GitHub repository

A tantárgyhoz kapcsolódó anyagok és példaprogramok elérhetők az alábbi GitHub linken:

https://github.com/zbalogh/oe-internetes-alkalmazasok

A webes kommunikáció fejlődése és modern protokollok működése

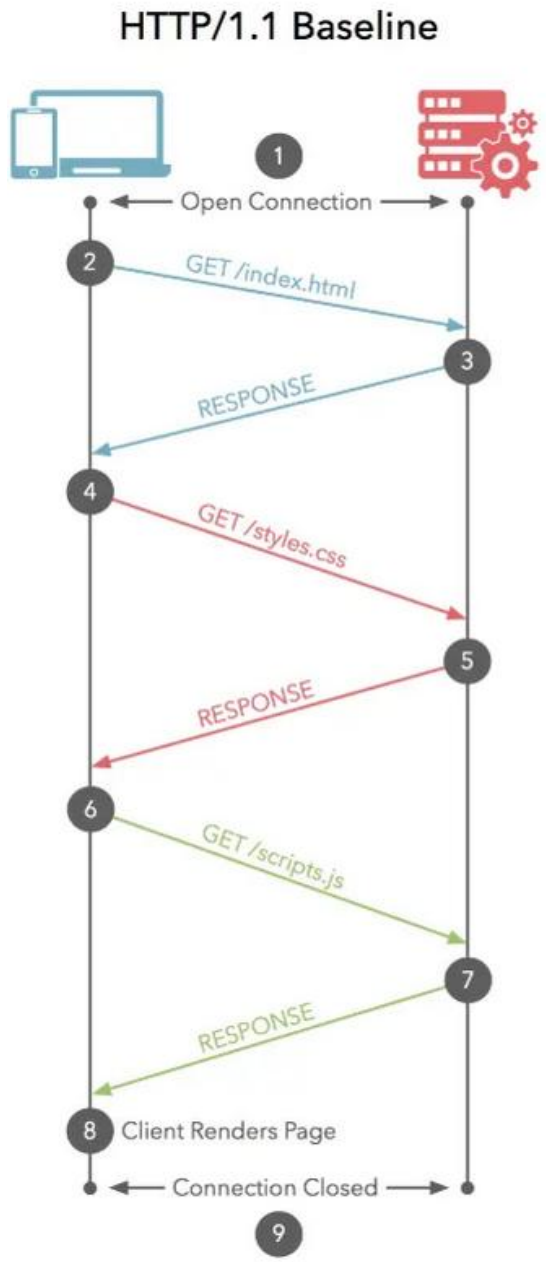
HTTP/1.1 → HTTP/2 → HTTP/3

Miért kellett fejlődni a HTTP-nek?

- Weboldalak **komplexebbé** váltak
- **Sok erőforrás**: JS, CSS, képek, API hívások
- **Mobil kliensek**: nagy késleltetés, instabil hálózat
- HTTP/1.1 eredeti tervezési céljai már nem voltak elegendők

HTTP/1.1 működése röviden

- TCP átviteli protokollra épül
- **Sorrendkényszeres** protokoll
- **Persistent Connections** (Keep-Alive)
- Pipelining (papíron létezett, de gyakorlatban nem használták)
- **Head-of-Line Blocking** (HOL) az alkalmazási rétegben
- 6 kapcsolatos limit böngészőnként egy domain-re (domain sharding)



