

1. Sa *index.html* fajlom su referencirana dva objekta. Svi objekti uključujući i *index.html* fajl su veličine  $L=1000$  bita, dok su kontrolni paketi zanemarljive veličine. Kapacitet linka je  $R=10\text{Mb/s}$ . Kašnjenje usled propagacije je  $t_{\text{prop}}=1\text{ms}$  ( $\text{RTT}=2\text{ms}$ ). Odrediti vrijeme potrebno za prenos objekata sa web servera u slučaju:

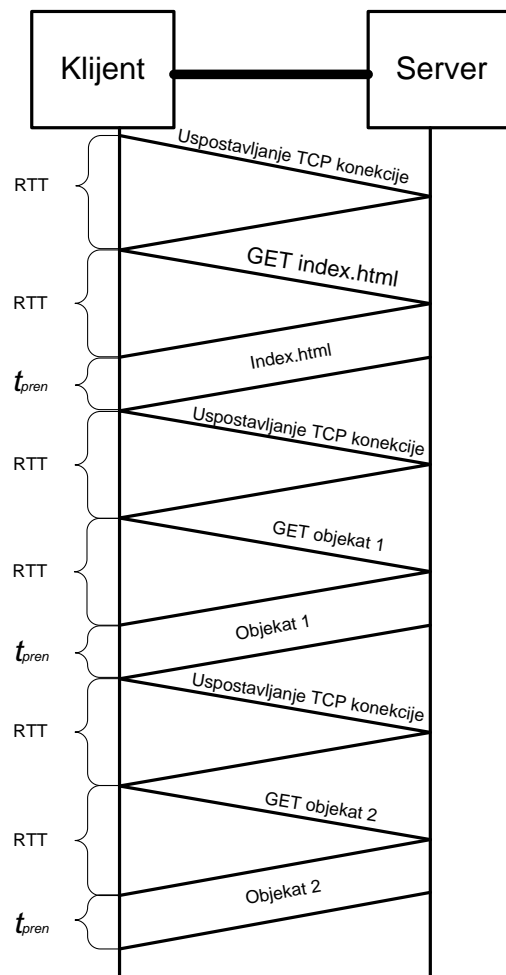
- neperzistentnog HTTP-a
- perzistentnog HTTP-a bez *pipelining*-a
- perzistentnog HTTP-a sa *pipelining*-om

Rešenje:

a)

$$t_{uk} = 3(2\text{RTT} + L / R) = 3(4\text{ms} + 1000\text{b} / 10 \cdot 10^6 \text{b} / \text{s})$$

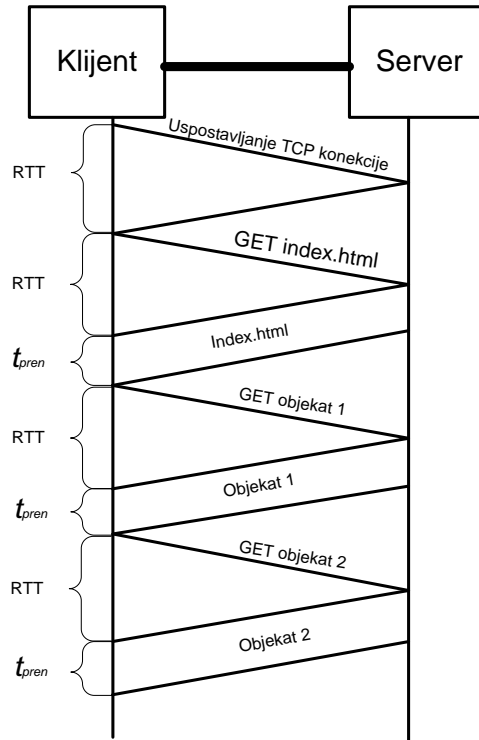
$$t_{uk} = 3 \cdot (4\text{ms} + 0.1\text{ms}) = 12.3\text{ms}$$



