

Verkmenntaskólinn á Akureyri
Nettækni og miðlun

8. Fjarskiptakerfi

Netlagið 1 hluti

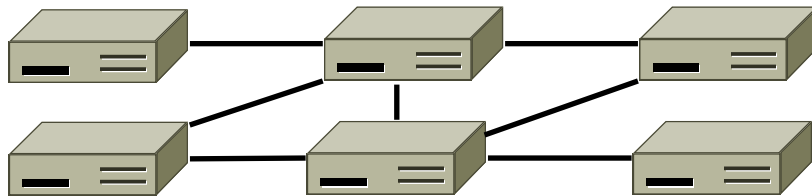
Netlagið

- Fjöllum nú um netlagið
 - Er ofan á greinalaginu (e. link layer).
 - Beinar senda pakka yfir margs kyns net (**Router**)



Hvers vegna þurfum við netlagið?

- Við getum byggt net með **netskiptum (svissum)** og tengingum milli þeirra og sent ramma milli tölva...

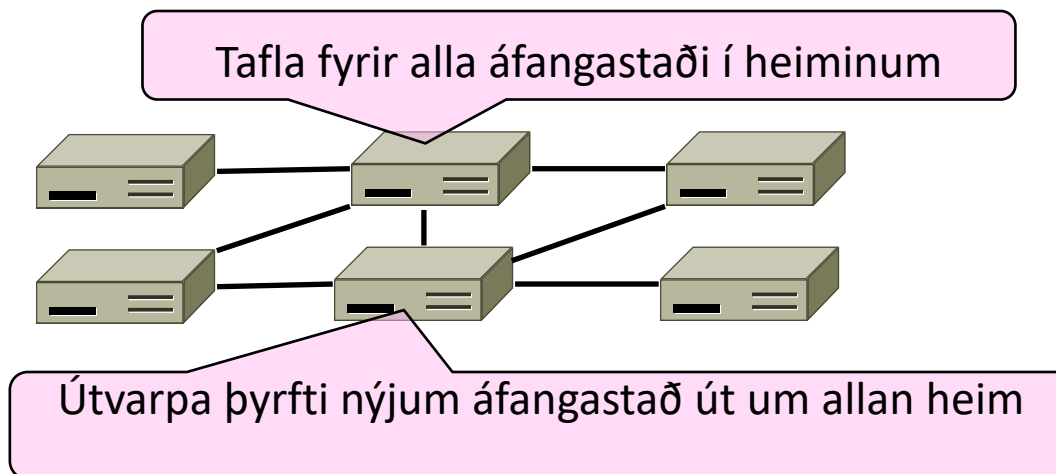


Svissar vinna á L2, Data link Layer (greinalag)

Takmarkanir netskipta (svissa)

1. Þeir skalast ekki upp í stór net

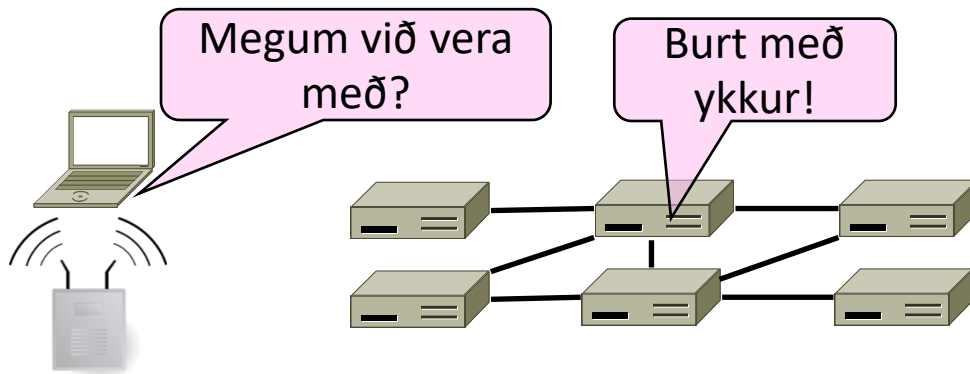
- Stærð á beiningartöflum í netskiptunum þyrfti að stefna á óendanlegt
- Útvarpa þyrfti nýjum áfangastað út um allan heim



Takmarkanir netskipta(2)

