Szállítási réteg (L4)

Gyakorlat

Budapest University of Technology and Economics

Department of
Telecommunications and Media Informatics

A gyakorlat célja

- A TCP-t nagyon sok környezetben használják
- A főbb mechanizmusok ismerete fontos
  - A programozónak
  - A hálózati szakembernek
    - Wired
    - Wireless
  - Lassan az ipari környezetbe is beszivárog

Portok

- Kapcsolat fogalma
  - 5-tuple
- Kapcsolat kiépítése
  - UDP - nincs
  - TCP
    - 3 way handshake
    - Miért van rá szükség?

Portok egy gépen

- Netstat parancs

```
TCP    127.0.0.1:1906         localhost:1907     ESTABLISHED
TCP    192.168.1.147:53699    13.77.87.52:https      ESTABLISHED
TCP    192.168.1.147:53703    91.190.216.57:12350    ESTABLISHED
TCP    192.168.1.147:53737    64.4.23.152:40008      ESTABLISHED
TCP    192.168.1.147:53759    108.177.96.188:5228    ESTABLISHED
TCP    192.168.1.147:53772    40.77.226.192:https    ESTABLISHED
TCP    192.168.1.147:54512    a104-96-129-73:https   CLOSE_WAIT
TCP    192.168.1.147:54513    a104-96-129-73:https   CLOSE_WAIT
TCP    192.168.1.147:54514    a104-96-129-73:https   CLOSE_WAIT
```

