลงทุนในดาวเทียมภาครัฐ กล่าวคือ

5.3.1.1 การให้สัมปทาน (Concession)

ปัจจุบันประเทศไทยอยู่ภายใต้ระบบการให้สัมปทาน การคัดเลือกผู้ให้สัมปทานกำหนดให้ทำการคัดเลือกผู้ประกอบการโดยการประมูล ผู้ที่ให้ผลประโยชน์สูงสุดจะได้รับสัมปทานให้ประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศไทย ซึ่งบริษัทผู้ประกอบกิจการดาวเทียมที่ได้รับสัมปทานรายเดียวในปัจจุบันของประเทศไทย คือ บริษัทไทยคม โดยได้สัมปทานระยะเวลา 30 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534-2564 ภายใต้เงื่อนไขการได้รับสัมปทาน บริษัทไทยคมได้รับความคุ้มครอง “สถานีดาวเทียมภาคพื้นดินต้องเช่าช่องสัญญาณดาวเทียมไทย (ผู้ได้รับสัมปทาน หรือบริษัทไทยคม) เท่านั้น” เป็นระยะเวลาการคุ้มครอง 8 ปี ซึ่งภายหลังได้มีการกำหนดเงื่อนไขลดระดับความคุ้มครองบริษัทไทยคมในปี 2543 เป็น “สถานีดาวเทียมภาคพื้นดินต้องเช่าช่องสัญญาณดาวเทียมของประเทศในเอเชียน” ทั้งนี้ เงื่อนไขในสัญญาสัมปทาน กำหนดให้บริษัทไทยคมจ่ายส่วนแบ่งรายได้ตามสัญญา ตั้งแต่ร้อยละ 0-22.5 ต่อปี

ด้วยเงื่อนไขการให้สัมปทานแก่บริษัทไทยคมเพียงรายเดียว ทำให้สภาพแวดล้อมตลาดกิจการดาวเทียมสื่อสารในประเทศไทยเสมือนเป็นตลาดผูกขาด ผู้ซื้อบริการความจุดาวเทียมไม่มีทางเลือกในการรับบริการจากผู้ให้บริการรายอื่น อีกทั้งเงื่อนไขในสัมปทานด้วยการกำหนดให้บริษัทไทยคมจ่ายส่วนแบ่งรายได้ตามสัญญาที่อัตราร้อยละ 20.5 ต่อปีในปัจจุบัน เสมือนเป็นต้นทุนการดำเนินการส่วนเพิ่มของประเทศไทยคม ซึ่งเป็นอุปสรรคเชิงต้นทุนในการแข่งขันกับผู้ประกอบการดาวเทียมรายอื่นในภูมิภาค

5.3.1.2 การให้ใบอนุญาต (Licensing)

การให้ใบอนุญาตในปัจจุบัน กำหนดให้การประกอบกิจการดาวเทียมต้องได้รับอนุญาต ซึ่งดาวเทียมบริษัทไทยคม 2 ดวง ที่ได้รับอนุญาตประกอบกิจการในประเทศไทย คือ ดาวเทียมไทยคม 7 และไทยคม 8 ใบอนุญาตดังกล่าวไม่ใช่ใบอนุญาตประกอบกิจการดาวเทียมโดยเฉพาะ แต่เป็นใบอนุญาตประกอบกิจการโทรคมนาคม (แบบที่ 3 ผู้ประกอบกิจการโทรคมนาคมที่มีโครงข่ายเป็นของตัวเอง ให้บริการแก่บุคคลทั่วไปจำนวนมากหรือมีผลกระทบต่อการแข่งขันโดยเสรี) ทั้งนี้ กำหนดให้ผู้ได้รับอนุญาตประกอบกิจการดาวเทียม ต้องจ่ายผลตอบแทนเป็นค่าธรรมเนียมรายปี (Annual License Fee) และค่ากองทุน (USO) ซึ่งเป็นอัตราตามขั้นบันไดขึ้นอยู่กับขนาดรายได้ ซึ่งมีอัตราระหว่าง ร้อยละ 2.625 – 4.000 ของรายได้ต่อปี

การให้อนุญาตประกอบกิจการดาวเทียมนี้ เป็นการอนุญาตประกอบกิจการของผู้ประกอบการดาวเทียมในประเทศเท่านั้น เนื่องจากปัจจุบัน ประเทศไทยยังไม่มีนโยบายเปิดน่านฟ้า (Open Skies Policy) พิจารณาได้จากการที่ประเทศไทยยังคงอยู่ในช่วงคาบเกี่ยวกับระยะเวลาสัมปทานดาวเทียมจนถึงปี 2564 และการกำหนดเงื่อนไขแนบท้ายใบอนุญาตให้ผู้ประกอบกิจการโทรคมนาคมในประเทศไทย ต้องใช้ดาวเทียมเอเซียนเท่านั้น

กล่าวโดยสรุป คือ ปัจจุบันประเทศไทยอยู่ในระบบการให้สัมปทานแก่บริษัทสัญชาติไทย และเงื่อนไขการให้ใบอนุญาตแก่ผู้ประกอบกิจการดาวเทียมเพียงบริษัทไทยคมรายเดียว ประเทศไทยจึงมีสภาพแวดล้อมตลาดดาวเทียมสื่อสารแบบปิด จำกัดเฉพาะผู้ประกอบการดาวเทียมรายเดียวที่ได้รับสัมปทาน และไม่อนุญาตให้ผู้ประกอบการดาวเทียมต่างประเทศเข้ามาให้บริการในประเทศไทย

5.3.1.3 การร่วมลงทุนในดาวเทียมภาครัฐ (Public Private Partnership)

แนวทางการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ หรือ Public Private Partnership: PPP เป็นไปตามพระราชบัญญัติการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ พ.ศ.2556 มีวัตถุประสงค์เพื่อการจัดทำโครงการโครงสร้างพื้นฐานและบริการสาธารณะที่เป็นหน้าที่ของรัฐ โดยรัฐมอบหมายหน้าที่ให้ภาคเอกชนดำเนินการจัดทำโครงการดังกล่าวแทนผ่านสัญญาร่วมลงทุน แนวทางการร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและเอกชน หรือ PPP นั้นภาครัฐและเอกชนร่วมกันพัฒนาและให้บริการสาธารณะของภาครัฐและเอกชน โดยภาครัฐและเอกชนจัดสรรผลประโยชน์และความเสี่ยงร่วมกัน โดยการดำเนินการอาจอยู่ในรูปแบบที่ 1) ต้นทุนสุทธิ (Net Cost) คือ เอกชนได้รับสิทธิ์ในการจัดเก็บรายได้และจัดสรรผลตอบแทนบางส่วนให้แก่ภาครัฐตามข้อตกลง หรือ รูปแบบที่ 2) ต้นทุนเบื้องต้น (Gross Cost) คือ ภาครัฐจัดเก็บรายได้ทั้งหมด และชดเชยค่าตอบแทนให้แก่บริษัทเอกชนในส่วนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทั้งหมด (Full Operation Cost) แบบคงที่ (Fixed Payments)

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

ความสำเร็จในการร่วมลงทุนในดาวเทียมภาครัฐ ควรพิจารณาความสมดุลระหว่างเงื่อนไขการร่วมลงทุนที่น่าจูงใจ โดยผลตอบแทนที่รัฐคาดหวังไม่ควรสูงหรือต่ำเกินไป เนื่องจากการคาดหวังผลตอบแทนแก่ภาครัฐที่สูงเสมือนเป็นการสร้างต้นทุนค่าดำเนินการที่ไม่จำเป็นแก่ผู้ลงทุนภาคเอกชน ซึ่งท้ายที่สุดค่าใช้จ่ายจะถูกผลักภาระไปให้แก่ภาคประชาชนในที่สุด ส่วนการคาดหวังผลตอบแทนจากภาคเอกชนที่ต่ำเกินไปจะทำให้ภาครัฐเสียประโยชน์ในการได้มาซึ่งผลตอบแทนจากการนำดาวเทียมไปลงทุนร่วมกับภาคเอกชน

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

5.3.2 แนวทางการอนุญาตให้สิทธิประกอบกิจการดาวเทียมวงโคจรแบบประจำที่ (Geostationary Satellite Orbit: GEO)

ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีการออกมาตรการ นโยบาย แนวทางดูแลและกำกับดูแลกิจการดาวเทียมในประเทศอย่างเป็นทางการ มีเพียงร่างแนวทางการดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกิจการดาวเทียมวงโคจรประจำที่

ตามมาตรการ 60 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ.2560 สามารถสรุปประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานี้ได้ดังนี้

- ร่างรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ.2560 มาตรา 60 บัญญัติว่า รัฐต้องรักษาไว้ซึ่งคลื่นความถี่และสิทธิในการเข้าใช้วงโคจรดาวเทียมอันเป็นสมบัติของชาติ เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่ประเทศชาติและประชาชน

- ร่างพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการคมนาคม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2560 กำหนดอำนาจหน้าที่ของ กสทช. ให้เป็นหน่วยงานอำนวยการของรัฐ (Administration) ในกิจการสื่อสารระหว่างประเทศและสนับสนุนกิจการของรัฐเพื่อให้มีดาวเทียมหรือให้ได้มาซึ่งสิทธิในการเข้าใช้วงโจรดาวเทียม

แนวนโยบายการอนุญาตให้ผู้ประกอบการไทยใช้สิทธิข่ายงานดาวเทียมในนามประเทศไทยเพื่อส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการดาวเทียมไทย สามารถพิจารณารูปแบบการให้สิทธิหรือการให้ใบอนุญาตได้ดังต่อไปนี้

แนวทางการให้สิทธิ	หลักการและเงื่อนไข
การขออนุญาตใช้สิทธิ	กรณีข่ายงานดาวเทียมเดิม (จำนวน 21 ข่ายงานดาวเทียม): ให้นำข่ายงานดาวเทียมที่ไม่มีการใช้งานมาจัดสรร (หรือจัด Package) ซึ่งอาจประกอบด้วยข่ายงานดาวเทียมมากกว่า 1 ข่ายงานดาวเทียมตามความเหมาะสมเชิงเทคนิคและเชิงธุรกิจ และคัดเลือกผู้ประกอบการให้เข้ามาประกอบกิจการตามเงื่อนไขใบอนุญาต หมายเหตุ: 1) ไม่ใช้บังคับย้อนหลังกับข่ายงานดาวเทียมที่นำมาใช้งานบนดาวเทียมจริงที่มีอยู่ในปัจจุบัน 2) กรณีข่ายงานดาวเทียมภายใต้สัมปทาน สามารถดำเนินการอนุญาตให้ใช้สิทธิได้ก็ต่อเมื่อหมดระยะเวลาตามสัมปทานแล้ว
	กรณีข่ายงานดาวเทียมใหม่: ผู้มีความประสงค์ใช้สิทธิสามารถแจ้งความประสงค์ต่อหน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้องเพื่อขออนุญาตใช้สิทธิ ตามหลักการมาก่อนได้ก่อน (First Come, First Served)
การส่งเสริมการลงทุน	การได้รับการส่งเสริมการลงทุนและการพัฒนาดาวเทียมโดยคนไทย และเทคโนโลยีของคนไทยเป็นลำดับแรก
การปฏิบัติตามกฎหมายไทย	• ผู้ประกอบการดาวเทียม ผู้ใช้ช่องสัญญาณดาวเทียม อุปกรณ์และสถานีที่เกี่ยวข้องกับสิทธิการใช้วงโคจรดาวเทียมของประเทศไทย ต้องปฏิบัติตามกฎมายด้านความมั่นคง ด้านการคุมครองข้อมูลส่วนบุคคล ด้านความมั่นคงปลอดภัยภัยไซเบอร์ หรือกฎระเบียบอื่นใดที่เหมาะสมและจำเป็น • สถานควบคุมดาวเทียมหรือศูนย์ปฏิบัติการรับส่งติดตามและสั่งการ (Telemetry, Tracking & Command ต้องตั้งอยู่ในประเทศไทย และอยู่ภายใต้การกำกับดูแลและการควบคุมโดยรัฐบาลไทย • ผู้ประกอบการดาวเทียมนำส่งแผนการขอใช้ข่ายงานดาวเทียมและแผนการดำเนินการที่แสดงให้เห็นถึงการสั่งให้ผู้ผลิตดาวเทียมสร้างดาวเทียม การนำดาวเทียมขึ้นวงโคจร และ

แนวทางการให้สิทธิ	หลักการและเงื่อนไข
	การเริ่มบริการ รวมถึงรายงานด้านเทคนิคและธุรกิจ
ค่าธรรมเนียมและค่าใช้จ่ายอื่น	• การกำหนดอัตราค่าธรรมเนียมการอนุญาตให้ใช้สิทธิข่ายงานดาวเทียมในนามประเทศไทยในอัตราที่เหมาะสมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการไทย • วางหลักประกันการปฏิบัติตามข้อตกลง (Performance Bond) ต่อข่ายงานดาวเทียม • ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการดำเนินการ เช่น ค่า ITU-Cost-Recovery Fee ค่าดำเนินการและค่าบริหารจัดการ (Admin Fee) • จัดทำประกันภัยอย่างครอบคลุม (All Risks)
เงื่อนไขอื่น	• มีช่องบริการสำหรับให้บริการสาธารณะประโยชน์ของรัฐ (State Use and Public Services) • รับผิดชอบแทนรัฐในกรณีที่ก่อให้เกิดความเสียหายตาม UN Treaties • ประสานการใช้คลื่นความถี่ตามขั้นตอนและกระบวนการของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ กับผู้ให้บริการต่างประเทศ และระสานงานการใช้คลื่นความถี่ กับผู้รับใบอนุญาตดาวเทียมในประเทศรายอื่นที่มีการให้บริการอยู่ก่อน ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดการรบกวนการใช้คลื่นความถี่

ตารางที่ 23: แนวทางการอนุญาตให้สิทธิประกอบกิจการ (Licensing) ดาวเทียมวงโคจรแบบประจำที่ของประเทศไทย

กล่าวโดยสรุป คือ ประเทศไทยมีแนวทางการอนุญาตให้สิทธิประกอบกิจการดาวเทียมวงโคจรแบบประจำที่ในการอนุญาตให้ผู้ประกอบกิจการดาวเทียมที่มีความเหมาะสมเชิงเทคนิคและมีคุณสมบัติตามเงื่อนไขใบอนุญาตที่จะได้กำหนดขึ้นในอนาคตอันใกล้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมผู้ประกอบการดาวเทียมสัญชาติไทยที่มีคุณสมบัติตามหลักการและเงื่อนไขที่กำหนดโดยหน่วยงานกำกับดูแล (สำนักงาน กสทช.) และหน่วยงานกำหนดนโยบายของประเทศไทย (กระทรวง ดศ.)

5.3.3 แนวทางการให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศ (Landing Rights)

ดาวเทียมต่างชาติหรือดาวเทียมที่ใช้สิทธิข่ายงานดาวเทียมของประเทศอื่นที่ไม่ใช่ของประเทศไทย สามารถเข้ามาให้บริการดาวเทียมสื่อสาร GEO และ NGEO เชิงพาณิชย์ในประเทศไทยได้ภายใต้การดำเนินตามเงื่อนไขภายใต้ “นโยบายการพิจารณาอนุญาตให้ดาวเทียมต่างชาติให้บริการในประเทศ[5]” โดยการให้สิทธิดังกล่าวไม่ใช่เป็นการให้ใบอนุญาตแต่เป็นการให้สิทธิเข้าสู่ตลาดประเทศไทย พิจารณาได้ดังเนื้อหาต่อไปนี้

แนวทางการให้สิทธิ	หลักการและเงื่อนไข
การขออนุญาตเข้าสู่ตลาด (Market Access)	• ระดับรัฐ (State Level) โดยรัฐของดาวเทียมต่างประเทศ ต้องมีนโยบายเปิดน่านฟ้าให้ผู้ประกอบการดาวเทียมสื่อสารไทยเข้าสู่ตลาดของรัฐนั้น หรือเป็นการให้สิทธิต่างตอบแทน

[5] กองกิจการอวกาศแห่งชาติ (5 พ.ย.2561)

<table>
<tr><th>แนวทางการให้สิทธิ</th><th>หลักการและเงื่อนไข</th></tr>
<tr><td></td><td>(Reciprocity) โดยการคำนึงผลประโยชน์ทางการค้าและเศรษฐกิจจากการให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติ และเป็นการให้สิทธิแก่รัฐเจ้าของดาวเทียมต่างชาติที่จะเข้ามาให้บริการในประเทศไทย (มิใช่เป็นการให้สิทธิเอกชนเจ้าของดาวเทียม)
• ระดับผู้ประกอบการ (Firm Level) โดยผู้ประกอบการดาวเทียมสื่อสารต่างชาติต้องขออนุญาตและปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่สำนักงาน กสทช. กำหนด</td></tr>
<tr><td>การขอจัดตั้งธุรกิจในไทย (Local Presence)</td><td>การจัดตั้งธุรกิจในประเทศไทย (Local Presence) โดยผู้ประกอบการดาวเทียมสื่อสารต่างชาติที่ได้รับอนุญาตจากสำนักงาน กสทช. ต้องจัดตั้งธุรกิจในประเทศไทยตามความตกลง GATS โดยสามารถพิจารณาข้อกำหนดการจัดตั้งและดำเนินกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคม ได้ดังนี้
<table>
<tr><td>กิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ (Broadcast)</td><td>ต้องมีหุ้นของคนไทยตามเกณฑ์ที่กำหนด และต้องปฏิบัติตามกฎหมายห้ามการครอบงำกิจการโดยคนต่างด้าว (Nominee)</td></tr>
<tr><td>กิจการโทรคมนาคม (Broadband)</td><td>ต้องมีหุ้นของคนไทยตามเกณฑ์ที่กำหนด และต้องปฏิบัติตามกฎหมายห้ามการครอบงำกิจการโดยคนต่างด้าว (Nominee)</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>การปฏิบัติตามกฎหมายไทย</td><td>• เคารพและปฏิบัติตามกฎหมายไทยที่เกี่ยวข้อง
• อยู่ภายใต้กฎหมายและการกำกับดูแลของประเทศไทยทุกประการ (Exclusive Jurisdiction) และปฏิบัติตามกฎหมายด้านความมั่นคงของประเทศด้านการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล และความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ หรือกฎระเบียบอื่นใดที่เหมาะสมและจำเป็น
• ประเทศไทยมีสิทธิกำกับดูแลเรื่องสื่อและเนื้อหา (Reversed Rule of Origin) ผู้ได้รับใบอนุญาตต้องระงับการเผยแพร่เนื้อหาเมื่อได้รับแจ้งว่าเนื้อหาขัดกับกฎหมาย (Notice and Take down) และต้องเคารพและปฏิบัติตามเงื่อนไขกฎหมายไทยที่เกี่ยวข้องในการกำหนดความรับผิดชอบของตัวกลาง (Intermediary Liability)
• ใช้กลไกระงับข้อพิพาทระหว่างรัฐกับรัฐ (State-to-state) ไม่ให้ดาวเทียมต่างชาติฟ้องรัฐบาลไทยได้</td></tr>
<tr><td>ค่าธรรมเนียมและค่าใช้จ่ายอื่น</td><td>• จ่ายค่าธรรมเนียมการได้สิทธิดาวเทียมต่างชาติให้บริการในประเทศไทย (Landing Rights Fee) ในอัตราไม่น้อยกว่าค่าธรรมเนียมการใช้สิทธิข่ายงานดาวเทียมในนามประเทศไทยเพื่อส่งเสริมผู้ประกอบการดาวเทียมสื่อสารไทย รวมถึงค่าธรรมเนียมและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ตามกฎหมาย</td></tr>
<tr><td>เงื่อนไขอื่น</td><td>• การอนุญาตให้ผู้รับดาวเทียมประกอบกิจการโทรคมนาคมประเภทใดประเภทหนึ่งใช้ช่องสัญญาณดาวเทียมต่างชาติเป็นการชั่วคราว (Ad hoc) ตามภารกิจข้อใดข้อหนึ่ง อาทิ ภารกิจของราชวงศ์ ภารกิจเกี่ยวกับภัยพิบัติแห่งชาติ และภารกิจเกี่ยวกับความมั่นคงทางทหาร เป็นต้น</td></tr>
</table>

ตารางที่ 24: แนวทางการให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้า (Landing Rights) มาให้บริการในประเทศ

กล่าวโดยสรุป คือ ประเทศไทยมีแนวทางการให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศ (Landing Rights) โดยกำหนดเงื่อนไขบริษัทดาวเทียมต่างชาติที่จะเข้ามาให้บริการด้วยมาตรการด้านค่าธรรมเนียม การจัดตั้งบริษัทในไทย (Local Presence) และการปฏิบัติตามเงื่อนไข กฎหมาย และกฎระเบียบที่จะได้กำหนดขึ้นในอนาคต

5.3.4 ทางเลือกในการจัดหาความจุดาวเทียม (Alternatives) ของประเทศไทยในอนาคต

พิจารณาผลการศึกษาสภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารที่มีความต้องการใช้งานดาวเทียมแบบความจุสูงเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง ผลการศึกษากฎระเบียบระหว่างประเทศที่มีแนวโน้มการเปิดตลาดและการแข่งขันตลาดเสรี ร่วมกับแนวทางการดำเนินการของประเทศไทยอ้างอิงตามเอกสารร่างแนวทางการดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกิจการดาวเทียมวงโคจรประจำที่ มาตรา 60 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ.2560 และร่างนโยบายการพิจารณาอนุญาตให้ดาวเทียมต่างชาติให้บริการในประเทศ ร่วมกับแนวทางการจัดหาความจุดาวเทียมในอนาคตจากการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องในการกำหนดนโยบายจากหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง อาทิ สำนักงาน กสทช. และกองกิจการอวกาศ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม สามารถระบุทางเลือกในการจัดหาความจุดาวเทียมในอนาคตของประเทศไทยได้ดังนี้

- ทางเลือกที่ 1: การอนุญาตให้สิทธิประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศอย่างเสรี (Satellite License)
- ทางเลือกที่ 2: การให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศ (Landing Rights)
- ทางเลือกที่ 3: การดำเนินการทางเลือกที่ 1 ร่วมกับทางเลือกที่ 2

จากแนวทางเลือกในการจัดหาความจุดาวเทียมในอนาคตของประเทศไทย เพื่อปิดช่องว่างความต้องการความจุดาวเทียมสื่อสารในอนาคตที่สูงกว่าอุปทานความจุที่มีในปัจจุบัน สามารถพิจารณาความเป็นไปได้ทั้ง 3 แนวทาง ซึ่งจะได้นำแนวทางหรือทางเลือกทั้ง 3 มาพิจารณาในการวิเคราะห์ต้นทุนและรายได้ในแต่ละแนวทางต่อไป

5.3.5 สรุปกฎระเบียบในประเทศและทางเลือกในการจัดหาความจุดาวเทียม

ผลการศึกษากฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับกิจการดาวเทียมในประเทศ สามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

- ปัจจุบันประเทศไทยอยู่ในระบบการให้สัมปทานแก่บริษัทสัญชาติไทย และเงื่อนไขการให้ใบอนุญาตแก่ผู้ประกอบกิจการดาวเทียมเพียงบริษัทไทยคมรายเดียว ประเทศไทยจึงมีสภาพแวดล้อมตลาดดาวเทียมสื่อสารแบบปิด จำกัดเฉพาะผู้ประกอบการดาวเทียมรายเดียวที่ได้รับสัมปทาน และไม่อนุญาตให้ผู้ประกอบการดาวเทียมต่างประเทศเข้ามาให้บริการในประเทศไทย

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

- ประเทศไทยมีแนวทางการอนุญาตให้สิทธิประกอบกิจการดาวเทียมวงโคจรแบบประจำที่ในการอนุญาตให้ผู้ประกอบกิจการดาวเทียมรายใหม่ที่มีความเหมาะสมเชิงเทคนิคและมีคุณสมบัติตามเงื่อนไขใบอนุญาตที่จะได้กำหนดขึ้นในอนาคตอันใกล้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมผู้ประกอบการดาวเทียมสัญชาติไทยที่มีคุณสมบัติตามหลักการและเงื่อนไขที่กำหนดโดยหน่วยงานกำกับดูแล (สำนักงาน กสทช.) และหน่วยงานกำหนดนโยบายของประเทศไทย (กระทรวง ดศ.)

- ประเทศไทยมีแนวทางการให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศ (Landing Rights) โดยกำหนดเงื่อนไขบริษัทดาวเทียมต่างชาติที่จะเข้ามาให้บริการด้วยมาตรการด้านค่าธรรมเนียม การจัดตั้งบริษัทในไทย (Local Presence) และการปฏิบัติตามเงื่อนไข กฎหมาย และกฎระเบียบที่จะได้กำหนดขึ้นในอนาคต

เมื่อพิจารณากฎระเบียบในปัจจุบันและแนวทางการดำเนินการเกี่ยวกับกิจการดาวเทียมของประเทศไทยในอนาคต สามารถพิจารณาทางเลือกในการจัดหาความจุดาวเทียมเพื่อตอบสนองความต้องการของประเทศได้ 3 ทางเลือก ดังนี้

- ทางเลือกที่ 1: การอนุญาตให้สิทธิประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศอย่างเสรี (Satellite License)
- ทางเลือกที่ 2: การให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศ (Landing Rights)
- ทางเลือกที่ 3: การดำเนินการทางเลือกที่ 1 ร่วมกับทางเลือกที่ 2

6 การศึกษาแนวทางการจัดหาความจุ และแบบจำลองต้นทุนและรายได้ (Options and Cost and Revenue Model)

6.1 แบบจำลองกรณีพื้นฐาน (Baseline Model)

สมมติฐานในแบบจำลอง: การจัดทำแบบจำลองกรณีพื้นฐานอยู่ภายใต้สมมติฐานหลักที่ว่า สถานการณ์กิจการดาวเทียมในประเทศไทยคงที่ ไม่มีเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขใดตลอดช่วงเวลาที่ทำการพิจารณา จำนวนผู้ประกอบการมีจำนวนคงที่ (บริษัทไทยคมเพียงรายเดียว) จำนวนดาวเทียมและความจุของดาวเทียมคงที่อยู่เท่ากับระดับปัจจุบัน โครงสร้างอัตราค่าธรรมเนียมคงที่ ณ อัตราปัจจุบันและเนื่องจากกำหนดให้เป็นผู้ประการรายเดิมที่ดำเนินการอยู่แล้วจึงไม่มีค่าธรรมเนียมแรกเข้าหรือค่าธรรมเนียมอื่นเพิ่มเติม รายได้ของดาวเทียมไทยคมในกรณีพื้นฐานนี้คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 50 ของรายได้ดาวเทียมไทยคมจากตลาดในประเทศและต่างประเทศ (อ้างอิงจากโครงสร้างรายได้ดาวเทียมไทยคมในปัจจุบันที่ตลาดประเทศไทยมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 50 ของรายได้รวม) โครงสร้างต้นทุนในการดำเนินธุรกิจดาวเทียมเป็นไปตามโครงสร้างต้นทุนของการดำเนินกิจการดาวเทียมไทยคมในปัจจุบัน ดาวเทียมไทยคม 4 และ 5 มีการเติมเชื้อเพลิงจึงมีค่าใช้จ่ายในการเติมเชื้อเพลิงและหลังการเติมเชื้อเพลิงสามารถใช้งานต่อได้อีก 5 ปี สำหรับระยะเวลาที่ทำการพิจารณาตามแบบจำลองเริ่มตั้งแต่ ปี 2564-2571

ประมาณการรายได้และค่าใช้จ่าย: รายได้ดาวเทียมไทยคมมีความสัมพันธ์กับความจุดาวเทียม เมื่อดาวเทียมไทยคมหมดอายุการใช้งานในช่วงปีท้ายของแบบจำลองส่งผลให้รายได้ดาวเทียมไทยคมในประเทศไทยลดลง ถึงแม้จะพิจารณาการขยายระยะเวลาดาวเทียมไทยคมแล้วก็ตาม แต่ด้วยเงื่อนไขระยะเวลาการใช้งานของดาวเทียมส่งผลกระทบสำคัญต่อการตอบสนองความต้องการใช้งานดาวเทียมในอนาคต สำหรับค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานที่อ้างอิงจากโครงสร้างต้นทุนดาวเทียมไทยคมในปัจจุบันเป็นอีกหนึ่งเงื่อนไขที่สำคัญประการหนึ่งที่ส่งผลต่อการด้อยประสิทธิภาพเชิงต้นทุนและความสามารถในการแข่งขัน (พิจารณาโครงสร้างต้นทุนดาวเทียมไทยคมและดาวเทียมจากผู้ประกอบการอ้างอิงรายอื่นได้จากภาคผนวก สมมติฐานต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและค่าเสื่อม (OPEX/Depreciation))

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

ประมาณการค่าธรรมเนียม: การจัดเก็บค่าธรรมเนียมพิจารณาจากโครงสร้างการจัดเก็บค่าธรรมเนียมในปัจจุบันพิจารณาตามรายได้ (พิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากเนื้อหาในภาคผนวกส่วน สมมติฐานค่าธรรมเนียมใบอนุญาตประกอบกิจการรายปี) เฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 3.25

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

กล่าวโดยสรุป คือ กรณีพื้นฐานซึ่งกำหนดให้สถานการณ์และเงื่อนไขการประกอบกิจการในตลาดประเทศไทยยังคงที่เหมือนในปัจจุบัน มีจำนวนผู้ประกอบการดาวเทียมรายเดียว จำนวนดาวเทียมคงที่ ดาวเทียมไทยคม 4 และ 5 สามารถเติมเชื้อเพลิงและใช้งานต่อเนื่องได้อีก 5 ปี โครงสร้างต้นทุนของดาวเทียมไทยคมไม่เปลี่ยนแปลง

และอัตราการจัดเก็บค่าธรรมเนียมเป็นไปตามโครงสร้างเดิมตลอดช่วงเวลาที่ทำการพิจารณา พ.ศ. 2561-2571 ด้วยสมมติฐานและเงื่อนไขการพิจารณาดังกล่าว ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมาณการแบบจำลองพื้นฐาน คือ ความจุดาวเทียมไม่สามารถตอบสนองความต้องการใช้งานในอนาคตได้อย่างเพียงพอถึงแม้จะพิจารณากรณีเติมเชื้อเพลิงดาวเทียมไทยคม 4 และ 5 แล้วก็ตาม การด้อยประสิทธิภาพเชิงต้นทุนของดาวเทียมไทยคม และข้อจำกัดในการหารายได้จากความจุดาวเทียมที่มีจำกัด ส่งผลต่อผลประกอบการและส่วนเหลื่อมกำไรจากการประกอบกิจการติดลบสะท้อนถึงความไม่สามารถตอบสนองความต้องการใช้งานของประเทศไทยได้เพียงพอและความไม่ยั่งยืนในการให้บริการในอนาคต

สำหรับผลการคำนวณตามสมติฐานและค่าประมาณการตามแบบจำลองได้จากตารางในส่วนต่อจากนี้

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

6.2 แบบจำลองกรณีทางเลือกที่ 1: การอนุญาตให้สิทธิประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศอย่างเสรี (Satellite License)

สมมติฐานในแบบจำลอง: กรณีอนุญาตให้สิทธิประกอบกิจการดาวเทียมในไทยอย่างเสรี เป็นการให้สิทธิแก่ผู้ประกอบการสัญชาติไทยซึ่งอาจเป็นรายเดิมหรือรายใหม่เพื่อให้เข้ามาทำธุรกิจในส่วนรายได้ดาวเทียมอื่นในประเทศไทย (นอกเหนือจากดาวเทียมไทยคม 4, 5, 6, 7 และ 8) ที่มีอยู่ในกรณีพื้นฐาน โดยในกรณีนี้สมมติให้ไม่มีผู้ประกอบการจากต่างประเทศเข้ามาร่วมดำเนินธุรกิจและแบ่งส่วนแบ่งรายได้ในตลาด

โครงสร้างอัตราค่าธรรมเนียมคงที่ ณ อัตราปัจจุบันและเนื่องจากกำหนดให้เป็นผู้ประการดาวเทียมดวงใหม่จึงมีค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าธรรมเนียมแรกเข้าและค่าธรรมเนียมในการบริหารจัดการข่ายดาวเทียมกับ ITU (พิจารณาสมมติฐานเพิ่มเติมได้จากเนื้อหาส่วนภาคผนวก สมมติฐานค่าธรรมเนียมข่ายงานดาวเทียม สมมติฐานค่าธรรมเนียมคลื่นความถี่และใบอนุญาตประกอบกิจการแรกเข้า และสมมติฐานค่าธรรมเนียมใบอนุญาตประกอบกิจการรายปี) โครงสร้างต้นทุนในการดำเนินธุรกิจดาวเทียมเป็นไปตามโครงสร้างต้นทุนของผู้ประกอบการขนาดเล็ก เนื่องจากสมมติว่าขนาดตลาดในประเทศไทยมีจำกัดและอุปทานความจุดาวเทียมในตลาดประเทศเทศไทยรวมมีมากกว่าอุปสงค์ หากมีผู้ประกอบการรายใหม่เข้ามาในตลาดมีความเป็นไปได้ที่ผู้ประกอบการดังกล่าวจะเป็นผู้ประกอบการขนาดเล็กมากกว่าผู้ประกอบการขนาดกลางหรือขนาดใหญ่ (พิจารณาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากสมมติฐานต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและค่าเสื่อม (OPEX/Depreciation)) นอกจากนั้นเนื่องจากเป็นดาวเทียมดวงใหม่จึงมีค่าใช้จ่ายในการลงทุน (CAPEX) (สมมติฐานและการประมาณการค่าใช้จ่ายในการลงทุนสามารถพิจารณารายละเอียดได้จาก สมมติฐานต้นทุนค่าใช้จ่ายในการลงทุนหลักในกิจการดาวเทียม (CAPEX)) สำหรับระยะเวลาที่ทำการพิจารณาตามแบบจำลองเริ่มตั้งแต่ ปี 2564-2571

ประมาณการรายได้และค่าใช้จ่าย: รายได้กรณีอนุญาตให้สิทธิประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศอย่างเสรีสามารถตอบสนองความต้องการใช้งานที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในตลาดประเทศไทย เงื่อนไขสำคัญคือการที่ผู้ประกอบการดาวเทียมดวงใหม่มีประสิทธิภาพในการให้บริการ ทั้งประสิทธิภาพเชิงต้นทุนในการดำเนินงานเทียบเคียงกับผู้ประกอบรายอื่น และประสิทธิภาพทางการตลาดในการนำเสนอบริการในปริมาณและคุณภาพที่ตลาดต้องการ