2. Vinna aðeins með einni greinanetstækni

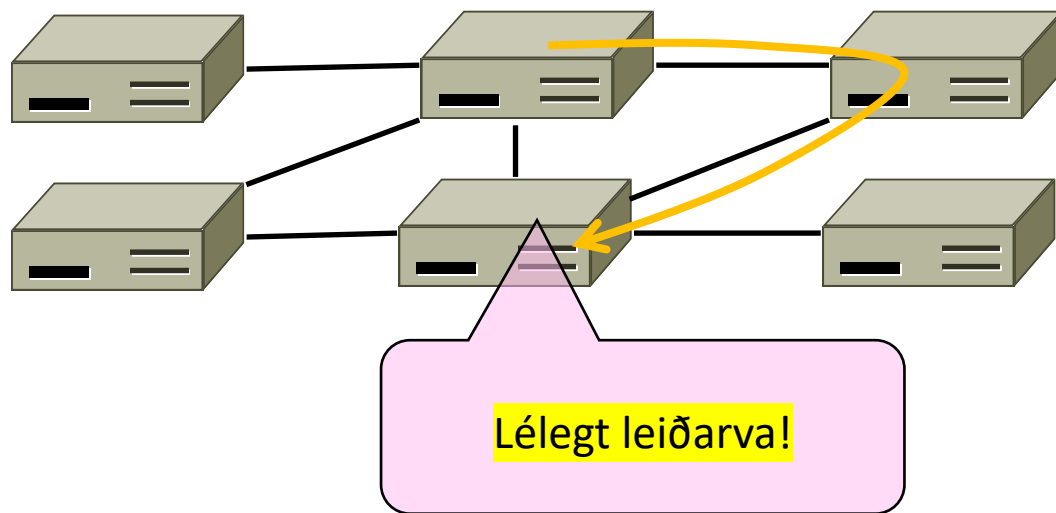
- Tölvur á Ethernet + 3G + 802.11 ...



Takmarkanir netskipta (3)

3. Mjög lítil stýring á netumferð möguleg

- Við viljum geta ákveðið leiðir og hraða á hverri



Þess vegna var netlagið búið til

- Skalaneki:

- Stigskipan (e. hierarchy), á formi forskeyta (e. prefixes)

- Margleitni (e. heterogeneity):

- IP til samtenginga (internetworking)

- Stýring bitahraða :

- Beining skv. lægsta “kostnaði
- Síðar QoS (Quality of Service)

Netlagið

- Hlutverk

- senda pakka (með upplýsingum) milli tveggja endapunkta

- Hvers vegna þurfum við netlagið?

- Tengja saman net (inter-net) með mismunandi L2 tækni, 802.11, Ethernet, 3G, 4G,
- Skalanleiki, án IP þyrftu Ethernet skiptar að hafa gríðar stórar töflur um það hvert skuli senda einstaka ramma
- Val á nýjum leiðum ef bilun eða teppa verður í netinu

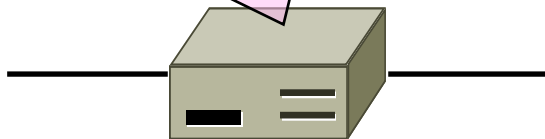
- Lykilatriði fyrir Netlagið

- upplýsingar um “staðsetningu” sendanda og viðtakanda á neti (IP-tölur)
- beining (rútun) (routing) á pökkum frá sendanda til viðtakanda
- breyting á leiðakerfi ef teppa verður í kerfinu (re-routing)
- samtengja ólík net (inter-networking) og gera undirliggjandi kerfi þannig ósýnileg fyrir efri lögum

Þjónustan (e. service) sem netlagið veitir

- Hvers konar þjónustu veitir netlagið flutningslaginu?
 - Hvernig er hún framkvæmd í beinum?

Þjónusta? Hvað á hann eiginlega við?