HTTP/1.1 teljesítménykorlátai

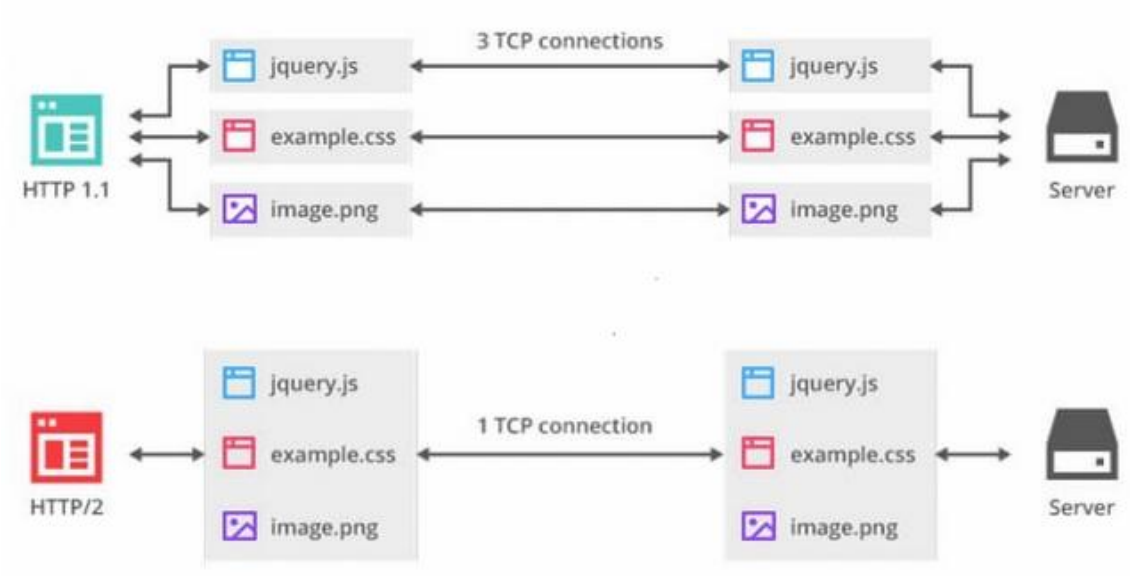
- **Sorrendkényszer** miatt nagyon érzékeny a csomagvesztésre
- **Több TCP kapcsolat** → nagy overhead
- **HOL blocking** problémája nem kerülhető meg
- A protokoll nem tudja priorizálni a kéréseket

Mi hozta el a HTTP/2 fejlesztését?

- A **multiplexing** iránti igény
- Oldalak **komplexitása**
- Gyorsabb oldalbetöltés
- **Kevesebb (egyetlen) TCP** kapcsolat
- Mobil hálózatok megjelenése
- SPDY („speedy”) Google kisérleti protokollja alapozta meg

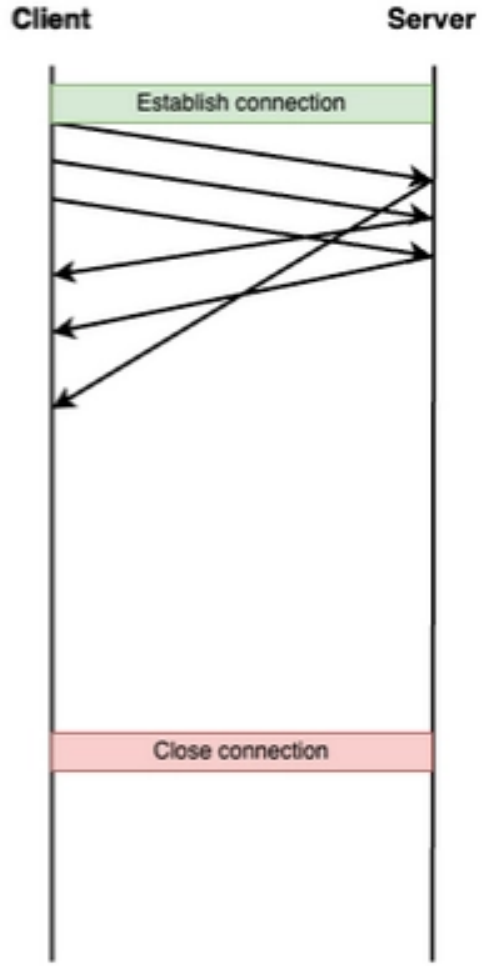
HTTP/2: Bináris protokoll

- A HTTP/2 **bináris** protokoll
- Kérések és válaszok **keretekre** (**frames**) oszlanak
- **Stream** alapú kommunikáció
- Külön stream-ek **egyetlen TCP** kapcsolaton