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

ประมาณการค่าธรรมเนียม: การจัดเก็บค่าธรรมเนียมพิจารณาจากโครงสร้างการจัดเก็บค่าธรรมเนียมในปัจจุบันพิจารณาตามรายได้ (พิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากเนื้อหาในภาคผนวกส่วน

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

กล่าวโดยสรุป คือ กรณีทางเลือกที่ 1 การอนุญาตให้ผู้ประกอบการดาวเทียมในประเทศเสรี การมีดาวเทียมดวงใหม่เพื่อตอบสนองความต้องการใช้งานดาวเทียมในประเทศ โดยผู้ประกอบการมีการลงทุนดาวเทียมดวงใหม่และมีประสิทธิภาพเชิงต้นทุนและเชิงการตลาด อัตราการจัดเก็บค่าธรรมเนียมเป็นไปตามโครงสร้างเดิม

ตลอดช่วงเวลาที่ทำการพิจารณา พ.ศ.2561-2571 และผู้ประกอบการดาวเทียมดวงใหม่มีการจ่ายค่าธรรมเนียมแรกเข้าและค่าธรรมเนียมในการบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียมแก่ ITU ตามอัตราที่อ้างอิงตามสมมติฐานด้วยสมมติฐานและเงื่อนไขการพิจารณาดังกล่าว ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมาณการแบบจำลองกรณีทางเลือกที่ 1 การอนุญาตให้ผู้ประกอบการดาวเทียมในประเทศเสรี คือ ความจุดาวเทียมสามารถตอบสนองความต้องการใช้งานในอนาคตได้อย่างเพียงพอ ประสิทธิภาพเชิงต้นทุนและเชิงการตลาดของผู้ประกอบการดาวเทียมดวงใหม่ ส่งผลสำคัญต่อผลประกอบการและส่วนเหลื่อมกำไรจากการประกอบกิจการที่เป็นบวก สะท้อนถึงความสามารถตอบสนองความต้องการใช้งานของประเทศไทยได้เพียงพอและความยั่งยืนในการให้บริการในอนาคต

สำหรับผลการคำนวณตามสมติฐานและค่าประมาณการตามแบบจำลองได้จากตารางในส่วนต่อจากนี้

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

6.3 แบบจำลองกรณีทางเลือกที่ 2: การให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศ (Landing Rights)

สมมติฐานในแบบจำลอง: กรณีการให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศไทย เป็นการให้สิทธิแก่ผู้ประกอบการชาวต่างชาติเพื่อให้เข้ามาทำธุรกิจในส่วนรายได้ดาวเทียมอื่นในประเทศไทย (นอกเหนือจากดาวเทียมไทยคม 4, 5, 6, 7 และ 8) ที่มีอยู่ในกรณีพื้นฐาน โดยในกรณีนี้สมมติให้ไม่มีผู้ประกอบการสัญชาติไทยเข้ามาร่วมดำเนินธุรกิจและแบ่งส่วนแบ่งรายได้ในตลาด

โครงสร้างอัตราค่าธรรมเนียมคงที่ ณ อัตราปัจจุบัน และเนื่องจากกำหนดให้เป็นผู้ประการดาวเทียมจากต่างประเทศจึงสมมติให้ผู้ประกอบการมีดาวเทียมเดิมอยู่แล้ว (ไม่มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนดาวเทียมดวงใหม่) ผู้ให้บริการต่างชาติต้องจ่ายค่าธรรมเนียมแรกเข้า (พิจารณาสมมติฐานเพิ่มเติมได้จากเนื้อหาส่วนภาคผนวก สมมติฐานค่าธรรมเนียมข่ายงานดาวเทียม สมมติฐานค่าธรรมเนียมคลื่นความถี่และใบอนุญาตประกอบกิจการแรกเข้า และสมมติฐานค่าธรรมเนียมใบอนุญาตประกอบกิจการรายปี) โครงสร้างต้นทุนในการดำเนินธุรกิจดาวเทียมเป็นไปตามโครงสร้างต้นทุนของผู้ประกอบการขนาดใหญ่ เนื่องจากสมมติว่าหากมีผู้ประกอบการต่างชาติเข้ามาในตลาดประเทศไทยมีความเป็นไปได้ที่ผู้ประกอบการดังกล่าวจะเป็นผู้ประกอบการขนาดใหญ่หรือขนาดกลางมากกว่าผู้ประกอบการขนาดเล็ก จึงกำหนดสมมติฐานให้เป็นผู้ประกอบการขนาดใหญ่ (พิจารณาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากสมมติฐานต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและค่าเสื่อม (OPEX/Depreciation)) นอกจากนั้นเนื่องจากการแข่งขันต้องมีความเท่าเทียมกันระหว่างผู้ประกอบการสัญชาติไทยและต่างชาติ จึงกำหนดสมมติฐานพื้นฐาน อาทิ ค่าธรรมเนียมรายปีเป็นอัตราเดียวกับผู้ประกอบการสัญชาติไทย สำหรับระยะเวลาที่ทำการพิจารณาตามแบบจำลองเริ่มตั้งแต่ ปี 2564-2571

ประมาณการรายได้และค่าใช้จ่าย: รายได้กรณีให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศสามารถตอบสนองความต้องการใช้งานที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในตลาดประเทศไทย เนื่องด้วยผู้ประกอบการดาวเทียมต่างชาติที่ต้องการขยายตลาดมายังประเทศไทย มีความเป็นไปได้ที่จะมีประสิทธิภาพในการให้บริการทั้งประสิทธิภาพเชิงต้นทุนในการดำเนินงาน ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคในการให้บริการที่ส่วนการบริการที่ดาวเทียมไทยไม่มี และประสิทธิภาพทางการตลาดในการนำเสนอบริการในปริมาณและคุณภาพที่ตลาดต้องการ

ประมาณการกำไรจากการดำเนินงาน: ด้วยเงื่อนไขด้านประสิทธิภาพเชิงต้นทุน เชิงเทคนิค และการให้บริการตามความต้องการของตลาดของผู้ประกอบการต่างชาติ เป็นเงื่อนไขพื้นฐานในการนำมาซึ่งผลประกอบการที่เป็นบวก ✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ] แสดงถึงความสามารถในการให้บริการความจุดาวเทียมได้ตามความต้องการตลาดในประเทศไทยด้วยความมั่นคงเชิงปริมาณและคุณภาพในการให้บริการ

ประมาณการค่าธรรมเนียม: การจัดเก็บค่าธรรมเนียมพิจารณาจากโครงสร้างการจัดเก็บค่าธรรมเนียมในปัจจุบันพิจารณาตามรายได้ (พิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากเนื้อหาในภาคผนวกส่วน สมมติฐานค่าธรรมเนียมใบอนุญาตประกอบกิจการรายปี) ✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

กล่าวโดยสรุป คือ กรณีทางเลือกที่ 2 การให้สิทธิผู้ประกอบการดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศเพื่อตอบสนองความต้องการใช้งานดาวเทียมในประเทศทั้งในเชิงปริมาณ เชิงเทคนิค และเชิงคุณภาพ โดยผู้ประกอบการมีการลงทุนดาวเทียมดวงใหม่และมีประสิทธิภาพเชิงต้นทุนและเชิงตลาด อัตราการจัดเก็บค่าธรรมเนียมเป็นไปตามโครงสร้างเดียวกับผู้ประกอบการดาวเทียมชาวไทยในช่วงเวลาที่ทำการพิจารณา พ.ศ.2561-2571 และผู้ประกอบการดาวเทียมต่างชาติมีการจ่ายค่าธรรมเนียมแรกเข้าตามอัตราที่อ้างอิงตามสมมติฐาน ด้วยสมมติฐานและเงื่อนไขการพิจารณาดังกล่าว ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมาณการแบบจำลองกรณีทางเลือกที่ 2 การให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศ คือ ความจุดาวเทียมสามารถตอบสนองความต้องการใช้งานในอนาคตได้อย่างเพียงพอ ประสิทธิภาพเชิงต้นทุนและเชิงการตลาดของผู้ประกอบการดาวเทียมต่างชาติ ส่งผลสำคัญต่อผลประกอบการและส่วนเหลื่อมกำไรจากการประกอบกิจการที่เป็นบวก ความสามารถตอบสนองความต้องการใช้งานของประเทศไทยได้เพียงพอทั้งในเชิงปริมาณ เชิงเทคนิค เชิงคุณภาพ และด้วยระดับราคาตลาดระหว่างประเทศที่สมเหตุผล

สำหรับผลการคำนวณตามสมติฐานและค่าประมาณการตามแบบจำลองได้จากตารางในส่วนต่อจากนี้

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

6.4 แบบจำลองกรณีทางเลือกที่ 3: กรณีทางเลือกที่ 1 และกรณีทางเลือกที่ 2 ร่วมกัน

สมมติฐานในแบบจำลอง: กรณีอนุญาตให้สิทธิประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศโดยเสรีแก่ผู้ประกอบการสัญชาติไทย และการให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศไทย ทำให้รายได้หรือความจุส่วนเหลือจากกรณีพื้นฐานถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ส่วนของผู้ประกอบการดาวเทียมไทยดวงใหม่สัญชาติไทย และส่วนของผู้ประกอบการต่างชาติ ทั้งนี้กำหนดสมมติฐานให้ส่วนแบ่งตลาดส่วนที่เหลือ เป็นส่วนของผู้ประกอบการดาวเทียมไทยดวงใหม่ต่อผู้ประกอบการต่างชาติ ร้อยละ 50 : 50 ซึ่งการกำหนดสมมติฐานนี้เพียงสมมติฐานในการจัดสรรส่วนแบ่งตลาดเท่านั้น ในความเป็นจริงส่วนแบ่งดังกล่าวอาจขึ้นอยู่กับนโยบายการเปิดตลาดของภาครัฐ และเนื่องจากสมมติฐานพื้นฐานอื่นที่เกี่ยวข้อง (อาทิ อัตราค่าธรรมเนียมแรกเข้า ค่าธรรมเนียมรายปี และราคาตลาด ก็ถูกตั้งสมมติฐานให้เท่ากันในทั้งกรณีดาวเทียมของผู้ประกอบการสัญชาติไทย และต่างประเทศ) ดังนั้นการกำหนดส่วนแบ่งตลาดนี้จึงไม่ส่งผลกระทบใดด้านรายได้รัฐ หรือที่มาในการตอบสนองความต้องการใช้งานดาวเทียมของประเทศไทยแต่อย่างใด แต่มีเพียงความแตกต่างเดียวที่อาจเกิดขึ้นจากแบบจำลอง นั่นคือโครงสร้างต้นทุนการดำเนินงานและส่วนเหลื่อมกำไรที่ผู้ประกอบการจะได้ไป

โครงสร้างอัตราค่าธรรมเนียมคงที่ ณ อัตราปัจจุบัน และเป็นอัตราเดียวกันสำหรับผู้ประกอบการดาวเทียมสัญชาติไทยและต่างชาติ และเนื่องจากกำหนดให้เป็นผู้ประการดาวเทียมดวงใหม่สัญชาติไทยและดาวเทียมต่างประเทศ จึงมีสมมติฐานในแบบจำลองเหมือนกันกับกรณีทางเลือกที่ 1 และทางเลือกที่ 2 ตามลำดับ ยกเว้นเพียงขนาดรายได้จากแบบจำลองที่ 1 และ 2 ที่ถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน (50 : 50) ดังที่ได้อธิบายไว้ข้างต้น สำหรับดาวเทียมสัญชาติไทยดวงใหม่โครงสร้างต้นทุนในการดำเนินธุรกิจดาวเทียมเป็นไปตามโครงสร้างต้นทุนของผู้ประกอบการขนาดเล็ก ในส่วนของดาวเทียมต่างชาติมีโครงสร้างต้นทุนของผู้ประกอบการขนาดใหญ่ (พิจารณาข้อมูลเพิ่มเติมได้จาก สมมติฐานต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและค่าเสื่อม (OPEX/Depreciation)) นอกจากนั้นเนื่องจากเป็นดาวเทียมดวงใหม่จึงมีค่าใช้จ่ายในการลงทุน (CAPEX) (สมมติฐานและการประมาณการค่าใช้จ่ายในการลงทุนสามารถพิจารณารายละเอียดได้จาก สมมติฐานต้นทุนค่าใช้จ่ายในการลงทุนหลักในกิจการดาวเทียม (CAPEX)) สำหรับระยะเวลาที่ทำการพิจารณาตามแบบจำลองเริ่มตั้งแต่ ปี 2564-2571

ประมาณการรายได้และค่าใช้จ่าย: รายได้กรณีอนุญาตให้สิทธิประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศอย่างเสรีและให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศ สามารถตอบสนองความต้องการใช้งานที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในตลาดประเทศไทย เงื่อนไขสำคัญคือการที่ผู้ประกอบการดาวเทียมสัญชาติไทยดวงใหม่มีประสิทธิภาพในการให้บริการ ทั้งประสิทธิภาพเชิงต้นทุนในการดำเนินงาน ประสิทธิภาพทางการตลาด และความสามารถเชิงเทคโนโลยีของดาวเทียม สามารถแข่งขันกับผู้ประกอบการดาวเทียมต่างชาติได้ มิฉะนั้นส่วนแบ่งตลาดตามสมมติฐานที่ให้เป็นส่วนของผู้ประกอบการดาวเทียมสัญชาติไทยอาจถูกช่วงชิงโดยผู้ประกอบการดาวเทียมต่างชาติ

ประมาณการกำไรจากการดำเนินงาน: ด้วยเงื่อนไขด้านประสิทธิภาพเชิงต้นทุนและการตลาด การให้บริการตามความต้องการของตลาดของผู้ประกอบการดาวเทียมสัญชาติไทย เป็นเงื่อนไขที่จำเป็นในการนำมาซึ่ง

ผลประกอบการที่เป็นบวก ✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ] แสดงถึงความสามารถในการให้บริการความจุดาวเทียมได้ตามความต้องการตลาดในประเทศไทยด้วยความมั่นคงเชิงธุรกิจในระยะยาว ในขณะที่ประสิทธิภาพเชิงต้นทุนและการตลาดของผู้ประกอบการดาวเทียมต่างชาติ ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการใช้งานที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องได้อย่างยืดหยุ่นและสอดคล้องกับความต้องการเชิงเทคนิคที่หลากหลาย ประมาณการผลประกอบการกรณีผู้ประกอบการรายใหญ่เป็นบวก ✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ] แสดงถึงความสามารถในการให้บริการในการตอบสนองความต้องการใช้งานในประเทศไทยได้อย่างยืดหยุ่นและต่อเนื่อง

เมื่อพิจารณาภาพรวมกำไรกรณีทางเลือกที่ 3 นี้แสดงผลการดำเนินงานโดยรวมที่เป็นบวก ✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ] แสดงถึงความสามารถในการให้บริการความจุดาวเทียมได้ตามความต้องการตลาดในประเทศไทย

ประมาณการค่าธรรมเนียม: การจัดเก็บค่าธรรมเนียมพิจารณาจากโครงสร้างการจัดเก็บค่าธรรมเนียมในปัจจุบันพิจารณาตามรายได้ (พิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากเนื้อหาในภาคผนวกส่วน สมมติฐานค่าธรรมเนียมใบอนุญาตประกอบกิจการรายปี) ✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

กล่าวโดยสรุป คือ กรณีทางเลือกที่ 3 การอนุญาตให้ผู้ประกอบการดาวเทียมในประเทศเสรี และการให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการ เพื่อตอบสนองความต้องการใช้งานดาวเทียมในประเทศ โดยกรณีที่ผู้ประกอบการดาวเทียมไทยและดาวเทียมต่างชาติมีมีประสิทธิภาพเชิงต้นทุนและเชิงตลาด อัตราการจัดเก็บค่าธรรมเนียมเป็นไปตามโครงสร้างเดิมตลอดช่วงเวลาที่ทำการพิจารณา พ.ศ.2561-2571 และผู้ประกอบการดาวเทียมสัญชาติไทยและต่างชาติจ่ายค่าธรรมเนียมแรกเข้าและค่าธรรมเนียมรายปีในอัตราเดียวกัน ตามอัตราที่อ้างอิงตามสมมติฐาน ด้วยสมมติฐานและเงื่อนไขการพิจารณาดังกล่าว ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมาณการแบบจำลองกรณีทางเลือกที่ 3 การอนุญาตให้ผู้ประกอบการดาวเทียมในประเทศเสรี และการให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการ คือ ความจุดาวเทียมสามารถตอบสนองความต้องการใช้งานในอนาคตได้อย่างเพียงพอ ประสิทธิภาพเชิงต้นทุนและเชิงการตลาดของผู้ประกอบการ ส่งผลสำคัญต่อผลประกอบการและส่วนเหลื่อมกำไรจากการประกอบกิจการที่เป็นบวก สะท้อนถึงความสามารถตอบสนองความต้องการใช้งานของประเทศไทยได้เพียงพอและความยั่งยืนในการให้บริการในอนาคต ทั้งนี้ความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการดาวเทียมไทยเป็นเงื่อนไขสำคัญในการได้มาซึ่งส่วนแบ่งตลาด มิฉะนั้นผู้ประกอบการดาวเทียมต่างชาติอาจมีส่วนแบ่งตลาดเหนือกว่าผู้ประกอบการดาวเทียมสัญชาติไทย

สำหรับผลการคำนวณตามสมติฐานและค่าประมาณการตามแบบจำลองได้จากตารางในส่วนต่อจากนี้

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

6.5 แบบจำลองกรณีการร่วมทุนในดาวเทียมภาครัฐ

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

6.6 สรุปความเป็นไปได้และความจำเป็นในการดำเนินการ

การพิจารณาความเป็นไปได้ ความเหมาะสม และความจำเป็นในการดำเนินการตามทางเลือกต่าง ๆ โดยการพิจารณาเปรียบเทียบผลประโยชน์ภาครัฐ (ค่าธรรมเนียม) ผลประโยชน์ของภาคธุรกิจ (กำไรและส่วนเหลื่อมกำไรจากการดำเนินงาน) และผลประโยชน์ของประเทศโดยรวม (รายได้ของกิจการหรือความยั่งยืนของกิจการดาวเทียมในการสนับสนุนเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย) จากตัวเลขที่ได้จากการประมาณการตามแบบจำลองพื้นฐานและแบบจำลองกรณีทางเลือก ในช่วงปี 2564-2571 หรือหลักหมดสัมปทาน พิจารณาได้จากตารางต่อไปนี้

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

ประเทศไทยจำเป็นต้องดำเนินการจัดหาความจุดาวเทียมเพื่อตอบสนองความต้องการในประเทศ เนื่องจากการประมาณการในกรณีพื้นฐาน (หรือกรณีที่ไม่ดำเนินการใด ๆ) พบว่า การใช้งานดาวเทียมไทยคมที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่สามารถตอบสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้นในอนาคต (พบว่า การใช้งานดาวเทียมไทยคมที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้เพียงร้อยละ 25 ของประมาณการความต้องการในช่วงปี 2564-2571) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องดำเนินการจัดหาความจุดาวเทียมที่ขาด (ร้อยละ 75 ของประมาณการความต้องการในช่วงปีที่ทำการพิจารณา พ.ศ. 2564-2571)

ทางเลือกที่เป็นไปได้ ประกอบด้วย ทางเลือกที่ 1: การอนุญาตให้สิทธิประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศอย่างเสรี ทางเลือกที่ 2: การให้สิทธิดาวเทียมต่างประเทศเข้ามาให้บริการในประเทศไทย และ ทางเลือกที่ 3 กรณีทางเลือกที่ 1 และทางเลือกที่ 2 ร่วมกัน

- ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมาณการแบบจำลองกรณีทางเลือกที่ 1 การอนุญาตให้ผู้ประกอบการดาวเทียมในประเทศเสรี คือ ความจุดาวเทียมสามารถตอบสนองความต้องการใช้งานในอนาคตได้อย่างเพียงพอ ประสิทธิภาพเชิงต้นทุนและเชิงการตลาดของผู้ประกอบการดาวเทียมดวงใหม่ ส่งผลสำคัญต่อผลประกอบการและส่วนเหลื่อมกำไรจากการประกอบกิจการที่เป็นบวก สะท้อนถึงความสามารถตอบสนองความต้องการใช้งานของประเทศไทยได้เพียงพอและความยั่งยืนในการให้บริการในอนาคต

- ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมาณการแบบจำลองกรณีทางเลือกที่ 2 การให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศ คือ ความจุดาวเทียมสามารถตอบสนองความต้องการใช้งานในอนาคตได้อย่างเพียงพอ ประสิทธิภาพเชิงต้นทุนและเชิงการตลาดของผู้ประกอบการดาวเทียมต่างชาติ ส่งผลสำคัญต่อผลประกอบการและส่วนเหลื่อมกำไรจากการประกอบกิจการที่เป็นบวก ความสามารถตอบสนองความต้องการใช้งานของประเทศไทยได้เพียงพอทั้งในเชิงปริมาณ เชิงเทคนิค เชิงคุณภาพ และด้วยระดับราคาตลาดระหว่างประเทศที่สมเหตุผล

- ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมาณการแบบจำลองกรณีทางเลือกที่ 3 การอนุญาตให้ผู้ประกอบการดาวเทียมในประเทศเสรี และการให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการ คือ ความจุดาวเทียมสามารถตอบสนองความต้องการใช้งานในอนาคตได้อย่างเพียงพอ ประสิทธิภาพเชิงต้นทุนและเชิงการตลาดของผู้ประกอบการ ส่งผลสำคัญต่อผลประกอบการและส่วนเหลื่อมกำไรจากการประกอบกิจการที่เป็นบวก สะท้อนถึงความสามารถ

ตอบสนองความต้องการใช้งานของประเทศไทยได้เพียงพอและความยั่งยืนในการให้บริการในอนาคต ทั้งนี้ความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการดาวเทียมไทยเป็นเงื่อนไขสำคัญในการได้มาซึ่งส่วนแบ่งตลาด มิฉะนั้นผู้ประกอบการดาวเทียมต่างชาติอาจมีส่วนแบ่งตลาดเหนือกว่าผู้ประกอบการดาวเทียมสัญชาติไทย การเปิดโอกาสให้ผู้ประกอบการต่างประเทศเข้ามาให้บริการแข่งกับผู้ประกอบการสัญชาติไทยตามทางเลือกที่ 3 นี้ ควรพิจารณามาตรการกำกับดูแลที่ไม่ใช่ภาษีในการควบคุมคุณสมบัติและป้องกันไม่ให้ผู้ประกอบต่างชาติเข้ามามีอำนาจตลาดเหนือผู้ประกอบการสัญชาติไทยได้

ความเป็นไปได้ที่จะดำเนินการตามทางเลือกที่ 1 หรือ 2 หรือทางเลือกที่ 3 แต่ละทางเลือกสามารถตอบสนองปริมาณความต้องการใช้งานดาวเทียมในอนาคต รายได้ภาครัฐ (หรือค่าธรรมเนียมจัดเก็บ) ในแต่ละกรณีไม่แตกต่างกันมาก ✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ] และหากผู้ประกอบการที่เข้ามาให้บริการมีประสิทธิภาพเชิงต้นทุนและเชิงการตลาดก็จะสามารถสร้างกำไรจากการดำเนินงาน ✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ] ซึ่งพิจารณาจากส่วนเหลื่อมกำไรที่เป็นบวกธุรกิจจะสามารถดำเนินการและตอบสนองความต้องการในอนาคตได้อย่างยั่งยืน

ความเป็นไปได้ที่จะดำเนินการตามทางเลือกข้างต้น แม้ว่าทางเลือกที่ 3 จะเป็นแนวทางที่เศรษฐกิจโดยรวมของประเทศได้ประโยชน์จากการมีทางเลือกการใช้งานดาวเทียมจากทั้งผู้ให้บริการในประเทศและต่างประเทศ แต่การดำเนินการตามแนวทางดังกล่าวจำเป็นต้องพิจารณาความเป็นไปได้เชิงบวกและลบที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต โดยเฉพาะประเด็นด้านความสามารถของผู้ประกอบการสัญชาติไทยรายใหม่และรายเดิม และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการมีผู้ให้บริการต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศไทย ภาครัฐอาจให้เวลาผู้ประกอบการสัญชาติไทยในการปรับตัวและพัฒนาความสามารถในการแข่งขันในสภาวะตลาดเปิด โดยในระยะสั้นภาครัฐอาจจำกัดขอบเขตการให้บริการของผู้ให้บริการจากต่างประเทศเฉพาะที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสม (อาทิ การเปิดให้ผู้ให้บริการจากประเทศที่สัญญาต่างตอบแทนในการให้บริการ) และผู้ประกอบการมีเทคโนโลยีที่ประเทศไทยจำเป็นต้องใช้งานแต่ผู้ให้บริการในประเทศไม่สามารถให้บริการได้ ขณะที่ผู้ประกอบการสัญชาติไทยเองก็จำเป็นต้องพัฒนาความสามารถในการแข่งขันเชิงการตลาดและเชิงเทคโนโลยีเพื่อความยั่งยืนในการให้บริการในระยะยาว ทั้งนี้สามารถพิจารณาแต่ละทางเลือกดำเนินการในทางเลือกที่สามารถตอบสนองความต้องการใช้งานในอนาคตได้อย่างเพียงพอและเหมาะสม ทั้งนี้แต่ละทางเลือกมีความเป็นไปได้ทางบวกและทางลบ ความจำเป็นและเงื่อนไขการดำเนินการที่เหมาะสม ดังพิจารณาได้จากตารางดังต่อไปนี้

ทางเลือก	ความเป็นไปได้ทางบวกและทางลบ	ความจำเป็นและเงื่อนไขในการดำเนินการ
ทางเลือกที่ 1: การอนุญาตให้สิทธิประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศอย่างเสรี (Satellite License) ซึ่งอาจเป็นผู้ให้บริการรายเดิมและ/หรือรายใหม่	**ความเป็นไปได้ทางบวก:** ▪ ผู้ประกอบการรายเดิมหรือผู้ประกอบการรายใหม่ที่เข้ามาดำเนินการมีความสามารถในการแข่งขันสำหรับตลาดในประเทศและต่างประเทศ โดยสามารถดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพเชิงต้นทุน เพื่อตอบสนองความต้องการใช้งานดาวเทียมของประเทศได้อย่างเพียงพอและยั่งยืน	▪ รัฐไม่ควรสร้างอุปสรรคด้วยมาตรการด้านภาษีและมาตรการที่ไม่ใช่ภาษีที่อาจเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการ ▪ รัฐไม่ควรสร้างอุปสรรคด้วยมาตรการใด ๆ อันอาจเป็นอุปสรรคต่อบรรยากาศในการแข่งขันอย่างเสรี

ทางเลือก	ความเป็นไปได้ทางบวกและทางลบ	ความจำเป็นและเงื่อนไขในการดำเนินการ
	ความเป็นไปได้ทางลบ: ▪ ด้วยข้อจำกัดของขนาดตลาดในประเทศไทย ทำให้ผู้ประกอบการไม่สามารถสร้างรายได้ในประเทศได้ ▪ หากผู้ประกอบการไม่มีประสิทธิภาพเชิงต้นทุนในการดำเนินงาน อาจส่งผลต่อความยั่นยืนในการดำเนินธุรกิจและการให้บริการความจุดาวเทียมในประเทศไทยในระยะยาว ▪ ผู้ประกอบการดาวเทียมรายใหม่ไม่มีประสบการณ์ อาจส่งผลต่อความสามารถในการให้บริการความจุดาวเทียมในประเทศไทยในระยะยาว	▪ การจัดเก็บค่าธรรมเนียมไม่ควรสูงเกินไปเพื่อไม่สร้างภาระเชิงต้นทุนให้แก่ผู้ประกอบการ ▪ ช่วงแรกภาครัฐอาจกำหนดนโยบายให้การสนับสนุนผู้ประกอบการให้มีความสามารถในการแข่งขัน หรือการสนับสนุนด้านเงินทุนดอกเบี้ยต่ำ แต่ไม่ควรให้การสนับสนุนผู้ประกอบการในระยะยาว เนื่องจากไม่สร้างผลดีต่อการสร้างความสามารถในอนาคต
ทางเลือกที่ 2: การให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศ (Landing Rights)	**ความเป็นไปได้ทางบวก:** ▪ สามารถตอบสนองความต้องการใช้งานความจุดาวเทียมในประเทศไทยได้ ด้วยความจุที่ยืดหยุ่นตามความต้องการของประเทศไทยในแต่ละช่วงเวลา ▪ สามารถให้บริการในราคาที่สมเหตุผล และคุณภาพการบริการที่เหมาะสม ▪ สามารถให้บริการในเทคโนโลยีและบริการที่ประเทศไทยมีความต้องการ แต่ยังไม่มีผู้ให้บริการที่มีศักยภาพในประเทศ **ความเป็นไปได้ทางลบ:** ▪ นโยบายเปิดตลาดจำเป็นต้องพิจารณาถึงผลกระทบต่อผู้ประกอบการไทย เนื่องจากผู้ประกอบการไทย (ซึ่งอาจจะเป็นรายเดิมและ/หรือรายใหม่) อาจมีความสามารถในการแข่งขันเชิงการตลาด เชิงต้นทุน และเชิงเทคโนโลยีด้อยกว่าผู้ประกอบการต่างประเทศ	▪ รัฐควรคำนึงถึงประโยชน์เชิงเศรษฐกิจและสังคมของประเทศในการได้รับบริการในราคาและคุณภาพที่เหมาะสมเป็นสำคัญ และสร้างเงื่อนไขการแข่งขันที่เป็นธรรมระหว่างผู้ประกอบการสัญชาติไทยและชาวต่างประเทศ ▪ รัฐอาจกำหนดมาตรการทางภาษีด้วยการจัดเก็บค่าธรรมเนียมแรกเข้าและค่าธรรมเนียมรายปีจากผู้ประกอบการต่างชาติ และการกำหนดมาตรการที่ไม่ใช่ภาษี เช่น การกำหนดเงื่อนไขและคุณสมบัติในการเข้าตลาดของผู้ประกอบการ เพื่อเป็นการสร้างเงื่อนไขไม่ให้ผู้ประกอบการต่างชาติเข้ามาประกอบกิจการในประเทศได้โดยเสรีจนอาจมีการทุ่มตลาดและสร้างความเสียหายในแก่ประเทศในอนาคต
ทางเลือกที่ 3: ทางเลือกที่ 1 และทางเลือกที่ 2 ร่วมกน	**ความเป็นไปได้ทางบวก:** ▪ สามารถตอบสนองความต้องการใช้งานความจุดาวเทียมในประเทศไทย ▪ มีสภาพแวดล้อมในการแข่งขัน จากผู้ประกอบการสัญชาติไทยและต่างชาติในการให้บริการในราคาที่สมเหตุผล และคุณภาพการบริการที่แข่งขันได้ **ความเป็นไปได้ทางลบ:** ▪ นโยบายเปิดตลาดจำเป็นต้องพิจารณาถึงผลกระทบต่อผู้ประกอบการไทย เนื่องจากผู้ประกอบการไทย อาจมีความสามารถในการ	▪ รัฐควรคำนึงถึงประโยชน์เชิงเศรษฐกิจและสังคมของประเทศในการสร้างสภาพแวดล้อมในการแข่งขันที่เป็นธรรม ผู้ใช้บริการในประเทศได้รับบริการในราคาและคุณภาพที่เหมาะสม

ทางเลือก	ความเป็นไปได้ทางบวกและทางลบ	ความจำเป็นและเงื่อนไขในการดำเนินการ
	แข่งขันเชิงการตลาด เชิงต้นทุน และเชิงเทคโนโลยีด้อยกว่าผู้ประกอบการต่างประเทศ	

ตารางที่ 25: สรุปความเป็นไปได้และความจำเป็นในแต่ละทางเลือก

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

7 ภาคผนวก 1: คำนิยามและประเภทการใช้งานดาวเทียม

เนื้อหาในส่วนนี้แสดงคำอธิบาย คำนิยามประเภทความต้องการใช้งานดาวเทียม (Applications) ช่องความถี่ (Frequency Band) ภูมิภาคที่ทำการศึกษา (Regions) รวมถึงขอบเขตตลาด และระยะเวลาที่ทำการศึกษา เพื่อเป็นการสร้างกรอบความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการศึกษาความต้องการใช้งานตลาดดาวเทียมในบริบทระหว่างประเทศและบริบทของประเทศไทย

7.1.1 คำนิยามประเภทการใช้งานดาวเทียม (Satellite Applications)

การศึกษาความต้องการใช้งานดาวเทียม จำแนกประเภทตามความต้องการใช้งานดาวเทียมออกเป็น 8 ประเภท ได้แก่

1) การใช้งานดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (Direct-To-Home: DTH, Television Received-Only: TVRO)
2) การใช้งานดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution / Broadcasting)
3) การใช้งานดาวเทียมในการแพร่สัญญาณเฉพาะกิจ (Contribution & Occasional Use TV Service: OUTV)
4) การใช้งานดาวเทียมในระบบสัญญาณโทรศัพท์แบบดั้งเดิมและผู้ให้บริการโทรคมนาคม (Legacy Telephony & Carrier)
5) การใช้งานดาวเทียมในการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service & Very Small Aperture Terminal : VSAT)
6) การใช้งานดาวเทียมในการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Satellite Access Services)
7) การใช้งานดาวเทียมในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / Earth Station in Motion: ESIM)
8) การใช้งานดาวเทียมภาครัฐและการทหาร (Government / Military Service)

7.1.1.1 การใช้งานดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (Direct-To-Home: DTH, Television Received-Only: TVRO)

คำนิยาม

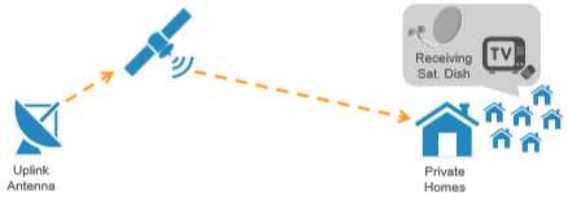
ระบบแพร่สัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมถึงผู้รับโดยตรง หรือ Direct-To-Home (DTH) เป็นบริการ ที่มีทั้งแบบไม่มีค่าใช้จ่าย (Free-to-air Distribution) และแบบสมัครสมาชิก (Subscription Based Distribution) ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการส่งสัญญาณดาวเทียมรายการโทรทัศน์ผ่านจานดาวเทียมไปยังสถานที่พักอาศัยของผู้บริโภค

การบริการแบบมีค่าใช้จ่ายหรือแบบสมัครสมาชิก ผู้ซื้อบริการโทรทัศน์ประเภทนี้มักมีค่าใช้จ่ายสูงในการรับบริการ อาจเป็นแบบรวมโปรแกรมโทรทัศน์หลายช่องไว้ด้วยกัน (Bundle of Channels and Services) หรือแบบรวมแพคเกจโปรแกรม (Tiered Programming Packages) ซึ่งเป็นการสร้างความแตกต่างของผู้ให้บริการ DTH