Tvenns konar þjónusta

- Datagrömm, eða rásalaus þjónusta
 - Eins og pósthjónustan



- Sýndarrásir eða rásamiðuð þjónusta
 - Eins og símtal (ekki þó VoIP)

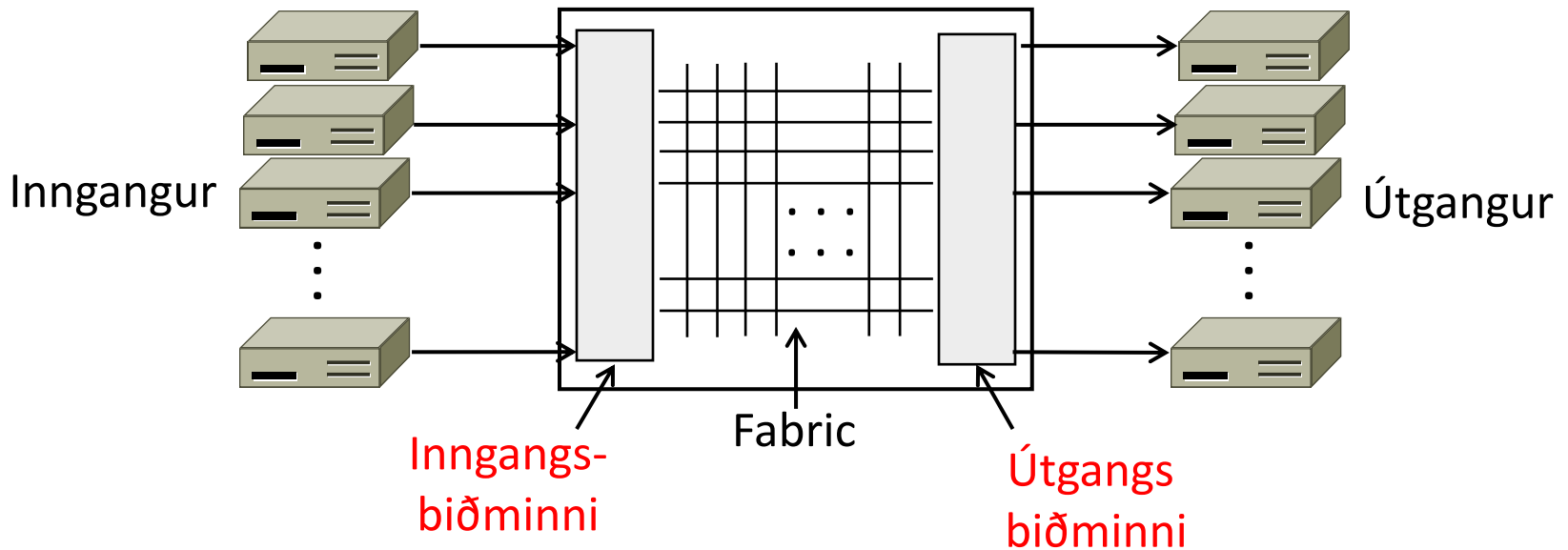


“Store-and-Forward” pakkaskipting

- Báðar aðferðir eru framkvæmdar með store-and-forward pakkaskiptingu
 - Beinar fá allan pakkann, geyma hann í litla stund ef á þarf að halda áður en hann er sendur áfram
 - Í raun er tölfræðileg fléttun notuð til þess að samnýta getu (bandbreidd, bitahraða)

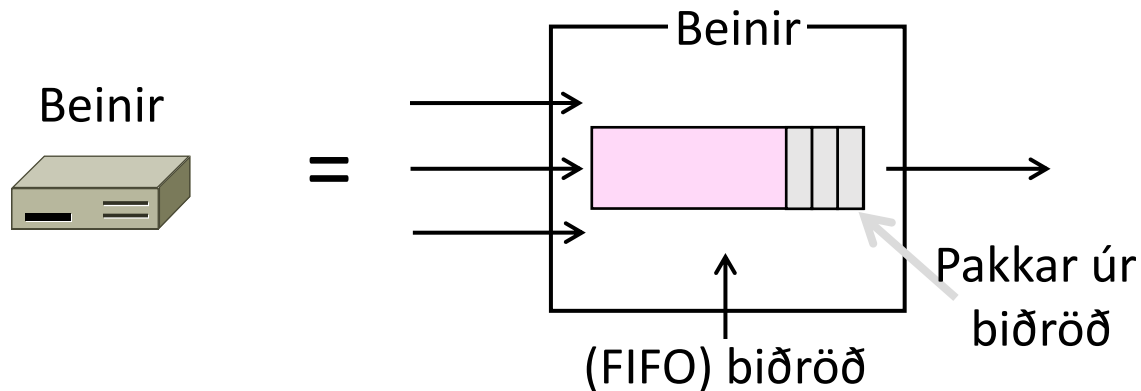
Store-and-Forward (2)

