

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudomány Egyetem
Villamosmérnöki kar

Vezetékes hálózattechnológiák

Do Van Tien



Mérnöki megközelítés

- Protokoll és protokoll rétegmodell (protocol layering)
- **Rendszertervezés (System design)**
- Többszörös hozzáférési technikák (Multiple access)
- Kapcsolás (Switching)
- Ütemezés (Scheduling)
- Címzés (Naming and Addressing)
- Útvonalirányítás (Routing)
- Hiba javítás (Error control)
- Folyamvezérlés (Flow control)
- Forgalom menedzsment (Traffic control)
- Hálózatmenedzsment (Network management)



Rendszertervezés

- Erőforrások: számítás, tárolás, átviteli források
 - korlátatlan (unconstrained)
 - korlátozott (constrained)
- Teljesítőképességi jellemzők
 - throughput
 - késleltetés illetve a rendszer válaszidő,
 -
- Rendszertervezés célja a teljesítőképességi jellemzők maximalizálása a rendelkezésre álló forrásokból



Rendszertervezés szempontjai

- A rendszer aspektusait nem lehet teljesen figyelembe venni
- Kiterjeszhetőség, modularitás, elegancia fontosak, de nem számszerűsíthetőek
- Korlátozott erőforrásból korlátlanra való áttérés
- Piaci körülmények megváltoztathatják a tervezést a tervezési folyamat közben
- Szabványok változhatnak
- Kérdés: milyen alapelvek léteznek?



Erőforrások

- Erőforrások a következő tényezők kombinációja
 - idő
 - tér
 - számítási kapacitás
 - pénz
 - munkaerő



Példa: Hálózati késleltetés

- $T = \text{TRANS} + \text{PROP} + \text{QD} + \text{PROC}$
- $\text{TRANS} = (\text{csomag méret}) / (\text{átviteli sebesség})$
- $\text{PROP} = (\text{távolság}) / (\text{jel terjedési sebessége})$
elektronikus illetve optikai jel terjedési ideje
 $3.3\text{-}5 \mu\text{s}/\text{km}$
- QD sorbanállási késleltetés (pl. M/M/1, M/D/1, M/M/1/m, ... sor)
- PROC: feldolgozási idő a hálózati elemekben



Példa: Sáv szélesség és késleltetés - latency- kapcsolata

- Latency (propagation time) PROP: a jel terjedési ideje a link egyik végéről a másik végére
- Csomag kapcsolt hálózat
 - 64 kbit/s
 - T1 (1.5 Mbit/s), E1 (2Mbit/s)
 - 155 Mbit/s
 - 600 Mbit/s
 - 2.4 Gbit/s
- Milyen jelenséggel kell szembenéznünk ?



Példa: Sáv szélesség és késleltetés -latency- kapcsolata

- Hálózat kapacitása: C (bits/s)
- csomag mérete: b (bits)
- link hossza: L (km)
- fénysebesség: $f \cong 3 \cdot 10^5$ km/s
- latency: $t = L/f$
- a késleltetés és annak az időnek aránya, amely az egész csomag linkre való kerüléséhez szükséges:

$$a = (L/f) / (b/C)$$



Példa: Sávszélesség és késleltetés -latency- kapcsolata

	C (Mbit/s)	b (bits)	T μ sec	L km	a
LAN	10.00	1000	5	1.5 km	0.05
WAN	0.05	1000	20000	5000km	1.00
Satellite	0.05	1000	250000	36000k m	12.50
optikai	1000.00	1000	15000	4500km	15000.00



Példa: Sáv szélesség és késleltetés -latency- kapcsolata

- **$a=(L/f)/(b/C)$ változása drasztikus mértékben a gigabit link esetén**
- **Milyen változást hoz a gigabit link a hálózat és az előfizető szempontjából ?**
 - **kis bitsebességű felhasználók: nincs**
 - **nagy bitsebességű ?**
- **Példa**
 - **1 Mbit file átvitel, $b=1000$ bits, háttér forgalom nélkül**
 - **$t=15625$ microsec (kb. 4687 km, nemzetközi link, Amerika keleti part és nyugati part)**



Példa: Sávszélesség és késleltetés -latency- kapcsolata

- **Első eset: $C=64$ kbits/s**
 - egy pillanatban 1000 bits ($t \cdot C$) van a hálózatban (csatorna által “pufferelt” információ az teljes információ 0.001 -e)
 - 1000 -szer többet kell tárolni a küldőnél, mint a csatornában levő információ
 - átviteli idő: $1000 \cdot t$
- **Második eset $C=1.544$ Mbits/s (T1)**
 - $t \cdot C=24125$ bits van a hálózatban
 - 40 -szer többet kell tárolni a küldőnél, mint a csatornában levő információ
 - átviteli idő: $40 \cdot t$