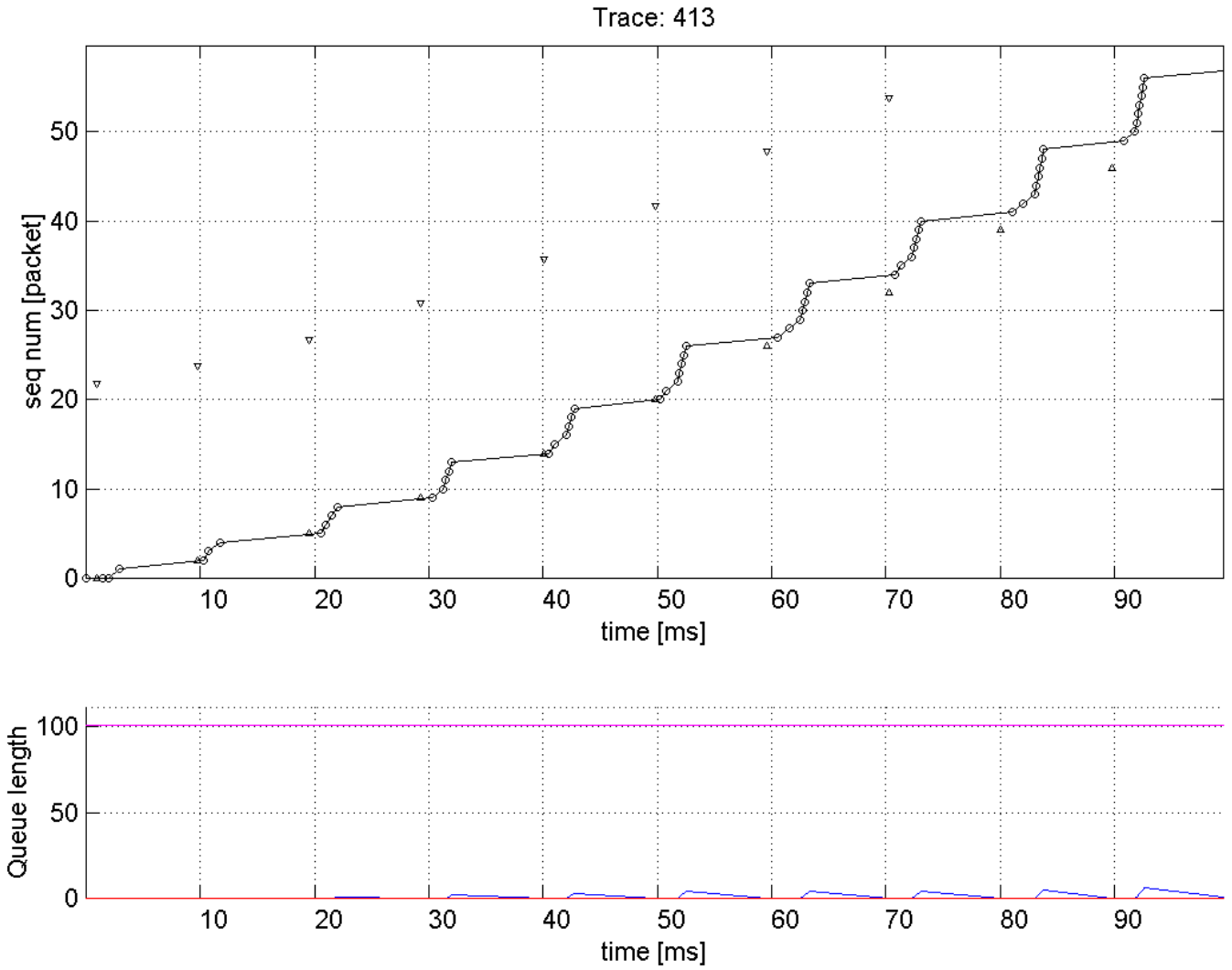
UDP

- Adatküldés: szegmensek
- Hibakezelés
  - ICMP: port nem elérhető
  - Loss: nincs visszajelzés
- Sávszélesség, késleltetés