- Skipti-einingin er með innra **biðminni (buffer)** til að forðast árekstra



Store-and-Forward (3)

- Einfölduð mynd þar sem biðminni er á sérhverri útgátt (e. output port)
 - Biðminnið er oft FIFO (First In First Out) biðröð (e. queue)
 - **Ef biðminnið fyllist er þökkum hent, teppa (e. congestion)**

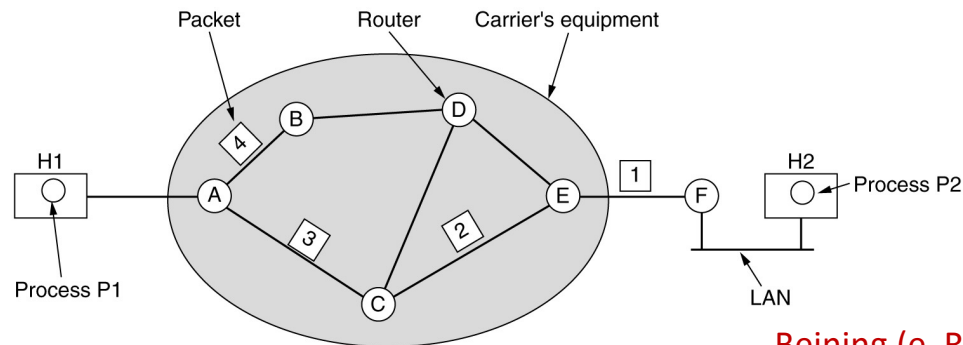


Rásalaust samband

- Í rásalausum sambandi er
 - engin tenging/samband sett upp áður en fjarskipti fara fram
 - pakkar eru sendir af stað einn og einn og er beint óháð öðrum og fara því ekki endilega sömu leið í kerfinu
 - leiðarval á hverjum beini er byggt á áfangastað pakkans
 - kallað “datagram subnet”

Pakki skal fara til	Sendi þá í gegnum
A	-
B	B
C	C
D	B
E	C
F	C

Beiningartafla A



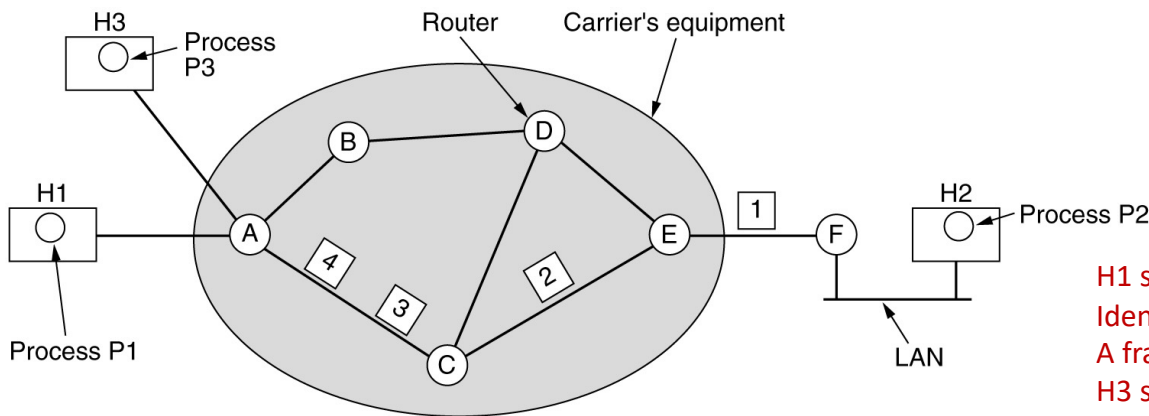
A's table		C's table	E's table
initially	later		
A -	A -	A A	A C
B B	B B	B A	B D
C C	C C	C -	C C
D B	D B	D D	D D
E C	E B	E E	E -
F C	F B	F E	F F

Dest. Line

Beining (e. Routing) er að reikna beiningartöfluna e. (routing table),
 Framsending (e. Forwarding) er að senda pakkana skv. fyrirmælum töflunnar

Rásamiðað samband

- Í rásamiðuðu sambandi er
 - hugmyndin að ekki þurfi að velja nýja leið fyrir hvern pakka
 - leið er bara einu sinni valin fyrir allt sambandið
 - sýndarrás (virtual circuit) er því sett upp milli endapunkta áður en fjarskipti fara fram og allir pakkar fara þessa sömu leið í kerfinu
 - kallað “virtual circuit subnet”



H1 sendir pakka til H2 sem fær “Connection Identifier” = 1.
 A framsendir pakkann til C með sama identifier
 H3 sendir einnig pakka til H2 sem fær identifier=1. A veit muninn á pakka frá H1 og H3 en C getur ekki vitað þann mun. Því breytir A um identifier á pakkanum frá H3 og setur hann =2.