Példa: Sáv szélesség és késleltetés -latency- kapcsolata

- **Harmadik eset**
 - **C=1.2 Gbits/s (OC-24)**
 - **egyszerre egész fájl van a linken**
 - **átviteli idő t**
- **Negyedik eset**
 - **C=2.4 Gbits/s (STM-16)**
 - **egyszerre egész fájl van a linken**
 - **átviteli idő t**
 - **Hiába növeljük a csatorna bitsebességét !!!**



Hogyan lehet QoS-t nyújtani a hálózatokban?

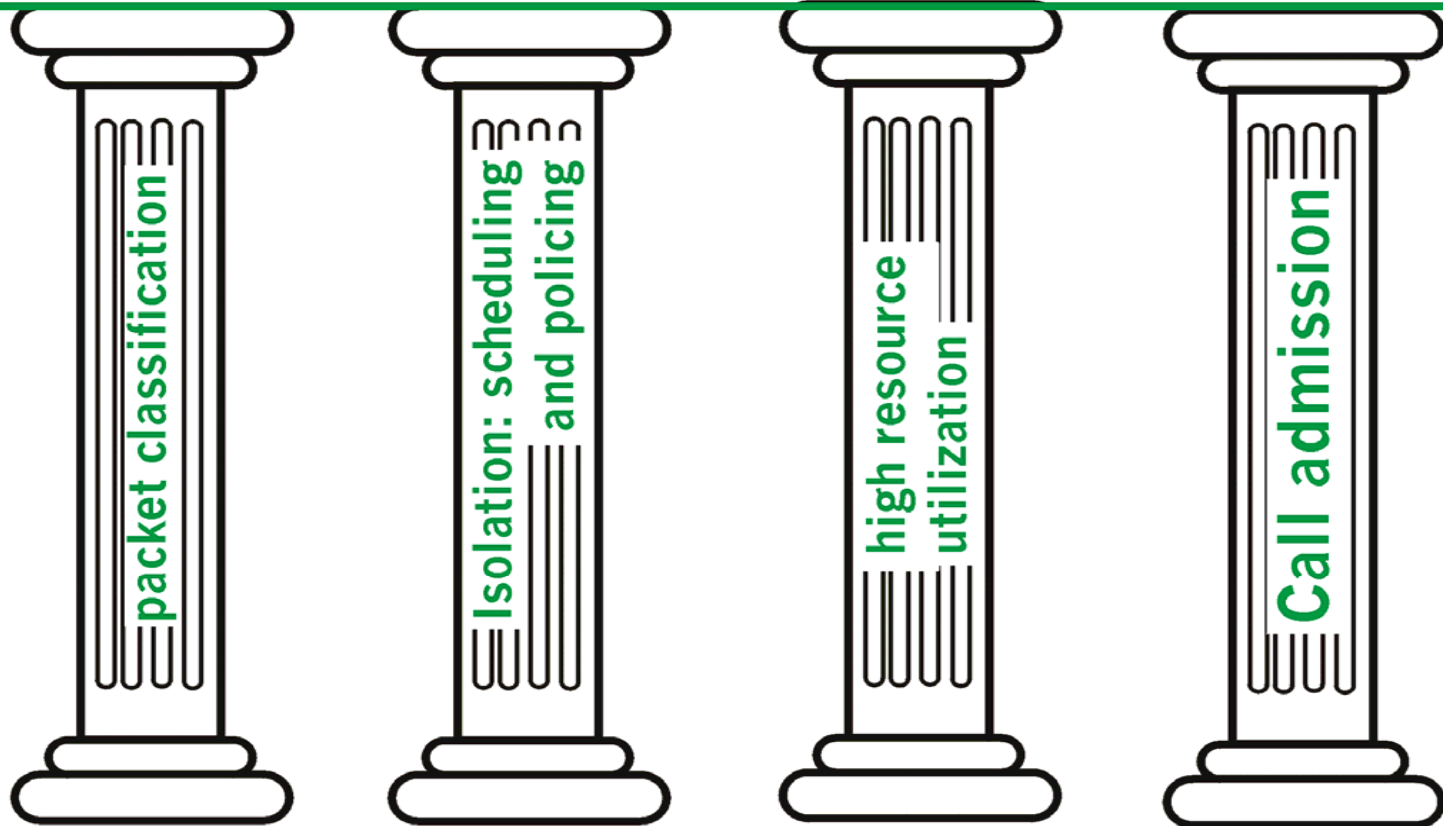


Mi a QoS?
Mi a GoS?



