

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ศจล.

## แนวทางการให้บริการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM

### ATM Network Services Pricing Guideline



วัน เดือน ปี..... 26 ก.พ. 2550  
เลขทะเบียน..... 026.21  
เลขเรียกหนังสือ... อท.ร. 6374. 2541  
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ศจล."

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการศึกษาระณีพิเศษ  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	แนวทางการให้บริการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM
นักศึกษา	นางสาวธีรษา ควรพินิจ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ อัครินทร์ คุณกิตติ
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2541

### บทคัดย่อ

เทคโนโลยีเครือข่าย ATM เป็นเทคโนโลยีเครือข่ายความเร็วสูงที่สนับสนุนการส่งผ่านข้อมูลทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นภาพ (Video) เสียง (Voice) หรือข้อมูล (Data) โดยใช้เทคนิค Packet Switching ที่ช่วยให้สามารถส่งข้อมูลต่างๆ ผ่านเข้าไปในเครือข่ายด้วยอัตราเร็วที่สูง มีการให้บริการในหลายลักษณะ ได้แก่ CBR, VBR, ABR และ UBR เพื่อรองรับการบริการส่งข้อมูลได้ตามความต้องการและสามารถรับรองคุณภาพการให้บริการการส่งข้อมูล (Quality of Service : QoS) โดยมีพารามิเตอร์ต่างๆ เข้ามาช่วยควบคุมคุณภาพของการส่งในแต่ละลักษณะอีกด้วย

จากลักษณะดังกล่าว ส่งผลให้การคิดราคาค่าบริการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM นั้น มีความแตกต่างกันไป ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากทั้งปัจจัยด้านลักษณะของการให้บริการ ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตาม การคิดค่าบริการของการบริการลักษณะต่างๆ ส่วนใหญ่จะคิดตามอัตราการส่งข้อมูล (ต่อเมกะบิต) นอกจากนี้ ค่าบริการยังรวมถึงต้นทุนการดำเนินการที่เกิดขึ้น เช่น ค่าวางสายสื่อสาร ค่าเช่าอุปกรณ์ เป็นต้น ดังนั้น แนวทางการกำหนดราคาค่าบริการ จำเป็นที่จะต้องยึดเอาปัจจัยต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วเป็นส่วนสำคัญในการพิจารณาตั้งราคาค่าบริการที่เหมาะสมต่อไป

<b>Title</b>	ATM Network Services Pricing Guideline
<b>Student</b>	Miss Teeraya Kuanpinit
<b>Advisor</b>	Mr.Akharin Khunkitti
<b>Level of Study</b>	Master of Science in Information Technology
<b>Major</b>	Information Technology Management
<b>Academic Year</b>	1998

## ABSTRACT

ATM Network (Asynchronous Transfer Mode), the high-speed network, support all kind of traffic transfer (Video, Voice, and Data) by using “Packet Switching Technique” which can be able to pass traffic through network with high speed. In ATM network technology, there are 4 classes of service; Constant Bit Rate (CBR), Variable Bit Rate (VBR), Available Bit Rate (ABR), and Unspecified Bit Rate (VBR) to support the traffic transfer as per requested and guarantee the Quality of Service (QoS) by using parameters of each class of service to control.

The way to fix the ATM Network Services price will be differed since the different of Class of Service, Quality of Service, and related parameters. However, most of service price is fixed by transfer bit rate (per Megabits). Otherwise, the operational cost, for example cable installation, equipment rental, is a part of the price, too. Thus, this service guideline analysis have to use those factors as a core factors to consider about pricing of services.

## กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้จะไม่สามารถสำเร็จลงได้หากขาดความช่วยเหลือจากอาจารย์อัครินทร์ คุณกิตติ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของข้าพเจ้า ที่ช่วยชี้แนะแนวทางการวิเคราะห์ต่างๆ คุณนวนชัย เกียรติก่อเกื้อ วิศวกรขายอาวุโส บริษัท ยูไนเต็ค อินฟอร์เมชัน ไฮเวย์ จำกัด ที่เอื้อเพื่อข้อมูลการให้บริการเชื่อมต่อเครือข่ายในลักษณะต่างๆ รวมทั้งเพื่อนๆ ITM 4 ทุกคนที่ช่วยหาข้อมูลเพื่อจัดทำรายงานฉบับนี้และช่วยให้กำลังใจมาตลอด ขอขอบคุณมากค่ะ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	II
กิตติกรรมประกาศ .....	III
สารบัญ .....	IV
สารบัญตาราง .....	VI
สารบัญภาพ .....	VII
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	1
1.4 แผนการดำเนินการศึกษา.....	2
1.5 ผลหรือประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจาก โครงการ.....	2
2. เครือข่าย ATM (ATM Network).....	3
2.1 พัฒนาการของเทคโนโลยีตู้ ATM.....	3
2.2 เครือข่าย ATM.....	6
2.3 Cell ATM.....	7
2.3.1 Cell Header .....	7
2.3.2 Cell Payload.....	9
2.3.3 Segmentation and Reassembly (SAR).....	10
2.4 โครงสร้าง ATM Protocol .....	10
2.5 องค์ประกอบเครือข่าย .....	12
2.6 ลักษณะการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM .....	13
2.7 ระดับการให้บริการ (Service Class).....	14
2.8 Traffic Management.....	22
2.8.1 Parameter ที่เครือข่ายต้องการ .....	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2	Parameter / Information ที่ End System ให้แก่เครือข่ายเพื่อใช้ในการทำ Traffic Management .....	22
2.8.3	Traffic Contract.....	23
2.8.4	Quality of Service (QoS) .....	26
2.8.5	Quality of Service Parameter .....	27
2.8.6	Priority Control.....	30
2.8.7	Traffic and Congestion Control .....	31
3.	เทคโนโลยีเครือข่ายอื่น .....	33
3.1	เครือข่าย X.25.....	33
3.2	เครือข่าย Frame Relay .....	36
4.	ปัจจัยพิจารณาในการติดตั้งเครือข่าย ATM.....	38
4.1	ประเด็นด้าน Physical / Environmental .....	38
4.2	ประเด็นด้าน Logical .....	40
4.3	ประเด็นด้าน Operational.....	41
5.	การกำหนดราคาค่าบริการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM.....	44
	ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดราคาการให้บริการเชื่อมต่อเครือข่าย	
5.1	อุปกรณ์เชื่อมต่อและราคา (ต่อหน่วย).....	44
5.2	สายสื่อสาร.....	44
5.3	การเชื่อมต่อ User เข้ากับเครือข่าย .....	44
5.4	ระดับการให้บริการและ Parameter ที่เกี่ยวข้อง .....	45
5.5	Parameter ในการทำ Traffic Management ของบริการแต่ละประเภท .....	48
5.6	Network Management.....	49
5.7	Port Connection Speed.....	49
6.	การวิเคราะห์แนวทางการคิดราคาการให้บริการ.....	50
6.1	แนวทางการกำหนดราคาค่าบริการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM.....	50
7.	สรุปและข้อเสนอแนะ .....	54
7.1	สรุปแนวทางการคิดค่าบริการ.....	54
7.2	ข้อเสนอแนะ .....	57

## บรรณานุกรม

### ภาคผนวก

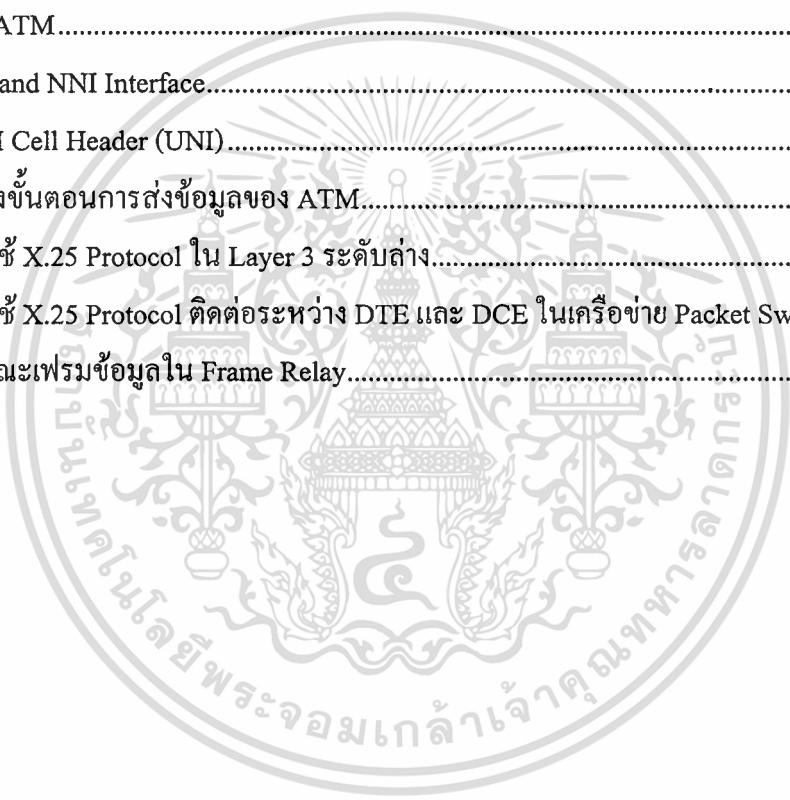
เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

2.1 แสดง LAN Speed Hierarchy.....	4
2.2 แสดง WAN Speed Hierarchy .....	5
2.3 เทคนิคพื้นฐานของ ATM.....	7
2.4 เซลล์ ATM.....	7
2.5 UNI and NNI Interface.....	8
2.6 ATM Cell Header (UNI).....	8
2.7 แสดงขั้นตอนการส่งข้อมูลของ ATM.....	10
3.1 การใช้ X.25 Protocol ใน Layer 3 ระดับล่าง.....	34
3.2 การใช้ X.25 Protocol ติดต่อระหว่าง DTE และ DCE ในเครือข่าย Packet Switch .....	34
3.3 ลักษณะเฟรมข้อมูลใน Frame Relay.....	37



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดง Application Areas of ATM Service Categories .....	19
2.2 แสดงชนิดของบริการบนเครือข่าย ATM.....	19
2.3 ATM Layer Service Categories.....	21
2.4 แสดง QoS Parameter Attributes .....	30
6.1 แสดงค่าพารามิเตอร์และการนำไปใช้ในการคิดค่าบริการ .....	52
7.1 ตัวอย่างการคิดค่าบริการรายเดือนตาม Port Speed .....	54
7.2 ตัวอย่างการคิดค่าบริการรายเดือนตามระยะทาง .....	57



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมา

ปัจจัยสำคัญของความสำเร็จในการประกอบธุรกิจใดๆ ในปัจจุบัน ได้แก่ ความเร็วในการติดต่อสื่อสารและความสามารถในการแข่งขัน ดังนั้น การเลือกใช้เทคโนโลยีการเชื่อมต่อระบบสื่อสารระหว่างสำนักงานเพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการทำธุรกิจจึงเป็นสิ่งที่ผู้บริหารควรคำนึงถึงเป็นอันดับแรก ด้วยสาเหตุดังกล่าว จึงก่อให้เกิดธุรกิจการให้บริการเชื่อมต่อเครือข่ายโดยใช้ระบบเครือข่ายในหลายลักษณะ แล้วแต่ความเหมาะสมหรือความต้องการของลูกค้า ในปัจจุบันระบบเครือข่ายอีกลักษณะหนึ่งที่กำลังเป็นที่สนใจของตลาดก็คือระบบ ATM (Asynchronous Transfer Mode) ซึ่งเป็นระบบเครือข่ายความเร็วสูงที่สามารถสนับสนุนการทำงานได้หลากหลายรูปแบบ และเป็นทางเลือกใหม่ในการเชื่อมต่ออีกด้วย

อย่างไรก็ตาม การที่จะให้บริการการเชื่อมต่อเครือข่ายแบบ ATM นี้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบถึงต้นทุนที่แท้จริงในการให้บริการ ดังนั้น การศึกษาเรื่องการวิเคราะห์ต้นทุนการให้บริการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM (ATM Network Services Pricing) นั้น จึงเน้นในเรื่องของการศึกษาถึงแนวทางการกำหนดราคาการให้บริการการเชื่อมต่อเครือข่าย โดยใช้ระบบเครือข่ายแบบ ATM เพื่อให้เห็นถึงลักษณะการให้บริการที่เหมาะสม ศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการกำหนดราคาการให้บริการต่างๆ รวมทั้งลักษณะการทำงานของระบบเครือข่าย ATM

### 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงเทคโนโลยีการเชื่อมต่อเครือข่ายแบบ ATM ในลักษณะต่างๆ
2. เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดราคาค่าบริการเชื่อมต่อเครือข่ายแบบ ATM
3. เพื่อวิเคราะห์หาแนวทางการกำหนดราคาการให้บริการที่เหมาะสม

### 1.3 ขอบเขตการศึกษา

โครงการศึกษานี้จะศึกษาถึงลักษณะการทำงานขั้นพื้นฐาน ลักษณะการเชื่อมต่อและลักษณะการให้บริการของระบบเครือข่ายแบบ ATM การวิเคราะห์แนวทางการกำหนดราคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การให้บริการเชื่อมต่อเครือข่าย โดยมุ่งเน้นในเรื่องของปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดราคาค่าบริการ และวิเคราะห์แนวทางกำหนดราคาค่าบริการที่เหมาะสม

#### 1.4 แผนการดำเนินการศึกษา

1. ศึกษาเทคโนโลยีการเชื่อมต่อเครือข่ายแบบ ATM และบริการที่มีอยู่ จากเอกสารและวารสารต่างๆ (Week 1-5)
2. ศึกษารายละเอียดของบริการลักษณะต่างๆ รวมถึงค่า Parameter ที่เกี่ยวข้อง (Week 3-7)
3. วิเคราะห์หาแนวทางการกำหนดราคาค่าบริการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM (Week 8-10)
4. กำหนดแนวทางการคิดราคาค่าบริการ (Week 10-11)
5. สรุปและจัดทำรายงาน (Week 11-12)

#### 1.5 ผลหรือประโยชน์ที่คาดว่าจะได้จากโครงการ

1. เพื่อทราบถึงลักษณะการให้บริการการเชื่อมต่อเครือข่ายแบบ ATM ที่มีอยู่ในปัจจุบัน
2. เพื่อให้ผู้ที่จะให้บริการทราบถึงแนวทางการคิดราคาการให้บริการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM
3. เพื่อเป็นแนวทางในการเสนอการให้บริการแก่ลูกค้าหรือผู้ที่สนใจ

## บทที่ 2

### เครือข่าย ATM (ATM Network)

ATM (Asynchronous Transfer Mode) เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการส่งข้อมูลของบริการต่างๆ ในช่วงอัตราบิตตั้งแต่ระดับต่ำไปจนถึงระดับสูง ผ่านเครือข่ายสื่อสารโทรคมนาคมไปยังจุดหมายปลายทางที่ต้องการ โดยให้ความสำคัญต่อตัวและความน่าเชื่อถือสูง

#### 2.1 พัฒนาการของเทคโนโลยี ATM

เครือข่ายสื่อสารโทรคมนาคมในปัจจุบันประกอบด้วยเครือข่ายสื่อสารต่างๆ มากมาย แต่ละเครือข่ายสามารถให้บริการได้จำกัดเฉพาะของตนเอง เช่น เครือข่ายโทรศัพท์ จะให้บริการเฉพาะการส่งสัญญาณเสียงหรือบริการสื่อสารข้อมูลความเร็วต่ำ เครือข่ายสื่อสารของแพ็คเกจข้อมูล เช่น X.25 และ Frame Relay ก็จะทำให้บริการสื่อสารเฉพาะข้อมูลอย่างเดียวยุติที่อัตราเร็วแค่ระดับหนึ่ง นอกจากนี้เครือข่ายสื่อสารที่ใช้กันอยู่ส่วนใหญ่มีลักษณะซ้อนกันเป็นชั้นๆ (Overlay Network) เช่น เครือข่ายโทรศัพท์, เครือข่าย DDN (Digital Data Network), Digital Leased Line เป็นต้น อย่างไรก็ตามเครือข่ายสื่อสารดังที่ยกตัวอย่างมานั้นสามารถให้บริการได้เฉพาะอย่างและมีขีดความสามารถจำกัดแค่ระดับหนึ่งเท่านั้น ดังนั้น จึงเกิดแนวความคิดในการพัฒนาเครือข่ายสื่อสารแบบใหม่ขึ้นมา เพื่อให้บริการได้หลายๆ อย่างพร้อมกันและช่วยลดความซับซ้อนของเครือข่าย นั่นคือ เครือข่าย ISDN (Integrated Services Digital Network) ซึ่งจะรวมบริการหลายสื่อเข้าไว้ด้วยกัน เครือข่าย ISDN แบ่งออกเป็น

- N-ISDN (Narrowband ISDN)
- B-ISDN (Broadband ISDN)

N-ISDN มีความสามารถในการตอบสนองความต้องการบริการการสื่อสารโทรคมนาคมในอนาคตจำกัด ดังนั้น จึงเกิด B-ISDN ขึ้นเพื่อรองรับการสื่อสารข้อมูลแบบ Multimedia นั่นคือ เสียง ข้อมูลและภาพเคลื่อนไหวในเวลาเดียวกัน และเพื่อให้การพัฒนาโครงข่าย B-ISDN เป็นมาตรฐานเดียวกัน ITU-TT จึงได้เลือก ATM Technique ใช้กับโครงข่าย B-ISDN (Broadband-ISDN) ซึ่งมีความสอดคล้องกับความต้องการในการสื่อสารระดับ Broadband ดังนี้

- สามารถให้บริการระดับ Narrowband ที่มีอยู่แล้วได้อย่างคุ้มค่า

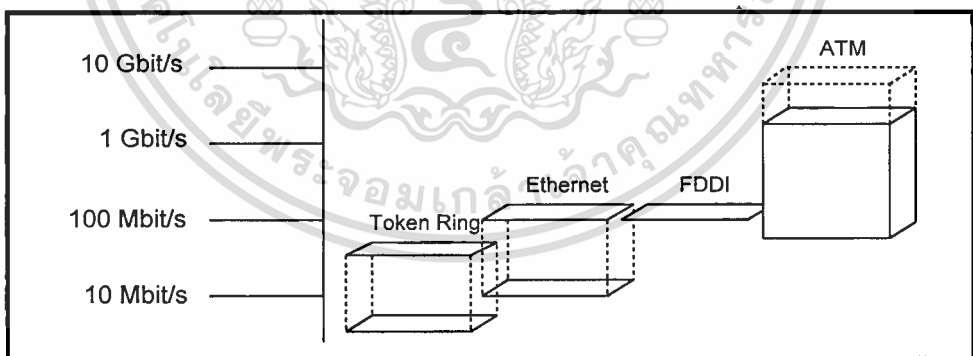
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีความคล่องตัวเพียงพอที่จะให้บริการต่างๆ ในระดับ Broadband และสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า
- สามารถ Interface ให้ทำงานร่วมกับเครือข่ายสื่อสารที่มีอยู่ได้เป็นอย่างดีและมีมาตรฐานการ Interface ที่รับกับอุปกรณ์ของผู้ขายแต่ละรายได้
- มีอายุการใช้งานนานและสามารถรองรับการให้บริการในระดับ Broadband ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตได้

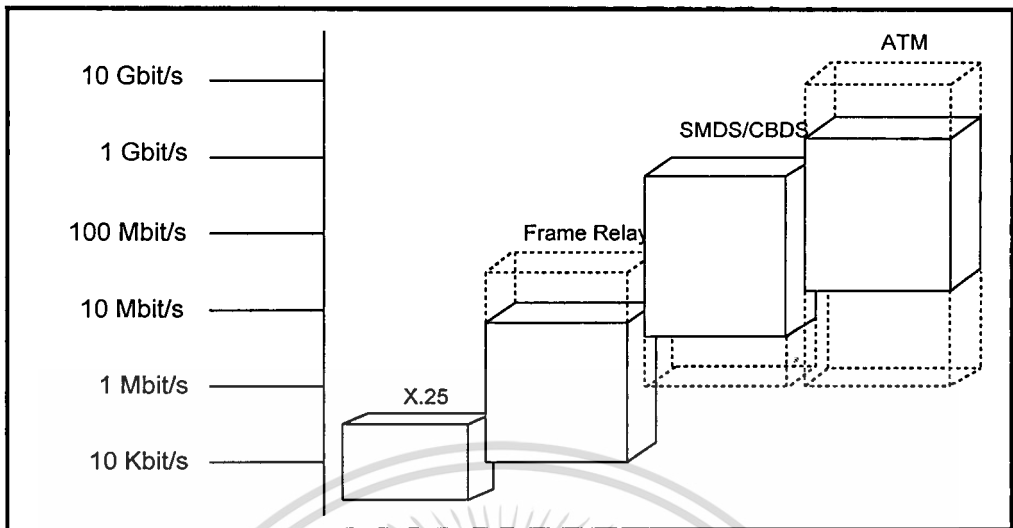
เครือข่ายสื่อสาร B-ISDN นี้ ใช้เทคโนโลยี ATM (Asynchronous Transfer Mode) เข้ามาช่วยในการแปลงรูปแบบบริการประเภทต่างๆ ที่ต้องการส่ง ไม่ว่าจะเป็นเสียง (Voice) วิดีโอ (Video) หรือข้อมูล (Data) ให้อยู่ในรูปของ Packet หรือเซลล์ข้อมูลที่มีขนาดความยาวของเซลล์คงที่เท่ากันทั้งหมด แล้วจึงส่งผ่านระบบสื่อสารสัญญาณต่อไป การใช้เทคโนโลยี ATM นี้จึงเป็นประโยชน์ในการทำให้เครื่องสื่อสารของผู้ใช้บริการสามารถให้บริการได้หลายประเภทพร้อมกัน

เทคโนโลยีของ ATM จะทำให้เครือข่ายสามารถรองรับบริการได้ทุกประเภท 'ไม่ว่าลักษณะของ Traffic จะเป็นแบบใดก็ตาม ตัว ATM เป็นเทคโนโลยีการ Multiplex และการ Switch แบบ Connection-Oriented ทำให้สามารถส่งข้อมูลระหว่างผู้ใช้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยความเร็วสูง'



รูปที่ 2.1 แสดง LAN Speed Hierarchy

(ที่มา : ฝ่ายวิศวกรรม, บริษัทแอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จำกัด (มหาชน) 2541 : 5)



รูปที่ 2.2 แสดง WAN Speed Hierarchy

(ที่มา : ภาควิชาวิศวกรรม, บริษัทแอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จำกัด (มหาชน) 2541 : 5)