TCP ablak

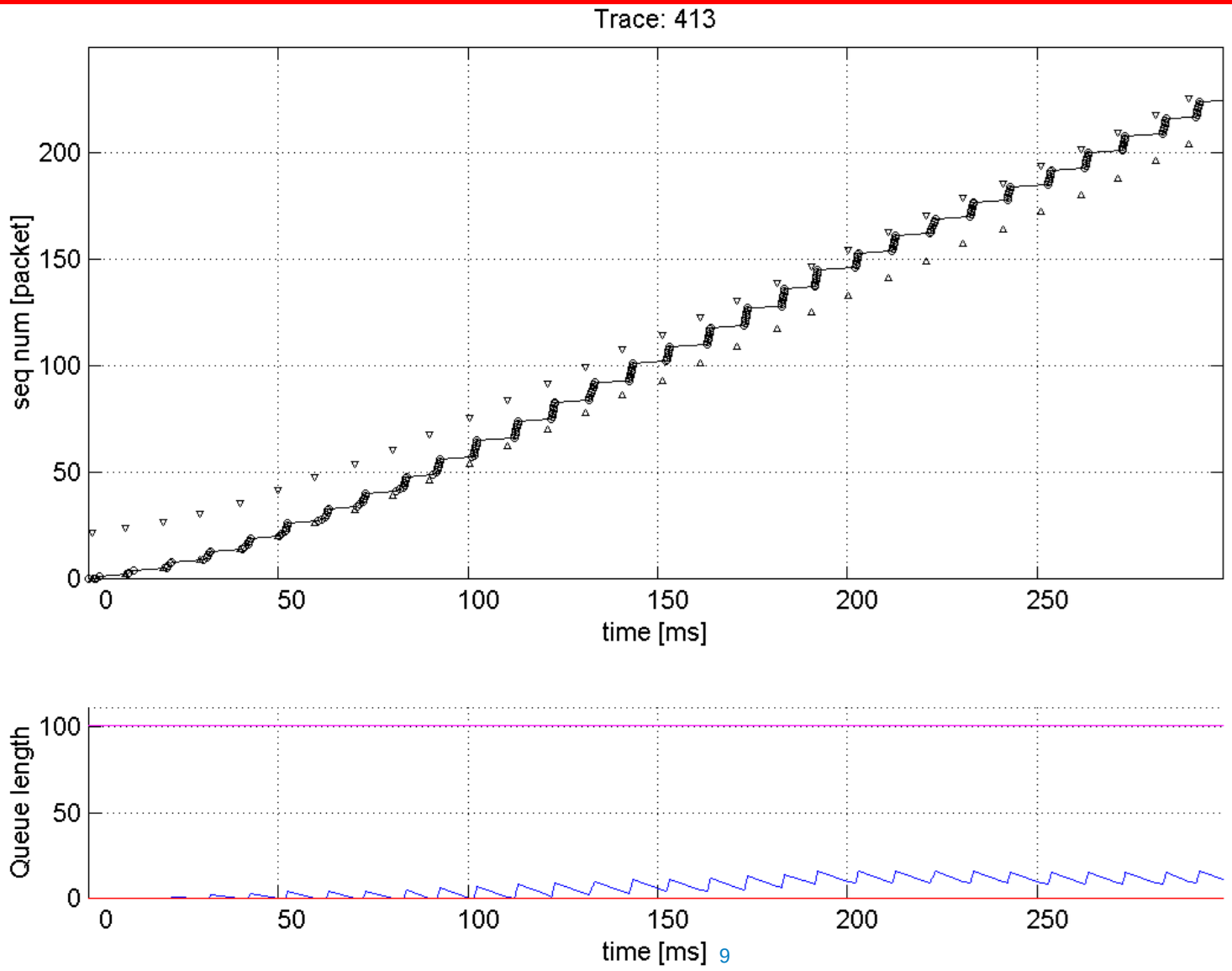
- Bandwidth delay product
- 8k – korlátos sávszélesség
  - Telítődés
- 64K
  - jobb
  - Window scale option