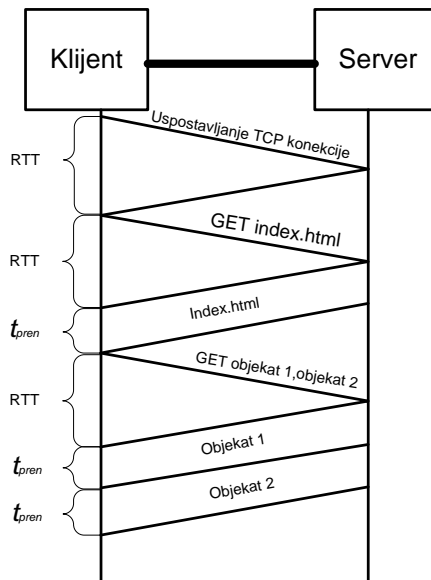
b)

$$t_{uk} = RTT + 3(RTT + L/R) = 2ms + 3(2ms + 1000b/10 \cdot 10^6 b/s)$$

$$t_{uk} = 2ms + 3(2ms + 0.1ms) = 8.3ms$$



c)  $t_{uk} = 3RTT + 3L/R = 3 \cdot 2ms + 3 \cdot 0.1ms = 6.3ms$

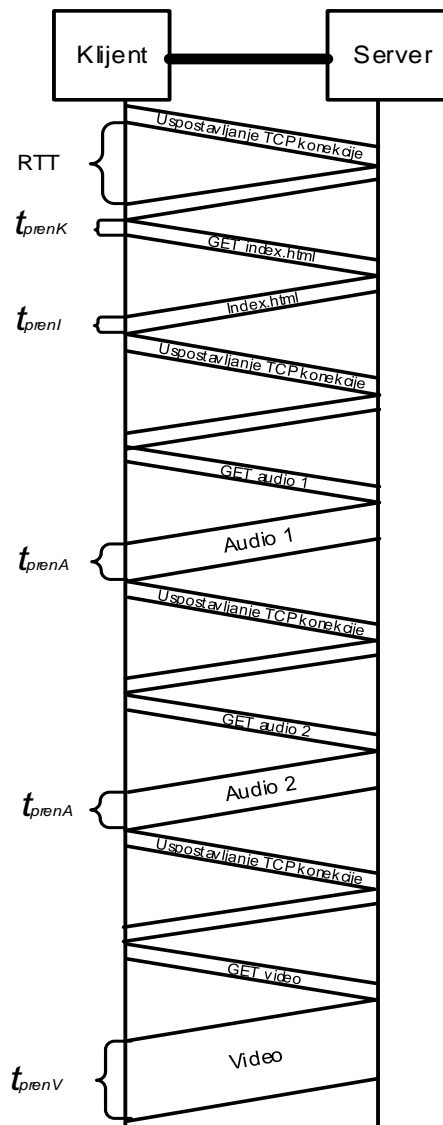


2. Sa `index.html` fajlom su referencirana dva audio objekta i jedan video objekat. `Index.html` fajl je veličine  $L=1\text{KB}$ , audio fajlovi po  $0.5\text{MB}$ , dok je video fajl veličine  $5\text{MB}$ . Kontrolne poruke su veličine  $1\text{KB}$ . Kapacitet linka je  $R=100\text{ Mb/s}$ . Kašnjenje usled propagacije je  $t_{\text{prop}}=10\text{ ms}$ . Odrediti vrijeme potrebno za prenos objekata sa web servera u slučaju:

- neperzistentnog HTTP-a
- perzistentnog HTTP-a bez *pipelining*-a
- perzistentnog HTTP-a sa *pipelining*-om

Rešenje:

a)



$$t_{uk} = 8RTT + t_{prenI} + 2t_{prenA} + t_{prenV} + 12t_{prenK} = 16t_{prop} + \frac{L_I}{R} + 2\frac{L_A}{R} + \frac{L_V}{R} + 12\frac{L_K}{R}$$

$$t_{uk} = 160ms + \frac{1024 \cdot 8b}{100 \cdot 10^6 b/s} + 2 \cdot \frac{0.5 \cdot (1024)^2 \cdot 8b}{100 \cdot 10^6 b/s} + \frac{5 \cdot (1024)^2 \cdot 8b}{100 \cdot 10^6 b/s} + 12 \frac{1024 \cdot 8b}{100 \cdot 10^6 b/s}$$