A's table		C's table		E's table	
H1	1	A	1	C	1
H3	1	A	2	C	2
	C 1		E 1		F 1
	C 2		E 2		F 2
In				Out	

“Label Switching” !

Rásamiðuð og rásalaus sambönd

Issue	Datagram network	Virtual-circuit network
Circuit setup	Not needed	Required
Addressing	Each packet contains the full source and destination address	Each packet contains a short VC number
State information	Routers do not hold state information about connections	Each VC requires router table space per connection
Routing	Each packet is routed independently	Route chosen when VC is set up; all packets follow it
Effect of router failures	None, except for packets lost during the crash	All VCs that passed through the failed router are terminated
Quality of service	Difficult	Easy if enough resources can be allocated in advance for each VC
Congestion control	Difficult	Easy if enough resources can be allocated in advance for each VC

Unicast, multicast, broadcast & anycast

- **Unicast**

- pakkar fara eingöngu frá einum sendanda til eins viðtakanda

- **Broadcast**

- pakkar eru sendir á alla notendur á viðkomandi neti

- **Multicast**

- mitt á milli unicast og broadcast
 - mikið notað fyrir sjónvarps- og útvarpsdreifingu í IP-netum
- eingöngu valdir notendur fá senda pakka í multicast straumi
 - eftir fyrirfram skilgreindum multicast hópalista
 - eftir IGMP (**Internet Group Management Protocol**) hópskilgreiningum
 - þ.e. IGMP join/leave

- **Anycast**

- pakkar sendir í nálægustu tölvu
- veitir öryggi og álagsdreifingu

Beiningaralgrím Routing protocols

Lauslega

- Áframsending (forwarding) á pökkum er byggð á beiningartöflu
 - er í sjálfu sér einfalt mál þegar töflufærsla fyrir áfangastað er til
 - þarf að uppfæra/bæta við beiningartöflu ef áfangastaður er ekki til
- Aðferðir til að byggja beiningarákvörðun á (byggja upp beiningartöflu)
 - Stysta leið (e. shortest path)
 - valin er stysta leið í netinu (t.d. fjöldi hoppa eða lengd í km. í lágmarki)
 - Yfirflæði (e. flooding)
 - pakki er sendur á allar gáttir nema þá sem hann kom inn á
 - Valkvætt yfirflæði (e. selective flooding) er skilvirkara, pakki er þá bara sendur á þær gáttir sem liggja í átt að áfangastaðnum
 - Fjarlægðarvigur (e. distance vector) (einnig kallað RIP)
 - Fjarlægðarvigur (fjarlægð t.d. í hoppum, vegalengd eða tímatöf) til allra áfangastaða (beina) er skráður og hvaða leið á að fara þangað
 - vigurtöflur eru uppfærðar með samskiptum við aðlæga beina

Beiningaralgrím

Lauslega

- Ástand sambands (e. Link state)
 - beinir lærir að þekkja alla nágranna sína
 - “kostnaður” við hvert samband (e. Link) er fundinn (t.d. töf mæld með PING)
 - Sambönd með mikla bandvidd eða litla notkun mælast þá með tiltölulega lágan kostnað
 - upplýsingar um stöðu sambanda eru sendar til aðliggjandi beina með yfirflæði
- Stigskipan (e. Hierarchical)
 - beinum er skipt upp í svæði (regions)
 - hver beinir hefur fullar upplýsingar um alla áfangastaði á sínu svæði
 - engar upplýsingar eru geymdar um hvernig beiningu er hagað á öðrum svæðum, það nægir að vita hvernig á að senda pakka á hin svæðin
 - beiningartöflur minnka en stysta leið verður ekki endilega fyrir valinu
- Útvarpsbeining (e. Broadcast routing)
 - þegar senda þarf útvarpspakka eru nokkrar leiðir færar
 - einn pakki sendur á hvern viðtakanda
 - Yfirflæði
 - Beining á marga áfangastaði (e. multidestination routing)
 - Spannandi tré, lágmarkar bandvidd sem er notuð
 - Framsending um öfuga leið (e. reverse path forwarding), krefst ekki eins mikils utanumhalds og spannandi tré
- Margvarps beining (e. Multicast routing)
 - þörf á að halda utan um margvarpshópa