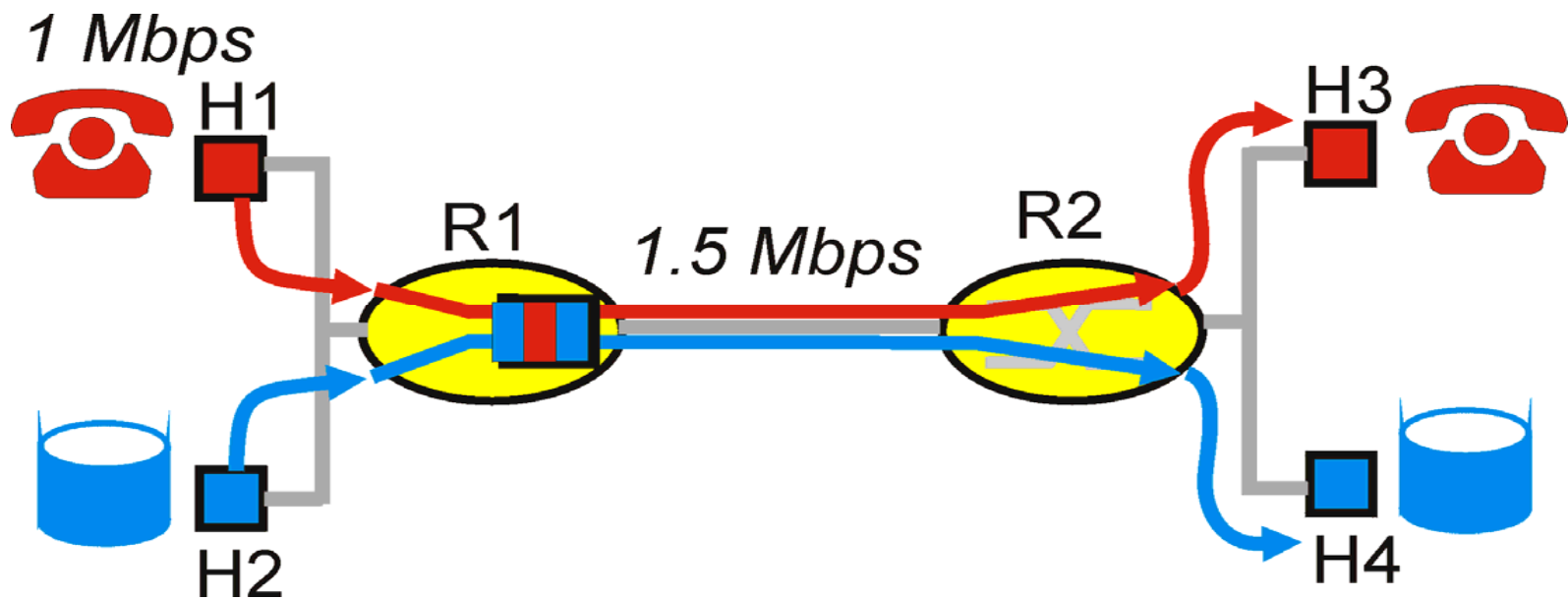
QoS-t nyújtó hálózati alapelvek

QoS for networked applications



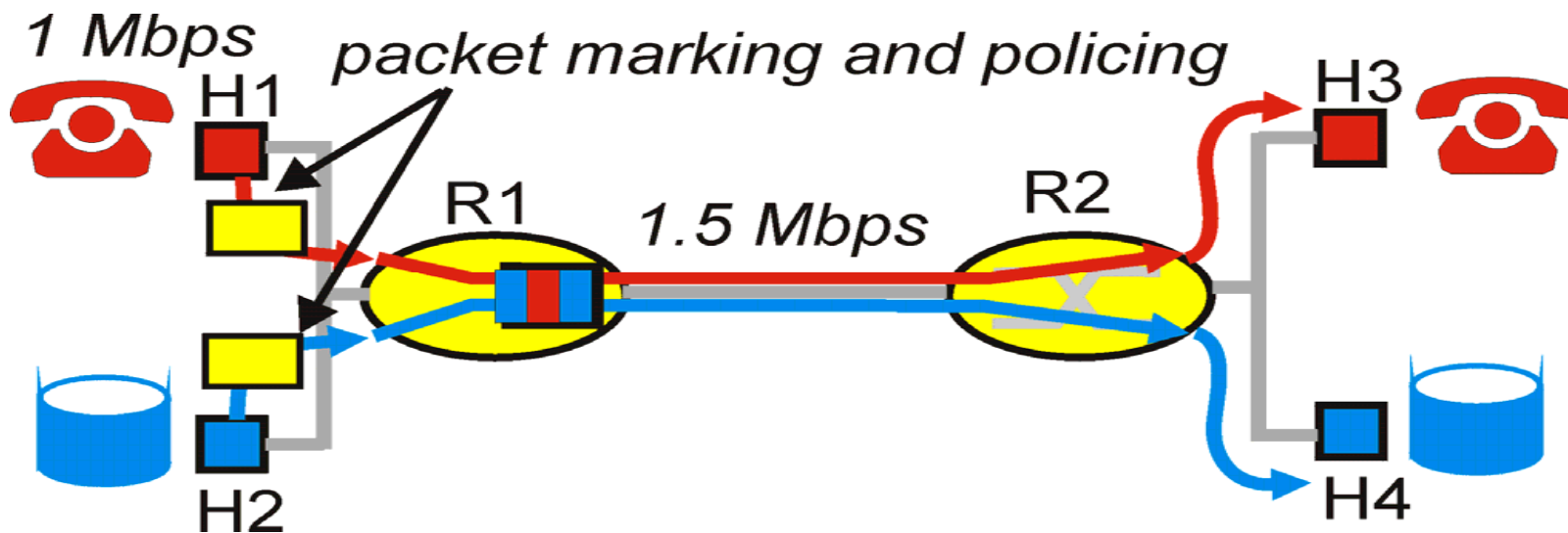
Alapelvek (1)

- **Az 1. alapelv:**
 - csomagok illetve információ folyam megkülönböztetése
