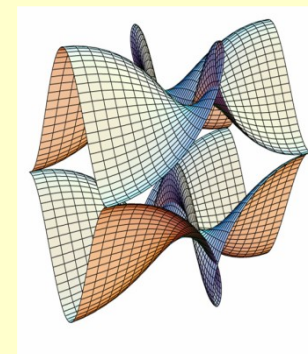




Sveučilište u Zagrebu
PMF – Matematički odsjek

MREŽE RAČUNALA
Predavanja 2022/2023

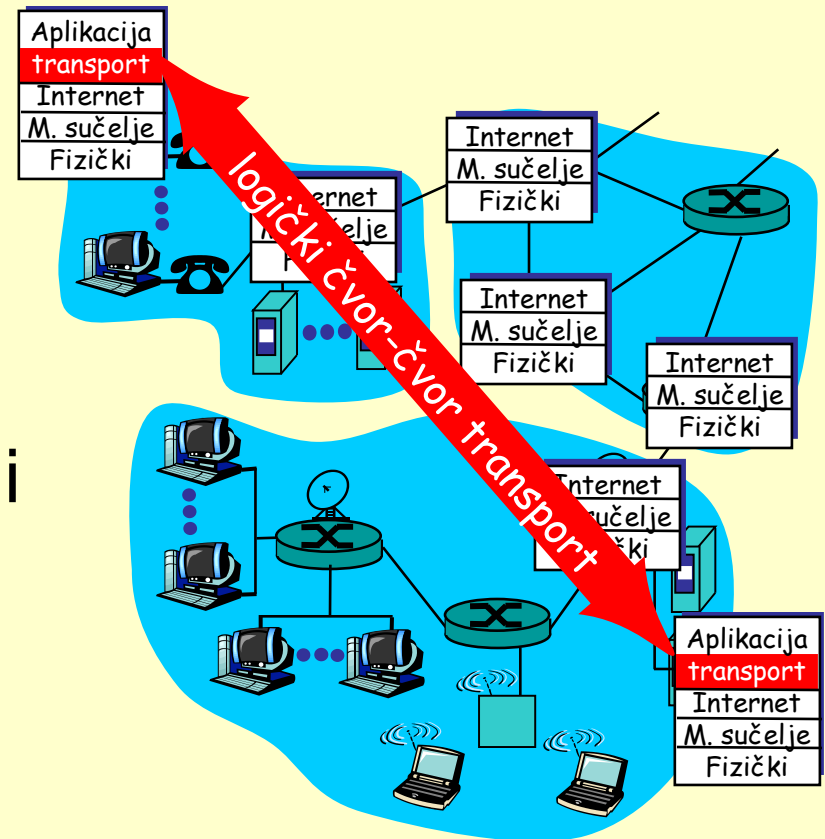


Poglavlje 19: Složeniji transportni protokol – TCP

Sastavili: Luka Grubišić i Robert Manger; Prilagodio: Z. Bujanović
08.12.2014

Uvod

- Je li moguće realizirati pouzdanu komunikaciju korištenjem IP datagrama?
- TCP protokol rješava problem gubitka paketa i kašnjenja bez stvaranja “dodatnog” opterećenja usmjernika i fizičkih mreža.



Pouzdana transportni protokol

- Jedna od osnovnih pretpostavki pri razvoju računalnih aplikacija je pouzdanost.
- Operacijski sustav garantira pouzdanost I/O operacija. Posebno garantira da podaci neće biti izgubljeni ili duplicirani ...
- Traži se transportni protokol koji će garantirati istu semantiku koju osigurava standardni operacijski sustav. Posebno:
 1. Podaci moraju stizati u poretku u kojem su poslani.
 2. Ne smije biti duplikacije ili gubitka podataka.

Transmission control protocol TCP

- Najpopularniji općeniti transportni protokol u Internetu. Osnovne značajke su:
 1. Spojna usluga: Aplikacija mora prvo zatražiti vezu, a tek onda slijedi prijenos podataka.
 2. Point-To-Point: Ili čvor-čvor komunikacija znači da svaka TCP veza ima točno dva kraja.
 3. Pouzdanost: Protokol osigurava da će podaci doći u redosljedu u kojem su poslani i da neće biti gubitka ili duplikacije podataka.
 4. Puni dupleks: Obje aplikacije mogu slati podatke u svakom trenutku. Omogućuje i pretpostavlja optimizaciju korištenjem komunikacije u oba smjera.