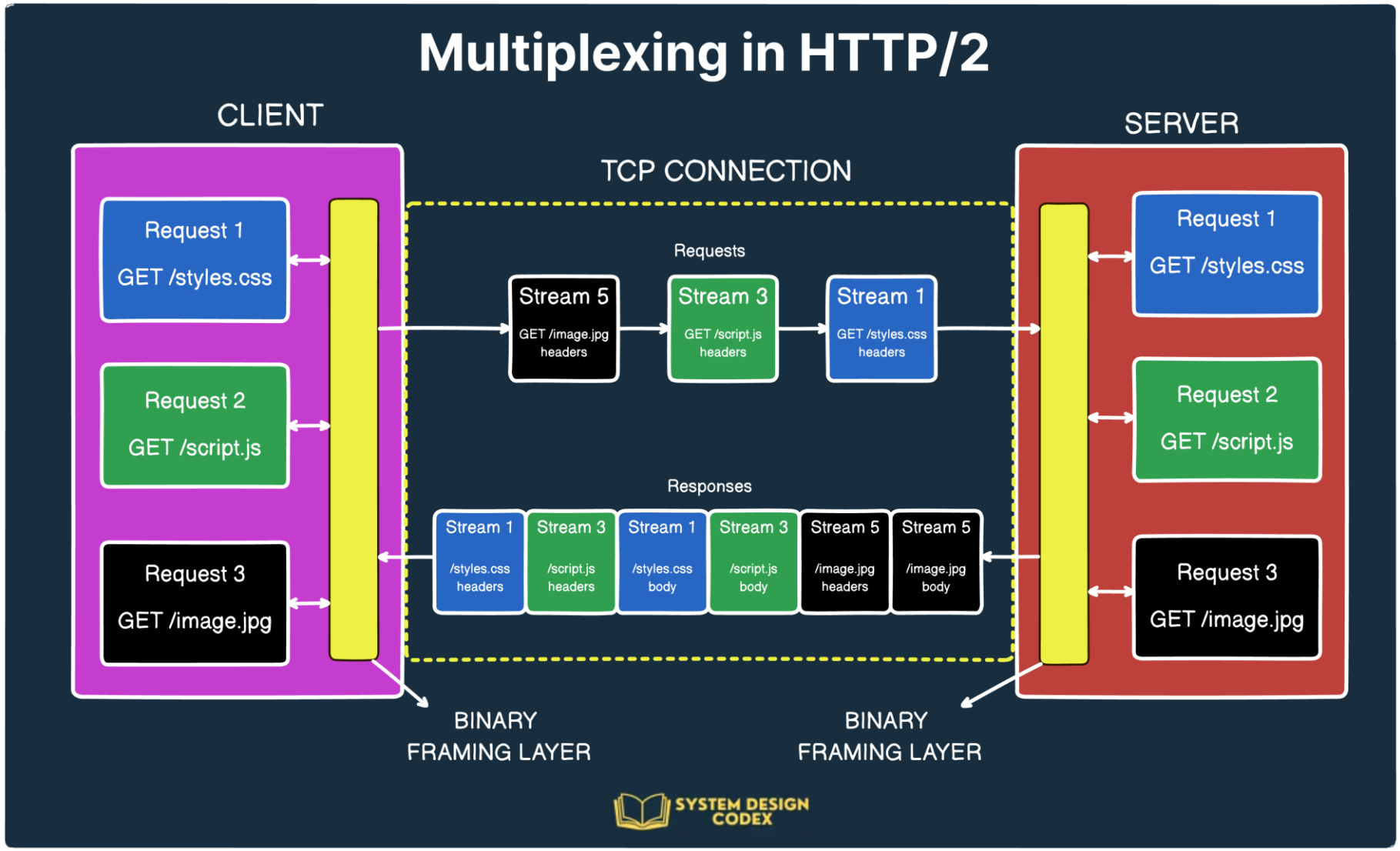


HTTP/2 Multiplexing

- **Több kérés és válasz** párhuzamosan
- A böngésző **nem blokkolódik**
- **Megszűnik a HOL blocking** a HTTP protokoll szinten
- Nincs szükség több TCP kapcsolatra
- **Egy TCP kapcsolat**, sok stream
- Minden stream kap egy azonosítót (Stream ID)



HTTP/2.0
Multiplexing


Multiplexing in HTTP/2
CLIENT
SERVER
TCP CONNECTION
Request 1
GET /styles.css
Request 2
GET /script.js
Request 3
GET /image.jpg
Requests
Stream 5
GET /image.jpg
headers
Stream 3
GET /script.js
headers
Stream 1
GET /styles.css
headers
Responses
Stream 1
/styles.css
headers
Stream 3
/script.js
headers
Stream 1
/styles.css
body
Stream 3
/script.js
body
Stream 5