ชื่อของ ATM นั้นมาจากวิธีการที่ใช้ในการส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย นั่นคือ Asynchronous ซึ่ง Traffic ที่ถูกส่งจะถูกแบ่งออกเป็น Packet ล้วนๆ เรียกว่า "เซล" (Cell) เมื่อเซลข้อมูลเหล่านี้วิ่งผ่าน ATM Switch ก็จะถูกจัดเรียงลำดับหรือจัดคิวจนกว่าเส้นทางขาออกจะมี Bandwidth ที่สามารถส่งเซลข้อมูลออกไปได้ ส่วนค่า Delay ของการส่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของ Traffic

อาจกล่าวได้ว่า ATM สามารถส่ง Traffic ในลักษณะ Real-Time เช่น เสียงและวิดีโอ นอกจากนี้ยังสามารถส่ง Traffic ของ LAN ที่มีการส่งเป็นช่วงๆ (Bursty) ได้อีกด้วย (พิสัยของอัตราการส่ง Traffic ที่วิ่งในส่วนเชื่อมโยงภายในเครือข่ายจะเริ่มจากอัตราการส่ง T1 / E1 (Narrowband) ไปจนถึง OC-12 (622 Mbps)

สิ่งที่ทำให้ ATM มีลักษณะที่โดดเด่นขึ้นมาก็คือ ความสามารถในการรวมประโยชน์ที่ได้รับจากการ Multiplex ข้อมูลแบบ Statistical Multiplex เช่นที่ใช้โดย Frame Relay รวมทั้ง Packet Switch Technology อื่นๆ รวมทั้งมีลักษณะการส่งในรูปแบบ TDM (Time Division Multiplexing) ที่มีสมรรถนะสูง มีความเร็วในการส่งข้อมูลสูงและสามารถรับประกันคุณภาพของการส่งได้ (Quality of Service : QoS) นั่นคือ เมื่อมีการเริ่ม Connection จะมีการตกลงถึงระดับ QoS ที่ต้องการใช้ก่อน เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลโดยได้รับคุณภาพของการส่งตามที่กำหนดไว้

ATM จะใช้เซลขนาด 53 ไบท์ ที่คงที่ ซึ่งการกำหนดดังกล่าวจะให้ประโยชน์ 2 ประการ

- สามารถทำนายและควบคุมค่า Delay ของเซลที่วิ่งผ่านเครือข่ายได้

- สามารถออกแบบ ATM Switch ที่มีอัตราเร็วสูงได้ เนื่องจากข้อมูลที่เข้าสู่เครือข่ายจะถูก Switch ในระดับ Hardware ส่งผลให้มีค่า Throughput ดีกว่าการใช้อุปกรณ์เดิมที่ทำการ Switch ในระดับ Software

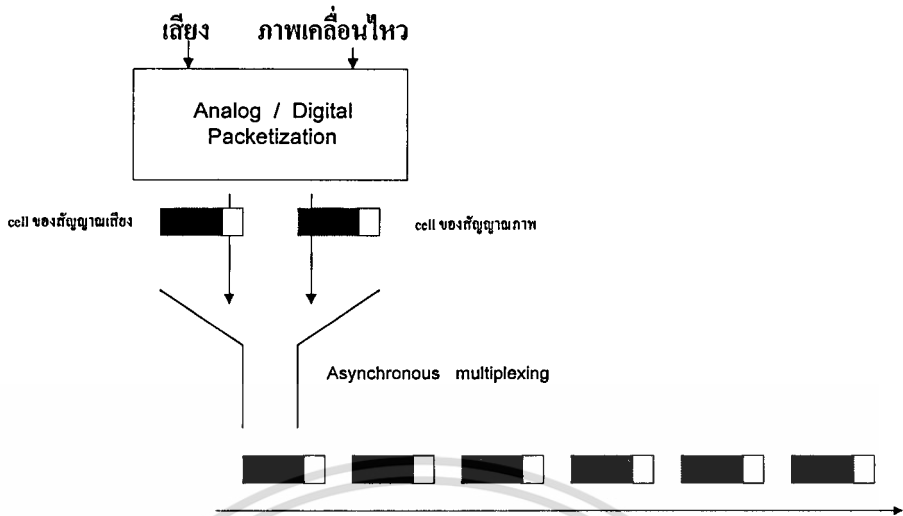
## 2.2 เครือข่าย ATM

ATM จะใช้ ATM Protocol (Asynchronous Transfer Mode Protocol) เป็นมาตรฐานการส่งข้อมูลความเร็วสูง โดยมีความเร็วในการส่งข้อมูลตั้งแต่ 1.5 Mbps ไปจนถึงในระดับ Gbps ทำให้สามารถจัดสรรทรัพยากรหรือความสามารถของระบบเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถจัดสรรความเร็วของการส่งผ่านข้อมูลในขณะเวลาหนึ่งๆ ได้หลายกลุ่ม เช่น ที่ความเร็วของระบบเครือข่าย (Physical Speed) 155 เมกะบิต สามารถจัดสรรความเร็วสูงสุดที่ 2 เมกะบิตสำหรับการสื่อสารข้อมูลเสียง ความเร็ว 4 เมกะบิตสำหรับการสื่อสารภาพวิดีโอและที่เหลือสำหรับข้อมูลอื่นๆ ทำให้สามารถใช้ความเร็วของเครือข่ายได้เต็มประสิทธิภาพ

เครือข่าย ATM ถูกพัฒนามาจากเครือข่าย Packet Switching ที่มีการแบ่งข้อมูลออกเป็นหน่วยย่อยที่เรียกว่า Packet ที่มีขนาดเล็กและคงที่ แล้วจึงส่งออกไป แล้วประกอบรวมกันเป็นข้อมูลเดิมอีกครั้งที่ปลายทาง และการ Multiplex แบบ Asynchronous Time Division (ATD) ซึ่งจะแบ่งเวลาออกเป็นช่วงๆ ให้แต่ละช่วงนานพอที่จะส่ง Cell ได้ 1 Cell โดยเครื่องปลายทางจะจัดสรรจำนวนเวลาที่ใช้ส่ง Cell ให้ข่าวสารแต่ละชนิดแตกต่างกันไปตามความเร็วที่จำเป็นของข่าวสารแต่ละชนิด ซึ่งจะต่างจากการ Multiplex แบบ Synchronous Time Division ซึ่งมีการจัดสรรให้การส่งข่าวสารแต่ละชนิดเท่าๆ กัน

เครือข่าย ATM เป็นระบบ Switch นั่นคือ ในเครือข่าย ATM นั้น แต่ละ Connection สามารถส่งข้อมูลถึงกันได้ทันทีโดยไม่ต้องรอให้ผู้อื่นส่งเสร็จก่อน

การส่งข้อมูล Traffic ต่างๆ ผ่านเครือข่าย ATM จะต้องทำการแปลงข้อมูลเหล่านั้นให้อยู่ในรูปแบบที่เป็น ATM Cell ก่อน แล้วจึงส่งผ่านระบบสื่อสารสัญญาณไปยังปลายทาง ซึ่งจะทำการเปลี่ยน ATM Cell ที่ได้รับกลับมาเป็นข้อมูลเดิมที่เหมือนกับต้นทาง การที่ใช้เซลล์ที่มีขนาดสั้นและคงที่ ทำให้แน่ใจได้ว่าค่า Delay ของการส่งผ่านเครือข่ายและการเปลี่ยนแปลงของ Delay มีค่าต่ำสุด โดยไม่ก่อให้เกิด Overhead มากจนเกินไป และด้วยลักษณะนี้เอง ทำให้ ATM สามารถรองรับ Traffic ที่ไวต่อการเกิด Delay เช่น เสียงหรือวิดีโอ รวมถึง Traffic ที่ไวต่อการเกิด Delay ที่น้อยกว่า เช่น Traffic ข้อมูลที่มีการส่งเป็นช่วงๆ (Bursty) ส่วนรูปแบบการส่งข้อมูลของ ATM นั้น จะเป็นแบบ Connection-Oriented กล่าวคือ จะมีการสร้าง Connection จากต้นทางถึงปลายทาง โดยกำหนดเส้นทางที่แน่นอนก่อน แล้วจึงเริ่มส่งข้อมูล เมื่อส่งข้อมูลเสร็จก็ปิด Connection



รูป 2.3 เทคนิคพื้นฐานของ ATM

## 2.3 ATM Cell

ATM Cell มีขนาดยาว 53 Bytes แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

Header	5 Bytes
Information Field / Payload	48 Bytes



รูปที่ 2.4 เซลล์ ATM

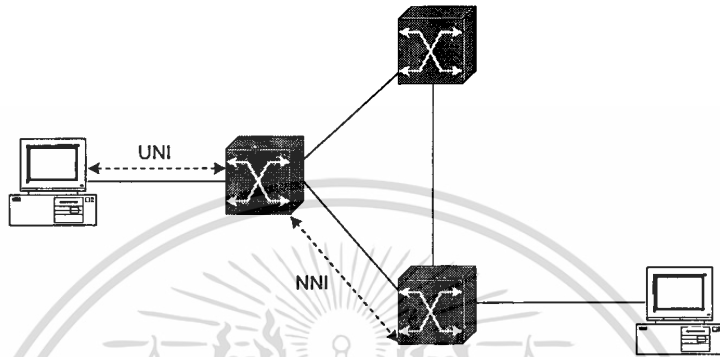
### 2.3.1 Cell Header

ส่วน Header ของเซลล์ ATM ถูกนำมาใช้เพื่อช่วยในการเชื่อมต่อช่องสัญญาณสื่อสารและบริหารการไหลของข้อมูล รายละเอียดของข้อมูลที่เก็บอยู่ในส่วนของ Header จะไม่เหมือนกันทุกเซลล์ ขึ้นอยู่กับว่าเซลล์นั้นๆ กำลังถูกส่งผ่าน Interface ประเภทใดอยู่ ซึ่งแบ่งออกเป็น

1. **User-Network Interface (UNI)** อธิบายการเชื่อมต่อ ATM End-system (Host, Router, etc.) เข้ากับ ATM Switch รวมถึง Transmission Media
2. **Network-Node Interface / Network-Network Interface (NNI)** อธิบายการเชื่อมต่อ ATM Switch 2 ตัวเข้าด้วยกัน เป็น Physical / Logical Link ระหว่าง ATM Switch 2 ตัว เพื่อแลกเปลี่ยน NNI Protocol

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- NNI Cells
- ไม่มี Generic Flow Control (GFC)
  - 4 bit แรกของเซลล์ถูกใช้โดย VPI Field
  - สามารถรับ VPI Space ขนาดใหญ่ได้
  - ทั้ง UNI และ NNI มีหน้าที่การทำงานเหมือนกัน



รูป 2.5 UNI และ NNI Interface

Generic Flow Control			Virtual Path Identifier		
Virtual Path identifier (continued)			Virtual Channel Identifier		
Virtual Channel Identifier (continued)					
Virtual Channel Identifier (continued)			Payload Type Identifier		Call Loss Priority
Header Error Control					
Payload Data					

รูป 2.6 ATM Cell Header (UNI)

จากรูปแสดงให้เห็นถึงลักษณะของ Header ที่ใช้กับ UNI Interface โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. **Generic Flow Control (GFC)** คือ ส่วนควบคุมการไหลของข้อมูลทาง UNI Interface
2. **Virtual Path Identifier** และ **Virtual Channel Identifier**

- แต่ละ Virtual Path (VP) จะถูกกำหนดโดยตัวเลขที่ระบุอยู่ในฟิลด์ Virtual Path Identifier (VPI) ภายในแต่ละ Virtual Path จะประกอบด้วยหลาย Virtual Channel (VC) แต่ละ Virtual Channel จะถูกกำหนดตายตัวโดยตัวเลขที่ระบุไว้ในฟิลด์ Virtual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Channel Identifier (VCI) ช่องสัญญาณ Virtual Channel จะทำการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ ATM ที่กำลังติดต่อกันอยู่

- Virtual Path แต่ละอันสามารถบรรจุ Virtual Channel ได้ถึง 65,536 ช่องในเวลาเดียวกัน โดย Virtual Channel แต่ละตัวถูกกำหนดโดย Virtual Channel Identifier จำนวน 16 bit
3. **Payload Type Identifier (PT)** ใช้แสดงประเภทข้อมูลในส่วนของ Payload เช่น แสดงว่าเป็นข้อมูลประเภท OA&M (Operation, Administration and Maintenance) หรือข้อมูล Traffic อย่างอื่น ประกอบด้วย 3 บิต ดังนี้
- บิตที่ 1 ใช้แสดงว่าใช้ AAL ใดในการกำหนด Format ให้กับข้อมูลถูกใช้ ใน AAL5 (ATM Adaptation Layer 5) จะบอกว่าเป็นเซลล์ท้ายสุด (Trailing Cell) ของ SAR-PDU (Segmentation and Reassembly - Protocol Data Unit)
  - บิตที่ 2 Explicit Forward Congestion Control Indication (EFCI) ซึ่งจะเตือนผู้รับว่าอาจจะได้รับเซลล์ช้าเนื่องจากเกิดการคับคั่ง (Congestion) ของ Traffic ขึ้นในบางตำแหน่งใน Virtual Circuit
  - บิตที่ 3 ใช้แยกความแตกต่างระหว่างเซลล์ OA&M กับเซลล์ข้อมูล (Data Cell)
    - เซลล์ OA&M (Operation, Administration, and Maintenance)
      - Operations : Fault & Performance Management
      - Administration : Addressing, Data Collection & Usage Monitoring)
      - Maintenance : Analysis, Diagnosis & Repair of Network Fault
4. **Cell Lost Priority (CLP)** ถ้าบิตของ CLP ถูกเซ็ทเป็น "1" ก็หมายความว่า เครือข่ายสามารถตัดเซลล์นี้ทิ้งได้หากเกิดการคับคั่งของ Traffic ขึ้น
5. **Header Error Control (HEC)** ใช้ตรวจจับความผิดพลาด (Error) เฉพาะในส่วนของ Header เท่านั้น ไม่ได้ใช้สำหรับตรวจจับความผิดพลาดในส่วนของ Payload

### 2.3.2 Cell Payload

ขณะที่ส่วนของ Overhead ถูกใช้โดยเครือข่ายเพื่อการตั้งและบริหารการเชื่อมต่อสัญญาณ ส่วนของฟิลด์ข้อมูลที่เรียกว่า Payload จะถูกใช้สำหรับส่งข้อมูลของผู้ใช้บริการผ่านเครือข่าย ATM ATM Switch จะทำการรับข้อมูลของผู้ใช้บริการ ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของ ATM Cell หรือยังไม่ใช่ ATM Cell เช่น เสียง ข้อมูลหรือแฟกซ์ ซึ่งจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เข้ากับรูปแบบของ ATM โดยใช้กระบวนการเปลี่ยนที่เรียกว่า Segmentation and Reassembly (SAR) การใช้วิธีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของ SAR นี้ อาจจะทำให้ฟิลด์ข้อมูลมีส่วนของข้อมูลการควบคุมอยู่ด้วย อาจส่งผลให้ส่วนที่เป็น การส่งข้อมูล Traffic จริง ไม่ถึง 48 bytes ก็ได้

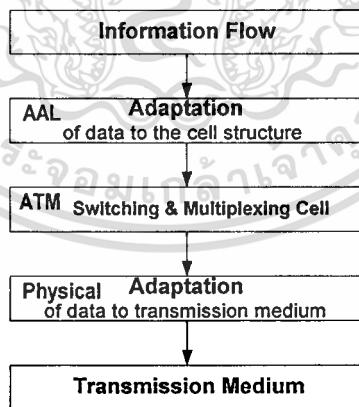
### 2.3.3 Segmentation and Reassembly (SAR)

SAR นี้ อยู่ในส่วนของ Adaptation Layer ซึ่งจะทำการเปลี่ยน Format ของข้อมูล เช่น เฟรมที่มีความยาวไม่คงที่ของ SMDS / Connectionless Network Access Protocol (CLNAP) ไปเป็นฟิลด์ข้อมูลของเซต ATM ที่มีขนาด 48 bytes คงที่

การแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนๆ ที่เรียกว่า Segmentation จะถูกดำเนินการที่ปลายด้านส่งที่เรียกว่าจุด Ingress Point ของเครือข่าย ATM ส่วนที่ปลายด้านรับเรียกว่าจุด Egress Point จะรวมข้อมูลแต่ละส่วนเข้าด้วยกันเป็นข้อมูลดั้งเดิม ซึ่งจะเรียกว่าการ Reassembly

## 2.4 โครงสร้าง ATM Protocol

ในการเปลี่ยนรูปของข้อมูล Traffic ที่จะใช้ส่งให้เป็น ATM Cell นั้น มีขั้นตอนการแปลงข้อมูล 3 ระดับชั้นหลักๆ ได้แก่ ระดับชั้น ATM Adaptation Layer (AAL) ระดับชั้น ATM Layer และระดับชั้น Physical Layer



รูปที่ 2.7 แสดงขั้นตอนการส่งข้อมูลของ ATM

ATM Protocol แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

### 1. Physical Layer (PHY)

เป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับตัวนำสัญญาณที่ใช้ในการส่งสัญญาณ Digital ตัวอย่างในการนำ ATM มาใช้ในเครือข่ายโทรคมนาคมนั้น ได้แก่การนำมาใช้ร่วมกับ SONET (Synchronous Optical Network) หรือ SDH (Synchronous Digital Hierarchy) โดยมี Fiber Optic เป็นตัวนำส่งสัญญาณ

### 2. Asynchronous Transfer Mode Layer (ATM)

ทำหน้าที่สร้างส่วน Header ของ Cell และประมวลผลส่วน Header ของเซลล์ที่รับเข้ามา โดยอ่านค่า VCI/VPI ของเซลล์และหาเส้นทางที่จะส่งเซลล์ออกไป แล้วจึงกำหนดค่า VCI/VPI ให้กับส่วน Header ของเซลล์นั้นใหม่

### 3. ATM Adaptation Layer (AAL)

ทำหน้าที่ปรับบริการที่ได้รับจากชั้น ATM ให้สอดคล้องกับความต้องการของ Protocol และ Application ในระดับชั้นที่สูงกว่า โดยแบ่งเป็น 5 ประเภท เพื่อใช้กับ Application ที่ต่างกัน ดังนี้

#### 3.1 AAL0

AAL0 บางครั้งจะเรียกว่า Null Adaptation Layer ใช้สำหรับบริการที่มีการส่งข้อมูลเป็นรูปแบบของเซลล์อยู่แล้ว ไม่จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนอะไรอีก

#### 3.2 AAL1

ใช้สำหรับการส่งและรับข้อมูลที่มีอัตราคงที่ (Constant Bit Rate : CBR) โดยการจำลองวงจรการเชื่อมโยงระหว่างตัวรับและตัวส่ง ข้อมูลที่ส่งจะมีลักษณะเป็น Stream เพื่อใช้กับ Application ที่มีการส่งสัญญาณแบบจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งอย่างต่อเนื่อง

#### 3.3 AAL2

ใช้สำหรับการส่งและรับข้อมูลแบบปรับค่าความเร็วของการรับส่งได้ตามที่ต้องการ (Variable Bit Rate : VBR) เช่น LAN File Transfer โดยเน้นการใช้อัตราความเร็วที่ต้องการ จึงสามารถนำมาใช้กับการรับส่งสัญญาณเสียงและภาพได้

#### 3.4 AAL3/4

ใช้สำหรับการส่งและรับข้อมูลแบบปรับค่าความเร็วของการรับส่งได้ตามที่ต้องการ (Variable Bit Rate : VBR) เช่นเดียวกับ AAL2 แต่ต่างกันตรงที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบ Asynchronous ได้ กล่าวคือ เวลาที่ใช้ในการส่งและรับข้อมูลไม่จำเป็นต้องสัมพันธ์กัน โดยปกติ AAL3/4 ถูกนำมาใช้สำหรับบริการ SMDS เป็นหลัก

### 3.5 AAL5

ใช้สำหรับการส่งและรับข้อมูลเช่นเดียวกับ AAL3/4 แต่มีข้อแตกต่างกันก็คือ สามารถใช้กับการสื่อสารข้อมูลซึ่งมีการเชื่อมต่อแบบ Connectionless ได้ และมีส่วน Header ของ Payload สั้นกว่า AAL3/4 โดยปกติ AAL5 ถูกนำมาใช้ส่ง Protocol ที่มีอัตราบิดเปลี่ยนแปลง เช่น X.25, SDLC หรือ Frame Relay

Protocol ที่อยู่ในระดับชั้น AAL นี้ จะควบคุมการติดต่อสื่อสารจากต้นทางถึงปลายทาง และถูกประมวลผลโดยผู้ส่งและผู้รับข้อความเท่านั้น นอกจากนี้ใน AAL ยังสามารถแบ่งย่อยออกเป็นอีก 2 ระดับ ได้แก่

#### 1. Convergence Sublayer (CS)

ช่วยในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ (Interface) ที่ไม่ใช่ ATM เข้ากับ ATM

#### 2. Segmentation and Reassembly (SAR)

ทำหน้าที่ตัดข้อความที่ Protocol หรือ Application ที่ต้องการส่ง ออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อนำไปสร้าง ATM Cell หรือนำส่วนของข้อมูล (Information) จาก Payload ของเซลมาต่อกันเป็นข้อความเดิมที่ปลายทาง

## 2.5 องค์ประกอบเครือข่าย

เครือข่าย ATM ประกอบด้วย

1. **Access Multiplexer** เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อการสื่อสารจากด้านผู้ใช้บริการซึ่งใช้เทคโนโลยีเครือข่ายอื่น เช่น Frame Relay โดยทำหน้าที่แปลงรูปแบบเซลให้อยู่ในรูปของเซล ATM เพื่อส่งผ่านเข้าไปยังเครือข่าย ATM

#### 2. ATM Switch

มีหน้าที่

1. รับเซลที่เข้ามาในการเชื่อมต่อตามค่า VCI/VPI
2. มองหาค่าการเชื่อมต่อใน Local Translation Table เพื่อตัดสินใจว่าควรส่งไปยัง Outgoing Port ใดและการกำหนดค่า VCI/VPI ใหม่ในการเชื่อมต่อ
3. ส่งเซลไปยัง Outgoing Link ด้วยค่าการเชื่อมต่อที่เหมาะสม

แบ่งออกเป็น

#### 1. Workgroup ATM Switches

- ปรับขนาดให้เหมาะในการใช้ ATM ใน Desktop
- ราคาต่ำสำหรับการใช้ ATM Desktop Interface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. Campus ATM Switches

- ใช้ในการทำ ATM Backbone เช่น เชื่อม ATM Router หรือ ATM Switch เพื่อแบ่งเบาการคับคั่งของ Backbone ที่ใช้อยู่และเพื่อให้สามารถให้บริการใหม่ๆ ได้ เช่น VLAN, LANE