TCP protokol (2)

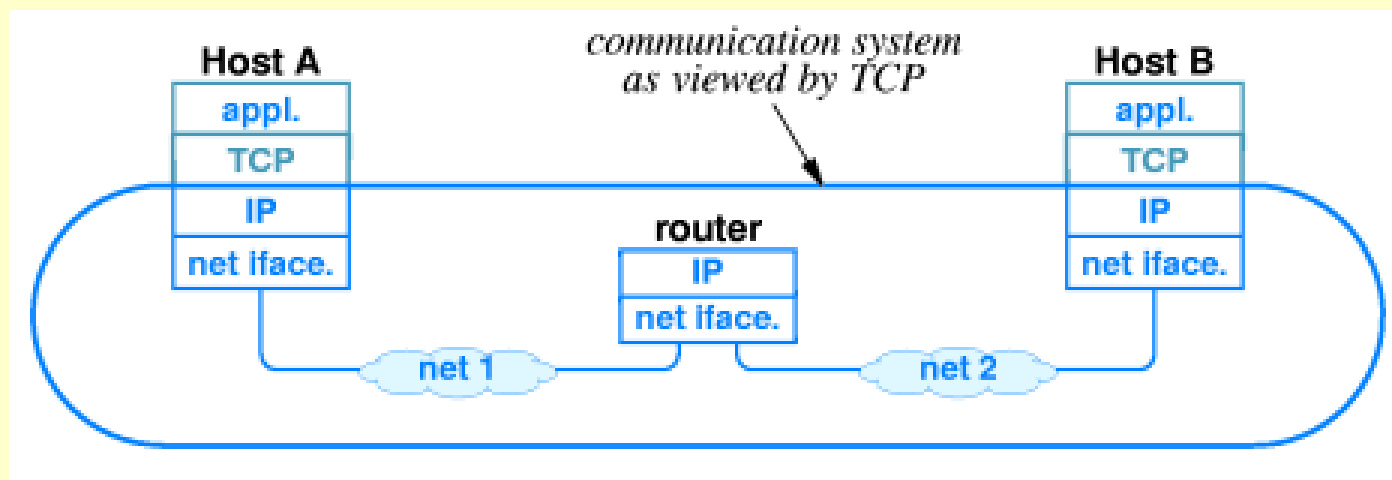
5. Stream Interface: Sučelje koje TCP pruža aplikacijama omogućuje slanje kontinuiranih nizova bajtova kroz čvor-čvor vezu. TCP ne definira pojam zapisa koji ima fiksnu veličinu. Podaci ne moraju stizati u komadima iste veličine u kojima su poslani.
6. Pouzdana otvaranje veze: Pri stvaranju čvor-čvor veze, oba čvora moraju pristati na komunikaciju. Paketi koji kasne iz prethodnih veza među tim čvorovima neće interferirati s novom vezom.
7. Pouzdana zatvaranje veze: TCP osigurava da će svi poslani podaci biti isporučeni prije nego li se veza raskine.

End-To-End komunikacija i datagrami

- TCP je End-To-End protokol jer omogućava direktnu logičku vezu između aplikacija.
- Veza je **virtualna** budući da je realizirana u softveru. Niti fizički hardver niti IP protokol ne pružaju nikakvu podršku spojnoj komunikaciji. TCP softver pruža **dojam spojne veze**.
- TCP poruke se enkapsuliraju u IP datagrame.
- TCP tretira IP kao metodu prijenosa paketa.

End-To-End komunikacija (2)

- TCP softver nužan je samo na krajnjim čvorovima. Ostatak Interneta je sistem koji prenosi poruke bez da ih interpretira ili mijenja njihov sadržaj.