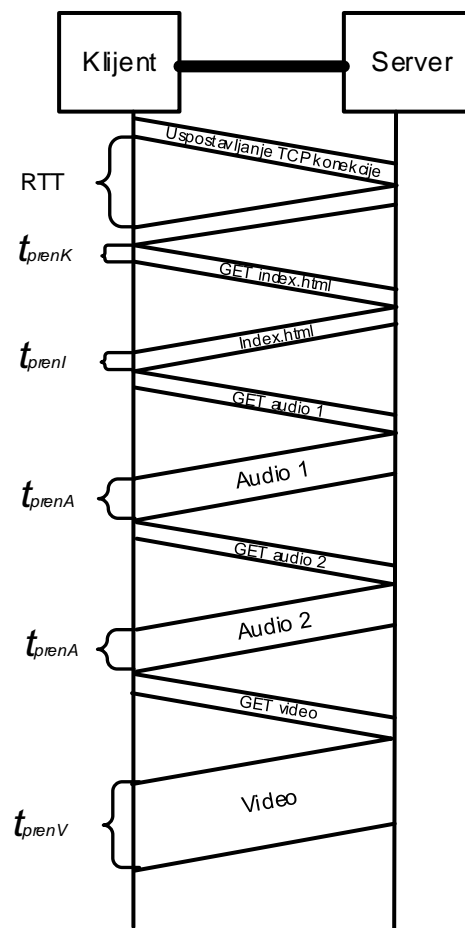
$$t_{uk} = 160ms + 81.92\mu s + 83.88ms + 419.4ms + 0.98ms = 664.342ms$$

b)

$$t_{uk} = 5RTT + t_{prenI} + 2t_{prenA} + t_{prenV} + 6t_{prenK} = 10t_{prop} + \frac{L_I}{R} + 2\frac{L_A}{R} + \frac{L_V}{R} + 6\frac{L_K}{R}$$

$$t_{uk} = 100ms + \frac{1024 \cdot 8b}{100 \cdot 10^6 b/s} + 2 \cdot \frac{0.5 \cdot (1024)^2 \cdot 8b}{100 \cdot 10^6 b/s} + \frac{5 \cdot (1024)^2 \cdot 8b}{100 \cdot 10^6 b/s} + 6 \frac{1024 \cdot 8b}{100 \cdot 10^6 b/s}$$

$$t_{uk} = 100ms + 81.92\mu s + 83.88ms + 419.4ms + 0.491ms = 603.853ms$$

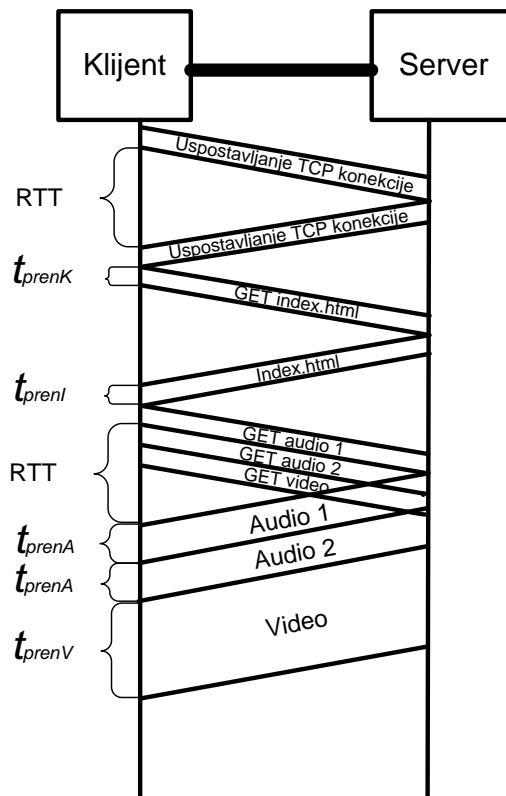


c)

$$t_{uk} = 3RTT + t_{preN} + 2t_{preA} + t_{preV} + 4t_{preK} = 6t_{prop} + \frac{L_I}{R} + 2\frac{L_A}{R} + \frac{L_V}{R} + 4\frac{L_K}{R}$$

$$t_{uk} = 60ms + \frac{1024 \cdot 8b}{100 \cdot 10^6 b/s} + 2 \cdot \frac{0.5 \cdot (1024)^2 \cdot 8b}{100 \cdot 10^6 b/s} + \frac{5 \cdot (1024)^2 \cdot 8b}{100 \cdot 10^6 b/s} + 4 \cdot \frac{1024 \cdot 8b}{100 \cdot 10^6 b/s}$$