## 3. Enterprise ATM Switches

- เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้สร้าง Backbone หลักของเครือข่ายขนาดใหญ่
- ใช้เชื่อมต่อ Workgroup ATM Switches และอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ ATM เช่น LANSwitch, ATM-Connected Server, ATM Routers
- สนับสนุนการทำงานอื่นๆ เช่น LAN Switching, Packet WAN Interfaces
- เป้าหมาย : เพื่อปรับการทำงานของบริการที่แตกต่างกันให้เข้าสู่ ATM Platform เดียวกัน

## 2.6 ลักษณะการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM

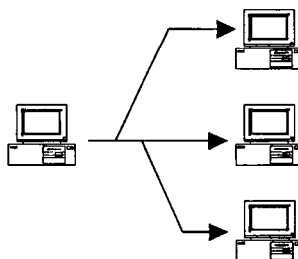
### 1. Point-to-Point Connection

- เชื่อมต่อ ATM End-System 2 ระบบเข้าด้วยกัน
- สามารถเป็นได้ทั้งการเชื่อมต่อทางเดียวหรือสองทาง



### 2. Point-to-Multipoint Connection

- เชื่อมต่อ Single Source End-Systems (Root Node) เข้ากับ Multiple Destination End-systems (Leaves Node)
- เป็นการเชื่อมต่อทางเดียว คือ จาก Root ไปสู่ Leaves แต่ไม่สามารถเชื่อมจาก Leaves ไปสู่ Node ได้



- การทำ Replicate Cell จะถูกทำภายในเครือข่ายโดย ATM Switch ณ ที่ที่การเชื่อมต่อถูกแบ่งออกเป็นหลายส่วน

ลักษณะของเครือข่าย ATM จะใช้สาย Fiber Optic หรือสาย UTP (Unshield Twisted Pair) ซึ่งส่งข้อมูลด้วยความเร็วตั้งแต่ 155 Mbps ขึ้นไป และจะมีอุปกรณ์ปลายทางซึ่งอาจเป็น PC ธรรมดาที่มี ATM Interface Card หรือเป็น Edge Switch คือ ประกอบด้วย ATM Interface หรือ Ethernet Interface เพื่อเชื่อมต่อไปยัง PC ที่มี Ethernet Card อีกทีหนึ่ง นอกจากนี้ อาจเป็นอุปกรณ์สื่อสาร เช่น ตู้สายโทรศัพท์ PABX ซึ่งมี ATM Interface หรือเป็นระบบ Video Conference ก็ได้ กล่าวคือ อุปกรณ์สื่อสารและคอมพิวเตอร์เกือบทุกอย่างสามารถเชื่อมต่อกับ ATM Network และใช้ประโยชน์จากเครือข่ายความเร็วสูงได้ถ้ามี ATM Interface ที่ตรงตามมาตรฐาน

### การสร้างการเชื่อมต่อเบื้องต้น แบ่งออกเป็น

#### 1. Permanent Virtual Connections (PVC)

- ถูกสร้างโดย External Mechanism ที่จะเข้ามาช่วยในการสร้าง Local Transition Table ก่อนที่จะส่งข้อมูลใดๆ
- เป็นกลุ่มของ Switch ที่อยู่ระหว่าง ATM Source และ Destination ของ ATM System ซึ่งถูกโปรแกรมด้วยค่า VCI/VPI ที่เหมาะสม
- ต้องใช้ระบบ Manual ในการตั้งค่า Configurations

#### 2. Switched Virtual Connections (SVC)

- ถูกสร้างขึ้นโดยอัตโนมัติผ่าน Signaling Protocol
- ไม่ต้องใช้ระบบ Manual ในการตั้งค่า Configurations ทำให้เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย
- ใช้ใน Layer Protocol ระดับสูง

### 2.7 ระดับการให้บริการ (Service Class)

ATM Forum ได้แบ่ง Service Class ของ ATM ออกเป็น 4 ประเภท ซึ่งจะเป็นตัวกำหนด Quality of Service (Bandwidth ที่ต้องการ, Error Rate ที่ยอมรับได้และลักษณะอื่นๆ เพื่อให้ได้คุณภาพของเสียง ภาพ และข้อมูลตามที่ต้องการ) เมื่อต้องการสร้างการเชื่อมต่อ End-system จะร้องขอ QoS ที่ต้องการ เครือข่ายจะสร้างการเชื่อมต่อที่ให้ Resource ที่จำเป็นเท่านั้น (รวมทั้ง Switch ทุกตัวที่อยู่ในเส้นทาง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Service Class แบ่งตามมาตรฐาน ATM Forum UNI 4.0 ได้ดังนี้

### 1. Constant Bit Rate (CBR)

- การสื่อสารภายในเครือข่ายจะมีความเร็วในการส่งผ่านเซลล์ ATM ระหว่างเครื่องต้นทางและเครื่องปลายทางด้วยความเร็วที่สม่ำเสมอตลอด และระบบสัญญาณนาฬิกา (Clocking / Timing) ระหว่างเครื่องต้นทางและเครื่องปลายทางต้องสัมพันธ์กันอย่างถูกต้อง เพื่อไม่ให้เกิดการสื่อสารขาดประสิทธิภาพหรือผิดพลาดได้ นอกจากนี้ เมื่อส่งข้อมูล เครือข่ายจะยอมส่งข้อมูลเฉพาะที่มีคุณสมบัติตาม Parameter ที่กำหนดไว้เท่านั้น ส่วนใหญ่จะใช้ในการบริการสื่อสารข้อมูลเสียงและวิดีโอ อย่างไรก็ตาม ค่าใช้จ่ายในการใช้บริการประเภทนี้จะค่อนข้างสูง เนื่องจากต้องจอง Bandwidth ตลอดเวลา ไม่ว่าจะมีการใช้หรือไม่ก็ตาม การให้บริการลักษณะนี้เทียบได้กับบริการ Leased Line
- ในการเชื่อมต่อ อุปกรณ์ของ User จะกำหนด Cell Delay Variation Tolerance Limit (Maximum Allowed Jitter) รวมถึง Bandwidth ที่ต้องการ (Peak Cell Rate : PCR) ซึ่งเครือข่ายสามารถจัดเตรียมไว้สำหรับการเชื่อมต่อ นอกจากนี้ ผู้ให้บริการยังสามารถวัดค่า Maximum Cell Loss Rate ได้
- ใช้ทดแทนการเชื่อมต่อแบบ T1 และใช้สำหรับข้อมูล ลักษณะ Real-Time Digitized Voice หรือ Video ที่ต้องการการรับรอง Bandwidth ที่แน่นอน ไม่มากหรือน้อยเกินไป
- บางครั้งเรียกว่า *Class A Service*
- Flow Control Method : *Single Leaky Bucket* โดยเครือข่ายจะตรวจจับและคัด Traffic ที่ไม่มีคุณสมบัติตาม PCR ที่ตกลงกันไว้

### 2. Variable Bit Rate (VBR)

- ลักษณะการสื่อสารจะมีความเร็วในการส่งผ่านเซลล์ ATM ไม่สม่ำเสมอ นั่นคือ จะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพความเร็วที่เครื่องต้นทางจะส่งผ่านออกมา
- ในการเชื่อมต่อ อุปกรณ์ของ User จะกำหนด Jitter ที่ยอมรับได้รวมถึง PCR (Peak Cell Rate) และ SCR (Sustained Cell Rate) ที่ต้องการ อุปกรณ์ของ User สามารถขยาย SCR ได้เท่ากับ PCR จนกระทั่งถึง Average Period ตัว SCR จะไม่สามารถขยายต่อไปอีกได้ เช่นเดียวกัน ถ้าอุปกรณ์ขึ้นถึง PCR สูงสุดเป็นเวลานานกว่า Burst Tolerance อุปกรณ์จะต้องส่งในอัตราที่ต่ำกว่าในช่วงเวลานั้น เพื่อให้เครือข่ายสามารถส่ง ABR และ UBR Traffic ได้
- สามารถวัดค่า Maximum Cell Loss Rate ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้สำหรับ LAN Traffic ที่มีจำนวนมากๆ (แม้ว่าในความเป็นจริงแทบจะเป็นไปไม่ได้ที่จะแสดงให้เห็น Traffic Burst ที่ต้องการเพื่อที่จะใช้ Service Class นี้ให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด)
- บางครั้งเรียกว่า Class C Service
- Flow Control Method : *Dual Leaky Bucket* โดยเครือข่ายจะตรวจสอบความเสียหายของทั้ง PCR และ SCR รวมทั้งคัด Traffic ส่วนที่เกินออก (ซึ่งอุปกรณ์ของ User จะต้องส่งข้อมูลออกมาใหม่)
- VBR สามารถแบ่งย่อยออกมาเป็น 2 ประเภท ได้แก่

### 2.1 Real-Time VBR (VBR(RT))

- จะให้การควบคุมการเกิด Delay ของการเชื่อมต่อนั้นๆ และต้องการความสัมพันธ์ในเรื่องของสัญญาณนาฬิกา
- ใช้สำหรับการส่งสัญญาณเสียงและวิดีโอหรือ Video Conferencing ที่ถูกบีบอัด (Compression)

### 2.2 Non-Real Time VBR (VBR(NRT))

- มีการเกิด Delay ในเครือข่ายมากกว่า Real-Time VBR
- เหมาะสำหรับการส่งข้อมูลลักษณะ Connection-Oriented
- ใช้ได้ดีสำหรับการส่ง Message ที่มีจำนวนมากๆ การทำ On-Line Transaction Processing (OLTP) ในธุรกิจต่างๆ เช่นสายการบินหรือธนาคาร เป็นต้น

## 3. Available Bit Rate (ABR)

- ในการเชื่อมต่อ อุปกรณ์จะกำหนด PCR (ซึ่งจะเป็นค่า Default ของ Access Line Rate) รวมทั้งค่า Bandwidth ขั้นต่ำที่ต้องการ (คือค่า MCR : Minimum Cell Rate ที่ถูกกำหนดค่า Default ให้เป็น 0 Cell/sec)
- บริการลักษณะ ABR นี้จะใช้ Bandwidth ส่วนที่เหลือจาก CBR และ VBR จึงเป็นสาเหตุให้ไม่สามารถรับรองค่า Minimum Bandwidth ได้ อย่างไรก็ตาม ก็ยังสามารถวัดค่า Maximum Cell Loss Rate ได้
- เหมาะกับ Non-Real Time Bursty Traffic เนื่องจากในการควบคุมการไหลของข้อมูลเมื่อเกิดความคับคั่งของเครือข่าย จะไม่มีการคัดเซลออกหากเกิดการ Burst ของข้อมูลที่นานเกินไป

- ABR จะไม่ให้การรับประกัน Bandwidth แก่ User เหมือนกับ VBR (NRT) แต่เครือข่ายจะให้การบริการที่ดีที่สุด โดยใช้ Flow Control Mechanism ในการเพิ่ม Bandwidth ให้แก่ User เรียกว่า "Allowed Cell Rate (ACR)" โดยเครือข่ายจะควบคุมจำนวน Traffic ที่ยอมรับได้ในเครือข่ายนั้นๆ รวมถึงจำนวน Cell Loss ภายในเครือข่ายเมื่อเกิดการคับคั่งของ Traffic
- ABR ถูกออกแบบมาให้สามารถ Map เข้ากับ LAN Protocol ที่มีอยู่ ทำให้สามารถใช้ Bandwidth ได้มากเท่าที่เครือข่ายสามารถทำได้ นอกจากนี้ ยังสามารถใช้เป็น Buffer เมื่อเกิดการคับคั่งได้อีกด้วย
- Flow Control Method : *Closed-Loop, Rate-Based Flow Control* ซึ่งถูกกำหนดโดย ATM Switch เพื่อให้แน่ใจได้ว่าจะไม่มีการส่งข้อมูลที่มากเกินไปที่เครือข่ายสามารถรับได้ เครือข่ายจะรับรองการส่งข้อมูล อย่างน้อยก็เท่ากับค่า MCR ที่ได้ตกลงกันไว้
- นอกจาก Flow Control Method ที่กล่าวมาแล้ว ABR ยังใช้ **Enhanced Proportional Rate Control Algorithm (EPRCA)** ซึ่งจะรวมวิธีการควบคุมการไหลของข้อมูล วิธีการพื้นฐาน (EFCI) รวมทั้ง Optional Enhancement ดังนี้

### 3.1 Explicit Forward Congestion Indication (EFCI)

- ATM Switch ใดๆ ที่อยู่บนเส้นทางระหว่าง Source และ Destination ที่ตรวจจับความคับคั่งของเครือข่าย จะสร้างกลุ่มของ EFCI ภายใน Cell Header เมื่อ Cell ไปถึงปลายทาง ตัวอุปกรณ์ของ User จะทำการปรับ Resource Management (RM) Cell (ซึ่งจะถูกส่งทุกๆ  $n$  Cell) และส่งกลับไปยัง Source เพื่อขอให้ลดอัตราการส่งข้อมูล วิธีการนี้ต้องติดตั้งการควบคุมการไหลของข้อมูลทั้งใน Source และ Destination ยิ่งระยะทางในการส่งยาวเท่าใด ก็ยิ่งต้องใช้เวลาในการรอให้ Source ลดอัตราการส่งข้อมูลมากเท่านั้น (ดังนั้นเครือข่ายจึงต้องการ Buffer ที่มากขึ้น)
- ถ้าหาก Source สังเกตเห็นว่า ตนไม่ได้รับ Cell ที่ควรจะได้รับกลับจาก Destination (ซึ่งอาจเกิดจากการคัดทิ้งเมื่อเกิดความคับคั่งของข้อมูลในเครือข่าย) Source จะต้องลดอัตราการส่งข้อมูล
- Source จะเป็นผู้แบ่ง Bandwidth ใน Virtual Circuit และส่ง RM Cell (ทุกๆ  $n$  Cell) ซึ่งจะเป็นตัวชี้ให้เห็นว่าอัตราการส่ง Cell นั้นเป็นเท่าใด ณ ขณะนั้น และควรใช้อัตราสูงสุดเท่าใด

### 3.2 Explicit Rate Marking (ERM)

- Switch ที่อยู่ในเส้นทางจาก Destination ไปสู่ Source นั้นสามารถปรับ RM Cell ที่ถูกสร้างโดย Destination ได้ เพื่อร้องขอให้ Source ลดอัตราการส่งข้อมูลลงเมื่อมีความเร็วเกินกว่าที่ร้องขอโดย Destination

### 3.3 Segmented Virtual Source / Virtual Destination (Segment VS/VD)

- ATM Switch ของบางเครือข่ายสามารถสร้าง RM Cell (แม้จะเป็นเพียง Virtual Destination) ดังนั้น จึงไม่จำเป็นที่จะต้องรอให้ Destination ที่แท้จริงสร้าง Cell ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญต่อเครือข่ายขนาดใหญ่ Switch เหล่านี้สามารถตอบสนองต่อ RM Cell ได้ โดยการลดอัตราการส่งข้อมูลที่ส่งไปในเครือข่ายที่คับคั่ง (และเป็นไปได้ที่จะคัดบางส่วนของ Traffic ที่มาจาก Destination ที่แท้จริงทิ้ง) ทั้งนี้ ก็เพื่อป้องกันเครือข่ายที่เหลือทั้งหมดจากความคับคั่ง

### 3.4 Hop-by-hop Virtual Source / Virtual Destination (Hop-by-Hop VS/VD)

- ATM Switch ของเครือข่ายทั้งหมดสามารถสร้างและตอบสนอง RM Cell ได้

## 4. Unspecified Bit Rate (UBR)

- ในการเชื่อมต่อ จะไม่มีการกำหนด Maximum Jitter หรือ Bit Rate
- User สามารถส่งข้อมูลเท่าใดก็ได้ เท่าที่เครือข่ายสามารถรองรับได้ แต่เครือข่ายจะไม่รับรอง Cell Loss Rate และการ Delay ต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้น (ถ้าจำเป็นต้องทำ อาจจะให้ Application ของทาง User ทำแทน)
- ไม่มีการควบคุมการไหลของข้อมูล Application จะยังคงส่งข้อมูลเมื่อเกิดความคับคั่งในเครือข่าย และเมื่อใดที่ Switch Buffer เต็ม เครือข่ายก็จะคัดเซลล์ออก
- UBR ยังคงเหมาะกับการส่งข้อมูลประเภท Text หรือ File แม้ว่า UBR จะไม่มี Flow Control Mechanism ใดๆ มาควบคุม อย่างไรก็ตาม เพื่อที่จะควบคุมหรือจำกัดการคับคั่งดังกล่าว จำเป็นอย่างยิ่งที่ ATM Switch จะต้องมีการติดตั้ง Pre-Standard Congestion Control Mechanism หรือสนับสนุนการทำ Adequate Buffering เพื่อลดความเป็นไปได้ในการเกิด Cell Loss ขึ้น เมื่อ Switch ได้รับข้อมูลปริมาณมากๆ ในเวลาเดียวกัน เช่น ใน Client/Server Environment เป็นต้น

Application Area	CIR	RT-MBR	NI&P-VBR	AFR	UIBR
Critical Data	**	*	***	*	N/s
LAN Interconnect , LAN Emulation	*	*	**	***	**
Data Transport / Internetworking	*	*	**	***	**
Circuit Emulation - PABX	***	**	N/s	N/s	N/s
POTS / ISDN - Video Conference	***			N/s	N/s
Compressed Audio	*	***	**	**	*
Video Distribution	***	**	*	N/s	N/s
Interactive Multimedia	***	***	**	**	*

Score to indicate the "advantage" of ATM : OPTIMUM \*\*\*, GOOD \*\*, FAIR \*, N/s = NOT SUITABLE , Blank boxes are not currently applicable with advantage.

### ตาราง 2.1 แสดง Application Areas for ATM Service Categories

(ที่มา : <http://hunder.indstate.edu/~cckathy/atm/std.htm>)

นอกจากการแบ่ง Service Class ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ATM Forum ยังมีการแบ่งประเภทของ Service Class ออกเป็น 5 Class ดังตาราง

Attribute	Service Class			
	Class A	Class B	Class C	Class D
Timing Relation End-To-End	Required		Not Require	
Bit Rate	Constant	Variable		
Connection	Connection-Oriented			Connectionless
AAL(S)	AAL1	AAL2	AAL3/4 หรือ AAL5	AAL3/4 หรือ AAL5
Application	PS1, E1	Packet Video, Audio	Frame Relay X.26	IP , LAN SMDS

### ตาราง 2.2 แสดงชนิดของบริการบนระบบเครือข่าย ATM

(ที่มา : สาทิตย์ กองจันทร์, "ระบบเครือข่ายความเร็วสูง ATM ตอนที่ 2". ไมโครคอมพิวเตอร์ 2540 : 148)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บริการ Class A

เป็นบริการที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารข้อมูลเสียงและวิดีโอเป็นส่วนใหญ่ โดยลักษณะการสื่อสารของบริการชนิดนี้จะมีความเร็วของการส่งผ่าน ATM Cell ระหว่างเครื่องต้นทางและเครื่องปลายทางด้วยความเร็วที่สม่ำเสมอตลอด (CBR : Constant Bit Rate) และระบบสัญญาณนาฬิกา (Clocking/Timing) ระหว่างเครื่องต้นทางและเครื่องปลายทางจะต้องสัมพันธ์กันอย่างถูกต้อง มิฉะนั้นการสื่อสารข้อมูลเสียงและวิดีโอจะขาดประสิทธิภาพหรือผิดพลาดได้ บริการชนิดนี้มีฟังก์ชัน AAL1 รองรับการทำงาน

### บริการ Class B

มีฟังก์ชัน AAL2 เป็นฟังก์ชันที่รองรับการทำงาน โดยทั่วไปบริการ Class B นี้ จะมีลักษณะการสื่อสารคล้ายคลึงกับบริการ Class A เพียงแต่ความเร็วที่ใช้ส่งผ่าน ATM Cell จะไม่สม่ำเสมอ คือ จะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพของความเร็วที่เครื่องต้นทางจะส่งผ่านออกมา (VBR : Variable Bit Rate)

### บริการ Class C

เป็นบริการที่สามารถรองรับการสื่อสารของไฟล์ข้อมูล ซึ่งรูปแบบของการสื่อสารไฟล์ข้อมูลนั้น ความเร็วในการส่งผ่าน ATM Cell ไม่จำเป็นต้องมีความเร็วสม่ำเสมอทันตลอดเวลา และระบบสัญญาณนาฬิกา ก็ไม่จำเป็นต้องมีความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องต้นทางและเครื่องปลายทางแต่อย่างใด ระบบเครือข่ายที่ใช้บริการนี้บนระบบเครือข่าย ATM คือระบบเครือข่าย Data Switching ประเภทระบบ Frame Relay และระบบ X.25 ซึ่งใช้รองรับการสื่อสารไฟล์ข้อมูลอีกชั้นหนึ่ง เป็นต้น บริการชนิดนี้มีฟังก์ชัน AAL3/4 และ AAL5 สำหรับรองรับการทำงาน

### บริการ Class D

เป็นบริการเคียวที่มีการสื่อสารในลักษณะไม่ต้องสำรวจเส้นทางก่อนส่งผ่านข้อมูล (Connectionless) นอกนั้นก็จะมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับบริการ Class C คือ ระบบไม่จำเป็นต้องส่งผ่าน ATM Cell ที่ความเร็วสม่ำเสมอตลอดเวลาและสัญญาณนาฬิกา ระหว่างระบบนั้นไม่จำเป็นต้องสัมพันธ์กันโดยตรง บริการชนิดนี้ใช้กันมากในการสื่อสารระหว่างเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) ที่ส่วนใหญ่จะส่งผ่านไฟล์ข้อมูล (Data) ฟังก์ชันที่รองรับการทำงานในบริการนี้คือ ฟังก์ชัน AAL3/4 และ AAL5 เช่นเดียวกับบริการ Class C

### บริการ Class X

นอกเหนือจากบริการ 4 ชนิด ที่ได้กำหนดชนิด คุณสมบัติในการทำงานและการส่งผ่าน ATM Cell ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น สถาบัน ATM Forum ยังได้กำหนดการบริการ Class X ขึ้นมา โดยเป็นบริการที่ไม่ได้กำหนดกฎเกณฑ์ที่แน่ชัด เนื่องจากผู้กำหนดจะเป็นบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์เครือข่ายแต่ละราย ที่กำหนดฟังก์ชันการทำงานของตนขึ้นมาเอง (Proprietary AAL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ATM LAYER SERVICE CATEGORIES

Attribute	CBR	RT-VBR	NRT-VBR	ABR	UBR	Parameter
CLR	Specified <sup>1</sup>	Specified <sup>1</sup>	Specified <sup>1</sup>	Specified <sup>2</sup>	Unspecified	QoS
CTD & CDV	CDV & Max CTD	CDV & Max CTD	Mean CTD only	Specified <sup>6</sup>	Unspecified	QoS
PCR & CDVT <sup>5</sup>	Specified	Specified	Specified	Specified <sup>4</sup>	Specified <sup>3</sup>	Traffic
SCR & BT <sup>5</sup>	N/a	Specified	Specified	N/a	N/a	Traffic
MCR	N/a	N/a	N/a	Specified	N/a	Traffic
Congestion Control	No	No	No	Yes	No	

Remarks : 1. For CBR and VBR, the Cell Loss Ratio may be unspecified for CLP=1.