การให้บริการ DTH ปกติมักมีจำนวนช่องโทรทัศน์ไม่มาก มีการซื้อบัตรถอดรหัสเฉพาะ (Specific Decoder Card) ซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์เผยแพร่แบบ DTH ระบบการแพร่ภาพผ่านดาวเทียมด้วยระบบ DTH ประกอบด้วยการแพร่สัญญาณส่งตรงถึงผู้รับโดยตรง ดังต่อไปนี้

- สัญญาณโทรทัศน์ความชัดเจนแบบมาตรฐาน (Standard Definition)
- สัญญาณโทรทัศน์ความละเอียดสูง (High Definition)
- สัญญาณโทรทัศน์ดิจิทัลสามมิติ (3D Digital)
- สัญญาณโทรทัศน์ความละเอียดดีเยี่ยม (UltraHD Television)
- สัญญาณช่องวิทยุ (Radio Channels)
- สัญญาณโทรทัศน์อินเตอร์แอคทีพ (Interactive Channels)

การศึกษาครั้งนี้พิจารณาเฉพาะบริการ DTH ที่ให้เช่าความจุ (Lease Capacity) จากผู้ประกอบการดาวเทียม การให้บริการ DTH ที่เผยแพร่สัญญาณโทรทัศน์แบบเฉพาะ (เช่น DIREC TV และ DISH Network) จะไม่ถูกพิจารณาในส่วนนี้

ภาพโครงข่าย (Network Diagram)	ช่องความถี่ใช้งานหลัก (Main Band Usage)
	**C-Band** **Ku-Band** **Ka-Band**

7.1.1.2 การใช้งานดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution / Broadcasting)

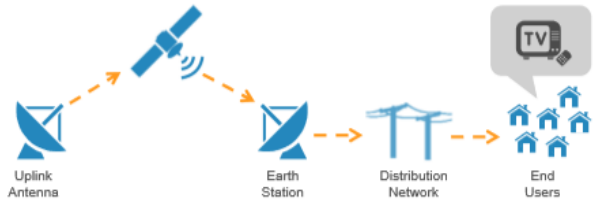
คำนิยาม

การให้บริการแพร่ภาพสัญญาณแบบถ่ายทอดต่อ ณ สถานีดาวเทียมภาคพื้นดินแก่กลุ่มเป้าหมายผู้รับชมโทรทัศน์และวีดีโอ โดยทั่วไปผู้ผลิตเนื้อหารายการและเจ้าของรายการ (Content Producers and Owners) บริษัทผู้ผลิตสื่อ (Media Companies) โครงข่ายโทรทัศน์หลัก (Major TV Networks) หน่วยงานผลิตข่าว (News Organizations) หน่วยงานภาครัฐ และผู้ให้บริการเคเบิลทีวี (Cable/IPTV Network Operators) คือ ผู้ต้องการซื้อความจุดาวเทียมนี้

ระบบแพร่ภาพสัญญาณโทรทัศน์ (Distribution / Broadcasting) ประกอบด้วยการแพร่ภาพสัญญาณดังต่อไปนี้

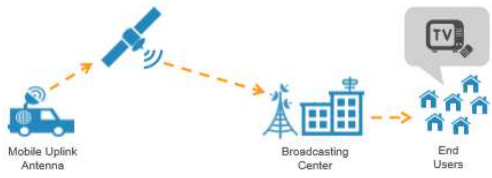
- สัญญาณโทรทัศน์อนาล็อกความละเอียดมาตรฐาน (Analog Standard Definition)
- โทรทัศน์ความละเอียดสูง (High Definition)
- โทรทัศน์ดิจิทัลสามมิติ (3D Digital)
- โทรทัศน์ความละเอียดดีเยี่ยม (UHD Television)
- ช่องวิทยุ (Radio Channels)
- โทรทัศน์อินเตอร์แอคทีพ (Interactive Channels)
- เคเบิลทีวีและเครือข่าย IPTV

ตลาดเป้าหมาย คือ การให้บริการเคเบิลช่องออกอากาศแบบไม่มีค่าใช้จ่าย (Cable Head-ends) ช่องรายการขนาดเล็ก (Small Channel Bouquets) และการแพร่สัญญาณโครงข่ายโทรทัศน์ (ทั้งช่องระดับชาติและช่องเอกชน) ในพื้นที่ท้องถิ่นและยังหอแพร่ภาพกระจายเสียงทั้งแบบอนาล็อกและแบบดิจิทัล

ภาพโครงข่าย (Network Diagram)	ช่องความถี่ใช้งานหลัก (Main Band Usage)
	C-Band Ku-Band Ka-Band ความถี่ใช้งานหลัก ได้แก่ C-Band

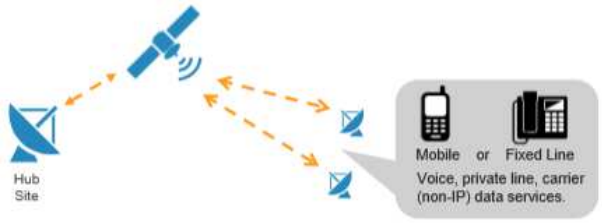
7.1.1.3 การใช้งานดาวเทียมในการแพร่สัญญาณเฉพาะกิจ (Contribution & Occasional Use TV Service: OUTV)

คำนิยาม
ความต้องการความจุดาวเทียมเพื่อการแพร่สัญญาณเฉพาะกิจ มักเข้าใจกันในรูปแบบความต้องการเพื่อการถ่ายทอดสดหรือการถ่ายทอดกรณีพิเศษ บริษัทสื่อเครือข่ายโทรทัศน์รายใหญ่ หน่วยงานข่าว ผู้ให้บริการโทรทัศน์แบบมีค่าใช้จ่าย ผู้ผลิตสื่อวีดีโอคอนเท้นท์ มักเป็นกลุ่มผู้ต้องการซื้อความจุดาวเทียมเพื่อการแพร่สัญญาณเฉพาะกิจไปยังผู้รับชมรายการโทรทัศน์ เนื้อหารายการจะถูกบริหารจัดการ ตัดต่อ หรือแก้ไขก่อนการแพร่สัญญาณไปยังผู้รับชม การแพร่สัญญาณสื่อสามารถทำได้ด้วยสัญญาณอนาล็อกหรือดิจิทัลก็ได้ การศึกษาครั้งนี้พิจารณาการให้บริการแพร่สัญญาณโทรทัศน์เฉพาะกิจ ซึ่งต้องการใช้ความจุดาวเทียมโดยอาจทำสัญญาซื้อความจุในระยะสั้นหรือระยะยาว กล่าวคือ การทำสัญญาซื้อความจุอาจเริ่มตั้งแต่การทำสัญญาหน่วยเป็นนาทีจนถึงหน่วยระยะเวลาเป็นเดือน นอกจากนี้ การให้บริการแพร่สัญญาณเฉพาะกิจยังซื้อความจุดาวเทียมสำหรับการแพร่ภาพข่าว (Satellite News Gathering: SNG) ด้วย

ภาพโครงข่าย (Network Diagram)	ช่องความถี่ใช้งานหลัก (Main Band Usage)
	C-Band Ku-Band Ka-Band ความถี่ใช้งานหลัก ได้แก่ C-Band

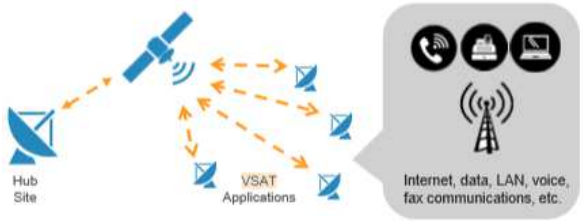
7.1.1.4 การใช้งานดาวเทียมในระบบสัญญาณโทรศัพท์แบบดั้งเดิมและผู้ให้บริการโทรคมนาคม (Legacy Telephony & Carrier)

คำนิยาม
ผู้ให้บริการโทรศัพท์แบบดั้งเดิมและผู้ให้บริการโทรคมนาคม เป็นกลุ่มผู้ต้องการใช้งานความจุดาวเทียมในการให้บริการเชื่อมต่อจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง (Point-To-Point Services) อาทิ การส่งสัญญาณเสียง (Transport of Switched Circuit Voice) ในประเทศและระหว่างประเทศ การส่งข้อมูล และการส่งความจุของผู้ซื้อความจุ ซึ่งเป็นผู้ให้บริการโทรคมนาคมระดับ 1 (Tier One Carriers) ในการให้บริการโทรคมนาคมที่หลากหลาย อาทิ การให้บริการวงจรสื่อสารข้อมูลส่วนบุคคล (Private Line Services) นอกจากนั้นยังรวมถึงให้เช่าความจุ (Capacity Leasing) เพื่อใช้เป็นเส้นทางสำรอง (Backup) สำหรับเคเบิลภาคพื้นดินและเคเบิลใต้น้ำ และการให้บริการความจุช่องสัญญาณ (Overspill Services) ในกรณีที่โครงข่ายภาคพื้นดินเกิดเหตุขัดข้อง หรือการให้บริการในระยะสั้นกรณีที่มีความต้องการสูงมากกว่าปกติ โดยปกติแล้วการให้บริการของผู้ให้บริการโทรคมนาคมระดับ 1 (Tier one carrier) ประกอบด้วย ผู้ให้บริการโครงข่ายโทรศัพท์ที่ให้บริการสัญญาณเสียงและข้อมูล และผู้ให้บริการเชื่อมต่อโครงข่ายจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

ภาพโครงข่าย (Network Diagram)	ช่องความถี่ใช้งานหลัก (Main Band Usage)
	**C-Band** **Ku-Band** **Ka-Band** ความถี่ใช้งานหลัก ได้แก่ C-Band

7.1.1.5 การใช้งานดาวเทียมในการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service & Very Small Aperture Terminal : VSAT)

คำนิยาม
การใช้งานดาวเทียมในการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Services) พิจารณารวมถึงการให้บริการสื่อสารผ่านดาวเทียมที่ใช้จานสายอากาศขนาดเล็ก (Very Small Aperture Terminal: VSAT) การให้บริการเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ตโปรโตคอล (IP Trunking Services) และการให้บริการเชื่อมต่อสัญญาณกลับไปยังโครงข่ายหลัก (Backhaul Services) ความต้องการความจุดาวเทียมเพื่อให้บริการสื่อสารข้อมูล มุ่งพิจารณาความจุในการให้บริการสื่อสารผ่านดาวเทียมที่ใช้จานสายอากาศขนาดเล็ก (VSAT Satellite) ดาวเทียมสื่อสารความเร็วสูง (Broadband Satellite) และการเชื่อมต่อไปยังเครือข่ายหลักแบบไร้สาย (Wireless Backhaul) ประเด็นสำคัญในการพิจารณาความต้องการใช้งานดาวเทียมในการศึกษานี้ คือ การประมาณความต้องการส่วนย่อย (Segments) หรืออุปสงค์หรือความต้องการความจุช่องความถี่ C- band, Ku- band และ Widebeam Ka-band รวมถึง GEO-HTS/NGEO-HTS ในแต่ละภูมิภาคของโลก ซึ่งน้อยกว่าความต้องการส่วนย่อยอุปทานและอุปสงค์ของโลก (Global Satellite Capacity Supply) ที่อาจเกิดขึ้นจริง โดยเฉพาะในส่วนความต้องการใช้บริการความจุเพื่อการให้บริการเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ต เช่น บริการ IP Trunking เป็นต้น

ภาพโครงข่าย (Network Diagram)	ช่องความถี่ใช้งานหลัก (Main Band Usage)
	C-Band Ku-Band Ka-Band ความถี่ใช้งานหลัก ได้แก่ C-Band

7.1.1.6 การใช้งานดาวเทียมในการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Satellite Access Services)

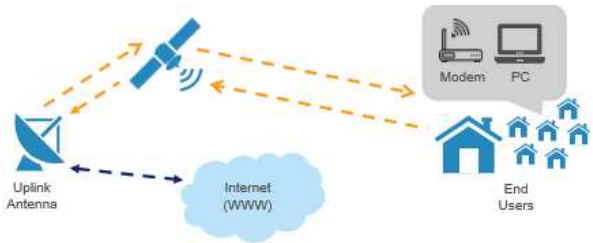
คำนิยาม

บริการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access Services) เป็นบริการอินเทอร์เน็ตที่สามารถใช้ประโยชน์จากความจุของดาวเทียมในการให้บริการแก่ลูกค้ากลุ่มผู้พักอาศัย (Residential) ร้านค้า (SOHO) ผู้ประกอบการขนาดเล็กและขนาดกลาง (SME) หรือองค์กร

โดยปกติแล้วการให้บริการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็งสูงผ่านดาวเทียม เป็นบริการทดแทนบริการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงภาคพื้นดิน เช่น การทดแทนการให้บริการบรอดแบนด์ด้วยเทคโนโลยีการสื่อสารความเร็วสูงผ่านสายโทรศัพท์ (DSL) หรือการให้บริการอินเตอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านเครือข่ายใยแก้วนำแสง (FTTx) ไปยังพื้นที่ที่ยังเข้าไม่ถึง หรือในพื้นที่ที่มีคุณภาพสัญญาณการให้บริการภาคพื้นดินต่ำ

ข้อแตกต่างที่สำคัญระหว่างการให้บริการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านดาวเทียม และเครือข่ายดาวเทียม VSAT คือ บริการเข้าถึงด้วยการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูงเป็นการบริการอินเทอร์เน็ตแบบ “Best effort” และไม่มีข้อกำหนดด้าน "เครือข่าย" ในแต่ละพื้นที่และจำนวนผู้ใช้ลงทะเบียนใช้งาน ซึ่งต่างกับเครือข่าย VSAT

ความต้องการใช้งานของดาวเทียมสื่อสารความจุสูง (HTS capacity) เช่น HughesNet, Exede หรือ Tooway คาดว่าความต้องการจะเทียบเท่ากับการเช่าซื้อความจุแบบขายส่ง (Wholesale Capacity Leasing) หรือคล้ายคลึงกับตลาดช่องสัญญาณดาวเทียมแบบดั้งเดิมของดาวเทียมผู้ให้บริการประจำที่ (Fixed Satellite Service: FSS Transponder Market) แนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นของความดาวเทียมสื่อสารความจุสูงจะสามารถเทียบเคียงได้กับรายได้จากการขายส่งความจุในตลาดนั้น ๆ

ภาพโครงข่าย (Network Diagram)	ช่องความถี่ใช้งานหลัก (Main Band Usage)
	C-Band Ku-Band Ka-Band ความถี่ใช้งานหลัก ได้แก่ C-Band, Ka-Band

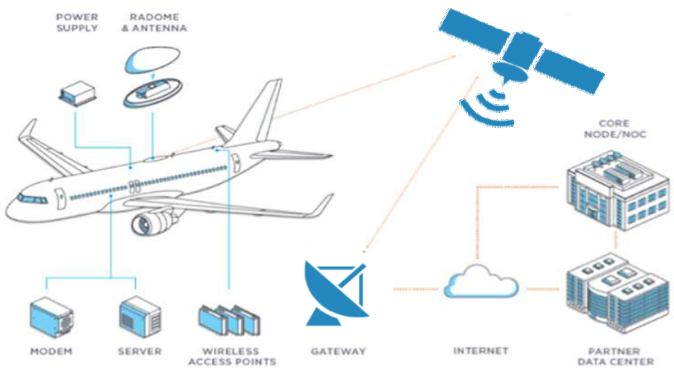
7.1.1.7 การใช้งานดาวเทียมในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / Earth Station in Motion: ESIM)

คำนิยาม

ตลาดการขนส่งเชิงพาณิชย์ หมายถึง การให้บริการเช่าความจุสำหรับการให้บริการระหว่างการเดินทาง การขนส่งเชิงพาณิชย์แก่ลูกค้าทั้งหมด (ยกเว้นการให้บริการแก่ลูกค้าภาครัฐและการทหาร) แอพพลิเคชันหลักในการให้บริการดาวเทียมสำหรับกลุ่มการขนส่งเชิงพาณิชย์ ได้แก่ การเดินเรือสมุทรและแพลตฟอร์มนอกชายฝั่ง การบิน และการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ภาคพื้นดิน

การคาดการณ์กลุ่มตลาดการขนส่งเชิงพาณิชย์นี้มีความต้องการหลักมาจากตลาดการบินด้วยระบบสื่อสารดาวเทียม ตลาดเดินเรือทางทะเล และแพลตฟอร์มนอกชายฝั่ง และตลาดการสำรวจและการขนส่งพลังงาน

ความต้องการของตลาดการเดินเรือสมุทร (Maritime Satellite Markets: MSM) ตลาดการบินด้วยระบบสื่อสารดาวเทียม (Aeronautical Markets via Satellite: AMS) และตลาดพลังงาน (Energy Markets Via Satellite: EMVS) มุ่งเน้นการพิจารณาความจุในการ "ใช้ประโยชน์ (Capacity Utilized) " มากกว่าความจุ "เช่า (Capacity Leased)" โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประมาณการความต้องการในตลาดเกิดใหม่ ซึ่งจำเป็นต้องปรับข้อมูลความต้องการความจุตามความการใช้งานความจุของดาวเทียมรุ่นล่าสุด ซึ่งเป็นดาวเทียมความจุสูง (High Throughput Satellite: HTS) ยกตัวอย่างเช่น การใช้งานความจุดาวเทียม HTS ของ Inmarsat's Global Xpress ซึ่งความจุที่ใช้สำหรับบริการเทียบเท่ากับการเช่าแบบขายส่ง (Wholesale Leasing)

ภาพโครงข่าย (Network Diagram)	ช่องความถี่ใช้งานหลัก (Main Band Usage)
	**C-Band** **Ku-Band** **Ka-Band** ความถี่ใช้งานหลัก ได้แก่ C-Band

7.1.1.8 การใช้งานดาวเทียมภาครัฐและการทหาร (Government / Military Service)

คำนิยาม

ตลาดหลักในการให้บริการดาวเทียมในส่วนนี้ คือ การให้บริการของภาครัฐ กิจการทางการทหาร รวมถึงการให้เช่าความจุปริมาณมาก (Bulk Leasing) แก่ภาครัฐและการทหารเพื่อประโยชน์สาธารณะ ความจุสำหรับยานพาหนะไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAVs) และการเดินเรือทางทะเลของรัฐบาล การบินการ คมนาคมการสื่อสารทางทหารภาคประจำที่ (Communications-on-the-pause: COTP) การสื่อสารทางทหารภาคเคลื่อนที่ (Communications-on-the-move: COTM)

การประมาณการความต้องการความจุภาครัฐและการทหาร พิจารณาจากข้อมูลรายงานภาครัฐและภาคการทหาร และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้พิจารณาความต้องการใช้งานความจุดาวเทียม HTS ในการประมาณการความต้องการใช้งานในอนาคตไว้แล้ว

ภาพโครงข่าย (Network Diagram)	ช่องความถี่ใช้งานหลัก (Main Band Usage)
ตามความต้องการโครงข่ายของภาครัฐและการทหาร	**C-Band** Ku-Band Ka-Band ความถี่ใช้งานหลัก ได้แก่ C-Band

7.1.2 คำนิยามแถบความถี่ดาวเทียม (Satellite Frequency Band)

แถบความถี่ดาวเทียมสื่อสาร (Frequency Band) สามารถพิจารณาตามช่วงความถี่ (Frequency Range) การใช้งานได้ดังตารางต่อไปนี้

คำนิยามแถบความถี่ (Frequency Band)		ช่วงความถี่ (Range)
VHF	แถบความถี่ที่นำมาใช้มากในการให้บริการดาวเทียมในอดีต โดยเฉพาะในกิจการดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (Meteorological Satellites) ซึ่งส่งข้อมูลและภาพสภาพอากาศด้วยคุณภาพความละเอียดต่ำ และอัตราการดาวโหลดข้อมูลขาลง (Downlink) ในอัตราต่ำ	30 - 300 MHz
UHF	แถบความถี่ที่มีความต้องการใช้ในการให้บริการดาวเทียมนำทาง การระบุตำแหน่ง เวลา และความถี่มาตรฐาน โดยเป็นการใช้ในการสื่อสารแบบเคลื่อนที่ และใช้ในกิจการดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา	300 MHz - 1 GHz
L-Band	แถบความถี่ที่สามารถให้บริการดาวเทียมได้หลากหลายมาก ครอบคลุมการจัดสรรย่อยตำแหน่งวงโคจรได้หลายตำแหน่ง ซึ่งความถี่ในช่วงนี้ถูกนำมาใช้กับดาวเทียมของระบบ GPS นำทางของประเทศสหรัฐอเมริกา และระบบนำทางด้วยดาวเทียม GNSS (Global Navigation Satellite Systems) อื่น ๆ อาทิ GLONASS Galileo และ Beidou เป็นต้น นอกจากนี้ ยังใช้ในการให้บริการสื่อสารผ่านดาวเทียมเคลื่อนที่ แถบความถี่นี้เป็นช่วงหลักในการให้บริการดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งมีคุณภาพการส่งข้อมูลขาลงที่ความละเอียดภาพสูง	1 – 2 GHz
S-Band	แถบความถี่ในการปฏิบัติการและวิจัยอวกาศ รวมถึงห้วงอวกาศไกล (Deep Space) โดยเป็นช่วงแถบคลื่นที่เชื่อมการสื่อสารระหว่างวงโคจรของโลก (Earth Orbit) และตำแหน่งสื่อสารประจำที่ (Fixed point-to-point) และใช้สำหรับดาวเทียมแพร่สัญญาณ (Broadcast Satellites) อย่างไรก็ตาม แถบความถี่นี้นำมาใช้ในบางประเทศในเอเชียและตะวันออกกลางเท่านั้น	2 – 4 GHz
แถบความถี่ (Frequency Band)		**ช่วงความถี่ (Range)**
C-Band	แถบคลื่นความพี่ซึ่งใช้งานหลักสำหรับการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite Communications) สำหรับเครือข่ายโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (satellite TV	4 – 8 GHz

คำนิยามแถบความถี่ (Frequency Band)		ช่วงความถี่ (Range)
	Networks) หรือ การถ่ายทอดสดผ่านดาวเทียม (Raw Satellite Feeds) มักใช้ในพื้นที่ที่มีฝนตกชุกหนาแน่นได้มีประสิทธิภาพกว่า Ku-Band เนื่องจากเม็ดฝนจะทำให้เกิดการหักเหและดูดกลืนพลังงานของสัญญาณ (Rain Fade Effect) C-Band เหมาะสำหรับการจัดสรรเพื่อการแพร่ภาพสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมระหว่างประเทศ	
X-Band	แถบความถี่สำหรับการปฏิบัติการและวิจัยอวกาศ รวมถึงห้วงอวกาศไกล (Deep Space) การวิจัยสิ่งแวดล้อม และการสื่อสารทางการทหาร มีดาวเทียมและยานอวกาศจำนวนมากที่สามารถส่งสัญญาณ S-Band และ X-Band ได้ นอกจากนั้นแถบความถี่ X-Band ยังถูกใช้ในสถาบันพลเรือนทหาร (Civil / Military) และองค์กรภาครัฐบาลเพื่อเฝ้าระวังสภาพอากาศ ควบคุมการจราจรทางอากาศ การควบคุมการเรือเดินสมุทร เป็นต้น	8 – 12 GHz
Ku-Band	แถบความถี่ใช้สำหรับการสื่อสารผ่านดาวเทียมและการแพร่สัญญาณโทรทัศน์ภายในประเทศ	12 – 18 GHz
Ka-Band	แถบความถี่ที่มักนำมาใช้สำหรับดาวเทียมเพื่อการสื่อสาร มีการนำแถบความถี่นี้มาใช้มากขึ้น โดยนำมาใช้กับดาวเทียมต่าง ๆ ที่หลากหลายชนิด เช่น ดาวเทียมสำหรับผู้ใช้บริการประจำที่ (Fixed Satellite Service: FSS) ดาวเทียมสำหรับการแพร่สัญญาณโทรทัศน์ (Broadcasting Satellite Service: BSS) ดาวเทียมสำรวจสิ่งแวดล้อมโลก และดาวเทียมที่ใช้ในการปฏิบัติการทางอวกาศมากขึ้นในอนาคต เนื่องจากสามารถรองรับอัตราการรับส่งข้อมูลสูงกว่าแถบความถี่ต่ำ แต่ไม่เหมาะกับภูมิภาคเขตร้อนของโลก เนื่องจากการลดทอนของสัญญาณจากเม็ดฝน	26.5–40 GHz

ตารางที่ 26: คำนิยามแถบความถี่ดาวเทียม

แต่ละแถบความถี่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการให้บริการดาวเทียมสื่อสาร พิจารณาตามประเภทการใช้งานที่เหมาะสมในแต่ละแถบความถี่ได้ดังตารางต่อไปนี้

แถบความถี่ (Frequency Band)	การใช้งานดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (Direct-To-Home: DTH, Television Received-Only: TVRO)	การใช้งานดาวเทียมในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution / Broadcasting)	การใช้งานดาวเทียมในการแพร่สัญญาณเฉพาะกิจ (Contribution & Occasional Use TV Service: OUTV)	การใช้งานดาวเทียมในระบบสัญญาณโทรศัพท์แบบดั้งเดิมและผู้ให้บริการโทรคมนาคม (Legacy Telephony & Carrier)	การใช้งานดาวเทียมในการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service & Very Small Aperture Terminal : VSAT)	การใช้งานดาวเทียมในการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Satellite Access Services)	การใช้งานดาวเทียมในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility Service / Earth Station in Motion: ESIM)	การใช้งานดาวเทียมภาครัฐและการทหาร (Government / Military Service)
VHF							O	O
UHF							O	O
L Band					O		O	O
S Band							O	
C Band	O	O	O	O	O	O		
X Band					O			O
Ku Band	O	O	O		O		O	O
Ka Band					O		O	

ตารางที่ 27: คำนิยามแถบความถี่และประเภทการใช้งาน (Satellite Application)

7.1.3 ประเภทดาวเทียมสื่อสารและการวัดค่าเชิงปริมาณ

การศึกษาดาวเทียมในครั้งนี้ให้ความสำคัญกับการใช้ประโยชน์ดาวเทียมในการสื่อสาร ซึ่งเป็นความต้องการหลักและเป็นความต้องการที่มีอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยทั่วไปประเภทดาวเทียมสื่อสารสามารถจำแนกออกได้เป็น ดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite) และดาวเทียมแบบความจุสูง (High-Throughput Satellite: HTS) โดยดาวเทียมทั้งสองประเภทนี้ถูกนำมาใช้ประโยชน์แตกต่างกันดังนี้คือ

- ดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite) เป็นดาวเทียมที่ใช้ในการให้บริการหลักในการแพร่สัญญาณโทรทัศน์และวิทยุ ซึ่งเป็นการให้บริการสำหรับผู้ใช้บริการแบบประจำที่ (Fixed Satellite Service: FSS) ใช้งานบนแถบความถี่ C-Band และ Ku-Band เป็นหลัก และมีการใช้งานบางส่วนบนแถบความถี่ Ka- Band เพื่อการให้บริการส่งสัญญาณจากสถานีภาคพื้นดินส่งขึ้นไปยังดาวเทียมและสัญญาณจะขยายและถูกส่งกลับมายังสถานีภาคพื้นดินที่อยู่ภายใต้พื้นที่ครอบคลุมของดาวเทียม

- ดาวเทียมแบบความจุสูง (High-Throughput Satellite: HTS) หรือดาวเทียมบรอดแบนด์ (Broadband Satellite) เป็นดาวเทียมที่ให้บริการบรอดแบนด์อินเทอร์เน็ต ใช้งานบนแถบความถี่ C-Band Ku-Band และ Ka-Band เป็นเทคโนโลยีดาวเทียมที่มีคลื่นความถี่สูงและมีความแรงครอบคลุมพื้นดินให้บริการจำกัดเป็นวงกลมรัศมีแคบหลายวงเรียงติดกัน ดาวเทียมแบบความจุสูงนี้มีความจุดาวเทียมที่สามารถใช้จัดสรรคลื่นความถี่ในการให้บริการได้มากกว่าเมื่อเทียบกับดาวเทียมแบบทั่วไป จึงมีประสิทธิภาพเชิงต้นทุนต่อกิกะบิตต่อวินาทีสูง และมักถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการให้บริการบรอดแบนด์อินเทอร์เน็ตความเร็วสูงในพื้นที่ซึ่งการให้บริการภาคพื้นดินยังไม่สามารถเข้าถึง

การศึกษาเชิงปริมาณอุปสงค์และอุปทานความจุดาวเทียม พิจารณาหน่วยวัดค่าการศึกษาความต้องการใช้งานดาวเทียม ออกเป็น 2 กรณี ดังต่อไปนี้

- ปริมาณการใช้งานดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite) วัดขนาดความจุเป็นจำนวนช่องสัญญาณดาวเทียมความถี่ (Transponder) หน่วยเป็น 36 เมกกะเฮิรตซ์ หรือ 36 MHz Transponder Equivalents: TPEs การวัดหน่วยเป็น 36 MHz TPEs นี้ เป็นหน่วยวัดพื้นฐานอ้างอิงกับความจุของช่องรับส่งสัญญาณดาวเทียม ซึ่งหนึ่งช่องรับส่งสัญญาณดาวเทียมให้มีขนาดเทียบเท่ากับความจุ 36 MHz

- ปริมาณการใช้งานดาวเทียมแบบความจุสูง (High-Throughput Satellite: HTS) วัดขนาดความจุเป็นหน่วย กิกะบิตต่อวินาที หรือ Gigabits Per Second: Gbps เนื่องจากดาวเทียมประเภทนี้ใช้งานหลักเพื่อการรับส่งข้อมูลอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง หน่วยวัดค่าจึงถูกวัดเป็นอัตราความเร็วในการส่งข้อมูล ในการศึกษาครั้งนี้ สามารถจำแนกดาวเทียมแบบความจุสูงนี้ ออกเป็น 2 กลุ่ม

ได้แก่ ดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (Geostationary Satellite) และดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (Non Geostationary Satellite)

นอกจากการพิจารณาดาวเทียมสื่อสาร โดยจำแนกออกเป็นประเภทดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite) และดาวเทียมแบบความจุสูง (High-Throughput Satellite: HTS) แล้ว การจำแนกประเภทของดาวเทียมยังสามารถจำแนกตามวัตถุประสงค์ในการใช้งานได้ดังนี้

- ดาวเทียมสื่อสาร (Communication Satellite: Comsat) มีวัตถุประสงค์การใช้งานด้านการสื่อสารโทรคมนาคม การเชื่อมต่อเครือข่ายการสื่อสารภายในประเทศและระหว่างประเทศ อาทิ การแพร่สัญญาณโทรทัศน์ การสื่อสารทางโทรศัพท์ การใช้งานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง เป็นต้น ดาวเทียมประเภทนี้ทำงานตลอดเวลา 24 ชั่วโมง โดยรับส่งสัญญาณระหว่างสถานีภาคอวกาศและสถานีภาคพื้นดิน วิถีการโคจรของดาวเทียมสื่อสารเป็นแบบวงโคจรค้างฟ้า (Geostationary Orbit หรือ Geostationary Earth Orbit: GEO) รัศมีพื้นที่ครอบคลุมการให้บริการในบริเวณประเทศที่ให้บริการหลักและประเทศใกล้เคียง ยกตัวอย่างดาวเทียมสื่อสารของประเทศไทย ได้แก่ ดาวเทียมไทยคม 5 6 7 และ 8 เป็นต้น
- ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร (Earth Observation Satellites) วัตถุประสงค์การใช้งานด้านการศึกษาลักษณะเชิงภูมิศาสตร์ อาทิ การศึกษาเชิงธรณีวิทยา อุทกวิทยา วนศาสตร์ การสำรวจพื้นที่ทางการเกษตร และการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ ตัวอย่างดาวเทียมสำรวจทรัพยากรของประเทศไทย ได้แก่ ดาวเทียมธีออส (Thailand Earth Observation Satellite: THEOS) ซึ่งเป็นดาวเทียมภายใต้ความร่วมมือระหว่างกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และบริษัท Astrium S.A.S. ประเทศฝรั่งเศส ปัจจุบันดาวเทียม THEOS อยู่ภายใต้การดำเนินงานของสำนักพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ Geo-Informatics and Space Technology Development Agency: GISTDA
- ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (Meteorological Satellite) มีวัตถุประสงค์การใช้งานด้านศึกษาและสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับสภาพอากาศ เช่น อุณหภูมิ การเคลื่อนที่ของความกดอากาศ หรือสภาพทางภูมิอากาศอื่น ๆ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้จากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาจะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์และการประกาศเตือนภัยพิบัติต่าง ๆ โดยทั่วไปดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาเป็นดาวเทียมประเภทวงโคจรค้างฟ้า (GEO) และดาวเทียมที่มีวงโคจรต่ำ (Near Polar Orbiting Meteorological Satellite) ตัวอย่างดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ดาวเทียมแบบค้างฟ้าชื่อ GOES-9 และ MTSAT-1 ของประเทศญี่ปุ่น
- ดาวเทียมบอกตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Navigation Satellite) มีวัตถุประสงค์เพื่อบอกตำแหน่งของวัตถุต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก เป็นระบบนำร่องให้แก่เรือและเครื่องบินจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่ง และสามารถใช้กำหนดตำแหน่งเพื่อวางแผนการก่อสร้างระบบสาธารณูปโภค และหาตำแหน่งสถานที่ที่ต้องการเดินทางไปโดยใช้ระยะทางสั้นที่สุด ระบบหาตำแหน่งของดาวเทียมนี้ เรียกว่า

Global Positioning Satellite System: GPS โดยวิถีวงโคจรของดาวเทียมประเภทนี้จะสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (Sun Synchronous) ยกตัวอย่างดาวเทียมประเภทนี้ ได้แก่ กลุ่มดาวเทียมบอกตำแหน่ง Navstar ของประเทศสหรัฐอเมริกา