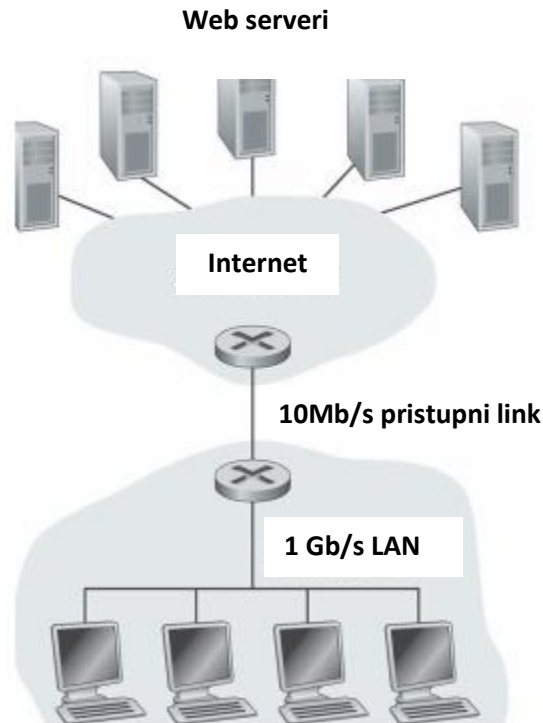
$$t_{uk} = 60ms + 81.92\mu s + 83.88ms + 419.4ms + 0.328ms = 563.69ms$$



3. Kompanijska mreža povezana je na Internet, kao što je prikazano na slici. Pretpostaviti da je proječna veličina objekata koji se prenose od Internet servera do klijenata u kompanijskoj mreži 100000b, a da klijenti šalju ka serverima 20 zahtjeva po sekundi. Takođe, pretpostaviti da je ruteru sa Internet strane pristupnog linka u prosjeku potrebno 2s da proslijedi HTTP zahtjev i dobije odgovor. Kašnjenje koje unosi LAN mreža u prosjeku iznosi 10ms. Za računanje srednjeg kašnjenja na pristupnom linku koristiti formulu  $\Delta / (1 - \Delta\beta)$ , gdje je  $\Delta$  srednje vrijeme prenosa objekta na pristupnom linku, a  $\beta$  je srednja dolazna brzina objekata.

a. Izračunati ukupno srednje vrijeme odziva.

- b. Uz pretpostavku da je u institucionalnoj mreži instaliran proxy server, a da se 40% objekata nalazi na *proxy*-ju, odrediti ukupan intenzitet saobraćaja u LAN mreži, intenzitet saobraćaja na pristupnom linku, kao i ukupno vrijeme odziva.



Rešenje:

a)

$$t_{uk} = t_{LAN} + t_{Pristup} + t_{Internet}$$

$$t_{LAN} = 10ms$$

$$t_{Pristup} = \Delta / (1 - \Delta\beta)$$

$$\Delta = \frac{L}{R_{pristup}}$$

$$\Delta = \frac{100000b}{10 \cdot 10^6 b / s} = 10^{-2} s = 0.01s \text{ (po zahtjevu)}$$

$$\beta = 20 \text{ zahtjeva} / s$$

$$t_{Pristup} = \frac{0.01}{1 - 0.01 \cdot 20} s = \frac{0.01}{0.8} s = 0.0125s = 12.5ms$$

$$t_{Internet} = 2s$$

$$t_{uk} = 10ms + 12.5ms + 2s = 2.0225ms$$

b)

$$t_{uk} = 0.4 \cdot t_{LAN} + 0.6 \cdot (t_{LAN} + t_{Pristup} + t_{Internet})$$

$$t_{LAN} = 10ms$$

$$t_{Pristup} = \Delta / (1 - \Delta \cdot \beta_{pristup})$$

$$\Delta = \frac{100000b}{10 \cdot 10^6 b / s} = 10^{-2} s = 0.01s \text{ (po zahtjevu)}$$

$$\beta_{pristup} = 0.6 \cdot 20 \text{ zahtjeva / s} = 12 \text{ zahtjeva / s}$$

$$t_{Pristup} = \frac{0.01}{1 - 0.01 \cdot 12} s = \frac{0.01}{0.88} s = 0.0114s = 11.4ms$$

$$t_{Internet} = 2s$$

$$t_{uk} = 0.4 \cdot 10ms + 0.6 \cdot (10ms + 11.4ms + 2s) = 4ms + 1212.84ms \approx 1.217s$$

 $\rho$  - iskorišćenost

$$\rho_{LAN} = \frac{\beta \cdot L}{R_{LAN}} = \frac{20 \text{ zahtjeva / s} \cdot 100000b / \text{ zahtjevu}}{10^9 b / s} = 0.002 = 0.2\%$$

$$\rho_{pristup} = \frac{\beta_{pristup} \cdot L}{R_{pristup}} = \frac{0.6 \cdot 20 \text{ zahtjeva / s} \cdot 100000b / \text{ zahtjevu}}{10 \cdot 10^6 b / s} = 0.12 = 12\%$$