2. Minimized for sources that Adjust Cell Flow in response to control information.

3. Not subject to CAC and UPC procedures and may use different value from section 3.6.2.4 of the UNI3.1 Specification/Forum/.

4. Represents the maximum rate at which the source can send as controlled by the control information.

5. These parameters are either explicitly or implicitly specified for PVCs or SVCs as defined in section 3.6.2.4 of the UNI3.1/3.0 Specification.

6. The objective of the service is that the network does not excessively delay the admitted cells. Requirement for explicit specification of the CTD and CVD is for further study.

(Source : Cisco Systems, Inc. "ATM Internetworking" 2540 : 55)

ตาราง 2.3 แสดง ATM Layer Service Categories

## 2.8 Traffic Management

สิ่งที่สำคัญที่สุดในการส่ง ATM Cells ด้วยความเร็วสูงก็คือการจัดการการส่งที่มีประสิทธิภาพ เนื่องมาจากลักษณะของการส่งข้อมูลความเร็วสูงในลักษณะเซสที่ที่ต้องการการวางแผนและควบคุมในเรื่องของการเชื่อมต่อ การควบคุมการใช้ การจัดการทรัพยากรเครือข่าย การควบคุมการไหลของข้อมูลรวมถึงการมีส่วนร่วมของ End System นอกจากนี้ ยังสามารถกล่าวได้ว่าการจัดการ Traffic ที่สมบูรณ์ จะทำให้ Service Class ของ ATM แต่ละอันสามารถสนับสนุนการส่งข้อมูลในลักษณะต่างๆ กันได้

ประเด็นหลักของการทำ Traffic Management ก็คือ ว่าคุณ User จะได้ระดับการบริการตามที่ได้ตกลงกันไว้หรือไม่ User ควรได้ในสิ่งที่ตนจ่ายเงินให้แก่ Service Provider

การเชื่อมต่อ ATM นั้น มี Parameter 2 กลุ่มที่แสดงให้เห็นถึงลักษณะการเชื่อมต่อ

กลุ่มที่ 1 อธิบายสิ่งที่ User Equipment/End System ต้องการจากเครือข่าย ATM ในการเชื่อมต่อ

กลุ่มที่ 2 เป็นการให้ข้อมูลแก่เครือข่าย ATM โดย End System

### 2.8.1 Parameter ที่เครือข่ายต้องการ

- Bandwidth
- Quality of Service
- Delay Tolerance
- Flow Control
- Priority Control

### 2.8.2 Parameter/Information ที่ End System ให้แก่เครือข่ายเพื่อใช้ในการทำ Traffic Management

- Type of Traffic
- Usage Information
- Route-Preference Information
- Flow-Control Capability

เมื่อ User ร้องขอการเชื่อมต่อ เครือข่าย ATM ต้องการ Agreement ในเรื่องของค่า Parameter ต่างๆระหว่าง User และเครือข่าย Agreement ดังกล่าวเป็นเหมือนสัญญาระหว่างผู้ใช้และผู้ให้บริการ ส่วน Traffic Contract ระหว่างผู้ใช้และเครือข่ายนั้นบรรจุข้อมูล Traffic Descriptor, Service

Classes, Quality of Service Parameter และ Performance Characteristics ที่เกี่ยวข้องกับ Parameter ดังที่กล่าวมาแล้ว

User สามารถใช้ Traffic Contract วัดคุณภาพของ Traffic และดูว่าเครือข่ายนั้นให้บริการตามที่ได้ตกลงกันไว้หรือไม่ นอกจากนี้ เมื่อ User ใช้บริการเครือข่าย จะทำให้เครือข่ายสามารถควบคุม Priority Control ได้ เช่น การกำหนดค่า CLP หรือคัดเซตบางเซตทิ้งเมื่อ ไม่ได้คุณภาพตามสัญญา

### 2.8.3 Traffic Contract

ประกอบด้วย Parameter ดังนี้

- Traffic Descriptors
- Quality of Service
- Service Categories
- Cell Delay Variation Tolerance (CDVT)
- Priority

Traffic Contract ของแต่ละเครือข่ายและผู้ให้บริการแต่ละรายจะแตกต่างกัน ซึ่งจะมีรายการครบตามที่กล่าวมาแล้วหรือไม่ก็ได้

#### *Cell Delay Variation Tolerance (CDVT)*

- เป็นตัวที่บอกว่าข้อมูลเหล่านั้นสามารถทนต่อการเกิด Delay ได้เท่าใด
- เป็น Key Traffic Parameter ที่ User เป็นผู้กำหนด
- กำหนด Maximum Allowable Intercell Arrival Time ก่อนที่จะนำมารวมกันเพื่อส่งต่อ
- ใช้ในการกำหนด Traffic ให้ตรงตามที่ต้องการ ซึ่งค่าเหล่านี้มีผลโดยตรงต่อค่า Tolerance สูงสุดสำหรับ Traffic

#### *Traffic Parameter*

คือ ค่าที่สามารถแสดงให้เห็นถึงลักษณะของ Source-Traffic ได้แก่

##### 1. Peak Cell Rate (PCR)

- ตัดสินจำนวนข้อมูลที่ถูกส่งในอัตราเท่าใด
- ในกรณีที่ เป็น ABR จะตัดสินถึงจำนวนสูงสุดของ Allowed Cell Rate (ACR) ที่ถูกควบคุมโดย Network ผ่าน Congestion Control Mechanism

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในกรณีที่ เป็น ABR จะตัดสินถึงจำนวนสูงสุดของ Allowed Cell Rate (ACR) ที่ถูกควบคุมโดย Network ผ่าน Congestion Control Mechanism
    - วัดค่าเป็น Cells per Second
  - จะไม่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องเป็นเวลา
2. Sustainable Cell Rate (SCR)
- ตัดสินค่าเฉลี่ย Cell Rate ในระยะยาว
  - จะมีความเกี่ยวข้องกับเรื่องเป็นเวลา
  - ต้องใช้ Burst Tolerance (BT) Parameter
  - ทั้ง SCR และ BT จะช่วยให้เครือข่ายสามารถทำไปเปรียบเทียบกับค่าของ PCR ดังนั้น ในการใช้ Parameter ตัวนี้ เครือข่ายจะต้องมีการเปรียบเทียบค่า Traffic Flow ในอนาคตรวมถึงการใช้ทรัพยากรให้ได้ประสิทธิภาพด้วย
3. Burst Tolerance (BT)
- ตัดสินค่า Burst สูงสุดของ contiguous Cell ที่สามารถส่งผ่านได้และยังคงค่าตาม Traffic Contract
4. Minimum Cell Rate (MCR)
- มีเฉพาะใน ABR เท่านั้น = ค่า ABR Parameter
- |     |         |            |
|-----|---------|------------|
| CBR | มีเฉพาะ | PCR , CDVT |
| VBR | “       | SCR , BT   |
| ABR | “       | PCR , MCR  |
- สำหรับ ABR จำเป็นจะต้องมี Parameter เพิ่มขึ้นเพื่อรองรับลักษณะการให้บริการที่มีค่าไม่คงที่

### Traffic Descriptor

เป็นเสมือนส่วนหนึ่งของ Parameter ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อ เช่น Usage Information, Type of Traffic ที่ใช้ในเครือข่าย รวมถึง Bandwidth ที่ต้องการจากเครือข่าย ส่วนใน ABR Service จะต้องรวม Flow Control เป็นค่า Parameter ใน ABR Traffic Descriptor ด้วย

Traffic Descriptors สำหรับบริการลักษณะ ABR ประกอบด้วย

1. Peak Cell Rate (PCR)
2. Initial Cell Rate (ICR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. Minimum Cell Rate (MCR)

### 4. Actual Cell Rate (ACR) / Current Cell Rate

#### *Cell Rate Flow Conformance*

เพื่อควบคุมการไหลของเซลตาม Traffic Parameter PCR และ SCR เครื่องข่าย ATM จะต้องตรวจสอบ Generic Cell Rate Algorithm (GCRA) ณ จุดที่ข้อมูลเข้าสู่เครือข่าย Private และ Public ATM Network

#### *Generic Cell Rate Algorithm (GCRA)*

คือ Rate Algorithm ที่ใช้อธิบายถึงการตัดสินใจที่สามารถกระทำต่อ Cell-Flow Conformance ที่ขึ้นอยู่กับ Rate Parameter ได้

ใน GCRA จะมี Input Parameter 2 ตัว ได้แก่

1. Increment (Iv)
2. Limit Value (Lv)

GCRA (Iv,Lv) หมายถึง Function ที่ช่วยเพิ่มค่า จำกัดค่าและตรวจสอบว่าค่าที่เพิ่มขึ้นนั้นยังคงอยู่ในค่าที่ถูกจำกัดเอาไว้ เมื่อมีการตรวจสอบ จะมีการทำ

- การอนุญาตให้เซลผ่านไปได้
- คัดเซลทิ้ง
- ระบุว่าเซลนั้นๆ เป็น Non-Conformance Cell

หน้าที่ของ GCRA ตามปกติขึ้นอยู่กับค่าปัจจุบัน ค่าเดิม และค่าที่เพิ่มขึ้น ในสถานการณ์ปกติ ค่าเดิมและค่าใหม่จะมีค่าเท่ากับ Iv ดังนั้นจึงไม่มีค่าการเปลี่ยนแปลงใดๆ แต่ในบางสถานการณ์ ค่าที่เปลี่ยนแปลงต่างๆ จะยังคงอยู่ในขอบเขตค่า Lv

ใน ATM Forum Traffic Management Specification จะใช้ Leaky Bucket Model ในการอธิบายถึง GCRA โดยค่า Constant Leak จะมีผลต่อ Cell Rate ซึ่งในกรณีนี้ก็คือค่า PCR และ SCR และเกี่ยวข้องกับ Bucket

ขนาดของ Bucket ขึ้นอยู่กับ Parameter ดังนี้

- Cell Rate
- Cell Delay Variation
- Burst Tolerance

#### 2.8.4 Quality of Service (QoS)

เป็นส่วนหนึ่งของการทำ Traffic Contract ใช้การวัดค่าจาก Performance Parameter ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งรวมถึง Delay Parameter เช่น Cell Transfer Delay และ Cell Delay Variation และ Error Parameter เช่น Cell Loss Ratio และ cell Error Ratio

ระดับของ Quality ที่การเชื่อมต่อ ATM ต้องการขึ้นอยู่กับชนิดของข้อมูล ข้อมูลบางอย่างต้องการคุณภาพอย่างมากในขณะที่บางอย่างอาจไม่ต้องการหรือต้องการเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

การทำ QoS เป็นสิ่งที่ได้เปรียบอย่างหนึ่งของเครือข่าย ATM เมื่อเทียบกับเทคโนโลยีการส่งข้อมูลอื่นๆ ด้วยคุณภาพการให้บริการที่ถูกกำหนดขึ้นมาอย่างเหมาะสมในแต่ละการเชื่อมต่อ ทำให้สามารถส่งข้อมูลที่มีเงื่อนไขด้านเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น วิดีโอหรือเสียง เป็นต้น รวมทั้งการส่งข้อมูลขนาดใหญ่ ในการส่งข้อมูลดังกล่าวมีปัจจัยสำคัญเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อให้ได้คุณภาพตามที่ต้องการ นั่นคือ Delay Variation เซลล์ใดๆที่มีค่า Delay มากกว่าที่ยอมรับได้สำหรับการส่งข้อมูล เช่น Video Image Data จะไม่มีค่าใดๆเลยต่อ Application นั้นๆ อีกปัจจัยหนึ่งก็คือ ค่า Cell Loss ที่แตกต่างกันไปในข้อมูลแต่ละชนิด เช่น ผลกระทบของ Cell Loss ที่มีต่อข้อมูลปกตินั้นน้อยมากเมื่อเทียบกับ Real-Time Video ดังนั้น จะเห็นได้ว่า Cell Loss Ratio นั้นเป็นสิ่งที่สำคัญในการส่งข้อมูลซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เนื่องจากการขาดหายไปจะส่งผลกระทบต่อข้อมูลภาพ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูล Real-Time Video ที่ไม่สามารถส่งซ้ำได้อีก

QoS ตาม ATM Forum Traffic Management 4.0 Specification

- Maximum Cell Transfer Delay (Max CTD)
- Peak-to-Peak Cell Delay Variation (CDV)
- Cell Loss Ratio (CLR)
- Cell Error Ratio (CER)
- Severely Errored Cell Block Ratio (SECBR)
- Cell Misinsertion Rate (CMR)

ค่า Parameter 3 ค่าแรกสามารถต่อตรงได้ระหว่าง User และเครือข่าย โดยการใช้ Interface Signaling Message

ค่า Parameter จะไม่มีจุดกำหนดตามตัวที่แน่นอน โดยปกติ ในระบบ ATM จะสนับสนุนการใช้ Operations Administration and Maintenance Type Cell (OA&M) ในการ Monitoring ซึ่งจะแตกเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างกันโดยการกำหนด Payload Type Indicator (PTI) สำหรับ Virtual Circuit Connection และโดย Virtual Circuit Identifier สำหรับ Virtual Path Connection เมื่อใช้ OA&M Node สามารถเก็บ ข้อตกลง วัตถุประสงค์และจำนวน QoS Parameter ที่ขึ้นอยู่กับ Information ที่ OA&M ให้ไว้ บางระบบอาจไม่สามารถเชื่อมต่อได้และจะทดสอบโดยการกำหนด Cell ที่มีลักษณะเดียวกับ Data Cell ของ User และวัดค่าที่ได้ออกมา

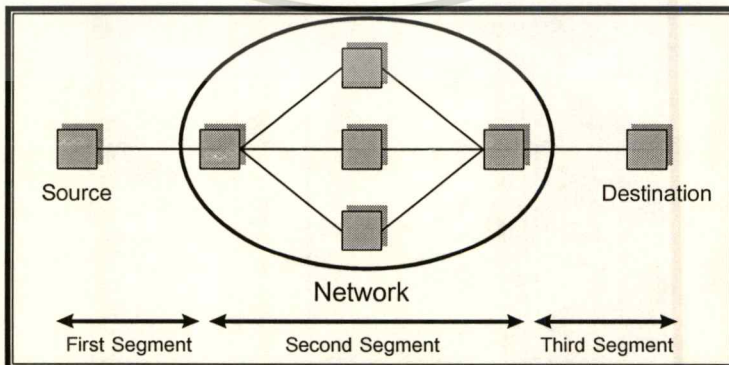
QoS Parameter จะเป็นตัวชี้ให้เห็นระดับของประสิทธิภาพโดยรวมที่เครือข่ายให้บริการในช่วงของการเชื่อมต่อ เป็นไปได้ว่าในบางครั้งเครือข่ายอาจจะเกิดปัญหาในการปฏิบัติงานที่ร้ายแรง ทำให้ไม่สามารถได้ประสิทธิภาพตามที่ต้องการได้ ดังนั้น เพื่อที่จะวัดคุณภาพของการให้บริการ เครือข่ายควรสามารถเก็บข้อมูลทางสถิติและข้อตกลงต่างๆ เพื่อกำหนด QoS Parameter ให้แก่ User และเช่นเดียวกัน User ก็ควรเก็บ End-to-End Performance Parameter ของตนเองไว้ด้วย ค่า Parameter เหล่านี้สามารถถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการเชื่อมต่อเข้ากับ Network-Provided Parameter ได้อีกด้วย

### 2.8.5 Quality of Service Parameters

#### *Cell Transfer Delay and Cell Delay Variation*

ทั้ง End System และเครือข่าย ATM สามารถสนับสนุนการทำ Delay ให้แก่ Cell-Transfer Duration เส้นทางการเชื่อมต่อสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

- Source-to-Network
- Within Network
- Network-to-Destination



Delay สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. Fixed Delay Part

- Cell-propagation time
- Cell-switching time
- Cell-transmission time

## 2. Cell Delay Variation Part เช่น

- Cell Scheduling
- Cell Processing
- Cell-buffering time

### *Cell Loss Ratio (CLR)*

เป็นผลของการคำนวณจำนวน Loss Cell ด้วยจำนวนเซลล์ที่ส่งทั้งหมด โดยจะถูกกำหนดขึ้นในช่วง Call-Setup ซึ่งแต่ละ Node ในเครือข่ายจะรับหรือปฏิเสธการ Call ก็ขึ้นอยู่กับข้อมูล CLR ข้อมูลเหล่านี้จะรวมถึงขอบเขตจำนวน CLR สำหรับการเชื่อมต่อหรือกลุ่มการเชื่อมต่อ ปัจจัยการเกิด Cell Loss

- Cell Errors ที่ Physical Layer
- Node-to-Node Routes / Cell Transfer Paths (Trunking) changes or failures
- Buffer ไม่เพียงพอเนื่องจากเกิดการคับคั่ง

การวัดค่า CLR สามารถทำได้โดยใช้ OA&M โดยผู้ส่งจะส่งจำนวนเซลล์จาก OA&M เดิมให้แก่ผู้รับ ถ้าผู้รับเก็บจำนวนที่ได้รับนั้นๆ ไว้ ก็สามารถคำนวณค่า CLR ได้

### *Cell Error Ratio (CER)*

คำนวณจากการนำ Errored cell หารด้วยจำนวนเซลล์ที่ส่งสำเร็จรวมกับ Errored Cell

### *Severely Errored Cell Block Ratio (SECBR)*

คำนวณจากการนำ Errored Cell Block หารด้วยจำนวนของ Cell Block ทั้งหมดที่ส่ง

### *Cell Misinsertion Rate (CMR)*

คำนวณจากการนำจำนวน Misinserted Cell ทั้งหมดหารด้วยเวลาที่ใช้ และจะวัดเป็น Rate Parameter เนื่องจากไม่มีค่าพื้นฐานเหมือนค่า Parameter อื่นๆ

นอกจาก Parameter ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว สิ่งที่จะเข้ามาช่วยสนับสนุนเพื่อให้ได้ Quality of Service ที่ต้องการ มีดังนี้

### **Link Parameter**

#### **1. Non-Additive Link Attribute**

พิจารณาว่า Network Link หรือ Node ที่ให้ไปนั้น เป็นไปตาม QoS ที่ร้องขอหรือไม่

#### **2. Additive Link Metrics**

พิจารณาว่าเส้นทางที่ให้ไป ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มของ Link และ Node นั้นเป็นไปตาม QoS ที่ร้องขอหรือไม่

### **Link Metrics**

1. **Maximum Cell Transfer Rate (MCTD) per traffic class**
2. **Maximum Cell Delay Variation (MCDV) per traffic class**
3. **Maximum Cell Loss Ratio (MCLR)**
  - for CLP = 0 cell
  - for CBR และ VBR
4. **Administrative Weight**
  - กำหนดโดย Network Administrative
  - ใช้ในการชี้ให้เห็น Network Link ที่ต้องการ

### **Link Attributes**

1. **Available Cell Rate (ACR)**
  - ตัววัด Bandwidth ที่มีอยู่
  - มีหน่วยเป็น Cell per second, per traffic class
2. **Cell Rate Margin (CRM)**
  - ตัววัดความแตกต่างระหว่าง Bandwidth ที่ใช้ได้ที่ได้รับต่อ Traffic Class และการกำหนด Cell Rate ที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตัววัดขอบเขตความปลอดภัยที่ถูกกำหนดโดย Aggregate sustained rate

### 3. Variance Factor (VF)

- ตัววัด CRM Margin ที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งถูก Normalized โดย Cell Rate ที่มีค่าต่างๆ กัน ใน Link

QoS Parameter	Type	Action of Attribute
Max CTD (Maximum Cell Transfer Delay)	Speed	Propagation, Number of Nodes, Traffic Load, Switch Buffer, and Resource Management
Peak-to-Peak CDV (Peak-to-Peak Cell Delay Variation)	Speed	Traffic Load, Number of Nodes, Switch Buffer, and Resource Management
CLR (Cell Loss Ratio)	Dependability	Physical Media Errors and Failure, Traffic Load, Number of Nodes, Switch Buffer, and Resource Management
CER (Cell Error Ratio)	Accuracy & Dependability	Physical Media Errors and Failure and Number of Nodes
SECBR (Severely Errored Cell Block Ratio)	Accuracy	Physical Media Errors and Failure and Number of Nodes, and Switch Buffer Management
CMR (Cell Misinsertion Rate)	Accuracy	Physical Media Errors and Failure, Number of Nodes, and Traffic Load

ตาราง 2.3 แสดง QoS Parameter Attributes

(ที่มา : John Chiang. *Internetworking ATM : for the Internet and Enterprise Networks* 1996 : 105)

#### 2.8.6 Priority Control

การทำ Priority Control ใน ATM นั้นขึ้นอยู่กับ CLP Bit ใน Traffic นั้นๆ เซลล์ที่มี CLP Bit จะมี Priority ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับเซลล์ที่ไม่มี ดังนั้น เซลล์ที่มีค่า CLP=1 จะมี Priority ต่ำกว่า ไม่ว่าในลักษณะการเชื่อมต่อแบบใด เซลล์ดังกล่าวจะถูกตัดทิ้งก่อนโดย Switch เมื่อเกิดการคับคั่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากการทำ Cell Priority แล้ว ATM Cell บางชนิด เช่น OA&M Cell, Resource Management (RM) Cell อาจจะมีลำดับความสำคัญเช่นกัน ขึ้นอยู่กับฟังก์ชันที่เข้ามาสนับสนุน Switch ส่วนใหญ่มักจะให้ Priority ที่สูงแก่ Signaling ATM Cell ที่ได้รับการกำหนดค่า VPI และ VCI

ATM Cell อาจจะทำให้ระดับการทำ Priority Control แก่ User Cell Traffic ซึ่งโดยปกติจะใช้สำหรับการส่งข้อมูลลักษณะ VBR, UBR หรือ ABR โดยที่ User สามารถกำหนด Priority ในระดับที่สูงกว่าการเชื่อมต่ออื่นๆ ได้

### 2.8.7 Traffic and Congestion Control

ในเครือข่าย ATM นั้น สนับสนุนการควบคุม Traffic แก่ทั้ง User และเครือข่าย ทั้งนี้เพื่อให้เครือข่ายสามารถทำงานและใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ได้อย่างเต็มที่และมีประสิทธิภาพ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิผลที่จะได้ตามเป้าหมายดังกล่าวได้แก่

