

# Szolgáltatási minőség javítása számítógépes hálózatokban

**ELTE**

Tématerületi Kiválósági Program  
Ipar és Digitalizáció

Alkalmazásiterület-specifikus nagy megbízhatóságú informatikai megoldások



Gombos Gergő, Laki Sándor

ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem, Informatikai Kar

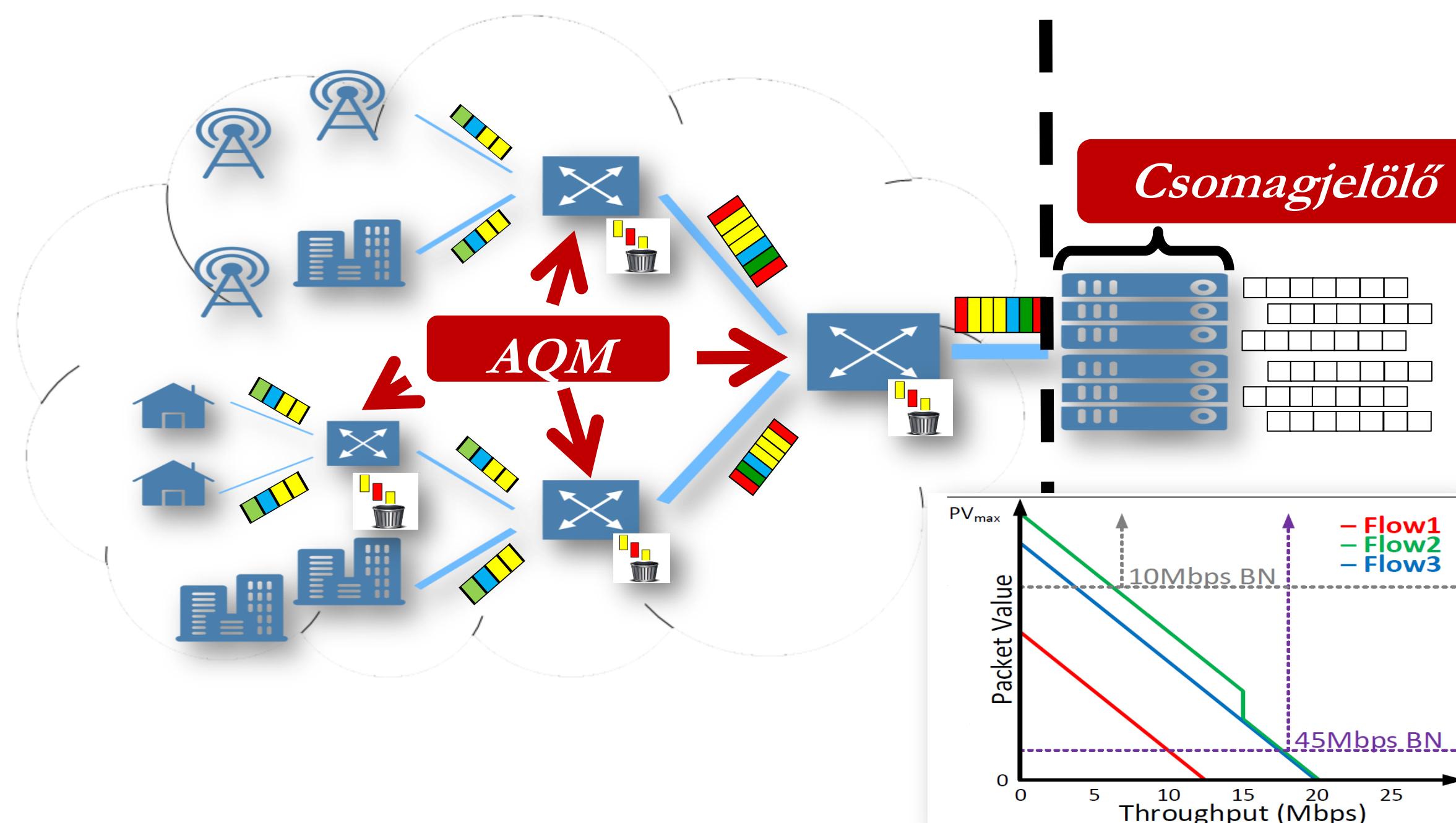
Email: {ggombos, lakis}@inf.elte.hu

## Motiváció

Ha egy hálózati vezetékre nagyobb forgalom érkezik, mint amit az elbír, akkor kénytelenek vagyunk hálózati csomagokat eldobni. Ennek következménye, hogy a forrásoknak újra kell küldeniük az eldobott csomagot, ami rontja az átvitel teljesítményét. A hálózati eszközök várakozási sorokban (a memóriában) tárolják a csomagokat, amíg az erőforrás foglalt. A várakozási sorok hosszának kezelésére az úgynevezett Active Queue Management (AQM) algoritmusok felelnek. Ezek az algoritmusok döntenek el, hogy túlterhelés esetén melyik csomagot dobjuk el.