/image.jpg
headers
Stream 5
/image.jpg
body
Request 1
GET /styles.css
Request 2
GET /script.js
Request 3
GET /image.jpg
BINARY
FRAMING LAYER
BINARY
FRAMING LAYER
SYSTEM DESIGN
CODEX

HTTP/2 egyéb újdonságai

- **HPACK**: Header Compression
- HPACK **tömöríti a fejléceket**, ezáltal jelentős sávszélességcsökkenés
- **Stream priorítások**: böngésző közölheti, mi fontosabb
- **Server Push**: előre küldött erőforrások

HTTP/2 hátránya: TCP HOL blocking

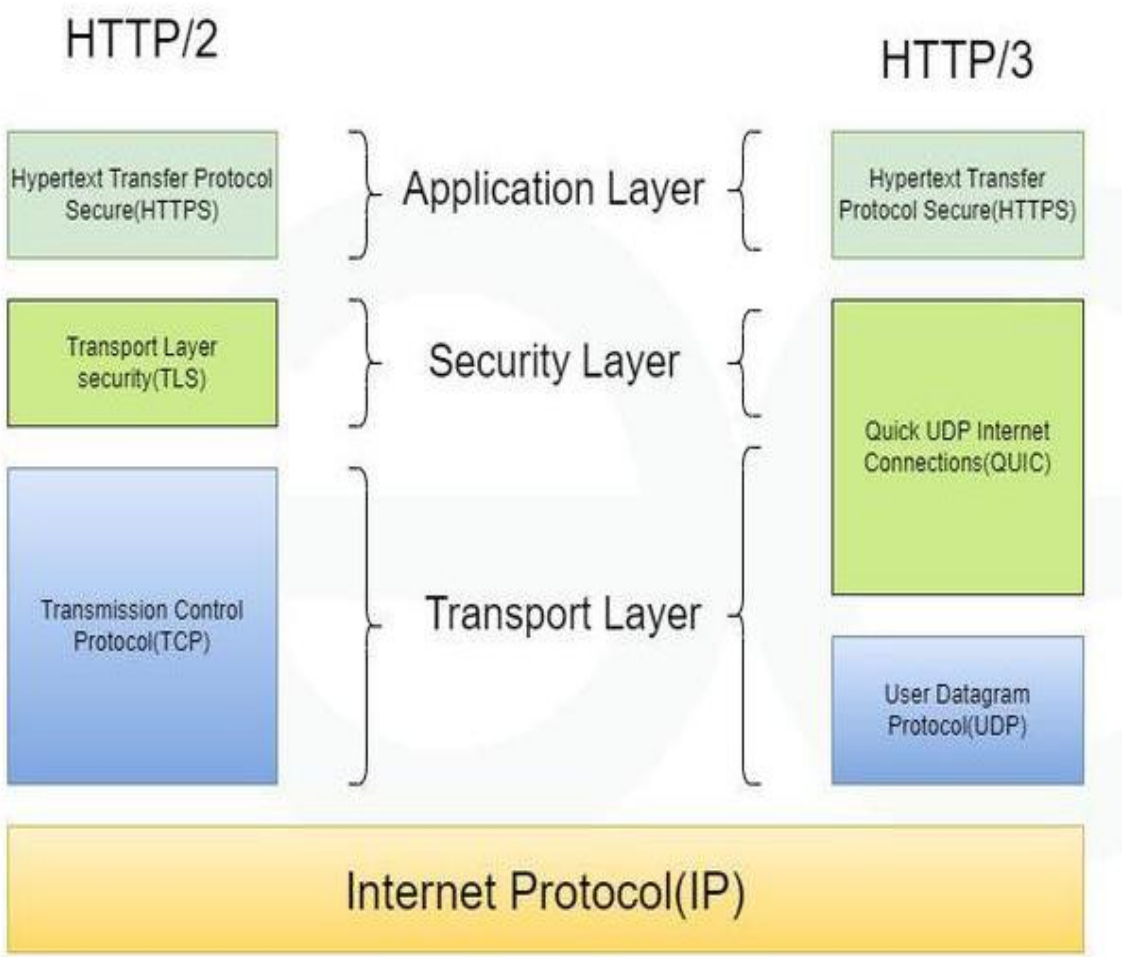
- A HTTP-szintű HOL blocking ugyan megszűnt
- De a **TCP-szintű HOL** még mindig fennáll
- **Csomagvesztés** továbbra is lassítja az egész kapcsolatot
- Egy elveszett csomag → minden stream lassul