#### *Traffic Shaping*

คือ กลุ่มของ Mechanism ด้าน User ที่สามารถเปลี่ยนแปลงลักษณะของ Cell ในการเชื่อมต่อ เพื่อให้ได้ Traffic Contract ตามที่ต้องการ ในบางกรณีอาจถูกทำที่ด้านส่งของ Switch หรือที่อุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่าย

ในทางปฏิบัติ Traffic ที่ส่งข้าม ATM Link ที่ถูกควบคุมโดย UPC บางครั้งจะถูกเปลี่ยนแปลงรูปแบบโดยใช้ Leaky Bucket Algorithm และ Traffic Parameter ตามที่ร้องขอ เพื่อให้แน่ใจได้ว่า Cell จะไม่ถูกแยกออกมาเป็น Non-Conformant Cell นอกจากนี้ การทำ Traffic Shaping ยังช่วยควบคุมและลด Congestion ภายใน Network เช่น จำกัด Peak Rate ของการเชื่อมต่อให้กับการเชื่อมต่อที่ช้าที่สุดใน Path

#### *Connection Admission Control (CAC)*

คือ กลุ่มของขั้นตอนการควบคุมและกิจกรรมที่เครือข่ายใช้ในช่วงของการตั้งค่าการเชื่อมต่อ ซึ่งเมื่อใดก็ตามที่ Switch ได้รับการร้องขอการเชื่อมต่อ ก็จะสร้าง CAC Function ขึ้น โดยจะขึ้นอยู่กับ Traffic Parameter และ QoS ที่ร้องขอในการเชื่อมต่อต่างๆ ตัว Switch จะตัดสินใจว่าการสร้างการเชื่อมต่อเหล่านั้นจะกระเทือนถึง QoS Guarantees ของการสร้างการเชื่อมต่อหรือไม่ Switch จะยอมรับการเชื่อมต่อในกรณีที่ได้รับการรับรองว่าจะไม่เกิดความเสียหายกับ Guarantee ที่มีอยู่เดิม

### **Usage Parameter Control (UPC)**

คือ กลุ่มของ Algorithm ที่สร้างโดย ATM Switch ในการรับ Cell ต่างๆ ในการเชื่อมต่อ และตัดสินใจว่า Cell นั้นๆ เป็นไปตาม Traffic Contract หรือไม่ หรือกล่าวได้อีกอย่างว่า เป็นกลุ่มของกิจกรรมที่เครือข่ายใช้ในการวัดและควบคุม Traffic ในแง่ของการทำ Traffic Contract และจัดสรรการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เท่าเทียมกันทุกการเชื่อมต่อ

UPC Mechanism ตาม UNI 3.1 จะวัด Cell Arrival โดยใช้ Leaky Bucket Based ที่เรียกว่า “Generic Cell Rate (GCRA)” หมายถึง Cell ที่ถูกส่งในการเชื่อมต่อต่างๆ ต้องถูกส่งไปพร้อมๆ

กัน ดังนั้น จึงมีการทำ Traffic Shaping เพื่อให้ Traffic Envelope อยู่ในลักษณะที่เหมาะสมภายใน Traffic Contract Parameter

UPC ถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับ UNI เนื่องจากในการส่งผ่าน ATM Switch ตัว Traffic Stream จะถูกเปลี่ยนรูปร่าง อันเนื่องมาจาก Buffering Delay หรือสาเหตุอื่นๆ นอกจากนี้ อาจนำไปใช้กับ Public UNI ก็ได้ เนื่องจาก Public ATM Network เป็นพื้นฐานในการใช้ Tariff / Traffic นั้นเอง ซึ่งทั้งสองประเภท อาจต้องการ ATM Switch ที่เชื่อมต่อกับ Public UNI เพื่อเปลี่ยนรูปร่างของ Traffic ที่ถูกส่งไปใน Public UNI

### **Frame Discards**

คือ ฟังก์ชันที่สามารถลดการคับคั่งของเครือข่ายได้โดยการคัดเซลล์ทิ้งเมื่อเกิดการคับคั่งขึ้นในฟังก์ชันที่เรียกว่า Early Packet Discard (EPD) หรือ Early Frame Discard นั้น Switch จะตัดเซลล์ข้อมูลในระดับ AAL5 ทิ้งทั้งหมดที่ด้านส่ง (เว้นเซลล์สุดท้าย) บางครั้งการคัดเซลล์ทิ้งอาจเกิดจากการที่มีทรัพยากรไม่พอที่จะให้บริการตามที่ต้องการได้

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า เทคโนโลยีเครือข่าย ATM เป็นเทคโนโลยีเครือข่ายที่เหมาะสมสำหรับการส่งข้อมูลทุกประเภท ทั้งภาพ (Video) เสียง (Voice) และข้อมูล (Data) ซึ่งผู้ใช้หรือองค์กรต่างๆ สามารถเลือกใช้ระดับการบริการตามที่ต้องการและเหมาะสมกับการใช้งานได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ เครือข่าย ATM ยังมีการรับประกันคุณภาพการส่งข้อมูล (Quality of Service) และมี Parameter มากมายที่ใช้ควบคุมคุณภาพการส่งอีกด้วย

## บทที่ 3

### ระบบเครือข่ายอื่น

ระบบเครือข่ายที่มีลักษณะการส่งข้อมูลแบบ Packet Switching นั้น มีการพัฒนามาเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้วและเป็นที่รู้จักกันในชื่อของ เครือข่าย X.25 ซึ่งต่อมาก็ถูกพัฒนาขึ้นมาเป็นเครือข่าย Frame Relay และเครือข่าย ATM ตามลำดับ ในบทนี้จะกล่าวถึงลักษณะการทำงานของเครือข่าย X.25 และเครือข่าย Frame Relay ทั้งนี้ ก็เพื่อเป็นการเปรียบเทียบการทำงานของเครือข่ายทั้งสามดังที่กล่าวมาแล้ว

#### 3.1 เครือข่าย X.25

เป็นเทคโนโลยีชุมสาย ซึ่งถูกออกแบบในช่วงที่มีการพัฒนา Packet Switching ซึ่งในระยะแรกของการพัฒนา จำนวนช่องสัญญาณเชื่อมโยงมีไม่มากนัก และคุณภาพไม่ค่อยดี Protocol X.25 ซึ่งใช้ใน Packet Switching จึงถูกออกแบบมาเพื่อใช้ช่องสัญญาณที่มีอยู่ให้คุ้มค่าที่สุด

Protocol X.25 ได้รับการรับรองจากสถาบัน CCITT ให้ใช้สำหรับการติดต่อแบบ Point-to-Point ระหว่างเครื่อง Host หรือ DTE (Data Terminal Equipment) กับสถานีนำส่งหรือ DCE (Data Communication Equipment) โดยในช่วงแรกการเชื่อมต่อเครือข่ายให้ความเร็ว 64 Kbps ต่อมาได้มีการพัฒนาให้เร็วขึ้นเป็น 2 Mbps ในปี ค.ศ.1992 ปัจจุบัน Protocol X.25 ได้ถูกพัฒนาในจุดต่อหลาย ข้อ จนกลายเป็นเทคโนโลยี Frame Relay

#### หลักการทำงาน

Protocol X.25 เป็นโปรโตคอลแบบบิตข้อมูล (Bit-Oriented) ซึ่งกำหนดมาตรฐานโดยองค์การ CCITT ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในยุโรปและอเมริกาเหนือ และถูกพัฒนามาก่อนมีการใช้ OSI-model อย่างไรก็ตาม หากเทียบสถาปัตยกรรม X.25 กับ OSI-model พบว่า X.25 ทำงานอยู่ใน Layer 1, 2 และ 3 ของ OSI-model ดังนี้

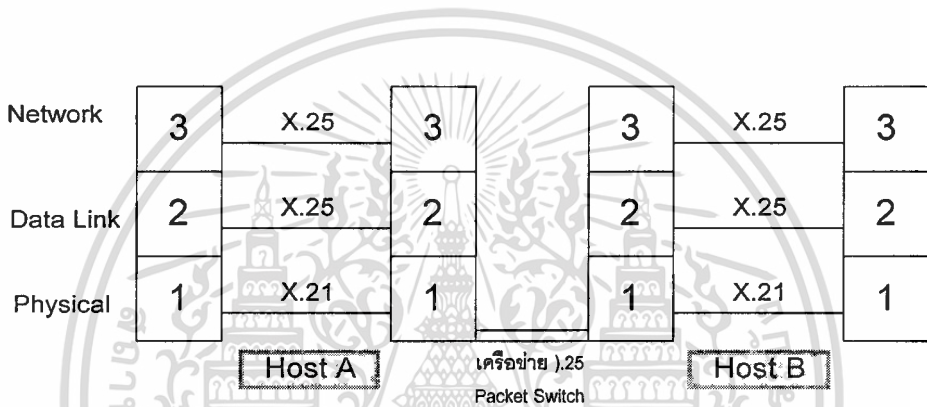
- **Layer ที่ 1 (Physical Layer)** เป็นการเชื่อมต่อแบบ X.21 Interface
- **Layer ที่ 2 (Link-Access Layer)** ทำหน้าที่ควบคุมการส่งผ่านข้อมูล ทำให้การรับส่งข้อมูลผ่านจุดเชื่อมต่อเป็นไปด้วยความเรียบร้อย โดยการทำหน้าที่ error and flow control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

mechanism ตลอดจนการส่งสัญญาณ acknowledgement ว่าข้อมูลมีการส่งผ่าน โดยเรียบร้อย

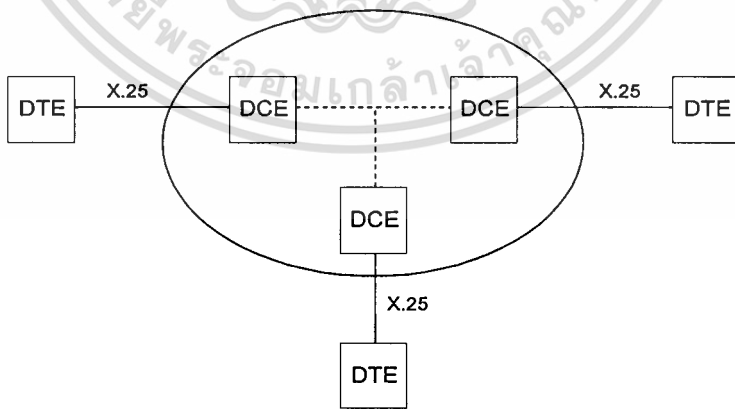
- **Layer ที่ 3 (Packet Layer)** ทำหน้าที่สร้างเส้นทางส่งผ่านข้อมูล ในลักษณะ Virtual Circuits

ในการ Interface เข้ากับ Layer ชั้นล่างสุด (Physical Layer) นั้น Protocol X.25 ยังต้องอาศัย Protocol X.21 หรือ X.21 bis เข้ามาช่วยในการติดต่อกับการ Interface แบบ Digital และ Interface แบบ Analog ตามลำดับ



**รูป 3.1 การใช้ X.25 Protocol ใน Layer 3 ระดับล่าง**

(ที่มา : น.ศ.ฉัตรชัย สุมาภรณ์. การสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่าย 2540 : )



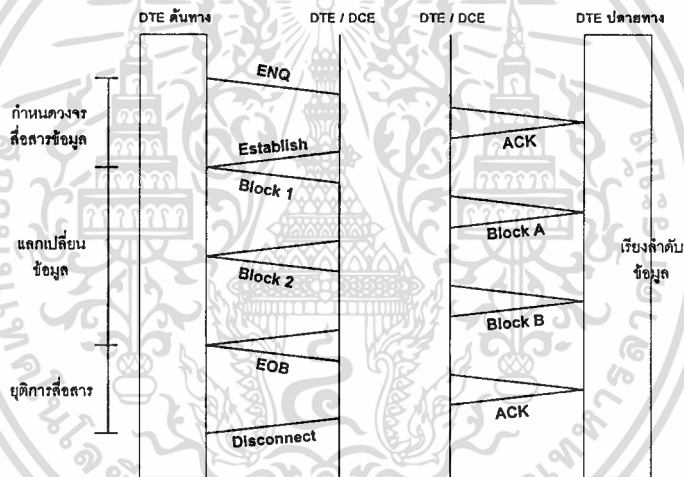
**รูป 3.2 การใช้ X.25 Protocol ติดต่อระหว่าง DTE และ DCE ในเครื่องข่าย Packet Switch**

(ที่มา : น.ศ.ฉัตรชัย สุมาภรณ์. การสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่าย 2540 : )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการสื่อสารข้อมูลระหว่าง DTE และ DCE ใน Layer 2 นั้น สามารถสื่อสารผ่านทางสายโทรศัพท์ได้ ส่วนการสื่อสารข้อมูลใน Layer 3 (Network Layer / Packet Layer) จะมีลักษณะการสื่อสารที่เรียกว่า วงจรเสมือน (Virtual Circuit) โดยมีขั้นตอนการสื่อสาร 3 ขั้นตอน คือ

1. การกำหนดวงจรสื่อสาร (Establish) เริ่มต้นจาก DTE ต้นทางส่งสัญญาณขอติดต่อข้อมูลกับ DTE ปลายทาง เมื่อทาง DTE ปลายทางตอบรับการติดต่อพร้อม ก็หมายถึงว่าวงจรสื่อสารได้เริ่มต้นขึ้นแล้ว
2. การส่ง-รับข้อมูล (Transmit) เป็นการส่ง-รับแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันระหว่าง DTE ทั้ง 2 ด้าน ข้อมูลจะถูกส่งเป็น Packet ผ่านเครือข่าย Packet Switch
3. การยุติการสื่อสาร (Disconnect) DTE ต้นทางจะส่งสัญญาณบอกยุติการสื่อสารต่อ DTE ปลายทาง โดยต้องรอให้ DTE ปลายทางยืนยันการยุติการสื่อสารกลับมาด้วย



รูป 3.3 ขั้นตอนการสื่อสารของ X.25 Protocol ใน Network Layer

(ที่มา : น.ศ.ฉัตรชัย สุภามาลย์, การสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่าย 2540 : )

ในแต่ละ Packet ที่ถูกส่งออกไปจาก Node หนึ่ง ไปอีก Node หนึ่ง จะประกอบด้วย

1. Header จะมีข้อมูลของ Source and Destination Address
2. ข้อมูล
3. Trailer จะประกอบด้วย Bit ข้อมูลควบคุมความเรียบร้อยของการรับส่งข้อมูล

ซึ่งตามทีกล่าวแล้ว ทุก ๆ Node จะมีการเช็คความเรียบร้อย หาก Frame ข้อมูลใดเกิดความผิดพลาด จะเป็นการร้องขอให้ส่งใหม่ทันที ดังนั้น Destination ที่แท้จริงเท่านั้น จึงจะได้รับข้อมูลที่ถูกต้อง

ต้อง และการทำเช่นนี้ ทำให้ Overhead ของ Packet ข้อมูลมาก นอกจากนี้ การที่จะต้องตรวจหาเส้นทาง ทำให้การส่งข้อมูลทำได้ด้วยความเร็วไม่มาก

### **การส่งผ่านข้อมูล**

ลักษณะ X.25 เหมาะสมกับงานประเภท On-Line ที่ทำงานแบบวงจร Switching สร้างวงจรเทียมในลักษณะประมวลผลทีละรายการ

### **3.2 เครือข่าย Frame Relay**

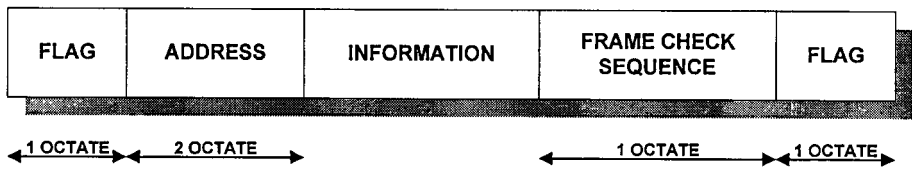
เป็นเทคโนโลยีชุมสายเช่นเดียวกับ X.25 แต่มุ่งเน้นให้มีความสามารถในการส่งข้อมูลได้มาก และมี Delay ในการส่งข้อมูลให้เหลือน้อยที่สุด วัตถุประสงค์ในเบื้องต้นถูกออกแบบมาเพื่อรองรับบริการ ISDN นั้นเอง

ในแง่ของโปรโตคอล Frame Relay คือ โปรโตคอลที่ทำงานระหว่างอุปกรณ์ปลายทางของผู้ใช้ ซึ่งอาจเป็นได้ทั้ง Frame Relay-End Processor, Router, Bridge หรือแม้แต่ที่ Workstation กับเครือข่ายสื่อสารข้อมูล แต่ภายในเครือข่ายเองไม่ได้มีการกำหนดว่าจะใช้วิธีการสื่อสารข้อมูลแบบใด อาจเป็นแบบ Frame relay, Circuit Switching หรือ Asynchronous Transfer Mode (ATM) ก็ได้เช่นกัน อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพในการสื่อสารข้อมูลของเครือข่ายอย่างน้อยต้องเทียบเท่าความสามารถของ Frame Relay

#### **หลักการทำงาน**

การทำงานใช้หลักการ Multiplex ข้อมูลหลายๆชุดจากผู้ใช้จำนวนมากมารวมกันใช้สื่อตัวเดียวกัน โดยทำการ Multiplex ที่ Layer 2 การรับส่งข้อมูลจะสร้างวงจรเสมือนให้ 1 วงจรต่อการรับส่งข้อมูล 1 ครั้ง ซึ่งจะอ้างถึงได้โดย Data Link Connection Identifier ( DLCI ) DLCI นี้จะเป็นค่าเฉพาะของ Frame Relay Interface คู่หนึ่งๆเท่านั้น Frame Relay จะให้บริการใน 2 รูปแบบคือ

1. **Permanent Virtual Circuit** เป็นการเชื่อมต่อในลักษณะจุดต่อจุด ผู้ใช้ต้องระบุปลายทางที่จะติดต่อ ทุกครั้งที่มีการติดต่อจะถูกเชื่อมต่อทันทีโดยไม่ต้องเลือกปลายทางซ้ำ
2. **Switched Virtual Circuit** โดยใช้หลักการ Switching เหมือนเครือข่าย X.25 ผู้ใช้ต้องระบุปลายทางที่จะติดต่อ การ Set Up การเชื่อมต่อแต่ละครั้งสามารถเลือกติดต่อได้หลายปลายทาง



**รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะเฟรมข้อมูลใน Frame Relay**

แต่ละเฟรมข้อมูลจะกั้นด้วย FLAG (Opening Flag ถ้าเป็น Flag ที่อยู่ต้นเฟรมและ Closing Flag ถ้าเป็น Flag ที่อยู่ปลายเฟรม) เพื่อแยกเฟรมแต่ละเฟรมออกจากกัน

DLCI จะถูกระบุอยู่ในส่วนที่เป็น Address ที่ใช้กำหนดวงจรเสมือนและยังมีข้อมูลที่ใช้ควบคุมการรับส่งข้อมูล ได้แก่ FECN (Forward Explicit Congestion Notification), BECN (Backward Explicit Congestion Notification), DE (Discard Eligible Indicator), AE (Address Field Extension) และ C/R (Command/Response) โดยการรับส่งเฟรมจะกระทำไปเรื่อยๆ โดยไม่มีการตอบรับ ส่วนการควบคุมและแก้ไขข้อผิดพลาด จะทำใน Transport Layer ซึ่งจะมีอุปกรณ์ตรวจสอบ ทำให้การรับส่งข้อมูลใน Frame Relay เป็นไปอย่างรวดเร็ว สามารถลด Overhead ของระบบลง หากเกิดความหนาแน่นของ Traffic เครือข่ายจะเตือนให้ผู้ใช้ทราบโดยใช้ FECN หรือ BECN ที่อยู่ในส่วน Address

Information คือส่วนที่เป็นข้อมูลจริงๆที่ผู้ใช้ต้องการส่งผ่านเครือข่ายสื่อสาร หากข้อมูลยาวมากจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ บรรจุในเฟรมอันละหนึ่งส่วน

**รูปแบบการให้บริการ FR** สามารถเป็นได้ 3 รูปแบบคือ

1. **ผู้ใช้มีเครือข่าย Frame Relay เป็นของตนเอง** เหมาะสำหรับองค์กรขนาดใหญ่ มีการติดต่อระหว่างเครือข่ายคอมพิวเตอร์จำนวนมาก
2. **บริการแบบสาธารณะ** เช่นบริการของ BT North America โดยให้บริการครอบคลุม 3 ประเทศ คือ อเมริกา อังกฤษ และฝรั่งเศส คู่แข่งที่สำคัญคือ AT&T และ Sprint International แต่เนื่องด้วยปัญหาคุณภาพของสื่อสัญญาณและปราศจากการตรวจสอบความถูกต้องของการส่งสัญญาณ ทำให้บริการ Frame Relay ระหว่างประเทศยังไม่แพร่หลาย
3. **แบบผสมผสาน** โดยระหว่างจุดใหญ่ที่มี Traffic สูงอาจจัดตั้งเครือข่าย Frame Relay ของตนเองได้ ส่วนระหว่างจุดที่มี Traffic ไม่มากนัก อาจเชื่อมต่อกันโดยใช้ Frame Relay แบบสาธารณะ

ทั้งเครือข่าย X.25 และเครือข่าย Frame Relay ต่างก็เป็นเครือข่ายที่มีลักษณะการส่งข้อมูลแบบ Packet Switching ซึ่งเครือข่าย ATM ก็เช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีเครือข่ายทั้ง 3 ประเภท ต่างก็มีข้อดีและข้อเสีย รวมทั้งความเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานที่ต่างกันออกไป ซึ่งผู้ใช้ควรพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสมกับความต้องการ ทั้งนี้ ปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในการเลือกใช้เทคโนโลยีเครือข่ายใดๆ ก็ตามก็คือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น รวมถึงปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดราคา ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดในบทที่ 5 ต่อไป



## บทที่ 4

### ปัจจัยพิจารณาในการติดตั้งเครือข่าย ATM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ปัจจัยพิจารณาในการติดตั้งเครือข่าย ATM

การติดตั้งหรือเชื่อมต่อเครือข่าย ATM นั้น มีปัจจัยหลายประการที่ควรคำนึงถึง ทั้งนี้ ก็เพื่อทราบถึงต้นทุนที่แท้จริงในการลงทุนเชื่อมต่อเครือข่าย นั่นเอง

การวางเครือข่ายเริ่มจากการนำเสนอแผนงานที่มีวัตถุประสงค์และเป้าหมายชัดเจนแก่ผู้บริหารระดับสูง แผนที่ดีจะนำไปสู่การดำเนินงานที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพได้เป็นอย่างดี

