QUIC alapú szállítási réteg-mechanizmus forgalmi tulajdonságai

Prof. Dr. Gál Zoltán
Debreceni Egyetem Informatikai Kar

HUNOG_2 Konferencia
Inárcs
2024. október 9-10.

DEBRECENI EGYETEM

INFORMATIKAI KAR

Tartalom

1. QUIC (Quick UDP Internet Connections) mechanizmus dióhéjban
2. QUIC forgalom mérések és teljesítmény tapasztalások
3. QUIC szolgáltatások a jelenlegi gyakorlatban
4. QUIC demó

1. QUIC (Quick UDP Internet Connections) mechanizmus dióhéjban

► **Történet:**

- 2013. jún. Google, „ Experimenting with QUIC”
- 2017. aug. Google, SIGCOMM előadás

The QUIC Transport Protocol: Design and Internet-Scale Deployment

Adam Langley, Alistair Riddoch, Alyssa Wilk, Antonio Vicente, Charles Krasic, Dan Zhang, Fan Yang, Fedor Kouranov, Ian Swett, Janardhan Iyengar, Jeff Bailey, Jeremy Dorfman, Jim Roskind, Joanna Kulik, Patrik Westin, Raman Tenneti, Robbie Shade, Ryan Hamilton, Victor Vasiliev, Wan-Teh Chang, Zhongyi Shi *
Google
quic-sigcomm@google.com

ABSTRACT

We present our experience with QUIC, an encrypted, multiplexed, and low-latency transport protocol designed from the ground up to improve transport performance for HTTPS traffic and to enable rapid deployment and continued evolution of transport mechanisms. QUIC has been globally deployed at Google on thousands of servers and is used to serve traffic to a range of clients including a widely-used web browser (Chrome) and a popular mobile video streaming app (YouTube). We estimate that 7% of Internet traffic is now QUIC. We describe our motivations for developing a new transport, the principles that guided our design, the Internet-scale process that we used to perform iterative experiments on QUIC, performance improvements seen by our various services, and our experience deploying QUIC globally. We also share lessons about transport design and the Internet ecosystem that we learned from our deployment.

CCS CONCEPTS

• **Networks** → **Network protocol design**; **Transport protocols**; *Cross-layer protocols*;

ACM Reference format:
Adam Langley, Alistair Riddoch, Alyssa Wilk, Antonio Vicente, Charles Krasic, Dan Zhang, Fan Yang, Fedor Kouranov, Ian Swett, Janardhan Iyengar, Jeff Bailey, Jeremy Dorfman, Jim Roskind, Joanna Kulik, Patrik Westin, Raman Tenneti, Robbie Shade, Ryan Hamilton, Victor Vasiliev, Wan-Teh Chang, Zhongyi Shi . 2017. The QUIC Transport Protocol: Design and Internet-Scale Deployment. In *Proceedings of SIGCOMM '17, Los Angeles, CA, USA, August 21-25, 2017,* 14 pages.
https://doi.org/10.1145/3098822.3098842

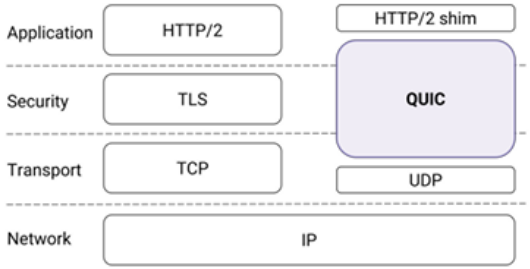


Figure 1: QUIC in the traditional HTTPS stack.

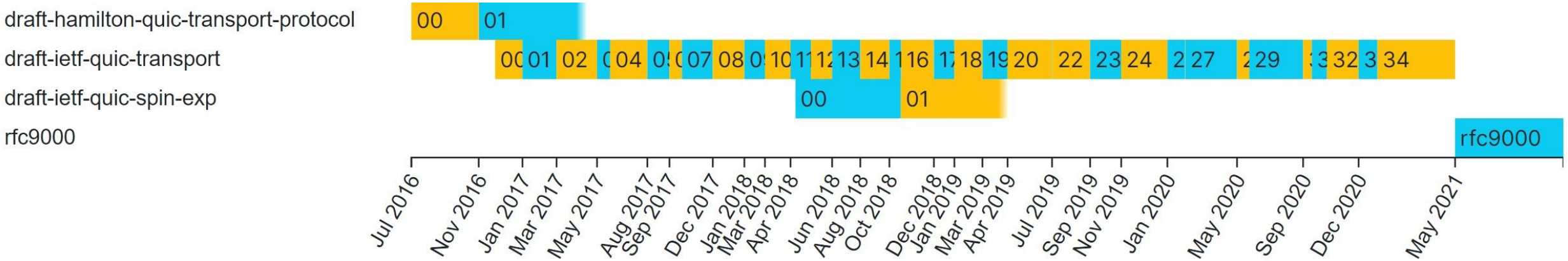
TCP (Figure 1). We developed QUIC as a user-space transport with UDP as a substrate. Building QUIC in user-space facilitated its deployment as part of various applications and enabled iterative changes to occur at application update timescales. The use of UDP allows QUIC packets to traverse middleboxes. QUIC is an encrypted transport: packets are authenticated and encrypted, preventing modification and limiting ossification of the protocol by middleboxes. QUIC uses a cryptographic handshake that minimizes handshake latency for most connections by using known server credentials on repeat connections and by removing redundant handshake-overhead at multiple layers in the network stack. QUIC eliminates head-of-line blocking delays by using a lightweight data-structuring abstraction, *streams*, which are multiplexed within a single connection so that loss of a single packet blocks only streams with data in that packet.

On the server-side, our experience comes from deploying QUIC at Google's front-end servers, which collectively handle billions of

1. QUIC (Quick UDP Internet Connections) mechanizmus dióhéjban

► **Történet:**

- 2013. jún. Google, „ Experimenting with QUIC”
- 2014. aug. Net-Dev, Field Trial
- 2016. júl. Draft Hamilton QUIC Transport Protocol
- 2016. nov. Draft IETF QUIC Transport
- 2017. aug. Google, SIGCOMM előadás
- 2018. ápr. Draft IETF QUIC Spin Exp.
- 2021. máj. IETF RFC9000: „QUIC: A UDP-Based Multiplexed and Secure Transport”
- 2022. már. IETF RFC9221: „An Unreliable Datagram Extension to QUIC”
- 2023. máj. IETF RFC9369: „QUIC Version 2”
- …



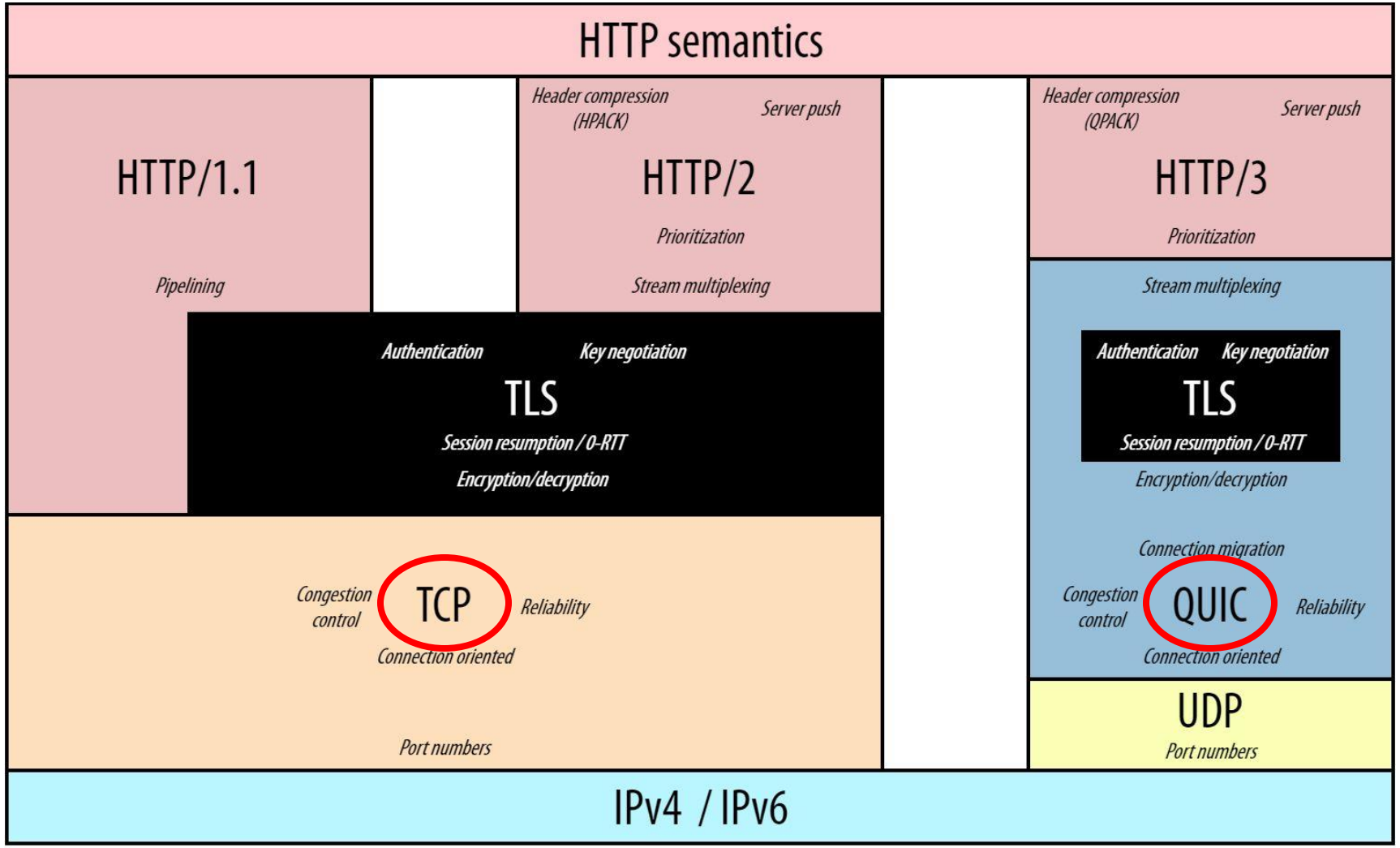
1. QUIC (Quick UDP Internet Connections) mechanizmus dióhéjban