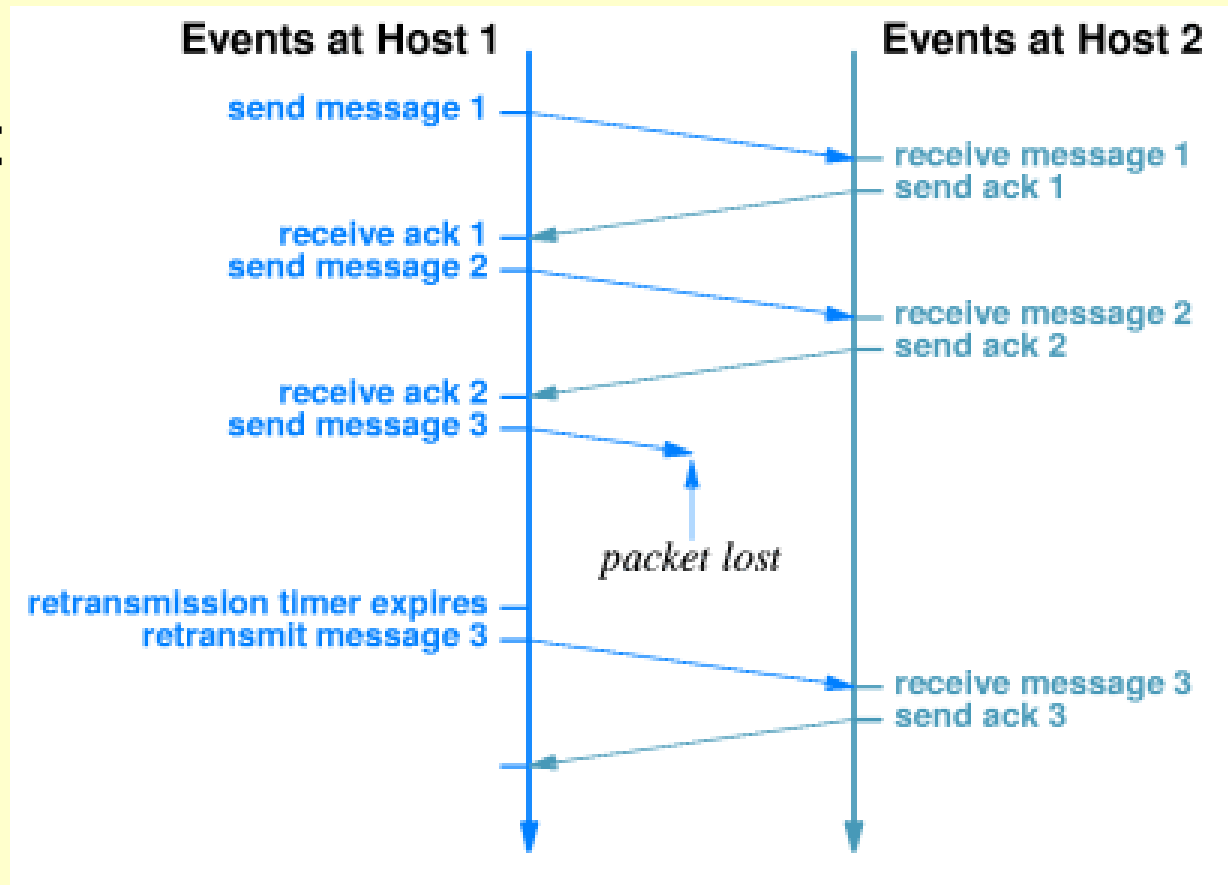
Problem pouzdanosti

- Pouzdanost veze najviše ugrožavaju
 1. nepouzdanost IP protokola
 2. reboot kompjutera.
- Ad 1. Zamislimo da dva računala otvore vezu, komuniciraju i nakon toga zatvore vezu i otvore novu. Kako tretirati pakete koji kasne iz prethodne veze, a nastali su retransmisijom?
- Ad 2. Zamislimo da dva računala stvore vezu i nakon toga jedno od njih izvrši reboot. Kako riješiti problem što računalo koje je izvršilo reboot ne zna ništa o vezi, a računalo koje nije još je uvijek drži valjanom? Kako odbacivati pakete koji su nastali prije reboot-a?

Gubitak paketa i retransmisija

- Najvažnija tehnike koje TCP koristi su: **adaptivna retransmisija, kontrola toka pomoću prozora i algoritam “trostrukog rukovanja”**.

- Obična retransmisija:

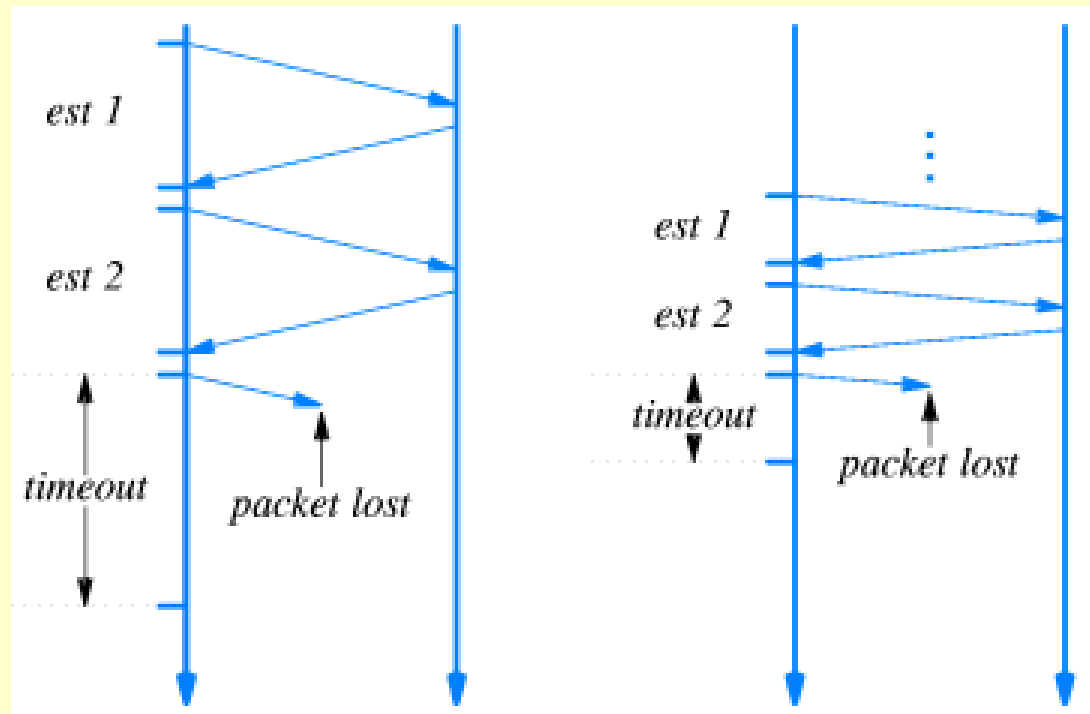


Adaptivna retransmisija

- Prije TCP protokola korišteni su algoritmi s fiksnim vremenima retransmisije.
- Takvo rješenje se nije dobro skaliralo u eksponencijalno rastući Internet.
- TCP procjenjuje *round-trip-delay* za svaku otvorenu vezu.
- To se postiže mjereći vrijeme od slanja do primanje “potvrde”. *Round-trip-delay* se procjenjuje korištenjem odgovarajućih težinskih statističkih funkcija. Time se rješava problem naglih oscilacija kašnjenja (*bursts*).

Određivanje vremena retransmisije

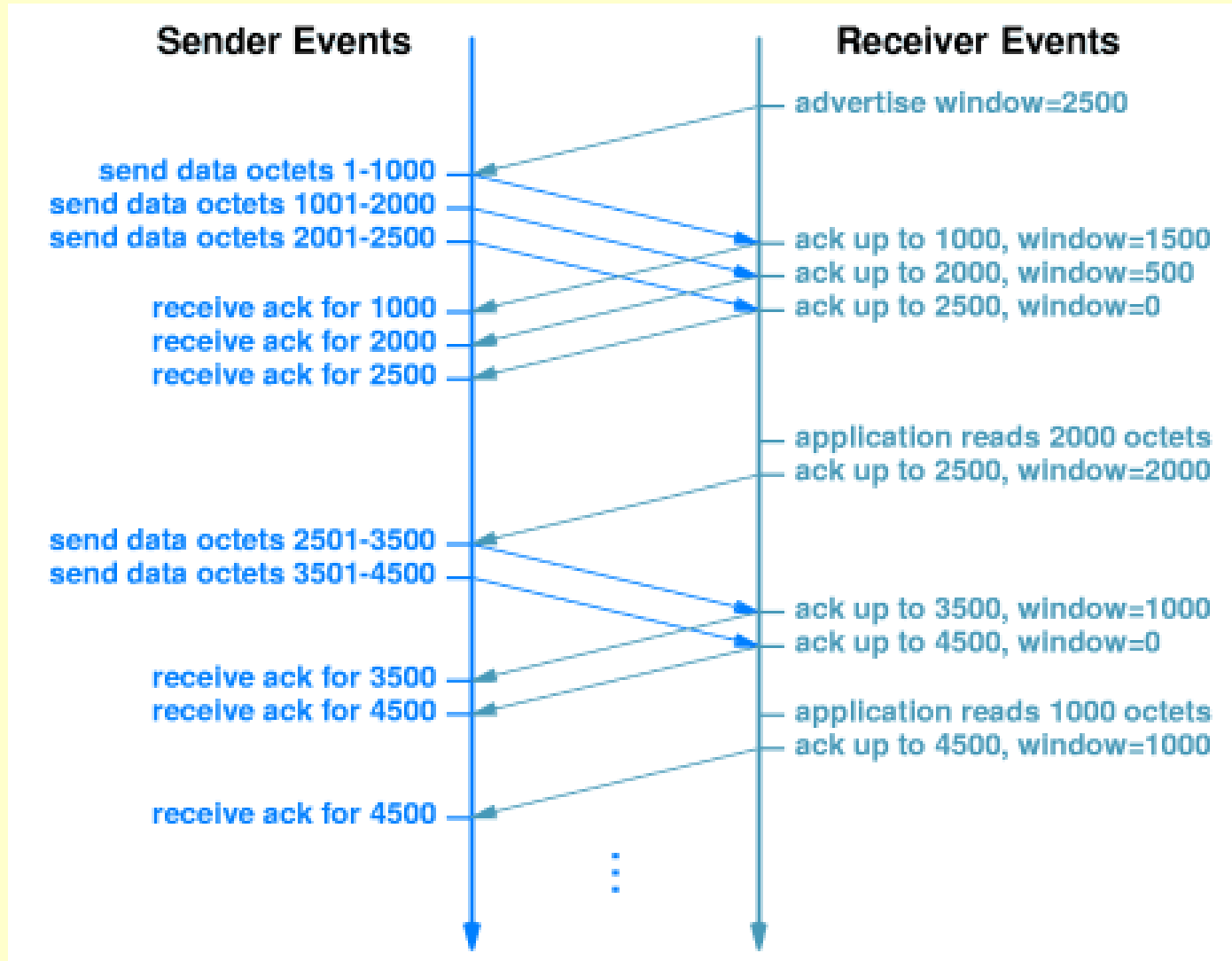
- Retransmisija u vezama koje imaju različite *round-trip delays*.
- Timeout se postavlja da bude malo dulji od prosječnog *round-trip delay-a*.



Međuspremnicki, kontrola toka i prozori

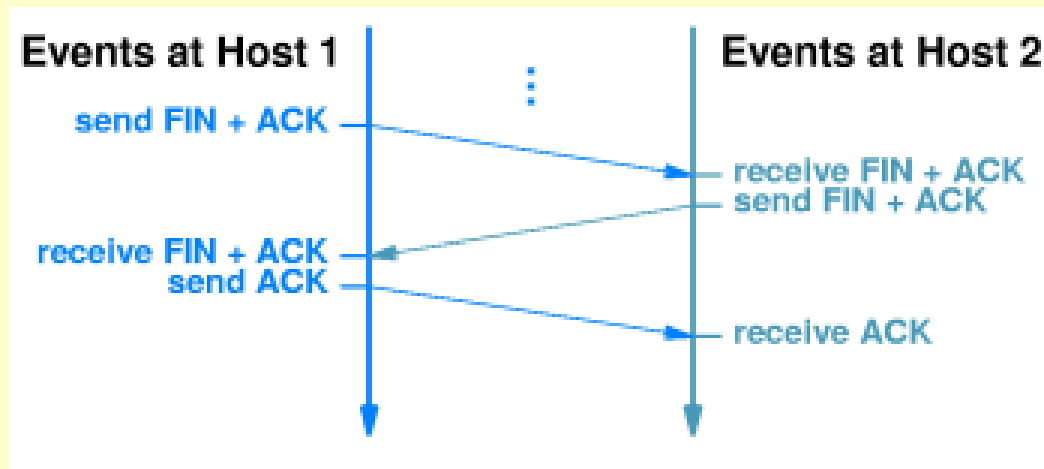
- Algoritam prozora rješava problem kontrole toka podataka.
- Neiskorišteni dio međuspremnika u danom trenutku se naziva **prozor**.
- Zajedno s potvrdom primitka poruke, primatelj pošiljatelju šalje trenutnu veličinu prozora.
- Ako pošiljatelj šalje podatke brže nego što ih je primatelj u stanju obraditi, veličina prozora će pasti na nulu.
- Kad pošiljatelj primi poruku o prozoru veličine nula, on mora prestati slati podatke sve dok mu primatelj ponovo ne dojaviti da prozor ima pozitivnu veličinu.

Međuspreminici, kontrola toka i prozori (2)



Algoritam “trostrukog rukovanja”

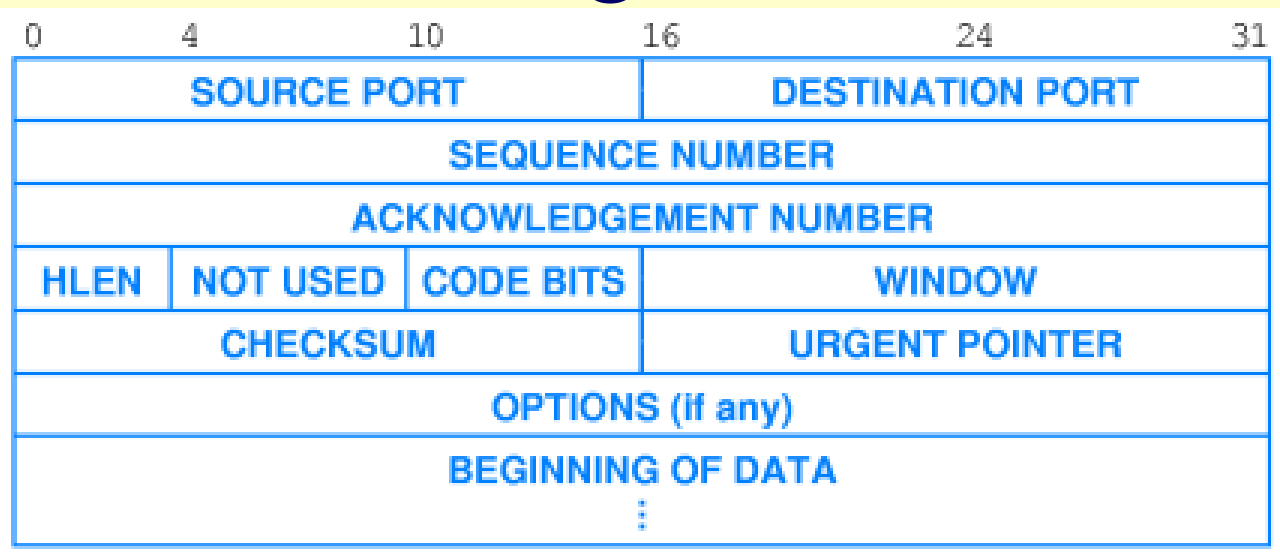
- Rješava problem pouzdanog otvaranja i zatvaranja veze.
- TCP poruke koje se koriste za otvaranje komunikacije se nazivaju **SYN segmenti**, a za zatvaranje **FIN segmenti**.
- Veza se identificira slučajnim brojem koji se generira pri uspostavljanju veze.



Kontrola zagušenja

- U modernim mrežama kašnjenje ili gubitak podataka najčešće je uzrokovano zagušenjem, a ne hardverskom greškom.
- Protokoli koji koriste **algoritam retransmisije** mogu **pogoršati** problem zagušenja.
- TCP komunikacija se temelji na međuspremnicima. Protokol kontrolira zagušenje tako što umjetno smanjuje veličinu prozora.
- TCP-ova kontrola zagušenja nastupa u trenutku gubitka podataka.
- Pri retransmisiji TCP najprije šalje male pakete čiju veličinu eksponencijalno povećava dok ne dosegne polovinu stvarnog prozora.
- Zatim TCP usporava dinamiku i dalje linearno povećava veličinu prozora (do novog zagušenja).

Format TCP segmenta



- Jedan format za sve poruke (podaci, potvrda, FIN i SYN).
- TCP može koristiti jedan datagram za slanje **više poruka istovremeno**: npr. **potvrde prijema**, objave prozora i **slanja izlaznih podataka**.

Format TCP zaglavlja (2)

- Polja ACKNOWLEDGMENT NUMBER i WINDOW odnose se na ulazne podatke.
- ACKNOWLEDGMENT NUMBER potvrđuje prijem prethodnog ulaznog segmenta, no sadrži SEQUENCE NUMBER očekivanog sljedećeg ulaznog segmenta.
- WINDOW daje informaciju o slobodnom među-spremniku za podatke koji trebaju stići iz čvora kojem se šalje potvrda.
- Polje SEQUENCE NUMBER se uvijek odnosi na izlazne podatke i sadrži redni broj početnog okteta koji se nalazi u izlaznom segmentu.
- CHECKSUM sadrži kontrolnu sumu za TCP zaglavlje i podatke.

Sažetak

- TCP protokol je najvažniji transportni protokol u TCP/IP stogu.
- Pruža aplikacijama End-To-End spojnu komunikaciju koja je
 1. Pouzdana
 2. Omogućava kontrolu zagušenja
 3. Full-Duplex
 4. Orijentirana na slanje kontinuiranih nizova podataka (*streams*).
- Koristi IP protokol za komunikaciju, a sve poruke šalje koristeći isti format datagrama.