- ดาวเทียมสมุทรศาสตร์ (Marine Observation Satellite / Oceanography Satellite) มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจทางทะเล การใช้งานโดยนักวิทยาศาสตร์ทางทะเลในการวิเคราะห์และตรวจจับความเคลื่อนไหวในท้องทะเล อาทิ ความแปรปรวนของกระแสน้ำ การเคลื่อนที่ของคลื่น แหล่งปะการัง สิ่งมีชีวิตทางทะเล และสภาพแวดล้อมนิเวศทางทะเลต่าง ๆ ตัวอย่างดาวเทียมสมุทรศาสตร์ ได้แก่ ดาวเทียม Mos1 ของประเทศญี่ปุ่น
- ดาวเทียมสำรวจอวกาศ (Astronomy Satellite) มีวัตถุประสงค์เพื่อการสำรวจอวกาศ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สิ่งมีชีวิต และสภาวะต่าง ๆ ในอวกาศ ดาวเทียมประเภทนี้จะถูกส่งขึ้นไปสูงกว่าดาวเทียมแบบอื่น ๆ หรืออยู่เหนือชั้นบรรยากาศของโลก ตัวอย่างดาวเทียมสำรวจอวกาศ ได้แก่ ดาวเทียม Mars Probe ขององค์การนาซ่า (NASA) และดาวเทียม Moon Probe Chang'e 5-T1 ของประเทศจีน
- ดาวเทียมจารกรรม (Surveillance or Spy Satellite) มีวัตถุประสงค์เพื่อการสอดแนมและการค้นหาทางการทหาร ใช้ในการสืบหาตำแหน่งและรายละเอียดที่ต้องการ สามารถใช้ในสภาวะไร้แสงสว่างและมีแสงสว่าง สามารถตรวจหาคลื่นวิทยุเพื่อการสอดแนมทางการทหารของประเทศตรงข้าม ตัวอย่างดาวเทียมประเภทนี้ ได้แก่ ดาวเทียม DS3 และดาวเทียม COSMOS ของสหภาพรัสเซีย และดาวเทียม Big Bird และดาวเทียม COSMOS 389 Elint ของสหรัฐอเมริกา

สำหรับประเทศไทย ปัจจุบันมีดาวเทียมจำแนกตามวัตถุประสงค์การใช้งานอยู่ 2 ประเภท คือ ดาวเทียมสื่อสาร และดาวเทียมสำรวจทรัพยากร

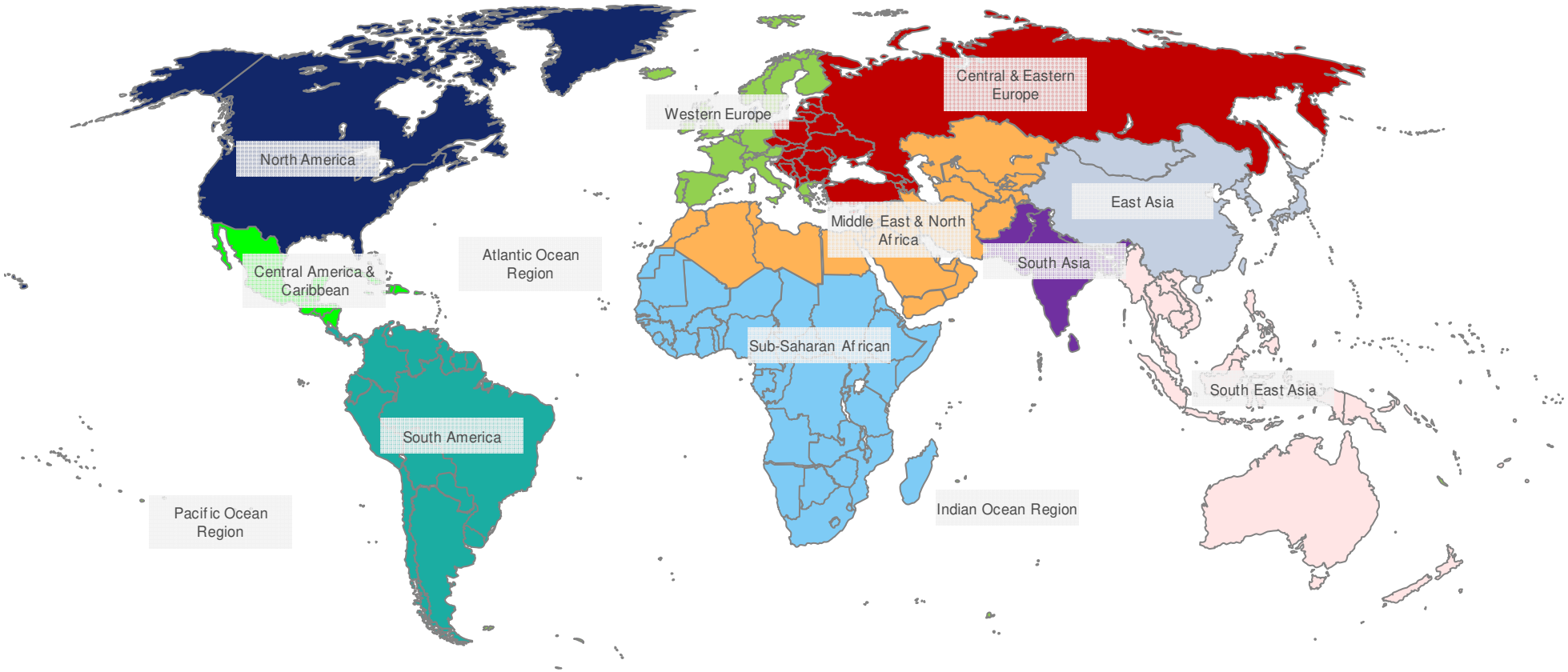
7.1.4 ขอบเขตภูมิภาคของโลกที่ทำการศึกษา (Regions)

ภูมิภาค (Regions)	คำนิยามพื้นที่/ประเทศครอบคลุม (Coverage)
อเมริกาเหนือ North America (NAM)	แคนาดาและสหรัฐอเมริกา รวมฮาวาย และ 50 รัฐของสหรัฐอเมริกา
อเมริกากลางและแคริบเบียน Central America & Caribbean (CAMCB)	เม็กซิโก และอเมริกากลาง จนถึง ปานามา ทั้งหมดของหมู่เกาะแคริบเบียน (CAMCB Caribbean) รวมถึง รัฐพึ่งพิงสหรัฐอเมริกา เช่น เปอร์โตริโก เกาะเวอร์จินอเมริกา
อเมริกาใต้ South America (SAM)	ทวีปอเมริกาใต้ทั้งหมด
ยุโรปตะวันตก Western Europe (WEU)	ยุโรปตะวันตก จนถึงพรมแดนด้านตะวันออกของเยอรมนี ออสเตรีย และอิตาลี รวมทั้ง กรีซ และมอลตา
ยุโรปกลางและตะวันออก Central & Eastern Europe (CEEU)	ประเทศทางฝั่งตะวันออกของเยอรมนี ออสเตรีย และอิตาลี จนไปถึงกลุ่มประเทศอื่น ๆ อาทิ อัลบาเนีย เบราารูส บอสเนีย โครเอเชีย เป็นต้น) ตอนเหนือของกรีซ รวมถึงตุรกี นอกจากนั้นยังรวมพื้นที่เขตรัสเซียจอร์เจีย อาร์เมเนีย และอาเซอร์ไบจาน
ตะวันออกกลาง และแอฟริกาเหนือ Middle East & North Africa (MENA)	แอฟริกาเหนือและตะวันออกกลาง จนถึงอัฟกานิสถาน ประเทศแอฟริกาเหนือแบบดั้งเดิม ได้แก่ ประเทศแอฟริกาที่มีชายแดนทะเลเมดิเตอร์เรเนียนจนไปถึงโมร็อกโก รวมถึงกลุ่มประเทศ "Stans" (ได้แก่ คาซัคสถาน คีร์กีซสถาน ทาจิกิสถาน เติร์กเมนิสถาน อุซเบกิสถาน และอัฟกานิสถาน) ซึ่งอยู่ในเอเชียกลาง
แอฟริกาซับซาฮาราน Sub-Saharan Africa (SSA)	ทวีปแอฟริกาใต้ทั้งหมด รวมของแอฟริกาเหนือ

ภูมิภาค (Regions)	พื้นที่/ประเทศครอบคลุม (Coverage)
เอเชียตะวันออก East Asia (EA)	เอเชียตะวันออก รวมประเทศจีน มองโกเลีย เกาหลี และญี่ปุ่น
เอเชียใต้ South Asia (SA)	อนุทวีปอินเดีย รวมปากีสถานฝั่งตะวันตกไปยังชายแดนพม่าทางตะวันออก รวมประเทศในเทือกเขาหิมาลัย (อาทิ เนปาล ภูฏาน ฯลฯ)
เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ Southeast Asia (SEA)	ประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เริ่มจากทางตอนใต้ของจีนและทางตะวันออกของอินเดีย รวมถึงออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์
ภูมิภาคมหาสมุทรแอตแลนติก Atlantic Ocean Region (AOR)	ไม่มีประเทศในพื้นที่ที่เฉพาะเจาะจง รวมหมู่เกาะที่อยู่ใน หรืออยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของประเทศอื่น ๆ เช่น อาโซเรส (Azores) หมู่เกาะแอนารี (The Canary Islands) หมู่เกาะเคพเวร์เด (Cape Verde Islands) รวมการพิจารณาความต้องการใช้งานความจุดาวเทียมจากอุตสาหกรรมพลังงานที่อยู่ในแนวพื้นที่ การขนส่งข้ามมหาสมุทรแอตแลนติก
ภูมิภาคมหาสมุทรแปซิฟิกPacific Ocean Region (POR)	พิจารณาความต้องการใช้งานความจุดาวเทียมข้ามมหาสมุทรแปซิฟิก และหมู่เกาะเล็ก ๆ ของโอเชียเนีย (อาทิ ฟิจิ โปลินีเซีย ฯลฯ) รวมฮาวายตามนัยพื้นที่ครอบคลุมการจราจรข้ามมหาสมุทรแปซิฟิก
ภูมิภาคมหาสมุทรอินเดีย Indian Ocean Region (IOR)	ประเทศหมู่เกาะมหาสมุทรอินเดีย มัลดีฟส์ เซเชลส์ และมอริเชียส รวมการขนส่งข้ามมหาสมุทร ระหว่างฝั่งแอฟริกาตะวันออกเอเชียใต้ และฝั่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ไปจนถึงชายฝั่งทางตะวันตกของออสเตรเลีย

ตารางที่ 28: คำนิยามขอบเขตภูมิภาคของโลกที่ทำการศึกษา

ทั้งนี้ สามารถพิจารณาคำนิยามขอบเขตภูมิภาคในการศึกษาครั้งนี้ได้จากภาพประกอบต่อไปนี้



รูปที่ 37: ขอบเขตภูมิภาคในการศึกษาความต้องการใช้งานดาวเทียม

7.1.5 ขอบเขตตลาดที่ทำการศึกษา

ผู้เล่นหลัก (Operator)

การศึกษาความต้องการตลาดดาวเทียมสื่อสารในครั้งนี้ มุ่งให้ความสำคัญกับผู้ประกอบกิจการดาวเทียม (Satellite Operators) เป็นศูนย์กลางในการศึกษาห่วงโซ่การให้บริการ โดยพิจารณาว่าผู้ประกอบกิจการดาวเทียมให้บริการความจุดาวเทียมที่มีอยู่ไปตามประเภทความต้องการใช้งานดาวเทียม (Applications) แต่ละประเภทด้วยขนาดความจุเท่าใด โดยความจุดาวเทียมที่ผู้ประกอบกิจการดาวเทียมขายส่งหรือขายปลีกให้แก่ตัวแทนจำหน่าย (Providers) และผู้นำไปจำหน่ายต่อ (Resellers) ในหรือต่างประเทศอย่างไรนั้นไม่ได้ถูกนำมาพิจารณาในการศึกษาความต้องการตลาดในครั้งนี้

ตลาดที่เกี่ยวข้อง (Relevant Markets)

สำหรับตลาดที่เกี่ยวข้องกับตลาดดาวเทียมสื่อสาร นอกจากพิจารณาตลาดการแพร่สัญญาณผ่านดาวเทียมซึ่งเป็นตลาดสำคัญแล้ว ได้ให้ความสำคัญกับตลาดการให้บริการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Satellite Access Services) ซึ่งเกี่ยวข้องกับตลาดดาวเทียมสื่อสารทั้งในด้านการเป็นสินค้าบริการทดแทน (Substitute Services) เนื่องจากผู้ใช้บริการสามารถใช้ความจุดาวเทียมในการสำรองความจุกรณีความต้องการบรอดแบนด์ภาคพื้นดินไม่เพียงพอหรือในกรณีฉุกเฉินได้ และสินค้าบริการแข่งขัน (Competitive Services) เนื่องจากผู้ให้บริการแพร่ภาพกระจายเสียงสามารถเลือกใช้บรอดแบนด์ภาคพื้นดินเพื่อแพร่สัญญาณโทรทัศน์หรือดิจิทัลทีวี แทนการใช้งานดาวเทียมแพร่สัญญาณแบบเดิมได้

7.1.6 ขอบเขตเวลาและข้อมูลใช้ในการศึกษา (Time and Data Scope)

ช่วงเวลาที่ทำการศึกษาสภาพตลาดดาวเทียม (Time Scope) การศึกษาสภาพตลาดดาวเทียมโดยเฉพาะส่วนความต้องการใช้งานดาวเทียมนี้ พิจารณาช่วงเวลาในการศึกษา ตั้งแต่ พ.ศ. 2559-2569 รวมระยะเวลา 10 ปี การศึกษาในช่วงปี 2559-2561 เป็นการศึกษาเพื่อเข้าใจถึงสภาพและแนวโน้มตลาดในปัจจุบัน สำหรับการศึกษาในช่วงปี 2561-2569 เป็นการศึกษาเพื่อเข้าใจสภาพและแนวโน้มตลาดในอนาคต

ข้อมูลหลักที่ใช้ในการศึกษา (Data Sources) แหล่งที่มาของข้อมูลหลักที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยข้อมูลหลัก ดังต่อไปนี้

- ข้อมูลจากหน่วยงานวิจัยตลาดดาวเทียม NSR (อ้างอิง www.nsr.com) ซึ่งเป็นบริษัทวิจัยตลาดด้านดาวเทียมชั้นนำของโลก ทำการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมสื่อสาร และเผยแพร่ข้อมูลสถิติและผลงานวิจัยรายปีต่อเนื่อง เอกสารรายงานของ NSR ที่นำมาใช้อ้างอิงในการศึกษาครั้งนี้เป็นรายงานตลาดฉบับล่าสุด ออกเผยแพร่กลางปี 2561 ข้อมูลในปี 2561 และข้อมูลหลังจากนั้นจึงเป็นตัวเลขประมาณการ
- ฐานข้อมูลจากโครงการและการศึกษาตลาดดาวเทียมในปัจจุบันและในอดีต รวมถึงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญเดเทคอน มาใช้ประกอบการประมาณการตลาดในปัจจุบันและอนาคต ในส่วนการกำหนดสมมติฐานและความสมเหตุผลในการประมาณค่าอุปสงค์ อุปทาน และราคาตลาดในแต่ละภูมิภาค และในประเทศไทย
- แหล่งที่มาทุติยภูมิและเอกสารเผยแพร่อื่น ๆ อาทิ ข้อมูลจากบริษัทวิจัยตลาดที่รวบรวมและเผยแพร่ข้อมูลสาธารณะ (อาทิ ข้อมูลจากเว็บไซด์ Lyngsat Satbeams และ Satproviders) ข้อมูลจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ของประเทศไทย และข้อมูลจากเว็บไซด์ของผู้ประกอบกิจการดาวเทียม เช่น บริษัทไทยคม และบริษัทผู้ประกอบกิจการดาวเทียมอื่น ๆ เป็นต้น

8 ภาคผนวก 2: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารแต่ละภูมิภาคของโลก

การศึกษาสภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารแต่ละภูมิภาคของโลก พิจารณาขอบเขตการศึกษาและคำนิยามภูมิภาคที่ทำการศึกษา อ้างอิงจากเนื้อหาในส่วน 7.1.4 ขอบเขตภูมิภาคของโลกที่ทำการศึกษา (Regions)

เนื้อหาการศึกษาในส่วนนี้ให้ความสำคัญกับการเข้าใจอุปสงค์หรือความต้องการใช้ความจุดาวเทียม (Bandwidth Demand) ในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต เพื่อความเข้าใจในสภาพตลาดและแนวโน้มตลาดในภาพรวม อีกทั้งตัวเลขที่แสดงหรือใช้ประกอบการศึกษาเป็นตัวเลขที่ได้จากการประมาณการเป็นหลัก ดังนั้น ในการศึกษาจึงไม่แสดงคำอธิบายโดยละเอียดแต่จะเป็นคำอธิบายภาพรวมเชิงแนวโน้ม และจะหยิบยกประเด็นสำคัญที่ได้จากการศึกษาออกมาชี้แจงให้เห็นเท่านั้น

การศึกษาสภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารแต่ละภูมิภาค กำหนดประเด็นการพิจารณาที่สำคัญและวัตถุประสงค์ในการศึกษาแต่ละประเด็นสำคัญ ไว้ดังต่อไปนี้

- อุปสงค์ความจุดาวเทียมสื่อสารในภาพรวม (Bandwidth Demand) มีวัตถุประสงค์การศึกษาเพื่อทราบภาพรวมอุปสงค์ในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต
- อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite) แถบความถี่ดาวเทียม C-Band และ Ku-Band มีวัตถุประสงค์การศึกษาเพื่อทราบอุปสงค์แถบความถี่ดาวเทียมหลัก ว่าใช้งานในการสื่อสารประเภทใดเป็นหลักในมุมมองการใช้งานปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต
- อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง (High-Throughput Satellite) จำแนกออกเป็นความต้องการดาวเทียม ดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) และดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) มีวัตถุประสงค์การศึกษาเพื่อทราบอุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง ว่าใช้งานในการสื่อสารประเภทใดเป็นหลักในมุมมองการใช้งานปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต
- อุปสงค์และอุปทานความจุดาวเทียมสื่อสาร สำหรับดาวเทียมทั่วไป (Conventional Satellite) และดาวเทียมความจุสูง (High-Throughput Satellite) มีวัตถุประสงค์การศึกษาเพื่อทราบสภาพตลาดโดยรวมในแต่ละภูมิภาค และสามารถนำไปสู่การศึกษาเชิงเปรียบเทียบอุปสงค์ในแต่ละภูมิภาค

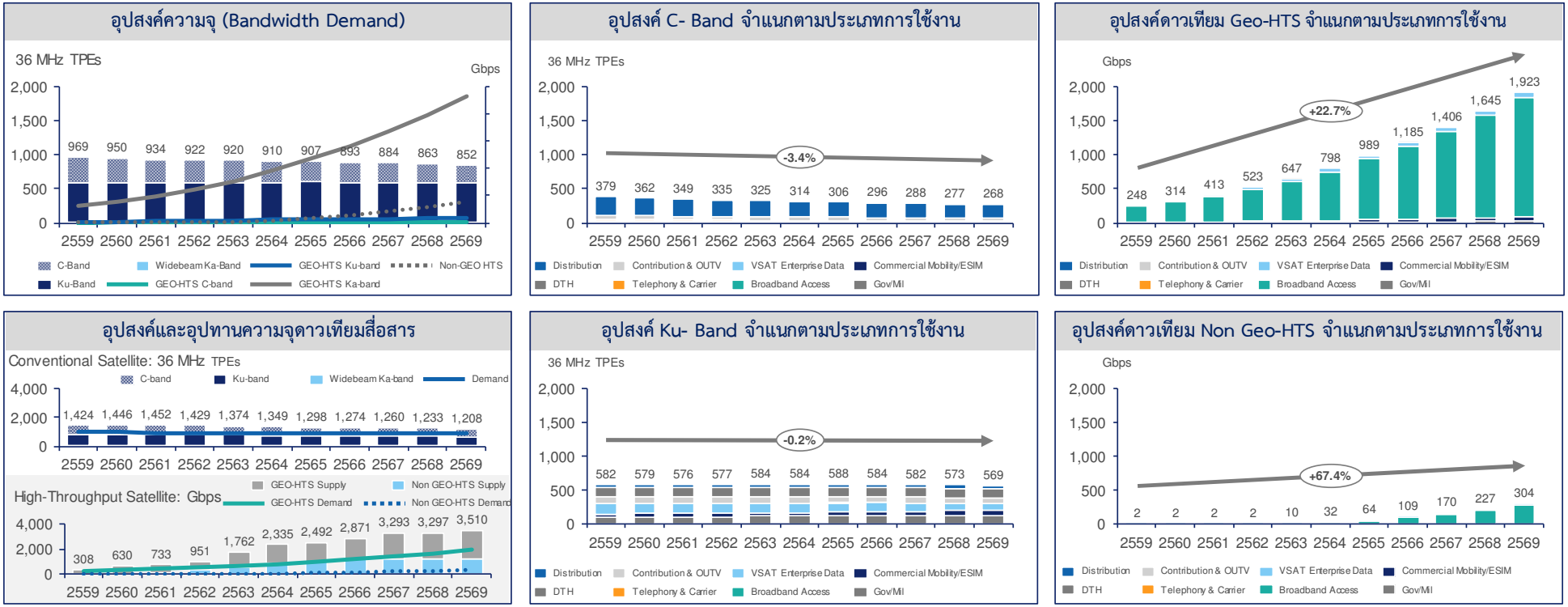
ทั้งนี้ สามารถพิจารณาผลจากการศึกษาสภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารแต่ละภูมิภาคได้จากเนื้อหาต่อไปนี้

8.1 ภูมิภาคอเมริกาเหนือ (North America: NAM)

สภาพตลาดดาวเทียมในภูมิภาคอเมริกาเหนือ มีสภาพตลาดปัจจุบันและแนวโน้มหลักในอนาคต ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา 2559-2569 ดังต่อไปนี้

- **อุปสงค์ความจุการใช้งานดาวเทียม (Bandwidth Demand)**: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มคงที่ ขณะที่อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงประเภทดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) และดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม C-Band**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์ในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) ซึ่งมีแนวโน้มการใช้งานลดลง
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม Ku-Band**: มีการใช้งานที่หลากหลาย อาทิ การแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) การแพร่สัญญาณเฉพาะกิจ (Contribution & OUTV) การสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) และ บริการภาครัฐและการทหาร (Government / Military) โดยภาพรวมมีแนวโน้มคงที่
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์การเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) เป็นหลัก ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์การเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) โดยการใช้งานรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่มีสัดส่วนการใช้งานน้อยกว่าโดยเปรียบเทียบกับดาวเทียมแบบ GEO-HTS
- **อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมสื่อสารโดยภาพรวม**: อุปทานมีปริมาณสูงกว่าอุปสงค์ โดยเฉพาะในดาวเทียมแบบความจุสูงซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์อย่างชัดเจนเนื่องจากการตอบสนองต่อแนวโน้มความต้องการใช้ในอนาคตที่เพิ่มขึ้น ต่างกับกรณีดาวเทียมแบบทั่วไป ซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์ไม่มากเนื่องจากตลาดค่อนข้างคงที่จากแนวโน้มปริมาณอุปสงค์ที่ค่อนข้างคงที่

สามารถพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ รูปที่ 38: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคอเมริกาเหนือ



รูปที่ 38: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคอเมริกาเหนือ

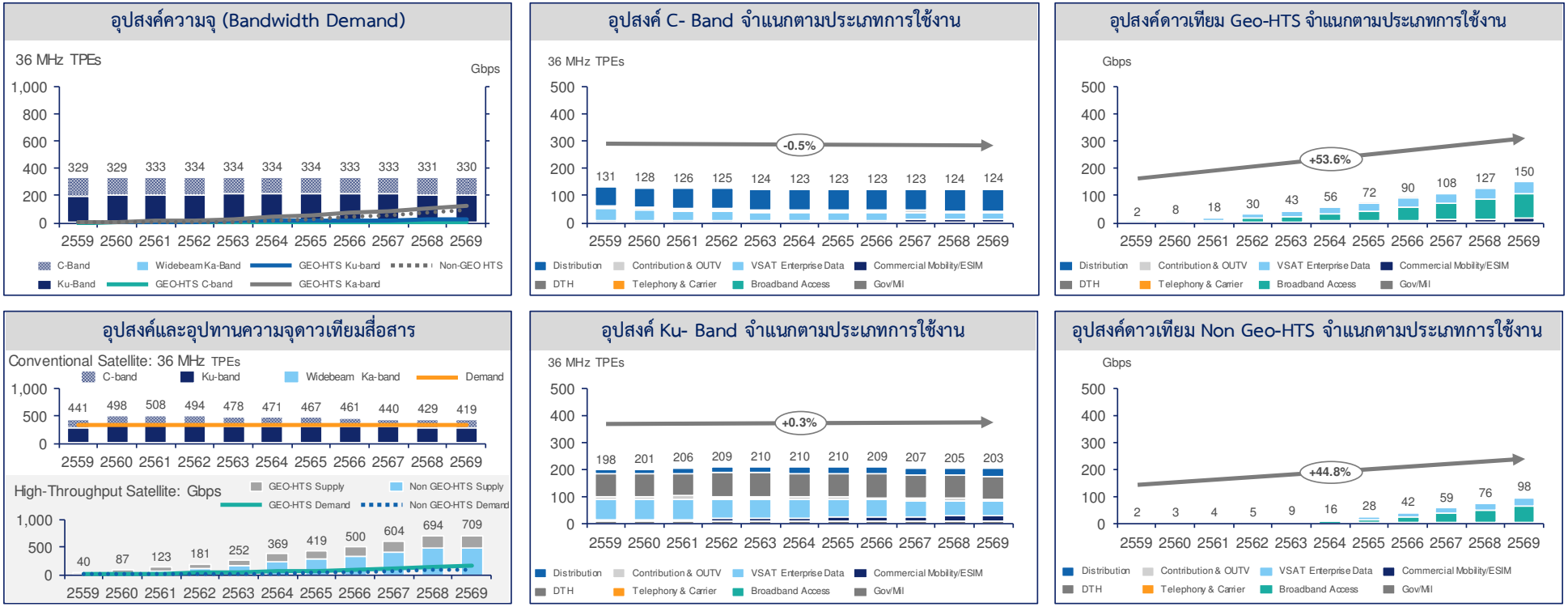
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

8.2 อเมริกากลางและแคริบเบียน Central America & Caribbean (CAMCB)

สภาพตลาดดาวเทียมในภูมิภาคอเมริกากลางและแคริบเบียน มีสภาพตลาดปัจจุบันและแนวโน้มหลักในอนาคต ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา 2559-2569 ดังต่อไปนี้

- **อุปสงค์ความจุการใช้งานดาวเทียม (Bandwidth Demand)**: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มคงที่ ขณะที่อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงประเภทดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) และดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม C-Band**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์ในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) ซึ่งมีแนวโน้มการใช้งานคงที่
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม Ku-Band**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์ในการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) และ การสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) โดยภาพรวมมีแนวโน้มคงที่
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์การเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์การเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) โดยการใช้งานรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่มีสัดส่วนการใช้งานน้อยกว่าโดยเปรียบเทียบกับดาวเทียมแบบ GEO-HTS
- **อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมสื่อสารโดยภาพรวม**: อุปทานมีปริมาณสูงกว่าอุปสงค์ โดยเฉพาะในดาวเทียมแบบความจุสูงซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์อย่างชัดเจนเนื่องจากการตอบสนองต่อแนวโน้มความต้องการใช้ในอนาคตที่เพิ่มขึ้น ต่างกับกรณีดาวเทียมแบบทั่วไป ซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์ไม่มากเนื่องจากตลาดค่อนข้างคงที่จากแนวโน้มปริมาณอุปสงค์ที่ค่อนข้างคงที่

สามารถพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ รูปที่ 39: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคอเมริกากลางและแคริบเบียน



รูปที่ 39: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคอเมริกากลางและแคริบเบียน

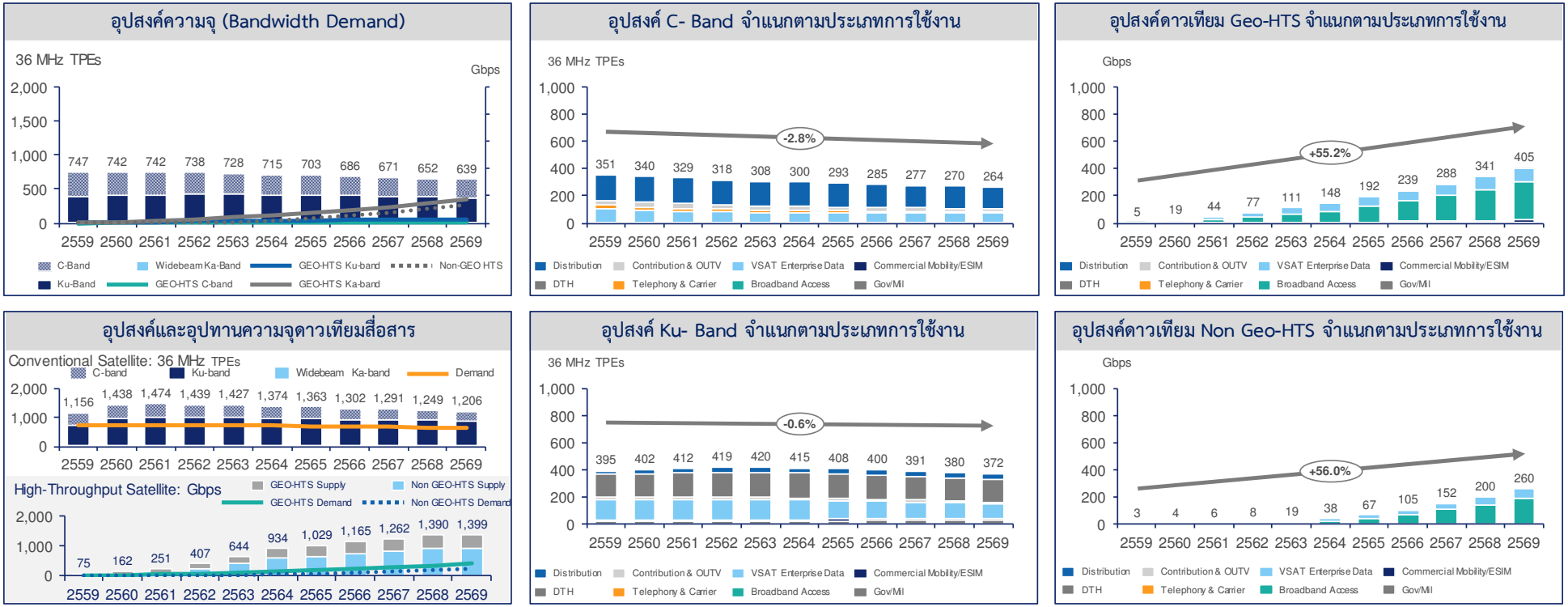
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

8.3 อเมริกาใต้ (South America: SAM)

สภาพตลาดดาวเทียมในภูมิภาคอเมริกาใต้ มีสภาพตลาดปัจจุบันและแนวโน้มหลักในอนาคต ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา 2559-2569 ดังต่อไปนี้

- **อุปสงค์ความจุการใช้งานดาวเทียม (Bandwidth Demand)**: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ขณะที่อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงประเภทดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) และดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม C-Band**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์ในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) ซึ่งมีแนวโน้มการใช้งานลดลง
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม Ku-Band**: มีการใช้งานที่หลากหลาย อาทิ การแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) และ การสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data โดยภาพรวมมีแนวโน้มคงที่
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์การเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) เป็นหลัก และมีการใช้งานบางส่วนสำหรับ การสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) ซึ่งภาพรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์การเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) โดยการใช้งานรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่มีสัดส่วนการใช้งานน้อยกว่าโดยเปรียบเทียบกับดาวเทียมแบบ GEO-HTS
- **อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมสื่อสารโดยภาพรวม**: อุปทานมีปริมาณสูงกว่าอุปสงค์ โดยเฉพาะในดาวเทียมแบบความจุสูงซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์อย่างชัดเจนเนื่องจากการตอบสนองต่อแนวโน้มความต้องการใช้ในอนาคตที่เพิ่มขึ้น ต่างกับกรณีดาวเทียมแบบทั่วไป ซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์ไม่มากเนื่องจากตลาดค่อนข้างคงที่จากแนวโน้มปริมาณอุปสงค์ที่ค่อนข้างคงที่

สามารถพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ รูปที่ 40: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคอเมริกาใต้



รูปที่ 40: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคอเมริกาใต้

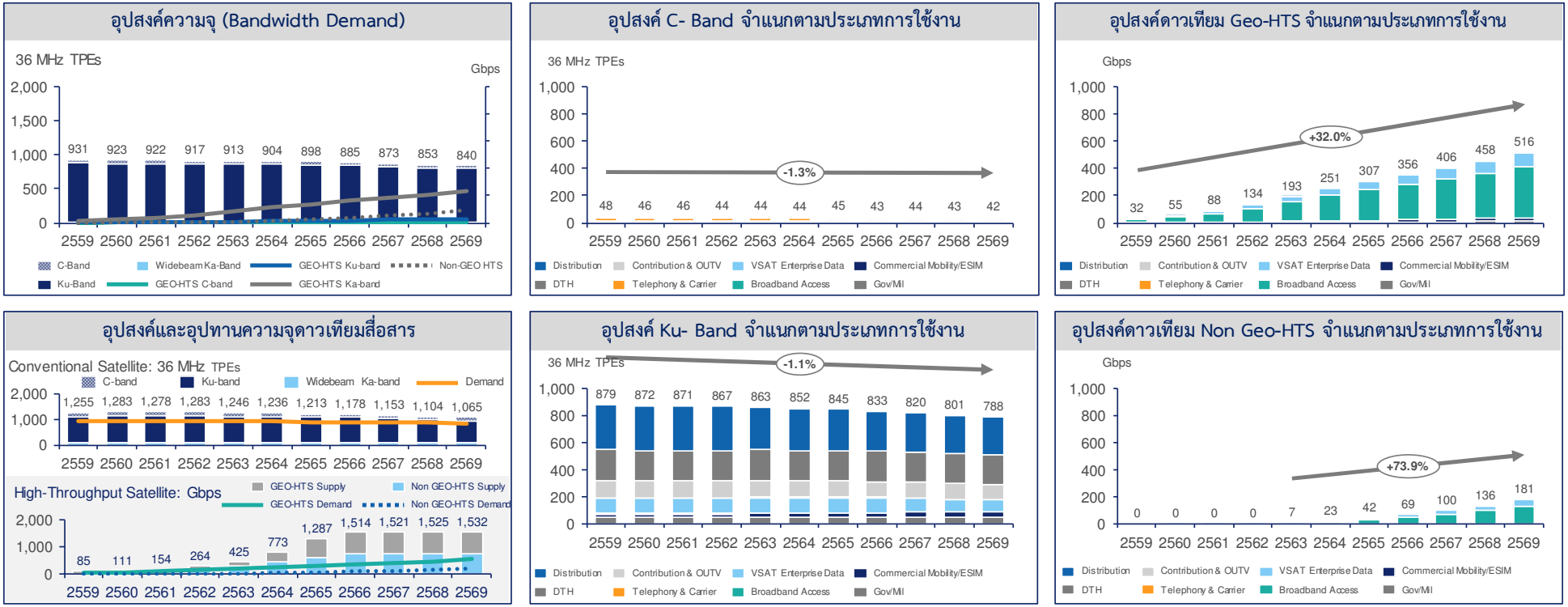
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