A Per Packet Value (PPV) [1] egy olyan csomagjelölésre épülő megoldás, amely két komponensből áll:

1. Csomagjelölő: a küldő sebessége és egy függvény alapján egy értéket ad a csomagnak
2. AQM: torlódás esetén a legkisebb értékű csomagot fogja eldobni

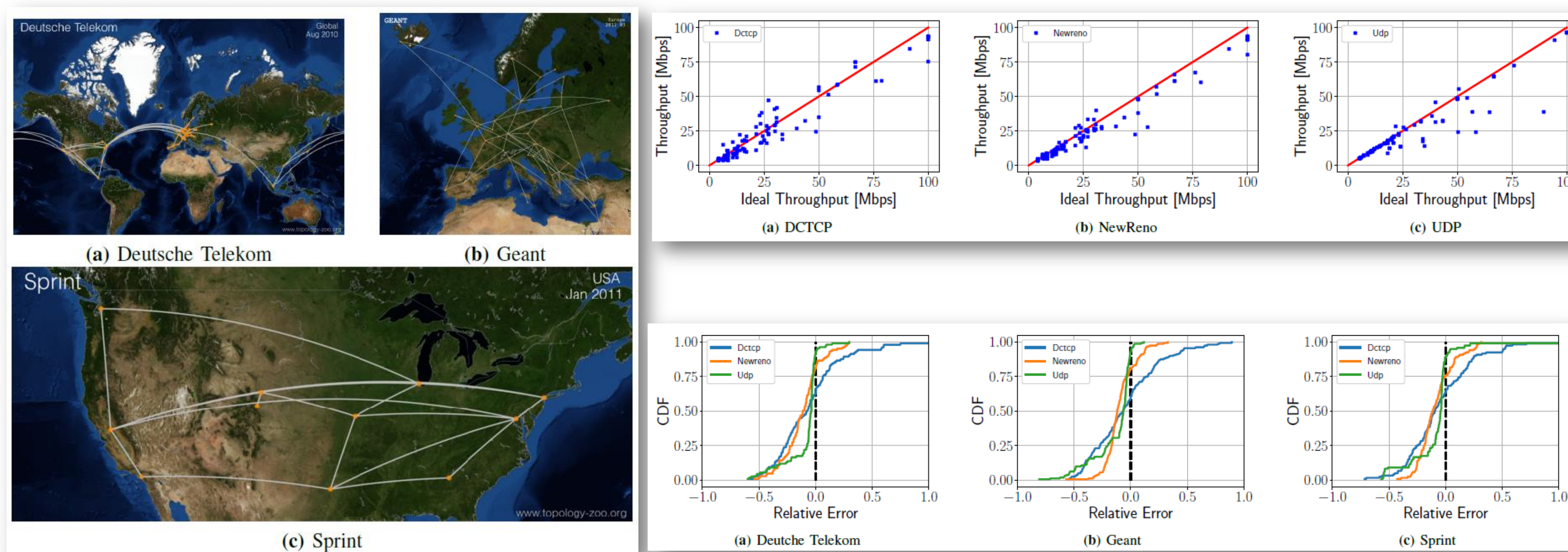


[1] S. Laki et al., "Core-Stateless Forwarding With QoS Revisited: Decoupling Delay and Bandwidth Requirements," in IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 29, no. 2, pp. 503-516, April 2021. (D1 folyóirat)

## PPV alapú erőforrás kezelés nagy kiterjedésű hálózatokban

Matematikai levezetéssel és szimulációs eredményekkel bizonyítottuk, hogy a PPV keretrendszer tetszőleges topológián képes az adatfolyamok közötti súlyozott max-min fair erőforráselosztást biztosítani [2]. A szimulációhoz különböző valós hálózati topológiát alkalmaztunk: 1) Deutsche Telekom, 2) GÉANT, 3) Sprint.