วัตถุประสงค์ของการวางแผนก็เพื่อศึกษาการลงทุนทั้งทางด้าน Hardware และ Software ในการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM นอกจากนี้ก็เพื่อให้องค์กรสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของเครือข่ายหลัก (Backbone) ขององค์กรให้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม เพื่อให้วัตถุประสงค์ของการวางแผนชัดเจนมากขึ้น อาจกล่าวได้ว่า เป้าหมายของโครงการนี้ก็เพื่อสร้างแนวทางและการวัดประสิทธิภาพที่ชัดเจน ทั้งนี้ รวมถึงการบรรลุวัตถุประสงค์ภายในเวลาที่กำหนดและอยู่ภายในงบประมาณที่มีอยู่

ประเด็นต่างๆ ที่ควรคำนึงถึง แบ่งออกเป็น 4 ประเด็นใหญ่ ได้แก่

1. Physical / Environmental
2. Logical
3. Operational
4. Financial

สำหรับประเด็นด้าน Financial นั้น เกี่ยวข้องกับการวางแผนด้านงบประมาณ การคิดคำนวณต้นทุน การทำสัญญา ฯลฯ ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดในบทต่อไป

#### 4.1 ประเด็นด้าน Physical / Environmental แบ่งออกเป็น

##### 4.1.1 รายการอุปกรณ์ที่ต้องใช้

ได้แก่ รายการอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่าย ATM โดยระบุตั้งแต่ส่วนงาน ตามพื้นที่ ฯลฯ ที่เกี่ยวข้อง อุปกรณ์เชื่อมต่อที่มีอยู่ เช่น ปัจจุบันใช้สาย UTP หรือ Fiber Optic เป็นต้น รวมถึงอุปกรณ์สำหรับเครือข่ายและ Router เนื่องจาก ในการที่จะเปลี่ยนไปใช้เครือข่าย ATM นั้น อาจต้องมีการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดของ

อุปกรณ์บางส่วน การกำหนดอุปกรณ์ที่ต้องใช้นั้นเป็นสิ่งที่จะต้องจำเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ ก็เพื่อ  
การวางแผนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ต่อไปนั่นเอง

#### 4.1.2 การเตรียมพื้นที่

การสำรวจและจัดเตรียมพื้นที่ เช่น การปรับปรุง เปลี่ยนแปลงพื้นที่ใช้งาน รวมถึง  
ห้องเก็บอุปกรณ์ พื้นที่ทำงานของพนักงาน ล้วนเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอย่างมาก เนื่อง  
จากทุกส่วนของพื้นที่อาจมีความสำคัญในการติดตั้งการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM ได้เท่า  
กัน

#### 4.1.3 จำนวนกระแสไฟฟ้าที่ต้องการใช้

สิ่งที่ผู้ใช้มักไม่ค่อยคาดคิดก็คือ เรื่องของการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น อุปกรณ์  
ใหม่ๆ ต้องการแหล่งพลังงานสำรอง การป้องกันไฟกระชาก รวมทั้งสายดิน ซึ่งในการ  
ปฏิบัติงานปกติแล้ว อาจต้องรวมถึงแผนป้องกันภัยต่างๆ เช่น จัดหา UPS หรือมีแหล่ง  
พลังงานสำรองให้แก่อุปกรณ์กำเนิด ไฟฟ้า เช่น Generator

การจัดการเรื่องของพลังงานไฟฟ้าในแต่ละองค์กรอาจแตกต่างกันไป แต่อย่างไรก็  
ตาม โครงการควรมีการระบุถึงรายละเอียดการดำเนินการที่เกี่ยวข้องในด้านนี้ เช่น การ  
สำรวจวงจรไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน หรือความสามารถของวงจรเดิม เป็นต้น

#### 4.1.4 สายสื่อสารและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

รายละเอียดในเรื่องของสายสัญญาณและอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องนั้นควรเชื่อถือได้  
และเป็นปัจจุบันให้มากที่สุด เพื่อที่จะได้เกิดประโยชน์แก่แผนการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์  
และเทคโนโลยีที่จะตามมา นอกจากนี้ ยังมีประโยชน์ต่อแผนการจัดการ การบำรุงรักษา  
และแผน MAC (Move/Add/Change) อีกด้วย

#### 4.1.5 แผนการโยกย้าย เพิ่ม หรือเปลี่ยนแปลง (MAC : Move/Add/Change)

การจัดทำ MAC เป็นประโยชน์อย่างมาก โดยจะให้รายละเอียดในเรื่องของการคิด  
ตามกิจกรรมต่างๆ และช่วยให้แน่ใจได้ว่าอุปกรณ์ต่างๆ มีอยู่พร้อมเมื่อต้องเชื่อมต่อเข้า  
กับเครือข่าย ATM รวมถึงการติดต่อสื่อสารต่างๆ ที่จะเข้ามาเชื่อมต่อกับ ATM

#### 4.1.6 ประเภทของเครือข่าย เทคโนโลยีที่ใช้และการเชื่อมต่อเครือข่าย

ชนิดของเครือข่ายและ Topology ควรมีระบุไว้เพื่อใช้อ้างอิงในกรณีที่ต้องการ และ  
ควรระบุว่าเครือข่าย MAN หรือ WAN ใดที่เข้ามาเกี่ยวข้องในการเปลี่ยนไปสู่เครือข่าย  
ATM

#### 4.1.7 สายเชื่อมต่อ

การตัดสินใจเชื่อมต่อเครือข่ายด้วย ATM นั้น อาจกระทบถึงจำนวนงบประมาณที่ได้รับมาเพื่อดำเนินการ ดังนั้น การเลือกสายเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ ปัจจุบันการวางสาย UTP และสาย Fiber Optic นั้น มีการทดสอบให้ได้ตามมาตรฐานที่

กำหนด ผู้ใช้ควรระบุการบริการในจุดนี้ลงในสัญญาด้วยเช่นกัน และในบางครั้งอาจต้องมีการเปลี่ยนชนิดของสายเพื่อให้เหมาะกับการใช้งาน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการทดสอบเพื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด

#### 4.1.8 Communication Interface

ระบบการสื่อสารทุกประเภทที่เกี่ยวข้องกับเครือข่าย ATM ต้องการรายละเอียดการ Interface ประเภทของสายสื่อสาร พื้นที่และขนาดของพื้นที่ ทั้งนี้ก็เพื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการใช้บริการสื่อสารข้อมูลทั้งข้อมูล ภาพ และเสียงผ่านเครือข่าย ATM

#### 4.1.9 Management Interface

ความสามารถในการจัดการเครือข่ายที่ดีจะช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น ระบบ Switching ของ ATM มีคุณสมบัติในปรับให้เข้ากับระบบเดิมที่มีอยู่ได้อย่างดี มีความยืดหยุ่นสูง อย่างไรก็ตาม เมื่อปล่อยให้ทำหน้าที่ของ Vendor ในการจัดหาอุปกรณ์ ก็ควรควบคุมอย่างเข้มงวด เพื่อให้ได้คุณภาพตามที่ต้องการ

### 4.2 ประเด็นด้าน Logical แบ่งออกเป็น

#### 4.2.1 รายการ Software ที่ต้องใช้

Vendor ควรทราบเกี่ยวกับรายการ Software ที่ผู้ใช้ต้องการใช้ เปลี่ยนแปลง หรือ Upgrade ทั้งนี้ก็เพื่อการเตรียมอุปกรณ์ที่เหมาะสม และเพื่อช่วยในการตัดสินใจว่า Vendor ควรจัดหาอะไรให้แก่ผู้ใช้ง้าง หากต้องการติดตั้งเครือข่าย ATM การเลือกใช้ Software ของผู้ใช้นั้นเหมาะสมกับงานหรือไม่ นอกจากนี้ รายละเอียดดังกล่าวอาจถูกนำมาใช้เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลง หรือ Upgrade Software ในอนาคตก็ได้

#### 4.2.2 การจัดการเกี่ยวกับ Software

รายละเอียดเกี่ยวกับการจัดการ Software ที่มีอยู่ในปัจจุบันนับเป็นสิ่งที่สำคัญต่อ Vendor ในการวางแผนเช่นกัน นอกจากนี้ อาจช่วยให้การเลือก Option การให้บริการที่เหมาะสมกับของเดิมที่มีอยู่ ทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้อย่างมาก

### 4.2.3 *Internetworking*

Vendor อาจมี Software Package ลักษณะ Internetworking มาแนะนำเสนอแก่ลูกค้า ดังนั้น การระบุถึงรายละเอียดของ Internetworking Software ที่มีอยู่จะช่วยให้ Vendor สามารถปรับข้อสัญญาให้เหมาะกับองค์กรได้เป็นอย่างดี

## 4.3 ประเด็นด้าน Operational แบ่งออกเป็น

### 4.3.1 *Operations Plan*

ควรศึกษาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนไปสู่เครือข่าย ATM ที่มีต่อส่วนงาน หน่วยงานหรือพนักงานในองค์กร รวมถึงขั้นตอนการปฏิบัติงานทั้งหมดด้วย

### 4.3.2 *Staff*

บทบาทและหน้าที่ของพนักงานในองค์กรอาจมีการเปลี่ยนแปลง ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา นิยมจัดรูปแบบองค์กรให้ขึ้นอยู่กับ Chief Information Officer (CIO) เพียงคนเดียว และกระจายอำนาจไปสู่พนักงานในระดับต่างๆ ลดหลั่นกันไป อย่างไรก็ตาม ความต้องการผู้ชำนาญการในด้านต่างๆ ยังคงมีอยู่ ดังนั้น จึงเป็นเรื่องที่สำคัญอีกเช่นกันที่จะต้องมีการฝึกอบรมพนักงานให้มีความเชี่ยวชาญอยู่เสมอ

### 4.3.3 *Disaster-Prevention Planning*

ควรมีแผนรับมือกับภัยต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้โดยไม่คาดคิด โดยอาศัยหลักที่ว่า "กันไว้ดีกว่าแก้" ดังนั้น จึงควรกันงบประมาณส่วนหนึ่งมาสนับสนุนการจัดการในด้านนี้ โดยเฉพาะ ทั้งเรื่องของ Hardware, Software หรือแม้แต่พื้นที่การทำงานทั้งหมด

### 4.3.4 *Management and Administration*

การเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมในการปฏิบัติงานย่อมก่อให้เกิดแรงกดดันแก่ผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้น ผู้ที่มีรับผิดชอบควรวางแผนเกี่ยวกับเรื่องของการเตรียมบุคลากรให้พร้อมต่อการปฏิบัติงานในสิ่งแวดล้อมใหม่

### 4.3.5 *Project Activities*

กิจกรรมบางอย่างที่เกิดหลังจากงานที่ได้วางแผนเริ่มขึ้นเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จในการใช้เครือข่าย ATM การสัมภาษณ์บุคลากรในส่วนงานที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงจะช่วยให้ผู้ที่มีหน้าที่จัดการเครือข่ายสามารถจัดลำดับความสำคัญได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ ยังเป็นทางที่จะทำให้ผู้จัดการที่ต้องการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเลือก Vendor ร่วมกับ IS Staff อีกด้วย

#### 4.3.6 Technology Plan

การวางแผนการใช้เทคโนโลยีเป็นประเด็นสำคัญอีกประเด็นหนึ่ง เนื่องจาก จำเป็นที่จะต้องจัดทำเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงไปสู่การใช้เทคโนโลยี ATM ที่ชัดเจน โดยอาศัยวัตถุประสงค์ทางธุรกิจที่มีอยู่เป็นแนวทาง การทำแผนงานด้านเทคโนโลยีนั้นจะช่วยให้ทีมงานพัฒนา Application ได้บรรลุตามเป้าหมายขององค์กรที่ต้องการ

#### 4.3.7 System and Network Selecting

การเตรียมการเรื่องรูปแบบของระบบและเครือข่ายจะช่วยอธิบายหน้าที่การทำงานที่ชัดเจนในการเปลี่ยนไปสู่ระบบเครือข่าย ATM เช่น การตรวจสอบสายสื่อสารต่างๆ การจัดการของ Vendor การจัดทำสัญญา การพิจารณาในเรื่องของการขยายเครือข่ายในอนาคต รวมทั้งการพิจารณาเลือก Vendor ที่เหมาะสม Vendor ที่ดีควรเนบรูปแบบของระบบและเครือข่ายมาพร้อมกับข้อเสนอ

#### 4.3.8 Vendor Selection

แนวคิดของการเลือก Vendor ควรยึดหลักที่ว่า Vendor รายนั้นสามารถจัดการงานทุกอย่างที่ต้องการได้ องค์กรควรจัดทำ Request for Inquiry (RFI) และ Request for Proposals (RFP) ให้แก่ Vendor และรอดูผลการตอบรับเพื่อพิจารณาตัดสินใจอีกครั้งหนึ่ง

ปัจจัยที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น เป็นปัจจัยต่างๆที่ควรคำนึงถึงเมื่อมีการพิจารณาที่จะติดตั้งหรือเชื่อมต่อเครือข่าย ATM ในองค์กร และเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่องค์กรหรือผู้ใช้ที่มีความต้องการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM ใช้ในองค์กร ควรตระหนักถึงก่อนที่จะตัดสินใจวางเครือข่าย

## บทที่ 5

### การกำหนดราคาการให้บริการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM

ในการกำหนดราคาการให้บริการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM นั้น มีปัจจัยหลายประการที่มีผลต่อการกำหนดราคา เช่น ประเภทของบริการ ราคาอุปกรณ์ ชนิดของสายสื่อสาร เป็นต้น ดังนั้น เพื่อให้สามารถหาแนวทางในการกำหนดราคาที่แท้จริงในการให้บริการ เราควรทราบถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดราคาค่าบริการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM

#### ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดราคาค่าบริการเชื่อมต่อเครือข่าย

##### 1. อุปกรณ์เชื่อมต่อและราคา (ต่อหน่วย)

- ATM Switch 5,000,000 – 6,000,000 บาท
- ATM Adapter 1,100 - 420,000 บาท
- ATM I/O Module 59,000 - 168,000 บาท
- Frame Relay Switch with ATM Module 700,000 – 800,000 บาท
- Router

##### 2. สายสื่อสาร

ในการให้บริการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM นั้น ผู้ให้บริการมักใช้สาย Fiber Optic เป็นสายสื่อสาร สัญญาณ ทั้งนี้ ก็เนื่องมาจากความเร็วและ Bandwidth ที่กว้าง (ประมาณ 2 Gigabit) ซึ่งจะเอื้ออำนวยต่อการให้บริการและสามารถรองรับบริการอื่นที่อาจมีขึ้นในอนาคตได้เป็นอย่างดี ปัจจุบันในประเทศไทยมีการวางเครือข่ายสื่อสาร Fiber Optic ทั่วประเทศ ช่วยให้การเชื่อมต่อเครือข่ายเป็นไปได้สะดวกขึ้นและประหยัดค่าใช้จ่าย เนื่องจากไม่ต้องเดินสายสื่อสารใหม่

##### 3. การเชื่อมต่อ User เข้ากับเครือข่าย

- Private Virtual Circuit (PVC)

ราคาค่าบริการจะเป็นลักษณะเดียวกับการเช่าสายสัญญาณถาวร (Leased Line) การใช้การเชื่อมต่อลักษณะ PVC นี้ จะช่วยให้การส่ง Traffic ต่างๆ ผ่านเครือข่ายได้โดยไม่ต้องทำ Signaling กับ Public ATM Switch เนื่องมาจากได้มีการกำหนดเส้นทางการส่งที่แน่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอนเอาไว้แล้ว ช่วยให้ความเสี่ยงด้าน Security ลดน้อยลง นอกจากนี้ ยังช่วยให้แน่ใจได้  
ว่า การเชื่อมต่อระหว่าง Public Network จะมีไม่มากจนเกินไป ทำให้ผู้ให้บริการเน  
ใจได้ว่าไม่ได้ขาย Bandwidth ไปมากกว่าที่มีอยู่

การเชื่อมต่อแบบ PVC นี้มักจะใช้ในการส่ง Traffic ลักษณะ Asymmetrical Traffic  
Flow เช่น การส่งสัญญาณวิดีโอ เนื่องจากสายสัญญาณจะพร้อมใช้งานอยู่เสมอ

ผู้ให้บริการบางรายมีการบริการ PVC ในลักษณะ Usage-Based PVC ซึ่งจะให้  
ประโยชน์กับผู้เช่าที่ใช้อย่างที่เป็นองค์กร เนื่องจากการคิดค่าบริการตามอัตราการส่ง  
Traffic ที่แท้จริง โดยที่สายสัญญาณก็ยังคงว่างสำหรับการใช้งานอยู่เสมอ

- Switch Virtual Circuit (SVC)

ราคาค่าบริการขึ้นอยู่กับการใช้งานของผู้ใช้บริการ การให้บริการลักษณะ SVC นี้เป็น  
การเชื่อมต่อที่ถูกคำนวณให้มีความสนใจ เนื่องจากลูกค้าจะจ่ายตามที่ตนใช้จริง ไม่  
ต้องจ่ายค่าบริการในอัตราที่ตายตัวทุกเดือน เหมาะสำหรับการส่ง Traffic ที่ไม่สม่ำเสมอ  
นัก สายสัญญาณจะพร้อมใช้งานเมื่อต้องการและมีการจัดการการใช้สายสัญญาณโดย  
ATM Switch

การเชื่อมต่อในลักษณะนี้มีข้อได้เปรียบการเชื่อมต่อแบบ PVC อยู่ 2 ประการคือ เรื่อง  
ของราคาและ Redundancy

## 7. ระดับการให้บริการและ Parameter ที่เกี่ยวข้อง

- CBR (Constant Bit Rate)

CBR เป็นการให้บริการที่มักใช้มากที่สุดในการให้บริการ เมื่อเครือข่ายสร้างการ  
เชื่อมต่อแบบ CBR ก็จะมีการต่อตรงถึงอัตรา Peak Cell Rate (PCR) ซึ่งเป็นอัตราการส่ง  
ข้อมูลในระดับที่สูงที่สุดที่การเชื่อมต่อนั้นๆ สามารถรองรับได้โดยไม่มีการสูญเสียเซล  
ใดๆ ข้อมูลจะถูกส่งในอัตราที่มีการต่อตรงไว้ (ไม่มากหรือน้อยกว่า) Traffic ใดที่มีอัตรา  
การส่งสูงกว่าที่กำหนดไว้จะถูกตัดทิ้งไปจากเครือข่าย ส่วน Traffic ที่มีอัตราการส่งต่ำ  
กว่าก็จะไม่สามารถส่งผ่านเข้าไปในเครือข่ายได้เช่นกัน

การเชื่อมต่อประเภทนี้จะรับประกัน Throughput รวมถึงอัตรา Minimum Cell Loss  
และ Cell Delay เมื่อ Application มีการต่อตรงอัตราการส่งข้อมูลก็จะทำการร้องขออัตรา  
Cell Delay Variation Tolerance Limit ซึ่งเป็นตัวกำหนดจำนวน Jitter สูงสุดที่สามารถ  
เกิดขึ้นได้ในระหว่างการส่งข้อมูลที่ยังคงความถูกต้องของข้อมูลไว้ได้

การบริการลักษณะ CBR นี้ถูกสร้างขึ้นมาให้เหมาะสมกับการส่งข้อมูลภาพและเสียงที่ต้องการความคงที่ในการส่งข้อมูล นอกจากนี้ ยังเหมาะกับการทำ T1 Circuit Emulation ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับการใช้มาตรฐาน T1 (1.544 Mbps) บนเครือข่าย ATM

ในการเชื่อมต่อที่ใช้บริการ CBR นี้ จะไม่มีการจำกัดอัตราการส่งข้อมูล และ Virtual Circuit ทุกอันในเครือข่ายสามารถร้องขออัตราการส่งข้อมูลได้แตกต่างกันตามที่ต้องการ โดยเครือข่ายจะต้องสำรอง Bandwidth เท่าที่การเชื่อมต่อแต่ละอันร้องขอไว้ตลอดเวลา จึงเป็นสาเหตุให้การใช้บริการ CBR มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าการใช้บริการแบบ VBR

- **VRB (Variable Bit Rate)**

เมื่อเทียบกับ CBR แล้ว VBR จะต้องการการสำรองระหว่าง Application และเครือข่ายที่ซับซ้อนกว่า นอกจาก Peak Cell Rate (PCR) แล้ว ยังต้องการ Sustained Cell Rate (SCR) ซึ่งเป็นอัตราเฉลี่ยของ Throughput ที่ Application ยอมรับ ผู้ใช้บริการสามารถส่งข้อมูลในอัตราที่สูงกว่า SCR (จนถึงอัตรา PCR) ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ อย่างไรก็ตาม VBR จะยังคงอัตรา SCR ไว้เป็นค่ามาตรฐานโดยการส่งข้อมูลที่ต่อเนื่องกันในอัตราที่ต่ำกว่า

นอกจาก Parameter ที่กล่าวมาแล้ว การเชื่อมต่อแบบ VBR ยังต้องจำกัดในเรื่องของระยะเวลาที่สามารถส่งข้อมูลได้ในอัตรา PCR เรียกว่า "Burst Tolerance" ซึ่งหากเกินระยะเวลาที่กำหนดไว้ ก็จะลดอัตราการส่งข้อมูลลงจนเท่ากับค่า SCR การทำเช่นนี้ในช่วงที่ยังมี Bandwidth ในเครือข่ายที่อาจยังสามารถใช้งานเหลืออยู่ จะส่งผลให้เกิดการบริการลักษณะอื่นๆ เข้ามาใช้เครือข่ายร่วมในเวลาเดียวกัน เช่น การบริการลักษณะ ABR (Available Bit Rate)

ผู้ที่ใช้บริการลักษณะ VBR นี้ จะได้รับการรับรองคุณภาพการบริการในเรื่องของ Cell Loss, Cell Delay Variation รวมทั้ง Bandwidth Availability トラバใดที่ Traffic นั้นๆ เป็นไปตามเงื่อนไขที่ตกลงกันไว้ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลบางประเภทที่ไม่สามารถที่จะกำหนดเงื่อนไขได้หรือมีการส่งออกมาเป็นช่วงๆ เช่น Transaction Processing หรือ LAN-to-LAN Traffic ก็เป็นไปไม่ได้ที่จะกำหนด Traffic Parameter ที่แน่นอนได้ จำเป็นที่จะต้องมีการมี Parameter ที่ซับซ้อนมากขึ้นเข้ามาช่วย