No.	Algo.	Sender	Traffic	# conn.	Receiver	Kbytes/sec	# ovfl.
413	None	Linux 2.1	one.1024	1	Linux 2.0	1097.7 (gw)	0



Megjegyzések

- A fogadó csak egy ACK-t küld egy csomagcsoportra
- Minden ACK érkezése a küldőnél egy csomagbörszt küldését eredményezi
- A küldő a *cwnd*-t minden egyes ACK érkezésekor eggyel növeli
- A sorok hossza növekszik a börsztök érkezésekor, a börsztök méretei pedig növekednek az idővel
- ACK érkezések 10 ms-ként

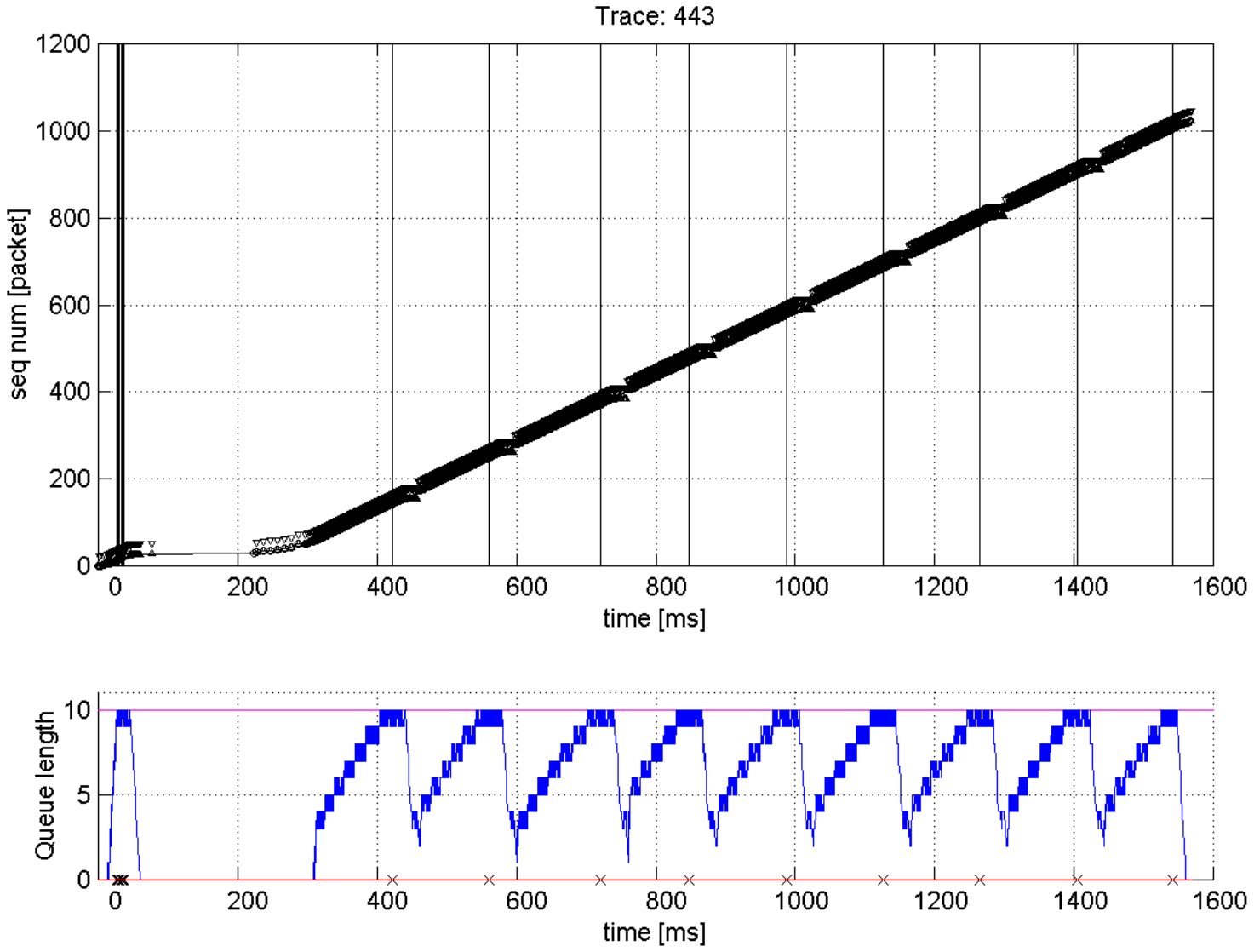

Trace: 413
seq num [packet]
time [ms]
Queue length
time [ms]
0
50
100
150
200
250

Megjegyzések

- Kb 200ms után, a küldő eléri a fogadó meghirdetett ablakméretének felső határát
- A sorhosszúság kb. 15 körül stabilizálódik
- A sorok hossza a börsztök érkezésekor növekszik – ezeket a fogadó egy-egy csomagcsoportot nyugtázó ACK-ra küldött
- A sorok hossza fokozatosan csökken függően a 10 Mbps-os Ethernet kapacitásától

Börsztös forgalom

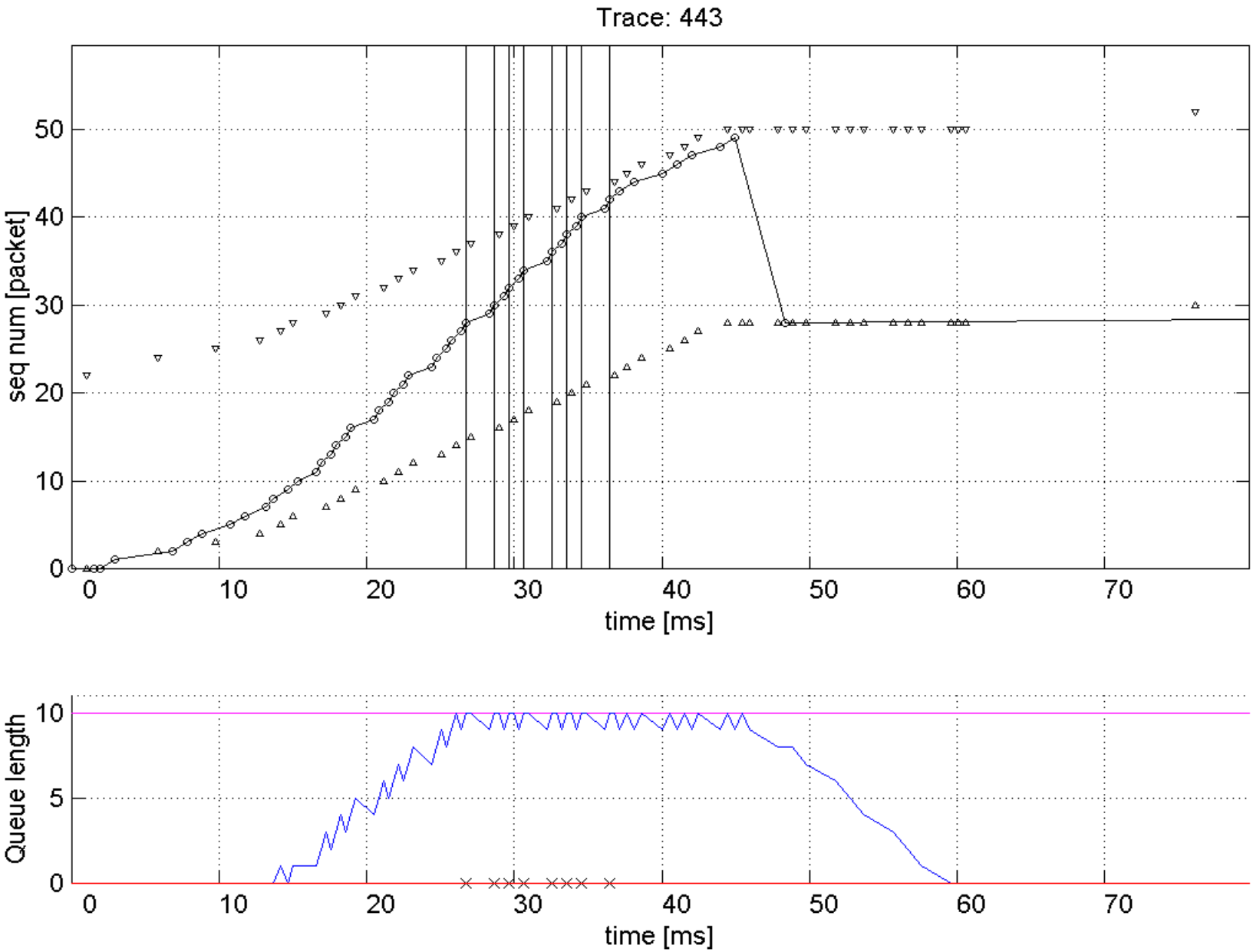
- Ablak – gyors felfutás
  - Hatása: többszörös loss
  - Timeout
- Sok timeout – lassú kapcsolat
  - Főleg a kapcsolat elején nagy gond
  - Inkább fast retransmit kellene


Trace: 443
seq num [packet]
time [ms]
Queue length
time [ms]

Megjegyzések

- A slow start börsztös csomagvesztéssel és az adás szüneteltetésével ér véget
- Periódikus vesztések láthatók, melyeket a küldő gyorsan javít – a vesztések nem okoznak jelentős teljesítménycsökkenést
- A sorhosszban periódikus minta van 300 ms után: lineáris növekedés, egy vesztés, egy esés. Ez mutatja a congestion avoidance mechanizmus működését a küldő oldalon: a vesztés észrevételekor csökkenti a congestion window értékét, majd ismét lineárisan (additívan) növeli

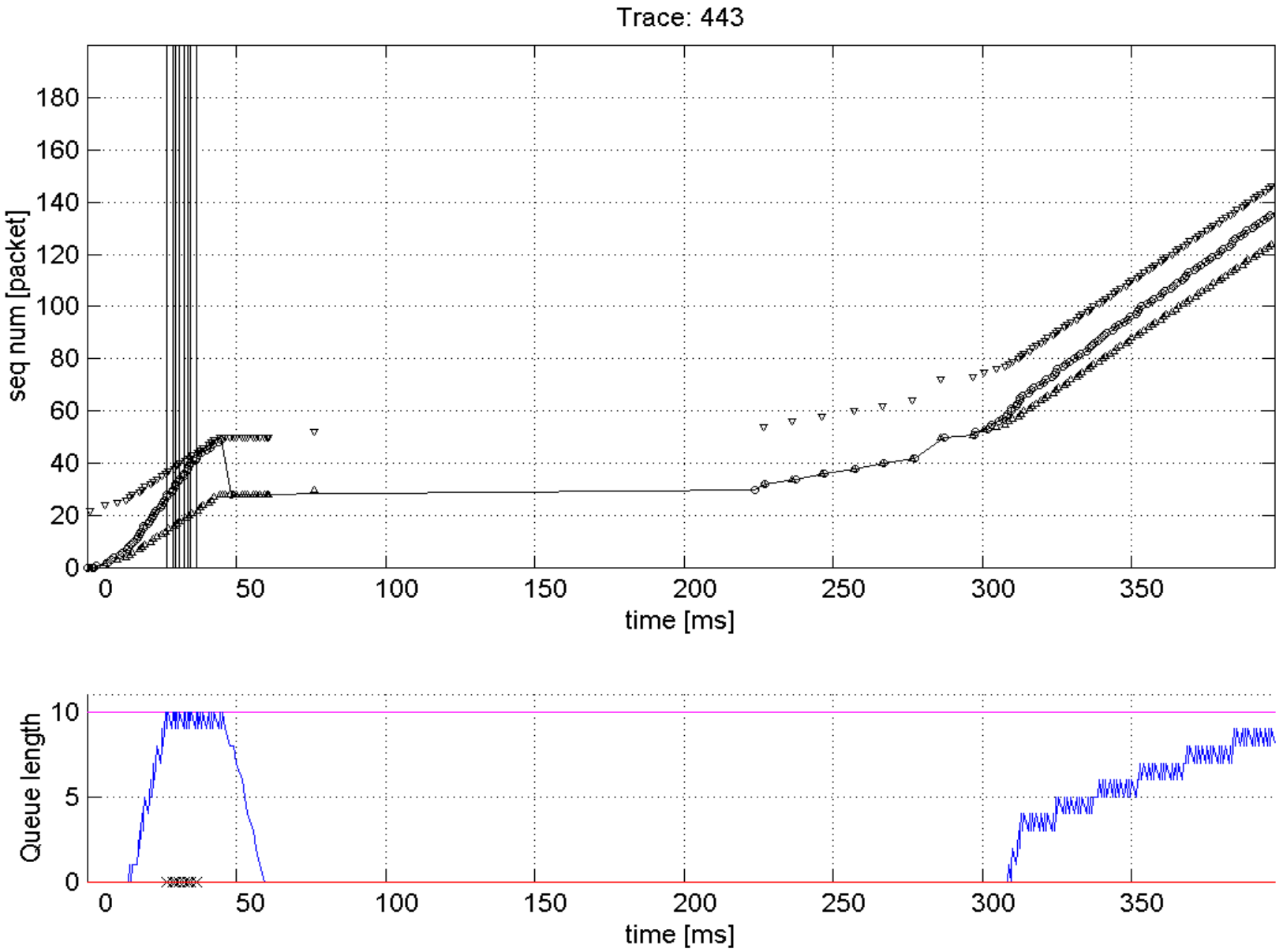
Az első 80 ms



Magyarázatok

26-36ms	A fogadó felé a sorok túlcsordulnak, a csomagok eldobásra kerülnek
37-45ms	A fogadó felé menő csomagok továbbításra kerülnek, a fogadó fogadja ezeket a csomagokat, de nem nyugtázza őket, mert néhány korábbi csomag is hiányzik
44-47ms	A fogadó duplikált ACK-t küld
48ms	A küldő újraküldi az első nemnyugtázott csomagot (fast retransmit).
49-61ms	A fogadó továbbra is duplikált ACK-kat küld
76ms	A fogadó nyugtázza az újraküldött csomagokat

200 ms környéke

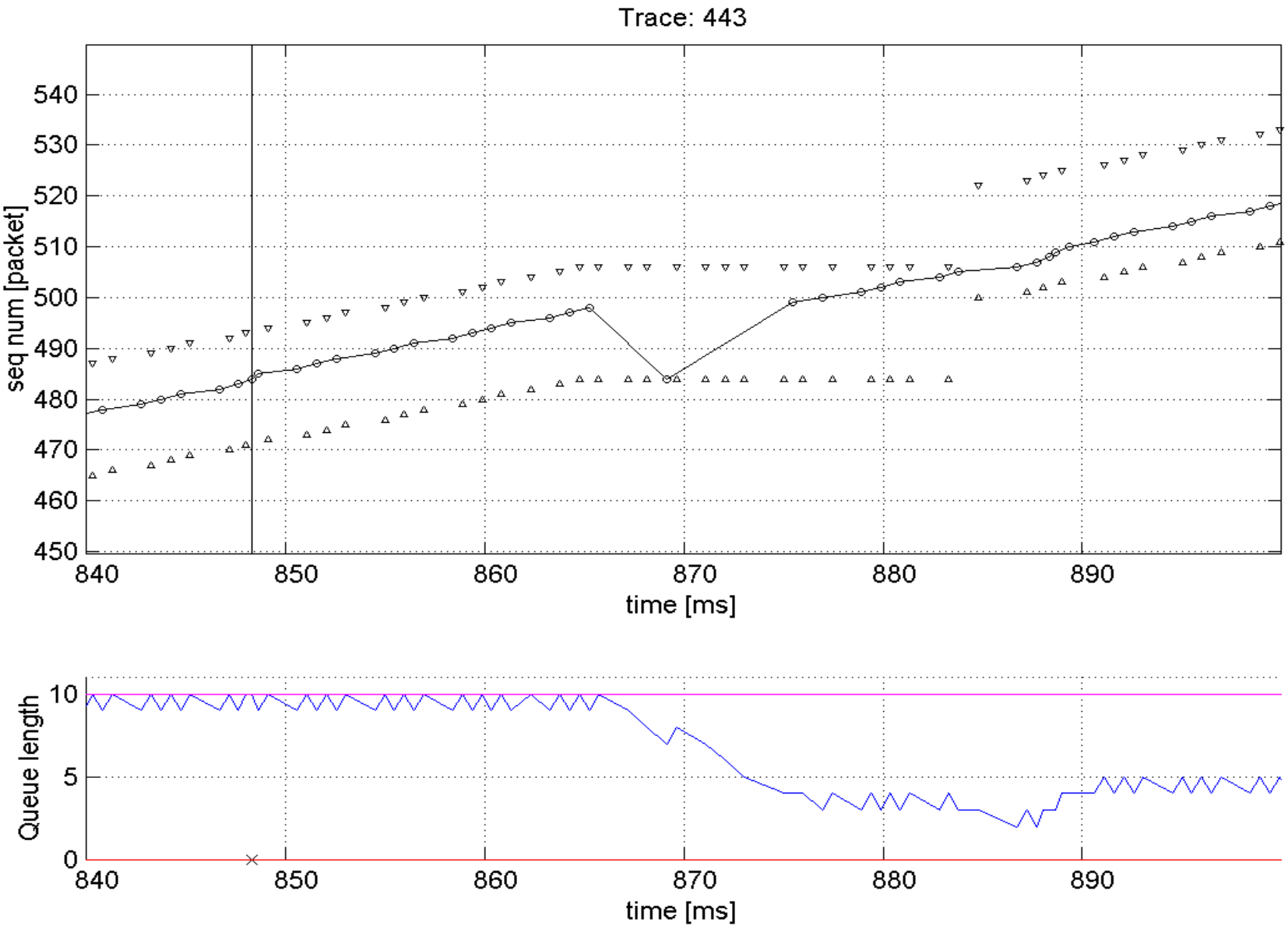


Magyarázatok

225ms	A küldő időzítője lejár és küld egy következő nemnyugtázott csomagot. Az időztés kb 200 ms
225-275ms	A küldő továbbít egy csomagot rögtön, amint a fogadó nyugtázta az előzőt. A küldő nem növeli a congestion window méretét, amíg újraküldést végez
275ms	A küldő minden elküldött adatára kap nyugtát (Az ACK számok ugrása). Slow start kezdődik.
330ms-	A gyors (exponenciális) növekedése a nemnyugtázott csomagoknak megáll és congestion avoidance szakasz következik – ez látszik a sorhossz lineáris növekedéséből

- Börsztös csomagvesztés történt
- Az első vesztést a küldő vette észre a duplikált ACK-ból, és gyors újraküldés következett
- A következő vesztéseket szintén a küldő vette észre az időzítők lejáratakor – emiatt slow start indult
- Ez a mechanizmus börsztös vesztéseknél gyakori

870 ms környéke



Magyarázatok

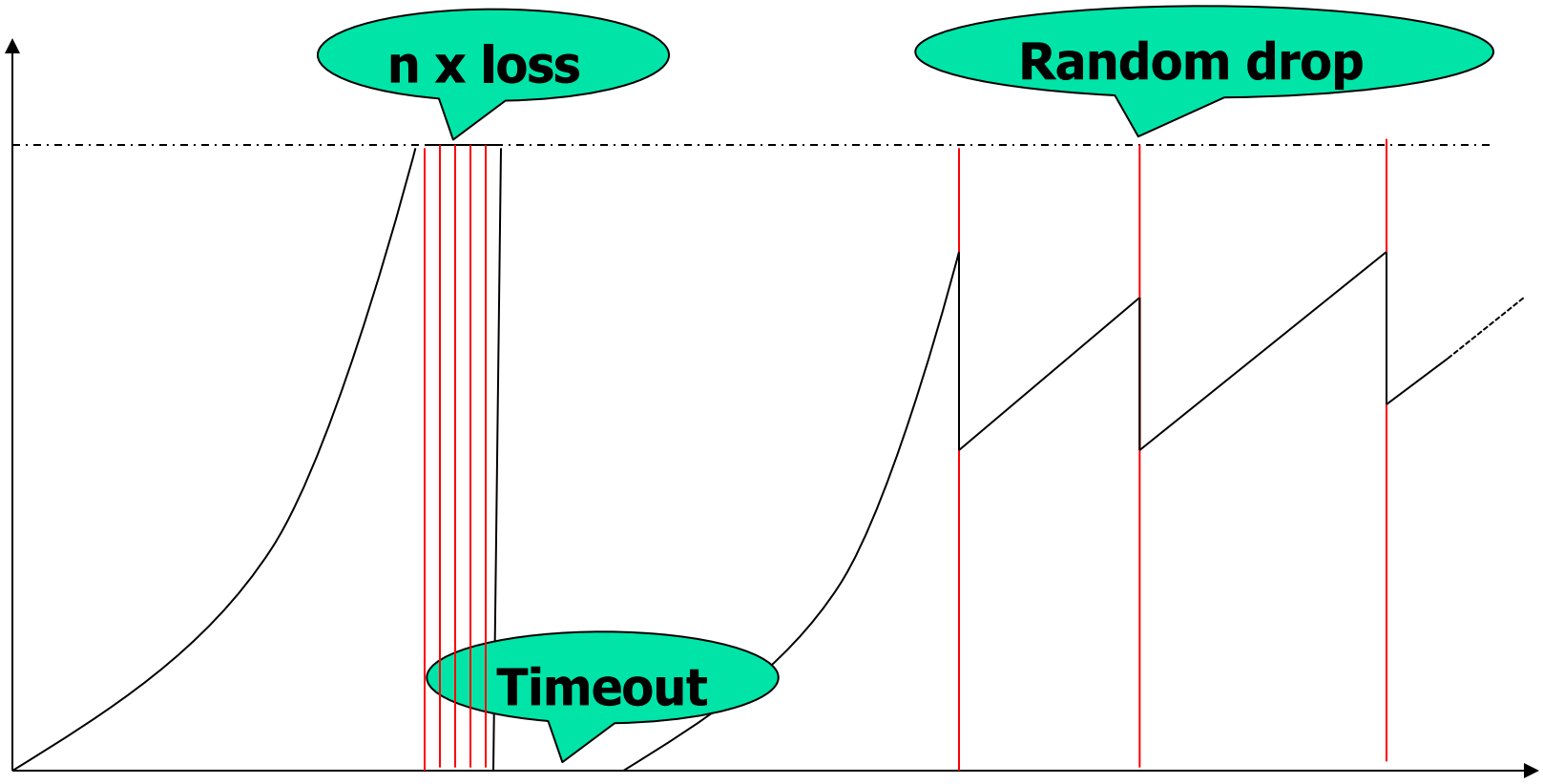
848ms	Egy csomag veszett el a közbenső sorok megtelése miatt
848-864ms	A fogadó a korábbi csomagokat nyugtázza
864-868ms	A fogadó a további csomagokat nem tudja nyugtázni, mert egy hiányzik. Emiatt a fogadó duplikált ACK-t küld
869ms	A küldő 3 duplikált ACK-t kap, majd gyors újraküldést hajt végre
875-884ms	A küldő folytatja a csomagok küldését, mivel nem érte el a fogadó advertised window méretét még.
885ms	Egy ugrás látható az ACK numberek között – a fogadó megkapta a hiányzó csomagot, és az azutániakkal együtt nyugtázta azt.
885ms-	A küldő folytatja a csomagok továbbítását (fast recovery történt: slow start nem következik most). A gyors újraküldés nem okozott nagy teljesítmenycsökkenést

Csomagvesztés – jó vagy rossz?

- Példa: DSL 10Mbit/s vonal, 2 lehetőség
  - a) x% loss vs
  - b) FEC – hibajavító kód, fix 20% adat
- TCP transport, letöltések: melyik jobb?
- a) 10Mbps – x% loss (pl. BER=10^{-6})
  - $\Rightarrow$1 csomag 1500 byte, 12000bit, minden 83.3 csomag elvész
- b) 8Mbps
  - – a hibajavító kód 20% veszteség mindig

RED – Random Early Drop

- Buffer menedzsment a routerekben
  - Egy dobás jobb mint egy timeout



TCP - Wireless

- Probléma:
  - Wireless – eleve van loss
    - de az nem túlcsordulás, nem szűk keresztmetszet!
    - TCP rosszul értelmezi, visszaveszi a cwnd-t
  - Megoldások - többféle
    - WTCP – proxy
    - SACK

Köszönöm a figyelmet

- Vége -

Budapest University of Technology and Economics

Department of
Telecommunications and Media Informatics