8.4 ยุโรปตะวันตก (Western Europe: WEU)

สภาพตลาดดาวเทียมในภูมิภาคยุโรปตะวันตก มีสภาพตลาดปัจจุบันและแนวโน้มหลักในอนาคต ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา 2559-2569 ดังต่อไปนี้

- **อุปสงค์ความจุการใช้งานดาวเทียม (Bandwidth Demand)**: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ขณะที่อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงประเภทดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) และดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม C-Band**: มีปริมาณการใช้งานน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับคลื่นความถี่ดาวเทียม Ku-Band
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม Ku-Band**: มีการใช้งานที่หลากหลาย อาทิ การแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) การแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) การแพร่สัญญาณเฉพาะกิจ (Contribution & OUTV) และ การสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data โดยภาพรวมมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์การเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) เป็นหลัก ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์การเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) โดยการใช้งานรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่มีสัดส่วนการใช้งานน้อยกว่าโดยเปรียบเทียบกับดาวเทียมแบบ GEO-HTS
- **อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมสื่อสารโดยภาพรวม**: อุปทานมีปริมาณสูงกว่าอุปสงค์ โดยเฉพาะในดาวเทียมแบบความจุสูงซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์อย่างชัดเจนเนื่องจากการตอบสนองต่อแนวโน้มความต้องการใช้ในอนาคตที่เพิ่มขึ้น ต่างกับกรณีดาวเทียมแบบทั่วไป ซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์ไม่มากเนื่องจากตลาดค่อนข้างคงที่จากแนวโน้มปริมาณอุปสงค์ที่ค่อนข้างคงที่

สามารถพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ รูปที่ 41: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคยุโรปตะวันตก



รูปที่ 41: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคยุโรปตะวันตก

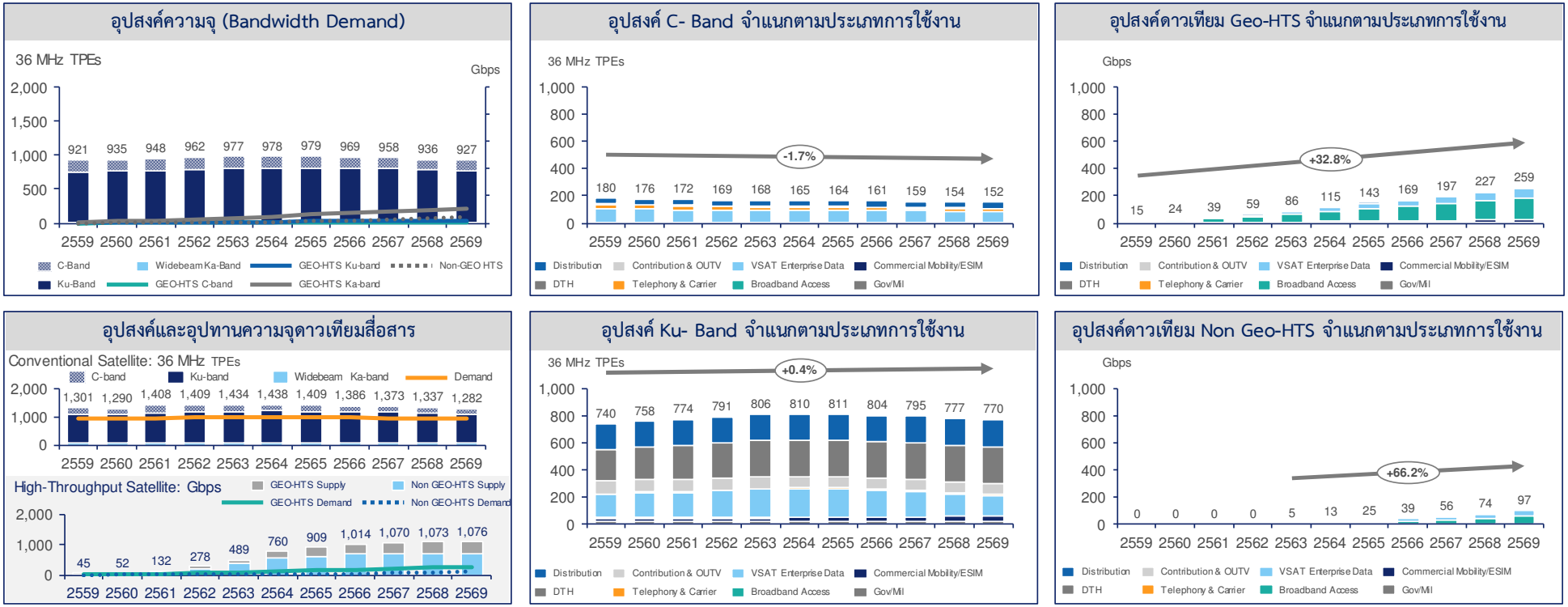
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

8.5 ยุโรปกลางและตะวันออก (Central & Eastern Europe: CEEU)

สภาพตลาดดาวเทียมในภูมิภาคยุโรปกลางและตะวันออก มีสภาพตลาดปัจจุบันและแนวโน้มหลักในอนาคต ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา 2559-2569 ดังต่อไปนี้

- **อุปสงค์ความจุการใช้งานดาวเทียม (Bandwidth Demand)**: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มคงที่ ขณะที่อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงประเภทดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) และดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม C-Band**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์ในการให้บริการสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) ซึ่งมีแนวโน้มการใช้งานลดลงเล็กน้อย
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม Ku-Band**: มีการใช้งานที่หลากหลาย อาทิ การแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) การแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) การแพร่สัญญาณเฉพาะกิจ (Contribution & OUTV) และการสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) โดยภาพรวมมีแนวโน้มคงที่
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์การเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) เป็นหลัก ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์การเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) โดยการใช้งานรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่มีสัดส่วนการใช้งานน้อยกว่าโดยเปรียบเทียบกับดาวเทียมแบบ GEO-HTS
- **อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมสื่อสารโดยภาพรวม**: อุปทานมีปริมาณสูงกว่าอุปสงค์ โดยเฉพาะในดาวเทียมแบบความจุสูงซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์อย่างชัดเจนเนื่องจากการตอบสนองต่อแนวโน้มความต้องการใช้ในอนาคตที่เพิ่มขึ้น ต่างกับกรณีดาวเทียมแบบทั่วไป ซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์ไม่มากเนื่องจากตลาดค่อนข้างคงที่จากแนวโน้มปริมาณอุปสงค์ที่ค่อนข้างคงที่

สามารถพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ รูปที่ 42: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคยุโรปกลางและตะวันออก



รูปที่ 42: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคยุโรปกลางและตะวันออก

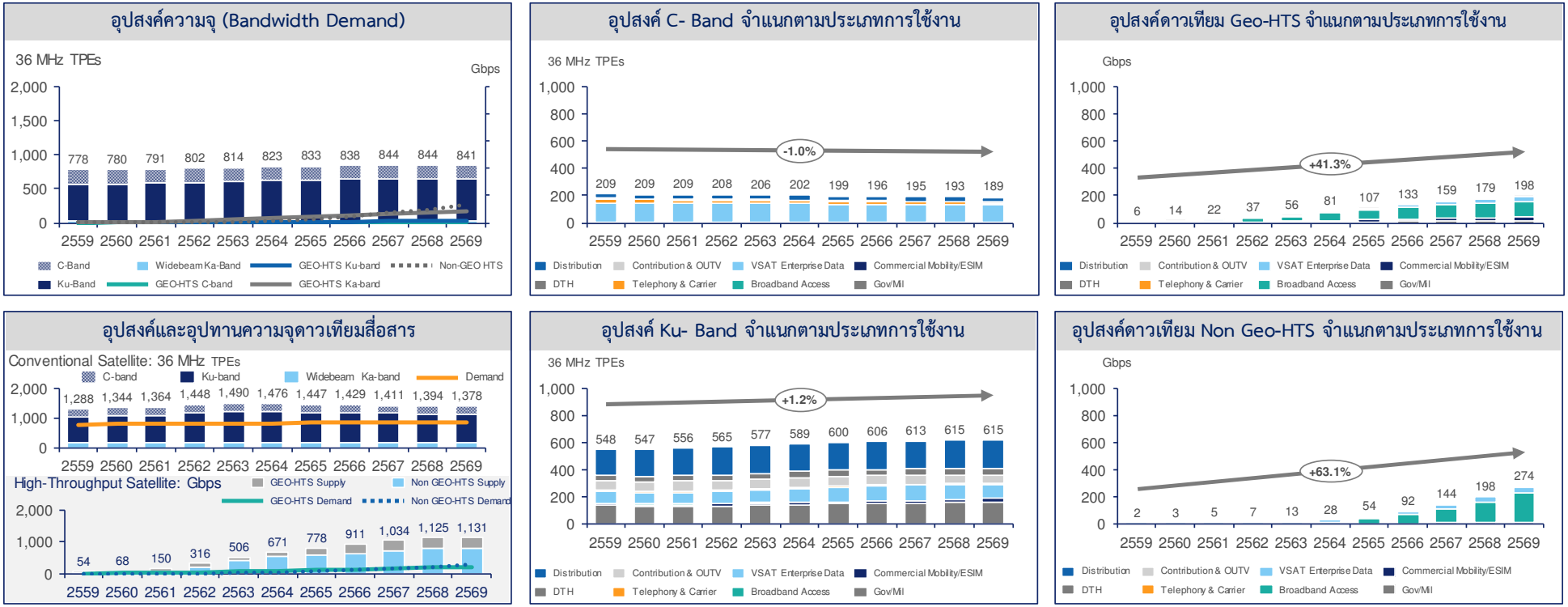
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

8.6 ตะวันออกกลางและแอฟริกาเหนือ (Middle East & North Africa: MENA)

สภาพตลาดดาวเทียมในภูมิภาคตะวันออกกลางและแอฟริกาเหนือ มีสภาพตลาดปัจจุบันและแนวโน้มหลักในอนาคต ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา 2559-2569 ดังต่อไปนี้

- **อุปสงค์ความจุการใช้งานดาวเทียม (Bandwidth Demand)**: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มคงที่ ขณะที่อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงประเภทดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) และดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม C-Band**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์ในการสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) เป็นหลัก ซึ่งมีแนวโน้มการใช้งานคงที่
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม Ku-Band**: มีการใช้งานที่หลากหลาย อาทิ การแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) การแพร่สัญญาณเฉพาะกิจ (Contribution & OUTV) การสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) และ บริการภาครัฐและการทหาร (Government / Military) โดยภาพรวมมีแนวโน้มคงที่
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์การเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) เป็นหลัก ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์การเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) โดยการใช้งานรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มสัดส่วนการใช้งานมากกว่าโดยเปรียบเทียบกับดาวเทียมแบบ GEO-HTS ในอนาคต
- **อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมสื่อสารโดยภาพรวม**: อุปทานมีปริมาณสูงกว่าอุปสงค์ โดยเฉพาะในดาวเทียมแบบความจุสูงซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์อย่างชัดเจนเนื่องจากการตอบสนองต่อแนวโน้มความต้องการใช้ในอนาคตที่เพิ่มขึ้น ต่างกับกรณีดาวเทียมแบบทั่วไป ซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์ไม่มากเนื่องจากตลาดค่อนข้างคงที่จากแนวโน้มปริมาณอุปสงค์ที่ค่อนข้างคงที่

สามารถพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ รูปที่ 43: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคตะวันออกกลางและแอฟริกา



รูปที่ 43: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคตะวันออกกลางและแอฟริกา

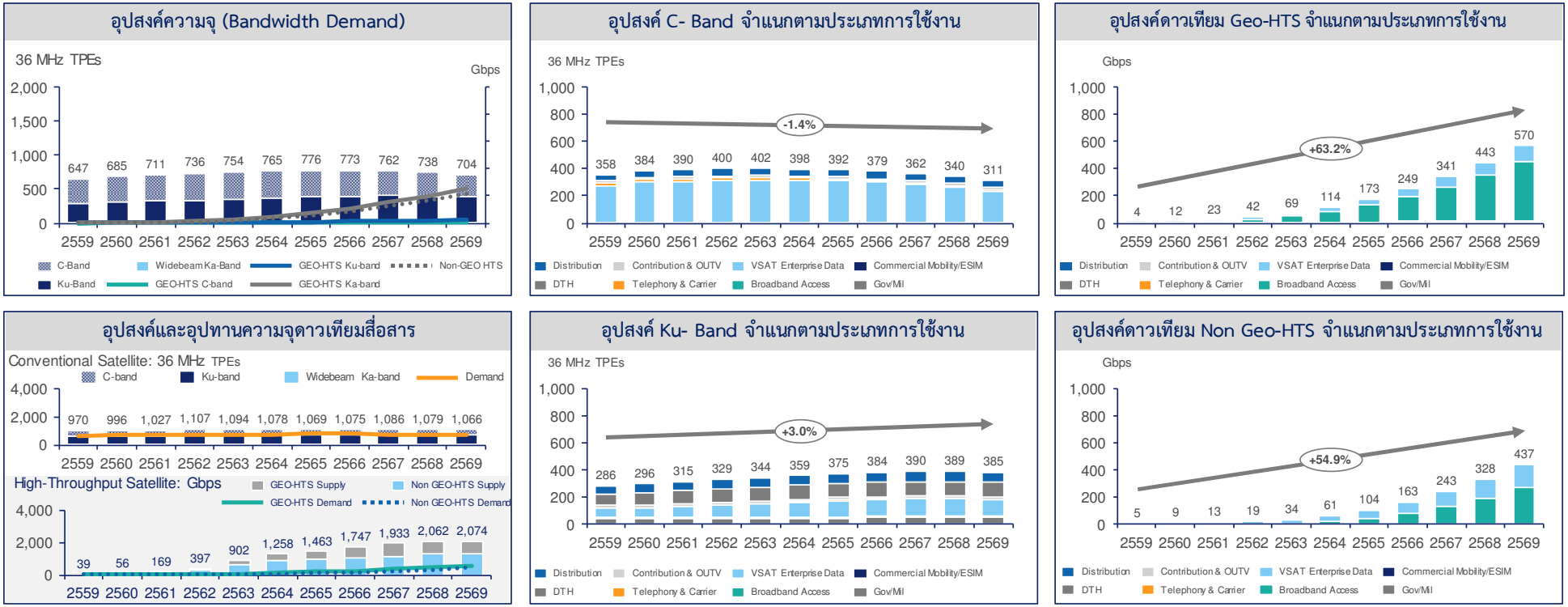
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

8.7 แอฟริกาซับซาฮาราน (Sub-Saharan Africa: SSA)

สภาพตลาดดาวเทียมในภูมิภาคแอฟริกาซับซาฮาราน มีสภาพตลาดปัจจุบันและแนวโน้มหลักในอนาคตในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา 2559-2569 ดังต่อไปนี้

- **อุปสงค์ความจุการใช้งานดาวเทียม (Bandwidth Demand)**: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มคงที่ ขณะที่อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงประเภทดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) และดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม C-Band**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์ในการสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) ซึ่งมีแนวโน้มการใช้งานลดลงเล็กน้อย
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม Ku-Band:** มีการใช้งานที่หลากหลาย อาทิ การแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) การแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) การสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) และ บริการภาครัฐและการทหาร (Government / Military) โดยภาพรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์การเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) เป็นหลัก ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัย
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์การเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) และการสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) โดยการใช้งานรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่มีสัดส่วนการใช้งานน้อยกว่าโดยเปรียบเทียบกับดาวเทียมแบบ GEO-HTS
- **อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมสื่อสารโดยภาพรวม**: อุปทานมีปริมาณสูงกว่าอุปสงค์ โดยเฉพาะในดาวเทียมแบบความจุสูงซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์อย่างชัดเจนเนื่องจากการตอบสนองต่อแนวโน้มความต้องการใช้ในอนาคตที่เพิ่มขึ้น ต่างกับกรณีดาวเทียมแบบทั่วไป ซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์ไม่มากเนื่องจากตลาดค่อนข้างคงที่จากแนวโน้มปริมาณอุปสงค์ที่ค่อนข้างคงที่

สามารถพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ รูปที่ 44: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคแอฟริกาซับซาอาราน



รูปที่ 44: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคแอฟริกาซับซาฮาราน

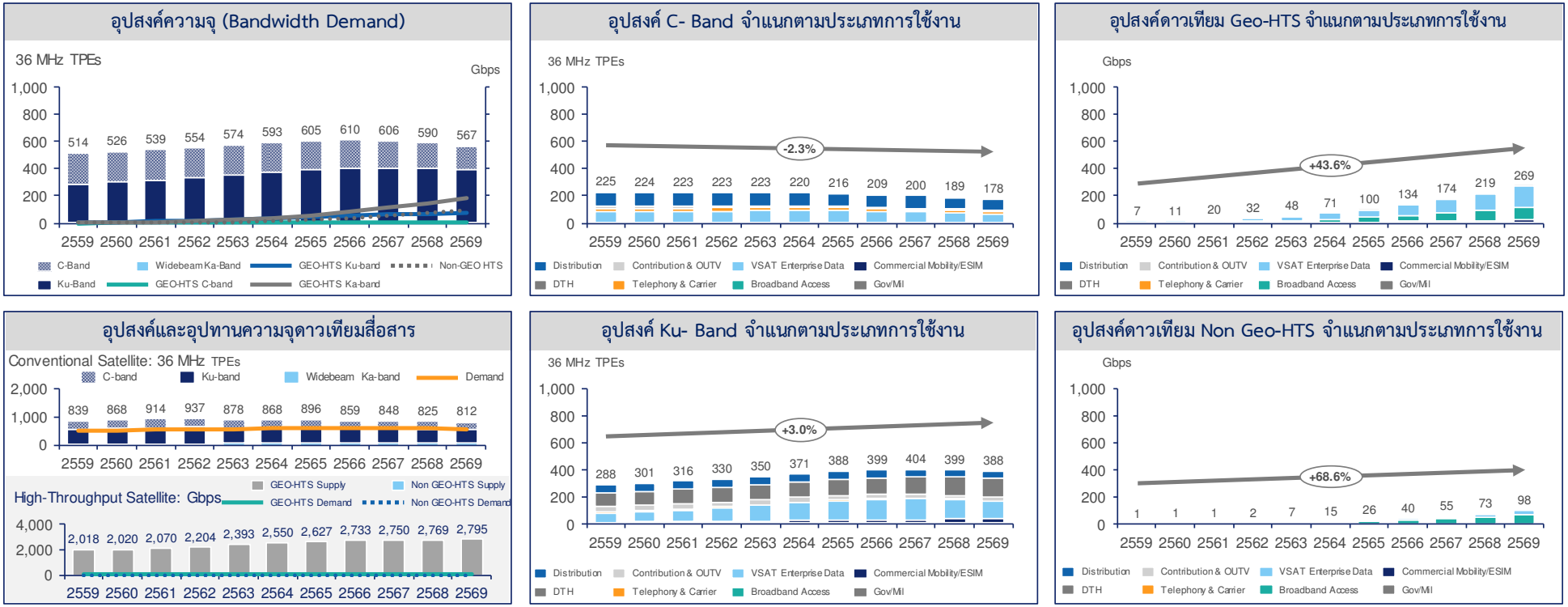
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

8.8 เอเชียตะวันออก (East Asia: EA)

สภาพตลาดดาวเทียมในภูมิภาคเอเชียตะวันออก มีสภาพตลาดปัจจุบันและแนวโน้มหลักในอนาคต ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา 2559-2569 ดังต่อไปนี้

- **อุปสงค์ความจุการใช้งานดาวเทียม (Bandwidth Demand)**: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มคงที่ ขณะที่อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงประเภทดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) และดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม C-Band**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์ในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) และ การสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) ซึ่งมีแนวโน้มการใช้งานลดลงเล็กน้อย
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม Ku-Band**: มีการใช้งานที่หลากหลาย อาทิ การแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) และการสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) โดยภาพรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์การเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) และการสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) เป็นหลัก ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัย
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์การเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) โดยการใช้งานรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่มีสัดส่วนการใช้งานน้อยกว่าโดยเปรียบเทียบกับดาวเทียมแบบ GEO-HTS
- **อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมสื่อสารโดยภาพรวม**: อุปทานมีปริมาณสูงกว่าอุปสงค์ โดยเฉพาะในดาวเทียมแบบความจุสูงซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์อย่างชัดเจนเนื่องจากการตอบสนองต่อแนวโน้มความต้องการใช้ในอนาคตที่เพิ่มขึ้น ต่างกับกรณีดาวเทียมแบบทั่วไป ซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์ไม่มากเนื่องจากตลาดค่อนข้างคงที่จากแนวโน้มปริมาณอุปสงค์ที่ค่อนข้างคงที่

สามารถพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ รูปที่ 45: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคเอเชียตะวันออก



รูปที่ 45: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคเอเชียตะวันออก

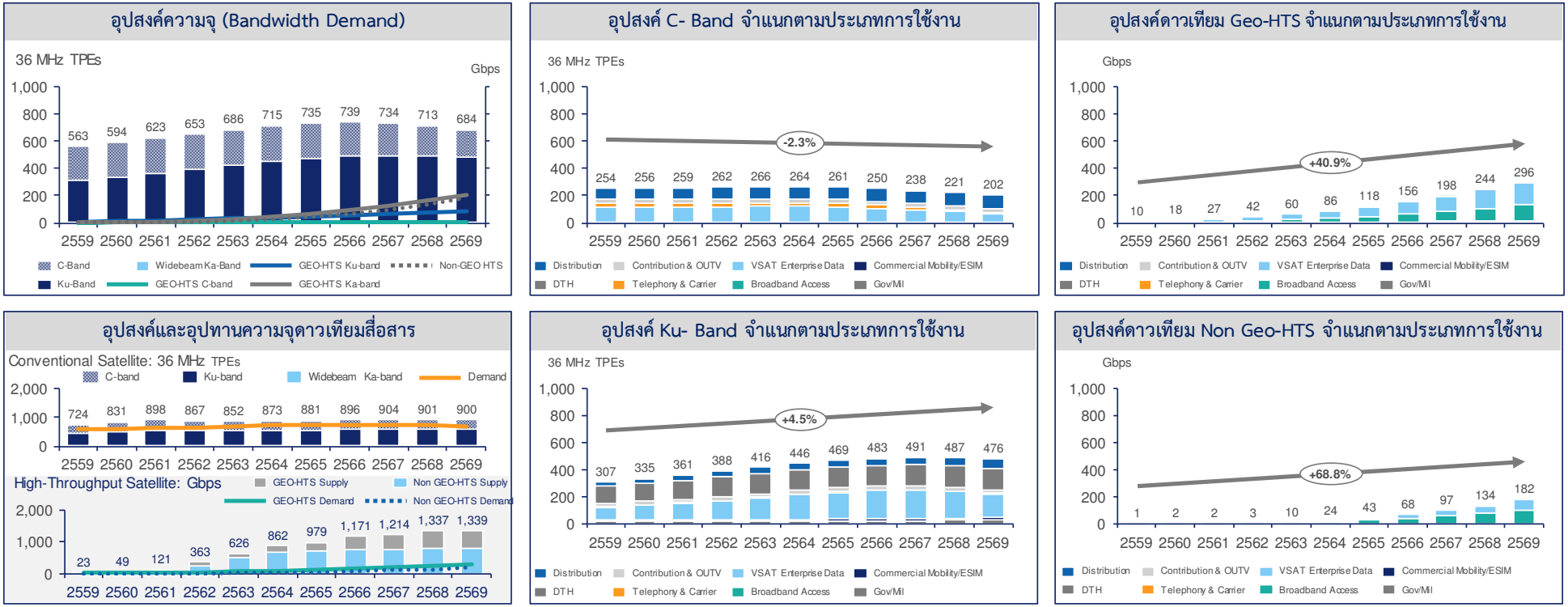
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

8.9 เอเชียใต้ (South Asia: SA)

สภาพตลาดดาวเทียมในภูมิภาคเอเชียใต้ มีสภาพตลาดปัจจุบันและแนวโน้มหลักในอนาคต ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา 2559-2569 ดังต่อไปนี้

- **อุปสงค์ความจุการใช้งานดาวเทียม (Bandwidth Demand)**: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ขณะที่อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงประเภทดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) และดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม C-Band**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์ในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) และ การสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) ซึ่งมีแนวโน้มการใช้งานลดลง
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม Ku-Band**: มีการใช้งานที่หลากหลาย อาทิ การแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) และ การสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) โดยภาพรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์ การสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) และการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์การสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) และการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) โดยการใช้งานรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่มีสัดส่วนการใช้งานน้อยกว่าโดยเปรียบเทียบกับดาวเทียมแบบ GEO-HTS
- **อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมสื่อสารโดยภาพรวม**: อุปทานมีปริมาณสูงกว่าอุปสงค์ โดยเฉพาะในดาวเทียมแบบความจุสูงซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์อย่างชัดเจนเนื่องจากการตอบสนองต่อแนวโน้มความต้องการใช้ในอนาคตที่เพิ่มขึ้น ต่างกับกรณีดาวเทียมแบบทั่วไป ซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์ไม่มากเนื่องจากตลาดค่อนข้างคงที่จากแนวโน้มปริมาณอุปสงค์ที่ค่อนข้างคงที่

สามารถพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ รูปที่ 46: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคเอเชียใต้



รูปที่ 46: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคเอเชียใต้

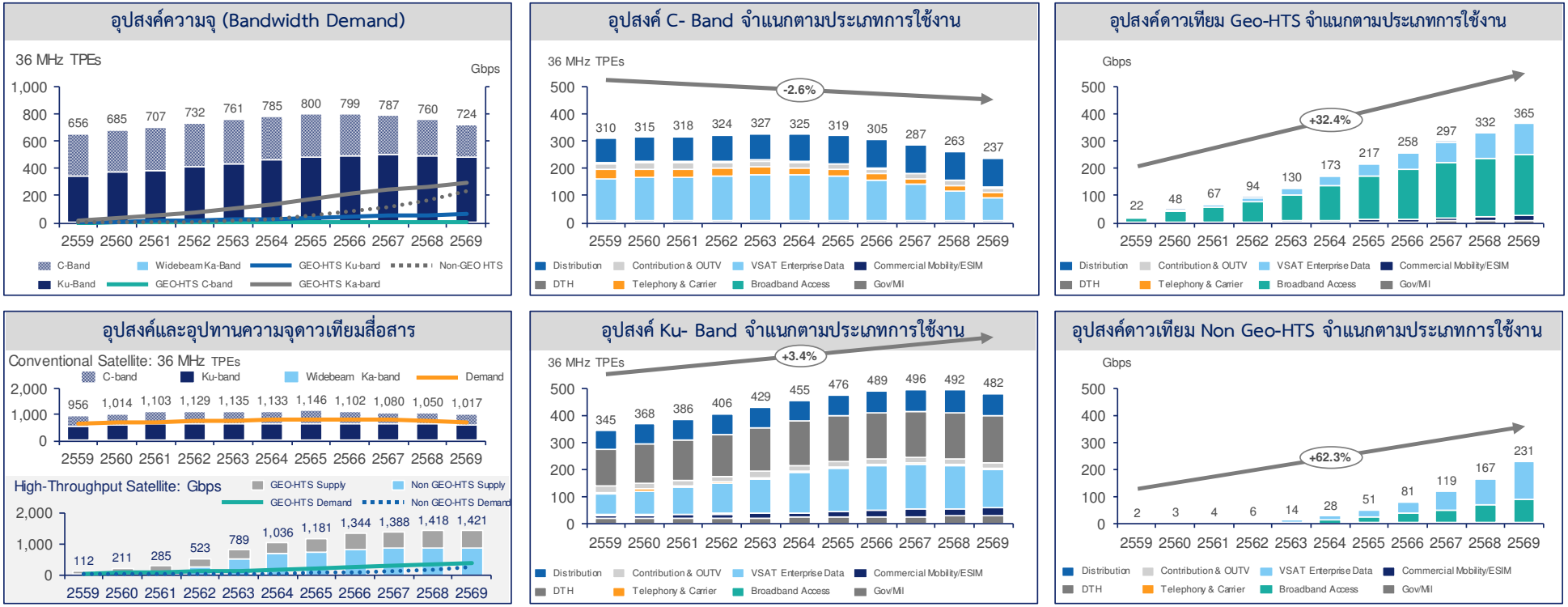
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

8.10 เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Southeast Asia: SEA)

สภาพตลาดดาวเทียมในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีสภาพตลาดปัจจุบันและแนวโน้มหลักในอนาคตในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา 2559-2569 ดังต่อไปนี้

- **อุปสงค์ความจุการใช้งานดาวเทียม (Bandwidth Demand)**: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ขณะที่อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงประเภทดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) และดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม C-Band**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์ในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) และการสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) ซึ่งมีแนวโน้มการใช้งานลดลง
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม Ku-Band**: มีการใช้งานที่หลากหลาย อาทิ การแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) การแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) และการสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) โดยภาพรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์การเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) และการสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS)**: เพื่อตอบสนองอุปสงค์การเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) และการสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) โดยการใช้งานรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่มีสัดส่วนการใช้งานน้อยกว่าโดยเปรียบเทียบกับดาวเทียมแบบ GEO-HTS
- **อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมสื่อสารโดยภาพรวม**: อุปทานมีปริมาณสูงกว่าอุปสงค์ โดยเฉพาะในดาวเทียมแบบความจุสูงซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์อย่างชัดเจนเนื่องจากการตอบสนองต่อแนวโน้มความต้องการใช้ในอนาคตที่เพิ่มขึ้น ต่างกับกรณีดาวเทียมแบบทั่วไป ซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์ไม่มากเนื่องจากตลาดค่อนข้างคงที่จากแนวโน้มปริมาณอุปสงค์ที่ค่อนข้างคงที่

สามารถพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ รูปที่ 47: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้



รูปที่ 47: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

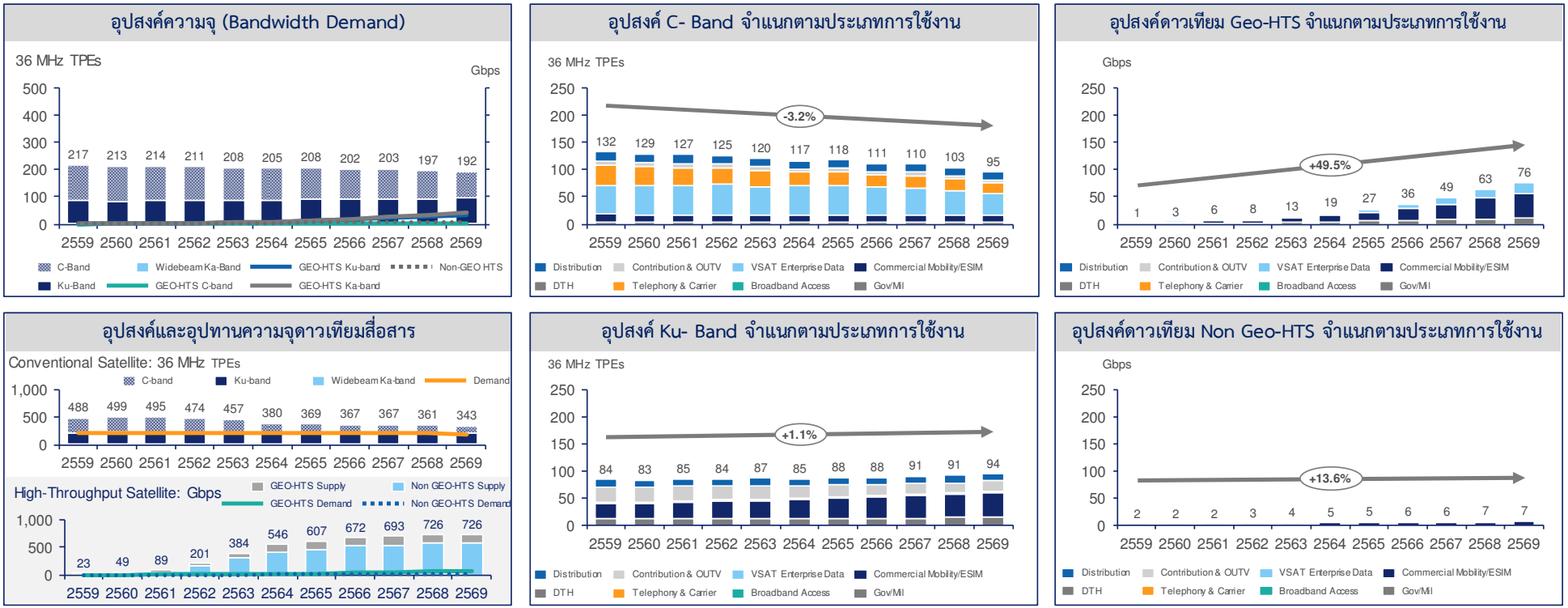
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

8.11 ภูมิภาคมหาสมุทรแอตแลนติก (Atlantic Ocean Region: AOR)

สภาพตลาดดาวเทียมในภูมิภาคมหาสมุทรแอตแลนติก มีสภาพตลาดปัจจุบันและแนวโน้มหลักในอนาคตในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา 2559-2569 ดังต่อไปนี้

- **อุปสงค์ความจุการใช้งานดาวเทียม (Bandwidth Demand)**: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มคงที่ ขณะที่อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงประเภทดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) และดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม C-Band**: ใช้งานที่หลากหลาย อาทิ เพื่อตอบสนองอุปสงค์ในการสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) และ ระบบสัญญาณโทรศัพท์แบบดั้งเดิมและผู้ให้บริการโทรคมนาคม (Legacy Telephony & Carrier) การแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) และการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility / ESIM) ซึ่งมีแนวโน้มการใช้งานลดลง
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม Ku-Band**: มีการใช้งานที่หลากหลาย อาทิ การแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) การแพร่สัญญาณเฉพาะกิจ (Contribution & OUTV) การขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility / ESIM) และ บริการภาครัฐและการทหาร (Government / Military) โดยภาพรวมมีแนวโน้มคงที่
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์การสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) การขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility / ESIM) และ บริการภาครัฐและการทหาร (Government / Military) ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility / ESIM) โดยการใช้งานรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่มีสัดส่วนการใช้งานน้อยกว่าโดยเปรียบเทียบกับดาวเทียมแบบ GEO-HTS
- **อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมสื่อสารโดยภาพรวม**: อุปทานมีปริมาณสูงกว่าอุปสงค์ โดยเฉพาะในดาวเทียมแบบความจุสูงซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์อย่างชัดเจนเนื่องจากการตอบสนองต่อแนวโน้มความต้องการใช้ในอนาคตที่เพิ่มขึ้น ต่างกับกรณีดาวเทียมแบบทั่วไป ซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์ไม่มากเนื่องจากตลาดค่อนข้างคงที่จากแนวโน้มปริมาณอุปสงค์ที่ค่อนข้างคงที่

สามารถพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ รูปที่ 48: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคมหาสมุทรแอตแลนติก



รูปที่ 48: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคมหาสมุทรแอตแลนติก

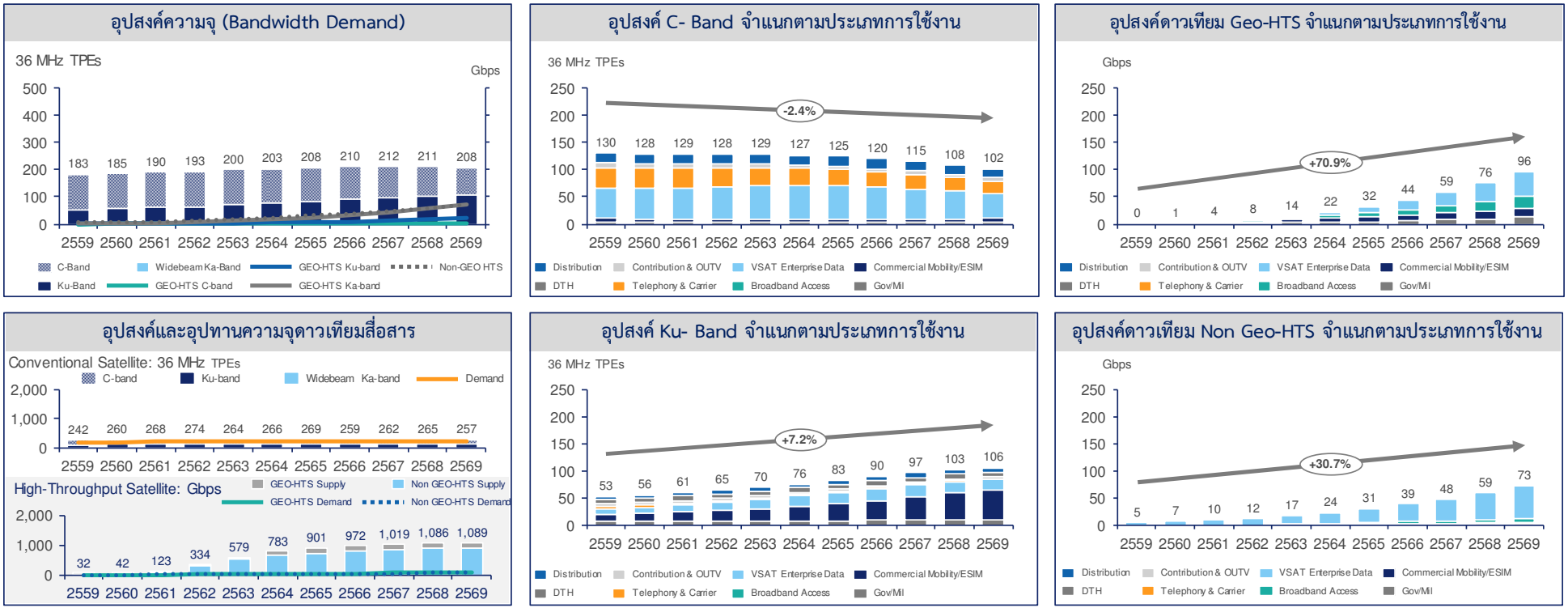
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

8.12 ภูมิภาคมหาสมุทรแปซิฟิก (Pacific Ocean Region: POR)

สภาพตลาดดาวเทียมในภูมิภาคสหาสมุทรแปซิฟิก มีสภาพตลาดปัจจุบันและแนวโน้มหลักในอนาคตในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา 2559-2569 ดังต่อไปนี้

- **อุปสงค์ความจุการใช้งานดาวเทียม (Bandwidth Demand)**: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มคงที่ ขณะที่อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงประเภทดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) และดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม C-Band**: ใช้งานหลากหลาย อาทิ เพื่อตอบสนองอุปสงค์ในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) ระบบสัญญาณโทรศัพท์แบบดั้งเดิมและผู้ให้บริการโทรคมนาคม (Legacy Telephony & Carrier) และ การสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) ซึ่งมีแนวโน้มการใช้งานลดลง
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม Ku-Band**: มีการใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์ การสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) และ การขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility / ESIM) โดยภาพรวมมีแนวโน้มคงที่
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS)**: ใช้งานหลากหลาย อาทิ เพื่อตอบสนองอุปสงค์การเข้าถึงการสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) การขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility / ESIM) และการบริการภาครัฐและการทหาร (Government / Military) ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์การสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) โดยการใช้งานรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
- **อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมสื่อสารโดยภาพรวม**: อุปทานมีปริมาณสูงกว่าอุปสงค์ โดยเฉพาะในดาวเทียมแบบความจุสูงซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์อย่างชัดเจนเนื่องจากการตอบสนองต่อแนวโน้มความต้องการใช้ในอนาคตที่เพิ่มขึ้น ต่างกับกรณีดาวเทียมแบบทั่วไป ซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์ไม่มากเนื่องจากตลาดค่อนข้างคงที่จากแนวโน้มปริมาณอุปสงค์ที่ค่อนข้างคงที่

สามารถพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ รูปที่ 49: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคมหาสมุทรแปซิฟิก



รูปที่ 49: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคมหาสมุทรแปซิฟิก

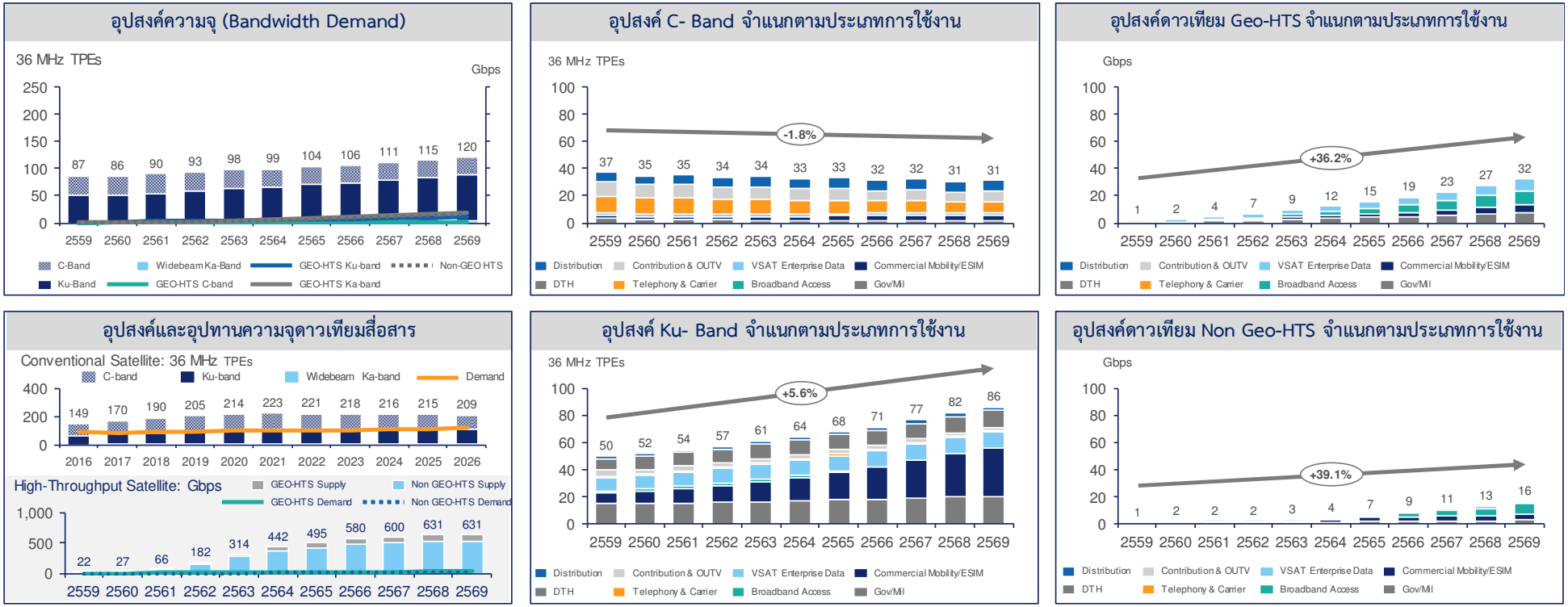
ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

8.13 ภูมิภาคมหาสมุทรอินเดีย (Indian Ocean Region: IOR)

สภาพตลาดดาวเทียมในภูมิภาคมหาสมุทรอินเดีย มีสภาพตลาดปัจจุบันและแนวโน้มหลักในอนาคต ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา 2559-2569 ดังต่อไปนี้

- **อุปสงค์ความจุการใช้งานดาวเทียม (Bandwidth Demand)**: อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ขณะที่อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงประเภทดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) และดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม C-Band**: มีใช้งานที่หลากหลายเพื่อตอบสนองอุปสงค์ในการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) การแพร่สัญญาณเฉพาะกิจ (Contribution & OUTV) และการใช้งานระบบสัญญาณโทรศัพท์แบบดั้งเดิมและผู้ให้บริการโทรคมนาคม (Legacy Telephony & Carrier) ซึ่งมีแนวโน้มการใช้งานคงที่
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปในแถบความถี่ดาวเทียม Ku-Band**: มีการใช้งานที่หลากหลาย อาทิ การแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) การสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) การขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility / ESIM) และ บริการภาครัฐและการทหาร (Government / Military) โดยภาพรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS)**: มีใช้งานที่หลากหลาย อาทิ เพื่อตอบสนองอุปสงค์การเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) การสื่อสารข้อมูล (VSAT / Enterprise Data) การขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility / ESIM) และการบริการภาครัฐและการทหาร (Government / Military) ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง
- **อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูงสำหรับดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS)**: ใช้งานหลักเพื่อตอบสนองอุปสงค์การเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) และ การขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility / ESIM) โดยการใช้งานรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่มีสัดส่วนการใช้งานน้อยกว่าโดยเปรียบเทียบกับดาวเทียมแบบ GEO-HTS
- **อุปสงค์และอุปทานดาวเทียมสื่อสารโดยภาพรวม**: อุปทานมีปริมาณสูงกว่าอุปสงค์ โดยเฉพาะในดาวเทียมแบบความจุสูงซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์อย่างชัดเจนเนื่องจากการตอบสนองต่อแนวโน้มความต้องการใช้ในอนาคตที่เพิ่มขึ้น ต่างกับกรณีดาวเทียมแบบทั่วไป ซึ่งอุปทานสูงกว่าอุปสงค์ไม่มากเนื่องจากตลาดค่อนข้างคงที่จากแนวโน้มปริมาณอุปสงค์ที่ค่อนข้างคงที่

สามารถพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ รูปที่ 50: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคมหาสมุทรอินเดีย



รูปที่ 50: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารภูมิภาคมหาสมุทรอินเดีย

ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

8.14 สรุปสภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารแต่ละภูมิภาคของโลก

ศึกษาสภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารแต่ละภูมิภาคของโลก ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา พ.ศ. 2559-2569 สามารถสรุปประเด็นสำคัญและแนวโน้มการใช้งานได้ดังต่อไปนี้

- อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไปมีแนวโน้มคงที่ ขณะที่อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง ทั้งประเภทดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) และดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

- อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite) แถบความถี่ดาวเทียม C-Band มีแนวโน้มคงที่จนถึงลดลง ขึ้นอยู่กับการใช้งานของแต่ละภูมิภาค (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย หรือ CAGR ของแต่ละภูมิภาคอยู่ระหว่าง -3.2 ถึง-0.5 เปอร์เซ็นต์) โดยอุปสงค์การใช้งานสำคัญในภูมิภาคอเมริกาเพื่อการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) ขณะที่ภูมิภาคยุโรปไม่ใช้งานแถบความถี่นี้ สำหรับภูมิภาคอื่นใช้งานการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data Service & VSAT) และการแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution)

- อุปสงค์ดาวเทียมแบบทั่วไป (Conventional Satellite) Ku-Band มีแนวโน้มคงที่จนถึงเพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่กับการใช้งานของแต่ละภูมิภาค (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย หรือ CAGR ของแต่ละภูมิภาคอยู่ระหว่าง –1.1 ถึง 7.2 เปอร์เซ็นต์) โดยอุปสงค์การใช้งานสำคัญในภูมิภาคอเมริกาเพื่อการแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) ขณะที่ภูมิภาคยุโรปมีการใช้งานที่หลากหลาย ได้แก่ การแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) การแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) การสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data / VSAT) ภูมิภาคเอเชียใช้งานสำหรับ การสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data / VSAT) การแพร่สัญญาณถ่ายทอดต่อ (Distribution) และ การแพร่สัญญาณถึงผู้รับโดยตรง (DTH) สำหรับการใช้งานในเขตภูมิภาคมหาสมุทรเป็นการใช้งานหลักสำหรับการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility / ESIM)

- อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง (High-Throughput Satellite) ส่วนดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (GEO-HTS) มีความต้องการตลาดมีอัตราเติบโตเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย หรือ CAGR 22.7 ถึง 70.9 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งานของแต่ละภูมิภาค) โดยอุปสงค์สำคัญเพื่อการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) และการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data / VSAT) ยกเว้นในเขตภูมิภาคมหาสมุทรที่มีการใช้งานประเภทอื่นร่วมด้วย อาทิ การใช้งานดาวเทียมสื่อสารในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility / ESIM) และความต้องการใช้งานจากภาครัฐและการทหาร (Government / Military)

- อุปสงค์ดาวเทียมแบบความจุสูง (High-Throughput Satellite) ส่วนดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (NGEO-HTS) มีความต้องการตลาดมีอัตราเติบโตเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง (อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย

หรือ CAGR 13.6 ถึง 73.9 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งานของแต่ละภูมิภาค) โดยอุปสงค์สำคัญเพื่อการเข้าถึงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband Access) และการสื่อสารข้อมูล (Enterprise Data / VSAT) ยกเว้นในเขตภูมิภาคมหาสมุทรที่มีการใช้งานประเภทอื่นร่วมด้วย อาทิ การใช้งานดาวเทียมสื่อสารในการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Mobility / ESIM)

ทั้งนี้ สามารถพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ รูปที่ 51: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารแต่ละภูมิภาคของโลก

ภูมิภาค	อัตราเติบโตสะสมเฉลี่ย 2559-2569				ลำดับความสำคัญการใช้ดาวเทียมทั่วไป C-Band								ลำดับความสำคัญการใช้ดาวเทียมทั่วไป Ku-Band								ลำดับความสำคัญการใช้ Geo-HTS								ลำดับความสำคัญการใช้ Non Geo-HTS							
	Demand CAGR 2016-26				C-Band - Priority of Use								Ku-Band - Priority of Use								Geo-HTS - Priority of Use								Non Geo-HTS - Priority of Use							
Regions	C-Band (36 MHz TPEs)	Ku-Band (36 MHz TPEs)	Geo-HTS (Gbps)	Non Geo-HTS (Gbps)	Distribution	DTH	Contribution & OUTV	Telephony & Carrier	Enterprise Data	Broadband Access	Commercial Mobility	Gov/Mil	Distribution	DTH	Contribution & OUTV	Telephony & Carrier	Enterprise Data	Broadband Access	Commercial Mobility	Gov/Mil	Distribution	DTH	Contribution & OUTV	Telephony & Carrier	Enterprise Data	Broadband Access	Commercial Mobility	Gov/Mil	Distribution	DTH	Contribution & OUTV	Telephony & Carrier	Enterprise Data	Broadband Access	Commercial Mobility	Gov/Mil
อเมริกาเหนือ	(3.4)	(0.2)	22.7	67.4	1									1	3		3			2						1										
อเมริกากลางและแคริบเบียน	(0.5)	0.3	53.6	44.8	1				2				3	1			2								2	1							2	1		
อเมริกาใต้	(2.8)	(0.6)	55.2	56.0	1				2					1			2								2	1							2	1		
ยุโรปตะวันตก	(1.3)	(1.1)	32.0	73.9									1	2	3		3								2	1							2	1		
ยุโรปกลางและแอฟริกาเหนือ	(1.7)	0.4	32.8	66.2									1	2	3										2	1							2	1		
ตะวันออกกลางและแอฟริกาเหนือ	(1.0)	1.2	41.3	63.1	2				1				2	1			3								2	1							2	1		
แอฟริกาซับซาฮาราน	(1.4)	3.0	63.2	54.9					1				1		3		3			2					2	1							2	1		
เอเชียตะวันออก	(2.3)	3.0	43.6	68.6	2				1				3	2			1			3					2	1							2	1		
เอเชียใต้	(2.3)	4.5	40.9	68.8	2				1				3	2			1								1	2							2	1		
เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	(2.6)	3.4	32.4	62.3	2	3			1				3	1			2			3					2	1							1	2		
มหาสมุทรแอตแลนติก	(3.2)	1.1	49.5	13.6		3		2	1				3		2				1	3					2		1	3							1	
มหาสมุทรแปซิฟิก	(2.4)	7.2	70.9	30.7	3			2	1								2		1	3					1	2	3						1			
มหาสมุทรอินเดีย	(1.8)	5.6	36.2	39.1	3		2	1						3			3		1	2					3	1		2						1	2	

1st Prioirty of Use (ความสำคัญสูงสุดอันดับ 1) 2nd Prioirty of Use (ความสำคัญสูงสุดอันดับ 2) 3rd Prioirty of Use (ความสำคัญสูงสุดอันดับ 3)

รูปที่ 51: สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารแต่ละภูมิภาคของโลก

ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018

9 ภาคผนวก 3: ข้อมูลการศึกษาแนวทางการออกใบอนุญาตและค่าธรรมเนียม กรณีศึกษาต่างประเทศ

9.1 การออกใบอนุญาตและค่าธรรมเนียมของประเทศสหรัฐอเมริกา

การกำกับดูแลกิจการดาวเทียมของประเทศสหรัฐอเมริกาอยู่ในความรับผิดชอบของคณะกรรมการกลางกำกับดูแลกิจการสื่อสารของสหรัฐอเมริกา หรือ Federal Communications Commission (FCC) ในการประกอบกิจการสื่อสารโทรคมนาคม ผู้ประกอบกิจการจะต้องยื่นขอใบอนุญาตประกอบกิจการ ทั้งนี้ FCC กำหนดให้บุคคลใดก็ตามที่ให้บริการด้านโทรคมนาคมทั้งนำเข้าหรือส่งออกออกบริการจากประเทศสหรัฐอเมริกาต้องได้รับอนุญาตภายใต้มาตรา 214 แห่งพระราชบัญญัติการสื่อสารแห่ง พ.ศ. 2477 (The Communications Act of 1934) การอนุญาตนี้เรียกว่าการอนุญาตตามมาตรา 214 โดยทั่วไปแล้วใบอนุญาต 214 จะเป็นการประกอบกิจการโทรคมนาคมระหว่างประเทศ ซึ่งคำจำกัดความของ "บริการโทรคมนาคม" หมายรวมถึงบริการในธุรกิจสื่อสารโทรคมนาคม เช่น ธุรกิจบริการให้โทรศัพท์ บริการ VOIP และบริการอื่น รวมทั้งกิจการดาวเทียมที่เป็นการสื่อสารระหว่างประเทศ จะต้องได้รับอนุญาตจากสำนักงาน FCC International Bureau

การยื่นเอกสารเพื่อขออนุญาตต้องดำเนินการผ่านช่องทางอีเลคโทรนิคของ International Bureau Filling system (IBFS) โดยกรอกแบบฟอร์ม 312 การขอใบอนุญาตสำหรับการดำเนินการสถานีอวกาศ BSS 17/24 GHz หรือการดำเนินการสถานีอวกาศของ GEO FSS จะต้องยื่นเอกสารในการ Filing ต่อ FCC และแจ้งยื่นขอประสานงานกับ ITU โดยต้องยอมรับเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายในการดำเนินการประสานงานที่เรียกเก็บจาก ITU (ITU Cost Recovery) ซึ่งการยื่นขออนุญาตนี้จะถือว่าเสร็จสมบูรณ์ก็ต่อเมื่อได้ยื่นแบบฟอร์ม 312 ครบถ้วนพร้อมกันนำส่งข้อมูลที่กำหนดในการยื่นขอติดตั้งสถานีอวกาศ (25.114) อาทิ ข้อมูลวงโคจร ข้อมูลพื้นที่ครอบคลุม ความถี่ และข้อมูลทางเทคนิค เป็นต้น

ค่าธรรมเนียมที่เกี่ยวข้องกับการประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศสหรัฐอเมริกา มีค่าธรรมเนียมในการยื่นขอใบอนุญาต (อ้างอิง FY 2018 Application Fees Released: July 10, 2018) สามารถแบ่งค่าธรรมเนียมตามการให้บริการ ส่วนของสถานีภาคพื้นดินและสถานีอวกาศ จำแนกตามประเภทของสถานีภาคพื้นดิน ได้ดังนี้

- สถานีภาคพื้นดิน (Earth Station)
    - สถานีรับส่งสัญญาณภาคพื้นดินแบบประจำที่
    - สถานีรับส่งสัญญาณภาคพื้นดินขนาดเล็กที่มีขนาดไม่เกิน 2 เมตร และใช้ความถี่ 4/6 GHz
    - สถานีรับสัญญาณภาคพื้นดิน
    - ระบบ VSAT
    - สถานีภาคพื้นดินในการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม
- สถานีอวกาศ (Space Station)

- กรณีดาวเทียม GEO
- กรณีดาวเทียม NGEO
- กรณีดาวเทียมแพร่สัญญาณโดยตรง (Direct Broadcast Satellites)

	ประเภทการให้บริการ (Categories of Service)	กิจกรรม (Activities)	ค่าธรรมเนียม (USD)
1	สถานีรับส่งสัญญาณภาคพื้นดินแบบประจำที่	a. ใบอนุญาตเริ่มแรก (ต่อสถานี)	$2,985.00
		b. การปรับปรุงการขออนุญาต (ต่อสถานี)	$210.00
		c. การใช้ช่องสัญญาณดาวเทียม หรือ การถ่ายทอดสัญญาณ (Assignment or Transfer) (i) สถานีแรก (First Station)	$590.00
		(ii) สถานีที่เพิ่มขึ้นแต่ละสถานี (Each Additional Station)	$200.00
		d. การต่ออายุใบอนุญาต (ต่อสถานี)	$210.00
		e. การขออนุญาตชั่วคราวพิเศษ (Special Temporary Authority) (ต่อคำร้อง)	$210.00
		f. การแก้ไขใบสมัครที่อยู่ระหว่างดำเนินการขออนุญาตใช้งาน (Amendment of Pending Application) (ต่อสถานี)	$210.00
		g. การต่อใบอนุญาตก่อสร้างและการปรับปรุงแก้ไข (Extension of Construction Permit (modification)) (ต่อสถานี)	$210.00
2	สถานีรับส่งสัญญาณภาคพื้นดินขนาดเล็กที่มีขนาดไม่เกิน 2 เมตร และใช้ความถี่ 4/6 GHz	a. การยื่นขอใบอนุญาต (Lead Application)	$6,615.00
		b. ใบอนุญาตดำเนินการต่อเนื่อง (Routine Application) (ต่อสถานี)	$70.00
		c. การปรับปรุงการขออนุญาต (ต่อสถานี)	$210.00
		d. การใช้ช่องสัญญาณดาวเทียม หรือ การถ่ายทอดสัญญาณ (Assignment or Transfer) (i) สถานีแรก (First Station)	$590.00
		(ii) สถานีที่เพิ่มขึ้นแต่ละสถานี (Each Additional Station)	$70.00
		e. การต่ออายุใบอนุญาต (ต่อสถานี)	$210.00
		f. การขออนุญาตชั่วคราวพิเศษ (Special Temporary Authority) (ต่อคำร้อง)	$210.00
		g. การแก้ไขใบสมัครที่อยู่ระหว่างดำเนินการขออนุญาตใช้งาน (Amendment of Pending Application) (ต่อสถานี)	$210.00
		h. การต่อใบอนุญาตก่อสร้างและการปรับปรุงแก้ไข (Extension of Construction Permit (modification)) (ต่อสถานี)	$210.00
3	สถานีรับสัญญาณภาคพื้นดิน	a. ใบอนุญาตเริ่มแรกสำหรับการลงทะเบียนหรือการขออนุญาต (Initial Applications for Registration or License) (ต่อสถานี)	$450.00
		b. การปรับปรุงการขออนุญาตหรือการลงทะเบียน (ต่อสถานี)	$210.00
		c. การใช้ช่องสัญญาณดาวเทียม หรือ การถ่ายทอดสัญญาณ	$590.00

	ประเภทการให้บริการ (Categories of Service)	กิจกรรม (Activities)	ค่าธรรมเนียม (USD)
		(Assignment or Transfer) (i) สถานีแรก (First Station)	
		(ii) สถานีที่เพิ่มขึ้นแต่ละสถานี (Each Additional Station)	$200.00
		d. การต่ออายุใบอนุญาต (ต่อสถานี)	$210.00
		e. การแก้ไขใบสมัครที่อยู่ระหว่างดำเนินการขออนุญาตใช้งาน (Amendment of Pending Application) (ต่อสถานี)	$210.00
		f. การต่อใบอนุญาตก่อสร้างและการปรับปรุงแก้ไข (Extension of Construction Permit (modification)) (ต่อสถานี)	$210.00
		g. หนังสือแสดงการสละสิทธิ์ (ต่อคำร้อง)	$210.00
4	ระบบ VSAT	a. ใบอนุญาตเริ่มแรก (ต่อสถานี)	$11,015.00
		b. การปรับปรุงการขออนุญาต (ต่อสถานี)	$210.00
		c. การใช้ช่องสัญญาณดาวเทียม หรือ การถ่ายทอดสัญญาณ (Assignment or Transfer)	$2,945.00
		d. การต่ออายุใบอนุญาต (ต่อระบบ)	$210.00
		e. การขออนุญาตชั่วคราวพิเศษ (Special Temporary Authority) (ต่อคำร้อง)	$210.00
		f. การแก้ไขใบสมัครที่อยู่ระหว่างดำเนินการขออนุญาตใช้งาน (Amendment of Pending Application) (ต่อระบบ)	$210.00
		g. การต่อใบอนุญาตก่อสร้างและการปรับปรุงแก้ไข (Extension of Construction Permit (modification)) (ต่อระบบ)	$210.00
5	สถานีภาคพื้นดินในการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม	a. ใบอนุญาตเริ่มแรกกรณีขออนุญาตแบบคุ้มครอง (Initial Applications of Blanket Authorization)	$11,015.00
		b. ใบอนุญาตเริ่มแรกสำหรับแต่ละสถานีภาคพื้นดิน (Initial Application for Individual Earth Station)	$2,645.00
		c. การปรับปรุงการขออนุญาต (ต่อระบบ)	$210.00
		d. การใช้ช่องสัญญาณดาวเทียม หรือ การถ่ายทอดสัญญาณ (Assignment or Transfer) (ต่อระบบ)	$2,945.00
		e. การต่ออายุใบอนุญาต (ต่อระบบ)	$210.00
		f. การขออนุญาตชั่วคราวพิเศษ (Special Temporary Authority) (ต่อคำร้อง)	$210.00
		g. การแก้ไขใบสมัครที่อยู่ระหว่างดำเนินการขออนุญาตใช้งาน (Amendment of Pending Application) (ต่อระบบ)	$210.00
		h. การต่อใบอนุญาตก่อสร้างและการปรับปรุงแก้ไข (Extension of Construction Permit (modification)) (ต่อระบบ)	$210.00

	ประเภทการให้บริการ (Categories of Service)	กิจกรรม (Activities)	ค่าธรรมเนียม (USD)
6	สถานีอวกาศ แบบ GEO	a. ใบอนุญาตเพื่อส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรและดำเนินการ (Application for Authority to Launch & Operate) (ต่อดาวเทียม) (i) ใบอนุญาตเริ่มแรก (ii) กรณีดาวเทียมทดแทน (Replacement Satellite)	$136,930.00
		b. การใช้ช่องสัญญาณดาวเทียม หรือ การถ่ายทอดสัญญาณ (Assignment or Transfer) (ต่อดาวเทียม)	$9,785.00
		c. การปรับปรุงการขออนุญาต (ต่อดาวเทียม)	$9,785.00
		d. การขออนุญาตชั่วคราวพิเศษ (Special Temporary Authority) (ต่อดาวเทียม)	$980.00
		e. การแก้ไขใบสมัครที่อยู่ระหว่างดำเนินการขออนุญาตใช้งาน (Amendment of Pending Application) (ต่อดาวเทียม)	$1,960.00
		f. การต่อใบอนุญาตปล่อยดาวเทียม (Extension of Launch Authority) (ต่อดาวเทียม)	$980.00
7	สถานีอวกาศ แบบ NGEO	a. ใบอนุญาตเพื่อส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรและดำเนินการ (Application for Authority to Launch & Operate) (ต่อระบบเชิงเทคนิคของดาวเทียมแต่ละระบบ)	$471,575.00
		b. การใช้ช่องสัญญาณดาวเทียม หรือ การถ่ายทอดสัญญาณ (Assignment or Transfer) (ต่อระบบ)	$13,480.00
		c. การปรับปรุงการขออนุญาต (ต่อระบบ)	$33,685.00
		d. การขออนุญาตชั่วคราวพิเศษ (Special Temporary Authority) (ต่อคำร้อง)	$3,375.00
		e. การแก้ไขใบสมัครที่อยู่ระหว่างดำเนินการขออนุญาตใช้งาน (Amendment of Pending Application) (ต่อคำร้อง)	$6,740.00
		f. การต่อใบอนุญาตส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรดาวเทียม (Extension of Launch Authority) (ต่อระบบ)	$3,375.00
8	ดาวเทียมออกอากาศโดยตรง (Direct Broadcast Satellites)	a. ใบอนุญาตก่อสร้างหรือการปรับปรุงหลัก (Authorization to Construct or Major Modification) (ต่อดาวเทียม)	$3,975.00
		b. ใบอนุญาตก่อสร้างดาวเทียมและส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร (Construction Permit and Launch Authority) (ต่อดาวเทียม)	$38,555.00
		c. การอนุญาตดำเนินกิจการ (ต่อดาวเทียม)	$1,110.00
		d. การขออนุญาตชั่วคราวพิเศษ (Special Temporary Authority) (ต่อดาวเทียม)	$200.00

ตารางที่ 29: ค่าธรรมเนียมในการยื่นขออนุญาตที่เกี่ยวข้องกับกิจการดาวเทียมในประเทศสหรัฐอเมริกา

ค่าธรรมเนียมในการกำกับดูแล (Regulation fees) FCC จะต้องประเมินและรวบรวมค่าธรรมเนียมการกำกับดูแลเพื่อคืนค่าใช้จ่ายของกิจกรรมด้านกฎระเบียบ ครอบคลุมกิจกรรมต่าง ๆ อาทิ กิจกรรมการกำกับดูแลเพื่อให้เป็นไปตามนโยบาย กิจกรรมการจัดทำข้อบังคับเพื่อกำกับดูแลการให้บริการ และกิจกรรมระหว่างประเทศ เป็นต้น ค่าธรรมเนียมในการกำกับดูแลจะเป็นการจัดเก็บรายปี รายละเอียดค่าธรรมเนียมในการกำกับดูแล แสดงดังตารางด้านล่าง (อ้างอิง FY 2018 Regulatory Fees Released: May 22, 2018, Appendix B, Appendix G)

ค่าธรรมเนียมในการกำกับดูแลนี้จะต้องนำส่งเป็นรายปี ผ่านช่องทางอีเลคโทรนิค ในการจัดเก็บค่าธรรมเนียมในการกำกับดูแลรายปีนี้จะเริ่มเก็บเมื่อดาวเทียมเริ่มใช้งาน ตัวอย่างการจัดค่าธรรมเนียมในการกำกับดูแลแบ่งตามประเภทของสถานี ได้จากต่อไปนี้

	ประเภทสิ่งที่กำกับดูแล	ค่าธรรมเนียม ปี ค.ศ. 2017 (USD)	ค่าธรรมเนียมที่เสนอ ปี ค.ศ. 2018 (USD)
1	สถานีภาคพื้นดิน • VSAT และเสาอากาศ C-Band ที่เทียบเท่า • สถานีภาคพื้นดินในการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม • สถานีรับส่งสัญญาณภาคพื้นดิน และสถานีส่งสัญญาณ • สถานีรับสัญญาณ	360 USD ต่อใบอนุญาต และ 360 USD ต่อสถานี	325 USD ต่อใบอนุญาต และ 325 USD ต่อสถานี
2	สถานีอวกาศ แบบ GEO และ BSS ดาวเทียมที่โคจรอยู่ ณ ตำแหน่งวงโคจรเดียวกันนี้จะถือเป็นหนึ่งสถานี การคำนวณค่าธรรมเนียมสถานีต่อสถานีอวกาศพิจารณาจากวัตถุประสงค์การใช้งานของดาวเทียม	140,925	127,850
3	สถานีอวกาศ แบบ NGEO ที่ให้บริการสื่อสารระหว่างดาวเทียมและสถานีภาคพื้นดิน ค่าธรรมเนียมคำนวณต่อระบบ โดยเริ่มจัดเก็บค่าธรรมเนียมเมื่อดาวเทียมดวงใดดวงหนึ่งในระบบเริ่มใช้งาน	135,350	122,775
4	การเชื่อมต่อระหว่างประเทศภาคพื้นดินและดาวเทียม (International Terrestrial and Satellite) ผู้ประกอบการดาวเทียมหรือผู้ให้บริการต้องจ่ายค่าธรรมเนียมสำหรับแต่ละวงจรที่ขายหรือให้เช่าแก่ลูกค้า รวมทั้งวงจรที่นำมาใช้เองทั้งในส่วนที่เป็นวงจรใช้งานและวงจรสำรอง	0.03 (64 KB หรือเทียบเท่า)	0.02 (64 KB หรือเทียบเท่า)
5	สถานีวิทยุกระจายเสียงสาธารณะระหว่างประเทศและสถานีวิทยุกระจายเสียงความถี่สูง (HF) ระหว่างประเทศ ถูกตัดออกจากการประเมินค่าธรรมเนียมการกำกับดูแลเมื่อวันที่ 18 สิงหาคม 2552	-	-
6	ค่าธรรมเนียม Direct Broadcasting Satellite (DBS) คำนวณต่อรายสมาชิกโดยผู้ให้บริการ DBS เป็นผู้รับผิดชอบ	0.38	0.48