- **ABR (Available Bit Rate)**

ABR เป็นระดับการให้บริการชนิดแรกที่มี Reliable ในการส่ง Bursty Data ซึ่งก็เช่นเดียวกับ CBR และ VBR เมื่อ Application ร้องขอการเชื่อมต่อแบบ ABR ก็จะต้องรองรับเครือข่ายในเรื่องของอัตรา PCR แต่อย่างไรก็ตามก็ไม่ได้ต้องการกำหนดค่า Cell Delay Variation Tolerance หรือ Burst Tolerance Parameter แต่อย่างใด เพียงแค่ Application และเครือข่ายยอมรับอัตรา Minimum Cell Rate Requirement สิ่งนี้จะเป็นการรับรองจำนวน Bandwidth ที่ต่ำที่สุดที่สามารถส่งข้อมูลของ Application ได้ ผู้ใช้บริการ ABR จะต้องยอมรับข้อตกลงที่จะไม่ส่งข้อมูลในอัตราที่สูงกว่าอัตรา PCR และเครือข่ายก็ยอมรับที่จะคงอัตรา Minimum Cell Rate (MCR) เอาไว้ (อัตรา MCR มีหน่วยเป็น Cell per Second)

Application ที่ร้องขอการบริการแบบ ABR ไม่ต้องการการกำหนดอัตรา Peak Cell Rate และ Minimum Cell Rate แต่ยังสามารถใช้อัตราเดิมของเครือข่ายที่ตั้งค่าไว้แล้ว ในกรณีนี้ ค่า PCR จะมีค่า Default เท่ากับ Access Rate และค่า Default ของ MCR จะเท่ากับ ศูนย์

ผู้ให้บริการลักษณะ ABR จะได้รับการรับรองคุณภาพการให้บริการ ทั้งในเรื่องของ Cell Loss และ Bandwidth Availability ที่อยู่ใน Parameter ที่กำหนดโดย Traffic Descriptor ส่วนในกรณีของเรื่อง Cell Delay ซึ่ง ABR กำหนดไว้เท่ากับค่าที่ต่ำที่สุดนั้นก็เท่ากับไม่ได้รับรองอัตรา Cell Delay ใดๆ เลย ดังนั้น ABR จึงเหมาะกับการส่งข้อมูลแบบ Non-Real-Time ซึ่งการ Delay ใดๆ ไม่มีผลต่อการส่งข้อมูล ผู้ให้บริการส่วนใหญ่มักจะให้บริการลักษณะนี้ในเครือข่าย Backbone ของตนเอง อย่างไรก็ตาม มีผู้ให้บริการบางรายที่ให้บริการ ABR แต่การให้บริการในลักษณะนี้ ยังไม่มีมาตรฐานที่แน่นอนในการให้บริการและส่วนใหญ่ยังคงเป็นระบบปิด (Proprietary)

การบริการทั้งแบบ CBR, VBR และ UBR ใช้การควบคุมการคับคั่งของเครือข่ายจากภายนอกเครือข่าย แต่ ABR จะได้เปรียบบริการทั้ง 3 ประเภท เนื่องจาก ABR ใช้ Mechanism ที่เรียกว่า "Closed-Loop Congestion Management" ซึ่งเป็น Feedback Technology ที่ยอมให้ End-Stations รับทราบว่าเมื่อใดที่จะทำการส่งข้อมูลและเมื่อใดที่จะส่งข้อมูลในอัตราที่ช้าลง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อ Bandwidth ที่กำลังใช้งานอยู่ เนื่องจาก ABR สามารถทราบได้ว่าเมื่อใดที่ Bandwidth ว่างที่จะใช้งานได้

- **UBR (Unspecified Bit Rate)**

การให้บริการลักษณะ UBR นั้น ผู้ใช้ไม่สามารถกำหนดอัตราการส่งที่แน่นอนได้ ไม่มี Parameter และการรับประกันคุณภาพการให้บริการใดๆ UBR จะให้บริการเท่าที่สามารถทำได้ (Best-Effort) ซึ่งจะไม่มีการรับประกันทั้งในเรื่องของ Cell Loss, Cell Delay หรือแม้แต่ Cell Delay Variation แต่ UBR จะเป็นทางเลือกสำหรับการส่งข้อมูลที่เป็นช่วงซึ่งไม่สามารถกำหนดเวลาส่งได้

สิ่งสำคัญที่ UBR ขาดก็คือ ขาดการควบคุมการไหลของข้อมูล เมื่อใดก็ตามที่เครือข่ายเกิดการคับคั่ง UBR ก็ยังคงส่งข้อมูลต่อไปโดยไม่หยุด อาจจะจริงที่ Network Switch มี Buffer ในการเก็บข้อมูล แต่เมื่อใดที่ Buffer เต็ม เซลล์เหล่านั้นก็就会被คัดทิ้งไป และเนื่องจากการเชื่อมต่อแบบ UBR ไม่มี Traffic Management Contract กับเครือข่าย เซลล์ที่มาเป็นอันดับแรกจะถูกส่งออกไป ซึ่งอาจทำให้ Throughput ที่ดี (จำนวนเซลล์ที่สามารถส่งออกไปได้สำเร็จ) ลดลงไปกว่า 50% ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้

## 7. *Parameter ในการทำ Traffic Management ของการบริการแต่ละประเภท*

- **CBR (Constant Bit Rate)**

- PCR : Peak Cell Rate
- Minimum Cell Loss Rate
- Cell Delay Variation

- **VBR (Variable Bit Rate)**

- PCR : Peak Cell Rate
- SCR : Sustained Cell Rate
- Burst Tolerance
- Cell Loss Rate
- Cell Delay Variation
- Bandwidth Availability

- **ABR (Available Bit Rate)**

- PCR : Peak Cell Rate
- CLR : Cell Loss Rate
- Bandwidth Availability
- Minimum Cell Rate

- UBR (Unspecified Bit Rate)

- None

ถ้า Peak Cell Rate (PCR) ที่ผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการตกลงกันไว้ล่วงหน้านั้น หากผู้ใช้ต้องการใช้อัตรา PCR มากกว่านั้น ก็สามารถทำได้ โดยผู้ให้บริการมักยอมให้ลูกค้าขยายอัตรา PCR ของตนได้ แต่โดยส่วนใหญ่มักจะใช้กับการให้บริการลักษณะ VBR เรียกว่าการบริการ “Oversubscription” การขยายอัตรา PCR ดังกล่าวสามารถทำได้ตั้งแต่ 100% - 500% ของอัตรา PCR ที่กำหนดไว้ อย่างไรก็ตาม การให้บริการนี้ผู้ให้บริการจะไม่รับรองการส่งหากเครือข่ายเกิดความหนาแน่น เซลอาจถูกตัดทิ้งและต้องส่งใหม่ (Retransmit) อีกครั้งหนึ่ง

#### 6. Network Management

- License Fee 2,000,000 – 3,000,000 บาท / User
- Features : Fault Management  
: Performance  
: Access Link
- Network Management Service Charge

#### 7. Port Connection Speed เช่น

- T1 1.544 Mbps
- OC3 155 Mbps
- OC12 622 Mbps (ควร Run ในเครือข่าย SONET)

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดราคานั้นมีอยู่มากมาย อย่างไรก็ตาม ในการกำหนดราคาค่าบริการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM ก็จำเป็นที่จะต้องใช้ปัจจัยต่างๆ ดังกล่าวเป็นหลักในการพิจารณา ซึ่งแนวทางการกำหนดราคานั้นอาจมีหลายวิธีและ Parameter ที่ใช้ก็แตกต่างกันออกไปตามลักษณะของการให้บริการ

## บทที่ 6

### การวิเคราะห์แนวทางการคิดค่าบริการ

ในการกำหนดราคาค่าบริการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM นั้น มีปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้องหลายประการ ตามที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 5 ดังนั้น ในการกำหนดแนวทางการกำหนดราคาค่าบริการนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำเอาปัจจัยต่างๆ มาประกอบกันเพื่อกำหนดราคาค่าบริการที่เหมาะสมต่อไป

#### 6.1 แนวทางการกำหนดราคาค่าบริการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM แบ่งตามระดับการให้บริการ ดังนี้

##### 1. Constant Bit Rate (CBR)

ในการกำหนดราคาค่าบริการลักษณะ CBR นี้ ควรจะใช้ค่า Peak Cell Rate (PCR) เป็นตัวหลักในการกำหนดราคา เนื่องจากการให้บริการลักษณะ CBR นี้เป็นการให้บริการที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับการให้บริการเช่าสายสัญญาณ (Leased Line) ซึ่งสามารถรับประกัน Bandwidth ที่แน่นอนให้แก่ลูกค้า ดังนั้น ผู้ให้บริการจึงสามารถระบุจำนวน PCR ที่สามารถยอมรับได้ในสายสัญญาณนั้นๆ และสามารถรับรองค่า PCR ที่แน่นอนให้แก่ลูกค้าได้

ส่วนค่า Parameter อื่นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ค่า Maximum Cell Loss Rate (CLR) และค่า Cell Delay Variation (CDV) นั้น จะมีค่ามากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลที่วิ่งเข้าไปในเครือข่ายและ Bit Error Rate ของ Application นั้นๆ ดังนั้น เราอาจจำแนกการรับประกันอัตรา CLR และ CDV ตามลักษณะของข้อมูลที่ส่งเข้าสู่เครือข่าย ซึ่งได้แก่ ภาพ เสียง หรือข้อมูล

จากที่กล่าวมาแล้วว่า การให้บริการลักษณะของ CBR จะไม่มีการจำกัดอัตราการส่งข้อมูล トラフィックที่อัตราการส่งข้อมูลนั้นๆ ไม่เกินอัตราที่ได้ตกลงกันไว้ เส้นทางในการส่งข้อมูลแต่ละอันเครือข่ายสามารถส่งข้อมูลในอัตราที่แตกต่างกันได้ตามต้องการ รวมทั้งมีการรับประกันว่าเครือข่ายจะสำรอง Bandwidth สำหรับการเชื่อมต่ออื่นๆ ตลอดเวลา ส่งผลให้ค่าบริการในลักษณะ CBR มีค่าบริการที่สูงกว่าการให้บริการในลักษณะอื่นๆ

## 2. Variable Bit Rate (VBR)

ในการบริการลักษณะ VBR ผู้ให้บริการจะมีการกำหนดค่า Parameter คล้ายคลึงกับการบริการลักษณะ CBR คือ ค่า Peak Cell Rate แต่ที่ต่างจากการบริการ CBR ก็คือ VBR มีการกำหนดระยะเวลาการส่งข้อมูลในอัตรา PCR เรียกว่า Burst Tolerance

ผู้ให้บริการส่วนใหญ่จะคิดค่าบริการตามค่าเฉลี่ยของจำนวนเซลล์ (Sustained Cell Rate : SCR) ที่ถูกส่งผ่านเข้าไปในเครือข่ายในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ เช่น ภายใน 1 เดือน โดยค่า SCR ดังกล่าวนี้น่าจะเท่ากับค่า Peak Cell Rate ที่กำหนดไว้คูณกับค่า Burst Tolerance ที่กำหนดและหารด้วยจำนวนวันที่ลูกค้าใช้งาน แต่บางครั้ง ผู้ใช้อาจส่งข้อมูลตลอดเวลาในอัตราที่เท่ากับค่า Peak Cell Rate ในระยะเวลาการ Burst ที่ผู้ให้บริการกำหนดไว้ตลอดเวลา ซึ่งอาจทำให้ต้นทุนค่าบริการเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่เรียกเก็บค่าบริการจากลูกค้าได้น้อยกว่าต้นทุนที่เกิดขึ้น จากสาเหตุดังกล่าว ในการกำหนดราคาค่าบริการลักษณะ VBR ที่ยึดเอาค่า SCR เป็นหลักในการคิดราคาค่าบริการนั้นอาจทำให้ผู้ให้บริการขาดรายได้ ดังนั้น แนวทางที่เหมาะสมก็คือ หากในแต่ละเดือนที่ผู้ให้บริการคิดคำนวณค่า SCR ออกมาแล้วมีจำนวนมากกว่าค่า SCR ที่กำหนดไว้ (คิดโดยนำค่า PCR คูณกับค่า Burst Tolerance และหารด้วยจำนวนวัน) ก็ควรมีการคิดส่วนต่างดังกล่าวเพิ่มจากค่าบริการเดิมที่กำหนดไว้ในแต่ละเดือน อย่างไรก็ตาม หากเป็นข้อมูลที่ไม่สามารถกำหนดเงื่อนไขการให้บริการได้ หรือมีการส่งข้อมูลออกมาเป็นช่วง เช่น Transaction Processing ก็จำเป็นที่จะต้องมีการนำ Parameter อื่นที่ซับซ้อนมากขึ้น เข้ามาช่วยในการกำหนดค่าบริการ

## 3. Available Bit Rate (ABR)

การให้บริการลักษณะ ABR เป็นลักษณะการให้บริการที่ยากต่อการกำหนดราคาค่าบริการ เนื่องจากไม่มีการกำหนดค่า PCR หรือกำหนด Bandwidth ที่แน่นอนในการใช้งาน ดังนั้น แนวทางการกำหนดราคาค่าบริการลักษณะนี้ อาจทำได้ 3 ลักษณะ ได้แก่

- 3.1 ใช้การนับจำนวนเซลล์ที่ถูกส่งเข้าไปในเครือข่าย โดยคิดราคาตามแต่ละ Packet
- 3.2 นำจำนวนเซลล์ที่ถูกส่งเข้าไปในเครือข่ายคำนวณออกมาเป็นอัตรา Bit ที่ใช้ไปในการส่ง แล้วคิดค่าบริการตามอัตรา Bit ในการส่งข้อมูลที่กำหนดไว้
- 3.3 คิดราคาตาม Connection Time นั่นคือ เมื่อมีการเชื่อมต่อลักษณะ ABR เกิดขึ้น ก็จะคิดค่าบริการตามเวลาที่ใช้งานจริง

แม้การบริการลักษณะ ABR จะไม่มีการกำหนดค่า PCR และ Burst Tolerance แต่ยังมี การกำหนดค่า Minimum Cell Rate ที่สามารถถูกส่งเข้าไปในเครือข่าย (ค่าปกติของเครือ ข่ายจะเท่ากับศูนย์) อย่างไรก็ตาม การให้บริการในลักษณะ ABR ยังไม่มีมาตรฐานที่แน่นอนในการให้บริการและการให้บริการส่วนใหญ่ยังเป็นระบบปิด (Proprietary)

**4. Unspecified Bit Rate (UBR)**

ในการให้บริการลักษณะ UBR นี้ เป็นการบริการที่ไม่สามารถกำหนดอัตราการส่งข้อมูลที่แน่นอนได้ รวมทั้งไม่มี Parameter ใดที่จะเข้ามาควบคุมการส่งข้อมูลอีกด้วย จึงเป็น สาเหตุให้ไม่สามารถกำหนดแนวทางการคิดราคาค่าบริการที่แน่นอนได้ อย่างไรก็ตาม แนว ทางที่เป็นไปได้ก็คือ นับตามจำนวนเซลล์ที่ถูกส่งเข้าไปในเครือข่ายและถึงยังจุดหมายปลายทาง ซึ่งอาจทำเป็นบริการเสริมให้กับลูกค้าในกรณีที่ต้องการใช้เป็นเส้นทางสำรองในการส่ง ข้อมูล

Parameter	CBR		VBR		ABR		UBR	
	Technique	Price	Technique	Price	Technique	Price	Technique	Price
PCR	✓	@Mbps	✓	Per Usage	✗	@ Cell	✗	@ Cell or Connection Time
CLR	✓	@CoS	✗		✗	or	✗	
CDV	✓	@CoS	✗		✗	@ Mbps	✗	
SCR	✗		✓	@Mbps	✗	or	✗	
BT	✗		✓	Per Usage	✗	Connection	✗	
MCR	✗		✗		✓	Time	✗	

Remark : PCR = Peak Cell Rate      CLR = Cell Loss Rate      CDV = Cell Delay Variation  
 SCR = Sustained Cell Rate      BT = Burst Tolerance      MCR = Minimum Cell Rate  
 CoS = Class of Service

**ตาราง 6.1 แสดงค่าพารามิเตอร์และการนำไปใช้ในการคิดค่าบริการ**

จากตารางแสดงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้เป็นเงื่อนไขในการคิดราคาค่าบริการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM ข้างต้น จะเห็นได้ว่าเป็นการเลือกพารามิเตอร์เพียงบางตัวเท่านั้น ทั้งนี้ ก็เพื่อความสะดวกในการคิด ราคาค่าบริการ ไม่ให้ยุ่งยากจนเกินไปและผู้ใช้บริการสามารถเข้าใจได้

นอกจากการคิดราคาค่าบริการตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ยังต้องมีค่าใช้จ่ายส่วนอื่น ได้แก่

- ค่าอุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่าย ค่าติดตั้งและค่าเช่า
- ค่าติดตั้งสายสื่อสาร (ในกรณีที่ยังไม่มีการวางสาย)
- ค่าเช่าสายสื่อสาร (ในกรณีที่มีการวางสายแล้ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค่าลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์การบริหารเครือข่าย (ในกรณีที่ลูกค้าต้องการบริหารเครือข่ายเอง)
  - ค่าบริการบริหารเครือข่าย (ในกรณีที่ผู้ให้บริการเป็นผู้บริหารเอง)
  - ค่าบำรุงรักษา (ปกติคิดในอัตรา 15% ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด)
- ค่าบริการติดตั้ง (ปกติจะคิดในอัตรา 30% - 40% ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด)

ในการให้บริการเครือข่าย ATM นี้ บางครั้งอาจมีการแบ่งสัดส่วนของ Bandwidth ไว้สำหรับให้บริการหลายระดับในสื่อสัญญาณเส้นเดียวกัน ซึ่งอาจทำให้ค่าบริการมีความแตกต่างกันออกไป ได้แก่

1. แบ่งสายสัญญาณไว้เพื่อให้บริการ CBR และ VBR ส่วน ABR จะมีการให้บริการในกรณีที่มีช่องว่างเหลือจาก VBR แล้ว
2. แบ่งสายสัญญาณไว้เพื่อให้บริการ CBR VBR และ ABR (แล้วแต่สัดส่วนที่ต้องการ)

วิธีที่ 1 อาจทำให้ค่าบริการ CBR และ VBR สูงกว่าวิธีที่ 2 เนื่องจากวิธีที่ 1 จะเป็นการแบ่งสัดส่วนการให้บริการเฉพาะ CBR และ VBr โดยต้นทุนที่เกิดขึ้นจะเป็นต้นทุนที่คำนวณมาจากค่าดำเนินการ CBR และ VBR เท่านั้น ส่วนการบริการลักษณะ ABR ถือเป็นบริการเสริมแก่ลูกค้าในกรณีที่มี Bandwidth เหลือ แต่วิธีที่ 2 จะมีผู้ใช้บริการลักษณะ ABR เข้ามาเฉลี่ยต้นทุนที่เกิดขึ้น ส่งผลให้ค่าบริการ CBR และ VBR ต่ำกว่าวิธีที่ 1

จากแนวทางที่ได้เสนอมานี้แล้วข้างต้น เป็นการนำเสนอแนวทางเชิงเทคนิค ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่สำคัญอย่างยิ่งในการกำหนดราคาค่าบริการ รวมถึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการให้บริการแก่ผู้ใช้บริการ เพื่อให้ได้ความพอใจสูงสุด

## บทที่ 7

### สรุปและข้อเสนอแนะ

จากที่ได้กล่าวมาแล้วถึงแนวทางการกำหนดราคาค่าบริการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM สำหรับการบริการแต่ละประเภทแล้วนั้น จะเห็นได้ว่า ในการกำหนดค่าบริการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM ในแต่ละลักษณะการบริการนั้นมีเงื่อนไขที่แตกต่างกันออกไป แต่ทั้งนี้ ในส่วนดังกล่าวเป็นแง่ของการคิดค่าบริการในลักษณะทางเทคนิค ซึ่งมี Parameter ต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง แต่ในแง่ของผู้ใช้บริการ การอธิบายในลักษณะดังกล่าวอาจส่งผลให้ผู้ใช้บริการเกิดความสับสนและไม่สนใจที่จะใช้บริการก็ว่าได้ ดังนั้น ในการนำเสนอค่าบริการสำหรับผู้ให้บริการ จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบที่ผู้ให้บริการสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้เกิดความสนใจที่จะมาใช้บริการอีกด้วย

#### สรุปแนวทางการคิดค่าบริการ

##### 7.1 ค่าบริการจ่ายครั้งแรกครั้งเดียว (Initial Fee) ได้แก่

ค่าบริการติดตั้ง Port (Port Installation) โดยคิดตาม Port Speed

##### 7.2 ค่าบริการรายเดือน (Monthly Fee) แบ่งออกเป็น

###### 7.2.1 ค่าเช่า Port

คิดค่าบริการตาม Port Speed ที่ผู้ให้บริการต้องการ ดังตัวอย่าง

Port Speed (Mbps)	Monthly Fee
2.048	27,000
34	175,000
155	250,000

ตาราง 7.1 ตัวอย่างการคิดค่าบริการรายเดือนตาม Port Speed

## 7.2.2 ค่าบริการแบ่งตามลักษณะการบริการ

### 1. Constant Bit Rate (CBR)

- ค่าบริการหลัก คิดตามอัตราบิตที่ใช้ส่ง โดยยึดเอาค่า Peak Cell Rate (PCR) ที่กำหนดไว้เป็นหลัก เช่น 1 Mb คิดค่าบริการ 20,000 บาท เป็นต้น
- การรับประกันอัตราการสูญเสียเซลล์ (Cell Loss Rate : CLR) และอัตราการเกิด Delay ในการส่งข้อมูล (Cell Delay Variation : CDV) นั้น เป็นการกำหนดในแง่ของเทคนิคและรายละเอียดปลีกย่อย โดยอาจแบ่งตามประเภทของข้อมูลที่จะส่ง นั่นคือ อัตราดังกล่าวในการส่งข้อมูลภาพ จะต้องต่ำกว่าการส่งข้อมูลเสียง เป็นต้น ทั้งนี้ การกำหนดอัตราการรับรองค่าดังกล่าว อาจทำเป็นส่วนเสริมในการคิดค่าบริการ หากผู้ใช้บริการต้องการการรับรองค่าดังกล่าวเป็นพิเศษ

### 2. Variable Bit Rate (VBR)

- ค่าบริการหลัก ใช้ค่าเฉลี่ยของอัตราการส่งข้อมูล (Sustained Cell Rate : SCR) เป็นหลักในการคิดราคาค่าบริการ ซึ่งค่าดังกล่าวอาจทำเป็นลักษณะของการแบ่งราคาค่าบริการตามอัตราการส่งข้อมูลลักษณะคล้ายกับการบริการ CBR แต่ทั้งนี้จะมีเงื่อนไขเพิ่มเติมว่าผู้ใช้บริการจะสามารถส่งข้อมูลในอัตราที่ไม่เกินอัตราการส่งข้อมูลสูงสุดที่กำหนดไว้
- หากลูกค้ามีการส่งข้อมูลเกินกว่าที่ได้กำหนด การคิดค่าบริการในอัตราส่วนต่างส่วนนี้จะแยกต่างหากจากค่าบริการที่ผู้ใช้บริการแจ้งเอาไว้ เช่น ผู้ใช้บริการได้ตกลงที่จะใช้บริการในอัตราเฉลี่ยเท่ากับ 1.5 Mbps ต่อเดือน คิดเป็นค่าใช้จ่ายในส่วนนี้เท่ากับ 10,000 บาท แต่ในบางเดือน ลูกค้ามีอัตราเฉลี่ยในการส่งข้อมูลเท่ากับ 2.5 Mbps เพราะฉะนั้น จะมีส่วนต่างเท่ากับ 1 Mbps ผู้ให้บริการอาจคิดค่าบริการในส่วนต่างนี้ในอัตราเมกะบิตละ 10,000 บาท บวกเพิ่มเติมไปจากค่าบริการที่คิดในอัตราเฉลี่ยดังกล่าวข้างต้น

### 3. Available Bit Rate (ABR)

- การให้บริการในลักษณะ ABR นี้ยากต่อการกำหนดราคาค่าบริการที่แน่นอน เนื่องจากไม่มีการกำหนดอัตราการส่งข้อมูลใดๆ ที่จะนำมาเป็นเงื่อนไขใน

การคิดราคาค่าบริการ ดังนั้น แนวทางการกำหนดราคา ควรจะเป็นไปในลักษณะดังนี้ .

1. ใช้การนับจำนวนเซสที่ถูกส่งเข้าไปในเครือข่าย เช่น อาจคิดเซสละ 0.50 บาท เป็นต้น
  2. คิดตามอัตราบิตที่ส่ง โดยคำนวณมาจากจำนวนเซสที่ถูกส่งเข้าไปในเครือข่าย การคิดค่าบริการเช่นนี้จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับการคิดค่าบริการของ CBR และ VBR ซึ่งจะมีการกำหนดราคาค่าบริการตามอัตราบิตที่กำหนดไว้เป็นอัตราตายตัว แต่จะต่างกันตรงที่ ค่าบริการอาจกำหนดเป็นช่วง เช่น อัตราส่ง 1 - 2 Mbps คิดอัตรา 20,000 บาท อัตราการส่ง 2.01 - 3 Mbps คิดอัตรา 30,000 บาท เป็นต้น
  3. คิดตามเวลาการใช้งานที่ผู้ใช้เข้าไปใช้บริการ เช่น นาทีละ 5 บาท เป็นต้น
4. Unspecified Bit Rate (UBR)

- เนื่องจากการให้บริการลักษณะ UBR นี้ ไม่มี Parameter ใดที่จะเข้ามาช่วยในการกำหนดราคา ดังนั้น ทางเลือกที่เป็นไปได้ในการกำหนดราคาก็คือ
  1. คิดตามจำนวนเซสที่ถูกส่งไปถึงยังเครื่องปลายทาง
  2. คิดตามเวลาที่ลูกค้าใช้จริง
- การคิดค่าบริการของ UBR นี้ อาจจะต้องคิดในราคาที่ต่ำกว่าการให้บริการในลักษณะอื่น ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากการที่ไม่สามารถรับรองคุณภาพการส่งข้อมูลใดๆ ได้เลย

### 7.2.3 ค่าบริการแบ่งตามเขตการให้บริการ

- เขตจังหวัดเดียวกัน
- เขตจังหวัดติดกัน
- เขตจังหวัดไม่ติดกัน

ค่าบริการในส่วนนี้ เป็นเสมือนส่วนย่อยของการคิดราคาค่าบริการตามลักษณะของการบริการในข้อ 7.2.2 โดยเมื่อจำแนกอัตราค่าบริการตามอัตราการส่งข้อมูล

แล้ว ก็แบ่งแยกออกเป็นเขตการให้บริการ โดยยึดเอาเขตจังหวัดเป็นตัวแบ่งอัตรา  
ค่าบริการอีกส่วนหนึ่ง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

PCR (Mbps)	จังหวัดเดียวกัน	จังหวัดติดกัน	จังหวัดไม่ติดกัน
2.048	25,000	100,000	325,000
34.861	112,500	375,000	1,000,000
65.536	189,000	630,000	1,339,000
155.000	350,000	1,125,000	2,000,000

ตาราง 7.1 ตัวอย่างการคิดค่าบริการรายเดือนตามระยะทาง

สาเหตุที่ต้องมีการกำหนดราคาตามระยะทางการให้บริการเนื่องจากต้องมีต้นทุน  
การดำเนินการในเรื่องของการวางสายสื่อสารสัญญาณ ดังนั้น ระยะทางจึงเป็นปัจจัย  
หนึ่งที่ควรนำมาคิดค่าบริการด้วยเช่นกัน

#### 7.2.4 ค่าบำรุงรักษา (Maintenance Charge)

- รายเดือน
- รายปี

#### ข้อเสนอแนะ

ในการคิดคำนวณราคาค่าบริการเชื่อมต่อเครือข่าย ATM นั้น ในความเป็นจริงอาจมีวิธีการคิด  
คำนวณที่ซับซ้อนโดยอาศัยเงื่อนไขที่หลากหลาย ขึ้นอยู่กับผู้ให้บริการและตลาดในขณะนั้น ดังนั้น  
แนวทางที่ได้เสนอมาข้างต้น อาจถือเป็นเสมือนตัวอย่างของวิธีการกำหนดราคาค่าบริการที่เป็นไป  
ได้ในปัจจุบัน ซึ่งในอนาคตอาจมีวิธีการคิดราคาค่าบริการที่แตกต่างออกไปจากที่กล่าวมาแล้วข้าง  
ต้น ส่วนการคิดคำนวณออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนนั้น เนื่องจากราคาอุปกรณ์ การใช้จ่ายในการวาง  
สายสื่อสารสัญญาณและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ยังไม่มีมาตรฐานที่กำหนดไว้แน่นอนรวมทั้งสามารถเปลี่ยนแปลง  
ได้ตลอดเวลา ส่งผลให้การคิดคำนวณค่าบริการเป็นไปได้ยาก หากต้องการค่าบริการที่ออกมา  
เป็นตัวเลขที่แน่นอน จำเป็นที่จะต้องใช้เวลาในการค้นคว้าศึกษาเพิ่มขึ้นและต้องมีรายละเอียดใน  
การคิดคำนวณราคาค่าบริการเพิ่มมากขึ้นกว่าที่ได้กล่าวมาแล้วทั้งหมด

## บรรณานุกรม

ฉัตรชัย สุมามาลัย, น.ต. การสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่าย. กรุงเทพฯ : 23 บุกเซนเตอร์, 2540.

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. เอกสารประกอบการสัมมนาหลักสูตร ATM Fundamentals. กรุงเทพฯ : ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2540.

สาทิพย์ กองจันทร์ "ระบบเครือข่ายความเร็วสูง ATM ตอนที่ 2" ไมโครคอมพิวเตอร์.

แอดวานซ์ อิน โฟร์ เซอร์วิส จำกัด(มหาชน), บริษัท. "เครือข่ายสื่อสารข้อมูล ATM (ATM Network)" กรุงเทพมหานคร : บริษัทแอดวานซ์ อิน โฟร์ เซอร์วิส จำกัด (มหาชน) : 2540.

อรพินท์ อิศรางค์ และขรรรงค์ สกุดกาญจนวดี "เทคโนโลยีเครือข่าย ATM" สาร NECTEC. ปีที่ 4, ฉบับที่ 16 (พฤษภาคม-มิถุนายน 2540) : 13 - 25.

"ATM : Asynchronous Transfer Mode." [Online]. Available : <http://thunder.indstate.edu/~cckathy/atm/>, 1998.

"Asynchronous Transfer Mode" [Online]. Available : <http://www.cyberus.ca/~swanson/>, 1998.

Black, Uyless. ATM - Vol. II : Signaling in Broadband Networks. New York : Prentice Hall PTR, 1998.

Black, Uyless. ATM - Vol. III : Internetworking with ATM. New York : Prentice Hall PTR, 1998.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chiong, John. Internetworking ATM : for the Internet and Enterprise Networks. New York : McGraw Hill, 1997.

"Frame Relay" [Online]. Available : [http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito\\_doc/55149.ht](http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/55149.ht), 1998.

"Frame Relay : an Analysis of the Technology" [Online]. Available : <http://pierce.eosc.osshe.edu/frame.htm>, 1998.

Hines, I.J. "Duffy". ATM - the Key to High-speed Broadband Networking. New York : M&T Books, 1996.

Makris, Joanna. "ATM at any Price?" Data Communications (December 1997) : pp. 108 - 122.

Pitts, J M and J A Schormans. Introduction to ATM Design and Performance : with Applications Analysis Software. London : John Wiley & Sons Limited, 1996.

Shnier, Mitchell. Dictionary of PC Hardware and the Data Communications Terms. Sabastopol, C.A. : O'Rielly & Associates, Inc., 1996.

"X.25" [Online]. Available : [http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito\\_doc/55179.ht](http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/55179.ht) , 1998.

ภาคผนวก

แสดงราคาค่าบริการสื่อสารข้อมูล

ตาราง ก **CHARGES FOR THAIPAK X.25 FOR INTERNATIONAL**

ITEM	TYPE OF MEDIUM	RATE (THAI)
<b>ONE TIME CHARGE</b>		
1. Deposit of contract (A)      Each Contract		5,000
2. Installation of Equipment      Each Terminal and/or Service Testing		1,500
3. Installation of Landline Cable		
3.1 TOT Line (approx.) (B)      Each Pair		6,700
3.2 CAT Line      Each Pair		3,000
3.3 CAT Link (for 64 Kbps.)      Each Circuit		8,000 - 16,400
3.4 TOT Link (for 64 Kbps.)(B)      Each Circuit (approx.)		8,000
<b>MONTHLY FIXED</b>		
4. Access Charge		
4.1 X.25 / Synchronous / IBM		
Speed 256 Kbps	DSU	9,000
Speed 128 Kbps	DSU	6,000
Speed 64 Kbps	DSU	5,000
Speed 19.2 Kbps	DSU	1,800
Speed 14.4 Kbps	V.32 BIS, V.33	1,800
Speed 9600 bps	V.29, V.32	1,800
Speed 4800 bps	V.27, V.29 F/B	1,800
Speed 2400 bps	V.22 BIS, V.32	1,800
<b>RENTAL OF LANDLINE CABLE</b>		
5.1 TOT Line (B)      Each Pair		1,000-3,000
5.2 CAT Line      Each Pair		500-2,000
5.3 Radio Link      Each Circuit		7,000
5.4 CAT Link (for 64 Kbps.)      Each Circuit		6,000-15,000
5.5 TOT Link (for 64 Kbps.)(B)      Each Circuit (approx.)		3,000-9,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITEM	TYPE OF METER	RATE (BAHT)
<b>COMMUNICATION CHARGE</b>		
6. International Call		
6.1 Duration Charge	Each Minute	3.00
6.2 Volume Charge	Each Segment ( C )	0.25

7. Domestic Call		
7.1 Duration Charge	Each Minute	1
7.2 Volume Charge	Each Segment	
	1-4,000 Segments	0.020
	4,001-10,000 Segments	0.018
	10,001-100,000 Segments	0.015
	100,001-1,000,000 Segments	0.010
	Segments that over 1,000,000	0.002

<b>SURCHARGE FOR VALUED ADDED SERVICES</b>		
8. Charges		
8.1 Permanent Virtual Circuit (PVC)	Each Circuit	300
8.2 Closed User Group	Each Contract	100
8.3 Abbreviated Address Calling	Each Number	30
8.4 Incoming Call Barred	Each Usage	200
8.5 Outgoing Call Barred	Each Usage	200

Note : (A) Deposit of Contract can be paid by bank Guarantee or Government Bond accepted by CAT.

(B) If CAT cannot provide landline cable, CAT will request TOT to provide, so charge will be

3.1, 3.4, 5.1 and 5.5

(C) 1 (One) Segment is equivalent to 64 characters.

**THE SAID CHARGES, EXCEPTED DEPOSIT OF CONTRACT, ARE EXCLUDED VAT AT 10%.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข อัตราค่าบริการ Frame Relay ในประเทศ

CIR (Kbps)	อัตราค่าบริการ (บาท/เดือน)		
	เขตจังหวัดเดียวกัน	เขตจังหวัดต่างกัน	เขตจังหวัดไม่ติดกัน (ระยะทาง/กิโลเมตร)
16	175	3,750	0-350 19,643 351-600 27,500
32	270	4,950	14,108 21,384
45	360	5,500	14,918 23,328
64	500	6,050	15,345 24,300
96	650	8,800	23,760 33,858
128	800	9,900	25,245 35,640
160	950	12,100	33,165 46,332
192	1,450	12,650	34,155 49,005
224	2,050	16,500	42,863 57,915
256	2,350	17,600	44,550 62,370
320	2,750	23,100	56,925 80,190
384	2,900	24,200	58,410 81,972
448	6,250	27,500	72,270 99,792
512	6,550	28,600	78,210 102,465
576	8,700	38,500	99,990 138,105
640	9,000	39,600	104,940 142,560
704	10,450	41,800	115,830 160,380
768	11,900	44,000	126,720 178,200
832	13,340	46,200	143,550 196,020
896	24,650	48,400	163,350 213,840
960	26,100	50,600	183,150 231,660
1,024	27,550	52,800	198,100 249,480
1,536	29,000	55,000	217,800 267,300
1,920	31,900	57,200	237,600 285,120

Port Speed (kbps)	Price (บาท/พอรับ)	Installation Charge (บาท)
64	5,300	5,000
128	7,050	5,000
192	8,450	5,000
256	9,500	5,000
384	11,600	10,000
512	13,350	10,000
768	16,850	10,000
1,024	20,000	15,000
1,536	25,250	15,000
1,920	32,000	15,000

- เขตจังหวัดเดียวกัน (ในกรุงเทพฯและจังหวัดในปริมาณได้แก่ นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ

- เขตจังหวัดเดียวกันหรือระหว่างกรุงเทพฯ (รวมทั้งจังหวัดในปริมาณ) และจังหวัดใกล้เคียง

เฉพาะ 11 จังหวัด ดังนี้ ฉะเชิงเทรา นครนายก สุพรรณบุรี นครปฐม ราชบุรี สุพรรณบุรี ราชบุรี ระยอง สมุทรสาครและสมุทรสงคราม

- เขตจังหวัดไม่ติดกันจะพิจารณาตามระยะทาง (ยกเว้นเชียงใหม่ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลาและภูเก็ต ให้ใช้อัตราเดียวกับระยะทาง 351 - 600 กิโลเมตร)

ตาราง ก แสดงอัตราการใช้บริการวงจรมหาความเร็วสูงของการสื่อสารแห่งประเทศไทย

(บาท/วงจรมหา/เดือน)

อัตราการใช้บริการ (Mbps)	ค่าใช้จ่าบริการแรก						ค่าใช้จ่ารายเดือน								
	ระยะทาง 0-125 กิโลเมตร			ระยะทาง 126-200 กิโลเมตร			ระยะทาง 201-350 กิโลเมตร		ระยะทาง 351-600 กิโลเมตร		ระยะทาง 601-1,000 กิโลเมตร				
	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	
64	8,000	6,000	9,000	12,500	16,500	19,500	25,500	32,500	6,000	9,000	12,500	16,500	19,500	25,500	32,500
128	8,000	9,500	13,500	19,500	24,500	29,500	39,500	49,500	9,500	13,500	19,500	24,500	29,500	39,400	49,500
192	8,000	12,500	17,500	25,000	31,500	37,500	50,500	62,500	12,500	17,500	25,000	31,500	37,500	50,500	62,500
256	8,000	14,000	21,500	29,500	37,000	44,500	59,500	74,500	14,000	21,500	29,500	37,000	44,500	59,500	74,500
384	16,000	18,500	27,500	37,500	47,000	56,500	75,500	93,500	18,500	27,500	37,500	47,000	56,500	75,500	93,500
512	16,000	23,000	32,000	45,000	56,000	67,000	90,000	112,000	23,000	32,000	45,000	56,000	67,000	90,000	112,000
768	16,000	30,000	42,000	57,000	71,000	86,000	115,000	143,000	30,000	42,000	57,000	71,000	86,000	115,000	143,000
1024	16,000	36,000	50,000	68,000	85,000	102,000	136,000	170,000	36,000	50,000	68,000	85,000	102,000	136,000	170,000
1536	16,000	47,000	64,000	86,000	108,000	130,000	173,000	217,000	47,000	64,000	86,000	108,000	130,000	173,000	217,000
2048	16,000	55,000	74,000	99,000	124,000	149,000	199,000	249,000	55,000	74,000	99,000	124,000	149,000	199,000	249,000
8 Mbps	30,000	125,000	169,000	228,000	285,000	342,000	456,000	570,000	125,000	169,000	228,000	285,000	342,000	456,000	570,000

หมายเหตุ: A = เขตจังหวัดเดียวกัน (ในเขตกรุงเทพฯ รวมทั้งจังหวัดปริมณฑล ได้แก่ นนทบุรี, ปทุมธานี, สมุทรปราการ)

B = เขตจังหวัดติดกัน (ละแวกชานเมือง, สระบุรี, พระนครศรีอยุธยา, นครปฐม, สมุทรสาคร)

C = ระยะทาง 0 - 125 กิโลเมตร F = ระยะทาง 351 - 600 กิโลเมตร

D = ระยะทาง 126 - 200 กิโลเมตร G = ระยะทาง 600 กิโลเมตรขึ้นไป

E = ระยะทาง 201 - 350 กิโลเมตร

อัตราดังกล่าวไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT)

ตาราง 3 International High Speed Leased Circuit

A) Standard Rate

Speed of Transmission (Mbps)	Monthly Rental Charges				DSU	One-Time Charges			
	International Circuit		Local Link			Deposit of Contract			
	Zone I	Zone II	Zone I	Zone II		Zone I	Zone II	Zone III	
64	120,000	138,000	155,000	3,000	5,000	128,000	146,000	163,000	10,400 - 260,000
128	161,000	184,000	207,000	4,750	5,000	170,750	193,750	216,750	10,400 - 260,000
192	225,000	258,000	289,000	6,250	5,000	236,250	267,250	300,250	10,400 - 260,000
256	263,000	301,000	338,000	7,000	5,000	275,000	313,000	350,000	10,400 - 260,000
284	340,000	389,000	437,000	9,250	5,000	354,150	403,250	451,250	20,400 - 260,000
512	401,000	459,000	516,000	11,500	5,000	417,500	475,500	532,500	20,400 - 260,000
768	555,000	635,000	715,000	15,000	5,000	575,000	655,000	735,000	20,400 - 260,000
1024	656,000	750,000	844,000	18,000	5,000	674,000	768,000	862,000	30,000 - 260,000
1536/1544	832,000	950,000	1,070,000	23,500		855,500	973,500	1,093,500	30,000 - 260,000
1920/2048	898,000	1,026,000	1,154,000	27,500		925,500	1,053,500	1,181,500	30,000 - 260,000
8448	2,268,000	2,592,000	2,916,000	62,500		2,330,500	2,654,500	2,978,500	30,000 - 260,000
34 Mbps	4,536,000	5,184,000	5,832,000	144,000		4,680,000	5,328,000	5,976,000	30,000 - 260,000

Note

- The above changes are in Baht.
- The said charges, excepted deposit of contract, are excluded VAT at 10%
- Local link monthly rental charge is for the customer whose premise is located in Bangkok Metropolitan Area (Bangkok, Nonthaburi, Pathumthani, and Samutprakarn)
- Service Areas  
 Zone I : Bodering Country (Cambodia, Laos, Malaysia and Myanmar)  
 Zone II : Asian Country (excepted Bordering Country)  
 Zone III : The Rest of the World
- Deposit of contract is refundable, and the Bank Guarantee, approved by CAT, is accepted.
- Installation is depended on the location of customer's premise  
 g) Local link at 1 Mbps. To 34 Mbps. Is excluded Digital.



ตาราง ๑ แสดงอัตราค่าบริการ Cherry Information Superhighway

Speed	Connection Fee	Within Province	Connected Province	Unconnected Provinces (Distance / km.)		
				0 - 200	200 - 400	400 - 600
Cherry Plus	10,000	3,750	5,400	7,500	11,700	13,950
19.2 Kbps	10,000	-	7,900	11,760	17,520	20,900
64 Kbps	10,000	7,500	10,800	15,000	2,400	27,900
128 Kbps	10,000	11,400	16,200	23,400	35,400	42,000
192 Kbps	10,000	15,000	21,000	30,000	45,000	53,500
256 Kbps	10,000	16,800	25,800	35,400	53,400	63,500
384 Kbps	20,000	22,200	33,000	45,000	67,800	79,500
512 Kbps	20,000	27,600	38,400	54,000	80,400	95,200
768 Kbps	20,000	36,000	50,400	68,400	103,200	121,500
1.024 Mbps	30,000	43,200	60,000	81,600	122,400	144,500
1.536 Mbps	30,000	56,400	76,800	103,200	153,000	174,500
2.048 Mbps	30,000	66,000	88,800	118,800	178,800	211,900
8.488 Mbps	30,000	150,000	202,800	273,600	410,400	484,500
34 Mbps	30,000	345,600	468,000	630,000	944,400	1,116,000
140 Mbps	30,000	795,600	1,076,400	1,448,400	2,173,200	2,566,500
155 Mbps	30,000	874,800	1,184,400	1,593,600	2,390,400	2,822,900

\* Within province = Bangkok and surrounding provinces (Nonthaburi, Phatumthani and Samutprakarn)

\* Connected province or among Bangkok and surrounding provinces and Chachoengsao, Nakornnayok, Supunburi, Nakornpathom, Rajburi, Ayudhaya, Saraburi, Rayong Chonburi, Samutsakorn and Samutsongkram)

\* Chiangmai, Suratthani, Nakornsrihammarat, Songkla and Phuket use 400 - 600 km. rate (Unconnected provinces)

(ที่มา : บริษัท United Information Highway จำกัด, มกราคม 2542)

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาว ชีรยา ควรพินิจ
วัน เดือน ปีเกิด	6 กุมภาพันธ์ 2515
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ศิลปศาสตรบัณฑิต (ภาษาอังกฤษ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2537
ประวัติการทำงาน	ฝ่ายธุรกิจต่างประเทศและสถาบัน ธนาคารกรุงไทย จำกัด (มหาชน) พ.ศ.2537 - ปัจจุบัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้