Teppustjórnun

- Teppa getur myndast hvar og hvenær sem er á neti
 - margir inngangar nota sama útgang á beini í einu
 - **reiknigeta beinis** er of lítil til að hann nái að sinna utanumhaldi
 - Samband hefur of litla bandvídd til að anna því sem um það er sent
- Einhvern veginn þarf að halda utan um **hvar teppa er og hvað eigi að gera til að færa umferð frá teppusvæðum**
- **Teppustjórnun** er ætlað að tryggja að net nái að flytja þá umferð sem um það fer
 - tengist öllum notendum/beinum á netinu, sendigetu beina o.fl.
 - flæðisstjórnun er á hinn bóginn bara tengd sendanda og viðtakanda þannig að ekki sé sent hraðar en hægt er að taka við með góðu móti
- Megin hlutverk teppustjórnunar
 - fylgjast með neti til að sjá hvar og hvenær teppa á sér stað
 - dreifa upplýsingum um teppu þangað sem hægt er að gera eitthvað í málinu
 - breyta gangi mála í kerfinu til að laga teppuna

QoS

- **Gæðakröfum er hægt að skipta í fjóra megin hluta**
 - Áreiðanleika (e. reliability)
 - Töf (e. latency)
 - Flökt (e. jitter) (breytileiki tafar)
 - Bitahraða
- Það fer eftir eðli umferðarinnar hvers konar gæðastuðlar skipta mestu máli

Mismunandi notkunarkröfur

Mismunandi notkun krefst mismunandi gæða

- Við viljum helst að öll notkun fái þau gæði sem hún krefst

Application	Bandwidth	Delay	Jitter	Loss
Email	Low	Low	Low	Medium
File sharing	High	Low	Low	Medium
Web access	Medium	Medium	Low	Medium
Remote login	Low	Medium	Medium	Medium
Audio on demand	Low	Low	High	Low
Video on demand	High	Low	High	Low
Telephony	Low	High	High	Low
Videoconferencing	High	High	High	Low

“High” þýðir ríkar kröfur, t.d. lítil seinkun eða lítið flökt
“Low” þýðir litlar kröfur, t.d. má vera mikil seinkun á “Email”

QoS

• Helstu leiðir til að ná háu QoS stigi

- **“Overprovisioning”** (net haft nægjanlega stórt fyrir allar aðstæður)
 - álagi á neti er haldið í lágmarki með því að hafa nóg af öllum björgum (e. resources) sem til þarf, t.d. geta beina, **bandvídd sambanda, biðminni,...**
 - yfirleitt beitt í LAN netum
 - galli: dýrkeypt því nýting verður léleg
- **Biðminni**
 - hægt er að setja **umferð í biðminni** til að **minnka flökt** (yfirleitt hjá viðtakanda)
 - nýtist vel fyrir flutning á vídeói og tali
 - bætir ekki áreiðanleika eða bandvídd
 - galli: töf eykst
- **Umferðarlögun (e.traffic shaping)**
 - Biðminni og raðir notaðar snemma á leiðinni (t.d. hjá sendanda) til að jafna flæði inn á netið
 - Algrími lekrar fötu (e.leaky bucket)
- **Bjargir frátekna (e. resource reservation)**
 - pöntun á bandvídd, biðminnisplássi eða reiknigetun (sbr. ATM og RSVP)
- **Aðgangsstýring (e. admission control)**
 - heimila eða hafna tilteknum straumum eftir ástandi í netinu
- **Pakka áætlun (e. packet scheduling)**
 - hvernig á að velja pakka til úrvinnslu/sendingar á sanngjarnan hátt?

Stækkum buffer til að minnka jitter = töf eykst

Þjónustugæði, QoS

- Netið veitir þjónustu með mismunandi gæðum fyrir mismunandi þjónustu

Network Service	Application
Constant bit rate	Telephony
Real-time variable bit rate	Videoconferencing
Non-real-time variable bit rate	Streaming a movie
Available bit rate	File transfer

Þetta eru dæmi um QoS möguleika í ATM netum