 - hálózat policy



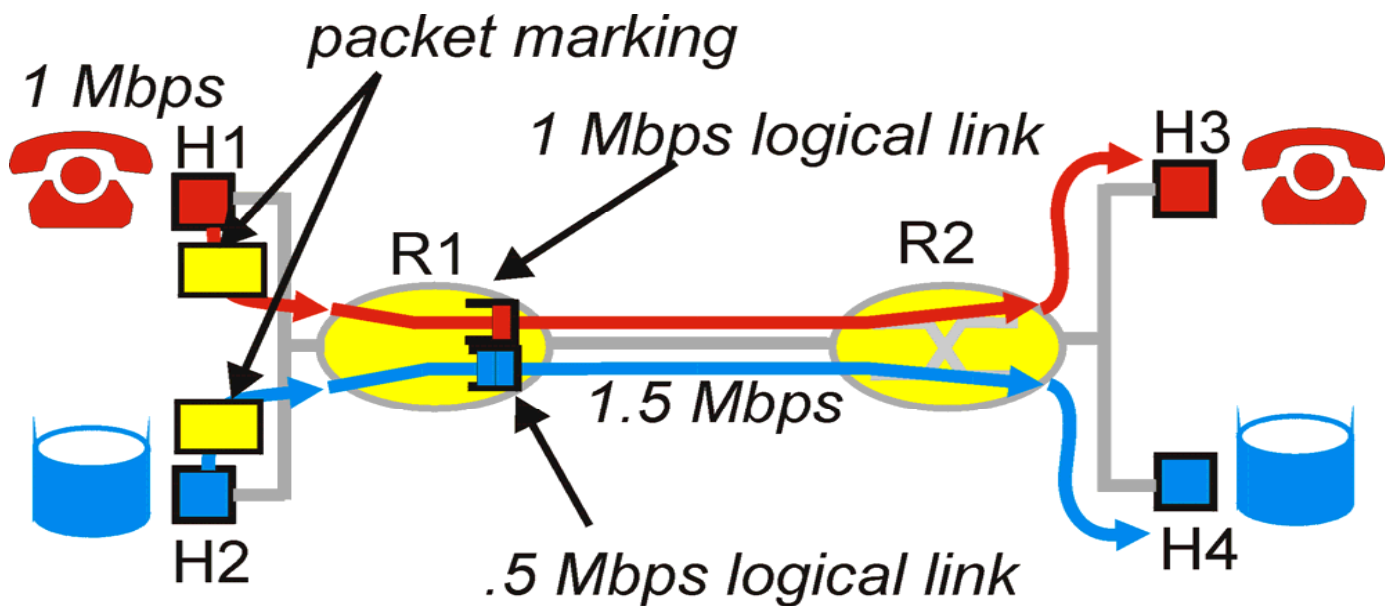
Alapelvek (2)

- A 2. alapelv: forgalomfelügyelet
 - izoláció
 - jelölés



Alapelvek (3)

- A 3. alapelv: hatékony erőforrás kihasználása



Alapelvek (4)

- A 4. alapelv: CAC