ตารางที่ 30: ค่าธรรมเนียมในการกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับกิจการดาวเทียมในประเทศสหรัฐอเมริกา

ค่าธรรมเนียมกองทุน หรือ Universal Service Fund: USF เป็นค่าธรรมเนียมที่ผู้ประกอบกิจการสื่อสารโทรคมนาคมต้องรับผิดชอบ เนื่องจากเป็นหนึ่งในข้อผูกมัดด้านกฎระเบียบอ้างอิงตามพระราชบัญญัติโทรคมนาคม (Telecommunications Act of 1996) พรบ.การสื่อสารปีพ.ศ.2477 ระบุว่าทุกคนในสหรัฐอเมริกาจะสามารถเข้าถึงบริการด้านการสื่อสารที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพทั่วประเทศ โดยมีสิ่งอำนวยความสะดวกเพียงพอในราคาที่เหมาะสม กองทุน USF เป็นกลไกที่ผู้ให้บริการนำส่งเงินสมทบเพื่อสนับสนุนให้ผู้ด้อยโอกาส หรือผู้ที่อาศัยในพื้นที่ห่างไกลที่มีต้นทุนการสร้างโครงข่ายโทรคมนาคมสูง สามารถเข้าถึงบริการสื่อสารโทรคมนาคมได้อย่างเท่าเทียม

ผู้ประกอบกิจการโทรคมนาคมจะต้องนำส่งค่าธรรมเนียมเพื่อสมทบกองทุนเป็นสัดส่วนต่อรายได้ อัตราค่าธรรมเนียมนี้เรียกว่า Contribution Factor จะมีการเปลี่ยนแปลงอัตราค่าธรรมเนียมรายไตรมาส เพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับการพิจารณาของกองทุน USF ผู้ประกอบการมีข้อผูกมัดในการกรอกแบบฟอร์ม 499 เพื่อรายงานรายได้รายไตรมาส การรายงานการดำเนินการในแต่ละไตรมาสนี้จะถูกส่งไปยัง FCC โดยผู้ดูแลระบบ USF จะใช้ข้อมูลนี้ในการคำนวณค่าตัวคูณ (Contribution Factor) ตัวอย่าง ค่า Contribution Factor สำหรับไตรมาสที่ 1 2 และ 3 ของปี พ.ศ. 2561 คือ 19.5% 18.4% และ 17.9% ของรายได้ตามลำดับ

9.2 การออกใบอนุญาตและค่าธรรมเนียมของประเทศสิงคโปร์

การกำกับดูแลกิจการดาวเทียมของประเทศสิงคโปร์อยู่ในความรับผิดชอบของ IMDA (Infocomm Media Development Authority) ในการประกอบกิจการดาวเทียม ผู้ประกอบกิจการจะต้องยื่นขอรับใบอนุญาตสำหรับติดตั้งสถานีสื่อสารผ่านดาวเทียมตามประเภทการให้บริการ กรณีที่ผู้ประกอบกิจการดาวเทียมมีความต้องการใช้ตำแหน่งวงโคจร ผู้ประกอบกิจการดาวเทียมจะต้องยื่นขอใช้ตำแหน่งวงโคจรต่อ ITU ตามขั้นตอนของกฎเกณฑ์/ข้อบังคับวิทยุ (Radio Regulation: RR) เพื่อให้แน่ใจว่ามีการใช้วงโคจรอย่างมีประสิทธิภาพและเพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากการรบกวนกันระหว่างเครือข่ายดาวเทียม ทั้งนี้ผู้ประกอบกิจการดาวเทียมจะต้องยื่นขอใช้สิทธิวงโคจรผ่าน IMDA ซึ่งเป็นตัวแทนทำหน้าที่ดำเนินการสำหรับการจัดเตรียมเครือข่ายดาวเทียมในประเทศสิงคโปร์ หน่วยงานหรือผู้ประกอบกิจการดาวเทียมที่มีความประสงค์จะใช้วงโคจรจะต้องกรอกใบคำร้องยื่นต่อ IMDA พร้อมข้อมูลพื้นฐานตามที่ระบุในใบคำร้อง จากนั้น IMDA จะพิจารณาคำร้องขอของผู้ยื่นคำขอยื่นใบสมัครเครือข่ายดาวเทียม โดยจะประเมินตามข้อกำหนดทางเทคนิค การเงิน กฎหมาย แผนธุรกิจของบริษัทที่จะให้บริการดาวเทียมและผลประโยชน์ที่ผลประโยชน์ที่ผู้ประกอบกิจการดาวเทียมจะให้แก่อุตสาหกรรม ผู้บริโภค และเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศสิงคโปร์ นอกจากนี้ IMDA ยังพิจารณาพื้นที่ครอบคลุมการให้บริการของดาวเทียม (Coverage area) โดยจะต้องครอบคลุมประเทศสิงคโปร์ทั้งประเทศ ผู้ประกอบการดาวเทียมต้องติดตั้งศูนย์ปฏิบัติการรับส่งติดตามและสั่งการ (Telemetry, Tracking & Command) ในประเทศสิงคโปร์ โดยยื่นขอรับใบอนุญาตในการติดตั้งสถานีภาคพื้นดิน (Satellite Communication Station Licence) [6] ซึ่งแบ่งตามประเภทดังต่อไปนี้

1) เทอร์มินอลขนาดเล็กมาก (VSAT)
2) สถานีภาคพื้นดินที่เป็นศูนย์ปฏิบัติการรับส่งติดตามและสั่งการ (Telemetry, Tracking & Command)
3) สถานีภาคพื้นดิน
4) เทอมินอลการสื่อสารผ่านดาวเทียมแบบพกพา

ทั้งนี้การยื่นขอสิทธิการใช้วงโคจร การยื่นขออนุญาตติดตั้งสถานีภาคพื้นดินและใช้งานคลื่นความถี่ มีค่าธรรมเนียมดังต่อไปนี้

ค่าธรรมเนียมใบอนุญาตสำหรับการใช้สิทธิดาวเทียมวงโคจรดาวเทียมจะถูกเรียกเก็บเพื่อใช้ในการประสานงานความถี่กับข่ายงานดาวเทียมอื่น ๆ ผู้ยื่นใบสมัครที่ผ่านการพิจารณาแล้วจะต้องชำระค่าธรรมเนียมใบอนุญาตก่อนที่จะยื่นเอกสารขอใช้สิทธิดาวเทียมวงโคจรดาวเทียมต่อ ITU ตามรายละเอียดดังนี้

[6] อ้างถึงแนวทางการขอรับใบอนุญาต Guidelines for a Satellite Communication Station Licence at https://www.imda.gov.sg/regulations-licensing-andconsultations/licensing/licences/licence-for-the-operation-of-radio-communication-station-ornetwork

ค่าธรรมเนียมรายปี	
ตำแหน่งวงโคจรดาวเทียมที่มีความถี่ ซึ่งต้องประสานงานตามข้อบังคับ	80,000 SGD สำหรับการยื่นขอสิทธิในการใช้วงโคจรตำแหน่งแรก และ 10,000 SGD สำหรับการยื่นขอสิทธิในการใช้วงโคจรตำแหน่งถัดไป
ตำแหน่งวงโคจรดาวเทียมที่มีความถี่ ซึ่งต้องประสานงานแต่ไม่บังคับ	4,000 SGD สำหรับการยื่นขอสิทธิในการใช้วงโคจรตำแหน่งแรก และ 500 SGD สำหรับการยื่นขอสิทธิในการใช้วงโคจรตำแหน่งถัดไป
ค่าธรรมเนียมอื่น	
ค่าธรรมเนียมในการดำเนินการยื่นเอกสารข่ายงานดาวเทียมต่อ ITU (ผู้รับใบอนุญาตต้องชำระโดยตรงกับ ITU)	ตามอัตราที่ ITU กำหนด
ค่าธรรมเนียมในการประชุมประสานงานกับหน่วยงานอื่น	30,000 SGD ต่อการประชุม และ 3,000 SGD ต่อวันที่ใช้ในการประชุม
อายุใบอนุญาต	
15 ปี และสามารถต่ออายุได้อีกเป็นระยะเวลาตามที่ผู้มีอำนาจเห็นสมควร	

ตารางที่ 31: ค่าธรรมเนียมในการขอใช้สิทธิดาวเทียมวงโคจรดาวเทียมในประเทศสิงคโปร์

ค่าธรรมเนียมสำหรับสถานีภาคพื้นดิน ผู้ประกอบการต้องยื่นขออนุญาตผ่านหน้าเว็บไซต์ของ IMDA[7] โดยมีค่าธรรมเนียมรายปีด้วยอัตรา 100 SGD ต่อสถานี สำหรับ เทอร์มินอลขนาดเล็กมาก (VSAT) สถานีภาคพื้นดินที่เป็นศูนย์ปฏิบัติการรับส่งติดตามและสั่งการ (Telemetry, Tracking & Command) และสถานีภาคพื้นดิน อัตรา 50 SGD ต่อเทอมินอลการสื่อสารผ่านดาวเทียมแบบพกพา

ค่าธรรมเนียมการใช้คลื่นความถี่ ขึ้นอยู่กับแบนด์วิดท์ของความถี่นั้นดังมีรายละเอียดดังแสดงในตารางต่อไปนี้

7 https://licence1.business.gov.sg/web/frontier/home

- **ค่าธรรมเนียมในการยื่นขอใบอนุญาตและดำเนินการ**

	ประเภท	ค่าธรรมเนียมต่อความถี่
1.	ความถี่ที่กำหนดโดยทั่วไป (สำหรับใช้ชั่วคราวหรือเป็นครั้งคราว)	100 SGD
2.	ความถี่อื่น ๆ ทั้งหมด (รวมทั้งความถี่ดาวเทียม downlink)	300 SGD

ตารางที่ 32: ค่าธรรมเนียมในการยื่นขอใบอนุญาตและดำเนินการ

- **ค่าธรรมเนียมจัดการบริหารคลื่นความถี่รายปี**

1. ค่าธรรมเนียมสำหรับการใช้ความถี่วิทยุบนพื้นฐานพิเศษ:

บริการวิทยุโทรคมนาคม	ย่านความถี่	แบนด์วิดท์	ค่าธรรมเนียมรายปี (SGD)
แพร่ภาพกระจายเสียง (Broadcasting)	ทุกย่านความถี่	X ≤ 25 kHz	400
		25 kHz < X ≤ 500 kHz	800
		500 kHz < X ≤ 10 MHz	12,100
ประจำที่ (Fixed)	ทุกย่านความถี่	X ≤ 25 kHz	400
		25 kHz < X ≤ 500 kHz	1,100
		500 kHz < X ≤ 10 MHz	2,900
		10 MHz < X ≤ 20 MHz	7,700
		X > 20 MHz	10,700
วิทยุเคลื่อนที่ส่วนบุคคล	ทุกย่านความถี่	X ≤ 25 kHz	400
		25 kHz < X ≤ 500 kHz	500
		500 kHz < X ≤ 10 MHz	9,200
		10 MHz < X ≤ 20 MHz	29,800
		X > 20 MHz	44,500
วิทยุเคลื่อนที่สาธารณะ	ทุกย่านความถี่	ต่อแบนด์วิดท์ 5 MHz	7,700
อื่น ๆ	ทุกย่านความถี่	X ≤ 25 kHz	400
		25 kHz < X ≤ 500 kHz	1,100
		500 kHz < X ≤ 10 MHz	15,100
		10 MHz < X ≤ 20 MHz	29,800
		X > 20 MHz	44,500

ตารางที่ 33: ค่าธรรมเนียมจัดการบริหารคลื่นความถี่รายปีสำหรับการใช้ความถี่วิทยุบนพื้นฐานพิเศษ

2. ค่าธรรมเนียมสำหรับการใช้ความถี่วิทยุบนพื้นฐานการใช้งานร่วมกัน โดยที่แบนด์วิดท์ที่ใช้งานคาบเกี่ยวอยู่ในช่วงคลื่นความถี่วิทยุตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป ค่าธรรมเนียมที่ต้องชำระตามอัตราค่าธรรมเนียมในช่วงความถี่ที่ต่ำกว่า

บริการวิทยุโทรคมนาคม	ย่านความถี่	แบนด์วิดท์	ค่าธรรมเนียมรายปี (SGD)
ประจำที่ (Fixed)	ต่ำกว่า 10 GHz	X ≤ 25 kHz	300
		25 kHz < X ≤ 500 kHz	400
		500 kHz < X ≤ 10 MHz	800
		10 MHz < X ≤ 20 MHz	1,800
		X > 20 MHz	2,400
	10 GHz – 15.7 GHz	X ≤ 25 kHz	300
		25 kHz < X ≤ 500 kHz	400
		500 kHz < X ≤ 10 MHz	500
		10 MHz < X ≤ 20 MHz	900
		X > 20 MHz	1,200
	15.7 GHz -21.2 GHz	X ≤ 25 kHz	300
		25 kHz < X ≤ 500 kHz	400
		500 kHz < X ≤ 10 MHz	500
		10 MHz < X ≤ 20 MHz	700
		X > 20 MHz	900
	สูงกว่า 21.2 GHz	X ≤ 25 kHz	300
		25 kHz < X ≤ 500 kHz	400
		500 kHz < X ≤ 10 MHz	1,800
		10 MHz < X ≤ 20 MHz	3,200
		X > 20 MHz	4,700
Radiodetermination (Non-Aeronautical)	ต่ำกว่า 3 GHz	X ≤ 25 kHz	300
		25 kHz < X ≤ 500 kHz	400
		500 kHz < X ≤ 10 MHz	1,800
		10 MHz < X ≤ 20 MHz	3,200
		X > 20 MHz	4,700
	3 GHz – 5.85 GHz	X ≤ 25 kHz	300
		25 kHz < X ≤ 500 kHz	400
		500 kHz < X ≤ 10 MHz	1,000
		10 MHz < X ≤ 20 MHz	1,800
		X > 20 MHz	2,500
	สูงกว่า 5.85 GHz	X ≤ 25 kHz	300
		25 kHz < X ≤ 500 kHz	400
		500 kHz < X ≤ 10 MHz	700
		10 MHz < X ≤ 20 MHz	1,000
		X > 20 MHz	1,400
ดาวเทียม (GEO)	ทุกย่านความถี่	X ≤ 25 kHz	300
		25 kHz < X ≤ 500 kHz	400
		500 kHz < X ≤ 10 MHz	700

บริการวิทยุโทรคมนาคม	ย่านความถี่	แบนด์วิดท์	ค่าธรรมเนียมรายปี (SGD)
		10 MHz < X ≤ 20 MHz	1,000
		X > 20 MHz	1,600
ดาวเทียม (NGEO)	ทุกย่านความถี่	X ≤ 25 kHz	300
		25 kHz < X ≤ 500 kHz	400
		500 kHz < X ≤ 10 MHz	1,500
		10 MHz < X ≤ 20 MHz	2,800
		X > 20 MHz	4,700
วิทยุเคลื่อนที่ส่วนบุคคล	ทุกย่านความถี่	X ≤ 25 kHz	300
		25 kHz < X ≤ 500 kHz	400
		500 kHz < X ≤ 10 MHz	2,500
		10 MHz < X ≤ 20 MHz	7,600
		X > 20 MHz	11,300
Radiodetermination (Aeronautical)	ทุกย่านความถี่	X ≤ 25 kHz	300
		25 kHz < X ≤ 500 kHz	400
		500 kHz < X ≤ 10 MHz	2,100
		10 MHz < X ≤ 20 MHz	4,000
		X > 20 MHz	5,800
อื่นๆ	ทุกย่านความถี่	X ≤ 25 kHz	300
		25 kHz < X ≤ 500 kHz	500
		500 kHz < X ≤ 10 MHz	4,000
		10 MHz < X ≤ 20 MHz	7,700
		X > 20 MHz	11,300
คลื่นความถี่ทั่วไปสำหรับใช้ในอาคารหรือระบบไร้สาย		20 MHz หรือต่ำกว่า	50-100
		มากกว่า 20 MHz แต่ไม่เกิน 50 MHz	100-200
		มากกว่า 50 MHz	150-300
บล็อกความถี่ที่กำหนดสำหรับระบบเครือข่ายการสื่อสารทางวิทยุแบบหลายช่อง			15

ตารางที่ 34: ค่าธรรมเนียมจัดการบริหารคลื่นความถี่รายปีสำหรับการใช้ความถี่วิทยุบนพื้นฐานการใช้งานร่วมกัน

9.3 การออกใบอนุญาตและค่าธรรมเนียมของประเทศญี่ปุ่น

กฎระเบียบและกฎหมายสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศญี่ปุ่น ประกอบด้วย กฎหมายกิจการดาวเทียมพื้นฐาน (Basic Space Law) ฉบับเดือนพฤษภาคม ค.ศ. 2008 ซึ่งเชื่อมโยงกับแผนนโยบายกิจการอวกาศแห่งชาติ (Basic Plan on National Space Policy) และกฎหมายพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Science and Technology Basic Low) ฉบับเดือนมิถุนายน ค.ศ.2009 ซึ่งเชื่อมโยงแผนงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (Science and Technology Basic Plan)

กิจการอวกาศของประเทศญี่ปุ่น ประกอบด้วยดาวเทียมประมาณ 150 ดวง 199 ข่ายงานดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ และ 72 ข่ายงานดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ สภาพแวดล้อมผู้ประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศญี่ปุ่นประกอบด้วยผู้ประกอบกิจการดาวเทียมสื่อสารเชิงพาณิชย์ (Satellite Operators) และผู้ใช้งานดาวเทียมขนาดเล็ก (CubeSat Operators) ซึ่งให้บริการโดยใช้ดาวเทียมขนาดเล็ก อาทิ ดาวเทียมประเภท Nanosatellite และ Picosatellite

หน่วยงานทำหน้าที่รับผิดชอบออกใบอนุญาตและจัดเก็บค่าธรรมเนียมกิจการอวกาศของประเทศญี่ปุ่น คือ กระทรวงสื่อสารและกิจการภายใน (Ministry of Internal Affairs and Communications: MIC) รับผิดชอบบริหารจัดการคลื่นความถี่ (Spectrum Management) ออกใบอนุญาต (Licensing) ประสานงานข่ายงานดาวเทียม (Satellite Network Coordination) กับหน่วยงานระหว่างประเทศ และกำหนดมาตรฐานและขั้นตอนการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับกิจการดาวเทียมในประเทศ ภารกิจของ MIC ที่เกี่ยวข้องกับกิจการดาวเทียมจำแนกหน่วยงานรับผิดชอบออกเป็น 2 ส่วนงานย่อย ได้แก่[8]

1) แผนกดาวเทียมสื่อสารแบบไม่ประจำที่ (Mobile Satellite Communications Division) อยู่ภายใต้หน่วยงานวิทยุสื่อสาร (Radio Department) ทำหน้าที่ประสานงานคลื่นความถี่ การดำเนินการและประสานงานกับ ITU และการให้ใบอนุญาตเกี่ยวกับกิจการวิทยุสื่อสาร

2) แผนกดาวเทียมและการแพร่สัญญาณในภูมิภาค (Satellite and Regional Broadcasting Division) อยู่ภายใต้สำนักเทคโนโลยีและการสื่อสาร (Information and Communications Bureau) ทำหน้าที่ในการสนับสนุนกิจการแพร่สัญญาณร่วมถึงการแพร่สัญญาณผ่านดาวเทียม

[8] อ้างอิง www.cas.go.jp/jp/gaiyou/jimu/jinjikyoku/files/04_mic.pdf

การขออนุญาตประกอบกิจการดาวเทียมอยู่ภายใต้ใบอนุญาตประกอบกิจการวิทยุสื่อสาร การใช้สถานีดาวเทียมภาคพื้นดินจากระบบดาวเทียมสื่อสาร (Satellite Communications System) ในประเทศญี่ปุ่นส่วนใหญ่เป็นการให้บริการดาวเทียมสื่อสารแบบประจำที่ (Fixed Satellite Service) การกำกับดูแลจึงเป็นไปตามขั้นตอนและกฎหมายวิทยุสื่อสาร (Radio Law) ซึ่งจำกัดให้เฉพาะผู้ประกอบการดาวเทียมสัญชาติญี่ปุ่นเท่านั้น

- การจัดตั้งสถานีดาวเทียม (Satellite Stations) ผู้ให้บริการดาวเทียมสื่อสารโทรคมนาคม (Telecommunications Carrier) ต้องอยู่ภายใต้กฎหมายธุรกิจสื่อสารโทรคมนาคม (Telecommunications Business Law, Law No. 86 of 1984) โดยต้องมีคุณสมบัติตามที่ MIC ได้กำหนดไว้
- การจัดตั้งสถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน (Earth Stations) ผู้ให้บริการสื่อสารโทรคมนาคม (Telecommunications Carrier) ที่ต้องการจัดตั้งสถานีดาวเทียมภาคพื้นที่ต้องมีใบอนุญาตให้บริการ

การขอใบอนุญาตและการจัดเก็บค่าธรรมเนียมใบอนุญาตประกอบกิจการดาวเทียม มีดังนี้

- การยื่นคำขอและการประสานงานตามขั้นตอนของ ITU
- การยื่นคำร้องขอใบอนุญาตประกอบกิจการสถานีวิทยุ (Radio Station License) ไปยังหน่วยงานรับผิดชอบภายใต้ MIC เพื่อทำการตรวจสอบและยืนยันเงื่อนไขในการประสานงานคลื่นความถี่ระหว่างประเทศ

การให้ใบอนุญาตการประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศญี่ปุ่นอยู่ภายใต้กฎหมายวิทยุสื่อสาร (Radio Law) ซึ่งเดิมเป็นกฎหมายสำหรับการใช้งานวิทยุสื่อสารภายในประเทศและมีการใช้งานต่อเนื่องครอบคลุมมายังกิจการดาวเทียมภาคเอกชน ผู้ต้องการให้บริการดาวเทียมสื่อสารต้องขอใบอนุญาตไปยัง MIC การจัดเก็บค่าธรรมเนียมใบอนุญาตประกอบกิจการดาวเทียม พิจารณาตามประเภทการใช้งาน ค่าธรรมเนียมการใช้งานดาวเทียมจัดเก็บกับสถานีฐาน เป็นไปตามอัตราการเก็บค่าธรรมเนียมสถานีวิทยุ (Radio Station) ซึ่งพิจารณาอัตราเรียกเก็บตามประเภทใบอนุญาตและกำลังความส่ง ได้ตามตารางต่อไปนี้

ประเภทสถานีวิทยุ (Radio Station Type)	ขนาดกำลังส่ง (Basic Transmitter) (หน่วย: กำลังส่งเสาอากาศ)	ค่าธรรมเนียมใบอนุญาตเริ่มแรก (เยน)	ค่าธรรมเนียมใบอนุญาตต่ออายุ (เยน)
1. กรณีสถานีรับสัญญาณบนเรือ (ยกเว้นสถานีรับสัญญาณบนเรือขนาดน้ำหนักเรือรวมน้อยกว่า 500 ตัน) และสถานีรับ	10 วัตต์ หรือน้อยกว่า	7,100	3,350
	มากกว่า 10 ถึง 50 วัตต์ หรือน้อยกว่า	10,000	
	มากกว่า 50 ถึง 500 วัตต์ หรือน้อยกว่า	15,900	

ประเภทสถานีวิทยุ (Radio Station Type)	ขนาดกำลังส่ง (Basic Transmitter) (หน่วย: กำลังส่งเสาอากาศ)	ค่าธรรมเนียมใบอนุญาตเริ่มแรก (เยน)	ค่าธรรมเนียมใบอนุญาตต่ออายุ (เยน)
สัญญาณบนเครื่องบิน	มากกว่า 500 วัตต์	33,100	
2. สถานีรับสัญญาณบนเรือที่มีขนาดน้ำหนักรวมน้อยกว่า 500 ตัน	10 วัตต์ หรือน้อยกว่า	4,600	2,100
	มากกว่า 10 ถึง 50 วัตต์ หรือน้อยกว่า	6,700	
	มากกว่า 50 วัตต์	10,500	
3. สถานีรับสัญญาณบนเรือที่มีเครื่องอุปกรณ์วิทยุที่มีอุปกรณ์เตือนภัยหรือเรดาร์ และสถานีรับสัญญาณบนเครื่องบินที่มีอุปกรณ์เรดาร์		4,600	2,100
4. สถานีแพร่ภาพกระจายเสียง ยกเว้นสถานีกระจายเสียงทางทีวีและสถานีวิทยุที่เกี่ยวข้องกับการออกอากาศแบบ Multiplex	0.1 วัตต์ หรือน้อยกว่า	9,700	5,200
	มากกว่า 0.1 ถึง 3 วัตต์ หรือน้อยกว่า	39,100	
	มากกว่า 3 ถึง 10 วัตต์ หรือน้อยกว่า	54,300	
	มากกว่า 10 ถึง 100 วัตต์ หรือน้อยกว่า	96,400	
	มากกว่า 100 วัตต์ ถึง 1 กิโลวัตต์ หรือน้อยกว่า	122,700	
	มากกว่า 1 กิโลวัตต์ กิโลวัตต์	154,200	
5. สถานีแพร่สัญญาณโทรทัศน์	0.1 วัตต์ หรือน้อยกว่า	11,300	6,000
	มากกว่า 0.1 ถึง 3 วัตต์ หรือน้อยกว่า	46,200	
	มากกว่า 3 ถึง 10 วัตต์ หรือน้อยกว่า	76,800	
	มากกว่า 10 ถึง100 วัตต์ หรือน้อยกว่า	130,800	
	มากกว่า 100 วัตต์ ถึง1 กิโลวัตต์ หรือน้อยกว่า	152,400	
	มากกว่า 1 กิโลวัตต์	167,800	
6.สถานีแพร่สัญญาณแบบ Multiplex		9,300	3,550
7. สถานีเพื่อการทดลอง	50 วัตต์ หรือน้อยกว่า	6,700	4,750
	มากกว่า 50 ถึง 500 วัตต์ หรือน้อยกว่า	12,400	
	Above 500 วัตต์	25,000	
8. สถานีวิทยุสมัครเล่น	50 วัตต์ หรือน้อยกว่า	4,300	3,050
	มากกว่า 50 วัตต์	8,100	
9. สถานีวิทยุประเภทอื่น	1 วัตต์ หรือน้อยกว่า	3,550	1,950
	มากกว่า 1 ถึง 5 วัตต์ หรือน้อยกว่า	4,250	3,350
	มากกว่า 5 ถึง 10 วัตต์ หรือน้อยกว่า	6,700	4,950
	มากกว่า 10 ถึง 50 วัตต์ หรือน้อยกว่า	14,600	6,700
	มากกว่า 50 ถึง 500 วัตต์ หรือน้อยกว่า	25,500	9,700
	มากกว่า 500 วัตต์	30,200	12,700

ตารางที่ 35: ค่าธรรมเนียมใบอนุญาตประกอบกิจการสถานีวิทยุภาคพื้นดินและแบบเคลื่อนที่ของประเทศญี่ปุ่น
ที่มา: http://www.tele.soumu.go.jp/e/ref/material/feestab/index.htm

ตัวอย่างอัตราค่าธรรมเนียมจัดเก็บพิจารณาจากประเภทธุรกิจและกำลังส่งคลื่นวิทยุ[9] อาทิเช่น

- ค่าธรรมเนียมการจัดตั้งสถานีดาวเทียม (Satellite Station) แบบประจำที่ด้วยกำลังส่ง (Antenna Power) ที่ 50W เท่ากับ 14,600 เยน
- ค่าธรรมเนียมการจัดตั้งสถานีภาคพื้นดินแบบเคลื่อนที่ (Mobile Earth Station) ด้วยกำลังส่ง (Antenna Power) ที่ 50W เท่ากับ 14,600 เยน
- ค่าธรรมเนียมใบอนุญาตผู้ใช้คลื่นความถี่ สำหรับสถานีดาวเทียม VSAT ภาคพื้นดิน เท่ากับ 540 เยนต่อสถานี

กระทรวง MIC จัดเก็บค่าธรรมเนียมใบอนุญาตผู้ใช้แถบความถี่ (Spectrum Usage Fee) กับผู้ให้บริการแพร่ภาพกระจายเสียง ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ และธุรกิจอื่นที่ใช้คลื่นความถี่วิทยุ สำหรับแนวทางการจัดเก็บค่าธรรมเนียมได้ถูกทบทวนให้มีความยุติธรรมสำหรับผู้ให้บริการโทรคมนาคมแต่ละประเภททั้งในภาคพื้นดิน ภาคอากาศ และภาคอวกาศ รวมถึงการจัดเก็บค่าธรรมเนียมผู้ให้บริการแพร่ภาพกระจายเสียง ผู้ประกอบกิจการดาวเทียม และสถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน (Base Station) สามารถพิจารณาค่าธรรมเนียมการใช้คลื่นความถี่ได้ดังต่อไปนี้

การเรียกเก็บค่าธรรมเนียมการใช้คลื่นความถี่ (Collection of the Spectrum User Fee)	ค่าธรรมเนียม (เยน)
i) สถานีวิทยุแบบเคลื่อนที่ (ยกเว้นกรณีในข้อ iii), iv), v) และ viii) เช่นเดียวกับในกรณีข้อ ii))	600
ii) สถานีวิทยุแบบประจำที่ ที่จัดตั้งบนภาคพื้นดินเพื่อวัตถุประสงค์ในการสื่อสารกับสถานีวิทยุแบบเคลื่อนที่และอุปกรณ์รับสัญญาณสำหรับการใช้งานแบบพกพา (ยกเว้นในกรณีข้อ viii))	5,500
iii) สถานีดาวเทียม (ยกเว้นกรณีข้อ viii))	24,100
iv) สถานีวิทยุ ซึ่งสื่อสารโดยการส่งสัญญาณโดยช่องรับส่งสัญญาณที่ติดตั้งบนดาวเทียม (ยกเว้นในกรณีข้อ v) และข้อ viii)) และมีวัตถุประสงค์เพื่อให้บริการด้านการสื่อสารโทรคมนาคม	10,500
v) สถานีวิทยุที่ติดตั้งบนวัตถุเคลื่อนที่ รวมถึงยานยนต์ เรือ หรือการติดตั้งเพื่อการพกพาใช้เพื่อการสื่อสารโดยการรับส่งช่องสัญญาณบนดาวเทียม (ยกเว้นในกรณีข้อ viii))	2,200
vi) สถานีแพร่สัญญาณ (ยกเว้นในกรณีข้อ iii) และ vii)) และมีเพื่อวัตถุประสงค์ในการให้บริการสื่อสารโทรคมนาคม	23,800
vii) สถานีแพร่สัญญาณแบบ Multiplex (ยกเว้นในกรณีข้อ iii))	900
viii) สถานีวิทยุเพื่อใช้ในการทำการทดลองและสถานีวิทยุสมัครเล่น	500
ix) สถานีวิทยุประเภทอื่น	16,300

ตารางที่ 36: ค่าธรรมเนียมในอนุญาตใช้คลื่นความถี่ของประเทศญี่ปุ่น

[9] ที่มา http://www.tele.soumu.go.jp/e/adm/proc/manual/index.htm?print

ที่มา: http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/eng/Resources/laws/2003RL.pdf

นอกเหนือจากการเก็บค่าธรรมเนียมจากผู้ประกอบกิจการดาวเทียมแล้ว ประเทศญี่ปุ่นจัดเก็บค่าธรรมเนียมการรับสัญญาณดาวเทียมและค่าธรรมเนียมผู้ลงทะเบียนรับสัญญาณ ค่าธรรมเนียมการแพร่ภาพสัญญาณผ่านดาวเทียม ดังพิจารณาได้จากตารางต่อไปนี้

การแพร่สัญญาณผ่านดาวเทียม / ประเภทการแพร่สัญญาณ	หมวดค่าธรรมเนียม (Fee category)	รายเดือน หรือค่าธรรมเนียมการลงทะเบียน (เยน)
การแพร่สัญญาณผ่านดาวเทียม (Broadcasting Satellite)		
การแพ่สัญญาณโทรทัศน์ (TV broadcasting)	ค่ารับสัญญาณ(Public broadcast receiving fee)	2,340 ค่าธรรมเนียมสำหรับการแพร่ภาพภาคพื้นดินสำหรับโทรทัศน์ภาพสี และการแพร่ภาพดาวเทียมแพร่สัญญาณภาพสี
การแพร่สัญญาณเสียงโทรทัศน์แบบ Multiplex (TV sound multiplex broadcasting)	ค่าลงทะเบียน	600
การแพร่สัญญาณข้อมูลโทรทัศน์แบบ Multiplex (TV data multiplex broadcasting)	ไม่เสียค่าใช้จ่าย	-
การแพร่สัญญาณภาพคุณภาพสูง (Hi-Vision broadcasting)	ไม่เสียค่าใช้จ่าย	-
การแพร่สัญญาณสื่อสารแบบอนาล็อก (Communication Satellite analog broadcasting)	ค่าลงทะเบียน	600 ถึง 800
การแพร่สัญญาณ Pulse-code modulation (PCM sound broadcasting)		
การแพร่สัญญาณสื่อสารแบบดิจิทัล (CS digital broadcasting)	ค่าลงทะเบียน และการยกเว้นค่าธรรมเนียม	ระบบการจัดเก็บค่าธรรมเนียมมีหลายระบบ รวมถึงการส่งสัญญาณโปรแกรมเชิงเดี่ยว หรือสัญญาณโปรแกรมแบบแพ็กเกจ และสัญญาคำนวณต่อจำนวนยอดคนดู
การแพร่สัญญาณโทรทัศน์มาตรฐาน (Standard TV broadcasting)		
การแพร่สัญญาณความถี่สูง (Very high frequency: VHF broadcasting)		
การแพร่สัญญาณข้อมูล (Data broadcasting)		

ตารางที่ 37: ค่าธรรมเนียมกิจการดาวเทียมในการแพร่ภาพกระจายเสียงของประเทศญี่ปุ่น
ที่มา: http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/eng/Resources/WhitePaper/wp1999/14II-7.pdf

กรณีดาวเทียมต่างประเทศต้องการตั้งสถานีภาคพื้นดิน (Earth Station) หน่วยงาน MIC เป็นผู้รับผิดชอบของประเทศญี่ปุ่นจะทำการพิจารณาก่อนล่วงหน้าเกี่ยวกับความจำเป็นในการประสานงานความถี่ระหว่างประเทศ

(International Coordination) ซึ่งปัจจุบันประเทศญี่ปุ่นพิจารณาการให้บริการความจุของดาวเทียมต่างประเทศภายใต้เงื่อนไขการให้ใบอนุญาตและขั้นตอนการให้ใบอนุญาตประกอบกิจการสถานีวิทยุ[10] เช่นกัน

[10] อ้างอิง www.tele.soumu.go.jp/e/adm/proc/manual/faq/

9.4 การออกใบอนุญาตและค่าธรรมเนียมของประเทศอินโดนีเซีย

ประเทศอินโดนีเซียมีดาวเทียมสื่อสารให้บริการทั้งจากผู้ประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศและผู้ประกอบกิจการดาวเทียมจากต่างประเทศ เนื่องจากความจุดาวเทียมในประเทศไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้งาน ประเทศอินโดนีเซียจึงอนุญาตให้มีการใช้บริการดาวเทียมต่างชาติได้ ปัจจุบันมีดาวเทียมต่างชาติให้บริการจำนวน 44 ดวง การให้บริการของดาวเทียมต่างชาตินี้เป็นไปตามข้อกำหนดการให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติเข้ามาให้บริการในประเทศ (Landing Rights) ของประเทศอินโดนีเซีย โดยทั่วไปแล้วบริการดาวเทียมนี้นำมารองรับการให้บริการในกิจการโทรทัศน์ และเป็นสื่อสัญญาณเชื่อมต่อระหว่างสถานีฐานของโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่กับโครงข่ายหลัก เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศของประเทศอินโดนีเซียเป็นเกาะขนาดเล็กจำนวนมากกระจายอยู่ ดาวเทียมต่างชาติถูกนำมาใช้งานเพื่อรองรับความต้องการมากกว่าดาวเทียมของผู้ประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศอินโดนีเซีย หรือกล่าวได้ว่าดาวเทียมต่างชาติเป็นผู้ประกอบการดาวเทียมหลัก เมื่อปี พ.ศ. 2559 ประเทศอินโดนีเซียได้แก้ไขสัดส่วนการถือหุ้นของชาวต่างชาติในธุรกิจสื่อสารโทรคมนาคม โดยเพิ่มขึ้นเป็น 67% (อ้างถึง Regulation No. 44/2016)

หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับกิจการดาวเทียมประกอบด้วยกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือ Ministry of Communication and Information Technology (MCIT) และหน่วยงานกำกับดูแล Indonesian Telecommunication Regulatory Authority หรือ Badan Regulasi Telekomunikasi Indonesia (BRTI)

ผู้ประกอบกิจการดาวเทียมสามารถขอข่ายงานดาวเทียม (Network Filing) โดยยื่นเอกสาร (Filing) ผ่าน Ministry of Communication and Information Technology (MCIT) ส่วนงาน Directorate General of Post and Telecommunication (DG Postel)

การประกอบกิจการดาวเทียม หรือใช้บริการดาวเทียม ผู้ประกอบการหรือผู้ให้บริการจำเป็นต้องยื่นขอรับใบอนุญาต จาก DG Postel และชำระค่าธรรมเนียมดังนี้

- ค่าธรรมเนียมใบอนุญาตให้สิทธิดาวเทียมต่างชาติให้บริการในประเทศอินโดนีเซีย (Landing Rights) ซึ่งในการขอสิทธิดังกล่าวนี้ผู้ประกอบกิจการดาวเทียมต้องชำระค่าธรรมเนียมการใช้คลื่นความถี่ตามสูตรคำนวณดังนี้

$$\text{BHP (Rupiah)} = \frac{(Ib \times HDLP \times b) + (Ip \times HDDP \times P)}{2}$$

b = frequency band used (bandwidth) [kHz]
P = large antenna output power (EIRP) [dBm]
Ib = bandwidth width occupation index
Ip = frequency transmit power index

HDLP = base price of radio frequency band

HDDP = base price of transmission power

- ค่าธรรมเนียมใบอนุญาตในการตั้งสถานีภาคพื้นดิน (Earth Station) หรือเรียกว่า JARTUP ผู้ประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศ รวมทั้งผู้ให้บริการที่ซื้อความจุดาวเทียมต่างชาติต้องขออนุญาตในการติดตั้งสถานีภาคพื้นดิน
- ค่าธรรมเนียมใบอนุญาตขายต่อหรือขายส่ง หรือเรียกว่า NAP License ผู้ประกอบกิจการดาวเทียมจำเป็นต้องยื่นขออนุญาตในการให้บริการขายต่อความจุ
- ค่าธรรมเนียมกองทุน USO ซึ่งผู้ประกอบกิจการสื่อสารโทรคมนาคมต้องรับผิดชอบในการสนับสนุนเงินสมทบในอัตรา 1.25% ของรายได้

9.5 การออกใบอนุญาตและค่าธรรมเนียมของประเทศฟิลิปปินส์

กิจการดาวเทียมในประเทศฟิลิปปินส์ถูกกำกับดูแลโดยหน่วยงาน คณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ หรือ National Telecommunications Commission (NTC) ประเทศฟิลิปปินส์อนุญาตให้ผู้ให้บริการกิจการโทรทัศน์ (Broadcasting Service Provider) สามารถใช้บริการจากดาวเทียมต่างชาติได้ภายใต้ข้อกำหนดของ NTC โดยต้องยื่นขออนุญาตในการรับสัญญาณจากดาวเทียมต่างชาติ (landing Right) ทั้งนี้ผู้ประกอบกิจการดาวเทียมนั้น ๆ จะต้องมาจากรัฐที่เปิดตลาดให้ประเทศฟิลิปปินส์เข้าสู่รัฐนั้น ๆ ด้วยเช่นกัน (อ้างถึง Memorandum Circular No. 04-03-99) ตามนโยบายของ Department of Information and Communication Technology (DICT)

ในเรื่องการจัดสรรคลื่นความถี่วิทยุและใบอนุญาตคลื่นความถี่ในฟิลิปปินส์ ในเอกสาร Memorandum Circular 03-03-96 เรื่อง "การทบทวนการจัดสรรและการกำหนดคลื่นความถี่วิทยุ" ระบุว่า "สำหรับบริการวิทยุเคลื่อนที่นั้นค่าตอบแทนการใช้คลื่นความถี่ Spectrum User Fees: SUF จะต้องถูกเรียกเก็บตามจำนวนแบนด์วิดท์ที่ครอบครอง และพื้นที่ที่ครอบคลุม และสำหรับสถานีภาคพื้นดินแบบประจำที่ ค่าตอบแทนการใช้คลื่นความถี่จะขึ้นอยู่กับคลื่นความถี่วิทยุที่ใช้งานอยู่ และจำนวนสถานี ทั้งนี้ในการกำหนดค่า SUF อาจมีปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กล่าวไปแล้ว ซึ่งจะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของ NTC เช่น ความหนาแน่นของประชากรในพื้นที่ครอบคลุม เป็นต้น

ในการประกอบกิจการดาวเทียมในประเทศฟิลิปปินส์ ผู้ประกอบการจะต้องยื่นขอรับใบอนุญาตและรับผิดชอบค่าธรรมเนียมต่างๆ สรุปได้ดังนี้

- ค่าธรรมเนียมในการใช้คลื่นความถี่ หรือ SUF เป็นอัตราต่อแบนด์วิดท์ ต่อจำนวนสถานี (อ้างถึง MC 04-03-99 section 28)
- ค่าธรรมเนียมในการจัดตั้งสถานีภาคพื้นดิน เช่น Teleport หรือ VSAT Hub โดยมี
    - ค่าธรรมเนียมในการยื่นขอใบอนุญาต 1,500 เปโซฟิลิปปินส์
    - ค่าธรรมเนียมในการครอบครอง 300 เปโซฟิลิปปินส์ต่อสถานี
    - ค่าใช้คลื่นความถี่ 300 เปโซฟิลิปปินส์/MHz
- ค่าธรรมเนียมในการให้บริการเสริม
    - ค่าธรรมเนียมในการยื่นขอใบอนุญาต 300 เปโซฟิลิปปินส์
    - ค่าธรรมเนียมรายปี 6,000 เปโซฟิลิปปินส์ ต่อบริการ 5 บริการ
    - ค่าธรรมเนียมในการยื่นขอเพิ่มบริการ บริการละ 1,000 เปโซฟิลิปปินส์
- ค่าธรรมเนียมในการให้บริการด้านการสื่อสารสาธารณะ (เช่นบริการโทรคมนาคมทั่วประเทศ) 300 เปโซฟิลิปปินส์ต่อเมือง

10 ภาคผนวก 4: สมมติฐานในการศึกษาและแบบจำลอง

ช่วงระยะเวลาการประมาณการตัวเลขในแบบจำลอง เริ่มตั้งแต่ปี 2561-2571 รวมระยะเวลา 10 ปี โดยตัวเลขตั้งต้นปี 2561 เป็นตัวเลขปีฐาน คำนวณมาจากข้อมูลในอดีต 2 ปีย้อนหลัง (2559-2560) สำหรับการประมาณการในอนาคตอยู่ภายใต้สมมติฐานที่จะอธิบายรายละเอียดเนื้อหาในส่วนต่อไป สำหรับการประมาณการในแบบจำลองทางเลือก เริ่มประมาณการจากช่วงไตรมาสที่ 3 ของปี 2564 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ดาวเทียมไทยคมหมดสัมปทาน

10.1 สมมติฐานประมาณการจำนวนผู้ใช้งานดาวเทียม

10.1.1 สมมติฐานประมาณการจำนวนผู้ใช้งานดาวเทียมแบบทั่วไป

การประมาณการจำนวนผู้ใช้บริการความจุดาวเทียมจากอุปสงค์ของทรานส์ปอนเดอร์ พิจารณาเฉพาะผู้ซื้อความจุโดยตรงจากผู้ประกอบกิจการดาวเทียมเพื่อการแพร่ภาพสัญญาณโทรทัศน์และวิทยุ กำหนดสมมติฐานจากรูปแบบความคมชัดมาตรฐานของการแพร่ภาพ มาตรฐานการออกอากาศทางโทรทัศน์ระบบดิจิตอล มาตรฐานการบีบอัดสัญญาณภาพ โดยมีสมมติฐาน ดังต่อไปนี้

- สัดส่วนรูปแบบความคมชัดมาตรฐานของการแพร่ภาพ ระหว่างความคมชัดความละเอียดแบบมาตรฐาน (Standard Definition) คิดเป็นร้อยละ 90 ในขณะที่มีการใช้ช่องสัญญาณในการแพร่ภาพด้วยความคมชัดแบบความละเอียดสูง (High Definition) คิดเป็นร้อยละ 10
- มาตรฐานการออกอากาศทางโทรทัศน์ระบบดิจิตอลแบบ DVB-S2
- ใช้มาตรฐานการบีบอัดสัญญาณภาพแบบ MPEG-4

จากสมมติฐานดังกล่าว ที่ปรึกษาประเมินจำนวนช่องสัญญาณโดยเฉลี่ย 24 ช่องสัญญาณ ต่อ 1 ทรานส์ปอนเดอร์

10.1.2 สมมติฐานประมาณการจำนวนผู้ใช้งานดาวเทียมแบบความจุสูง

การประมาณการจำนวนผู้ใช้บริการจากอุปสงค์จากความต้องการใช้งานความจุของดาวเทียม กำหนดสมมติฐาน ดังต่อไปนี้

- ดาวเทียมสื่อสารความจุสูงที่จะนำมาใช้ในประเทศไทยสามารถให้บริการแพร่สัญญาณภาพ และบริการบรอดแบนด์
- จำนวนแบนด์วิดท์ที่ผู้ใช้ต้องการใช้งานสำหรับแพร่สัญญาณภาพ
    - แบบที่ 1 ช่องความคมชัดความละเอียดแบบมาตรฐาน หรือ SD และมีมาตรฐานการบีบอัดสัญญาณภาพแบบ MPEG-4 ใช้ความจุ 4 Mbps
    - แบบที่ 2 ช่องความคมชัดแบบความละเอียดสูง หรือ HD และมีมาตรฐานการบีบอัดสัญญาณภาพแบบ MPEG-4 ใช้ความจุ 8 Mbps
    - แบบที่ 3 ช่องความคมชัดแบบความละเอียดสูงมาก หรือ UHD และมีมาตรฐานการบีบอัดสัญญาณภาพแบบ HEVC ใช้ความจุ 20 Mbps
    - หากสัดส่วนในการให้บริการ แบบที่ 1 : แบบที่ 2 : แบบที่ 3 เท่ากับ 80:10:10 ทำให้ค่าเฉลี่ยต่อ 1 ช่องสัญญาณต้องใช้แบนด์วิดท์ 6 Mbps
- จำนวนแบนด์วิดท์ที่ผู้ใช้ต้องการใช้งานสำหรับบริการบรอดแบนด์ อยู่ระหว่าง 5 – 20 Mbps โดยความต้องการใช้แบนด์วิดท์จะมีเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป
- เนื่องจากความต้องการใช้งานดาวเทียมแบบความจุสูงส่วนใหญ่เป็นการใช้งานสำหรับบริการบรอดแบนด์ ซึ่งผู้ใช้งานมีแนวโน้มความต้องการใช้งานความจุเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป ดังนั้นจึงกำหนดให้จำนวนแบนด์วิดท์ผู้ต้องการใช้งานสำหรับบรอดแบนด์เป็นตัวแทนค่าคำนวณจำนวนผู้ใช้งานความจุ โดยในช่วงต้น ปี 2561 กำหนดค่าแบนด์วิดท์ที่ต้องการใช้ต่อผู้ใช้งาน เท่ากับ 5 Mbps และเพิ่มขึ้นเป็น 20 Mbps ในปี 2569

จากสมติฐานดังกล่าว กำหนดให้ความต้องการใช้งานความจุดาวเทียมแบบความจุสูงเฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการเท่ากับ 10 Mbps ในช่วงเวลาที่ทำการประมาณการ

10.2 สมมติฐานรายได้ตลาดประเทศไทย

การประมาณรายได้รวมตลาดประเทศไทย คำนวณเฉพาะตลาดในประเทศไทยไม่รวมการให้บริการดาวเทียมไทยคมในตลาดต่างประเทศ การคำนวณรายได้ตลาดในประเทศไทยคำนวณจากความต้องการใช้งานคูณกับราคาของคลื่นความถี่แต่ละแถบความถี่ การประมาณการความต้องการใช้งานของประเทศไทยคิดเป็นสัดส่วนของความต้องการใช้งานดาวเทียมรวมในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (อ้างอิงเนื้อหาส่วน 8.10 เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Southeast Asia: SEA)) ซึ่งจำแนกตามประเภทดาวเทียมแบบทั่วไปและดาวเทียมแบบความจุสูง และจำแนกตามคลื่นความถี่ดาวเทียมแต่ จากตัวเลขความต้องการใช้งานดาวเทียมของภูมิภาคซึ่งอ้างอิงแหล่งข้อมูลมาจาก NSR ถูกนำมาคำนวณสัดส่วนของความต้องการใช้งานดาวเทียมของประเทศไทย ด้วยการกำหนดค่าตัวคูณสัดส่วนร้อยละความต้องการใช้งานดาวเทียมของประเทศไทยต่อความต้องการใช้งานดาวเทียมของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งพิจารณาได้จากตารางต่อไปนี้

ประเภทดาวเทียม	คลื่นความถี่	ตัวคูณสัดส่วนประเทศไทยต่อภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
ดาวเทียมแบบทั่วไป	C-Band	ร้อยละ 18
	Ku-Band	ร้อยละ 4
ดาวเทียมแบบความจุสูง	GEO C-Band	ร้อยละ 18
	GEO Ku-Band	ร้อยละ 18
	GEO Ka-Band	ร้อยละ 18
	Non GEO	ร้อยละ 18

ตารางที่ 38: สมมติฐานการประมาณรายได้ตลาดประเทศไทย

การกำหนดตัวคูณสัดส่วนร้อยละความต้องการใช้งานดาวเทียมของประเทศไทยต่อภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในกรณีการใช้งานดาวเทียมแบบทั่วไปและการใช้งานดาวเทียมแบบความจุสูง คำนวณค่าตัวคูณมาจากค่าตัวแปรต่อไปนี้ ระดับรายได้ประชาชาติ (Gross Domestic Product) จำนวนครัวเรือน (Number of Households) ดัชนีอายุประชากร (Population Age Index) อัตราการเข้าถึงโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular Penetration) อัตราการเข้าถึงผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ต (Internet User Penetration) อัตราการเข้าถึงโทรทัศน์ (TV Penetration) อัตราการกระจุกตัวประชากร (Population Centralization Index) โดยค่าตัวแปรดังกล่าวถูกระบุค่าเชิงปริมาณของแต่ละประเทศ และคำนวณหาคะแนนรวมของค่าดัชนีต่างๆ โดยเปรียบเทียบค่าคะแนนประเทศไทยกับประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ค่าคะแนนที่ได้โดยการเปรียบเทียบและการคำนวณเป็นสัดส่วนร้อยละของประเทศไทยต่อภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สามารถกำหนดได้ที่ร้อยละ 18 สำหรับกรณีการใช้งานดาวเทียมแบบทั่วไปคลื่นความถี่ Ku-Band ค่าดังกล่าวถูกลดทอนลงมาเป็นร้อยละ 4 ภายใต้สมมติฐานที่ว่าปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้งาน C-Band เป็นหลักและมีสัดส่วนการใช้งาน Ku-Band น้อยกว่าโดยเปรียบเทียบกับสัดส่วนการใช้งานของประเทศอื่น

ผลการคำนวณรายได้ตลาดประเทศไทยที่ได้หลังจากการคำนวณด้วยการแจกแจงตามประเภทดาวเทียม (แบบทั่วไปและแบบความจุสูง) การแจกแจงตามประเภทการใช้งานดาวเทียม (Applications) และการแจกแจงตามคลื่นความถี่ (C-Ku-Ka Band) ดังกล่าวถูกนำมาคิดทวนซ้ำกับรายได้รวมดาวเทียมไทยคมในส่วนเฉพาะของประเทศไทยเพื่อพิจารณาความสมเหตุผลของผลการคำนวณที่ได้ในแบบจำลอง และทำการทวนซ้ำกับจำนวนช่องโทรทัศน์ในประเทศที่ดาวเทียมไทยคมให้บริการอยู่โดยกำหนดสมมติฐานสัดส่วนช่องโทรทัศน์ต่อการใช้งานดาวเทียม 1 TPEs เท่ากับ 20 ช่องโทรทัศน์ ต่อ 1 TPEs เพื่อประมาณการจำนวนช่องสถานีและความสมเหตุผลของรายได้จากการให้บริการขายความจุดาวเทียมให้แก่ช่องสถานีในประเทศไทยของดาวเทียมไทยคม

10.3 สมมติฐานรายได้รวมดาวเทียมไทยคม (ตลาดประเทศไทยและต่างประเทศ)

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

10.4 สมมติฐานรายได้รวมดาวเทียมไทยคมและรายได้ส่วนเฉพาะตลาดประเทศไทย

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

10.5 สมมติฐานรายได้แต่ละทางเลือกในการศึกษา

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

10.6 สมมติฐานต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและค่าเสื่อม (OPEX/Depreciation)

การกำหนดโครงสร้างค่าใช้จ่ายในการดำเนินการในแบบจำลองอ้างอิงข้อมูลจากผู้ประกอบการดาวเทียมในตลาดต่างประเทศ จำแนกเป็นกลุ่มผู้ประกอบการดาวเทียมที่มีจำนวนดาวเทียมให้บริการน้อยกว่า 5 ดวง (กำหนดให้เป็นผู้ประกอบการดาวเทียมขนาดเล็ก) ผู้ประกอบการดาวเทียมที่มีจำนวนดาวเทียมให้บริการ 5-15 ดวง (กำหนดให้เป็นผู้ประกอบการดาวเทียมขนาดกลาง) และผู้ประกอบการดาวเทียมที่มีจำนวนดาวเทียมให้บริการ 15 ดวงขึ้นไป (กำหนดให้เป็นผู้ประกอบการดาวเทียมขนาดใหญ่) การอ้างอิงข้อมูลโครงสร้างค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของผู้ประกอบการดาวเทียมขนาดเล็กและขนาดกลางในตลาดปัจจุบันถูกนำมาใช้ในการพิจารณาโครงสร้างค่าใช้จ่ายในการดำเนินการกิจการดาวเทียมในประเทศไทย

- ข้อมูลจากรายงานประจำปีของผู้ประกอบการดาวเทียมขนาดเล็กนำตัวเลขผลประกอบการ ปี 2559-2560 มาใช้ในการอ้างอิง ได้แก่ บริษัท MEASAT Satellite System จากประเทศมาเลเซีย บริษัท AsiaSat จากเขตปกครองพิเศษฮ่องกง และบริษัท Egyptian Satellite/ NileSat จากประเทศอียิปต์

- ข้อมูลจากรายงานประจำปีของผู้ประกอบการดาวเทียมขนาดกลางนำตัวเลขผลประกอบการ ปี 2559-2560 มาใช้ในการอ้างอิง ได้แก่ บริษัท SKY Perfect JSAT จากประเทศญี่ปุ่น บริษัท APSTAR จากเขตปกครองพิเศษฮ่องกง และ บริษัท SingTel/Optus จากออสเตรเลีย

- ข้อมูลรายงานประจำปีของผู้ประกอบการดาวเทียมขนาดใหญ่นำตัวเลขผลประกอบการ ปี 2559-2560 มาใช้ในการอ้างอิง ได้แก่ บริษัท SES จากประเทศลักเซมเบิร์ก และบริษัท Eutelsat จากประเทศฝรั่งเศส

ฐานข้อมูลจากรายงานประจำปี และตัวเลขผลประกอบการที่เก็บรวบรวมมาใช้อ้างอิงในการคำนวณโครงสร้างสัดส่วนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน อยู่ระหว่างปี 2559-2560 โดยค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยสองปี และค่าเฉลี่ยของกลุ่มผู้ประกอบการในขนาดเล็ก ขนาดกลาง และผู้ประกอบการดาวเทียมขนาดใหญ่

- สำหรับข้อมูลสมมติฐานต้นทุนค่าใช้จ่ายดาวเทียมไทยคม อ้างอิงในการคำนวณโครงสร้างสัดส่วนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน อยู่ระหว่างปี 2559 และ ไตรมาศที่ 3 ของปี 2561 ไม่รวมข้อมูลปี 2560 เนื่องจากผลประกอบการในปี 2560 ติดลบมากกว่าปกติ

ผลจากข้อมูลที่รวบรวมมาได้สามารถสรุปเป็นโครงสร้างค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานกิจการดาวเทียมที่สำคัญ จำแนกเป็นกรณีผู้ประกอบการดาวเทียมขนาดเล็ก ผู้ประกอบการดาวเทียมขนาดกลาง และผู้ประกอบการดาวเทียมขนาดใหญ่ ได้ดังตารางต่อไปนี้

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานหลัก	หน่วย	อ้างอิงจากผู้ให้บริการขนาดเล็ก (2016-17)	อ้างอิงจากผู้ให้บริการขนาดกลาง (2016-17)	อ้างอิงจากผู้ให้บริการใหญ่ (2016-17)	อ้างอิงจากไทยคม (2016, Q32018)
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	% ต่อรายได้	**58%**	**51%**	**33%**	**99%**
ต้นทุนขาย	% ต่อค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	**65%**	**57%**	**31%**	**53%**
ค่าใช้จ่ายในการขายและการบริหาร	% ต่อค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	**13%**	**15%**	**20%**	**20%**
ค่าพนักงาน	% ต่อค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	**22%**	**28%**	**49%**	**27%**
ค่าเสื่อม	% ต่อรายได้	**24%**	**33%**	**34%**	**45%**

ตารางที่ 39: สมมติฐานต้นทุนค่าใช้จ่ายหลัก (Operating Expenses) (หน่วย: ร้อยละ)

การกำหนดสัดส่วนค่าใช้จ่ายหลักเพื่อใช้ในการคำนวณในแบบจำลอง คำนวณค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operating Expense: OPEX) เป็นสัดส่วนต่อรายได้ ต้นทุนขาย (Cost of Sales) ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร (Selling and Administration Expenses) และค่าพนักงาน (Staff Expense) เป็นสัดส่วนต่อค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน สำหรับค่าเสื่อม (Depreciation) คำนวณเป็นสัดส่วนต่อรายได้ เนื่องจากพิจารณาจากแบบจำลองการทำธุรกิจดาวเทียมในอนาคต ซึ่งผู้ประกอบการดาวเทียมมีแนวโน้มการดำเนินธุรกิจด้วยแบบจำลองพันธมิตรโดยการลงทุนร่วมกันและจัดสรรความจุดาวเทียมตามความต้องการใช้งานดาวเทียม รวมถึงการจัดสรรต้นทุนค่าเสื่อมดาวเทียมซึ่งจัดสรรและอาจแปรเปลี่ยนตามสัดส่วนของความต้องการใช้งานความจุดาวเทียม

ค่าที่ได้จากตารางจะถูกนำมาใช้เป็นสมมติฐานในการคำนวณโครงสร้างค่าใช้จ่ายของกิจการดาวเทียมไทยหลังจากหมดสัมปทาน ภายใต้สมมติฐานที่ว่าหลังสัมปทานโครงสร้างการแข่งขันของผู้ประกอบการดาวเทียมที่ให้บริการในประเทศจะมีโครงสร้างต้นทุนที่สามารถแข่งขันโดยเปรียบเทียบกับผู้ประกอบการดาวเทียมรายอื่นในต่างประเทศได้

10.7 สมมติฐานต้นทุนค่าใช้จ่ายในการลงทุนหลักในกิจการดาวเทียม (CAPEX)

กรณีมีผู้ประกอบการรายใหม่เข้ามาให้บริการในกิจการดาวเทียมในประเทศไทย หรือผู้ประกอบการรายเดิมต้องการยิงดาวเทียมดวงใหม่เข้าสู่วงโคจร ผู้ประกอบการจำเป็นต้องมีการลงทุนเพิ่มเติม จากผลการศึกษาในส่วน 3.1.7 สามารถกำหนดสมมติฐานค่าใช้จ่ายในการลงทุนกิจการดาวเทียมรวมค่าเครื่องดาวเทียมและค่าใช้จ่ายในการส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร คำนวณค่าใช้จ่ายต่อหน่วยความจุดาวเทียมแต่ละประเภทกรณีดาวเทียมแบบความจุสูง มีหน่วยเป็นล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐต่อจิกะบิตต่อวินาที และกรณีดาวเทียมแบบทั่วไปมีหน่วยเป็นล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐต่อทรานสปอนเดอร์ และสำหรับการจัดตั้งสถานีภาคพื้นดินหน่วยเป็นสถานี ซึ่งในแบบจำลองกำหนดให้ต้องมีสถานีภาคพื้นดินอย่างน้อย 4 สถานี ดังสามารถพิจารณาสมมติฐานตัวเลขที่กำหนดในแบบจำลองได้ดังตารางต่อไปนี้

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (CAPEX)	Mil US$/ หน่วยความจุ	จำนวนเครื่อง
เงินลงทุนดาวเทียมแบบทั่วไป (TPEs)	4.0	1
เงินลงทุนค่าดาวเทียมแบบความจุสูง: HTS (Gbps)	2.0	1
สถานีภาคพื้นดิน (Earth Station)	0.5	4

ตารางที่ 40: สมมติฐานต้นทุนค่าใช้จ่ายในการลงทุนในดาวเทียม (หน่วย: ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ)

สมมติฐานการประมาณการความจุที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ในอนาคตสำหรับดาวเทียมสัญชาติไทยดวงใหม่ พิจารณาจากส่วนต่างระหว่างอุปทานและอุปสงค์ (อุปทานลบอุปสงค์ดาวเทียม) พิจารณารวมการเติมพลังงานเชื้อเพลิงและขยายอายุการใช้งานของดาวเทียมไทยคม 4 และ 5 แล้ว ซึ่งพิจารณาได้จากตารางต่อจากนี้

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

10.8 สมมติฐานต้นทุนค่าเติมพลังงานเชื้อเพลิงดาวเทียมไทยคม 4 และ 5

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

10.9 สมมติฐานค่าธรรมเนียมข่ายงานดาวเทียม

ค่าธรรมเนียมข่ายงานดาวเทียม (Network Filing): การประกอบกิจการดาวเทียมต้องยื่นขอข่ายงานดาวเทียมจากหน่วยงาน ITU ดังนั้นในกรณีทางเลือกที่ 1 ซึ่งมีผู้ประกอบการรายใหม่เข้ามาดำเนินการในประเทศไทย ผู้ประกอบรายใหม่ดังกล่าวอาจมีค่าใช้จ่ายส่วนนี้เกิดขึ้น การทำแบบจำลองกรณีทางเลือกที่ 1 จึงสมมติให้ผู้ประกอบการรายมีค่าใช้จ่ายนี้ สำหรับกรณีทางเลือกที่ 2 และ 3 อยู่ภายใต้สมมติฐานว่าเป็นผู้ประกอบการที่ดำเนินการอยู่แล้วในปัจจุบันเข้ามาดำเนินการดังนั้นจึงไม่มีค่าใช้จ่ายส่วนนี้

อัตราการเรียกเก็บค่าธรรมเนียมข่ายงานดาวเทียมของ ITU ดังตารางต่อไปนี้

ค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการข่ายงานดาวเทียม (ITU)	ITU Network Filling Admin Cost	ค่าธรรมเนียม
ค่าดำเนินการขอข่ายงานดาวเทียม	**Satellite Network Filing**	**165,984**
การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ล่วงหน้า	A: Advanced Publication	570
การประสานงานคลื่นความถี่และวงโคจรดาวเทียม	C: Coordination	33,467
การแจ้งจดทะเบียนความถี่	N: Notification	57,920
การวางแผน	P: Plans	40,560
ค่าคืนต้นทุน	Cost Recovery Fee for Satellite Networks Filing	33,467

ตารางที่ 41: ค่าธรรมเนียมขอข่ายงานดาวเทียมกับหน่วยงาน ITU (หน่วย: ฟรังก์สวิสซ์)

โดยค่าธรรมเนียมดังกล่าวที่ต้องจ่ายให้แก่ ITU เพื่อขอข่ายงานดาวเทียม รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 165,984 ฟรังก์สวิสซ์ หรือ 0.17 ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ (คำนวณจากอัตราแลกเปลี่ยนที่ 1 ฟรังก์สวิสซ์ = 1.004 เหรียญดอลล่าร์สหรัฐ)

10.10 สมมติฐานค่าธรรมเนียมคลื่นความถี่และใบอนุญาตประกอบกิจการแรกเข้า

ค่าธรรมเนียมคลื่นความถี่: ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่องหลักเกณฑ์และวิธีการจัดสรรคลื่นความถี่เพื่อกิจการวิทยุคมนาคม ประกาศ ณ วันที่ 29 มีนาคม หมวด 4 ค่าธรรมเนียม กำหนดค่าธรรมเนียมการพิจารณาคำขอ 5,000 บาทต่อคำขอ (ยื่นต่อทุก 5 ปี)

ค่าธรรมเนียมใบอนุญาตวิทยุคมนาคม: ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่องค่าธรรมเนียมใบอนุญาตวิทยุคมนาคม ประกาศ ณ วันที่ 15 มีนาคม 2555 กำหนดอัตราค่าธรรมเนียมใบอนุญาตให้มี ให้ทำ ให้ใช้ ให้นำเข้า ให้นำออก และให้ค้าเครื่องวิทยุคมนาคม โดยกำหนดอัตราค่าธรรมเนียมไว้ในอัตราฉบับละ 200-1,000 บาทขึ้นอยู่กับประเภทคำขอใช้งาน สำหรับใบอนุญาตให้ตั้งสถานีวิทยุคมนาคมกำหนดค่าธรรมเนียมตามกำลังส่ง เริ่มตั้งแต่กำลังส่ง 500 มิลลิวัตต์ ถึง 5 กิโลวัตต์ คิดค่าธรรมเนียมระหว่าง 125-10,000 บาทตามกำลังส่ง

ค่าธรรมเนียมใบอนุญาตประกอบกิจการวิทยุคมนาคม: ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่องค่าธรรมเนียมใบอนุญาตประกอบกิจการโทรคมนาคม (ฉบับที่ 2) ลงวันที่ 19 ธันวาคม 2560 กำหนดอัตราค่าธรรมเนียมใบอนุญาตรายปีคำนวณจากรายได้จากการประกอบกิจการโทรคมนาคม โดยหากพิจารณารายได้แบบใบอนุญาตแบบที่ 3 สำหรับกรณีกิจการดาวเทียม กำหนดอัตราค่าธรรมเนียมใบอนุญาตเป็นขั้นบันได เริ่มตั้งแต่ร้อยละ 0.125 – 1.5 ของรายได้ ตามลำดับรายได้ตั้งแต่ 0 – 50,000 ล้านบาทขึ้นไป

เนื่องจากค่าธรรมเนียมคลื่นความถี่ ค่าธรรมเนียมใบอนุญาต และค่าธรรมเนียมประกอบกิจการวิทยุคมนาคมที่ประเทศไทยเรียกเก็บในปัจจุบันอยู่ในอัตราที่น้อยมาก ดังนั้นในแบบจำลองจึงอ้างอิงตัวเลขจัดเก็บแรกเข้าในการดำเนินกิจการดาวเทียมจากประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งจากเนื้อหาการศึกษาในส่วน 5.1.3 กรณีศึกษาตัวอย่างแนวทางการให้ใบอนุญาตและค่าธรรมเนียม หน่วยงาน FCC เรียกเก็บค่าธรรมเนียมแรกเข้าในส่วนค่าธรรมเนียมใบอนุญาตประกอบกิจการภาคพื้นดิน (Earth Station – Fixed Satellite / Lead Application) ค่าธรรมเนียนมใบอนุญาตประกอบกิจการภาคอวกาศ (Space Station – Geo Stationary / Initial Application & Assignment Transfer) รวมประมาณ 0.15 ล้านเหรียญสหรัฐ ดังนั้นในการจัดทำแบบจำลองกรณีที่ 1 ซึ่งสมมติให้มีผู้ประกอบการไทยรายใหม่เข้ามาให้บริการในประเทศไทย ต้องเสียค่าใช้จ่ายใบอนุญาตแรกเข้าในส่วนนี้ (อย่างไรก็ตามตัวเลขนี้ใช้เพื่ออ้างอิงในแบบจำลองเท่านั้น ไม่ได้มีนัยใด ๆ ว่าต่อไปในอนาคตประเทศไทยต้องมีการจัดเก็บอัตราค่าธรรมเนียมแรกเข้าในอัตรานี้หรืออัตราที่ใกล้เคียงกับแบบจำลองแต่อย่างใด)

10.11 สมมติฐานค่าธรรมเนียมใบอนุญาตประกอบกิจการรายปี

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]

11 ภาคผนวก 5: ข้อมูลคลื่นความถี่ของข่ายงานดาวเทียมในประเทศไทย

✂ [ไม่ได้เปิดเผยสาธารณะ]