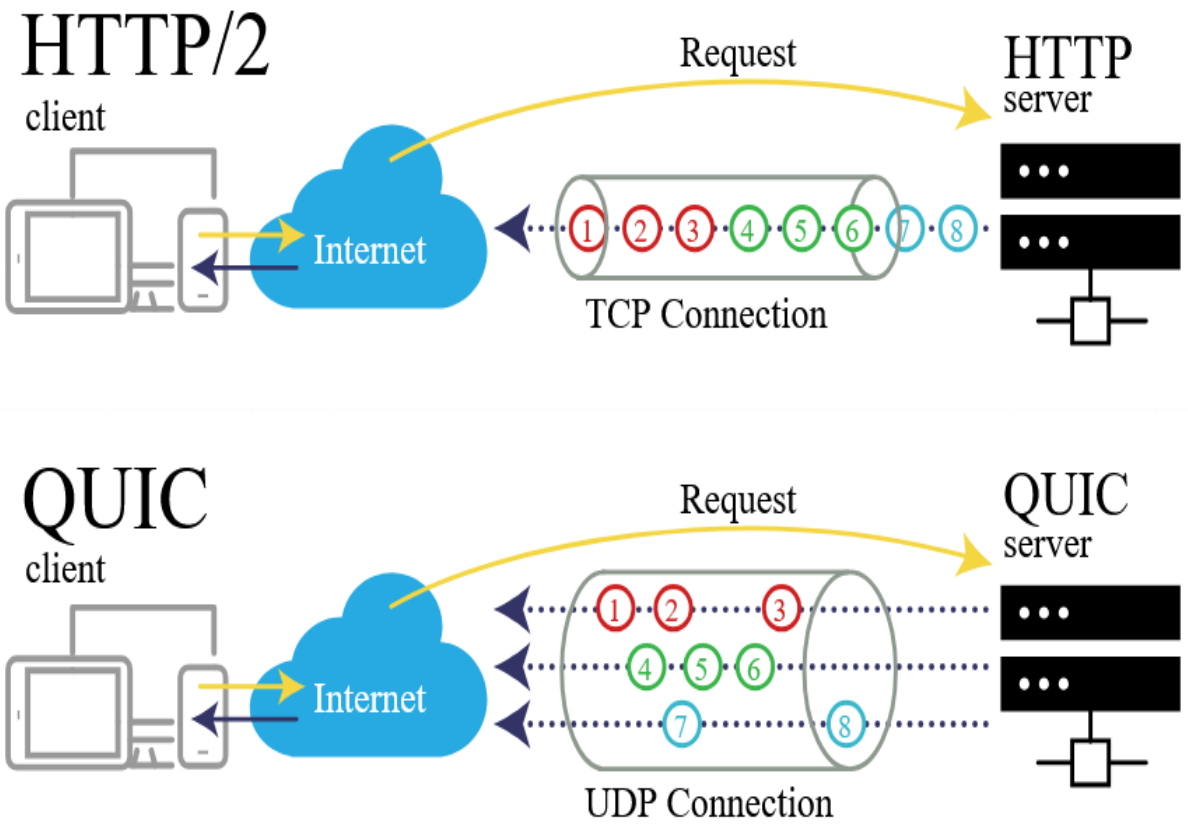
HTTP/3 és a QUIC protokoll

- **UDP** alapú protokoll, ami csak „hordozó”
- Google fejlesztése
- **QUIC („quick”)**: User-space (alkalmazás rétegbeli) implementáció
- **Beépített titkosítás** (TLS 1.3), ami kötelező
- **Multiplexing** és **streaming** támogatása
- QUIC saját bináris transport protokoll, stream alapú átvitel

HTTP/3: QUIC felett

- HTTP/3 = HTTP/2 továbbfejlesztett framing
- Minden **stream** külön kezelhető és **független**
- **Nincs TCP-level HOL blocking**
- HOL blocking teljes megszüntetése
- Csomagvesztés csak az adott streamre hat
- QPACK: Header Compression


HTTP/2
HTTP/3
Hypertext Transfer Protocol Secure(HTTPS)
Application Layer
Hypertext Transfer Protocol Secure(HTTPS)
Transport Layer security(TLS)
Security Layer
Quick UDP Internet Connections(QUIC)
Transmission Control Protocol(TCP)
Transport Layer
User Datagram Protocol(UDP)
Internet Protocol(IP)


HTTP/2
client
Request
HTTP
server
Internet
1
2
3
4
5
6
7
8
TCP Connection
QUIC
client
Request
QUIC
server
Internet
1
2
3
4
5
6
7
8
UDP Connection

HTTP/3: Válasz a modern web problémáira

- Egymástól **független** és **párhuzamos stream-ek**
- **Gyors** kapcsolatfelépítés
- **Kevesebb round-trip**: Nincs külön TCP handshake és TLS handshake
- **Stabil** teljesítmény
- Még **gyorsabb** működés mobil hálózaton

Összehasonlítás: HTTP/1.1 vs HTTP/2 vs HTTP/3

Tulajdonság	HTTP/1.1	HTTP/2	HTTP/3
Transport	TCP	TCP	UDP + QUIC
Multiplexing	Nincs	Van	Valódi, full-duplex
HOL Blocking	Nagyon nagy	Részben	Gyakorlatilag nincs
Header Compression	Nincs	HPACK	QPACK
Titkosítás	Opcionális	Opcionális	Mindig (beépített)
Prioritás	Nincs	Van	Van

Hol tart ma a HTTP/3 elterjedtsége?

- Google, Facebook, YouTube, Cloudflare → teljes támogatás
- Böngészők: Chrome, Firefox, Edge, Safari támogatják
- Lassú, de stabil terjedés jellemzi

Összefoglalás

- **HTTP/1.1** – soros, lassú, sok TCP kapcsolat
- **HTTP/2** – multiplexing, gyorsabb, de TCP-limitációkkal
- **HTTP/3** – QUIC alapú, UDP felett, modern, gyors, a jövő szabványa