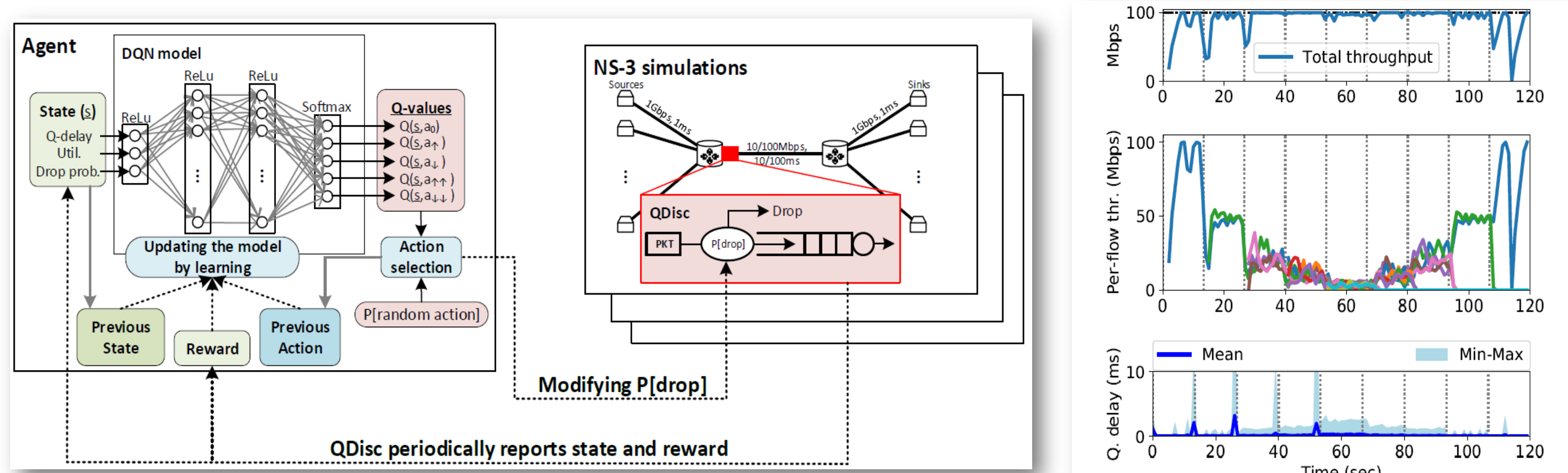
A viselkedést különböző szállítói protokollok mellett is vizsgáltuk, mely alapján a PPV mindenhol képes nagy kihasználtságot biztosítani.



[2] Gergő Gombos, Lilla Tóthmérész, Tamás Király, Sándor Laki: "Flow Fairness with Core-Stateless Resource Sharing in Arbitrary Topology", Bírálólat alatt folyóiratban (D1), 2021