► **Összehasonlítás: TCP, UDP QUIC**

Szempont	TCP	UDP	QUIC
Réteg a TCP/IP modellben	Transzport	Transzport	Transzport
Hely a TCP/IP modellben	IPv4 vagy IPv6 felett	IPv4 vagy IPv6 felett	UDP felett
Kapcsolat típus	Kapcsolatorientált	Kapcsolat nélküli/datagram	Kapcsolatorientált
Kézbesítési sorrend	Kötött	Nem kötött	Stream-ek között: nem kötött Stream-en belül: kötött
Kézbesítési garancia	Van (elveszett szegmens újraküldése)	Nincs	Van (elveszett csomag újraküldése)
Handshake mechanizmus	Nem-kriptografikus	Nincs	Kriptografikus kézfogás
Titkosítás	Nincs	Nincs	Van
Szállított adat azonosítás	Nincs	Nincs	Stream ID-k

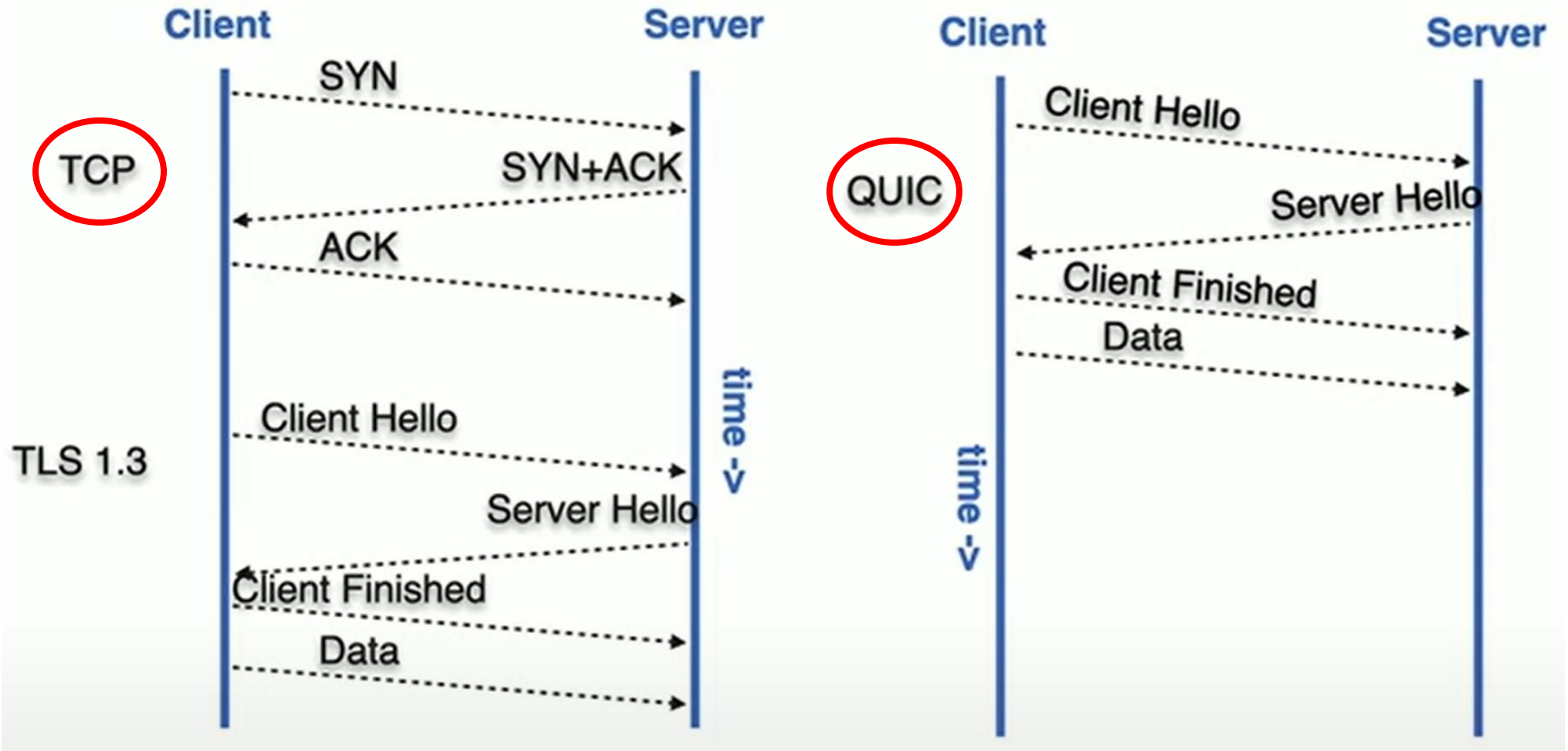
1. QUIC (Quick UDP Internet Connections) mechanizmus dióhéjban

► **Protokoll stack: IP, TLS, QUIC, HTTP**



1. QUIC (Quick UDP Internet Connections) mechanizmus dióhéjban

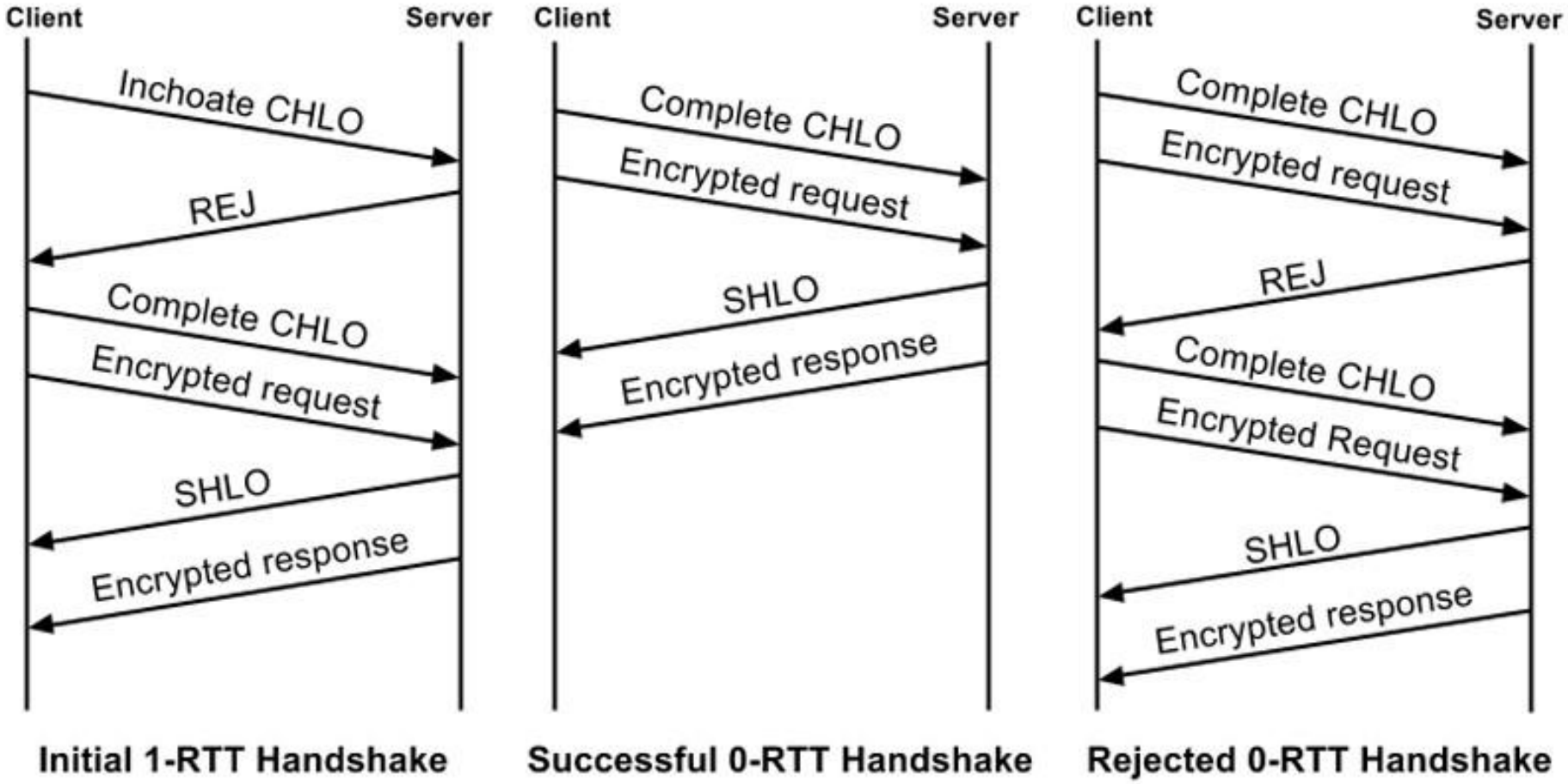
► **Kapcsolat felépítés: TCP vs. QUIC**



1. QUIC (Quick UDP Internet Connections) mechanizmus dióhéjban

► **Kapcsolat felépítés sikeres/sikertelen esetekben: QUIC**

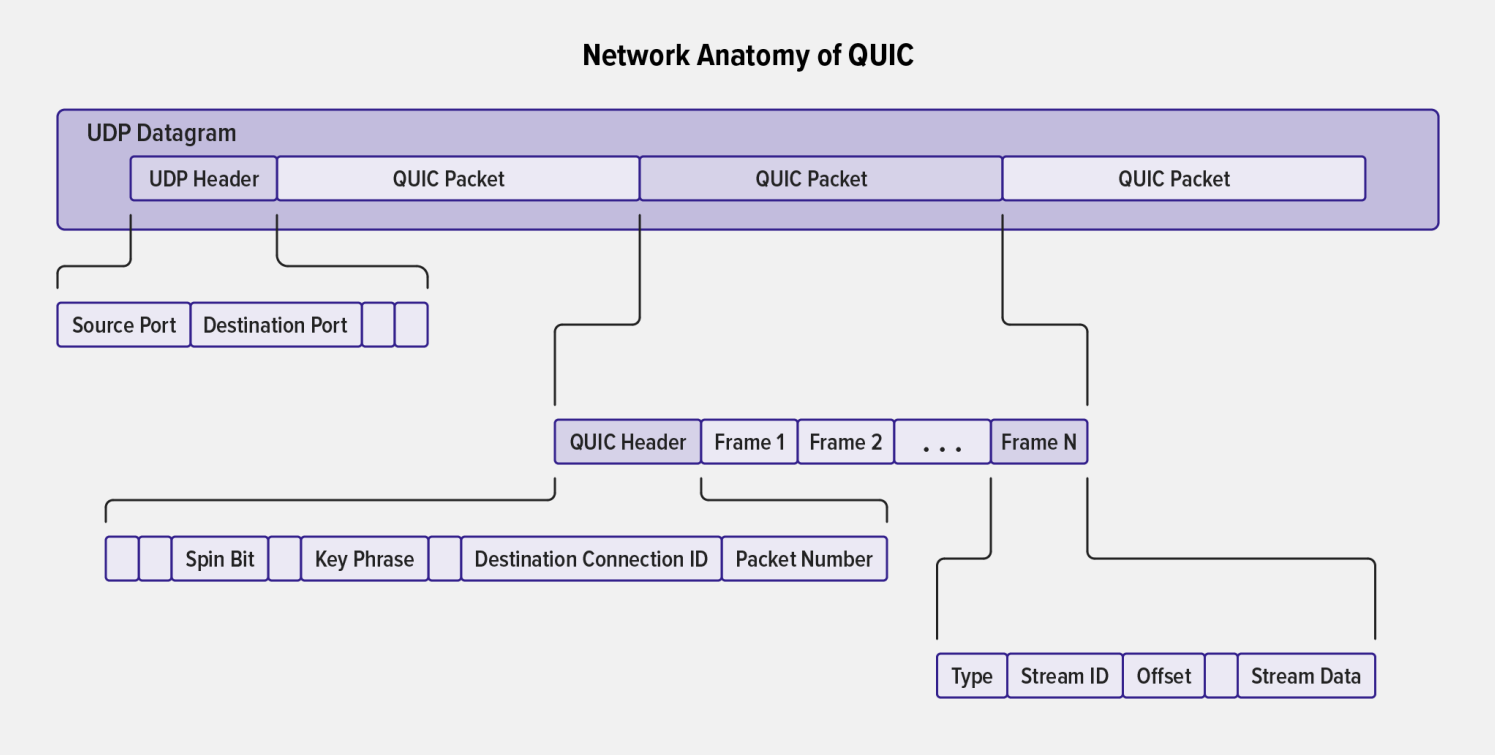
QUIC



1. QUIC (Quick UDP Internet Connections) mechanizmus dióhéjban

► **Csomag szerkezete: QUIC**

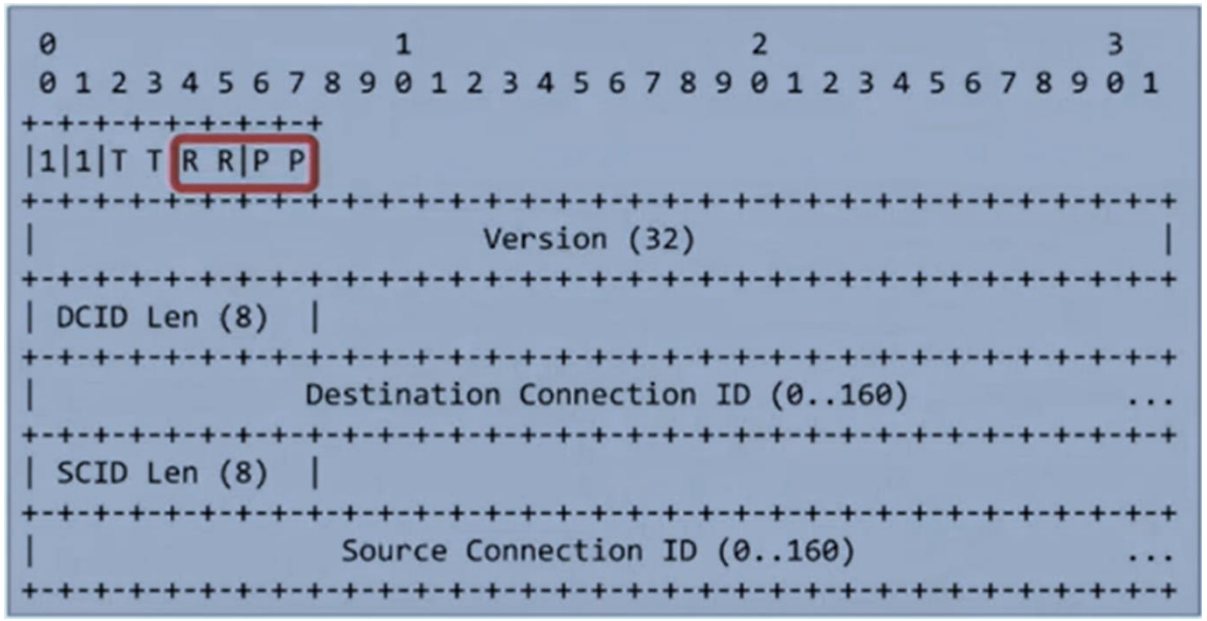
- Header:
  - Long (kapcsolat felépítéshez)
  - Short (adatátvitelhez)
- Frame: adatok tördelve több keretben
- Stream: egyirányú vagy kétirányú adatfolyam
  - 1 session: több független stream
- Connection ID: Source CID, Destination CID
- CID mérete változó: 0, …, 255 bájt
- QUIC kapcsolat csomagok: eltérő CID értékek lehetnek átvitel közben
- Csomag ID: 62 bit, három térben: initial + handshake + application data



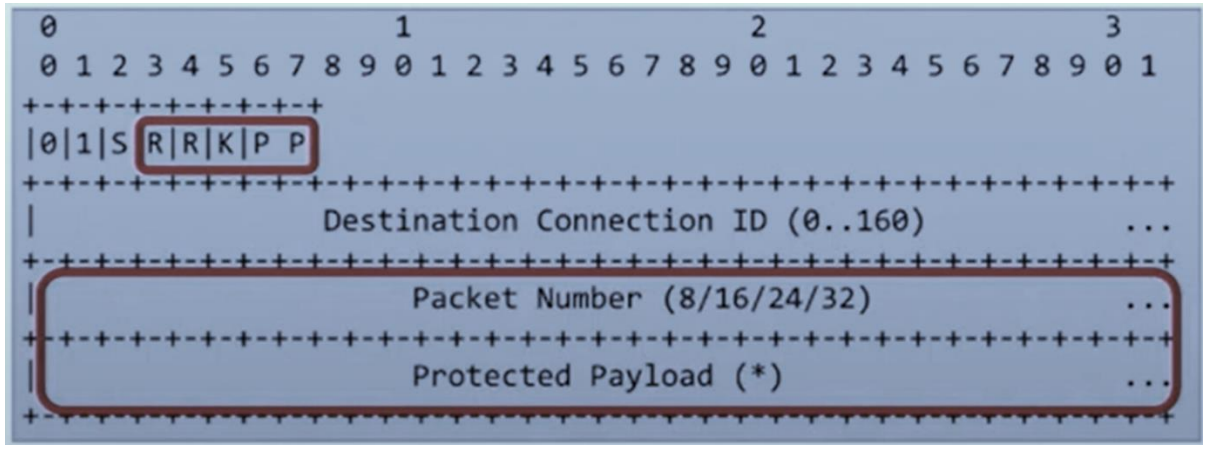
1. QUIC (Quick UDP Internet Connections) mechanizmus dióhéjban

► **Csomag Header változatok felépítése: QUIC**

Long Header



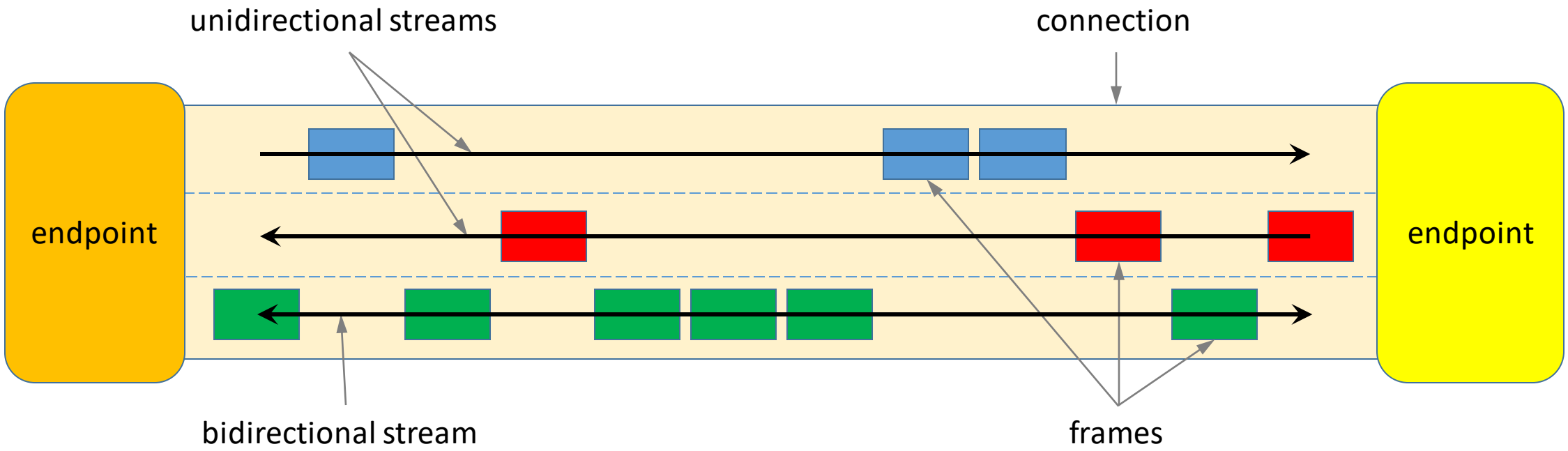
Short Header



1. QUIC (Quick UDP Internet Connections) mechanizmus dióhéjban

► **Stream típusok: QUIC**

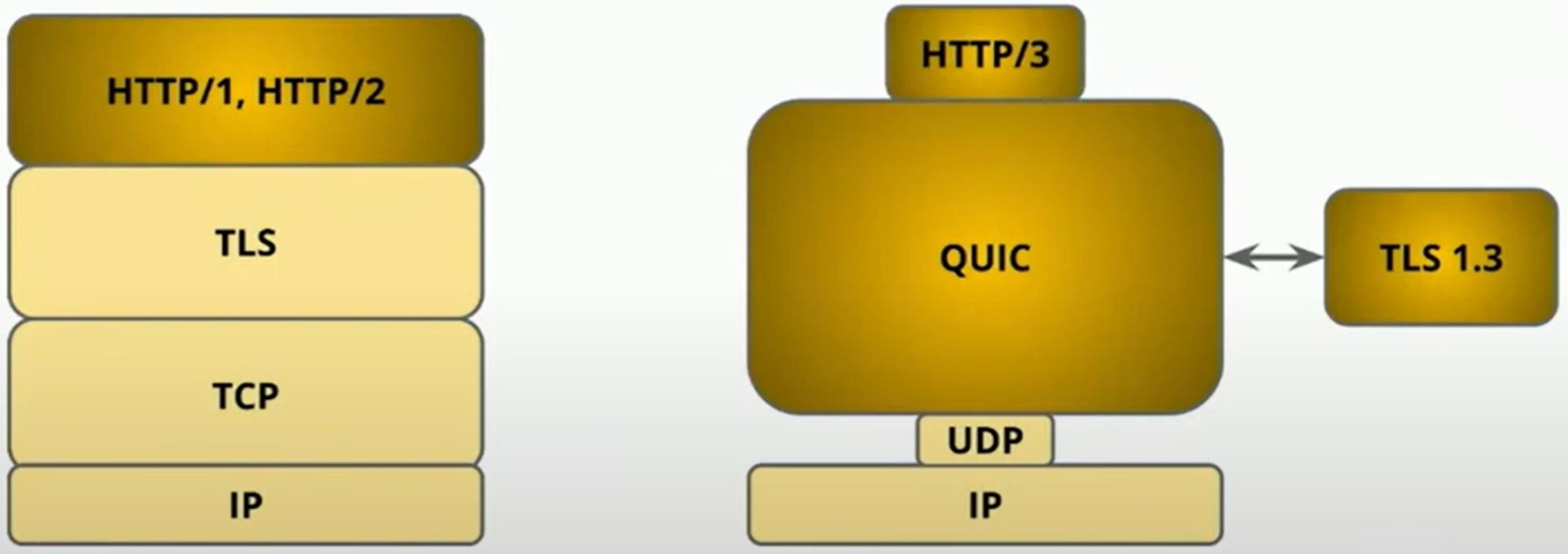
- Stream: keretek sorozata
- Típusok: egyirányú, kétirányú



1. QUIC (Quick UDP Internet Connections) mechanizmus dióhéjban

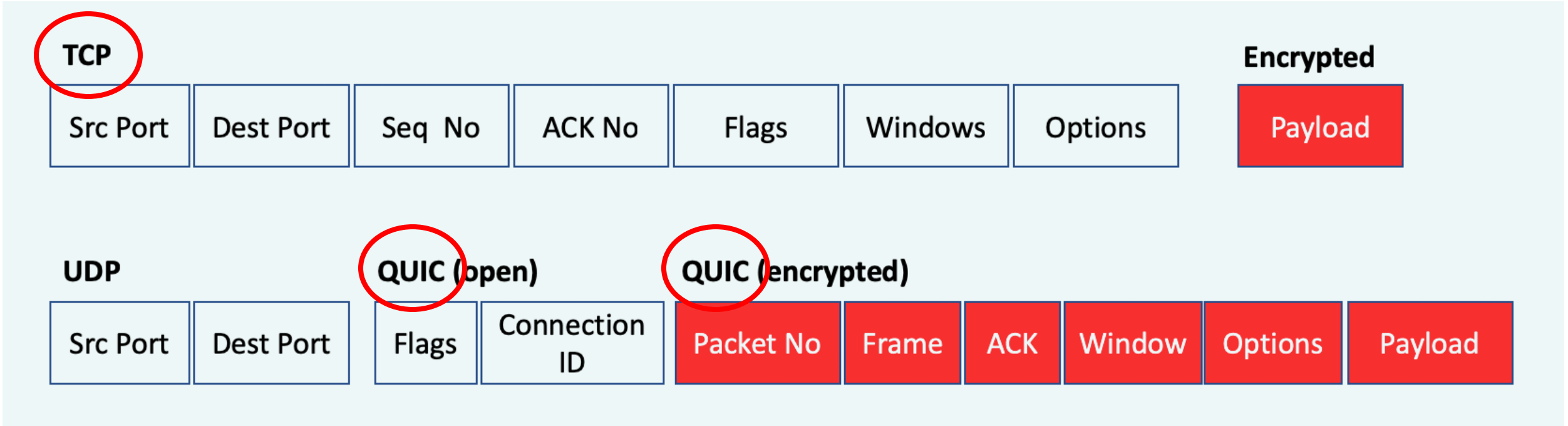
► **Titkosítás: TLS és QUIC**

- Belső titkosítási mechanizmus TLS v1.3 szerint



1. QUIC (Quick UDP Internet Connections) mechanizmus dióhéjban

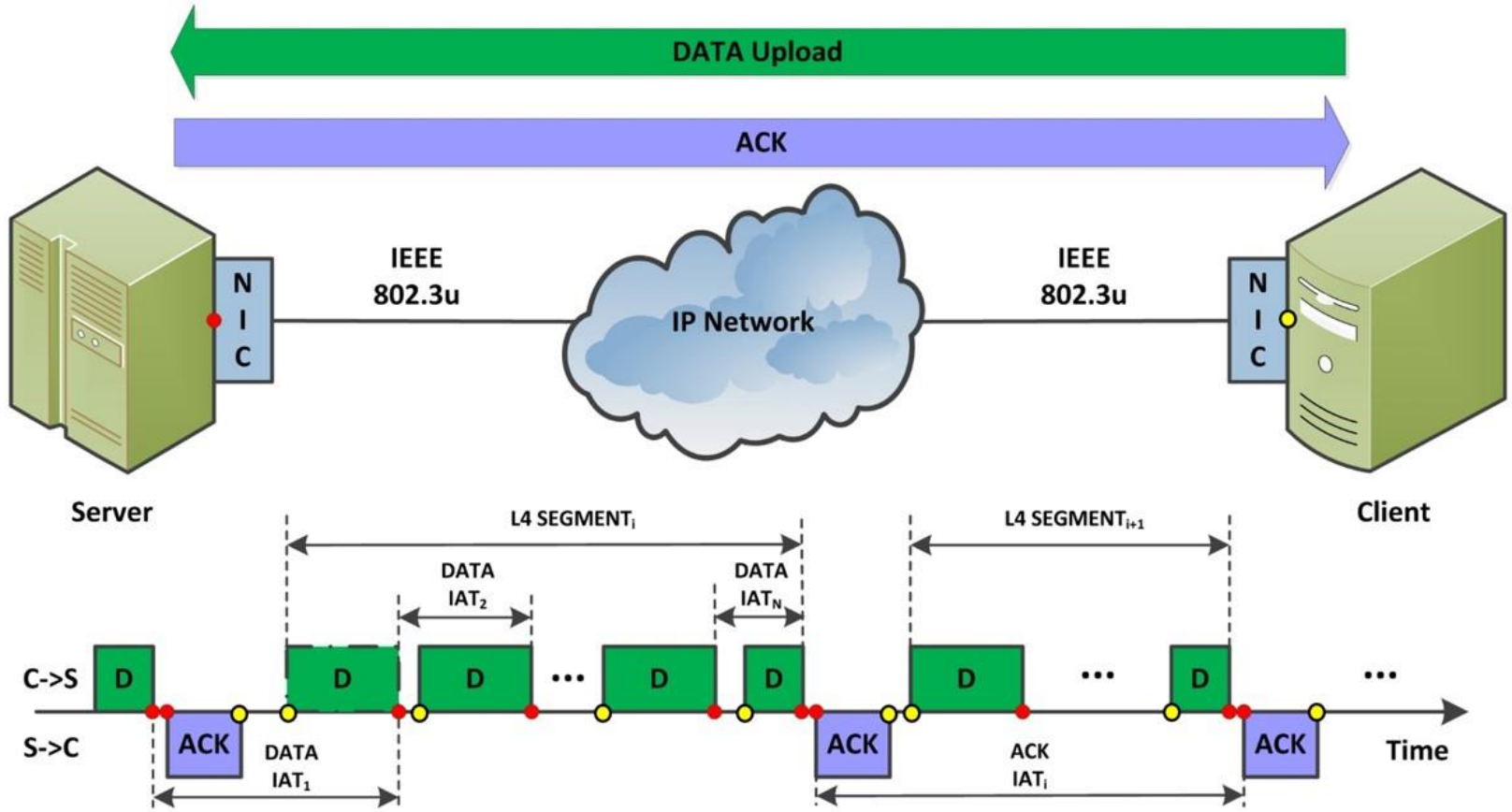
► **Tartalom titkosítás: TCP vs. QUIC**



2. QUIC forgalom mérések és teljesítmény tapasztalások

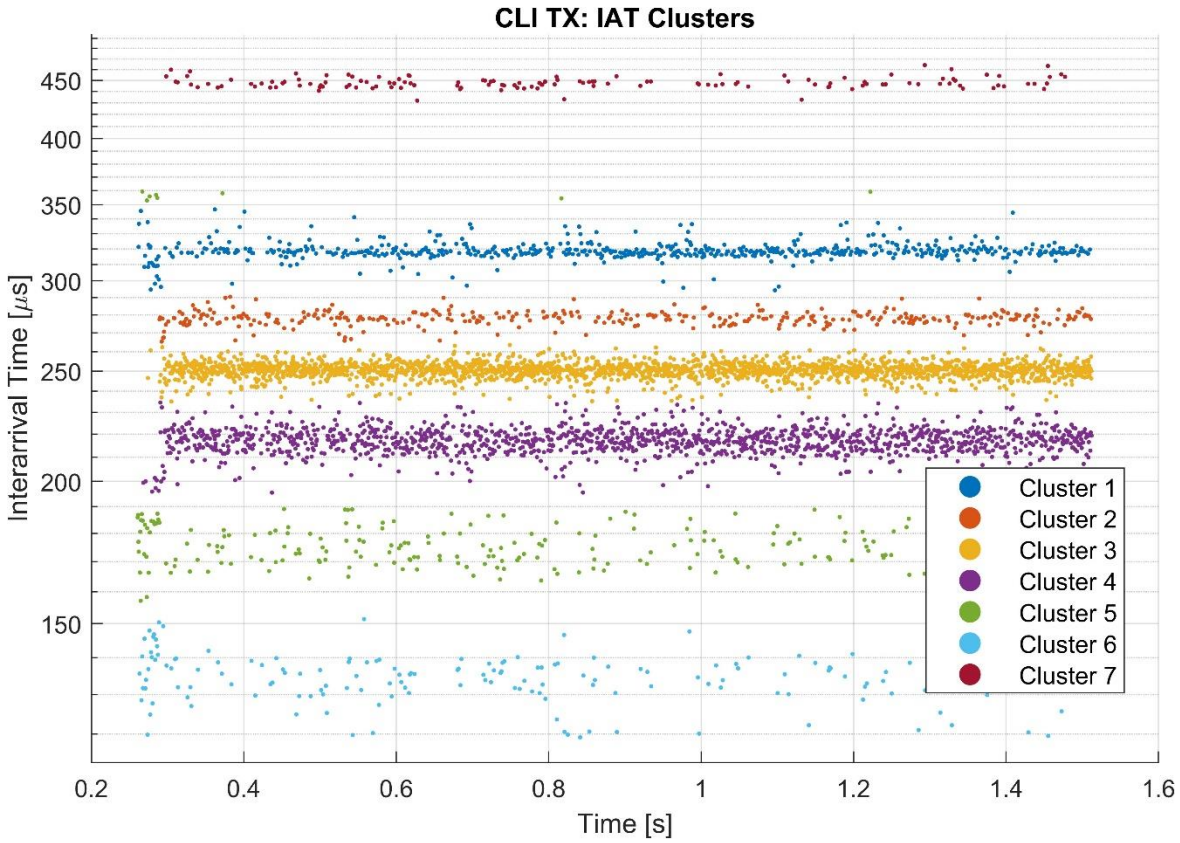
► **Mérési scenárió:**

- QUIC típus: Picoquic (Linux és Windows, de minimális implementáció)
- Kliensről 10 MB-os fájl feltöltése szerverre
- Független paraméterek: MTU, SSize, Bw
- Mért értékek: keretméret, beérkezési idő
- Elemzett mennyiség: beérkezési időköz (IAT)



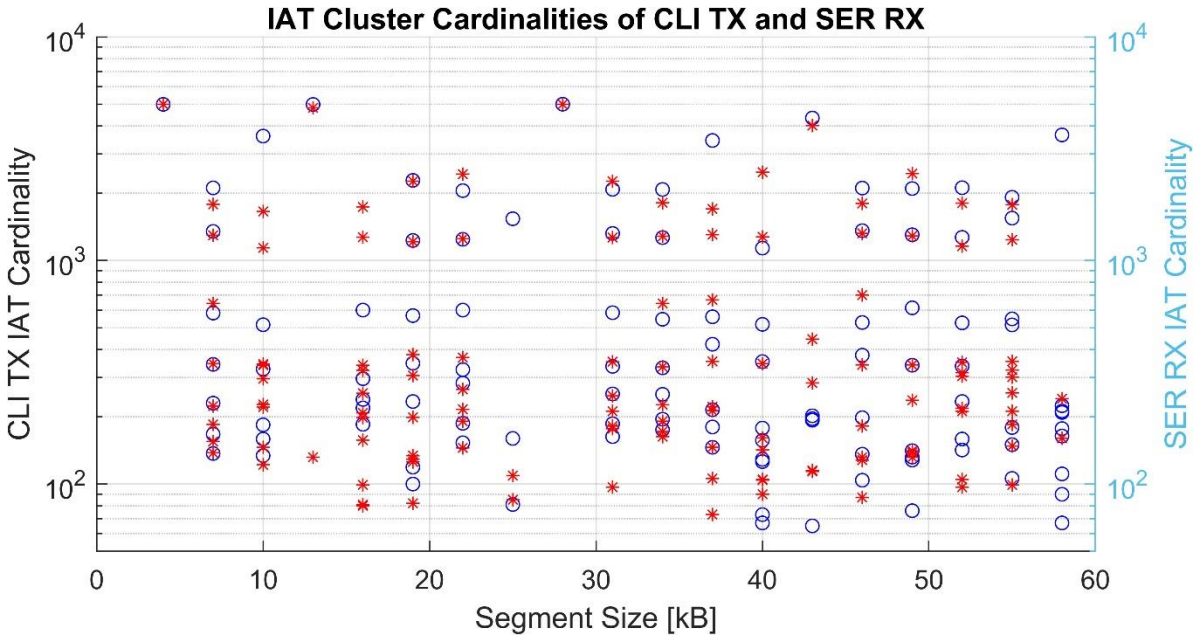
2. QUIC forgalom mérések és teljesítmény tapasztalások

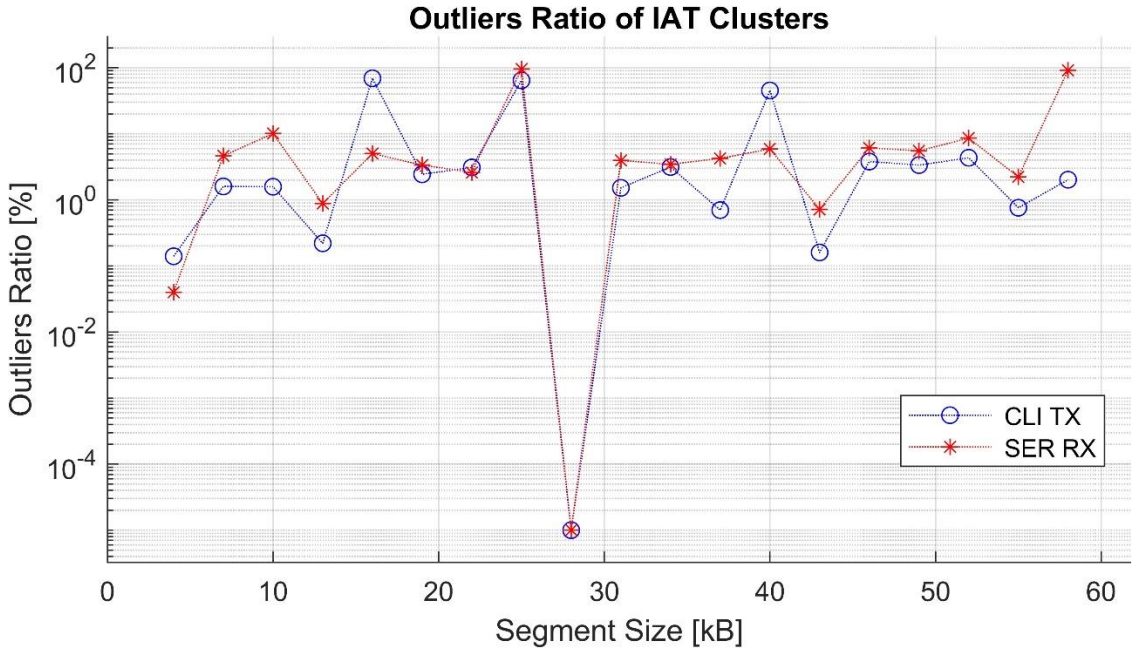
► **Az IAT időközök klaszteresződése, (MTU, Bw, SSize) = (1500 B, 46 %, 7 kB):**



2. QUIC forgalom mérések és teljesítmény tapasztalások

► **Az IAT időközök klaszteresedése (MTU, Bw) = (1500 B, 46 %): kardinalitás, kiugrók**





2. QUIC forgalom mérések és teljesítmény tapasztalások

► Performancia jellemzők (2024): QUIC

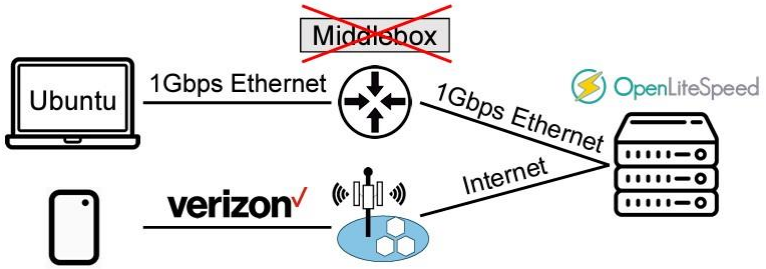
QUIC is not Quick Enough over Fast Internet

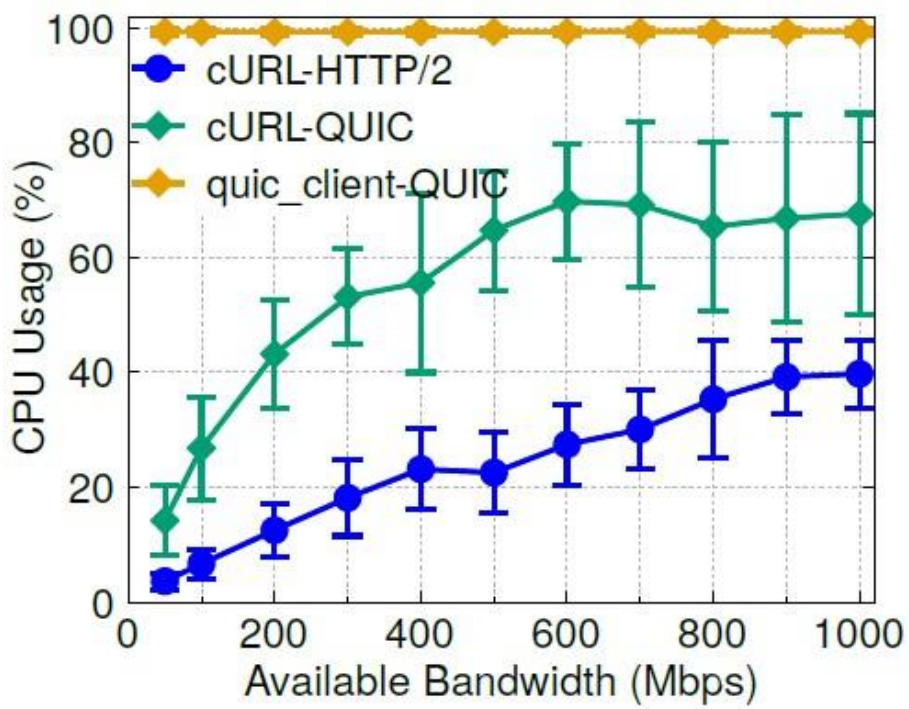
Authors: Xumiao Zhang, Shuowei Jin, Yi He, Ahmad Hassan, Z. Morley Mao, Feng Qian, Zhi-Li Zhang | Authors Info & Claims

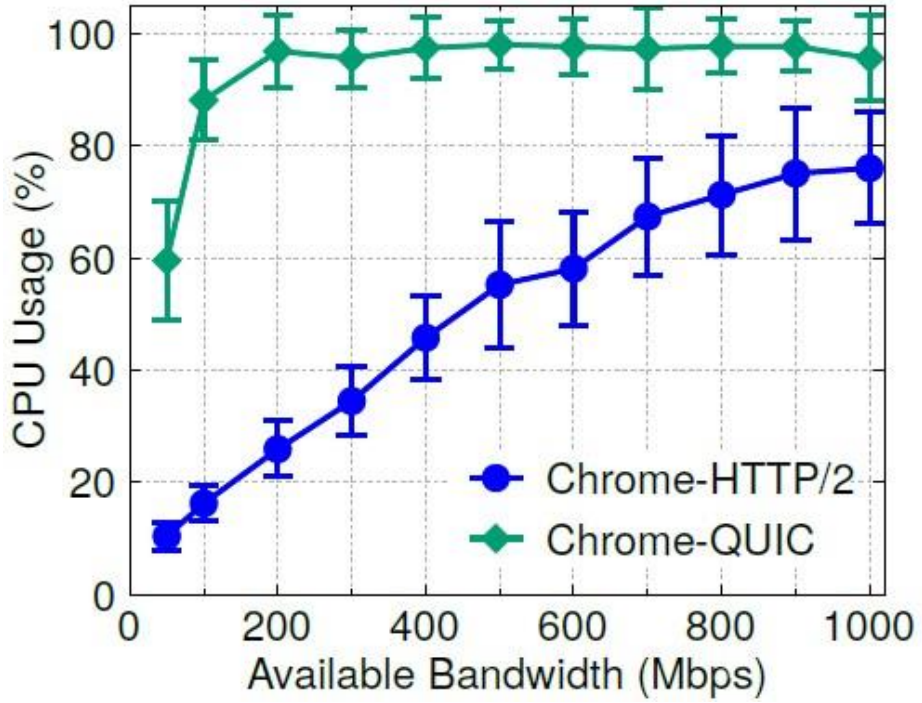
WWW '24: Proceedings of the ACM Web Conference 2024 • Pages 2713 - 2722 • https://doi.org/10.1145/3589334.3645323

Published: 13 May 2024 Publication History

Check for updates

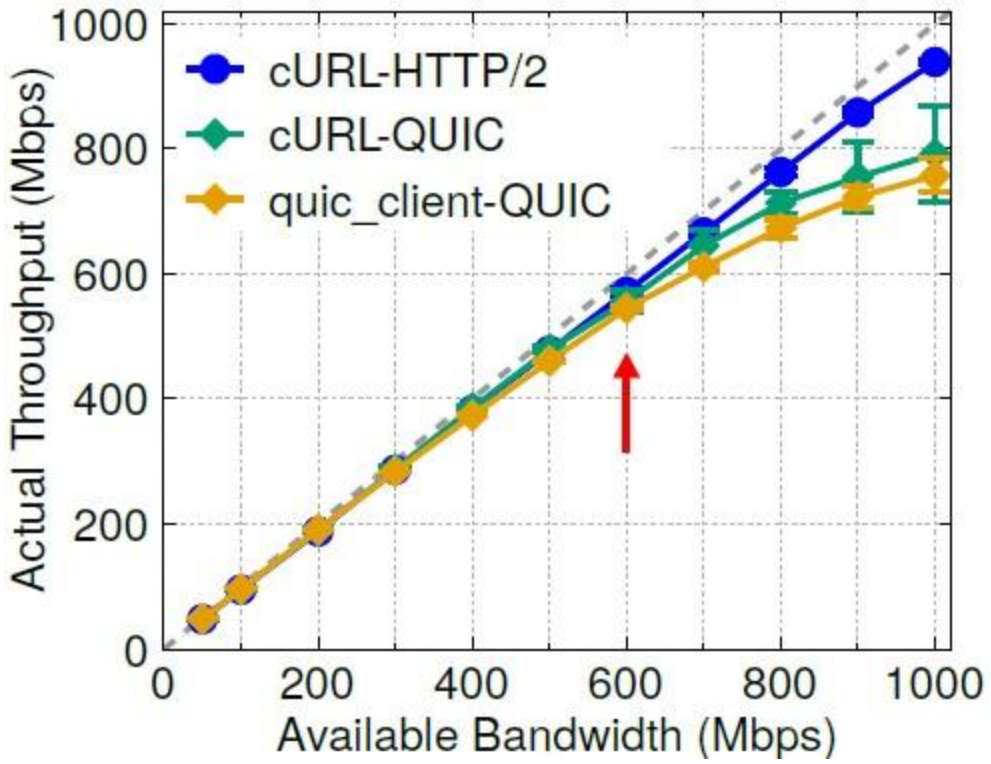


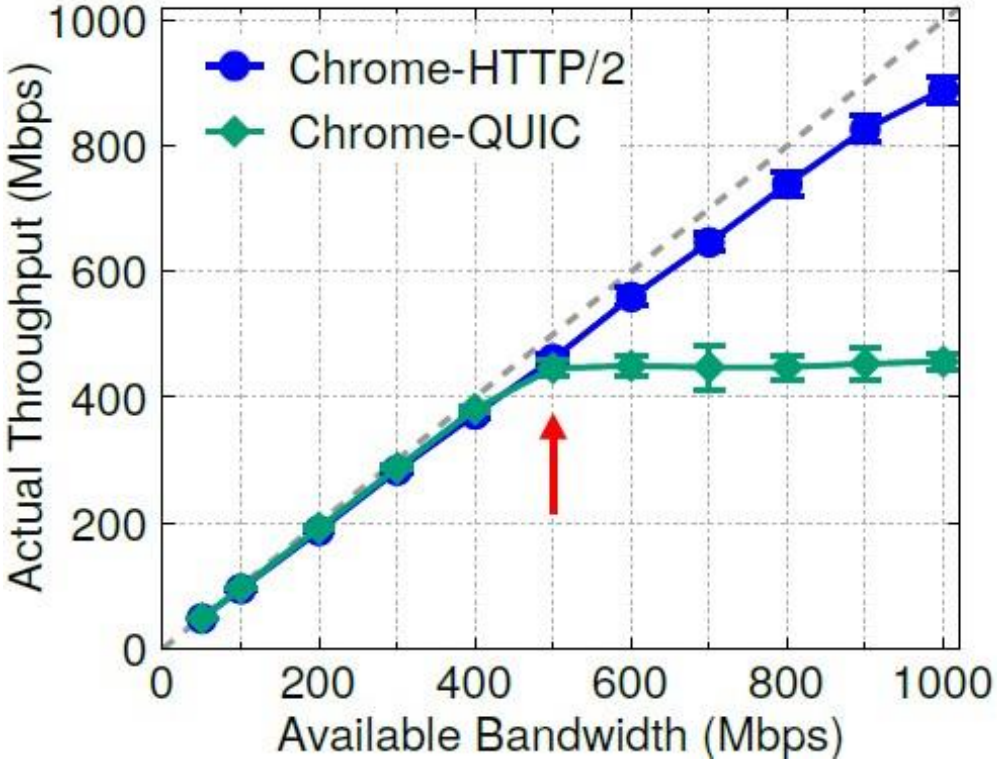




2. QUIC forgalom mérések és teljesítmény tapasztalások

► **Performancia jellemzők (2024): QUIC**

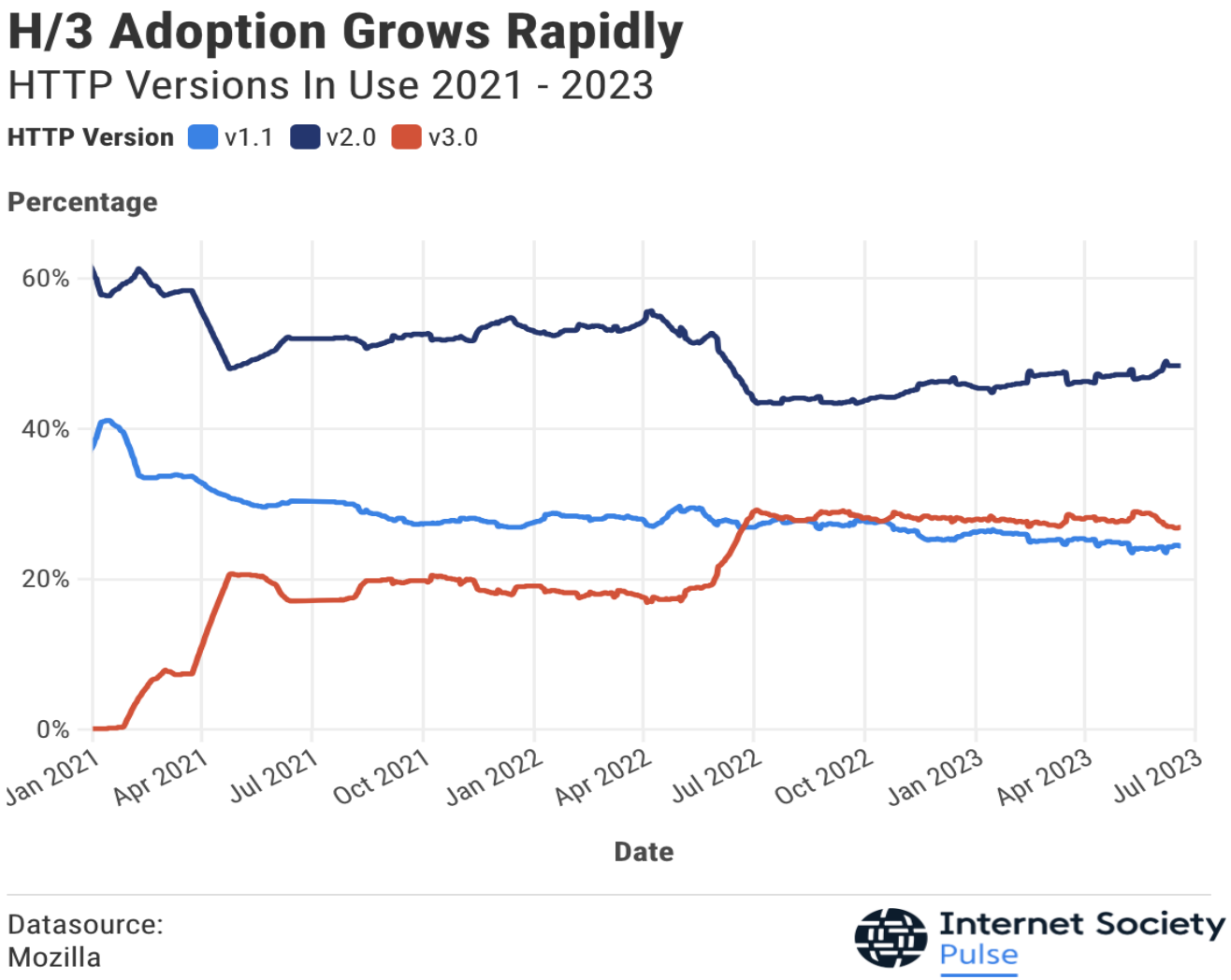




3. QUIC szolgáltatások a jelenlegi gyakorlatban

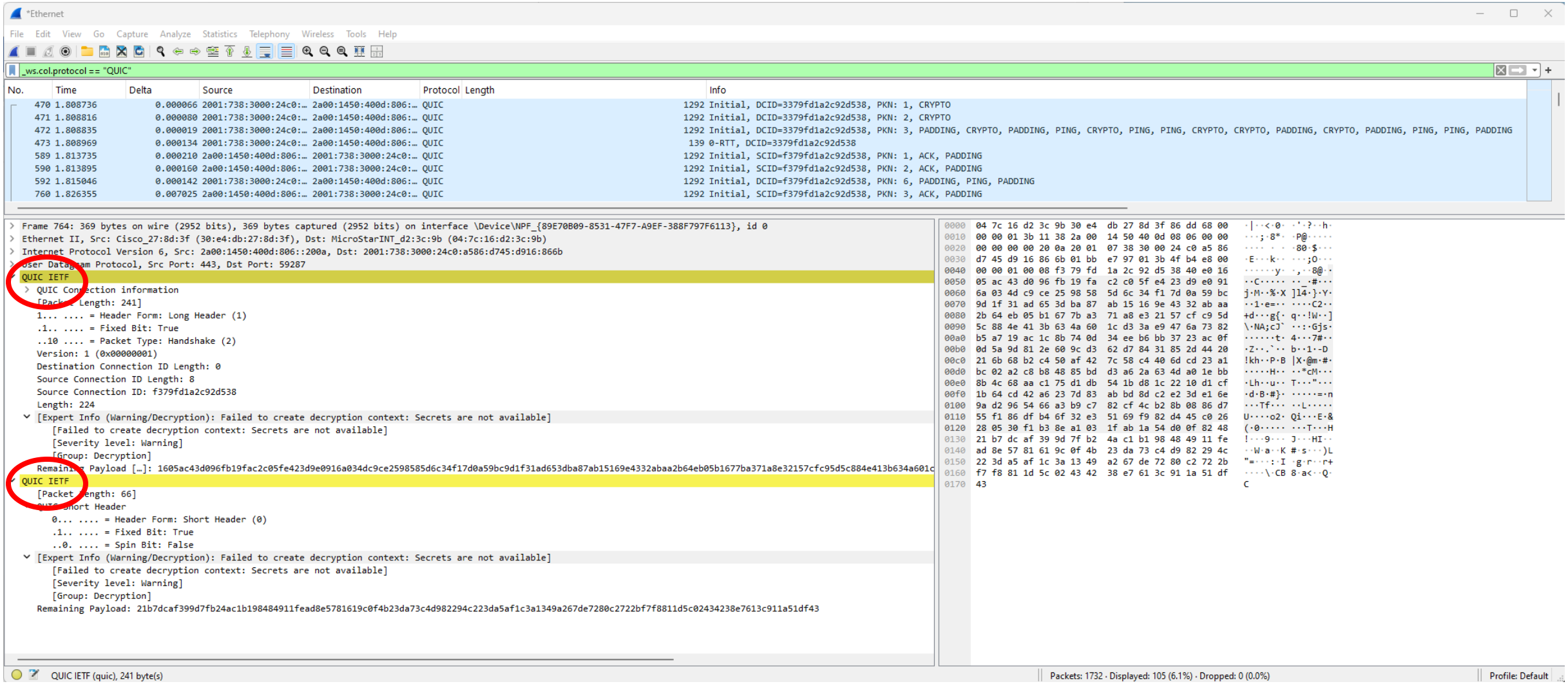
► **Elterjedtség (2024.09.17.): QUIC, HTTP/3**

- Szolgáltatók:
  - Google
  - Youtube
  - Uber
  - Whatsapp
  - Facebook, Messenger
  - Stb. (egyre többen)



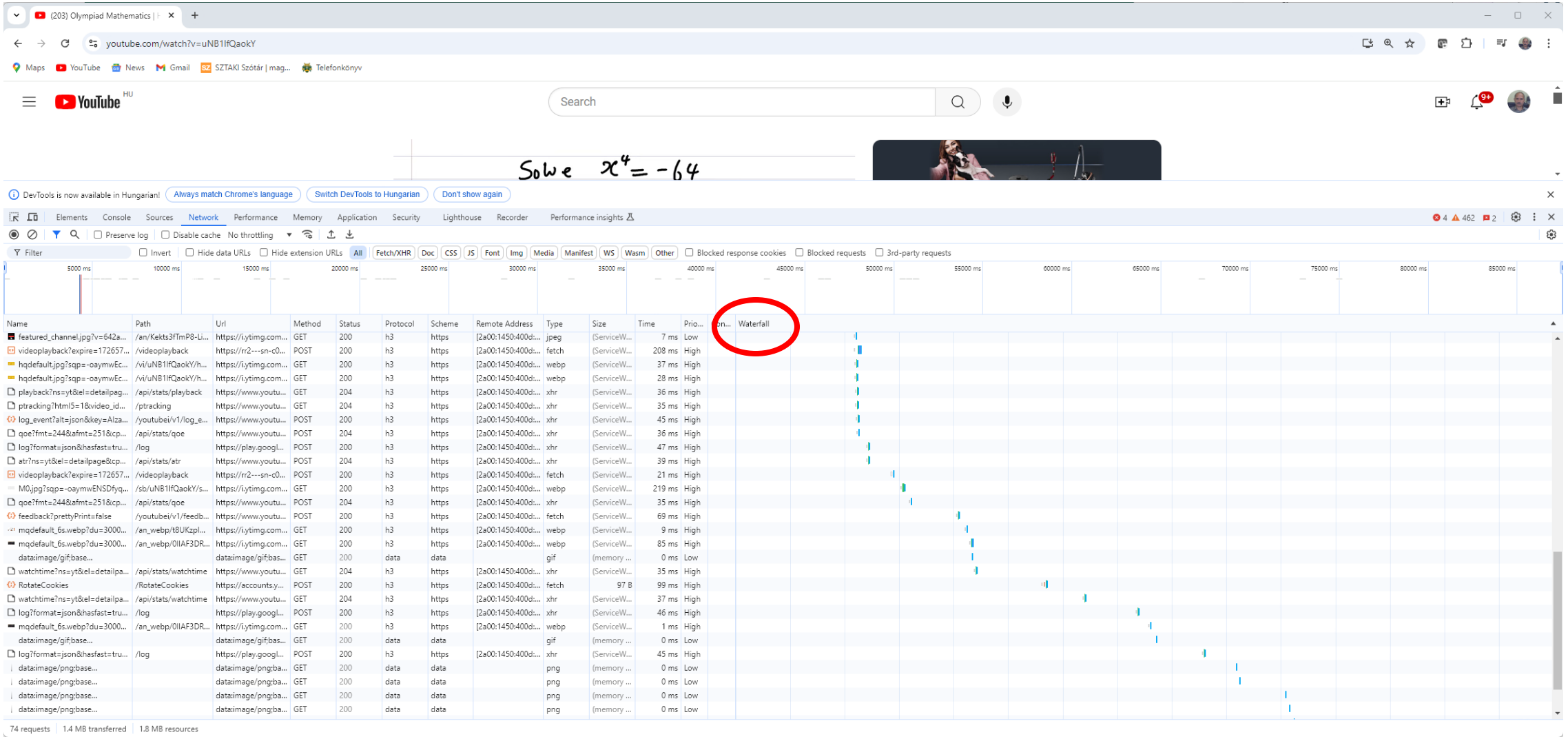
4. QUIC demó

► 1. Wireshark capture: QUIC, HTTP/3



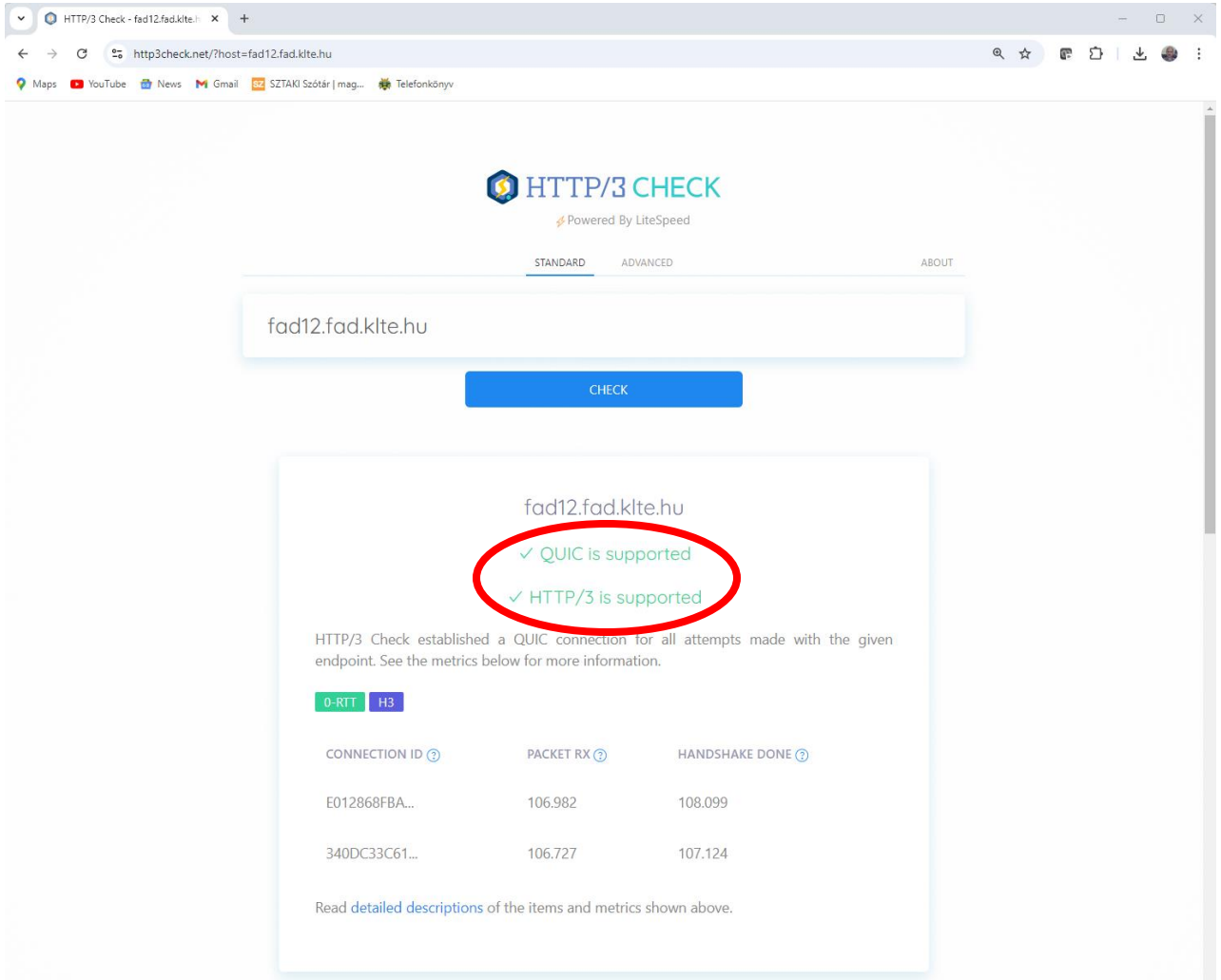
4. QUIC demó

► 2. Chrome waterfall: QUIC, HTTP3



4. QUIC demó

► 3. Web szerver tesztelés: QUIC, HTTP3



QUIC

Köszönöm a figyelmet!

gal.zoltan@inf.unideb.hu

Köszönetnyilvánítás: *Ezt a munkát a Debreceni Egyetem QoS-HPC-IoT Laboratórium támogatta.*