## AQM megerősítéses tanulóssal

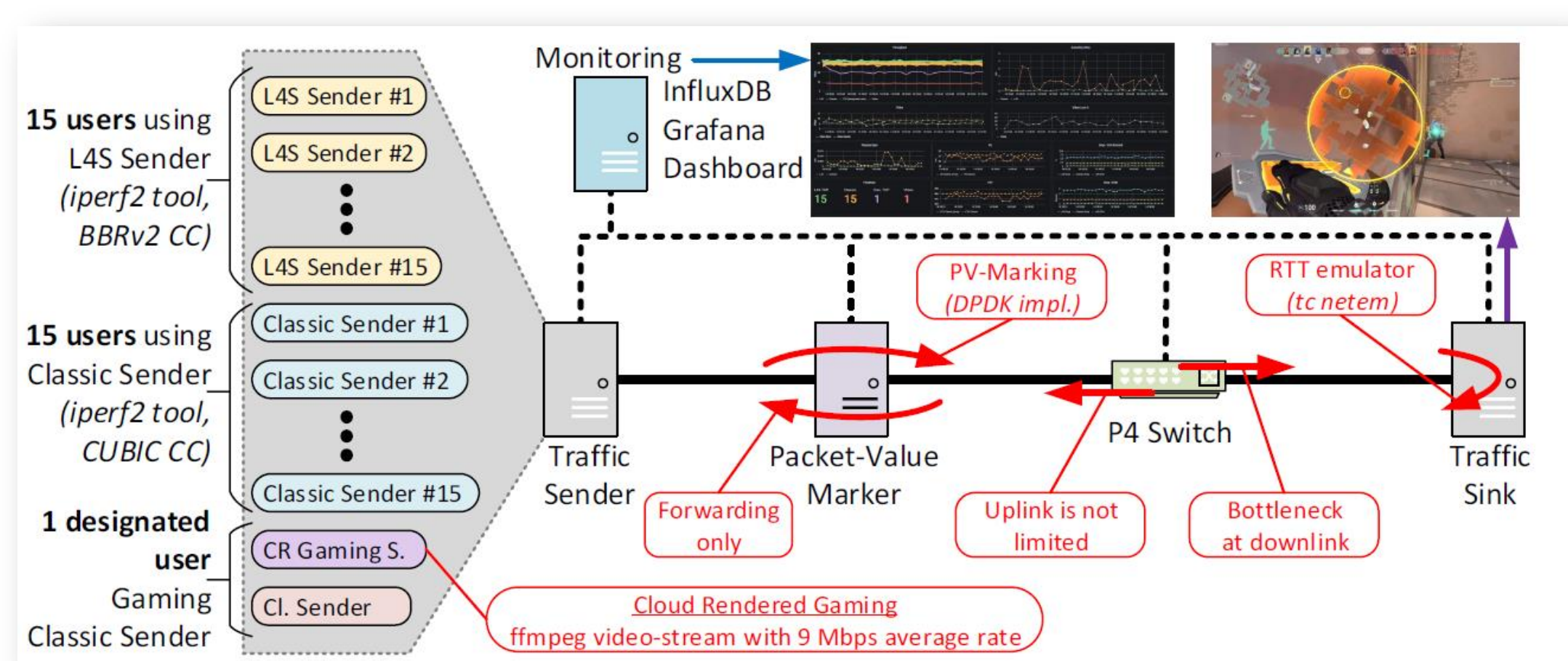
A PIE AQM működése azon alapszik, hogy az érkező csomagot valamilyen valószínűséggel eldobjuk és ezt a valószínűséget a hálózati terhelés alapján változtatjuk. A problémája ennek a megoldásnak, hogy be kell állítani egy késleltetési cél értéket és számos kapcsolódó paramétert a helyes működéshez. Ezen értékek meghatározása nehéz és függ a hálózat tulajdonságaitól. Az ábrán az RL-AQM [3] megoldást láthatjuk, amely megerősítéses tanulást alkalmaz a csomagdobási valószínűség megtanulásához és nem igényel manuális paraméterezést. A módszer célja kis késleltetés és nagy kihasználtság egyidejű biztosítása.



[3] Dhulfiqar A. AlWahab, Gergő Gombos, Sándor Laki: "On a Deep Q-Network-based Approach for Active Queue Management", EuCNC & 6G Summit, 2021

## Hierarchikus szolgáltatásminőség biztosítása (HQoS)

A PPV megoldás szépsége, hogy a csomag értékeket át lehet transzformálni és ezáltal hierarchikusan is biztosítani tudjuk az egyes forgalmaknak a sávzélességet [4]. Ezt a működést valós adatforgalom, fizikai switchen demonstráltuk, ahol egy felhő alapú online játék futott (ún. cloud rendered). A képeken láthatjuk, hogy ha nem használjuk a PPV-t, akkor a kép torzul, de ha bekapcsoljuk a HQoS megoldást, akkor nem a játék csomagjai vesznek el, és a játék élvezhető marad még túlterhelt hálózat esetén is.



[4] Ferenc Fejes, Szilveszter Nadas, Gergő Gombos, Sándor Laki: "A Core-Stateless L4S Scheduler for P4-enabled Hardware Switches with Emulated HQoS", IEEE INFOCOM Demo, 2021. (A\* konferencia)



Az Alkalmazásiterület-specifikus nagy megbízhatóságú informatikai megoldások című projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a Tématerületi kiválósági program (TKP2020-NKA-06, Nemzeti Kihívások Alprogram) finanszírozásában valósult meg.



AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROGRAM